

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
 (株) 間 組 正 員 矢野 芳広
 神戸大学大学院 学生員○門脇 正夫

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で設けられることがあるが、流れの渦構造等については不明な点が多い。本研究では水理実験を行い、鉛直二次元断面内の流れについて高速度ビデオカメラを利用し極めて短い時間間隔で画像を取り込み、それを相関法で処理し解析を行う。

2. 実験装置および画像解析方法

実験水路の概略を図-1に示す。幅14cm、長さ約4mの開水路の一部分にトレンチを設け、トレンチの上下流は流れが等流状態となるようにしている。トレンチ形状を表-1、実験条件を表-2、画像計測システムを図-2に示す。流れの可視化は、トレーサとして比重1.02、粒径0.2mmのナイロン粒子を投入し、スリット状にしたアルゴンレーザー光を水路上部より鉛直下向きに照射して行っている。渦の時間的、空間的変動等を観察するため、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、1000枚の画像データを得た。このデータをもとに相関法で流速ベクトルを求める。

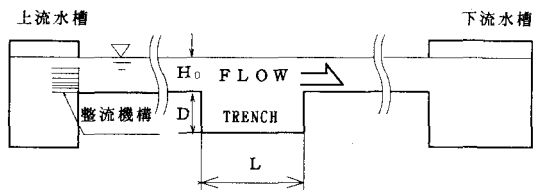


図-1 実験水路

表-1 トレンチ形状

Case	D (cm)	L (cm)	L/D
1	2.0	20.0	10.0
2	4.0	20.0	5.0

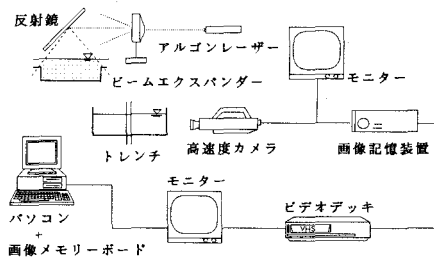


図-2 画像計測システム

表-2 実験条件

i	$Q(\text{cm}^3/\text{s})$	$H_0(\text{cm})$	$U_0(\text{cm/s})$	Re数	Fr数
0.0014	460	1.6	20.5	3280	0.52

3. 画像処理結果

3.1 瞬間流速ベクトル

瞬間流速ベクトルを図-3に示す。
 (Case 1): トレンチ上流側に逆流域が存在し、中央部には渦が形成されている。主流と凹部の境界面は渦の移動とともに激しく波打っている。
 (Case 2): 境界面はCase1ほど波打っておらず、トレンチ底部に逆流域が広く存在している。

3.2 平均流速ベクトル

8秒間に得られる1000個のうち、500個の瞬間流速ベクトルの平均を

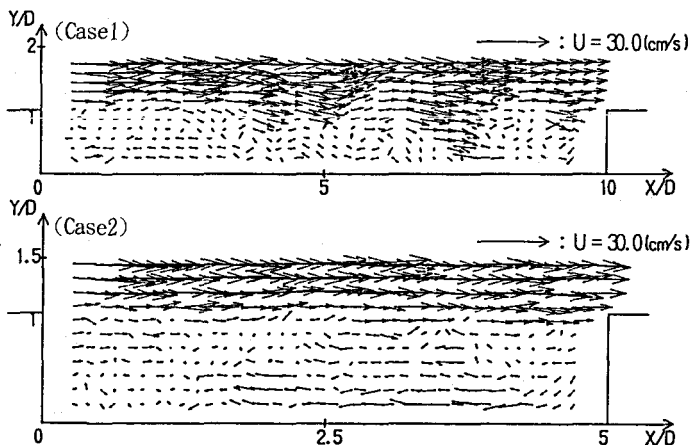


図-3 瞬間流速ベクトル

Tohru KANDA, Ichirou FUJITA, Yoshihiro YANO, Masao KADOWAKI

とった平均流速ベクトルを図-4 に示す。

(Case 1): トレンチ上流側に逆流域が現れており、流れが停滞する領域は少ない。また、再付着点が $X/D=6.0$ 付近であることは、バックステップ流れと類似している。

(Case 2): 再付着点が存在せず、これはトレンチ形状が $L/D=5.0$ であるためと考えられる。下流側はトレンチ後端の影響で大きな逆流域が現れている。また、上流側には停滞域が現れている。

3.3 相関係数時系列

強いせん断や回転をとまなう流れ場に相関法を適用するとき、通常のサンプリング周波数のビデオカメラを用いると、相関係数が低く異常ベクトルが発生しやすい。そのため、高速度ビデオカメラを用いて画像の時間間隔を小さくし流速の計測精度を上げることにした。各水深位置で 500 個の瞬間流速を求めたときの相関係数を図-5 に示す。

(Case 1): A 点は図-4 の平均流でみられるせん断の強い位置にあるが、相関係数の平均値は 0.83 とかなり大きく、せん断の強い流れでも精度良く流速が求められている。相関係数の低い値については、可視化を鉛直二次元断面で行っているため、三次元的な流れの影響があるものと考えられる。

(Case 2): トレンチ後端付近の鉛直断面において B 点は水面付近、C、D、E 点は図-4 の平均流に回転がみられる点である。B 点は一樣流のために相関係数の値は高いが、回転による影響で B 点から D 点に向かうにつれて相関係数が低くなっている。しかしながら、回転をとまなう場合でも相関係数の低下はこの程度に抑えられている。

4. まとめ

Case 1 では主流と凹部の境界面は渦の移動にとまなう激しく波打っているが、Case 2 では境界面はあまり波打っていない。また、Case 1 に比べて Case 2 では、トレンチ上流部に流れの停滞域が広く存在し、トレーサが多く堆積していた。このことから、土砂の堆積にはトレンチ形状の影響が大きいと考えられる。また、強いせん断や回転をとまなう流れにおいても相関係数の低下はあまりみられず、高速度ビデオカメラを利用すれば、高精度で瞬間流速が求まることがわかった。

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。

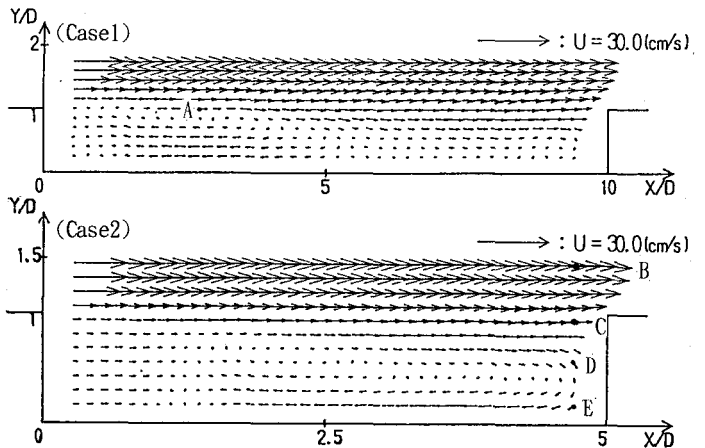


図-4 平均流速ベクトル

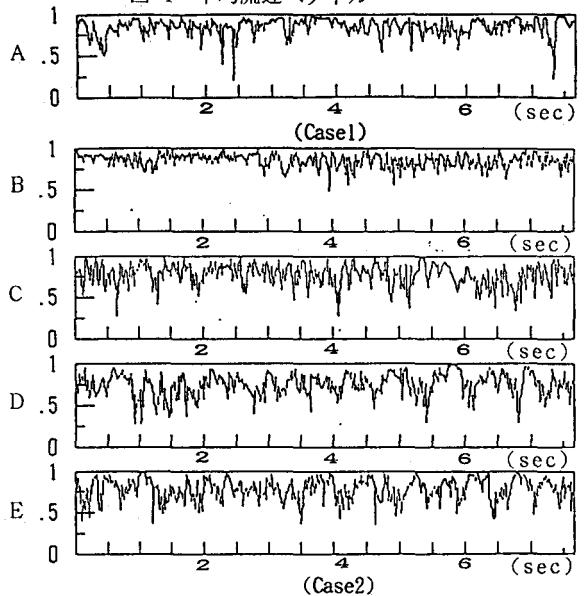


図-5 相関係数