

II-151

開水路凹部流れの画像解析

顧問 組 正 員 矢野 芳広
 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

1. はじめに

開水路凹部（トレンチ）は河川において流送土砂の制御等の目的で設けられることがあるが、トレンチ内の流れの構造については不明点が多い。本研究では、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用いて極めて短い時間間隔で画像を取り込み、その画像解析を行って流れの挙動を調べた。

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長さ $L=20(\text{cm})$ のトレンチを設け、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。トレンチ深さはCase 1が $D=2(\text{cm})$ 、Case 2が $D=4(\text{cm})$ である。実験条件を表-1、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、スリット光を水路上部より鉛直下向きに照射して行った。渦の時間的、空間的変動を観察するため、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た。

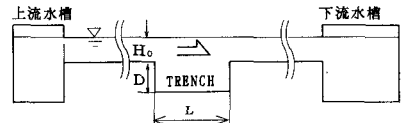


図-1 実験水路

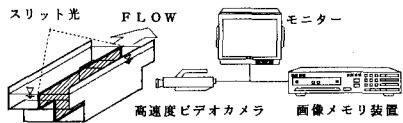


図-2 画像計測システム

表-1 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

時間間隔 $\Delta t=0.016(\text{s})$ ごとの瞬間流速ベクトルを図-3、4に示す。Case 1ではトレンチ上流側で循環流が認められ、その形状は時々刻々変化している。また、最上段の図でトレンチ中央の主流と凹部の境界面付近で渦が認められ、境界面は激しく波打っており時間とともに境界面形状は変化している。Case 2では境界面付近ではCase 1ほどはっきりした渦は認められず、境界面の波形はCase 1と比べると滑らかである。

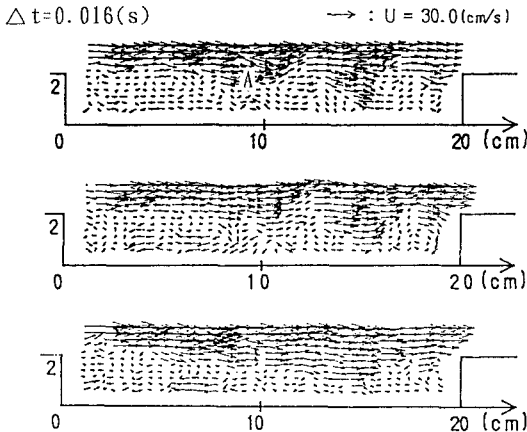


図-3 瞬間流速ベクトル(Case 1)

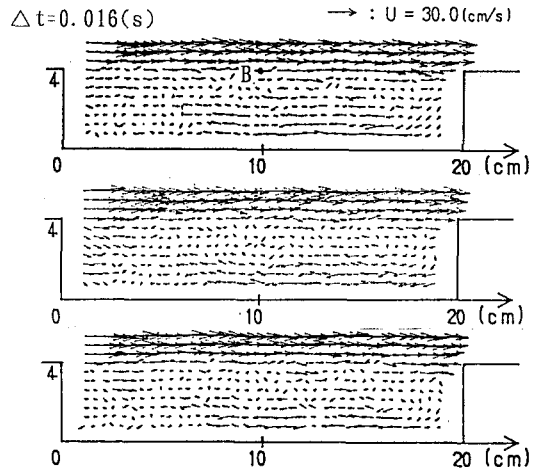


図-4 瞬間流速ベクトル(Case 2)

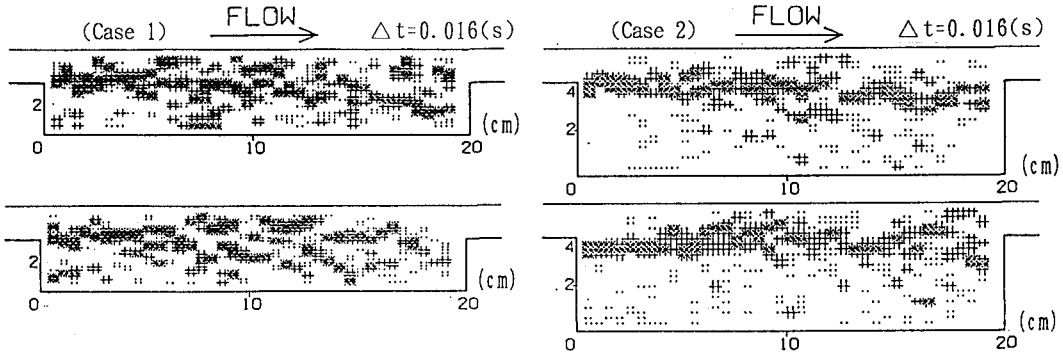


図-5 渦度の分布

3.2 渦度

流速分布から求められた渦度の分布を時間間隔 $\Delta t=0.016(s)$ ごとに図-5に示す。マークが濃いところほど渦度の値は大きい。Case 1では主流と凹部の境界面に沿って大きな値の渦度が分布しており、流下にともない渦度の大きな値は境界面から外れ水深方向に分散している。Case 2でも同様な傾向がみられるが、Case 1に比べて渦度の大きな値が分散する程度は小さい。

3.3 境界面の変動周期

主流と凹部の境界面の流速変動特性を調べるために、まず図-3のA点および図-4のB点における鉛直方向流速 v についてスペクトルを求めた結果が図-6である。A点、B点とも $f=0.8 \sim 1.0(Hz)$ にピークがみられ、主流と凹部の境界面で鉛直方向の流速が周期性を持って変動していると思われる。

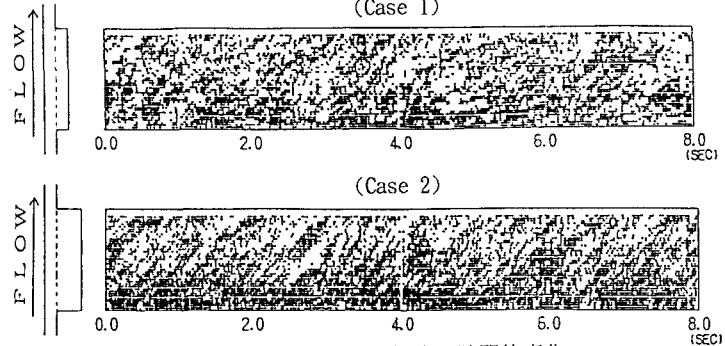


図-6 スペクトル

図-7 境界面での渦度の時間的变化

つぎに主流と凹部の境界面における渦度の時間的变化を図-7に示す。ある閾値以上の渦度を持つ領域をメッシュの入った領域で表している。メッシュの入った領域とメッシュの入っていない白い領域は、ある一定の傾きをもって交互に現れている。この傾きは渦が流下方向に移動する速さを表すものと考えられ、その速さはCase 1,2ともに約 $10(cm/s)$ である。

4. あとがき

主流と凹部との境界面形状は波状を呈し、その形状は時間的に変化する。波形変化の度合いはトレンチ深さが浅いほど大きい。また、スペクトルおよび渦度の時間変化から主流と凹部の境界面の周期的な変動が明らかになった。

本研究の遂行にあたり、近畿大学理工学部（江藤剛治 教授）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。