

損傷炉心プールのスロッシング挙動に関する基礎的研究： プール運動による反応度挿入の指標に関する検討

Fundamental Study on Sloshing Behavior of Disrupted Core Pool:
Index for Reactivity Insertion Caused by Fuel Motion

*守田 幸路¹, 湊田 翔¹, 江村 優軌¹, 松元 達也¹, 帯刀 勲¹
¹九州大学

高速炉の再臨界エナジेटィクス評価において重要な炉心溶融プールのスロッシング挙動について、核的なフィードバックを伴うプール運動を模擬した水流動試験に基づき、外乱に対するプールの応答特性が反応度挿入に与える影響を評価するための指標について検討した。

キーワード：高速炉，炉心損傷事故，溶融プール，スロッシング，反応度

1. 緒言 高速炉の炉心損傷事故における遷移過程では、溶融プールの運動に伴う燃料凝集によって反応度が即発臨界に近接すると、燃料膨張や蒸発による燃料運動に伴って正、負両方の反応度効果が生ずる。本研究では、核的なフィードバックを伴うプール運動を模擬した水流動試験[1]に基づき、外乱に対するプールの応答特性が反応度挿入に与える影響を評価するための指標[2]について検討した。

2. プール運動による反応度変化の評価 プール内での燃料運動に伴う反応度挿入率を $\dot{\rho}(t)[\Delta k/k/s] \approx \phi[\nabla W(\vec{x}) \cdot \vec{u}_f(t, \vec{x})] \delta m_f(t, \vec{x})$ (∇W ：初期の燃料配置での反応度価値の勾配 $[\Delta k/k/(kg \cdot m)]$, \vec{u}_f ：燃料速度[m/s], δm_f ：燃料質量の変化[kg]) で一次近似的にモデル化する。高速炉安全解析コード SIMMER-III を用いた水流動試験の再現解析結果[1]に基づき、水を溶融燃料と仮想して求めた ∇W を用いて、対称スロッシング運動の増幅 (Type 1)・緩和 (Type 2) を誘発する外乱を与えた際のプール中心方向の燃料運動による $\dot{\rho}_r(t)$ を求めた。外乱印加終了 (0.0 秒) 後の $\dot{\rho}_r$ について、Type 1 における外向きスロッシングによる局所分布の例を Fig. 1 に、Type 1, 2 における時間変化を Fig. 2 に示す。外乱印加直後は燃料凝集に伴って $\dot{\rho}_r$ は増加するものの、その後 Type 2 では $\dot{\rho}_r$ の変動は穏やかになり反応度変化が緩和されることが分かる。

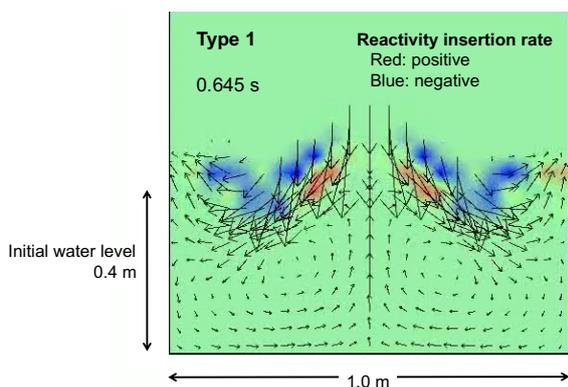


Fig. 1 プール中心方向運動による局所的な $\dot{\rho}_r$ の分布

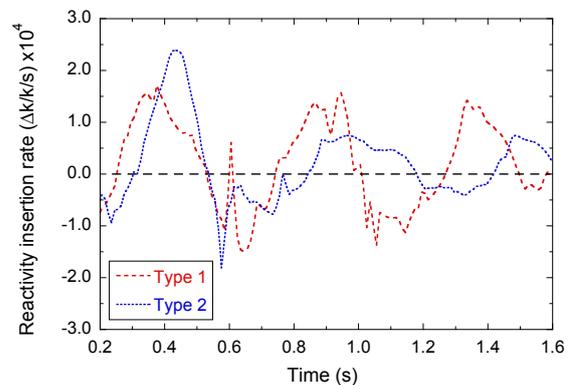


Fig. 2 プール中心方向運動に伴う $\dot{\rho}_r(t)$

3. 結言 プール内の局所的な燃料運動と反応度変化に関する定性的な知見が得られた。今後、実機体系において核的なフィードバックを伴うプール運動によるエネルギー発生メカニズムについて検討を進める。

謝辞 本研究は原子力規制庁から九州大学への委託研究「高速炉の損傷炉心プールのスロッシング挙動に関する水流動試験」として実施した。

参考文献 [1] K. Morita et al., NTHAS9, N9P0033, Nov. 2014. [2] I. Tatewaki et al, ICONE23, ICONE23-1948, May 2015.

*Koji Morita¹, Sho Fuchita¹, Yuki Emura¹, Tatsuya Matsumoto¹ and Isao Tatewaki¹; ¹Kyushu Univ.