

II-173 可視化手法による大規模流れ構造の検討

日本大学大学院 学生員 中塚 卓朗
 日本大学工学部 正 員 長林 久夫
 日本大学工学部 正 員 木村 喜代治

1: はじめに

可視化実験によって得られる写真により瞬間の乱流場を見ることが出来る。本報告では、アルミニウム粒子をトレーサーとした懸濁法により得られた流速分布の瞬間的な構造と染料注入法と水素気泡法の併用により得られた長時間連続撮影した写真の解析から、乱流構造の検討を行う。

2: 実験方法

一様な開水路流れの縦断面（側面）と水平断面の流況をトレーサー法によって可視化した。実験水路は幅10cm長さ15mの亚克力製長方形開水路で図-1の概略図に示すように水路の上部と側方にカメラあるいはフラットライトを取付け、厚さ約6mmのスリット光線によって照明して、その断面内の流況を撮影した。

case 1は水深5cm平均流速2.4cm/sの比較的速い流れで、測定位置を底面から $Y=2, 3, 4$ cmの水平断面とした。ここでのトレーサーはアルミ粒子を使用しカメラのシャッター速度を1/8secとして撮影した。

case 2は水深20cm平均流速3.2cm/sの遅い流れで、染料と水素気泡を同時併用して撮影した。撮影位置は壁面から $z=2.5$ cmの縦断面と底面から $Y=6, 9, 15$ cmの水平断面とした。また、縦断面と水平断面の対応が判るように、縦・横断面をスリット幅分だけずらして同時に撮影した。さらに、長い時間での流れ場を見るためにカメラ

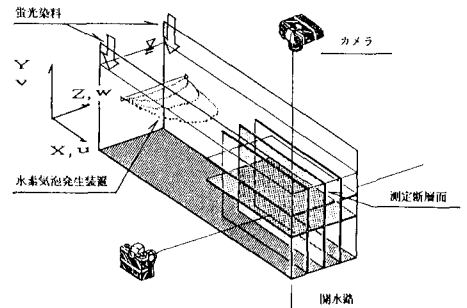


図-1 実験装置概略図

に2.1sec間隔のパルスを与え、写真が重なり合うように連続して36枚撮影した。この時のシャッター速度を1/30secとした。

各々の水理条件は表-1に示すとおりである。

表-1 水理条件表

3: 解析方法

case 1: デジタイザーを用いて、写真上の流跡をコンピューターに入力し、計算機処理して u, w 方向の速度分布を描き、それをもとにレイノルズ応力 $-uw$ を計算した。（図-2）

ここでの x 座標は主流方向、 z 座標は横断方向にとられており、速度ベクトルの x, z 成分はそれぞれ u, w によって表されている。また、レイノルズ応力 $-uw$ をもとめるため x 成分の速度ベクトルは各ベクトルからその断面の平均流下方向流速を差し引いた値とした。 z 成分の速度ベクトルは、図に向かって上向きを正、下向きを負として表した。また、ここでは x 成分流速が遅い場合にのみ注目してレイノルズ応力 $-uw$ を示した。

case 2: 染料を目印に写真をつなぎ合わせて図-3のような250cm程度の染料模様（低速流体の乱流構造）を示した。

4: 結果および検討

case 1: 図-2（U）に示すレイノルズ応力の分布を見ると、測定位置2cmでは遅い流体が壁面に向かうinteraction（ $-uw < -0.3$ ）が多く存在し、測定位置3cmでは遅い流体が水路中央に向かうejection（ $-uw > 0.3$ ）

とinteraction が二分するように存在し、測定位置4cmではejections のみが存在しinteraction が見られないことが分かる。これは、測定位置2cmでは底面からの影響が強く、3、4cmと水面付近になるに従って底面からの影響が薄れ壁面からの影響が強くなってejections が支配的になることを示している。

次に、 z 成分流速 (W) の分布をみると底面から水面付近にいくにしたがって、水路中央に向いている流れが多く存在し組織的な構造になっているのが分かる。

case 2 : 図-3に示す長い間隔での染料模様より、水路幅の4倍程度の染料雲が周期的に存在しているのが見られる。これは二次流の構造に深く関連していると思われる。

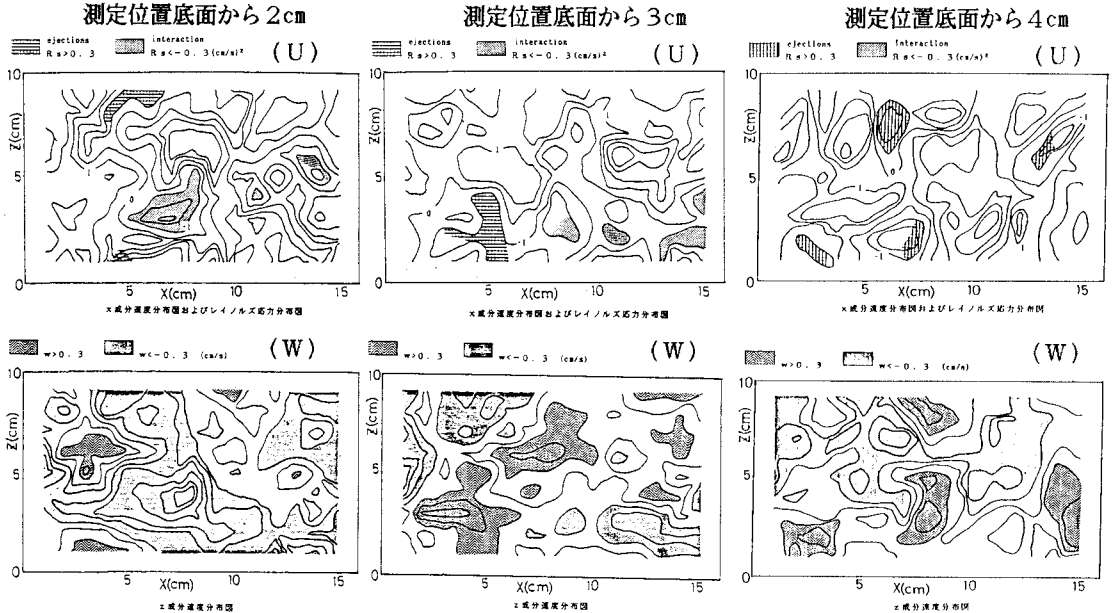


図-2 速度分布とレイノルズ応力 [case1]

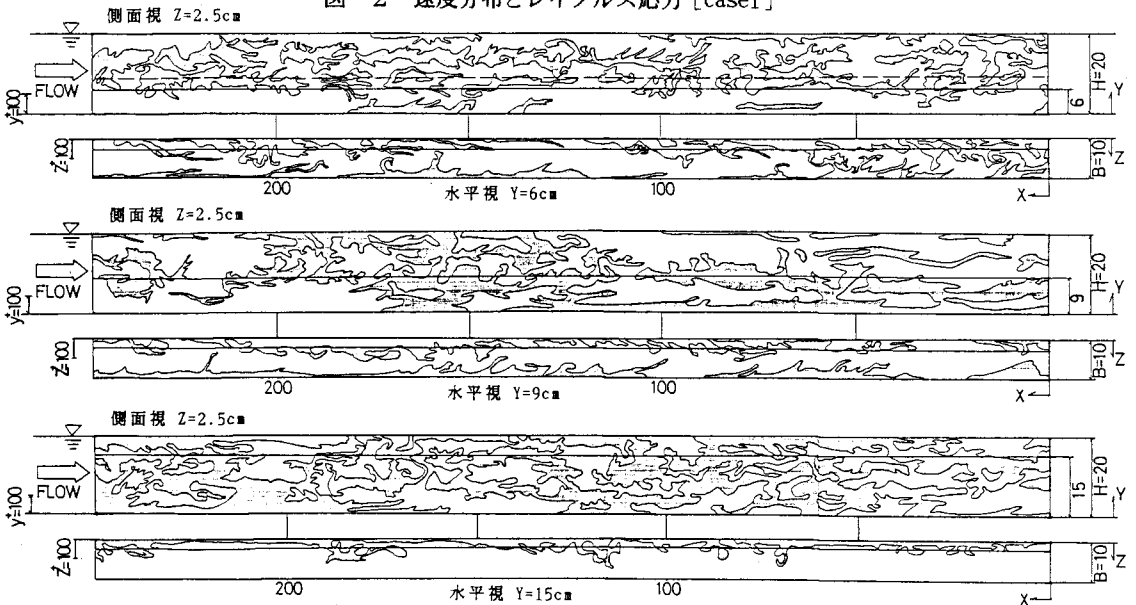


図-3 染料模様（低速流体の乱流構造） [case2]