

# ナトリウム冷却高速炉用革新的プレートSGの開発

## 背景

ナトリウム冷却の高速炉では、蒸気発生器(SG)でのナトリウム(Na)-水反応事故影響緩和策として、2次冷却系やNa-水反応対策設備を設けており、これが高速炉建設コストを上昇させる要因の一つとなっている。これらの設備を不要とし、かつコンパクトなSGが開発できれば、高速炉建設コストの低減が可能となる。当所では、空調機などに用いられるコンパクトなプレートフィン熱交換器概念を利用したSGを提案してきている。

## 目的

提案しているナトリウム冷却高速炉用のSG概念について、コンパクト性、製作性、高速炉の使用環境での構造健全性、水・蒸気系およびNa境界の破損検出性などを評価し、その基本的な成立性を確認する。

## 主な成果

### 1. 革新的プレートSG概念の構築

矩形管を並べた伝熱管プレートをHIP (Hot Isostatic Pressing)<sup>\*1</sup>により製作する革新的プレートSG構造(図1)を創出した。小型高速炉の系統設計条件でサイズを評価し、ヘリカルコイル二重伝熱管SGに比べ約60%の体積に収まることが判った(表1)。

### 2. 製作性の確認

高速炉のSG材料として有望視されている改良9Cr-1Mo鋼を対象とし、HIP最適条件を見出した。また伝熱管プレートを積層するためのろう付け材・手法の選定を行い、SG部分モデルの試作を通してその製作性を確認した(図2)。

### 3. 片側リーク検出性能の確認

熱応力解析により高速炉の使用環境での構造健全性を確認した。提案したSG概念には、片側(水・蒸気側またはNa側)破損検出のためのリーク検出溝を設置する(図3)が、起動停止を想定した繰返し応力によるき裂進展解析や試験の結果、Na-水反応事故に至る両側破損前に片側破損検出ができる十分な時間的余裕を持つことを明らかにした。

本SGを用いて2次系削除プラント構築の要求条件を整理し、大きな障害となる課題は抽出されなかった<sup>\*2</sup>。建設コスト削減効果は、Na取扱いエリアの縮小を考慮に入れると約8.5%と推定された。以上により、2次系削除プラントシステム構築の可能性を有する、高速炉用のコンパクトなSGの開発について見通しを得た。

## 今後の展開

現状のHIP炉サイズの制約により、ここで提案したSG概念は小型炉向きであるが、より出力の大きい炉に使えるよう、構造・製作上の工夫を行う。

**主 担 当 者** 原子力技術研究所 原子炉システム安全領域 上席研究員 西 義久

**関連報告書** 「ナトリウム冷却高速炉用革新的プレートSGの開発」 電力中央研究所総合報告: L07 (2009年3月)

“Development of an Innovative Plate-Type SG for Sodium Cooled Fast Reactor: Concept and Test Fabrication”, Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Transaction of the ASME, Vol.131, Number 2, March 2009

\*1: 拡散接手法。高温と高圧を同時に被処理体に加えて、拡散により接合を行う。

\*2: 電力中央研究所総合報告 L07

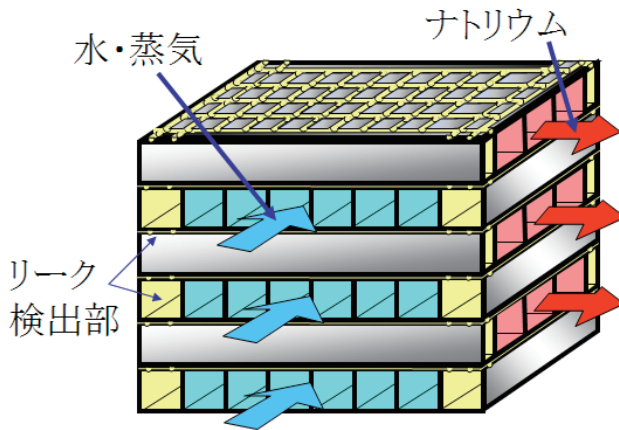


図1 革新的プレートSG

表1 サイズの比較

熱交換量:30MW  
Na 出入口温度:475/310℃  
蒸気条件:453℃/10.7MPa

	ヘリカルコイル 二重伝熱管 SG	革新的プレート SG
伝熱高さ	5.54m	3.35m
体積	5.85m <sup>3</sup>	3.36m <sup>3</sup>
サイズの イメージ		

1. 軽水炉発電

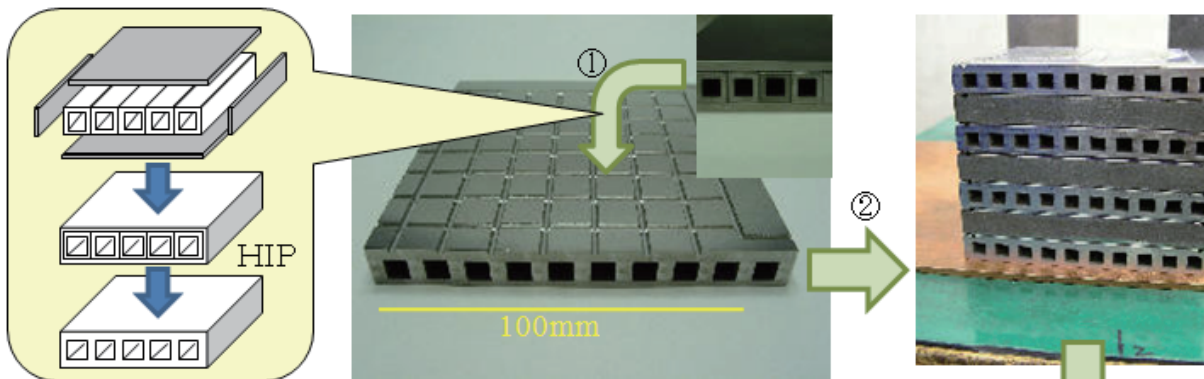
2. バックエンド

3. 放射線安全・  
低線量放射線影響

4. 金属燃料・乾式  
リサイクル技術

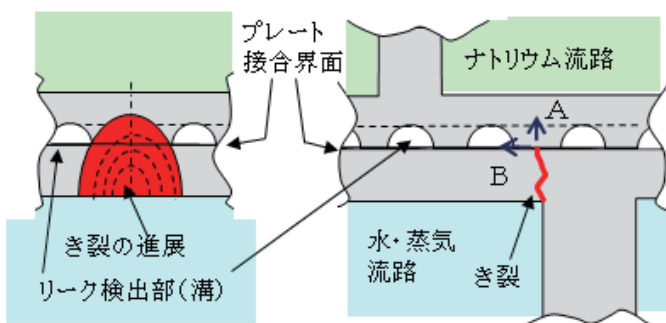
5. 新型  
炉

6. 施設保全(耐震)  
立地



- ①HIP,面取、溝加工
- ②伝熱管プレートを積層
- ③HP<sup>\*3</sup>でろう付け、ヘッダ溶接

図2 試作による製作性の確認



ナトリウム側からの  
き裂進展も同様の  
検出概念。

リーク検出溝最適ピッチを応力評価とき裂進展解析から求めており、A方向にき裂が進展しても、貫通前にリーク検出溝に接することで十分に時間的余裕をもって片側破損検出が可能である。

また、プレート接合界面まで達したき裂が接合界面に沿って進展する(図中Bの方向)なら、さらに早い検出も期待できる(試験の結果、条件次第では接合界面に沿った進展があることを確認)。

図3 リーク検出の概念

\*3: ホットプレス。拡散接手法。一軸方向に高圧を被処理体に加えて、拡散により接合を行う。