

低流量低圧条件下におけるロッドバンドルドリフトフラックス相関式の開発

(1) 相関式の開発と検証解析

Development of a Drift Flux Model for Rod Bundle Geometries at Low Flow and Pressure Conditions

(1) Drift flux Model Development and Validation

*木下 郁男¹, 鳥毛 俊秀¹, Joshua P. Schlegel², Takashi Hibiki³

¹原子力安全システム研究所, ²Missouri Univ. Sci. Technol., ³Purdue Univ.

低流量低圧条件下におけるロッドバンドルの分布パラメータの増加をモデル化したドリフトフラックス相関式を開発した。本相関式を組み込んだ RELAP5 コードと EPRI の式が組み込まれたオリジナルの RELAP5 コードのロッドバンドル内ボイド率の予測精度を比較した。

キーワード: ドリフトフラックスモデル, ロッドバンドル, ボイド率, RELAP5

1. 緒言 ロッドバンドルにおける従来のボイド率相関式は、ミッドループ運転中の事故や LOCA 時の解析で重要となる低流量低圧条件下での二相流挙動を適切に予測できない。本研究では、低流量低圧条件下での分布パラメータの増加をモデル化したドリフトフラックス相関式を開発した。さらに、本相関式を RELAP5 コードに組み込み、実験解析によりボイド率の予測精度を検証した。

2. 相関式の開発 相関式の開発には低流量低圧条件下における 8×8 ロッドバンドルデータを用いた[1]。図 1 に、実験から得られた分布パラメータの評価結果を示す[2]。低流量条件で分布パラメータは増加し、極大値に達した後は流量の増加に伴い減少し、実機運転条件での分布パラメータの値に漸近した。このデータから、分布パラメータの相関式を気液流束の関数として与えた[2]。また、圧力影響は気液密度比により考慮した[3]。

3. 検証解析 本相関式を RELAP5 コードに組み込み、ロッドバンドル内ボイド率の予測精度を RELAP5 コードにオリジナルの EPRI 相関式と比較した。図 2 に、大気圧条件下 8×8 ロッドバンドルデータに対する解析結果を示す。EPRI 相関式は低ボイド率領域(約 0.2 以下)においてボイド率を過小評価した。一方、新しく開発した本相関式は±15%の範囲で実験データを再現し、EPRI 相関式よりも精度が向上することを確認した。これは、低流量低圧条件下において生ずる再循環流による流路中央へのボイドの集積を、本相関式が適切に考慮しているためと考えられる。図 3 に、小 LOCA 時圧力条件下の THTF 64 本バンドル実験[4]に対する解析結果を示す。本相関式と EPRI 相関式とでボイド率予測精度に大きな差はない。高圧条件では、浮力効果が減少することから再循環流の発達が妨げられるため、本相関式の予測精度が EPRI 相関式と大差ないことは妥当な結果であると考えられる。

参考文献 [1] C. Clark, et al., Int. J. Multiphase Flow, 64, 87-100 (2014). [2] C. Clark, et al., Int. J. Heat and Fluid Flow, 48, 1-14 (2014). [3] J.P. Schlegel and T. Hibiki, “Development of Improved Drift-Flux Model for Rod Bundles at Moderate Pressures” (2015). [4] T.M. Anklam et al., NED, 75, 99-108 (1982).

*Ikuro Kinoshita¹, Toshihide Torige¹, Joshua Schlegel² and Takashi Hibiki³

¹INSS, ²Missouri Univ. Sci. Technol., ³Purdue Univ.

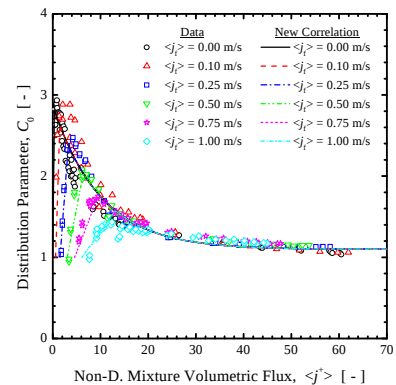


図 1 分布パラメータ[2]

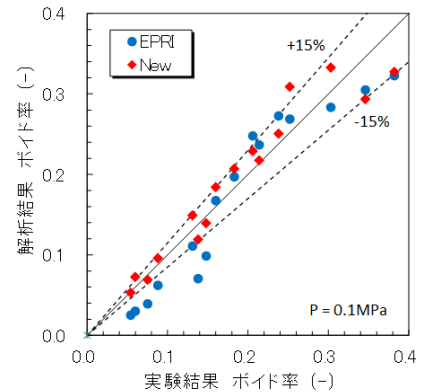


図 2 8×8 バンドル実験解析

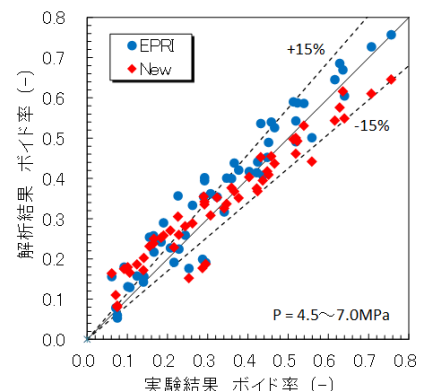


図 3 THTF 64 本バンドル実験解析