

II-PS 7 剝離渦の影響を受けた乱流の位相平均による研究

神戸大学工学部 学生員 中田 慎一

神戸大学工学部 正 員 中山 昭彦

神戸大学工学部 正 員 川谷 健

1. はじめに

非流線型の建て物等は剝離渦による非定常な力を受ける。角柱などの対称形物体の剝離渦に関する詳しい実験データは例えば Cantwell and Coles¹⁾、Kiya and Sasaki²⁾、Perry and Steiner³⁾ 等による研究がある。これらの研究は主に対称形物体の渦の交互的放出と乱流構造の関係に関するものである。これに関連してはいるが、少し違った構造をもつものとして、平均流が非対称の場合である。非対称物体の剝離渦の構造は Perry and Steiner³⁾ が指摘しているように平均流からは予期できない様な現象も起こる。長時間平均は対称に近いが、渦の非定常構造は偏った方的特性をもつということは剝離渦の計算例にもみられる。混合層における大規模乱流構造に見られる周期的渦構造に類似しているがその強度は比較にならない程強い。一般に渦列が放出される流れは、既存の乱流モデルで計算することは非常に難しい。周期的変動を真の乱れと分離することは不可避で、周期的変動による成分を除くには位相平均法が必要になる。位相自体の変動の問題もあるが⁴⁾ 乱流構造の抽出法としては有効なものである。本研究では非対称物体の剝離による非対称な渦列の理解を深めるため、また渦列発生防止の為のスプリッター板の影響を調べるため、スプリッター板のとりつけられた角柱モデルの近辺の流れの場で、位相平均法を用いて詳しい実験を試みたのでその結果を報告する。

2. 実験の概要

実験は図-1に示すような角柱モデルについて風洞実験をおこなった。使用された実験装置はこの図の示すように割れ熱膜流速計とLDVが主体となっている。渦放出のサイクルの探知のためさらに一本熱線プローブも用いられている。使用された割れ熱膜流速計は4要素からなる特殊仕様のプローブ⁵⁾を組み込んだもので方向が反転する場合でも瞬間速度の二成分の同時測定ができる。本研究のスプリッター板付きの角柱モデルの渦列発生状態は Bearman⁶⁾ により詳しく調べられたものに類似しており、渦列発生限界の L/h の値、ストローハル数などは Bearman の結果とよく一致している事はすでに報告済みである⁷⁾。本報告ではスプリッター板のよく効かない状態、すなわち板の長さが短すぎるときの流れの構造を調べるものである。図-1の最下部に渦放出のサイクルの探知のために用いられた熱線プローブをモデル後縁から約 $1h$ 離れたところに置いた時の出力信号をしめし

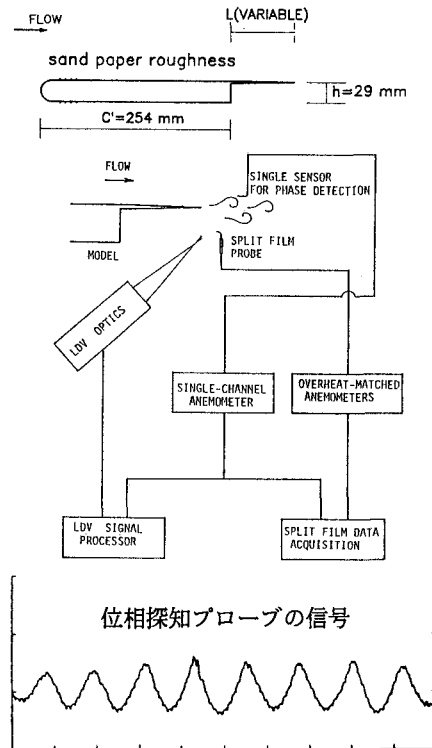


図-1 実験装置

である。剝離渦が放出される場合はこのように周期的な波形をもち位相を容易に探知することができる。流速の位相平均はこの信号のピークがおきる瞬間の位相を、例えば $\phi = 0$ として同一位相の時のみ平均することにより求められる。また乱流応力の位相平均は瞬時の速度と位相平均の差を基にして計算される。

3. 結果

図-2は長時間平均で求められた平均流速とレイノルズ応力を表す。平均流速場、特に境界流線の形状は非常に対称にちかい事がわかる。図-3に位相平均により求められた流速場と乱流応力を示す。周期的な渦放出と共に流れの場は上下運動するのがみられ、乱流エネルギーも周期的に放出されている事がわかる。この周期運動による乱流応力は位相平均と同じほど大きい事がわかる。

4. おわりに

位相平均法を用いることにより、非対称物体の剝離による渦列と乱流特性を調べることができた。長時間平均流速場は非常に対称にちかいが、位相平均は強い非対称性をしめしている。渦放出による周期的変動のレイノルズ応力の貢献度は純乱流によるものと同程度あり重要である。

参考文献：1)Cantwell, B. and Coles, D. : J. Fluid Mech., 136, 321, 1983. 2)Kiya, M. and Sasaki, K. : J. Fluid Mech. 154, 463, 1985. 3)Perry, A.E. and Steiner, T.R. : J. Fluid Mech., 174, 233, 1987. 4)Perry, A.E. and Watmuff, J.H., J. Fluid Mech., 103, 33, 1981.

5)Nakayama, A. : AIAA Paper 91-16

4, 1991. 6)Bearman, P.W. : J. Fluid Mech. 21, 241, 1965. 7)Nakayama, A. : 7th Symposium on Turbulent Shear Flows, Stanford, 1989.

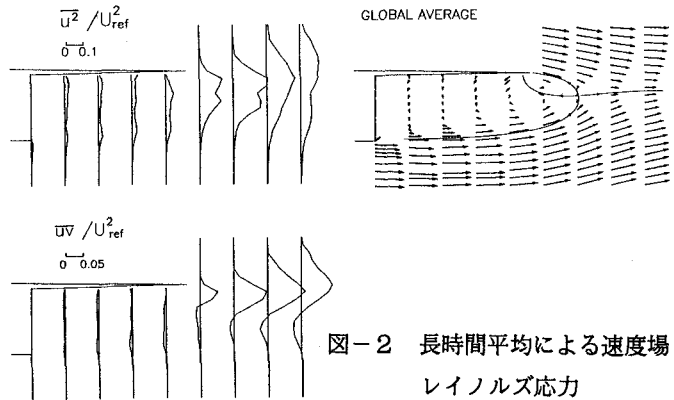


図-2 長時間平均による速度場とレイノルズ応力

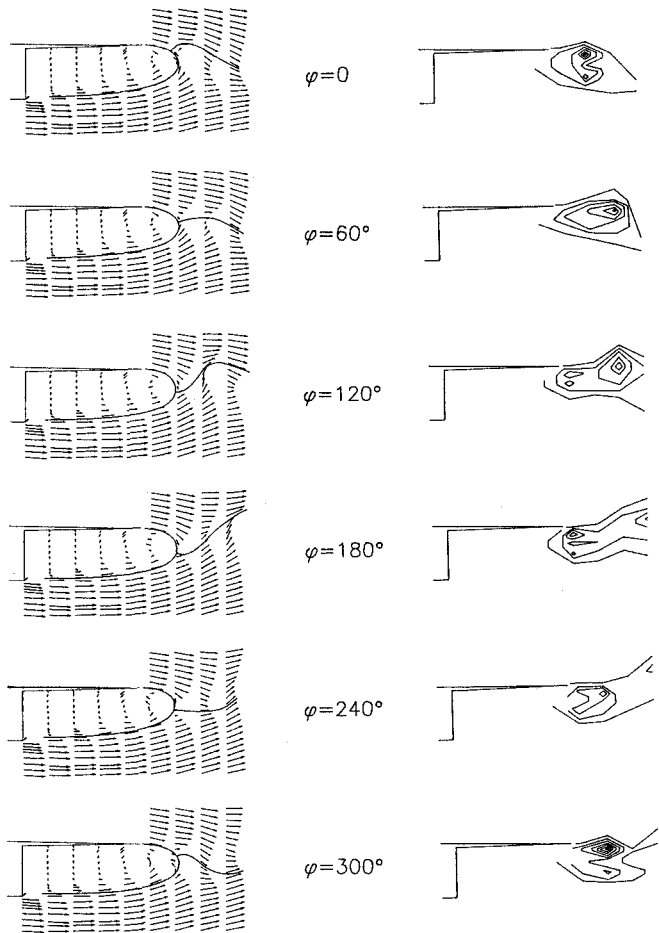


図-3 位相平均による速度場とレイノルズ応力