

高速炉用革新的プレートSGの開発

- 概念の提案と部分モデルの試作による製作性評価 -

背景

ナトリウム冷却の高速炉(LMFR)では、ナトリウム・水反応事故影響緩和策として、2次冷却系やナトリウム・水反応対策設備が設けられ、これがLMFR建設コストを上昇させている要因の一つとなっている。これらの設備を不要とし、かつコンパクトな蒸気発生器(SG)が開発できれば、LMFR建設コストの大幅低減が可能となる。家庭用空調機などに用いられるプレートフィン熱交換器は、フィン(波板)による伝熱促進効果でコンパクトとなることが知られている。この特長を活かし、前述の条件を満たすSGを開発できれば、LMFRの建設コスト削減が期待できる。

目的

LMFRのSGにプレートフィン熱交換器の概念を応用して、高い信頼性とコンパクト性を有する新たなSG概念を提案する。その成立の鍵となるSG概念の製作性について確認する。

主な成果

(1) 概念の提案

矩形管を並べた熱交換層をHot Isostatic Pressing(HIP)によりプレート状に成型し、その伝熱管プレートをリーク検出層を挟んで積層させたコンパクトな革新的SG概念を考案した(図1)。提案するSGを採用した2次系削除LMFRのイメージを図2に示す。プレート積層部の接合力と母材強度のバランスから、片側の伝熱管で発生したき裂は、直ちにリーク検出部まで進展することが期待できる(図3)。それに加え、リーク検出流路の流動抵抗が小さいことから、秒オーダーでのリーク検出が可能であり、片側伝熱管のき裂の重ね合せによる貫通リークの発生頻度を大幅に低減できる。さらに、熱交換部が稠密な構造となっているため、従来のシェル&チューブ型熱交換器に比べ体積比60%のコンパクト化が可能である。

(2) 部分モデル試作による製作性の確認

- 改良9Cr-1Mo鋼を対象にHIP試験後の組織観察を行い、 $1150 \times 1200\text{kgf/cm}^2 \times 3\text{hr}$ のHIP最適条件を見出し(図4)。さらに、圧力バウンダリを構成しない伝熱管プレート積層部の、最適なろう材(BAu-4)の選定を行った。
- ホット・プレスを用いて伝熱管プレートの積層(ろう付け)を行い、部分モデルを試作した(図5)。模擬ヘッダの溶接においても、ろう材再溶融などの問題は生じず、革新的プレート型SGの製作方法について見通しを得た。

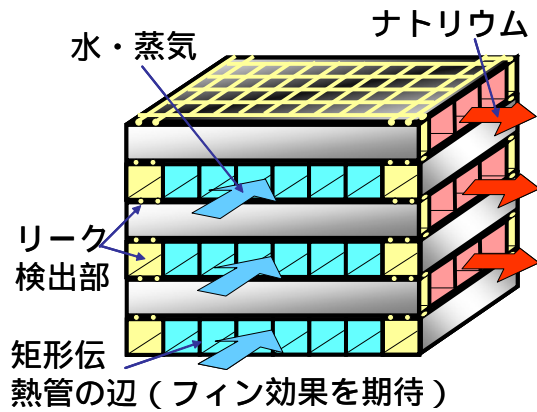


図1 革新的プレート型 SG 概念

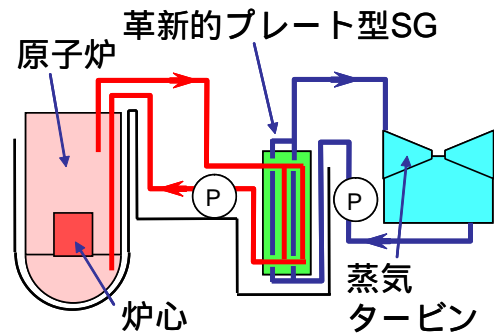


図2 2次系削除 LMFR の概念

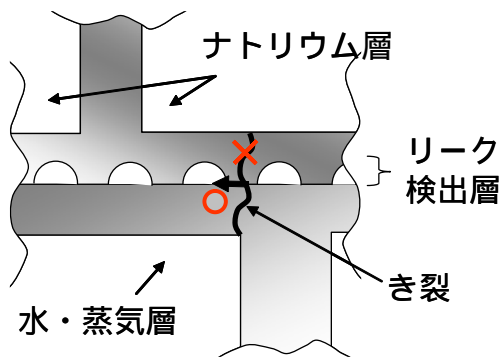


図3 リーク検出の概念

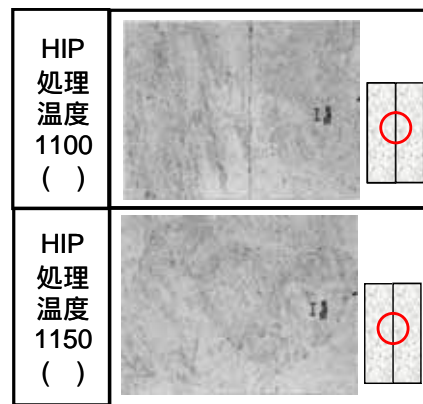


図4 HIP 試作体のミクロ組織観察結果

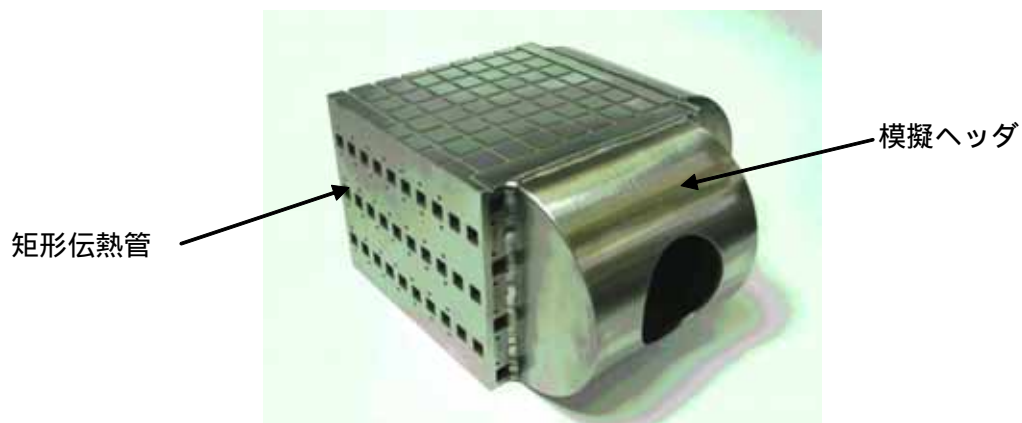


図5 製作した部分モデル

研究報告 L05004	キーワード：プレートフィン熱交換器、高速増殖炉、ナトリウム、HIP、蒸気発生器
担当者	西 義久（原子力技術研究所・新型炉領域）
連絡先	（財）電力中央研究所 原子力技術研究所 Tel. 03-3480-2111(代) E-mail : ntrl-rr-ml@criepi.denken.or.jp