

越流型水制群に対する二次流と流砂の応答について

熊本大学工学部 正 員 ○大本照憲
熊本市 正 員 井手賢正

1 はじめに

水制には、河岸近傍の流速低減効果および水はね作用としての流向制御効果の2つの働きが有ることは知られている¹⁾が、越流型水制群において水制の向きが二次流および流砂に与える影響については不明の点が多い。

前報²⁾において著者等は、越流型水制群を水路片岸に設置し、水制の向きが流れに与える影響について検討を行った。本研究では、水制長を全報の1.5倍に取り水制の流れへの影響を強めた場合および水制を両岸に設置し、左右対称とした場合で実験を行い、越流型水制の向きが流れおよび流砂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。移動床実験では、河床材料として、中央粒径 $d_{50}=0.94$ mmの均一に近い珪砂を用いた。河床材料は水路全域に互って厚さ6cmで一様に敷均し、幅18mm、高さ30mm、長さ7.5cmの直方体の木片で作られた水制を、図-1に示すように初期河床から高さ $\Delta=18$ mm、その間隔が水制長の2倍となるように設置した。実験は、静的平衡河床を対象とし、上記の境界条件および表-1の水理条件で通水され、120分経過後に超音波測深器により河床形状の測定が行われた。固定床実験では、同一の水路に、幅18mm、高さ18mm、長さ7.5cmの直方体の木片で作られた水制を水制長の2倍の間隔で設置した。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、水制群は固定床実験および移動床実験ともに流下方向に21基で構成されている。流速測定には、二成分電磁流速計を使用し、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。

3 実験結果

座標系は、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軸を取る。図-2は、直角、上向および下向の3種の没水型水制群における各水制周辺の極大洗掘深を示す。全般的に、極大洗掘深は下向水制が最も大きく続いて直角水制、上向水制の順になっている。また、極大洗掘深の流下方向変化は、水制4基目～11基目の範囲では何れの水制も一

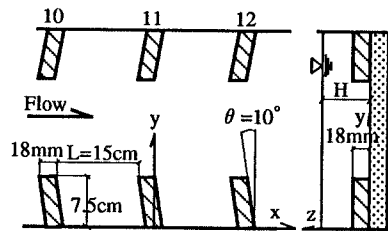


図-1 水制群概要

表-1 実験条件

流量	$Q=5.83(l/sec)$
水深	$H=5.0cm$
平均流速	$U_m=29.88cm/sec$
摩擦速度	$U_* = 2.21cm/sec$
水路勾配	$I_b = 1/1000$
$1/\nu k_s'$ 数	$Re = 14940$
フルード数	$Fr = 0.43$
無次元掃流力 τ_*	$\tau_* = 0.032$
砂粒 $1/\nu k_s'$ 数	$Re_* = 20.8$

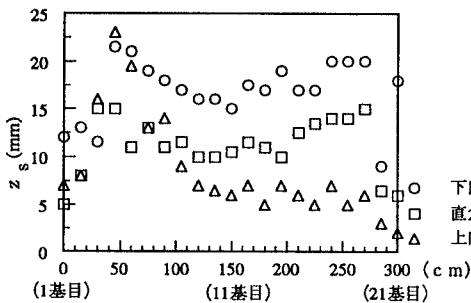


図-2 極大洗掘深の流下方向変化

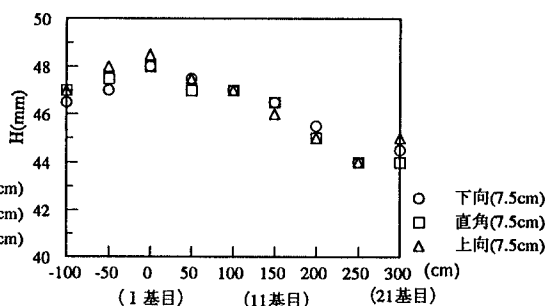


図-3 水位Hの流下方向変化

キーワード：越流型水制、二次流、流砂、局所洗掘

〒860 熊本市黒髪2-39-1 TEL 096-342-3543 FAX 096-342-3507

様に減少し、12基目～18基目の下流域では、上向水制ではほぼ一定で、河床は平衡状態に達しているが、直角水制と下向水制の場合には、上昇傾向に転じていることが分かる。なお、何れの水制群も先頭から3基目までの水制および最後尾の21基目の水制は、河床からの高さを $\Delta/2=9\text{mm}$ としているため、水制周辺の極大洗掘深が小さく押さえられている。図-3は、水路中央における水位の流下方向変化を示したものである。何れの水制においても水制群の堰上げ効果により水制直上流域では水位の上昇を示し、水制設置区間では、1基目～11基目における水位の低下傾向は12基目～18基目のそれに較べて強く現れていることが認められる。極大洗掘深が12基目以降の下流域において増大したのは、この位置から水位の低下により加速流が強まったことが原因と考えられる。図-5は、直角、上向および下向水制群における先頭より11基目と12基目の水制間における主流速の等値線および二次流ベクトルを示す。図より直角水制では主流速の等値線は、全般的に河岸に向かって突出し、自由水面付近で主流速が小さくなっていることが認められる。また、計画箇所では水制域内の主流速は減少しているものの逆流域はなく、水制域内に特有の循環領域は小さいことが予想される。この原因としては、水制が没水型であり、越流により運動量が輸送されることと水制長が比較的小さいことが挙げられる。二次流の水平成分Vは全般的に側岸方向に向きを取り水制域外の底面近傍では水路中央部に向きを取ることが認められる。二次流の鉛直成分Wは、 $x=3\text{cm}\sim 9\text{cm}$ の範囲では全般的に下降流となり、 $x=0\text{cm}$ および 12cm では水面近傍を除けば上昇流が発生し、特に $x=12\text{cm}$ では側岸付近で強い上昇流が発生している。直角水制の場合と比較して上向水制に関しては、主流速の等値線は全般的に類似の傾向を示すが、 $x=9\text{cm}$ では主流速が水面付近に較べて底面付近で大きな値を示していることが異なる。また、二次流については、水平成分Vは水制域内では底面近傍で河岸に向かう方向を取り、水面近傍で水路中央に向かう方向を取り、鉛直成分Wは $x=3\text{cm}\sim 9\text{cm}$ の水面付近で下降流となっているが、水制より3cm上流の $x=12\text{cm}$ では底面付近に顕著な上昇流が現れ、側岸付近で強くなっていることが分かる。下向水制における主流速の等値線は、直角および上向水制と比較して、水制域内では水路隅角部に突出した形で、主流速の横断変化が小さく相対的に鉛直変化が大きくなっており、特に側岸近傍の主流速が直角、上向水制に較べて遥かに大きく2倍近い値を示していることが分かる。二次流に関しては、横断方向成分Vは、水制域内では上向水制に較べて逆方向を示し、水面近傍で側岸方向、底面近傍で水路中央方向に向きを取ること、および水制域外の底面近傍では水路中央方向に向き取り、特に $x=0\text{cm}$ の水制設置位置で大きいことが注目される。鉛直成分Wは水制域内では全般的に下降流を示し、特に側岸付近で顕著となっていることが分かる。

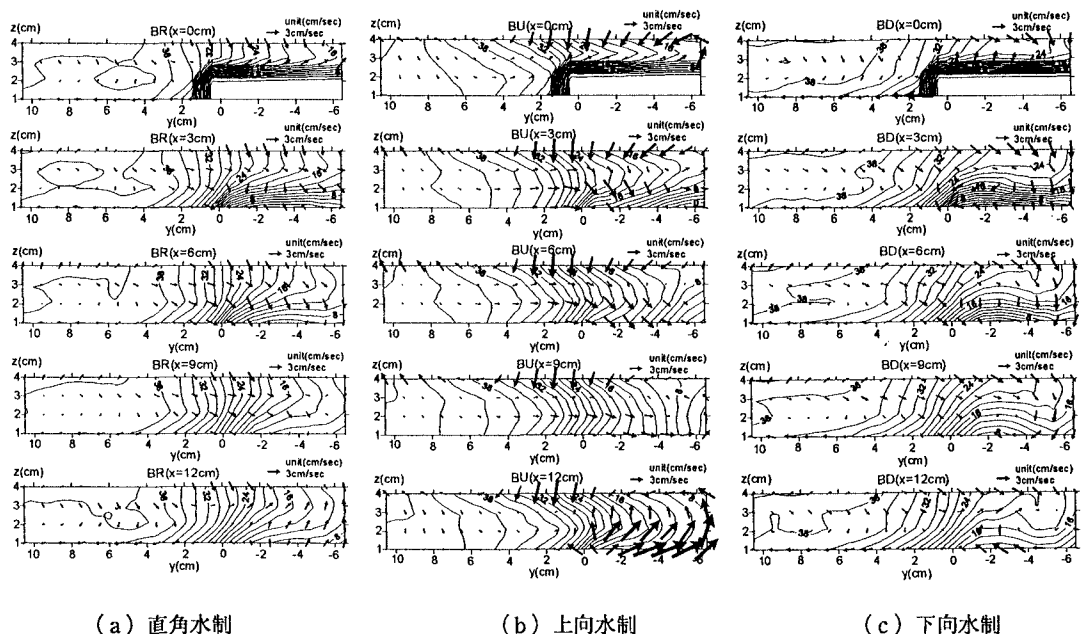


図-4 主流速の等値線および二次流ベクトル（水路両岸に水制群を設置した場合）

参考文献 1)山本晃一:日本の水制、山海堂出版、1996 2)井手,大本,鶴岡:土木学会第51回年次講演会第II部,1996