

開口部を有する斜め堰が河床変動に与える影響

熊本大学 学生会員 蔵永一輝 宇根拓孝 正会員 大本照憲

はじめに

河道を横断する取水堰の平面形状は、嘗てはその大半が斜め堰であることが牧¹⁾によって明らかにされた。しかし、構造材料が木材や土石からコンクリートや金属に変わることにより河道に直角に配置された直角堰や可動堰に改築され、河道を斜めに横切る斜め堰は姿を消しつつある。岩屋²⁾は、現地調査と文献調査を通して国内の斜め堰 200 基を対象に、その類型化を行った。土砂の輸送機能を低下させる固定堰においては、i)堰上流側に土砂を堆積させ、本来の目的である利水機能を低下、ii)洪水時には堰上流側の水位を上昇、治水安全度を低下させ、iii)固定堰の下流側では、生物の生息環境を消失させ、自然かく乱を抑制する傾向を持つ。さらには、iv)土砂の移動を遮断するために、下流域では河床低下や河床材料の粗粒化を生じさせ、固定堰本体を保護する根固工や本体の損傷・劣化を引き起こしている。熊本県を流れる一級河川の白川および緑川においても斜め堰が存在し、堰上流の河床上昇および下流河岸に沿った局所洗掘が懸念されている。既往研究においては、斜め堰を超えた流れが下流側岸に沿って局所洗掘および流れの集中について議論されているが、流れの三次元構造と河床変動との関係は不明である。さらに、斜め堰の課題に対する対策工についての研究事例は少ない。

本研究では斜め堰の治水、環境上の課題を改善するための一方策として開口部を有する斜め固定堰が河床変動に与える影響について検討した。

実験装置及び方法

実験は全長 10m、幅 40cm、高さ 20cm のアクリル樹脂からなる循環式可変勾配水路を用いて行った。図-1 に示す様に上流端から下流 5m に堰を設置し、堰上流 4.5m 区間および下流側 4.5m 区間には相対越流水深に応じて平均粒径 1.7mm、均等係数 1.50 の珪砂を敷き均した。なお、相対越流水深は、越流水深 H を堰高 D_w で除した値であり H/D_w と表わされる。移動床実験および流速の検討は、開口部のない斜め堰および水路中

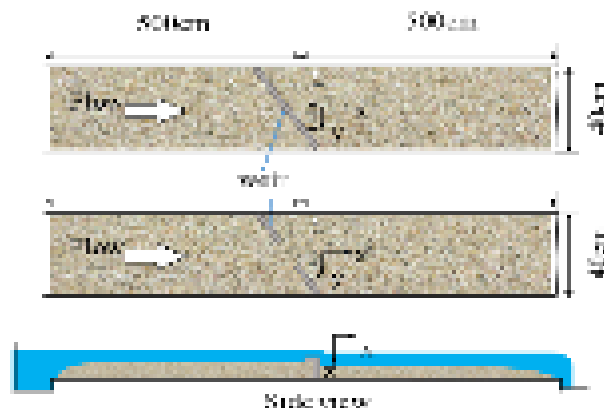


図-1 実験水路

表-1 実験条件

開口部の有無	Case	$H(\text{cm})$	$D_w(\text{cm})$	H/D_w
開口なし	N1	2.1	3.5	0.60
	N2	2.5	3	0.83
	N3	2.8	2.8	1.0
	N4	3	2.5	1.2
開口あり	O1	1	4.5	0.22
	O2	1.5	4	0.38
	O3	2	3.5	0.57
	O4	2.5	3	0.83
	O5	2.8	2.8	1.0
	O6	3	2.5	1.2

央部に幅 10cm の開口部を有する堰の 2 種を用いて行った。なお堰の角度は、いずれの堰も側岸の法線を基準にして上流に $\theta = 30^\circ$ とした。表-1 に移動床実験の条件を示す。実験は、一定の流量($Q=4.3\text{l/s}$)および水路勾配($I=1/500$)の下で下流端の堰操作を行い、何れのケースにおいても 24 時間以上通水の後に、河床が平衡状態に達したことを確認の上、河床高を計測した。表中の U_m は堰より上流 3m 位置における断面平均流速、 H は越流水深、 D_w は堰高、 H/D_w は相対越流水深である。水位および河床高の計測には、それぞれ、ポイントゲージおよび超音波水位計を用いた。本実では表-1 の CaseN2 およびに CaseO4 において水面形、流速の点計測および多点同時計測を行った。表面流の計測には、流速の多点同時計測が可能なビデオカメラを用いた PIV(Particle Image Velocimetry)法を、流速の点計測には I 型および L 型の電磁流速計を用いた。

実験結果

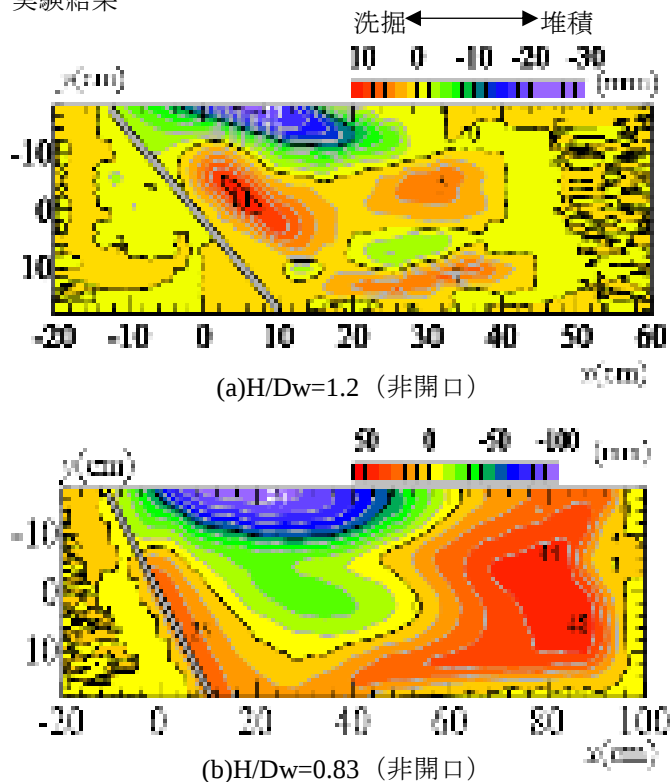


図-2 河床形状 (非開口堰)

図-2 に断面平均流速 20cm/s の場合の斜め非開口堰の河床洗掘・堆積形状のコンター画像を示す。なお、コンターの数値は初期平坦河床からの変化量を mm 単位で表示した。

斜め非開口堰では河床の洗掘・堆積形状に強い非対称性が現れていることが分かる。またその洗掘は左岸近傍に沿って集中し、洗掘の面的広がりおよび深さは相対越流水深の減少に従って大きくなる。これは、流れは堰に直交するように流下するが、相対越流水深の減少に伴い堰頂部を越流する断面積が減少するため、流速が増加したためだと考えられる。最大洗掘深は相対越流水深の減少に従って大きくなり、相対越流水深 0.83 の場合では、最大洗掘深は 9cm であり堰高 3cm に対し 3 倍の大きさとなっていることが分かる。次に、斜め非開口堰の堆積形状を見てみると、堰直下流、右岸沿い、洗掘孔の下流付近において堆積が生じていることが分かる。堆積厚も、洗掘深と同様に相対越流水深の減少に伴って大きくなっており、相対越流水深 0.83 の場合では最大堆積厚は堰高の約 1.6 倍の大きさとなっている。

図-3 には断面平均流速 20cm/s の場合の斜め開口堰の河床洗掘・堆積形状のコンター画像を示す。

斜め開口堰では斜め非開口堰に比べ河床形状に対称性が現れていることが分かる。洗掘は堰の開口部付近

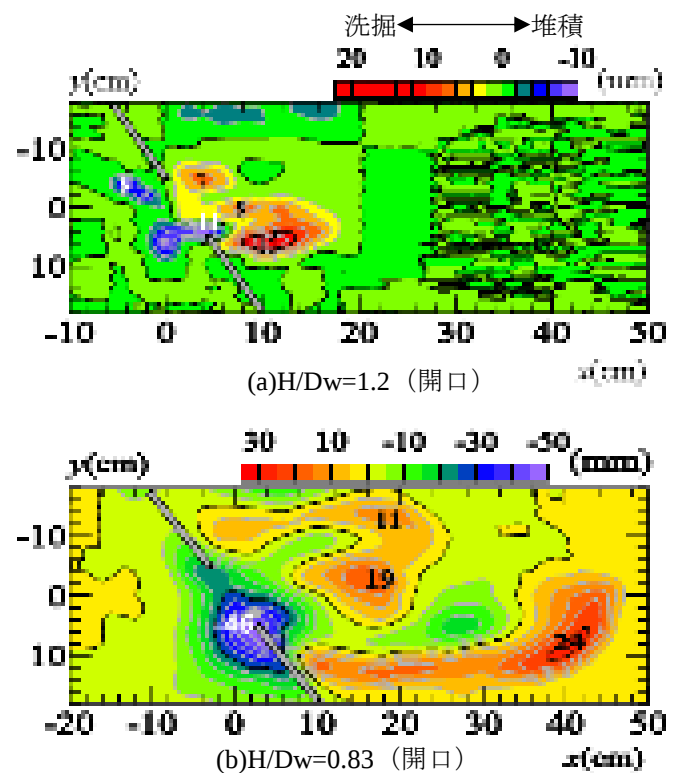


図-3 河床形状 (開口堰)

で生じており、相対越流水深 0.83 の場合の最大洗掘深は堰高 3cm に対して約 1.5 倍の大きさとなっている。また、堆積は堰開口部の下流付近とその両岸側において生じており、相対越流水深 0.83 の場合の最大堆積厚は堰高 3cm に対して約 0.8 倍の大きさとなっている。斜め開口堰の場合でも相対越流水深の減少に従って洗掘深・堆積厚ともに大きくなっていることが分かる。

まとめ

- 1) 斜め非開口堰で見られた河床形状の非対称性は堰に開口部を設けることにより改善された。
- 2) 斜め非開口堰下流の側岸近傍で生じていた局所洗掘は堰に開口部を設けることにより抑制された。
- 3) 洗掘深・堆積厚は相対越流水深の減少に伴って増加した。
- 4) 堰に開口部を設けることによる河床形状の改善は治水安全度の向上につながる事がわかる。

参考文献

- 1) 牧隆康：日本水利施設進展の研究，土木雑誌社，1958.12.15.
- 2) 岩屋隆夫：斜め堰の実態とその類型，土木史研究論文集 Vol.26, pp.109-118,2006