

神戸大学工学部 正 員 神田 徹  
 岐阜大学工学部 正 員 藤田 一郎  
 神戸大学大学院 学生員 門脇 正夫  
 大林組 正 員○八木 純樹

### 1. まえがき

開水路凹部(トレンチ)は河川において流送土砂の制御の目的や多自然型河川工法の一つとして設けられる。筆者らは高速度ビデオカメラを用いた画像解析によってトレンチ内の流れの乱流特性を調べている。前報<sup>1)</sup>では鉛直断面内の流れについて解析したが、本研究では水平断面内の流況を調べることににより、トレンチ内流れの三次元構造について考察を行った。

### 2. 実験装置および画像処理方法

実験水路の概略を図-1に示す。水路勾配0.0016、幅20cm、長さ4.3mの開水路の下流側に水路全幅にわたって流下方向長さLが20cm、深さD(=1, 4cm)のトレンチを設けた。実験条件を表-1に示す。トレーサーとして比重1.02、平均粒径0.2mmのナイロン粒子を流れに投入し、スリット状のアルゴンレーザー光を照射して水平断面内の流れの可視化を行った。この可視化画像を高速度ビデオカメラを用いてサンプリング周波数125Hzで8秒間取り込み、1000枚の画像データを得た。このデータについて相関法を適用して流速ベクトルを求めた。なお、相関法の計算で生ずる異常ベクトルについては、補正を行い精度を向上させている。

### 3. 画像処理結果

#### 3.1 水平断面内の流況(水面付近)

図-2にCASE 1(D=1cm)、図-3にCASE 2(D=4cm)の水面付近における瞬間流速ベクトル、発散、渦度、乱れ強度の分布図を示す。流れの方向は図の左から右の方向で、流下方向の流速をu、水路横断方向の流速をvとしている。発散、渦度の値はともに断面平均流速 $U_0$ 、上流側水深 $H_0$ で、乱れ強度の値は $U_0$ で無次元化した値である。

瞬間流速ベクトルの図(a)によると、CASE 1, 2ともにuに関しては側壁付近を除いてほぼ一様であるが、vはCASE 1の方がCASE 2よりも大きくなっている。

図(b)は発散の値を濃淡で示したものであり、正の大きな値を白、負の大きな値を黒で表している。この断面が水面付近であることから、発散が正の値をとる場所では流体が下方から供給されており、また負の値をとる場所では流体が下方に放出されていると考えられる。CASE 2と比べるとCASE 1では絶対値の大きな値が多く存在することから、水面付近において湧き上がりや沈み込みが多く発生していると思われる。

渦度の値を濃淡で示した図(c)によ

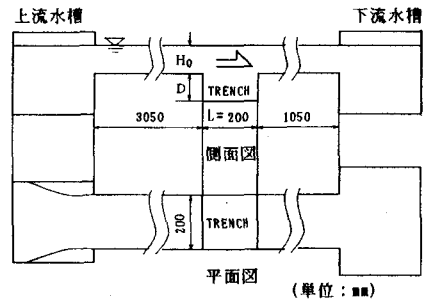
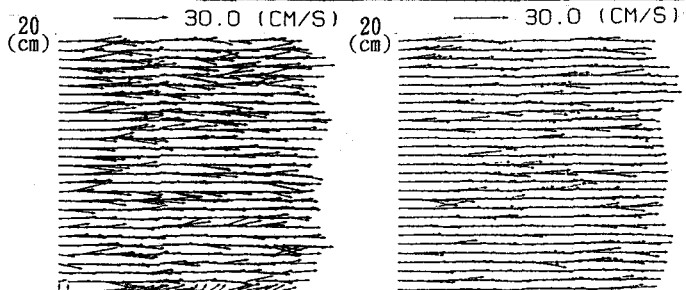


図-1 実験水路

表-1 実験条件

| $Q(\text{cm}^3/\text{s})$ | $H_0(\text{cm})$ | $U_0(\text{cm/s})$ | Re数  | Fr数  |
|---------------------------|------------------|--------------------|------|------|
| 800                       | 1.9              | 21.1               | 4000 | 0.49 |



(a)瞬間流速ベクトル 20(cm) 0

図-2 CASE 1

(a)瞬間流速ベクトル 20(cm) 0

図-3 CASE 2

ると、CASE 1, 2ともに正と負の領域がそれぞれ流下方向に連なっている様子が認められる。図(a)に見られるように $v$ は $u$ に比べて微小であるので、このような渦度の分布は速度勾配 $\frac{\partial u}{\partial y}$ の分布を示していると考えてもよい。このことから、流速分布に高速域と低速域とが存在すると推察できる。

乱れ強度を示す図(d), (e)によれば、CASE 1, 2ともに流下方向の乱れ強度 $u'$ は壁面付近で大きな値となっている。横断方向の乱れ強度 $v'$ の大きさは $u'$ の1/2以下である。また $u'$ ,  $v'$ ともにその大きさはCASE 2の方が小さく、特に $v'$ については1/3程度の値となっている。

#### 4. まとめ

昨年度の研究<sup>1)</sup>から、主流と凹部の境界面がトレンチが浅い場合には渦の移動にともない激しく波打ち、深い場合にはあまり波打たないことが分かっている。水面付近の変動にはこの境界面の変動が大きく影響して、CASE 1ではCASE 2よりも乱れ強度が大きくなるものと考えられる。また、CASE 1では段落下流部の再付着点で流れが水路床に落ち込んでいる。この落ち込みの影響により再付着点下流側の水路床付近に乱れが生じ、それが湧き上がりなどを引き起こしていると考えられる。

なお、本研究の遂行にあたり、近畿大学理工学部 江藤 剛治教授、竹原 幸生助手からは高速度ビデオカメラを快く使用させて頂いた。ここに記して謝意を表します。

#### 【参考文献】

- 1) 神田・藤田・矢野・門脇：画像処理による開水路凹部の流況解析，土木学会関西支部年講，1993。

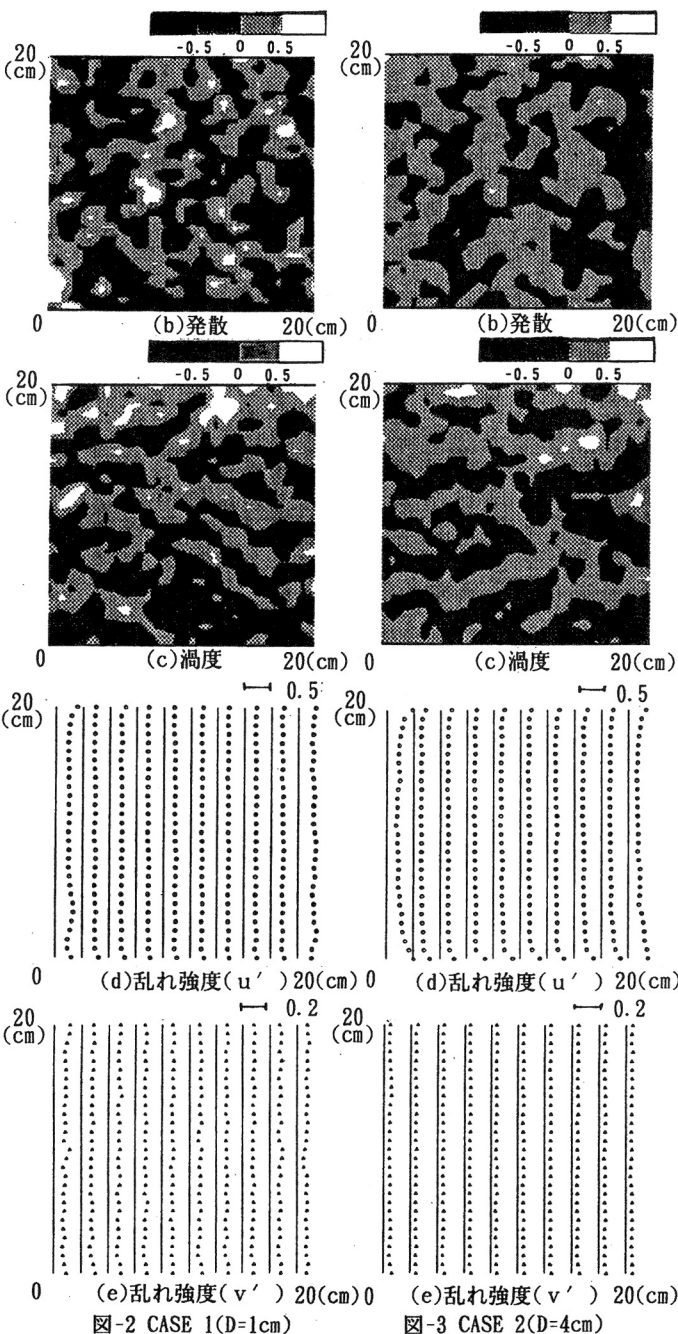


図-2 CASE 1(D=1cm)

図-3 CASE 2(D=4cm)