

二層流の安定性に及ぼすモデル化の影響について

西 田 修 三*

Influence of Analytical Modeling of a Two-Layer Shear Flow on its Stability Characteristics

Shuzo NISHIDA

Abstract

The stability of an inviscid two-layer flow with a hyperbolic-tangent velocity profile is investigated on the basis of the linear stability theory. The stability is expressed in terms of Richardson number R_i , the wavenumber α and the complex phase velocity C . The numerical results show that in the (α, R_i) plane there exist a region where the phase velocity is about zero at the side of low R_i , and only one neutral curve at the side of low α ; so that the flow is always unstable for α larger than about $R_i/2$. From these results it can be shown that the appearances of neutral curves at the side of high α obtained by Holmboe and Hazel are due to discontinuity of vorticity distribution and continuity of density distribution, respectively.

1. 結 言

密度成層流場の波動現象や乱流現象は、エネルギーや運動量、さらには物質の輸送・拡散と関係し、従来より数多くの研究がなされてきた。とりわけ、乱れと混合・拡散現象については、流れの安定性解析の手法を用い種々の流れ場に関して安定特性が計算され、乱れの発生条件等が明らかにされてきた。その結果、不連続密度成層流場（多層流場）においては、あるリチャードソン数 R_i に対して帯状の狭い波数領域で流れ場は常に不安定となるのに対し、連続密度成層流場（漸変密度成層流場）においては、 R_i の低い限られた領域においてのみ不安定となることが明らかになった¹⁾。

不連続密度成層流場と連続密度成層流場の、このような安定特性の著しい相違については、古くから関心がもたれ、多くの議論がなされてきた。Hazel²⁾ は密度及び流速の遷移層厚が異なった流れ場の安定性解析を行い、連続密度分

布から不連続密度分布に至る安定特性の変遷を数値解析によって示し、両者の著しい相違を局所リチャードソン数の分布を基に説明した。この Hazel の計算結果と不連続密度二成層流を扱った Holmboe¹⁾ の解析結果との間には、Hazel が述べているように、中立曲線の形状等、類似点が多く、Hazel のモデルによって Holmboe の結果をも説明し得るかに思える。しかし、詳細に調べてみると、いくつかの本質的な相違点が存在することがわかった。

そこで、本研究では、この両計算モデルを結びつける中間的な流れ場のモデルとして、 \tanh 型流速分布を有する不連続密度二成層流場を採り上げ、その安定性解析を行うことにより、密度成層流の安定性に関する認識を深めるとともに、Hazel と Holmboe の計算結果との比較を行うことにより、安定性に及ぼすモデル化の影響についても議論する。

2. 支配方程式及び境界条件

流れ場を図 1 のように、上・下層無限厚で密

昭和 60 年 10 月 31 日受理

* 土木工学科講師