

Influence of Surfactant on the Elementary Motions in Turbulent Flow

○原田 圭輝 (阪大工)
正 太田 貴士 (阪大工)

正 梶島 岳夫 (阪大工)
正 齋藤 隆之 (静岡大工)

Yoshiteru HARATA, Department of Mechanical Engineering, Osaka University, Yamadaoka, Suita, Osaka

Takeo KAJISHIMA, Takashi OHTA, Department of Mechanical Engineering, Osaka University

Takayuki SAITO, Department of Mechanical Engineering, Shizuoka University

1 緒 言

水に微量の長鎖状高分子や界面活性剤を添加すると、摩擦抵抗が著しく減少する場合があることが知られており⁽¹⁾、速度場や乱流構造が詳細に測定されている⁽²⁾。また、流体力学的に基礎的な流れの現象、例えば渦伸張流れ⁽³⁾や円柱周りの流れ⁽⁴⁾に対して、界面活性剤の効果が調べられている。しかし、壁近傍の剪断流れにおいて、乱流の素過程に対する添加物の効果については解明されていない。現状では、添加剤が壁近傍の乱流現象のどの部分に作用しているのか、抵抗削減メカニズムの解明は不十分である。

本研究では、低速ストリークと縦渦を壁乱流における2つの重要な素過程と見なし、それぞれに対する添加剤の効果を個別に観察することを目的としている。水路内の層流中に渦発生装置または透過性のあるフェンスを置き、縦渦対もしくは低速ストリークを単独で発生させ、界面活性剤を添加してその効果を観察することを試みた。まず、本稿では、一对の縦渦を発生させるのに適した翼要素を考案し、その後流の可視化を行った結果を示す。

2 実験装置及び方法

幅0.1mの正方形断面を有する長さ1mの亚克力製縦型水槽を作成し、流入部には内径4mm、長さ40mmのストローを束ねた簡易的な整流装置を装着した。これにより、テスト区間ではおおむね発達した層流状態が実現されている。

翼要素は、厚さ0.2mmのステンレス板で試作して流路内に装着し、インクで可視しながら良好な渦対ができる形状を求めた。本実験の装置においては、図1の形状の翼(曲線部分は全て半径7mm)を、下辺が壁から40mmの位置、角度が壁と30度をなすように取り付けると、良好な渦対ができることを見出した。取り付け具も同じステンレス版で作成した。

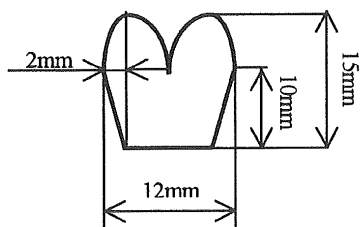


Fig.1. Twin-vortices generating wing

製作した水路内の速度分布をLDV計測し、整流部から0.7mの下流の位置で、おおむね発達した層流に達していることを確認し、渦発生装置の取り付け位置とした。

水路内を流れる界面活性剤水溶液には、溶媒として水道水を使用し、これに塩化オレイルビスヒドロキシエチルメチル

アンモニウムと対イオンとしてサリチル酸ナトリウムを等モル量溶解したものを使用した。

ここでは、濃度を0ppm、20ppm、30ppmと変化させて、それぞれ定常状態になったところでインクを注入し、その様子を観察した。

3 結果及び考察

翼から出る縦渦を可視化した結果の代表的なものを図2に示す。

図2(a)によると、翼の外縁から帯状に流れるインクがねじれており、時系列的に観察すると縦渦が発生していることが確認された。図2(b)においても同様の渦運動が観察されたが、染料のうねりが小さく、後流のゆらぎが少ない。さらに高濃度(図2(c))になると、インクがねじれずに帯状に流れている。これは、後流が旋回運動に移る前に主流方向に引きずられたためと考えられる。以上のように、界面活性剤の濃度を高くするにしたがって、旋回運動を伴わず、安定した流れに推移する。

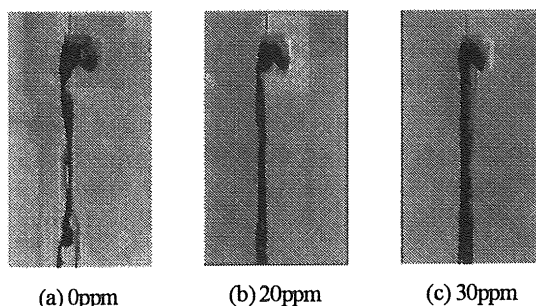


Fig.2. Visualized streamwise vortices

4 結 言

本実験では、界面活性剤の縦渦に対する効果を可視化した。すなわち、ダクト内に渦対発生装置を装着し、その周りの流れに対する界面活性剤濃度の影響を観察した。その結果、乱流素過程の重要な要素である縦渦に対する抑制効果が示唆された。

参 考 文 献

- (1) Gyr, A. and Bewersdorff, H.-W., *Drag Reduction of Turbulent Flows by Additives*, Kluwer Academic (1995).
- (2) 伊藤ほか3名, 機論B編 **70**-693 (2004) 1140.
- (3) 水沼ほか2名, 機論B編 **67**-662 (2001) 2412.
- (4) 小方・渡辺, 機論B編 **69**-687 (2003) 2424.