

越流型不透過水制の局所洗掘に及ぼす水制諸元の影響

鳥取大学工学部 正員 檜谷 治 鳥取大学工学部 フェロー 道上正規
建設省中国地建 正員 入川直之 鳥取大学大学院 学生員 Emad Elawady

1. はじめに

親水性・環境保全に優れる水制は今後の『多自然型川づくり』の先駆的存在となりえると考えられる。実河川において最も施工例の多い越流型水制に関しては複雑な3次元流れとなるため、非越流型水制に比べ未解明な部分が多分にある。そこで本研究では水制諸元として設置角度、水制高、水制幅、水深・水制高比を取り上げ、越流型不透過水制周辺の局所現象への影響を実験的に検討した。

2. 実験の概要

実験条件を表-1に示す。実験は、幅(B)40cmの矩形断面直線水路に長さ3mにわたって、厚さ0.15mに平均粒径0.75mmの一樣砂を敷き詰めた実験水路を用い、アクリル製の越流型不透過水制模型を左岸に単独で設置した。各ケースにおける水制の諸元および設定水深を表-2に示す。なお、 $\theta = 60^\circ, 120^\circ$ はそれぞれ上向き、下向き水制を示している。本実験では、ある形状に設定した水制に対して水深を変化させ多数のケースを行うわけであるが、水深・水制高比(h/d)の影響を同一条件下で比較できるよう、すべてのケースで $\tau^* = 0.079$ となるように設定した。測定は、砂面計およびサーボ式水位計を用い、通水開始から5時間後における河床および水面形状を測定した。測定区間は、水制上流側50cmから下流側100cmまでの領域を最小1cmメッシュで行った。また、水制設置位置を原点として座標を用いている。

表-1 実験条件

初期河床勾配	1/2500
平均粒径(mm)	0.75
マンニングの粗度係数(n)	0.014
無次元限界掃流力(τ^*_c)	0.040
無次元掃流力(τ^*)	0.079

表-2 実験ケース

	設置 角度(θ)	水制高 (d)	水制幅 (b)	水深・水制 高比(h/d)
Case1	90	5	10	1.2, 1.6, 2.0
Case2	60	5	10	
Case3	120	5	10	
Case4	90	7.5	10	1.1, 1.3
Case5	90	2.5	10	2.0, 2.4, 2.8 3.2, 4.0, 5.2
Case6	90	2.5	5	
Case7	90	2.5	15	

3. 結果と考察

(1) 水制諸元の影響 図-1は、最終状態における水面および河床形状を水制設置角度の違いにより比較したものである。なお、コンターレベルは元河床および初期水深からの変位として表している。まず、水面形についてみると、水制前面部で若干水位の上昇、水制背後で低下が見られるが、変位は2~4mm程度であるため、上流端からの波の影響を考慮すればほとんど乱れはなく安定した流れとなっていると言える。そのため、水

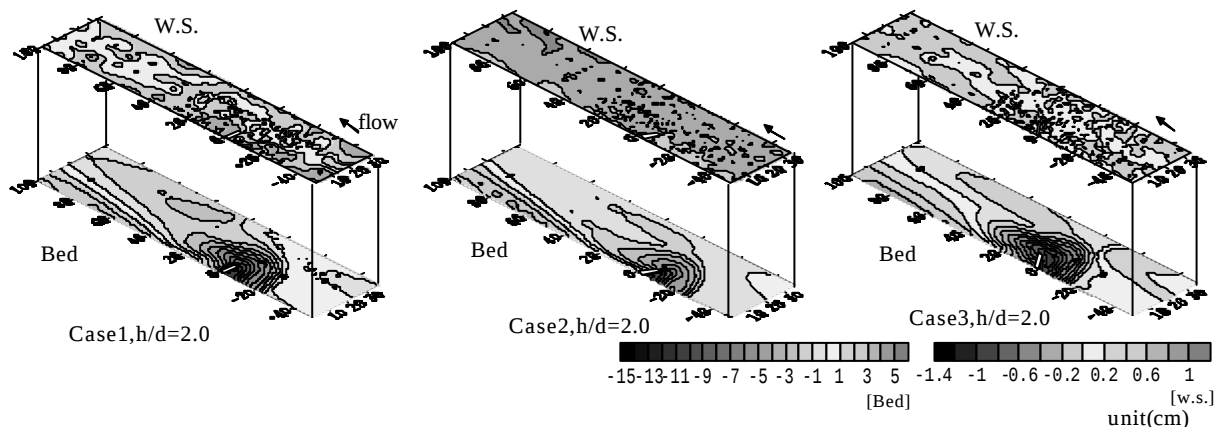


図-1 最終状態での水面および河床形状（設置角度による比較）

キーワード：越流型不透過水制、局所洗掘、最大洗掘深、移動床実験

連絡先：〒680-8552 鳥取市湖山町南 4-101・TEL:0857-31-5284・FAX:0857-28-7899

面形は河床変動が起こることによりほぼフラットな状態となると考えることができる。このような傾向は全ケースに共通してみらた。つぎに、洗掘領域の形状についてみると、全て水制先端部を中心とするすり鉢型を示し共通している。しかし、洗掘領域の規模は上流側および右岸向きへの広がりにはほぼ同程度であるが、下流側への広がりをみると Case3 では水制背後にまで洗掘孔が達しているのに比べ、Case2 は水制下流側において洗掘領域はほとんど存在しておらず、洗掘孔は小規模なものとなる。また、最大洗掘深は Case1 および Case2 では水制直上流に、Case3 では水制先端部付近に位置している。一方、堆積域は水制下流左岸側から発生し下流方向へと広がりをなす峰状を呈しており、設置角度の影響を受けず同様の傾向を示す。

さらに、他の水制諸元についても比較検討を行うため、それぞれ洗掘孔を取り上げ図-2 に示す。なお、図は河床位を最大洗掘深 (Z_{max}) で無次元化し、 Z_{max} の 50%以上を示す領域を深掘れ領域としてコンターで示したものである。まず、水深・水制高比の影響について一例として $\theta = 120^\circ$ の場合を比較すると、深掘れ領域の広がりには大きな相違は見られない。しかし、最大洗掘深の発生位置に着目すると、 h/d が減少し非越流に近い状態になるに連れて先端部方向へと遷移していく傾向を示す。この傾向は、 $\theta = 90^\circ$ でも同様の傾向が見られるが、 $\theta = 60^\circ$ では h/d の影響は受けず水制直上流左岸よりに位置する。つぎに、水制高の影響について見ると、上流側および横断方向への広がりとも d の増加に伴い相似的に変化している。一方、水制幅の影響について見ると、上下流への深掘れ領域の広がりには大きな相違は見られないことから、深掘れ領域の広がりには、水制幅よりも水制高の影響が大きいのではないかと考えられる。

(2)最大洗掘深の評価 最大洗掘深の発生位置については先述したように、ある程度場所的遷移の傾向を把握できた。さらに、量的にも評価するため $\theta = 90^\circ$ の実験ケースにおける結果を元に最大洗掘深を評価したのが図-3 である。縦軸は最大洗掘深を深掘れ領域の規模に大きく影響を与えると考えられる水制高で無次元化し、横軸は水制の形状を表すパラメータ b/d および水深を用いた無次元量とした。実験値は対数的に分布し、徐々に一定値に収束する傾向が見られる。これより、水制幅が水制高よりも卓越し、 b/d が大きくなるような細長い水制形状を示す場合でも、 Z_{max} は水制高の 5 倍程度までしか洗掘されないことが分かった。また、従来の研究として b/d および b/B が本実験条件の範囲外である Acharya¹⁾ および Roger²⁾ の実験結果をプロットしてみたところほぼ一致するため、本評価の妥当性が示唆された。

4. まとめ

(1)局所洗掘現象には水制諸元が複雑に関連し影響を与えている。(2)直角および下向き水制において、最大洗掘深の発生位置は非越流に近づくほど水制先端部付近へと遷移する。(3)水制幅が水制高よりも卓越する場合、最大洗掘深は水制高の 5 倍程度に収束する。

参考文献

1)道上正規：越流型水制周辺の流況に関する研究，土木学会中国支部研究発表会発表概要集，pp.151～152,1997. 2)Roger A .Kuhnle：Geometry of scour holes associated with 90° spur dikes，Journal of Hydraulic Engineering，ASCE，Vol.125, No.9, September，1999，pp972-978.

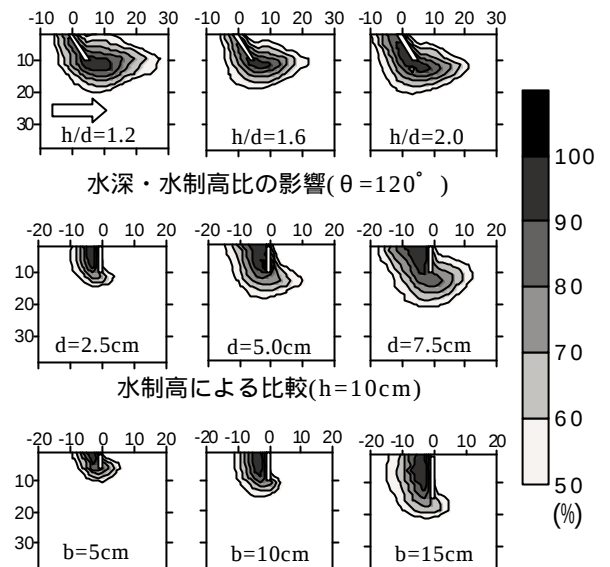


図-2 水制諸元の深掘れ領域への影響

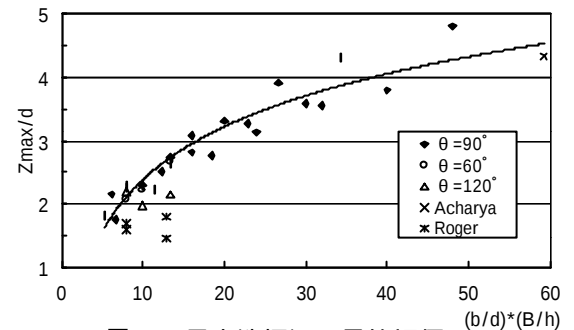


図-3 最大洗掘深の量的評価