

燃料集合体内冷却水の気液二相流の挙動解明に向けた研究開発

(4) 大気圧条件下での2サブチャンネル・クロスフロー試験

Research and development for understanding two-phase flow behavior inside a fuel bundle

(4) Two-subchannel cross flow test at atmospheric pressure

*藤本 清志¹, 上遠野 健一¹, 古市 肇¹, 細井 秀章¹, 安田 賢一¹, 木藤 和明¹

¹日立GEニュークリア・エナジー

BWR 燃料集合体内の流路(サブチャンネル流路)を流れる気液二相流の挙動を把握するため, 大気圧条件下の水-空気試験を実施し, サブチャンネル流路での変動差圧とクロスフロー量の関係を実験的に確認した。

キーワード: BWR, 燃料集合体, 気液二相流, 変動差圧, クロスフロー

1. 緒言 炉心の信頼性向上と高度化を図るためには, 熱水解析評価手法の高精度化が必要である。沸騰水型原子炉(BWR)の原子炉圧力容器内の冷却水は二相状態で存在しており, この状態で発生するクロスフロー(気液二相流の横流れ)を把握することが重要であり, BWR 定格運転条件の試験を計画している。本報では, 基本的なクロスフロー挙動を把握するため, 水-空気試験により変動差圧とクロスフローの相関関係を確認した。

2. 水-空気試験 図1に試験体の概要を示す。BWR 燃料集合体の2つのサブチャンネル流路を模擬した。2つのサブチャンネル流路を板で仕切り, 仕切板の高さ方向の一部に連通区間を設けることで, 連通区間でのみ気液二相流のクロスフローを発生させた。サブチャンネル流路での変動差圧はサブチャンネル流路1と2の圧力差で示す。サブチャンネル流路の圧力は, 時間平均圧力と変動圧力の総和で評価した。気液二相流のクロスフロー量については, 各サブチャンネルの連通区間前後の水と空気の流量差から評価した。試験は, BWR 実機質量流束相当(質量流束 $1500\text{kg}/\text{m}^2/\text{s}$)の水の見かけ速度 $1.5\text{m}/\text{s}$ で空気の見かけ速度をパラメータとして実施した。

3. 結果・考察 図2, 図3にサブチャンネル流路でのクオリティ比と変動差圧, 空気のカロスフロー量の関係を示す。図中のエラーバーは変動圧力計や空気流量計の計測精度を示す。図2より, クオリティ比の増加と共に変動差圧は増加すること, および同じクオリティ比(例えば, $X_{\text{Sc2}}/X_{\text{Sc1}}=2$)では空気の見かけ速度が大きいほど変動差圧が大きいことを確認した。また, 図3より, クオリティ比の増加と共にクロスフロー量は増加し, 同じクオリティ比では空気の見かけ速度が大きいほどクロスフロー量が大きいことを確認した。さらに, 本試験では差圧の時間平均値はほぼ零であるが, 変動差圧及びクロスフローが生じており, 変動差圧とクロスフロー量に相関関係があることを実験的に確認した。

謝辞 本研究は, 資源エネルギー庁委託事業「平成28年度発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業(燃料集合体内冷却水の気液二相流の挙動解明に向けた研究開発)」として実施した。

*Kiyoshi Fujimoto¹, Kenichi Katono¹, Hajime Furuichi¹, Hideaki Hosoi¹, Kenichi Yasuda¹ and Kazuaki Kito¹

¹Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.

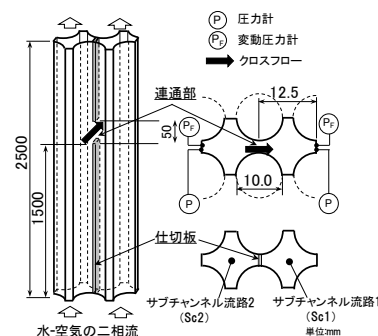


図1 試験体の概要

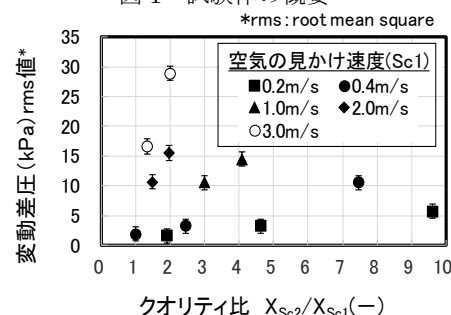


図2 クオリティ比と変動差圧

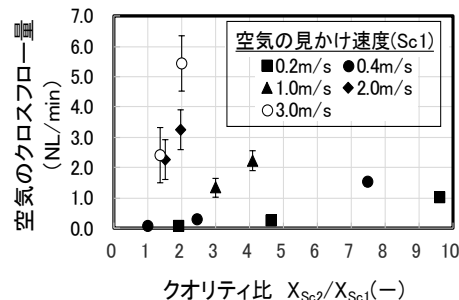


図3 クオリティ比とクロスフロー量