

低レイノルズ数における正方形角柱周りの流れ (風洞実験)

本橋龍郎 (日大理工)、菅祐二 (日大理工院)、高橋賢一 (日大理工)

Flows around a square cylinder at low Reynolds numbers (Wind tunnel experiments)

T.Motohashi*, Y.Suga**, and K.Takahashi*

* Dept. of Aerospace Eng., Nihon university

** Graduate student, Dept. of Aerospace Eng., Nihon university

ABSTRACT

The comparison between numerical calculation and wind tunnel experiment are indispensable for improvement of the numerical approach. Wind tunnel experiments were done for the flow around a square cylinder at $Re=100$. Low speed calibration of the hot-wire was carried out using the readout of a commercial low speed anemometer (Kanomax 1621). The magnitude of fluctuation at the immediate behind the square cylinder is much smaller than that obtained numerically. The level of turbulence in the uniform flow might be one of the key to understand the flow motion.

Key Words: Wind tunnel experiments, square cylinder, turbulence level

1. 序論

近年、計算機の発達に伴い、数値流体力学の発達は目覚ましいものがある。しかし、計算結果が、どこまで現実の流れ場を現しているのか、十分に吟味されていないようである。特に、計算を主にした研究では、スキームの開発に忙しく、得られた結果に対する吟味検討がなおざりにされているように思える。そこで、実験(風洞実験)と計算を同時に行い、その結果を比較し、相違について検討することは、意義がある事と思われる。特に、計算を主に研究が行われていくであろう将来のためには、是非必要な研究であると思う。

流れ場としては、二次元角柱周りを取り扱う。Re数が150程度までは、二次元性が保たれていると考えられるので、Re数100、二次元NS方程式をSOLA法を用いて数値実験(計算)を行った。前回の報告では、主に数値実験結果について報告した。

本報告では、Re数100での風洞実験結果と数値実験結果との比較について報告する。

2. 実験装置・方法

直径10cmの円形吹き出し口をもつ小型風洞を製作し、吹き出し口に、一辺2mmの角柱を、一辺を流れに垂直になるように取り付け、角柱後流を熱線流速計を用いて計測した。一様流速0.8m/sでおおよそRe数が100である。風速の測定には、定温度型熱線流速計を用いた。熱線には、長さ約1mm、直径 $2.5\mu\text{m}$ の白金線を使用した。低速の校正は、カノマックス社製の低速流速計の読みを用いて行われた。特に、0.4m/s以下の低速では、熱線の出力を指数関数を用いて線形化した。座標は、角柱の中心を原点に、流れ方向にx、流れに垂直方向にyを取る。

3. 実験結果

3.1 平均流速分布 (図 1)

流れ方向平均速度成分 U の y 方向分布を図 1 に示す。速度と座標は、それぞれ一様流速と角柱の一边 B を用いて無次元化されている。角柱直後の再循環領域 (約 $2.5B$) のデータは、十分な精度は得られていない。角柱側面の境界層は、壁噴流型をしているため、後流には一様流れを越える領域が観測される。計算値は、実験値に比べて最大で 8% 程大きな値を示す。これは、実験に使用した角柱の前面角が直角になっていない事や角柱側面の表面が充分滑らかでなかった事によるものと思われる。 $x/B=3\sim 4$ では、数値実験と風洞実験の結果は非常に良い一致を示す。しかし、 $x/B > 5$ では、風洞実験では、数値実験に比べて、速度欠損の少ない幅の広い後流が観測された。

3.2 速度変動分布 (図 2)

角柱直後の速度変動の代表値 (y 方向分布の最大値) は、風洞実験では一様流速の約 1% であるのに対して、数値実験では約 5% である。この大きさの相違は、角柱の後面より上流で変動の増幅が存在することを示している。図 3 には、角柱上流での速度変動の分布が、流れ方向に急激に増大する様子を現している。

4. 結び

レイノルズ数 100 の角柱周り流れに対する風洞実験と数値計算の比較より、速度変動の大きさの相違が、重要である事が分かった。この相違は、一様流れ中の残留乱れの大きさに依存すると思われる。特に、数値実験では、一様流れ中に適切な乱れ (?) を導入できるように工夫すべきである。

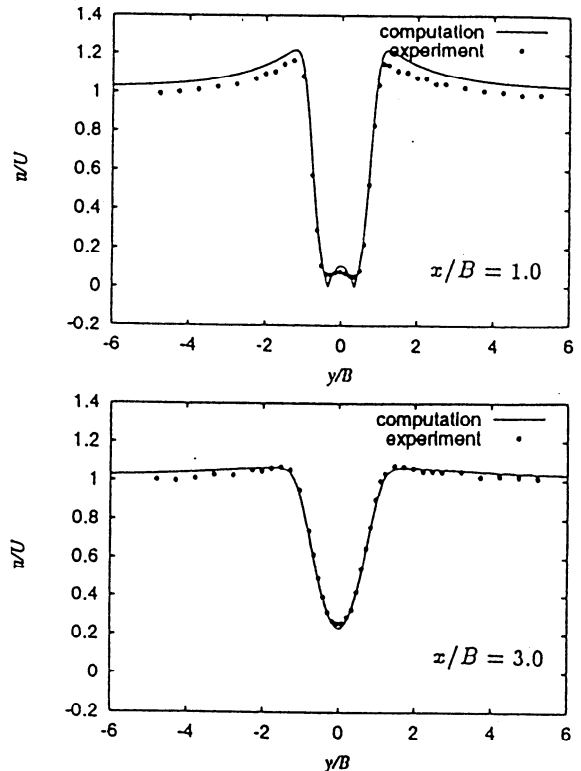


Fig. 1: Distribution of Mean velocity

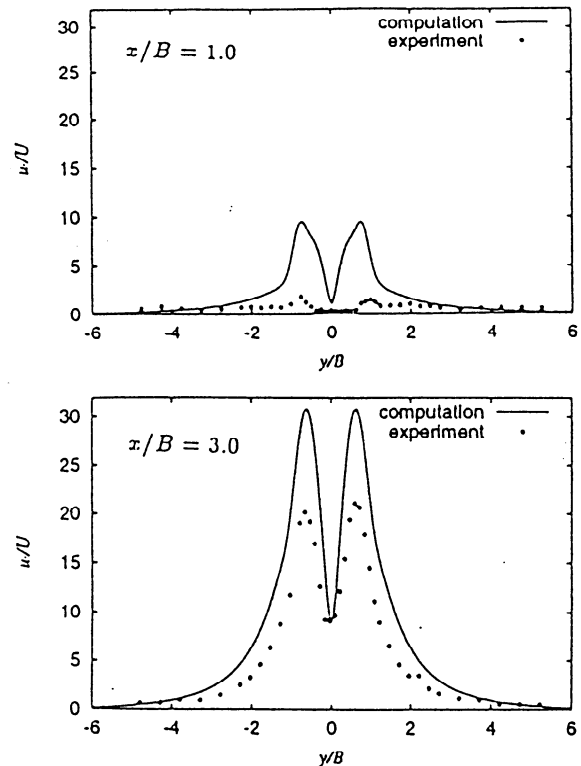


Fig. 2: Distribution of velocity fluctuation

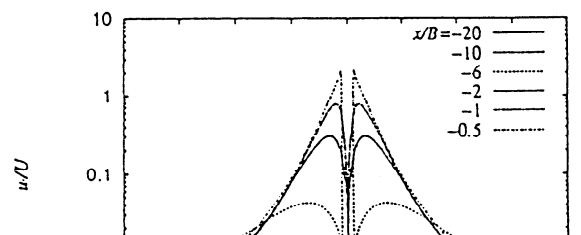


Fig. 3 Amplification of velocity fluctuation in the region upstream of cylinder