P12

Poiseuille 流下における相分離するドメインの安定性

（大阪教育大学・教養学科）　喜綿洋人

1　概要

乱流の制御は技術的に重要な課題である。液体に高分子を微量添加することによって摩擦抵抗を減らすことができ、乱流の発生を抑制できることは良く知られている。最近、Govindarajan[1] らによって２成分流体で粘性率が異なる薄膜状のドメインが流れにそってある場合、乱流の発生が控えられる場合があることが示された。彼らは Navier-Stokes 方程式を平面 Poiseuille 流のまわりで摂動展開してその定常流の安定性を調べた。薄膜状のドメインは流れの中心にあり、粘性率が成分ごとに異なっているとしており２相が混合してる有限の幅の界面も考慮した。本研究では Govindarajan らのモデルに２相の拡散と界面の表面張力の効果を付加したモデルを用いて流れと薄膜状ドメインの安定性について調べた。

2　モデルと計算方法

相分離する２成分流体を表す方程式として Navier-Stokes 方程式と Cahn-Hilliard 方程式を連立させたものをもちいた。定常状態の速度及びオーダーパラメータとしてそれぞれ

$$\mathbf{v}^{(0)} = (1 - y^2, 0, 0) \qquad \psi^{(0)} = \tanh(\frac{y+l}{\lambda}) - \tanh(\frac{y-l}{\lambda}) - 1$$

と取った。ここで $2l$ はドメインの幅で λ は界面の幅を特徴付ける量を表す。この定常状態のまわりの摂動状態について Navier-Stokes 方程式と Cahn-Hilliard 方程式を線形化した。Navier-Stokes 方程式に関しては慣性項は残しておき慣性項と粘性項の大きさの比を Reynolds 数として定義する。摂動状態に関して $e^{-\omega t+ikx}$ とモード分解を行って固有値 ω を決める固有値方程式が求められる。さまざまな Reynolds 数について固有値方程式を差分化して数値的に解いた。少なくとも１つの固有値 ω の実部が負であれば定常状態は不安定となる。

3　結果

実部の小さい３個の固有値 ω の k 依存性をしらべた。そのうちの１つは１成分の液体からなる単純流体の Poiseuille 流の場合の ω の分散関係に定性的に似たものが得られた。他２つの固有値に関しては長波長の領域においては弱い不安定性を示すものがあったが、Reynolds 数を大きくしていくと有限の波長でこのモードが不安定化する場合があることが解った。

参考文献

[1] R. Govindarajan, V. S. L'vov, and I. Procaccia, Phys. Rev. Lett. **87**, 174501 (2001).