

複断面直線河道における水制群の効果に関する研究

広島大学大学院
広島大学工学研究科

学生会員
フェロー会員

○春名聡志
福岡捷二

静岡県庁
国土技術政策総合研究所

正会員 中戸川達矢
正会員 川口広司

1.はじめに

日本の河川の中下流部における横断面形は、その多くは複断面形状である。複断面直線河道では、高水敷上の流れと低水路内の流れの流速差により、その境界に沿って大きな混合が発生する¹⁾。この混合を引き起こす大規模平面渦や斜昇流が低水路河岸沿いに周期的な河床洗掘を引き起こす。このような洗掘を制御するために複断面直線水路においても水制工の設置が考えられる。著者らは、複断面直線水路における最適な水制間隔がD/L（水制間隔Dと水制長Lの比）=10であることが明らかにし²⁾、本研究では、D/L=10の条件で設置された水制工が河床形状や抵抗特性に及ぼす影響について検討し、最適な水制工の諸元を明らかにすることを目的とする。

2.実験方法

実験に用いた水路を図-1、2に示す。この水路に高さ3cm、長さ15cmの水制工を最適な間隔D/L=10で配置し、水制の高さは、高水敷高さの1/2としている。実験条件を表-1に示す。斜字体で表されているCase2、5は相対水深0.33で、前述の実験の条件であり、この実験条件を軸に相対水深の大きいケース、小さいケースを設定した。相対水深0.45は、実河川で見られる洪水時のほぼ最大値に相当し、相対水深0.25は、中規模な洪水に対応し、相対水深の違いの影響を検討するために行うものである。

3.実験結果及び考察

図-3(a)～(d)に平衡状態に達した低水路内の河床変動コンターを示す。図-3(a)は水制のないCase1の河床変動コンターである。低水路兩岸の河床では周期的な洗掘と堆積が交互に見られる。これは低水路と高水敷の境界付近に発生した流速差に起因する大規模平面渦によるものである。図-3(b)に水制のあるCase4の河床変動コンターを示す。水制群の配置と抵抗に応じた河床形状が形成され、周期的な渦は非発生のため、それによる洗掘は見られない。水制域では水制群の効果により流速が減少し、掃流力が小さくなったため土砂が堆積している。一方、主流域では水制群による水刎ね効果により流れが主流域に集中し掃流力が増加したため河床低下が生じている。図-3(c)に水制のないCase3の河床変動コンターを示す。低水路兩岸の河床に顕著な洗掘と堆積が繰り返し現れ、Case1における河床形状と似た傾向を示している。しかし、その規模は大きく異なる。これは主流域で掃流力が増加したためである。図-3(d)に水制のあるCase6の河床変動コンターを示す。水制域に河床変動が及ぶようになり、Case1で見られたような土砂の堆積は見られない。相対水深の増加に伴い水制が相対的に低い構造となり、水制域で流速が増加したことが水制域で河床変動を大きくさせ

表-1 実験条件

シリーズ 実験番号	A(水制なし)			B(水制あり)		
	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Case6
流量:Q (l/s)	33.0	42.5	58.4	33.0	42.5	58.4
低水路水深:H (cm)	8.0	9.0	11.0	8.0	9.0	11.0
高水敷高さ:h (cm)	6.0			6.0		
高水敷水深:H-h (cm)	2.0	3.0	5.0	2.0	3.0	5.0
相対水深:Dr	0.25	0.33	0.45	0.25	0.33	0.45
初期河床勾配	1/350					

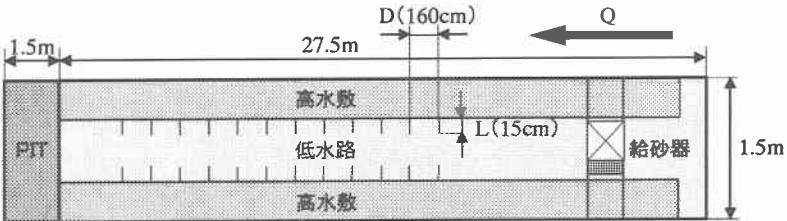


図-1 水路平面図

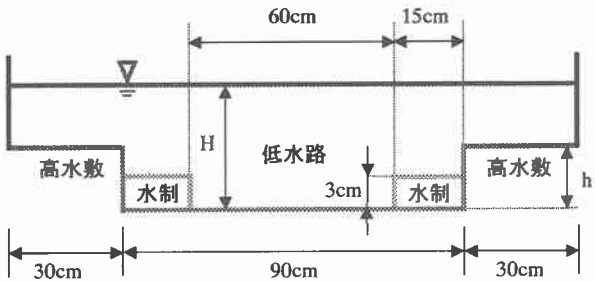


図-2 水路横断面図

た要因であると考えられる。しかし低水路兩岸の河床洗掘は水制のない Case3 に比して小さく、水制の存在が水平渦の発達を抑えている。図-4 に、水制工の効果を見るため各ケースの相対水深と低水路兩岸の最大洗掘深の関係を示す。最大洗掘深は低水路兩岸における局所洗掘深の最大値で、水制先端の局所洗掘深は含まれていない。水制のないケースでは、低水路兩岸で著しい河床洗掘が生じているが、水制の設置によって洗掘深が小さくなっている。図-5 に各ケースの相対水深と相対粗度、河床波の波高の関係を示す。水制群を含めた流れに対する抵抗を相対粗度 K_s/H として評価し、相当粗度 K_s は対数分布則より算出した。流れに対する抵抗の主な要因は低水路と高水敷の境界付近に発生する混合の影響とその流れ構造によって引き起こされた河床波によるもの、水制自身によるものである。Case1 と Case4 を比較すると、水制の設置により流れに対する抵抗が大きくなっている。これは Case1 における河床波の波高が水制高よりも小さな値を示していることから、Case4 では水制自身の抵抗が河床波の抵抗に加わって、全体の抵抗が大きくなったと考えられる。Case2 と Case5 を比較すると、流れに対する抵抗はほぼ同じである。Case2 における河床波の波高は水制高とほぼ同じ値を示していることから、水制自身の抵抗は Case2 における河床波の抵抗と同程度であり、結果として、水制の設置によっても水制のない場合と同程度の抵抗に保たれたものと考えられる。Case3 と Case6 においても Case2 と Case5 の比較と同様なことが指摘できる。以上のことから、 $D/L=10$ で水制のない場合の河床波の波高と同程度の高さで水制群を設置すると、流れに対する抵抗を小さく保ちながら低水路河岸の河床洗掘を減ずることが可能である。

4. 結論

複断面直線水路において $D/L=10$ 、高水敷高さの半分の高さで設置した水制群は、相対水深が 0.25~0.45 の水理条件のもとで、低水路兩岸の河床洗掘を軽減する。さらに水制工の高さが河床波の波高と同程度となる相対水深 0.33~0.45 の水理条件のもとでは、流れに対する抵抗を小さく保つことができる。

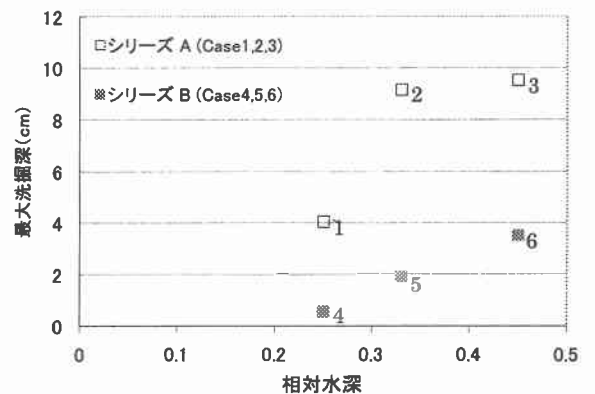
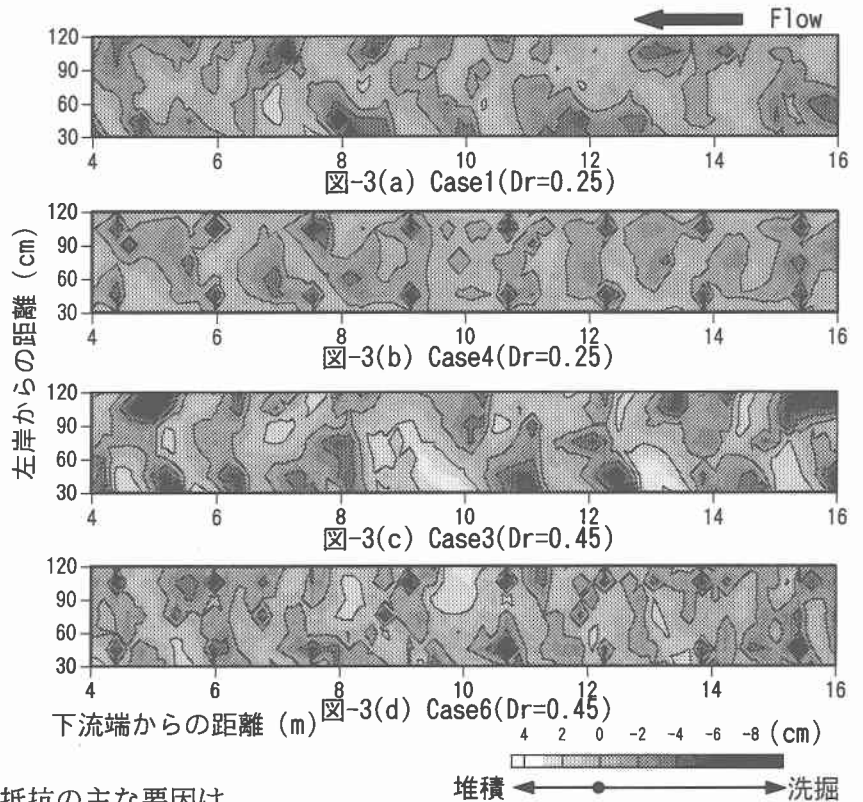


図-4 相対水深と最大洗掘深

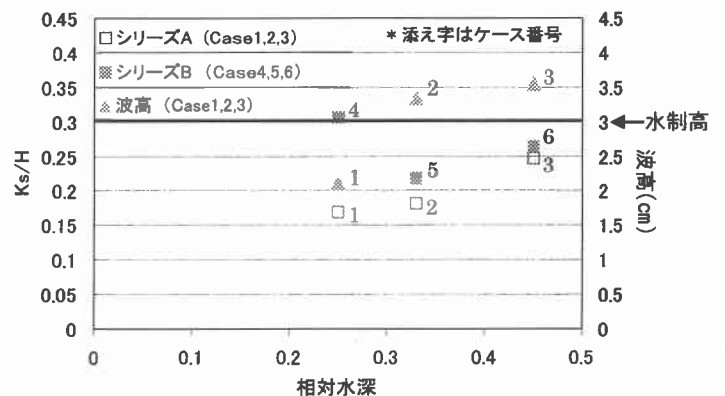


図-5 相対水深と相対粗度