

傾斜平板上を流れ落ちる液膜先端形状の濡れ性への依存性

Effect of the Wettability on the Front Edge Geometry of Liquid Film Flowing Down on an Incline

*伊藤 高啓¹, 恒吉 達矢¹, 辻 義之¹

¹名古屋大学

傾斜平板上を流れ落ちる液膜先端形状をさまざまな濡れ性条件下で実験的に測定するとともに、リブレット状流れへの遷移条件のモデル化を行った。

キーワード：液膜，指状不安定，接触角，色勾配情報変換法，リブレット流れ

1. 緒言

近年，受動安全性を高めた冷却システムとして格納容器上部から冷水を落下させることによる液膜冷却の検討が進められている．このような体積力によって駆動される液膜の先端（接触線）はしばしば不安定化し指状となるため，流れがリブレット状となって液膜が濡れ拡がらない恐れがある．本研究は，固体表面の濡れ性（接触角）がこの液膜先端の指状形状に与える影響を明確にすることを目的として行った．

2. 実験手法

実験は水平から角度 α だけ傾斜した幅 60cm，長さ 100cm の透明アクリル製流路を用いて行った．本装置ではリザーバに溜められた供試流体がゲートを開けると同時に流路に沿って流れ落ちる構造となっている．流路は表面がアクリル(PMMA)のままのものに加え，親水(HPC)ないし撥油(FCC)コートをしたものも用いた．供試流体はエチレングリコール(EG)，グリセリン(GL)およびそれらの水溶液，シリコンオイル(SO)を用いた．これらの組み合わせから得られる静止接触角 θ_0 の範囲は約 $3^\circ \sim 70^\circ$ であった．傾斜角 α は $7^\circ \sim 20^\circ$ の範囲で行った．測定は指状形状の時間的な発達を測定するための流路上方からの撮影および，界面形状の詳細把握のための勾配色情報変換法[1]を用いた測定の種類を行った．

3. 結果

図 1 に親水コート表面におけるエチレングリコールの指の先端近傍の接触角 θ の分布を示す．図中 y 軸は指が進行する方向に直交する方向であり，原点は指の中央である．これを見ると接触線速度の小さい指の側面では接触角は静止接触角に近づくのわかる．これを用いて，濡れ性が形状に及ぼす影響を定量的に表すモデルを検討した．リブレット状の流れではリブレットにおける流量の総計が液膜流量に等しくなる必要がある．一方，リブレットの幅は流量に応じて決まり，これが指状形状の間隔よりも長い場合には液膜が濡れ拡がる．図 2 にはこれらを定式化したモデルに接触角を考慮したリブレット幅記述モデル[2]を組み合わせることにより得られた予測結果（実線）と実験結果（プロット）を併せて示す．図中横軸 l^* は液膜全流量を運ぶことができるリブレット幅と指間隔の比，縦軸 v^* は指状の先端と付け根部の前進速度を無次元化した量であり， $v^*=1$ は完全なリブレット形状を， $v^*=0$ は液膜の濡れ拡がりを表す．この図からリブレットへの遷移は上記の液膜流量と接触角を考慮したモデルで概ね予測可能であることがわかる．

参考文献

[1] Ushimaru, H. et al., NURETH-13, N13P1346 (2009) [2] Towell, G.D. et al., AIChE J. 12, 972 (1966).

*Takahiro Ito¹, Tatsuya Tsuneyoshi¹ and Yoshiyuki Tsuji¹

¹Nagoya Univ.

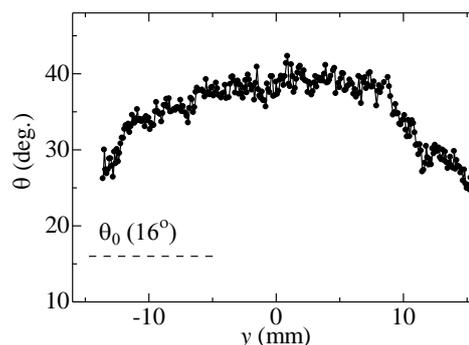


Fig. 1 Dynamic contact angle around the tip of fingering contact line (EG on HPC surface).

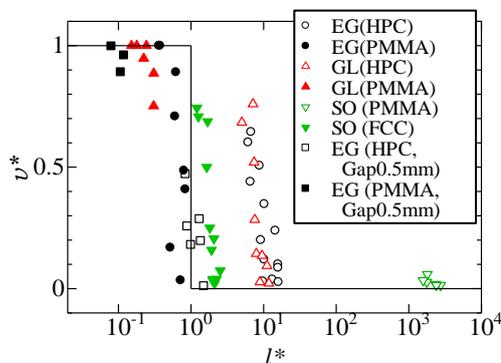


Fig. 2 Relation between v^* and l^* .