

不安定波の局所成長を追跡する手法による遷移点の予測

Prediction of Transition Point by Pursuing Local Growth of Instability Waves

○ゴイト ジェイ プラカス, 東北大・院, 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-01, E-mail:goitjay@fluid.mech.tohoku.ac.jp

茂田 正哉, 東北大・工, 同上, E-mail:shigeta@fluid.mech.tohoku.ac.jp

伊澤 精一郎, 東北大・工, 同上, E-mail:izawa@fluid.mech.tohoku.ac.jp

福西 祐, 東北大・工, 同上, E-mail:fushi@fluid.mech.tohoku.ac.jp

Jay Prakash GOIT, Tohoku University, Aramaki-Aoba 6-6-01, Aoba-ku, Sendai, Japan

Masaya SHIGETA, Tohoku University, Aramaki-Aoba 6-6-01, Aoba-ku, Sendai, Japan

Seiichiro IZAWA, Tohoku University, Aramaki-Aoba 6-6-01, Aoba-ku, Sendai, Japan

Yu FUKUNISHI, Tohoku University, Aramaki-Aoba 6-6-01, Aoba-ku, Sendai, Japan

Stability of a flat-plate boundary layer and flow transition on a wing is investigated using spectral and finite difference methods. For the flat-plate boundary layer the results agree well with the linear stability theory; however the non parallel effect cannot be observed. Predicted values of the transition point on NACA0015 aerofoil are close to the experimental results.

1. 緒言

本研究の狙いは、局所的な不安定波の非線形成長を許容しつつ境界層の乱流遷移点を精度よく予測することにある。本稿では、これまでの解析手法⁽¹⁾に改良を加え、平板境界層の安定性を対象に取り上げて計算を行った。また、2次元翼まわりの流れの遷移点の予測も試みた。

2. 解析方法

基本的な解析方法は、堀川ら⁽¹⁾と基本的に同様である。本手法の計算点は1点だけであり、計算領域は実空間で壁面垂直方向に伸びた1次元領域である。しかし、実際の計算においては評価点において局所平行流を仮定し、流れ方向とスパン方向に対象とする不安定波の一波長分だけ計算領域を確保して行った。なお、流れ方向とスパン方向の微分量の計算にはスペクトル法を、壁面垂直方向には4次精度中心差分を用いた。初期攪乱はT-S波型とし、速度変動の最大振幅が主流の0.001%となるように与えた。また、基本流の速度分布に関しては、平板境界層ではBlasius分布を、2次元翼では別途予備計算を行って求めたものを与えた。

3. 結果と考察

はじめに、平板境界層を対象とした結果をFig.1に示す。いずれの計算結果も、線形安定性理論による理論値とよく一致しており、非平行性を考慮した違いは見られない。また、本計算から得られた臨界レイノルズ数はおよそ519であり、実験値の400よりも大きい。このように非平行性の効果が見られなかった理由としては、上述したように、計算領域を1次元に限定したため、基本流の流れ方向とスパン方向の空間勾配が計算されてないためであると考えられる。

次に、2次元翼まわりの流れの安定性について調べ、その結果をもとに遷移点の予測を試みた。計算対象としたのはNACA0015の翼型である。Fig.2に不安定波の振幅の変化を示す。本研究では不安定波の振幅が飽和し、ほぼ成長しない位置を遷移点と定義した。これより遷移域は $0.59 \leq x_w/C \leq 0.62$ と求められ、この値は実験値⁽¹⁾の $x_w/C = 0.60$ と近いことがわかった。

4. 結言

非平行性をも考慮した遷移点の予測方法を提案した。その結果、平板境界層では理論値と一致した結果が得られたが非平行性の影響は見られなかった。またこの方法を用いて翼面上の遷

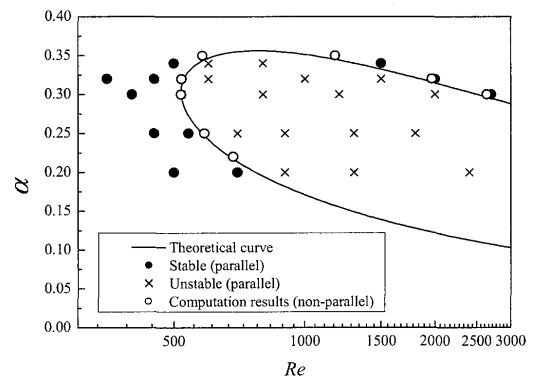


Fig. 1 Comparison between numerical results and the curve of the linear stability theory.

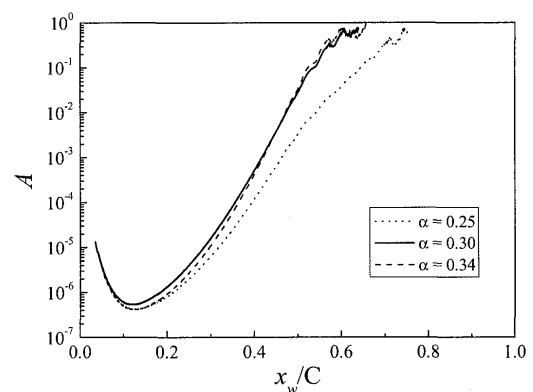


Fig. 2 The amplitude of the fluctuation for different wave number α .

移点予測を試みたところ、徳川らの実験データと矛盾しない結果が得られた。

参考文献

- (1) S. Horikawa, *et al.*, Proc. 2008 JSME Annual Meeting, Vol. 2 (2008), pp. 85-86.
- (2) N. Tokugawa, *et al.*, Journal of Japan Society of Fluid Mechanics, Vol. 22 (2003), pp. 485-497.