

II-42

植生水制周辺の河床変動に関する考察

東北工業大学大学院 学生員 ○ 向山 貴史

東北工業大学 正員 阿部 至雄・相原 昭洋・菅原 景一

1. 序論

自然河川の河道にはしばしば植生が繁茂するが、その植生の透過性に着目した植生ワンドや植生水制工と言った利用方法が考えられている¹⁾²⁾。本研究は、植生水制の設置角度と植生の密集度に着目して、PIV 可視化計測に基づく水理模型実験を実施し、その結果に基づき植生水制周辺に生じる河床変動の規模を把握し、植生水制の機能保全について考察したものである。

2. 水理実験および解析手法

移動床実験の流れ場の模式図と座標系を図1に示した。実験に使用した水路は長さ10m、幅 $B=0.6\text{m}$ 、勾配 $i=1/1000$ に設定した勾配可変型開水路で、その左岸側水路床上に模擬植生水制（長さ $l=12\text{cm}$ 、幅 $b=5\text{cm}$ 、高さ $K=9\text{cm}$ ）を2基設置した。

実験で対象とした流れは常流で、水制は非水没である。水位測定にはデジタルポイントゲージを使用した。流速の測定にはPIV 可視化計測法を採用し、4時刻追跡法で流速を求めた。なお、掃流による砂移動が卓越する流れ場が対象で、河床移動形式の判断指標³⁾は、 $u_s/w_f < 1.08$ （ u_s ：砂の浮遊限界速度、 w_f ：沈降速度）である。河床材に使用した珪砂の平均粒径 d_m は 0.058cm で、移動床厚 H_m は 10cm とした。

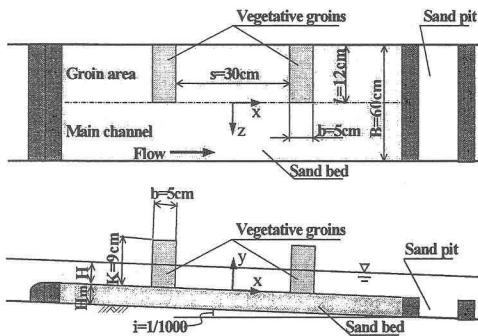


図1 植生水制を有する移動床流れ場の模式図

3. 結果と考察

水制周辺に生じる乱れエネルギー：図2は水制周辺の乱れエネルギー k の分布を示したものである。不透過型水制($d=0\%$)の場合、乱れエネルギーが卓越する領域は、上流側水制頭部から、開口部に沿う主流域の一樣流とせん断流の境界付近に位置しており、上流側水制頭部から発生する平面的な剥離渦によって誘起されたものである。一方、透過型植生水制($d=95\%$)の場合、その透過性によって平面的な渦の発生が抑制され、その結果、乱れのエネルギーは減衰している。

水制周辺に生じる河床変動：図3は、経過時間240

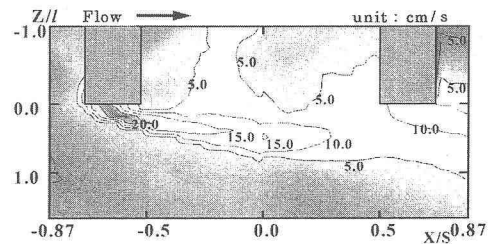
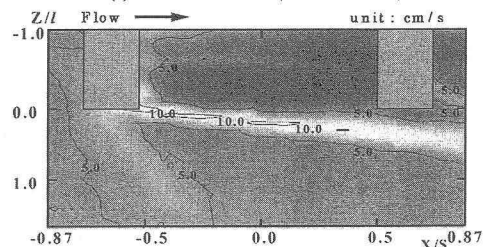

 (a) 不透過型水制 ($\alpha=0^\circ$, $d=0\%$)

 (b) 透過型植生水制 ($\alpha=0^\circ$, $d=95\%$)

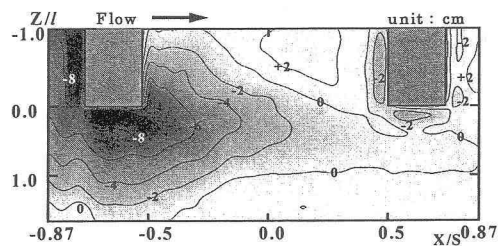
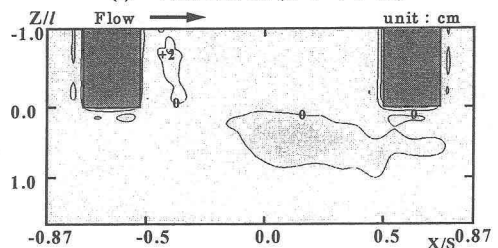
 図2 乱れエネルギー $k = \sqrt{u'^2 + w'^2}$ の水平分布

 (a) 不透過型水制 ($\alpha=0^\circ$, $d=0\%$)

 (b) 透過型植生水制 ($\alpha=0^\circ$, $d=95\%$)

図3 水制域周辺の河床変動

分の不透過型水制と透過型植生水制の河床コンター図である。不透過型の場合、上流側水制周辺で洗掘が広範囲に発生し、洗掘深さは水制前面及び頂部で大となり、水制域開口部に沿って下流側に伸張している。下流側水制周辺でも洗掘の発生が認められる。このように洗掘領域が広範囲に及んでいるが、初期の洗掘箇所は乱れエネルギーが卓越する箇所と概ね一致している。また、水制域内の堆積域は死水域に符合している。一方、透過型では、乱れのエネルギーが減衰するため、水制域開口部に浅い洗掘領域が形成される程度で大規模な洗掘は発生せず、概ね初期の河床高が維持されている。更に、上流側水制背後に透過流に起因すると見られる堆積が生じる。この点、植生水制は水制工周辺の洗掘を防止するために有効であることが分かる。

洗掘の形成過程と規模：図4に、上流側水制頂部に生じる洗掘深 S_c の経時変化を移動床厚 H_m で無次元化して示した。図によれば、初期洗掘は急速に進行するが、その後、特に $d=95\%$ ではほぼ平衡状態で推移している。また、空隙率を大きくすることによって洗掘深さの進行は抑止することができる。

図5に水没型砂嘴の発生の有無による洗掘形状の経時変化を示した。移動床直上の植生が疎の場合に砂嘴が形成されるが(Type-a)、水没型砂嘴の発生は洗掘の進行に影響を与え、洗掘長さ L_x が下流側水制に到達するまで ($L_x/s < 1$) は、洗掘幅は $L_z/l \approx 0.60$ まで拡張して平衡状態に近い変化を示す。逆に、移動床直上の植生密集度が密の場合(Type-b)は、砂嘴は形成されず、洗掘幅は $L_z/l \approx 0.35$ となる。空隙率は共に $d=95\%$ であり、植生群を一樣密集度で論ずる際、留意すべき点である。

図6に水制周辺の区分小領域の洗掘又は堆積の分布を示した。不透過型水制周辺では洗掘領域が広く分布し、水制の崩壊防止の点からは望ましくない。透過型の場合、堆積する領域が多く水制崩壊の危険は少ないが、逆に、将来埋没する恐れがある。図7に、領域毎の洗掘或いは堆積量 V_b を領域面積に移動床厚を乗じ算出した砂量 V_{b0} で無次元化して示した。上流側水制周辺では、空隙率が大きくなるにつれて洗掘量が減少し、 $d=95\%$ での変動量は非常に少ない。下流側水制周辺の河床変動量に空隙率による違いは認められない。

4. 結論

植生水制周辺に於ける河床変動について、移動床実験に基づき考察した。その結果、透過型植生水制の場合、その透過性により平面的な渦の発生が抑制されて乱れのエネルギーが減衰するため、水制工周辺の洗掘を防止するために有効であることなどが分かった。

最後に、本研究に際して、本学学生、伊藤康介君、岩崎隆宏君、丸山晃君、渡辺学君の協力を得た。ここに記し感謝の意を表したい。

Sc/Hm

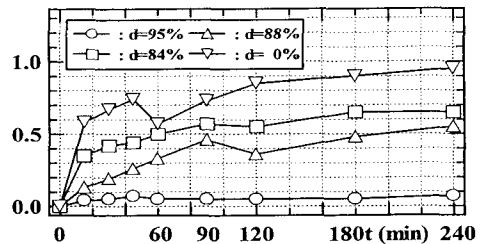


図4 洗掘深の経時変化

Lx/s, Lz/l

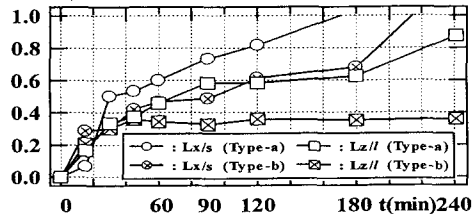
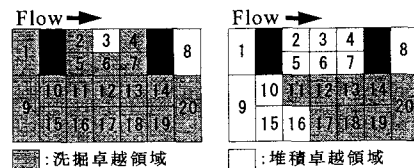


図5 砂嘴の有無による洗掘形状の経時変化 ($d=95\%$)



(a) 不透過型 ($d=0\%$) (b) 透過型 ($d=95\%$)

図6 領域別洗掘・堆積の分布

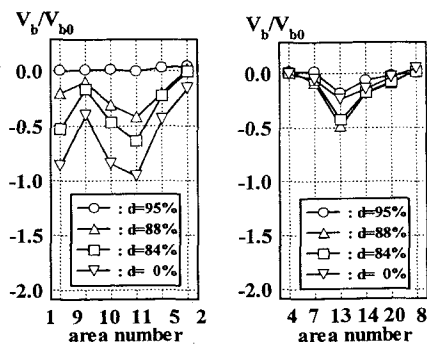


図7 水制周りの洗掘量および堆積量

参考文献

- 1) 福岡ら (1996) : "樹木群の水制利用に関する研究" 土木学会第51回年次講演会, pp.226-227.
- 2) Sugawara, K. et al., (2002) : "A study on hydraulic characteristics of vegetative groins." Proc. of the 13th IAHR-APD Congr., S'pore, Vol. 1, pp 109-114.
- 3) イヴァン・ニキティン (1995) : 水制の理論と計算, 信山社サイテック, 66p.
- 4) 荒井ら (1988) : 「現場のための水理学」, 北海道開発局土木試験所 河川研究室 pp.35-53.