

II-168 複断面水路の乱流構造について(台形低水路の場合)

群馬大学大学院 学生員 森上 秀樹
 群馬大学工学部 正 員 富永 晃宏
 大和団地 岡田 浩幸

1. まえがき 著者らは長方形低水路を持つ複断面水路でホットフィルムによる計測を行い、低水路と高水敷の接合部で発生する二次流が重要な役割を果たしていることを明らかにした¹⁾。また、長方形開水路と台形開水路とでは二次流の構造が大きく異なることが示されている^{2), 3)}。そこで、本研究は台形低水路を持つ場合に、二次流構造及びその乱流構造への影響がどのように変化するかを長方形低水路の場合の比較によって明らかにしようとするものである。

2. 実験装置及び方法 幅40cm、長さ12.5mの水路内に幅10cm、高さ5cmの鋼製チャンネルを兩岸に設置し、台形低水路とするために、鋼製チャンネルから5cm内側にまで厚さ3mmの塩ビ板を45°の角度で取り付け付けた。この断面図を図-1に示す。同じ複断面形状で水深を3通り変化させ、流速はx型ホットフィルム流速計を用い、サンプリング周波数50Hzで一測定点に付き2048個のデータを得た。実験条件を表-1に示す。また、比較のために長方形の低水路の結果¹⁾(CH11)を用いることにする。

3. 実験結果とその考察 (1) 二次流速 図-2はそれぞれの二次流ベクトル図を示したものである。台形低水路の場合も接合部付近での強い上昇流が存在し、複断面特有の高水敷全体に及ぶ渦構造に変化はないことがわかる。ただし、上昇流が、長方形の場合低水路側に向かって斜め方向であったのが、台形ではほぼ鉛直上方に向かっている点が異なる。低水路が台形複断面開水路になったことで傾斜側壁に沿って下降する二次流が顕著となり、低水路下部の渦が、高水敷高さ以下の低水路全体に及ぶまでに発達する。水深が浅くなると水路中央部での上昇流が大きくなる傾向にある。また、低水路上部の渦は長方形に比べて弱くなっている。

(2) 平均主流速 図-3はそれぞれの平均主流速 U の等値線を示したものである。水深が大きい場合、長方形と同様に接合部付近の等値線が上に凸となり、これより高水敷側で下に凸となるが、変動の程度は小さくなっている。また低水路の水面近くの二次流が弱くなったことによりこの領域が減速されなくなる。水深が小さい場合、低水路上の分布が著しく異なり、特に水路中央部が上昇流によってかなり減速されている。

(3) 乱れ強度 図-4に u' のみに関する乱れ強度の横断分布図を示す。等値線の形は、平均主流速の物とほぼ同様の形が認められ二次流との対応関係が認められる。長方形低水路の場合と比較すると、台形低水路を持つ複断面開水路の接合部における等値線の突き出しは顕著ではないが高水敷から接合部に向かっての乱れの増大は大きく、また低水路側壁に沿って乱れ強度が大きくなる傾向にある。

(4) 乱れ発生率 図-5に乱れ発生率 $-\overline{uv} \partial U / \partial y$ 、乱れ発生率 $-\overline{uw} \partial U / \partial z$ 及び乱れ発生率 $-\overline{uv} \partial U / \partial y$ と乱れ発生率 $-\overline{uw} \partial U / \partial z$ の和の横断分布を示す。 $-\overline{uv} \partial U / \partial y$ については、高水敷側壁より増加し、高水敷接合部付近で一定あるいは減少し急激に増加して接合部でピークをもち、低水路に向かって急激に減少し、傾斜側壁中央部より低水路コーナーで0に近づくように緩やかに減少する。 $-\overline{uw} \partial U / \partial z$ の横断分布の全体的な特徴としては高水敷の接合部近くより急激に増加し、ピークに達し低水路コーナー近くでほぼ0になるように減少する。この傾向は底面に近づくほど顕著になる。高水敷上で $-\overline{uv} \partial U / \partial y$ による乱れ発生が大きく、低水路上で $-\overline{uw} \partial U / \partial z$ による乱れ発生が大きくなる。その和として接合部付近の乱れが大きくなると考えられる。

(5) 接合部における二次流による輸送及びせん断力の効果 図-6に二次流による運動量輸送 $-UW$ 、レイノルズ応力 $-\overline{uw}$ 及びその和 $-\overline{uw} - UW$ の鉛直方向の積分値の横断方向分布を示す。台形低水路の場合も

長方形低水路の場合と同様に、 $-UW$ は高水敷上の接合部付近で大きく運動量輸送に大きく関わる。 $-u'w'$ は水深が大きいと接合部付近で小さく、水深が小さくなると大きくなり $-UW$ と同程度となる。 τ_2 は高水敷上の平均せん断応力である。

4. あとがき 台形低水路を持つ複断面開水路の二次流及び乱流構造は長方形の場合とあまり変化しないが、低水路部分に大きな違いが認められた。今後は、せん断応力分布を比較するとともに運動量輸送機構を明らかにして行きたい。

<参考文献> 1) 土木学会第42回年講第2部、1987、2) 富永、江崎：土木学会論文集第357/II-3、1985、3) 富永、江崎、棚津：土木学会論文集第381号/II-7、1987。

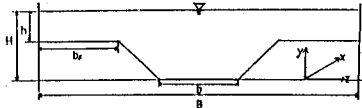


図1 実験水路断面図

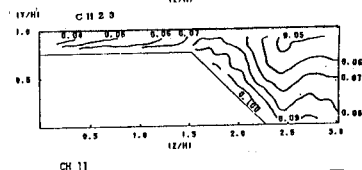
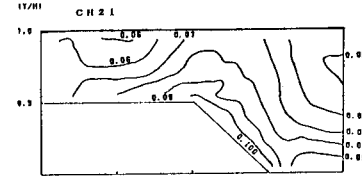


図-2 二次流ベクトル図

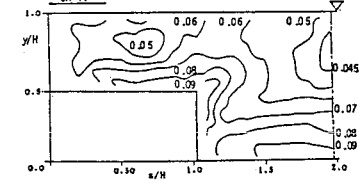


図-3 平均主流速の等値線

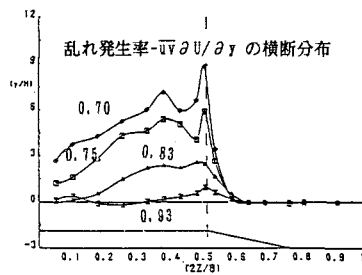


図-4 乱れ強度u'の等値線

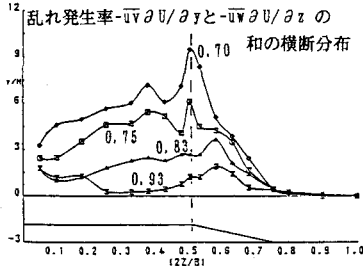
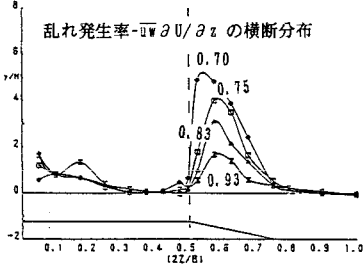


図-5 乱れ発生率

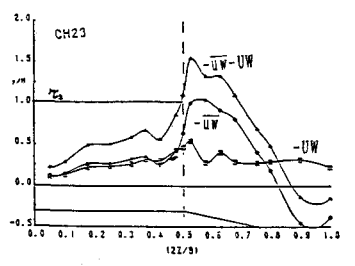
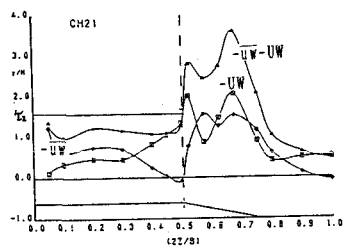


図-6 みかけのせん断応力

表-1 実験条件

Case	Discharge Q (l/s)	Main Channel Flow depth H (cm)	Channel width B (cm)	flood plain Flow depth h (cm)	Main channel width b (cm)	Flood plain width br (cm)	Maximum Velocity U _{max} (cm/s)	height of flood plain D (cm)
CH21	6.83	10.01		5.01			31.01	
CH22	4.54	7.74	40.00	2.74	9.80	10.10	31.99	5.01
CH23	2.64	6.61		1.61			25.61	