

河川合流部の乱れ特性について(2)

熊本大学工学部 学生員 福永和久
 熊本大学工学部 正 員 大本照憲
 九州大学工学部 学生員 松尾 誠

1.はじめに：本川と支川がほぼ平行に合流する流れ場の下流部において発生する二次流は、内的な要因すなわち乱れの非等方性によって支配されている。著者らは、前報¹⁾において、このような二次流構造を解明するために、同規模の流れが平行に合流する場を設定し、全潤辺滑面の場合における二次流の挙動及び乱流特性について実験的考察を行った。本研究は、前報と同一の境界条件において本川と支川に流速差のある場合の三次元乱流特性について検討を行ったものである。

2.実験装置及び方法：実験水路は、長さ6m、幅25cm、高さ23.5cmの亚克力製樹脂の可変勾配水路である。隔壁として厚さ1mmのステンレス板が水路上流端より長さ2mにわたって水路中央に設置されている。流速変動は、表-1の水理条件下で隔壁より下流に0.5cm, 20cm, 50cmの三断面において計測された。センサーには、熱線流速計システムにX型エンドフロブロープを使用し、流速の主流方向成分と鉛直方向成分、および主流方向成分と横断方向成分の同時計測が同一地点で行われた。

表-1 実験条件

流 量	$Q=0.79$ l/sec
水 深	$H=3.13$ cm
断面平均流速	$U_m=10.1$ cm/sec
本川平均流速	$U_1=15.1$ cm/sec
支川平均流速	$U_2=5.0$ cm/sec
フルード数	$Fr=0.182$

3.実験結果

(1)主流速および二次流：座標系は、隔壁の末端における河床位置を原点とし、主流方向にx軸、横断方向にy軸、鉛直方向にz軸をとる。図-1は、断面平均流速で無次元化した主流速の流れ方向の変化を示したものである。図より本川と支川の干渉が弱い $x=0.5$ cmでは主流速の等値線は、パターンが開水路隅角部のそれに類似し、高速流域では隔壁の半水深付近に向って突出し、一方、低速流域では隔壁と底面から成る隅角部に向って突出していることから隅角部二次流の存在を示している。また、 $x=20$ cmおよび30 cmでは、横断方向への運動量の輸送により主流速は一様化に向っている様子が認められるが水路床と自由水面の近傍では境界の影響により遅れが生じている。図-2は、主流速の自己相似性を調べるために、

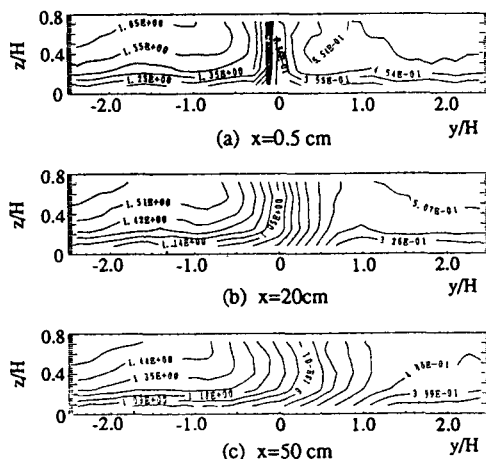


図-1 主流速の等値線

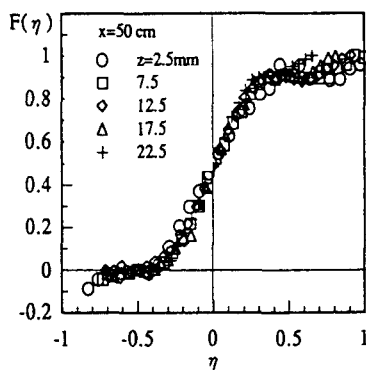
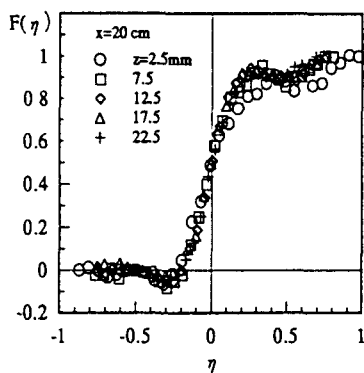


図-2 無次元主流速分布

代表流速に極大流速と極小流速の差を用い、代表長さには上記の代表流速を主流速の横断方向変化の極大値で割った値を用いて無次元表示されている。図より、 $x=20\text{ cm}$ および $x=50\text{ cm}$ の両位置で主流速の横断分布は鉛直方向にはほぼ相似形を保っているが、流れ方向には $F(\eta)$ の η に関する微分が $x=20\text{ cm}$ の場合に較べて $x=50\text{ cm}$ の位置で小さいことが認められ相似性が成り立っていないことがわかる。また、 $F(\eta)$ は二次流の影響により $\eta=\pm 0.5$ の近傍で波打っている。図-3および4は、それぞれ $x=20\text{ cm}$ および 50 cm における二次流の横断成分 V の横断分布である。図-3より二次流 V は低速流域では鉛直方向および横断方向への変化は小さく水路中央に向っているのに対して、高速流域では横断方向大きく変化し、 $y/H=1$ の近傍で符号が逆転していること、および $y/H=0$ の近傍で二次流 V の符号が変化する y/H の値は水路床に向うに従って大きくなっていることが注目され、この位置で強い上昇流の発生していることが認められた。

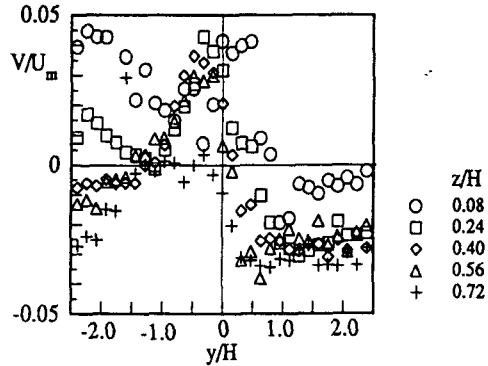


図-3 二次流 V の横断分布 ($x=20\text{ cm}$)

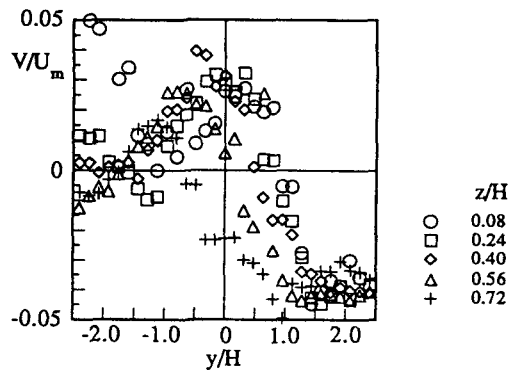


図-4 二次流 V の横断分布 ($x=50\text{ cm}$)

(2) レイノルズ応力: 図-5および6は、それぞれ $x=20\text{ cm}$ における主流方向と横断方向の流速変動からなるレイノルズ応力 $-\overline{u'v'}$ および主流方向と鉛直方向の流速変動からなるレイノルズ応力 $-\overline{u'w'}$ の横断分布である。図-5より $-\overline{u'v'}$ は、 $y/H=0$ および半水深の近傍でその絶対値が極大値を示すことおよび $y/H=1.0$ の近傍では二次流の影響によって正の値を取ることがわかる。 $x=50\text{ cm}$ では $-\overline{u'v'}$ の位置の低速流域側への偏移量は、河床から鉛直上方に向って減少することが認められた。鉛直方向の流速変動による主流方向の運動量の輸送を示す $-\overline{u'w'}$ は図-1の主流速の等値線から水路中央付近で極小となることが推測されるが、その位置は $-\overline{u'v'}$ と同様に低速流域に偏移していることおよびその大きさは河床より鉛直上方に向って減少していることがわかる。

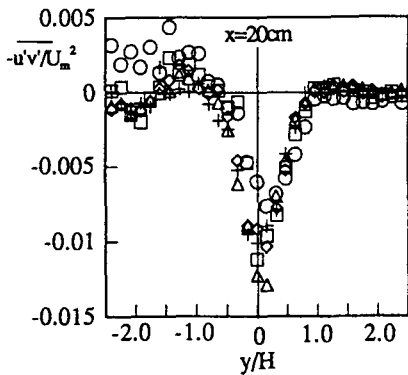


図-5 レイノルズ応力 $-\overline{u'v'}$ の横断分布

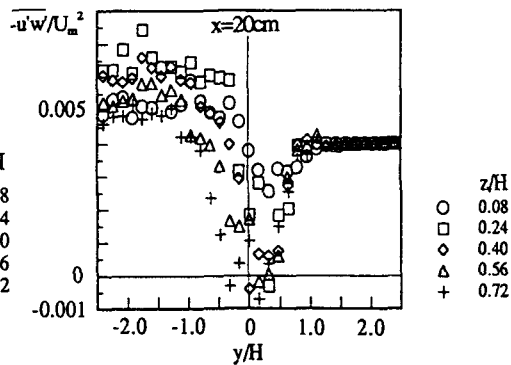


図-6 レイノルズ応力 $-\overline{u'w'}$ の横断分布