

群馬大学工学部 正 員 富永 晃宏
 群馬大学工学部 正 員 江崎 一博
 建設省 正 員 中村 悦由

1. まえがき 複断面流れは、低水路と高水敷の接合部において大きな流速勾配が存在し、運動量の交換が活発に行われている。その様相は、水面でみられる鉛直軸を持った大規模渦と接合部付近から間欠的に上昇する流れによって特徴づけられる¹⁾。また実用面での関心は、低水路と高水敷の接合面に発生するせん断力の評価に向けられており、流量計算における断面の分割方法が論じられている。これらの関係を明らかにし、より合理的な流量予測および流砂輸送問題等に及ぼす影響の評価を与えることが必要と考えられる。本研究では、複断面流れの乱流構造を詳細な点計測によって明らかにすることによって、この問題解決への手がかりを得ようとするものである。

2. 実験装置および方法 実験水路は、幅40cm、長さ12.5mの水路内に、幅10cm、高さ5cmの鋼製チャンネルと一辺5cmの正方形断面の鉄製ダクトを兩岸に設置し、図-1に示すような複断面水路とした。

表-1 実験条件

CASE	Discharge Q(l/s)	Total flow depth H(cm)	Flood plain height h(cm)	Total width B(cm)	Main channel width b(cm)	Mean velocity $\bar{u}$ (cm/s)	Maximum velocity u_{max} (cm/s)	Reynolds number Re	Froude number Fr	Energy gradient te ($\times 10^{-3}$)
CH01	8.19	10.03	5.01	39.0	8.7	34.35	42.19	5.09×10^4	0.346	0.73
CH02	4.59	7.63	5.01	39.0	8.7	32.54	42.06	3.25×10^4	0.376	1.43
CH03	3.26	6.58	5.01	39.0	8.7	31.39	45.91	2.38×10^4	0.391	1.98

底面は隙間をコーキング剤によって埋め、ペンキ塗装を行い滑らかにし、側壁には厚さ5mmの塩ビ板を設置した。同じ複断面形状で水深を3通り変化させており、その実験条件

を表-1に示す。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で一測点につき2048個のデータを得た。

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。まず全体的な特徴として低水路と高水敷の接合部から斜めに上昇流が存在し、高水敷全体に及ぶ渦、これより低水路側の渦および低水路コーナー近くの渦が認められる。この結果は、今本、久下の結果²⁾とよく一致している。この二次流の大きさは、滑面の長方形断面の場合の2倍以上大きく、最大で u_{max} の3~3.5%程度に達している。次に、水深による相違に着目すると、水深が最も大きいCH01では、高水敷の側壁近傍に長方形断面でみられた水面縦渦³⁾が認められるが、水深の減少とともにこれがみられなくなる。また、CH01では低水路側の渦が水面にまで達しないが、水深が小さくなると低水路側の渦が水面にまで達するようになる。これらの二次流は、あくまで長時間平均された流れの平均的な方向と大きさを示すもので、実際は可視化観測されているような間欠的な運動の集合した結果と解釈される。

(2) 平均主流速 図-3は、平均主流速 U の等値線を示したものである。CH01、CH02では接合部付近の等値線が上方に張り出しこの領域が低速になり、この接合部より高水敷側および低水路下側で等値線が壁に張り出しこの領域が高速になる。このような特徴は先述の二次流の構造とよく対応している。最大流速点は、CH01では低水路中央ではなく高水敷上に現れてい

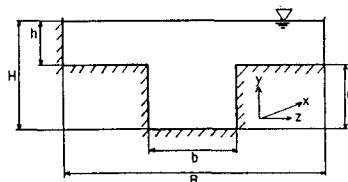


図-1 実験水路断面図

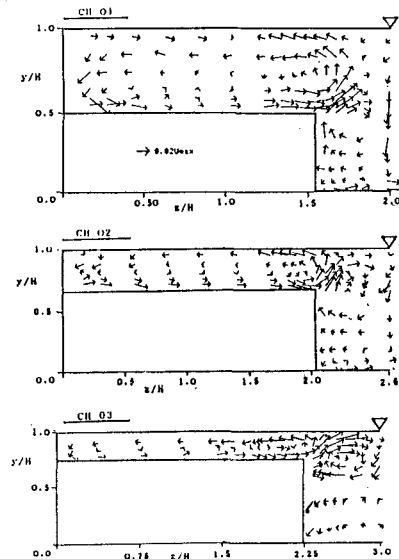


図-2 二次流ベクトル図

るが、CH 02では低水路中央の $y/H=0.5$ 付近に現れている。また、CH 01の高水敷の側壁近傍では長方形断面の三次元分布特性が確認される。CH 03では、高水敷上が相対的にかなり低速となり、他でみられた接合部付近で一旦減速する傾向が認められなくなる。低水路ではCH 02と同様に水面付近での減速と接合部より少し下での加速が認められる。

(3) 乱れ強度 乱れ強度分布については、 u' のみについて等値線を図-4に示す。等値線の形は、主流速のものと同様の特徴が認められ、二次流との対応関係が明確である。すなわち、 u' は接合部付近で増大する。 u' の最小値はほぼ最大主流速の位置に現れていることがわかる。ただしCH 03では、接合部付近で主流速の減速が認められなかったが、 u' はこの部分で極大値が現れている。

(4) レイノルズ応力 レイノルズ応力 $-\overline{uv}$ および $-\overline{uw}$ の等値線をそれぞれ図-5、図-6に示す。
 $-\overline{uv}$ は、接合部より低水路側に負の領域が現れる。この領域はほぼ主流速の y 方向の勾配が負となる領域と一致し、また低水路側の二次流の存在範囲に対応している。水深が小さくなるにつれて、この領域の全断面に占める割合が増大している。この負の領域より高水敷側に極大となる領域が存在しており、これは水深が大きいほど顕著である。CH 01、02の高水敷側壁近くの水面付近に長方形の場合と同様の負の領域が認められる。 $-\overline{uw}$ は水深が大きい場合に接合部付近の高水敷上に負の領域が現れ、主流速の横方向勾配との関係が認められるが、水深の減少とともにこの領域は減少し、CH 03ではみられなくなる。接合部より低水路側には極大となる領域が存在し、これから水路中央に向かって急激に減少する。

4. あとがき 複断面開水路の二次流構造および乱流構造が実験によって明らかにされたが、今後は運動方程式の内部構造を調べ、運動量輸送機構を明らかにして行きたい。最後に実験およびデータ整理に協力して下さった綱島秀樹(長野県)、梶山昌彦(桐生ガス)の両氏に感謝するとともに、本研究は文部省科学研究費(奨励A、研究代表者: 富永晃宏)の補助を受けたことを記して謝意を表します。

<参考文献>1)福岡ら: 第30回水講、1986、2)今本、久下: 京大防災研年報第17号B、1974、3)富永、江崎: 土木学会論文集第357/II-3、1985。

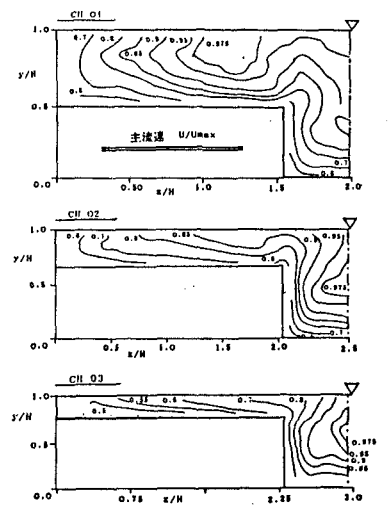


図-3 平均主流速の等値線

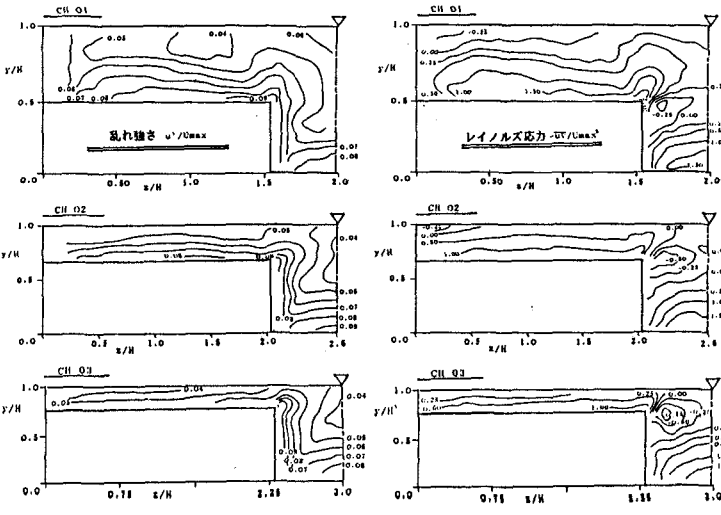


図-4 乱れ強度 u' の等値線

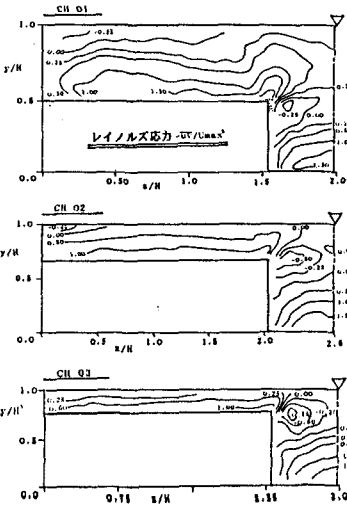


図-5 $-\overline{uv}$ の等値線

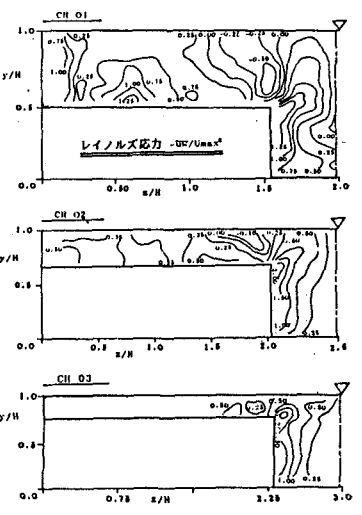


図-6 $-\overline{uw}$ の等値線