鉛直管内での対向流に対する界面摩擦相関式

Correlation of Interfacial Friction for Countercurrent Flow in a Vertical Pipe

*楠木 貴世志[1]，山本 泰功[1]，村瀬 道雄[1]，冨山 明男[2]

[1]原子力安全システム研究所，[2]神戸大学

鉛直管内での気液対向流制限(CCFL) の 1 領域計算に用いる界面摩擦係数の相関式について検討し、直径 D = 18～50.8 mm での CCFL データと計算値との比較により無次元直径 D^*を用いた補正項を導出した。

キーワード：対向流制限、鉛直管、1 領域計算、界面摩擦係数

1. 緒言　これまでに鉛直管を用いた気液対向流実験が数多く実施されているが、ほとんどがフラッディング開始点に関する研究であり、CCFL については限られている。本研究では、CCFL 実験を行ない、蒸気発生器の伝熱管下部を対象にしたシャープエッジ下端での CCFL-L 相関式 [1]と加圧器サージ管の上部を対象にしたシャープエッジ上端での CCFL-U 相関式[2]を導出した。また、従来データを用いて鉛直管内に対する CCFL-P 相関式[3]を導出した。しかし、大口径配管や高圧の水蒸気条件に対する CCFL データは限られている。そこで、CCFL 相関式の適用範囲の拡大を目的として、環状流モデルに基づく 1 領域計算を行っているが適切な界面摩擦相関式が必要である。Sudo [4]は、CCFL-U の界面摩擦係数の良好な相関式を提案したが、CCFL-P の界面摩擦係数には適切な相関式が見当たらない。

2. 評価方法　本報では、様々な界面摩擦係数の相関式を用いて CCFL-P に対する 1 領域計算を行い、CCFL データに最も近い計算結果を与える相関式として Bharathan ら[5]による相関式を選定した。さらに、Bharathan ら[5]の相関式による計算値と測定値とがよく一致する補正値（倍率）を求め、補正値を無次元直径 D^*の関数で表わした補正項を導出した。

3. 結果と考察　図 1 に D^*の補正項を含む界面摩擦係数の相関式を用いた計算と実験による鉛直管内での CCFL 特性の比較を示す。CCFL-P では Wallis 相関式の代表長さが $D^{0.5}L^{0.5}$（L: ラプラス長）であり[3]、対応する $D^{*1/8}J_k^{*1/2}$ で表示している。計算値は直径 D = 18～50.8 mm での CCFL データと良く一致している。高圧の蒸気・水条系に対する計算結果は CCFL-L の従来データと傾向が異なる。高圧の水蒸気にも適用できる界面摩擦係数の相関式の導出は、今後の課題である。

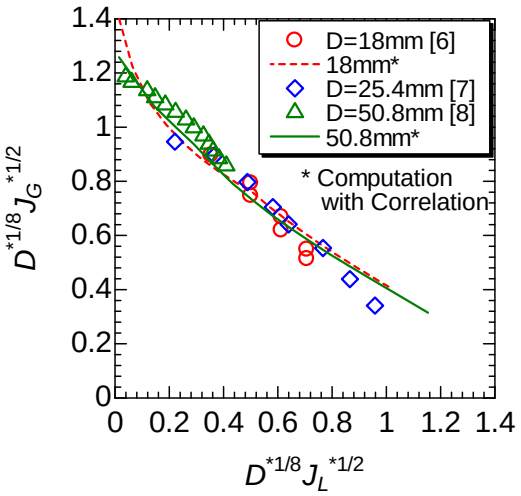

図 1　計算と実験による CCFL 特性の比較

参考文献

[1] T. Kusunoki et al., JNST, **53**(4), 486-495 (2016). [2] M. Murase, et al., Proc. NUTHOS-11, N11P0014, Oct. 9-13 (2016). [3] 山本泰功ほか, 混相流, 30(4), 392-400 (2016). [4]. Y. Sudo, Trans. of the JSME (in Japanese), B, 60(575), 330-336 (1994). [5] D. Bharathan et al., NRC-0293-6, (1978). [6] 鈴木, 植田, 機論(第 2 部), 44(377), 164-173 (1978). [7] D. J. Nichlin et al., Proc. Symp. Two-Phase Fluid, **4** (1962). [8] A. E. Dukler and L. Smith, NUREG/CR-0619 (1979).

*Takayoshi Kusunoki[1], Yasunori Yamamoto[1], Michio Murase[1] and Akio Tomiyama[2]

[1]Institute of Nuclear Safety System, Inc., [2]Kobe Univ.