

越流型水制群による流れの制御

熊本大学工学部 学生員 ○平川 隆一
熊本大学工学部 正 員 大本 照憲

1. はじめに

前報¹⁾では、越流型水制群における水制の向きが、局所洗掘および流れに与える影響について検討を行った。その際、使用した電磁流速計は、境界面近傍では測定精度が低く、周波数応答特性が低いために高周波成分の乱れは捉え切れないという問題が生じた。そのため本研究では、周波数応答特性の高いホットフィルム流速計を用いて、水制を両岸に設置し左右対称とした固定床実験を行い、越流型水制の向きが流れに与える影響について検討した。

2. 実験装置および方法

実験に用いた水路は、長さ10m、幅40cmの亚克力樹脂製可変勾配水路である。水路両岸には、幅18mm、高さ18mm、長さ7.5cmの直方体の木片で作られた水制を15cmの間隔で設置した。なお、水制の向きは、直角($\theta=0^\circ$)、上向き($\theta=10^\circ$)および下向き($\theta=-10^\circ$)の3種であり、水制群は流下方向に21基で構成されている。流速測定には、二成分ホットフィルム流速計を使用し、流速の主流方向成分と横断方向成分、および横断方向成分と鉛直方向成分の同時計測が同一地点で行われた。計測結果は、サンプリング周波数100HzでAD変換した後、一測点4096個のデータに関して統計処理を施した。なお、座標系は図-1の様に右岸側の上流から11基目の水制根付部の河床位置を原点とし、主流方向にx軸、横断方向にy軸、鉛直上方にz軸を取り、実験条件は表-1に示す通りである。

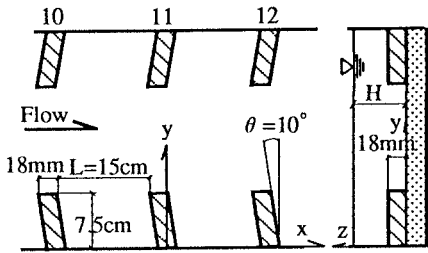


図-1 越流型水制の概略

表-1 実験条件

流量	$Q=5.84(l/sec)$
水深	$H=5.0cm$
平均流速	$U_m=29.22cm/sec$
摩擦速度	$U_* = 2.21cm/sec$
水路勾配	$I_0=1/1000$
レイノルズ数	$Re=14612$
フルード数	$Fr=0.42$

3. 平均流特性

直角、上向および下向の3種の両岸水制群において先頭より11基目と12基目の水制間における主流速の横断分布を図-2に示す。図より主流速は、全般的に $y>7.5cm$ の水制域外では上向水制の方が下向水制の場合に較べて最大で断面平均流速の約20%大きく、 $y<7.5cm$ の水制域内の側岸近傍で逆に下向水制の方が上向水制の場合に較べて最大で断面平均流速の約30%大きいことが分かる。主流速が水制域外で上向水制の方が下向水制の場合に較べて大きいのは、上向水制群の方が下向水制群に較べて主流部で水位が低くなるためである。一方、水制域内では、前報で指摘した様に、上向水制においては、水制域外の流体塊は水制間の底層に沿って側方から水制域

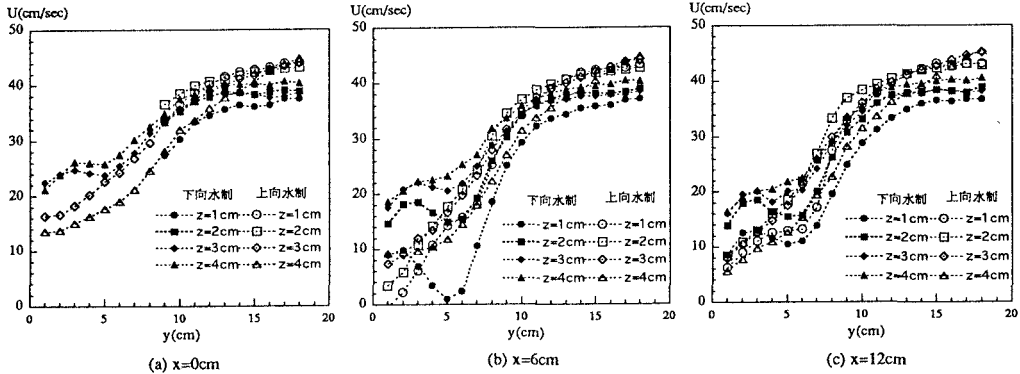


図-2 主流速の横断分布

内に流入し、水制直上流から側岸に沿って上昇し、水制上を乗り越える形で水制域外に流出し、一方、下向き水制においては、水制域外の高速流体塊は水制上を乗り越えて水制域内に流入し側岸に沿って下降し、水制直上流の前面に沿って水制域外に流出する運動形態を取ったことによる。

4. 乱れ特性

水制より直上流に当たる $x=12\text{cm}$ における乱れエネルギー、 ∇/∇ 応力 $-u'v'$ および $-u'w'$ の横断分布をそれぞれ図-3～図-5に示す。図-3から乱れエネルギーは、ほぼ全領域において下向き水制の方が上向き水制の場合に比べて大きく、両者とも水制先端部の $y=7.5\text{cm}$ 近傍で極大値を示すことが分かる。乱れエネルギーの発生項である ∇/∇ 応力の極大値は、 $-u'v'$ に比べて $-u'w'$ の方が大きく横断方向の運動量輸送が鉛直方向に比べて卓越していることが分かる。但し、下向き水制の $x=6\text{cm}$ においては、逆に $-u'v'$ に比べて $-u'w'$ の方が大きくなることが認められた。また、 $-u'v'$ は全般的に下向き水制の方が上向き水制の場合に比べて大きく、乱れエネルギーに対応していることがわかる。なお、 $-u'v'$ が水制域内の底面付近で負の値を取るのは高速流体塊が水制を乗り越えて水制域内に進入し、側岸近傍で流速が大きくなったことによる。 $-u'w'$ は、半水深より上層において下向き水制では正の値を取り、上向き水制では負の値を取り、主流速の鉛直分布と対応していることが分かる。流速変動の時系列を、図-6および図-7に示す。直角および上向き水制では、あまり明瞭に現れていない低周波の変動が下向き水制に認められ、その周期は約3～4秒であることが分かる。下向き水制における卓越周波数の存在は、水制域外からの高速流体塊の流入が周期的変動を有していることが推察される。なお、周波数特性についてはスペクトル解析を通して検討する予定である。

参考文献

1) 大本照憲、井手賢正：越流型水制群に対する二次流と流砂の応答について、土木学会第52回年次講演会第II部,1997

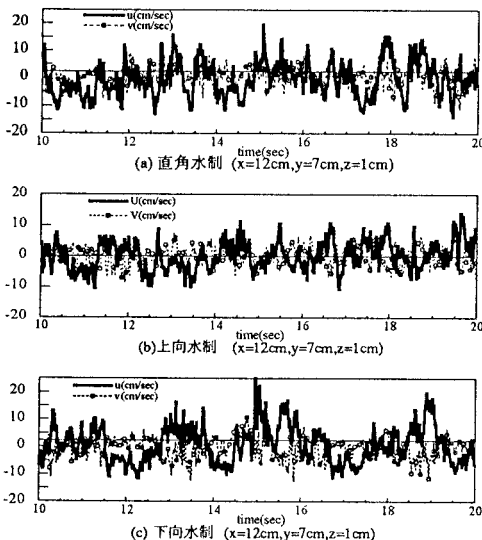


図-6 主流速成分と横断流速成分の時系列

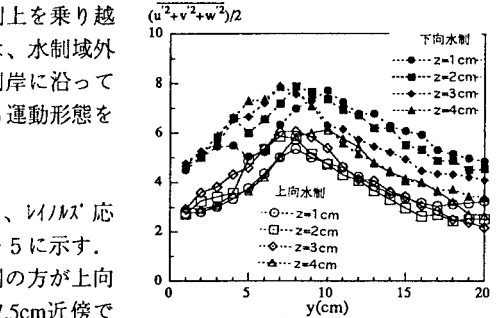


図-3 乱れエネルギーの横断分布($x=12\text{cm}$)

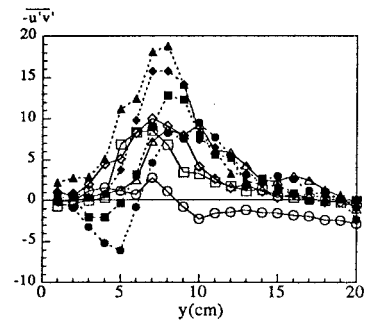


図-4 ∇/∇ 応力 $-u'v'$ の横断分布($x=12\text{cm}$)

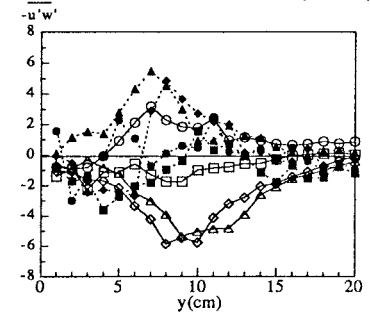


図-5 ∇/∇ 応力 $-u'w'$ の横断分布($x=12\text{cm}$)

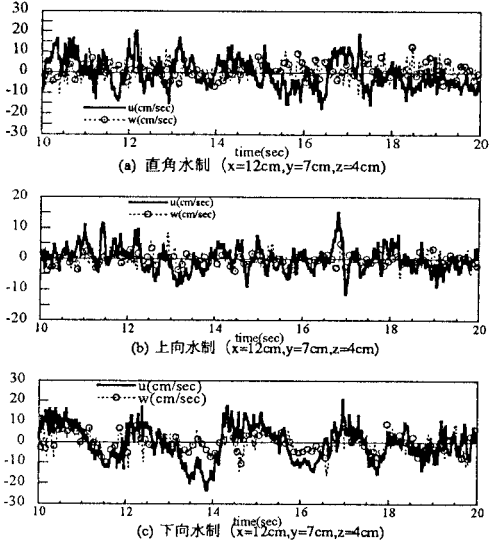


図-7 主流速成分と鉛直流速成分の時系列