

水路床に凹部を有する開水路流れ

埼玉県立玉川工業高等学校 正 員 鳥羽 英司
 東洋大学大学院 学生員 奥村 伸之
 東洋大学工学部 学生員 村上 俊輔
 東洋大学工学部 正 員 福井 吉孝

1. はじめに

河道には、くぼみや淵と行った河床に凹部の形状を有する場所は数多く存在する。また近年では、河川改修の一環として人工的に凹部を設けることがあり、それを大別すると2種類考えられる。1つ目は流送土砂制御の目的で設けられる場合と、2つ目は多自然型河川工法の一つとして人工の淵等を造成し、生態系の保全の目的で設けられる場合である。このように現在の河川改修において凹部の利用が考えられるが、これまでの研究で組織構造はいくらか解明されつつあるが、形状比等を系統的に変化させて取り扱っているものは少ない。そこで本研究では、凹部を有する流れ場の特性を把握するために単純模型を用いて詳細な流速測定により、形状比(凹部長さ/凹部深さ)の観点から調べた。

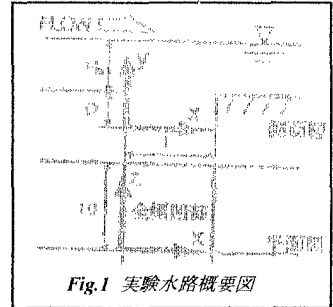


Fig.1 実験水路概要図

2. 実験装置及び実験方法

実験水路は長さ800cm×幅10cmの亚克力製開水路で水路途中に深さ(D)8cmの凹部を設けた。実験水路概要をFig.1に、実験ケースをTable.1に示した。流速の測定にはピトー管及び3次元電磁流速計を用いた。時間平均流速を u, v, w とし、また各断面の最大流速を $u_{max}, v_{max}, w_{max}$ とした。

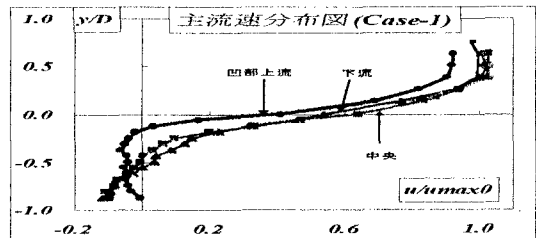
	L(cm)	D(cm)	Q(l/s)	Hd(cm)	i	Re	n	L/D
Case-1	20	8	2.17	8	1/1000	8300	0.011	2.5
Case-2	10	8	2.17	8	1/1000	8300	0.011	1.25
Case-3	5	8	2.17	8	1/1000	8300	0.011	0.625
Case-4	20	4	2.17	8	1/1000	8300	0.011	5
Case-5	10	4	2.17	8	1/1000	8300	0.011	2.5
Case-6	5	4	2.17	8	1/1000	8300	0.011	1.25

Table.1 実験ケース

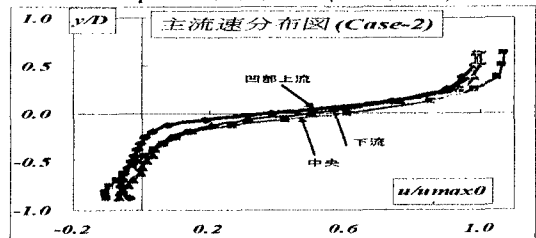
3. 実験結果

Graph.1～3に主流速分布図を示す。それぞれについて凹部初期断面 $x=0$ の最大流速 u_{max0} で無次元化してある。これを見ると凹部上方での流れ(主流)の平均流速分布はどのケースを見ても対数分布型の分布を示しており、凹部の影響をあまり受けずに流れているのが分かる。また凹部内では、凹部入り口側の界面近くで発生した逆流が凹部出口底面方向に広がっているのが分かる。Case-3ではCase-1の様に顕著には見られない。これは凹部の幅が狭いため凹部への流入が少なからだと考えられる。

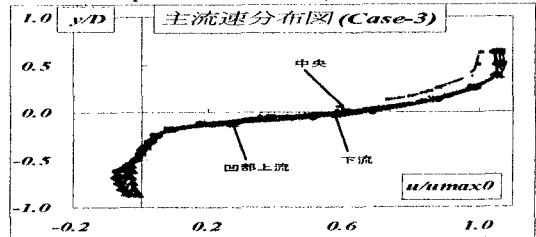
次はGraph.4～9に uv ベクトル図を示す。凹部深さ8cmのCase-1～3の場合から見てみる。Case-1の場合を見てみると、流れは段落ち部で水路床を離れた後、凹部内で再付着せず、段上がり部の壁、 $y=2\text{cm}$ 付近でぶつかっている。凹部内については $x=15\text{cm}$ 付近を中心に凹部全体で循環流れを形成している。ただ、凹部入り口付近では多少ベクトルに乱れが見られる。Case-2の場合もCase-1と同様に循環流れが1つ形成され、 $x=5\text{cm}$ 付近を中心とし凹部いっぱい循環する。Case-1と異なり、凹部入り口付近での乱れは見られない。Case-3の場合は、凹部への流入は見られるが、凹部内の流れは各所で乱れ、循環流れは形成されていない。これは凹部



Graph.1 主流速分布図 (Case-1, Center)



Graph.2 主流速分布図 (Case-2, Center)



Graph.3 主流速分布図 (Case-3, Center)

Keyword: 凹部 (Trench)、局所流、循環流、二次流 連絡先: 埼玉県川越市鯨井2100 (Tel 0492-39-1404)

幅が狭く、凹部への流入が少ないため、流速が小さくなっているからだと考えられる。次に凹部深さ4cmのCase-4～6の場合を見てみる。Case-4の場合を見てみると、流れは段落ち部で水路床を離れた後、凹部内で $x=10\text{cm}$ 付近で再付着している。それによって、 $x=0\sim10\text{cm}$ の間で逆流が生じ、渦の様な流れができています。また、 $x=10\text{cm}$ 以降では、流れはそのまま流下し、凹部外へ流出している。Case-5では、形状比の等しいCase-1と同様に $x=5\text{cm}$ 付近を中心とし凹部いっぱいに循環する。Case-6でも形状比の等しいCase-2と同様な流況を見せている。凹部幅の等しかったCase-3とは異なり、凹部内で循環流れを見せている。これにより、循環流れの形成には凹部幅だけでなく凹部深さも関係していることが分かる。

次に形状比(凹部幅 L と凹部深さ D)と凹部内流速の関係を見てみる。Graph.10を見ると形状比の等しいCase-1とCase-5、Case-2とCase-6、を比べてみると形状比が等しいにも関わらず同一の値を取っていない。ともに凹部幅の広いCase-1とCase-2が大きい値を取っている。また、凹部内流速の観点から見てみるとほぼ等しい値を取っているのはCase-2とCase-5、Case-3とCase-6で、これは凹部幅が等しいもの同士がほぼ同一の値を取っているのがわかる。Case-1とCase-4は凹部幅が等しいにも関わらず、上記と異なる結果を見せているのは、Case-4では、凹部内で循環流れが形成されていないからだと考えられる。これにより、凹部内の流速に関しては形状比よりも凹部幅と主流速 u が大きく関係していることが分かる。

4. 終わりに

今回は、凹部幅 $L=5, 10, 20\text{cm}$ 凹部深さ $D=4, 8\text{cm}$ で行ったが、今後、流量等を変えて幅広く実験を行い、凹部内の流れの構造を明らかにしていきたい。

