

没水型水制群による流れと流砂の制御

熊本大学大学院 学生員 ○井手賢正
熊本大学工学部 正 員 大本照憲

1 はじめに

水制には、側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¹⁾ことは知られているが、没水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、没水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考察を行った。本研究では、水制長を全幅の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兩岸に設置し、左右対称とした場合で実験を行い、没水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亘って厚さ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。

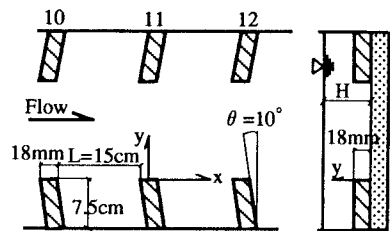


図-1 水制群概要

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	$I_0=1/1000$
レイノルズ数	$Re=14940$
フroude数	$Fr=0.43$
無次元掃流力	$\tau_* = 0.032$
砂粒レイノルズ数	$Re_* = 20.8$

3 実験結果

座標系は、上流から11基目の水制先端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 z_s (mm)

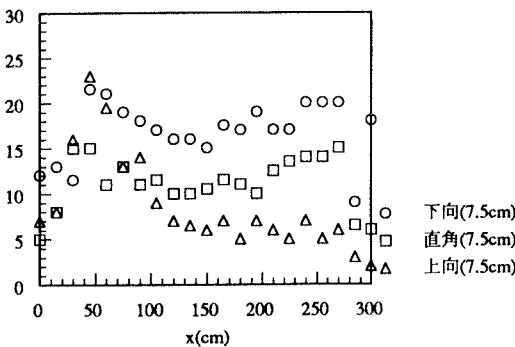


図-2 極大洗掘深の流下方向変化

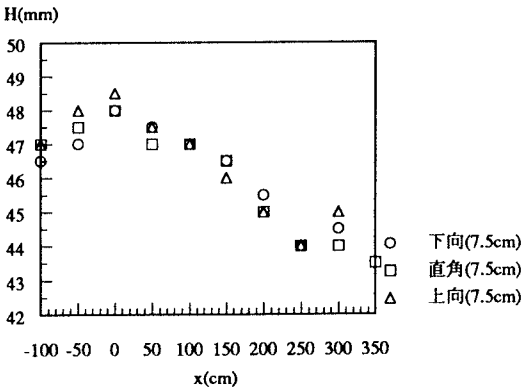


図-3 水位Hの流下方向変化

流下方向変化は、 $x=45\text{cm}\sim 150\text{cm}$ の範囲では何れの水制も一様に減少し、 $x=150\text{cm}$ より下流では、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、水制群の中央位置である $x=150\text{cm}$ よりも下流以降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、3基目までの水制および21基目の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上流域では水位の上昇傾向を示し、水制設置区間では、 $x=0\text{cm}\sim 150\text{cm}$ における水位の低下傾向は $x=150\text{cm}\sim 250\text{cm}$ 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 150cm 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主因と考えられる。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、計測領域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短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、主流速の等値線は類似のパターンを示しているが、主流速が水面近傍で小さく底面近傍で大きな値を示していることが分かる。また、二次流については、水平成分 V は水制域内では水面近傍で水路中央に向かう方向を取り、底面近傍で側岸に向かう方向を取り、鉛直成分 W は $x=3\text{cm}\sim 9\text{cm}$ の水制域内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大きく異なったパターンを示し、水制域内では鉛直方向に突出した形状で、主流速の横断方向が小さく相対的に鉛直変化が卓越しており、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なっ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の場合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。

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

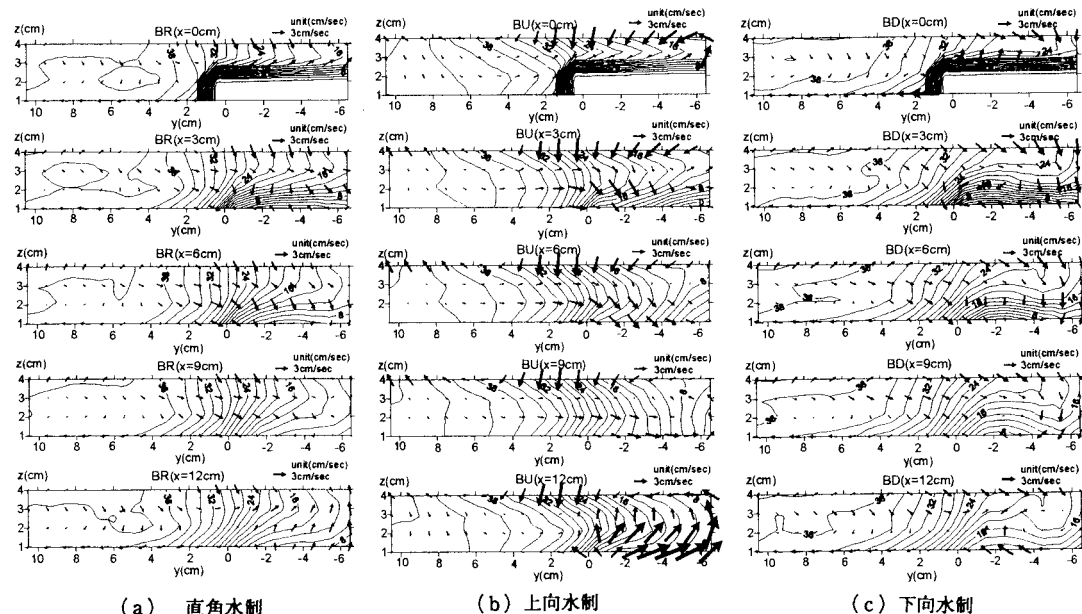


図-5 主流速の等値線および二次流ベクトル
(水路両岸に水制設置)