

水制工まわりの流況に関する実験的研究

九州工業大学工学部 学生員 ○斎藤 耕二、山口 学
同 上 正 員 秋山 壽一郎、浦 勝

1. はじめに

水制工は、河川における水流の制御、局所洗掘の防止などを目的として、古くから用いられているものであるが、水制の設置に当たって、その抵抗特性、水制まわりの水理特性、さらにそこでの河床の洗掘・堆積特性などが問題となる。最近では、水制工は多自然型河川工法における重要な工法のひとつとして注目されており、河道の設計法のひとつとして、水制まわりの流況や河床変動についての精度の良い数値計算手法の確立が強く望まれている。本研究は、不透過水制まわりの流況の把握とそのような数値計算法の確立に必要な資料を得ることを目的として行ったものである。

2. 実験

実験装置は、全長20.5m、幅0.5m可変勾配水路の左岸側に上流端から10.0mの位置とその上・下流に1個ずつ、計3個の不透過水制(長さ15cm×幅5cm)を水路に直角に等間隔で設置したものである。実験は非越流状態を想定し、表1に示す条件下で行った。表中の流速 U と水深 H は $x=0$ 点での断面平均値である。CASE1とCASE2は常流の場合で、CASE3は常射流が混在した場合である。いずれのCASEでも、水深を容量式波高計(KENEK社製)、流速を2次元電磁流速計(KENEK社製)で計測した。サンプリング間隔、計測時間はそれぞれ0.05秒、50秒である。なお、流速測定は全ての測定点において水深の6割の高さで行った。

表1 実験条件

	CASE1	CASE2	CASE3
流れの状態	常流		常射流混在
水制間隔 c (cm)	30.0	50.0	30.0
流量 Q (cm ³ /s)	9980.9	9980.9	14877.3
平均流速 U (cm/s)	24.43	24.74	35.85
平均水深 H (cm)	8.17	8.07	8.30
水路床勾配 i	1/1695	1/1695	1/164
レイノルズ数 Re	18 161	18 167	27 075

3. 実験結果

図1にCASE1の場合の等水深図、ベクトル図、等Froude数図をそれぞれ示す。不透過水制に特有の水跳ね効果のために水制の外側で水深と流速のみならず、Froude数も増加していることがわかる。また、1番目と2番目の間で発生している水平循環流の方が2番目と3番目よりも強いことがわかる。図2にCASE2の場合の等水深図、ベクトル図、等Froude数図をそれぞれ示す。CASE2では水制間隔を表1のように変化させたが、その流況はCASE1とほぼ同様であった。さらに、再付着点の位置は水制長の5倍以上で変化するとされているが⁽¹⁾、CASE1では水制長の7.3倍、CASE2では8.3倍程度であった。

図3にCASE3の場合の等水深図、ベクトル図、等Froude数図をそれぞれ示す。CASE3では、CASE1および2の常流の場合とは異なり、複雑な流況となるが、水制の外側で水深が低下するとともにFroude数が増加しており、一部に射流域がみられる。なお、水制のほぼ4.0m上流で波状跳水が発生している。また、再付着点の位置はCASE3では水制長の1.5倍程度であった。

水制先端部からは、平均流速と特徴スケールに応じてほぼ一定の周期で水平剥離渦が放出される。図4にCASE2の場合の水面変動スペクトル密度関数の一例を示す。それぞれ水制近傍のa点(50,25)、b点(105,25)、c点(160,25)におけるものである。a、b、c点で $f=0.8$ 、1.1、1.32Hzあたりに鋭いスペクトルのピークがみられるが、この卓越周波数 f より、波長 $l=U/f$ より算出したところ、それぞれ $l=60.0$ 、38.5、32.4cmであった。流下方向に渦の波長が減少しており、これは1番目の水制より発生した剥離渦が2、3番目の水制によって影響を受けているためであると考えられる。

参考文献：(1)Schmidt et al.(1991) WRR, Vol.29, No.8.

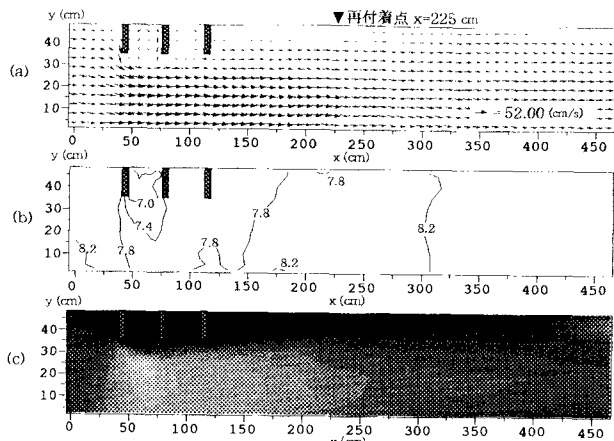


図 1 CASE1の流況図
(a: 流速ベクトル図, b: 等水深図, c: 等フルード数図)

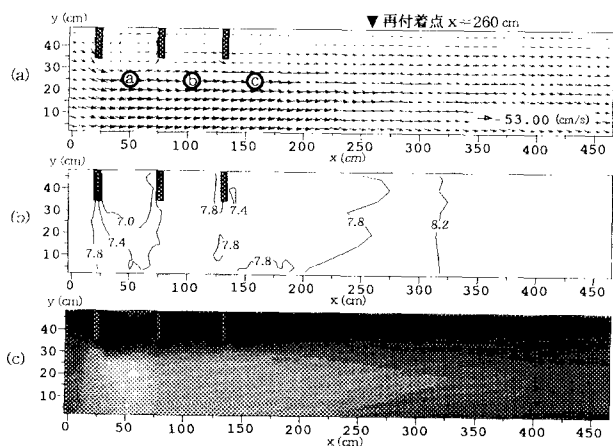


図 2 CASE2の流況図
(a: 流速ベクトル図, b: 等水深図, c: 等フルード数図)

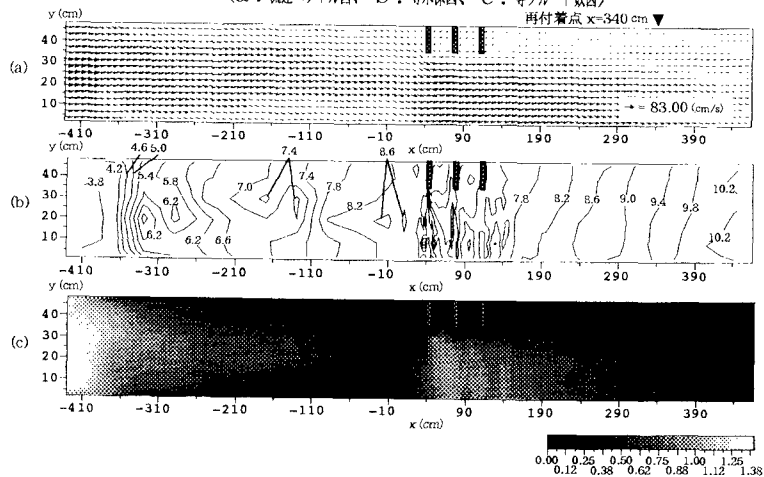


図 3 CASE3の流況図
(a: 流速ベクトル図, b: 等水深図, c: 等フルード数図)

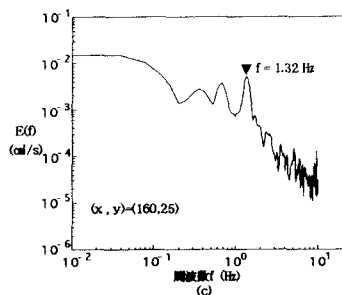
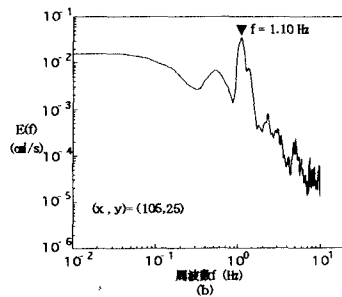
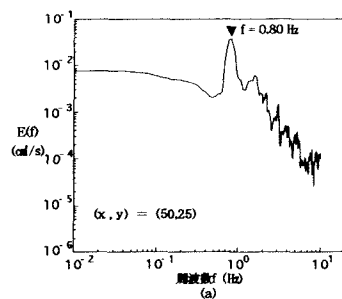


図 4 水面変動スペクトル (CASE2)
(a: a点, b: b点, c: c点)

