

複断面開水路接合部付近の乱流構造

大阪大学工学部 正 員 室田 明
 福井大学工学部 正 員 福原輝幸
 大阪大学大学院 学生員○山内一浩

1. まえがき : 高水敷が粗面と滑面では、複断面開水路流れの疎通能に関しては大きな差異が生じている¹⁾ことが知られている。また、実河川においても低水路に比べて高水敷の粗度係数が大きい場合が通常である。そのために本研究では高水敷の粗度係数を変化させ、高水敷の粗度要素が複断面流れ、特に接合部付近の流れにいかなる影響を及ぼすかを検討する。

2. 実験装置及び方法 : 実験は、図-1に示すような断面形状を持つ長さ20mの複断面開水路で行なった。高水敷は、低水路と同じく滑面の場合と、5mm×5mmの正方形断面を持つ横型柵粗度を2cm間隔ごとに設置した粗面の場合との2種類で、それぞれ等流状態で行なった。粗度係数は滑面で0.01、粗面で0.03である。実験は、接合部付近の瞬間流速の値を同時に求めるために、水素気泡法を用いた可視化実験を行なった。

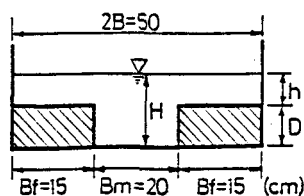


図-1 実験装置

3. 実験結果及び考察 : 図-2は、流下方向平均流速Uの横断方向分布を示す。流速は径深を用いたエネルギー勾配法による摩擦速度 u_* で、接合部からの距離は低水路幅 b_m および高水敷幅 b_f でそれぞれ無次元化される。Uは高水敷壁面の影響を受け高水敷上では小さいが、低水路内に向かうにつれて増大する。また、接合部付近で流速が極小値を取る傾向もみえ、この傾向は低水路水深を高水敷高さで除した相対水深(H/D)が大きいほど、顕著となる。²⁾図-3は接合部付近でのUの速度勾配を示したものである。縦軸には粗面と滑面の比が、横軸には高水敷上から計測点までの高さを高水敷上水深で除した計測断面高さ(z/h)が、それぞれ採用される。同図より、相

表 水理条件					
ケース	壁面状態	相対水深 (H/D)	河床勾配	流量 (cm^3/s)	Re 数
C-1	滑面	1.1	1.8×10^{-4}	1200	5000
C-2	滑面	1.4	"	1620	5510
C-3	滑面	1.6	"	1800	5840
C-4	粗面	1.1	"	1260	5160
C-5	粗面	1.4	"	1670	5370
C-6	粗面	1.6	"	1900	6050

対水深のいかんにかかわらず、速度勾配は粗面の方が1.5~2.5倍程度大きくなるのがわかる。また、相対水深が小さい方では、滑面でも速度勾配が水面近くまで大きくなるとい傾向が見受けられる。図-4は、接合部より5mm低水路側の地点($y=5\text{mm}$)における流速Uの

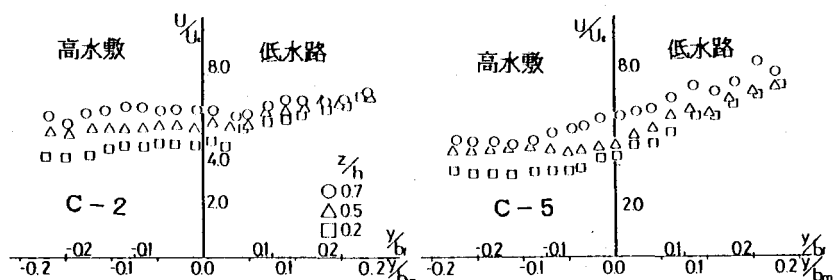


図-2 平均流速Uの横断方向分布

Akira NURITA, Teruyuki FUKUHARA and Kazuhiro YAMAUCHI

鉛直方向分布を示す。縦軸に接合部からの距離を高水敷高さで無次元化された値が使用される。同図より、粗面・滑面にかかわらず、相対水深の大きい場合、接合部より上ではUは、接合部から離れるに従って単調増加をするが、低水路内では大きな変化は生じないことが知れる。また粗面・滑面による分布形の差異は見とめられない。

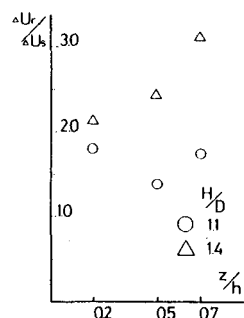


図-3 接合部での速度勾配

図-5は、乱れ強度 u' の横断方向分布であり、 u' は u_* で無次元化されている。乱れ強度は相対水深の大小にかかわらず、粗面の方で大きくなる。また、滑面の場合 u' は高水敷側から接合部に近づくとつれて増加し、接合部付近で極大値をとり、低水路中央に向って再び減少する。この現象は滑面でも相対水深が小さい場合に現われやすい。粗面の場合に極大値の現われない原因として、高水敷上の粗度の影響が接合部を越えて低水路内にまで及び、低水路内の乱れを増大させているためと考えられる。

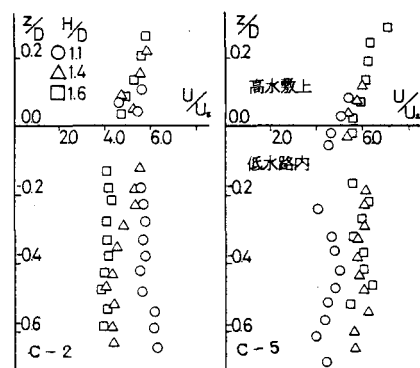


図-4 平均流速Uの鉛直方向分布

図-6は u' の鉛直方向分布を示す。高水敷の粗度要素により、乱れ強度は低水路内の全計測領域にわたり増加しており興味深い。滑面で u' は接合部付近で極大値を示したのち、低水路内に入った地点 ($z/D \approx 0.6$) で極小値を示

す傾向があるが、粗面ではこのような傾向は認められない。

4. 結論 :

(1) 複断面流れにおいては高水敷の存在

のため高水敷上の流速の遅滞化が生じる。この傾向は粗面の場合に顕著となり、接合部付近の流速勾配が増大する。(2) 高水敷上の粗度要素は低水路内の流れにも影響を及ぼしており、乱れ強度は粗度要素により、高水敷・低水路を問わず計測範囲内において 1.5~2.0 倍程度増大する。(3) 粗度要素は高水敷、低水路を問わず乱れの等方化を助長する。(4) 以上より、高水敷上の粗度要素は接合部付近の相互作用を明確にさせる(強める)ような働きを持つことが分かった。

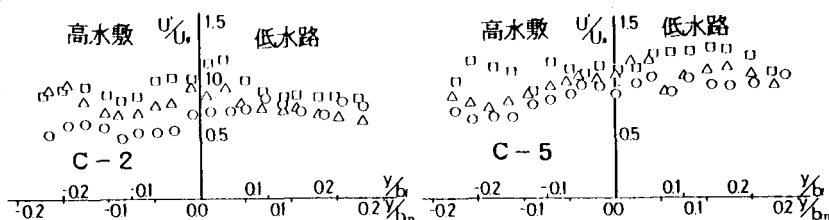


図-5 乱れ強度 u' の横断方向分布

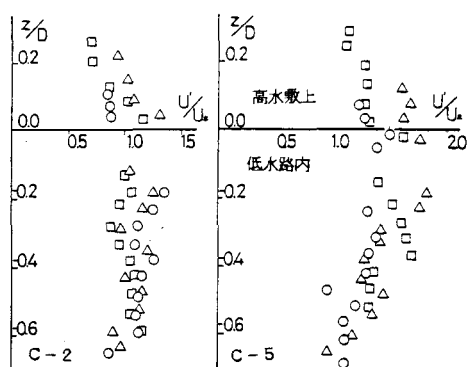


図-6 乱れ強度 u' の鉛直方向分布

(参考文献) 1) 室田・福原: 昭和60年度関支 2) 今本・石垣: 京大防災研年報, 1982