

II-363

複断面接合部における組織的乱流運動の形態の変化

埼玉大学大学院 学生員 藤野 毅
 宇都宮大学工学部 正 員 池田裕一
 宇都宮大学工学部 正 員 須賀亮三

1. はじめに： 複断面水路の流れでは、高水敷と低水路の接合部において複雑な組織的乱流運動が発生しており、接合部における運動量の交換や浮遊砂の輸送に大きな影響を及ぼしている¹⁾²⁾。接合部の乱流構造は低水路と高水敷の速度差から生ずる渦度³⁾と、河床面で生ずる渦度の影響により非常に複雑なものとなっており、これらの定性的な因果関係は未だに不明なままである。そこで本研究では、河床から生ずる渦糸を強調するような実験を行い、流れを可視化することによって、これら2種類の渦構造が複断面特有の組織的乱流運動に対してどのような役割を果たしているかを調べてみた。

2. 実験装置及び実験条件： 実験は、水路勾配を1/1000として等流状態のもとで行った。河床から生ずる渦糸を強調するために高水敷底面と法面に棧を1箇所設置して剥離渦が生ずるようにし、棧の背後における流れを観察した。流れの可視化には水素気泡法を用い、棧の上部と、水面近くの高さの所に横断方向にわたって白金線を張り、タイムラインを発生させるようにした(図1参照)。比較条件として、①低水路と高水敷の水深差が大きく、両者の間に大きな流速差が生じている場合。②相対的水深差が小さく、水面近くにおける低水路と高水敷の流速差はほとんど生じない場合。さらにそれぞれの実験条件のもとで、高水敷法面勾配が90°と45°の2種類の場合について観察を行った。

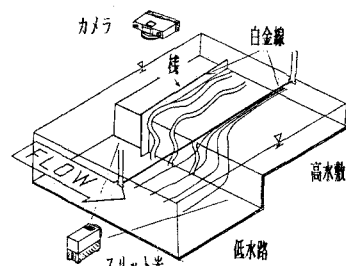


図1 実験装置概略

3. 結果及び考察： はじめに高水敷法面勾配90°で、シリーズ①の条件下で観察をした。この場合での水面近くの流速分布を図2に示す。まず棧のない状態でタイムラインの動きを観察すると、接合部付近の低水路の水塊が間欠的に水面に向かって上昇しながら高水敷上に流入し、大規模な渦構造が間欠的に発生していることがわかった(写真1)。このような渦構造は、渦軸の向きから見ても速度差に起因するものと考えられる。次に棧を設置して河床の流れを観察すると、高水敷法面に設置した棧背後の剥離領域から渦が間欠的に放出され、そのまま流下していくことが確認された。ただし、棧のない場合で生じていたような流速差による大規模渦はここでも発生しており、棧から放出される渦の中には大規模渦の通過にともない発生するものもあった(写真2)。このシリーズでのそれぞれの渦の発生周期を計ると棧から放出される渦のほうが大規模渦よりも短く、大規模渦の発生周期や規模は棧の有無にかかわらず変化しないことがわかった。以上のことからこのシリーズでの組織的乱流運動の支配要因は、河床から生じた渦度による影響は小さく、高水敷と低水路の流速差から生じた渦度がかかなり支配的であることがわかった。次にシリーズ②の条件下で観察をした。この場合での水面近くの流速分布を図3に示す。このときは水面近くにおいてシリーズ①で見られたような流速差による大規模渦は生じていない。ただし今度は、棧から間欠的に放出された渦が流下するにつれて、高水敷先端の部分が自己誘起速度によって頭をもたげ、馬蹄形渦に成長していくというシリーズ①とは大きく異なる現象が明瞭に観察された(写真3)。このことから、このシリーズでは河床面で生じた渦度の影響が支配的であり、同じ複断面流れでも水深によっては、組織的乱流運動を支配する要因が全く別のものになることがわかった。

次に以上の実験を高水敷先端法面勾配45°に変えて行った。シリーズ①では流速分布の形状が90°のときは少々異なっているが、流速差による大規模渦はここでも発生しており、流速差による渦度の影響が乱流運動を支配していることがわかった。ただしその様相は、90°のときと比べて全体として大きく、特に横断方向に大きく広がりを見せていることが確認された。これは断面形状が水塊の横

断方向の移動に有利に作用したためと考えられる。次にシリーズ②では、90°のときと同様に高水敷先端から馬蹄形渦が生成されるのが確認できた。ただし90°のときと比べて馬蹄形渦の規模や渦糸の自己誘起速度による変形は小さく、その理由として高水敷先端部分の曲率が小さくなったことが挙げられる。以上のことから、断面形状が同じように変化しても、乱流運動を支配する要因についての定性的な因果関係は同じであることがわかった。さらに、支配するメカニズムによって流れの傾向が全く異なることがわかった。

参考文献：1)福岡ら，第30回水講，1986。 2)今本・石垣，第45回年講，1990。

3)Tamai, Asaeda, Ikeda, W. R. R. 1986.

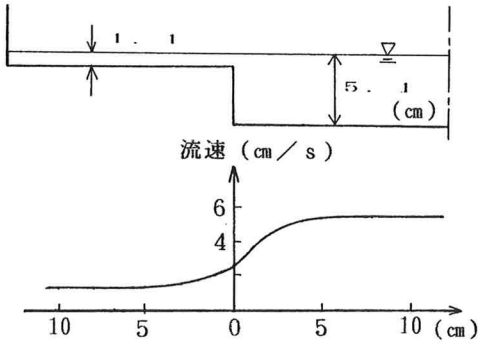


図2 シリーズ①の水深と流速分布

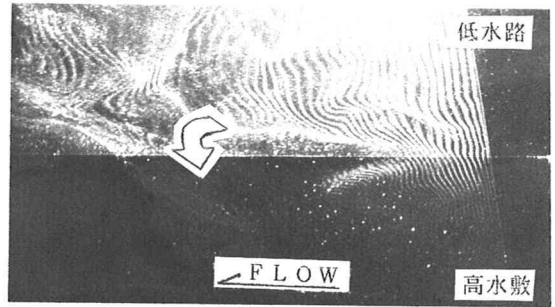
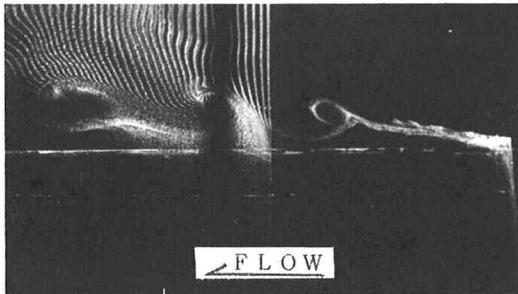
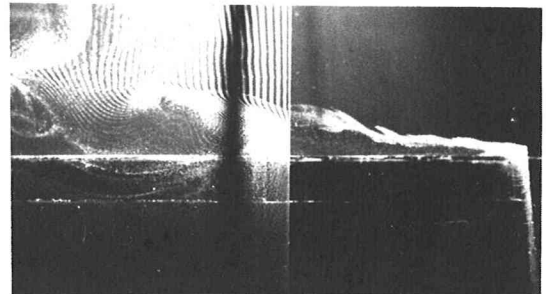


写真1 大規模渦(栈無)



栈から放出される渦



大規模渦

写真2

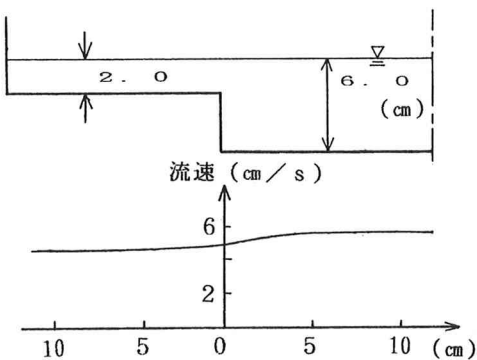


図3 シリーズ②の水深と流速分布

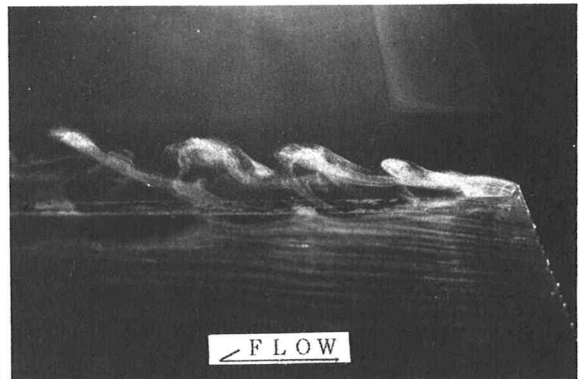


写真3 馬蹄形渦