

鉛直管上端フラッシングでの流動特性に対する上部タンク水位の影響

Effects of Water Level in the Upper Tank on Flow Characteristics

in a Vertical Pipe under Flooding at Its Top End

*高木 俊弥¹, 栗本 遼², 林 公祐², 村瀬 道雄¹, 富山 明男²¹原子力安全システム研究所, ²神戸大学

上部タンク水位が鉛直管の上端でのフラッシング状態における管内の流動特性に及ぼす影響を測定し、環状流モデルを用いて気相体積流束 J_G の増加に対する液相体積率 α_L の変化を計算できることを示した。

キーワード：鉛直管，気液対向流，上端フラッシング，流動特性，液相体積率

1. 緒言 鉛直管の上端フラッシングでは上部タンク水位 h_{ut} が気液対向流制限（CCFL）に影響するため[1]、直径 $D = 40$ mm、 $h_{ut} = 0.1$ m での空気・水実験[2]と同じ装置を用いて、 $h_{ut} = 0.2$ m と 0.3 m で流動特性（CCFL 特性、圧力勾配 dP/dz 、液相体積率 α_L ）を測定した。また、環状流モデルを用いて気相体積流束 J_G の増加に対する液相体積率 α_L の変化を計算し、 h_{ut} が α_L に及ぼす影響の再現性について検討した。

2. 評価の方法と結果 鉛直管でフラッシングが生じると環状流になるため、環状流モデルに基づき実験データを評価した。気相と液相に作用する力の釣り合い式から dP/dz を消去して無次元化し、 α_L に関する式を得た。式に含まれる液相フルード数には実験データから導出した CCFL 相関式（気相および液相における Kutateladze 数の関係式）、壁面摩擦係数 f_w には Goda ら[3]による f_w 相関式、界面摩擦係数 f_i には Takaki ら[4]による f_i 相関式を使用した。さらに、液膜厚さと気相体積率の関係を用いることで、 J_G に対する α_L を計算した。

J_G に対する α_L の変化について、測定値と計算値を比較して図1に示す。計算結果は、低 J_G の範囲では h_{ut} の増加に伴い α_L が低下する傾向をよく再現した。これは、CCFL 相関式の勾配に h_{ut} の影響を反映したことによる。上端フラッシングによる smooth film (SF) から下端フラッシングによる rough film (RF) への遷移 (TR: transition) 域では、 J_G の増加に伴い α_L が増加するが、この傾向を計算で再現した。しかし、 h_{ut} の増加に伴い SF から TR に変化する J_G が大きくなる傾向については計算で再現できていない。

3. 結論 環状流モデルを用いて、上部タンク水位 h_{ut} が液相体積率 α_L に及ぼす影響、および気相体積流束 J_G の増加に対する α_L の変化を再現した。

謝辞 神戸大学の大学院生であった合田頼人氏に実験していただいた。

参考文献 [1] T. Doi, et al., Sci. Technol. Nucl. Installations, **2012**, 754724 (2012). [2] T. Takaki, et al., NED, **371**, 110951, (2021). [3] R. Goda, et al., NED, 353, 110223 (2019). [4] T. Takaki, et al., Nucl. Technol., UNCT 1927616 (in press).

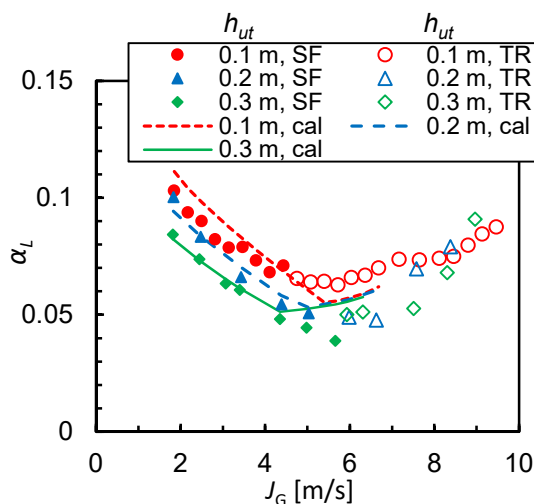


図1 液相体積率 α_L (SF: smooth film, TR: transition, cal: 計算値)

* Toshiya Takaki¹, Ryo Kurimoto², Kosuke Hayashi², Michio Murase¹, Akio Tomiyama²

¹Institute of Nuclear Safety System, Inc., ²Kobe University