

半球状物体後流の複数断面可視化

広島大学工学部 正 ○川西 澄 K.Kawanisi

広島大学工学部 正 余越正一郎 S.Yokosi

1. はじめに 三次元物体後流の例として、半球状物体後流の構造は、低レイノルズ数の場合、かなり詳細に研究されているが¹⁾、強い非定常性と三次元性のために、高レイノルズ数においては、その乱流構造を明らかにするのは容易ではない。本研究は、開水路床上に置かれた半球後流において、瞬間的な複数の縦断面内瞬時速度場の連続測定を試みた結果について述べたものである。

2. 実験方法と画像処理

粒径約0.5mmのポリスチレン粒子をトレーサーとして開水路床上に置かれた半球(半径 $R=53\text{mm}$)の後流を可視化し、瞬間的に三つの縦断面内瞬時速度場を連続して測定した。使用した水路は長さ30m、幅800mmの可変勾配型水路で、測定部は側壁、水路床ともガラス製である。図-1に示すように、三つの縦断面をステッピング・モーターに取付けたミラーで切り

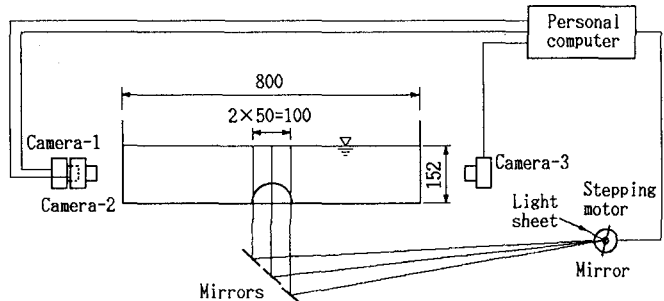


図-1

換えながら、三台のモータードライブ付きカメラで連続撮影した。ステッピング・モーターのステップ角度は 0.36° 、駆動パルス速度は1.2kppsであり、断面切り換えには5パルスを要した。撮影は、図-1の左から右にむかって(断面-1,2,3)おこない、断面-3の撮影が終わると再び断面-1から撮影を繰り返す。縦断面の横方向間隔は50mm、隣接した断面間の撮影時間間隔は約80msである。座標系は半球中心の水路床を原点とし、水路床に沿って流下方向(x)、水路床に垂直上向き(z)を正とした。各カメラの露光時間は29.0ms、撮影間隔は238msである。各断面とも37枚連続撮影し、ASA3200まで増感現像した後、四号印画紙に焼き付けた。水路条件は流量 27.0 l/s 、水路勾配 $1/1000$ 、水深は152mmで、等流状態である。

流跡画像はイメージスキャナーで読み取り、流跡線を構成する画素の位置座標の集合に最小二乗法を適用して速度ベクトルを求めた後²⁾、 1.06mm ($R/5$) 間隔の格子点における速度ベクトルを補間し、以下の数値処理を行った。

3. 結果 図-2と3に、断面-1と2における乱れ速度ベクトル分布の一部を示す。ただし、各格子点の平均流速は37枚の平均から求め、速度は摩擦速度 U_* (3.86 cm/s) で無次元化してある。図-2は一連の三つの時刻における乱れ速度ベクトル分布を示したものである。後流中心に位置する断面-2には水面に向かって上昇している渦巻き構造が認められる(渦巻き中心の位置は上側の図から順に、 $x/R=7.3, z/R=1.4$; $x/R=8.3, z/R=1.8$; $x/R=9.3, z/R=2.3$)。断面-1の乱れ速度ベクトル分布には、この渦巻き構造に対応して、その下方上流側に低速上昇流がみられる。一方、別な時刻の乱れ速度ベクトル分布である図-3をみると、断面-1の $x/R=8.7, z/R=2.2$ 付近に位置する渦巻きに対応して、断面-2では、その下方上流側に高速下降流が認められる。半球後流の渦構造が、従来から言われているように、馬蹄(ヘアピン)渦であるとすれば、このような図-2と図-3の違いは、馬蹄渦の位置が横方向に大きく揺らぐためと考えられる。すなわち、図-2の場合、断面-1,2とも馬蹄渦の脚に挟まれており、図-3では、断面-1が脚の内側に、断面-2が、脚の外側に位置しているためと考えられる。

4. おわりに 本報告では、測定断面の切り換えに80ms要したが、これは回転停止後のミラーの振動が減

表するのに40ms程度必要であったためで、ミラーの軽量化とダンパの工夫により、断面切り換えの速度はさらに向上できるものと考えられる。

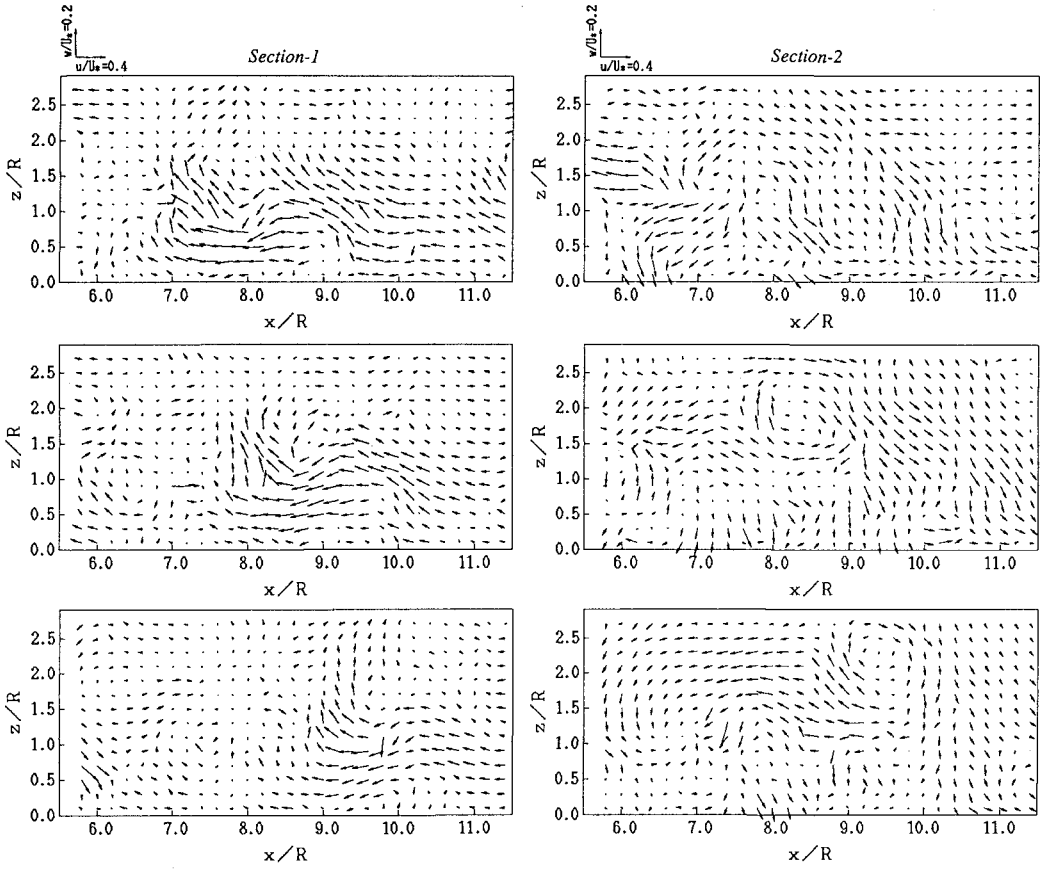


図-2

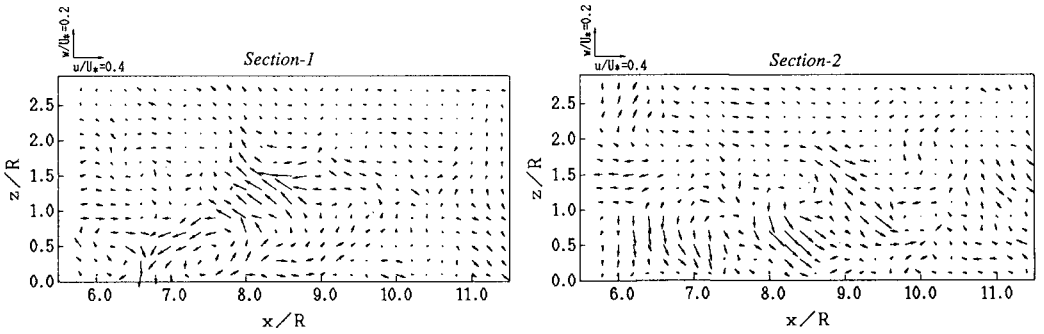


図-3

参考文献

- 1) Acarlar, M.S. and C.R. Smith : J. Fluid Mech., Vol.175, 1987.
- 2) 川西・余越：水工学論文集，34巻，1990.