

高速増殖炉用コールドトラップの性能評価手法の開発

(2) コールドトラップに析出するナトリウム化合物の解析評価

Development of Evaluation Method for Cold Trap in FBR

(2) Analytical Evaluation of Impurity Capturing Capacity of Cold Trap

*高橋 志郎¹, 田村 明紀¹, 仲田 博幸², 田子多 明男²

¹日立 研開, ²日立 GE

高速増殖炉のナトリウム中不純物を捕獲するコールドトラップ(CT)の性能評価手法を開発している。開発した性能評価手法を用いて、CT の最適な充填材仕様を検討した。

キーワード：高速増殖炉, コールドトラップ, 析出, 流動解析

1. 緒言

高速増殖炉の冷却材であるナトリウム中には、溶解している不純物として、酸素と水素がある。酸素は構造材料を腐食させる要因であり、特に 1 次冷却系においては、炉心からの放射性腐食生成物の発生を防止するため、低い濃度に維持しておく必要がある。水素も、二次冷却系の蒸気発生器の水漏洩監視に用いられているため、低い濃度に維持しておく必要がある。そのため、ナトリウム中の不純物濃度は、一次および二次冷却系に設置されている「コールドトラップ(CT)」と呼ばれるナトリウム精製装置を温度制御することで低い濃度に保たれている。CT は、不純物（酸素および水素）を充填材（ステンレス製金網など）にナトリウム化合物（NaH および Na₂O）として析出させて、捕獲する装置である。CT の設計を高度化するため、高精度で捕獲性能を評価する手法を開発した。

2. コールドトラップ性能解析評価手法

CT 性能評価手法は、前報[1]で報告する金網部の詳細解析と CT 全体解析で構成される。CT 全体解析では、CT 全体の不純物の捕獲性能を流速、温度および濃度分布を考慮して評価するため、汎用非定常 3 次元流動解析を用いた。図 1 に CT 全体解析セクタモデルのメッシュを示す。CT 全体解析により、充填材におけるナトリウム化合物析出量分布と圧力の時間変化を予測できる。

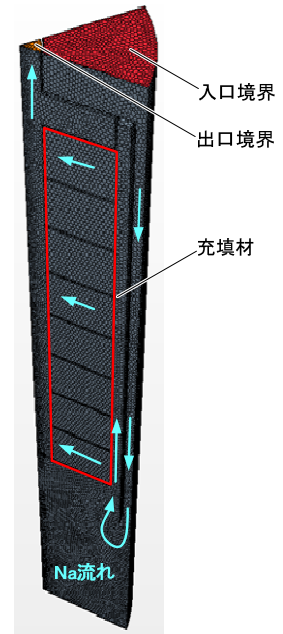


図 1 解析モデル

3. 充填材の最適設計

図 2 に不純物析出量分布を示す。また、図 2 右下に充填材内の析出速度分布を示す。析出量 W [kg]は、密度 ρ [kg/m³]、体積 V [m³]、濃度差 $c - c_s$ [wt. ppm]、時間 t [s]に比例するとし、析出速度 h [1/s]を以下の式で定義した。

$$W = \rho \cdot V \cdot h \cdot (c - c_s) \cdot dt \times 10^{-6} \quad (1)$$

h は不純物の物性値、ナトリウムの流速、および金網形状で変化する。図 2①に示すように、不純物の拡散係数が高く、 h が半径方向に一定だと、ナトリウム化合物が CT の外周側に偏って析出し、早い閉塞を引き起こす。そのため、金網の充填率 (h) を半径方向に変化させた CT の充填材設計を検討した。図 2②では、半径方向に直線 h を変化させ、③では、指数関数で変化させた。図 2③の条件では、ナトリウム化合物はほぼ一様に析出している。充填材の h を半径方向に変化させることにより、ナトリウム化合物が一様に析出し、捕獲量を増加できることを確認した。

4. 結論

開発した解析評価手法を用いて、捕獲量を増加した CT を設計できることを確認した。

参考文献 [1]田村明紀他; 2017 年春の年会, (2017), 投稿中

*Shiro Takahashi¹, Akinori Tamura¹, Hiroyuki Nakata², Akio Takota², ¹Hitachi, Ltd., ²Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.

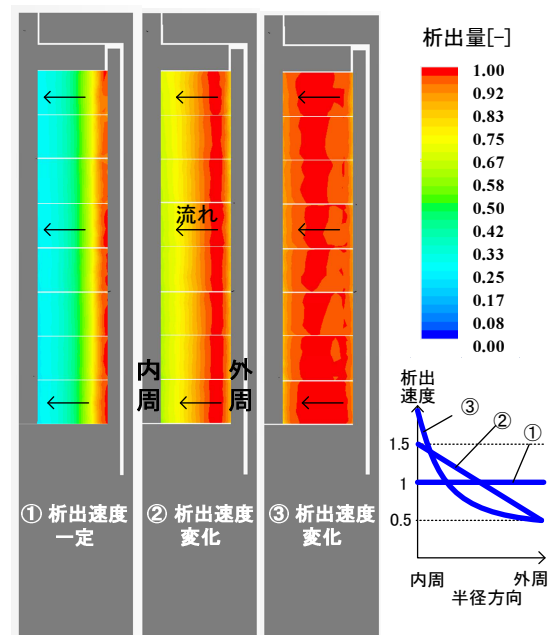


図 2 不純物析出量分布