

荒瀬ダムを想定した開口部を有する堰が河床変動および流れに与える影響

熊本大学大学院自然科学研究科 学生会員 ○安達幹治
 熊本大学大学院自然科学研究科 正会員 大本照憲
 熊本大学大学院自然科学研究科 学生会員 宇根拓孝

1. はじめに

熊本県・球磨川に位置する荒瀬ダムでは、2012年9月より国内初となるダム撤去が右岸側近傍より撤去する部分撤去法で行われている。2015年においてダムは実質的に右岸近傍に開口部を有する堰の状態であり、2015年における出水により、砂州の形成が確認された。

小林ら¹⁾は2015年に荒瀬ダム下流において現地調査を行い、ダムから下流300m~700mの区間に砂州が形成されたことで生物生息場としての機能改善がみられたと指摘しており、ダムの部分撤去が良好な河川環境の形成に寄与することが考えられる。

大本ら²⁾は河道横断方向中央に開口部を有する堰が堰下流域の河床変動に与える影響および堰下流域に発達した砂州上の流れの三次元性について検討した。しかし、右岸近傍に開口部を有する堰が堰下流の河床変動および流れに与える影響については不明である。

本研究では、荒瀬ダムを想定した右岸近傍に開口部を有する堰を用いて静的平衡河床を対象とした移動床実験を行い、堰下流域の河床変動および流れに与える影響を明らかにし、荒瀬ダム直下流に形成された砂州の発生機構を検討する。

2. 荒瀬ダム撤去と河道変動

図-1は、ダム下流100m~900m区間における、ダム右岸近傍開口直後の2015年2月における河床高³⁾から出水直後2015年8月の河床高³⁾との差分より得られた河床高変化を示す。ダム下流0m~300m区間の左岸側およびダム下流300m~700m区間の河道右岸側から中央

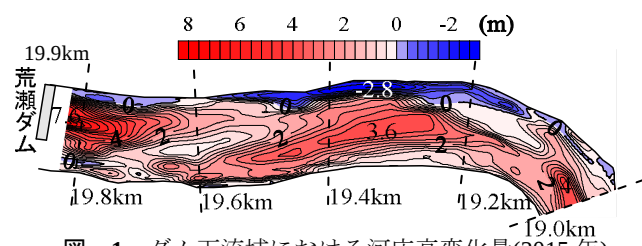


図-1 ダム下流域における河床高変化量(2015年)

部にかけて顕著な砂州を形成した。出水後の土砂浚渫工事により砂州は消失したが、2016年出水によりほぼ同位置に類似の形状の砂州が認められた。

3. 実験方法

実験は図-2に示す様な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。上流端から下流5mの水路中央に水路右岸側近傍に10cmの開口部を有する堰を設置し、堰上流側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移動床厚を9.5cm~11.5cmの範囲で敷き均し、平均粒径1.7mmの珪砂を用いた。開口部の底面は珪砂で構成され洗掘を許容し、堰上流側の河床高は、下流側の河床高に較べて1cm高く設定した。

表-1に移動床実験の条件を示す。相対越流水深は、限界水深を堰高で除した値である。実験は、相対越流水深に応じた河床高に砂を敷き均し、一定の流量($Q=4.3\text{ l/s}$)および水路勾配($I=1/500$)の基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 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 は堰高である。

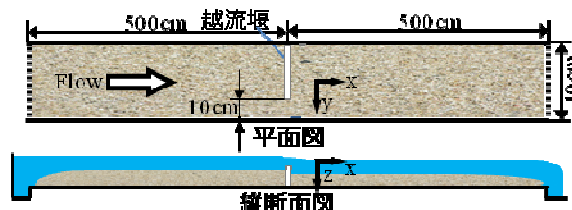
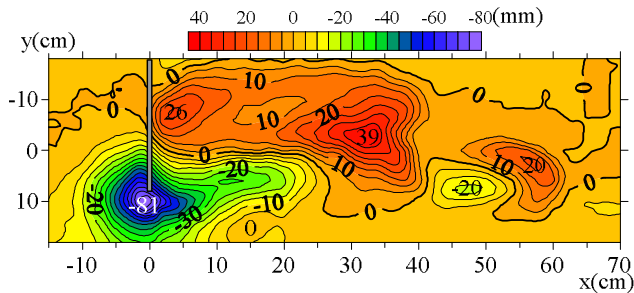
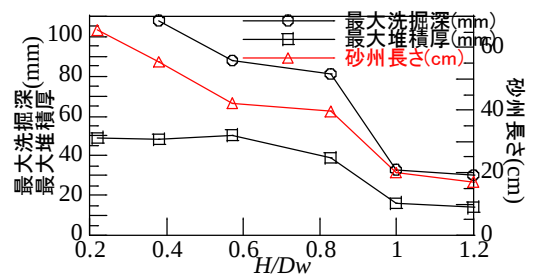
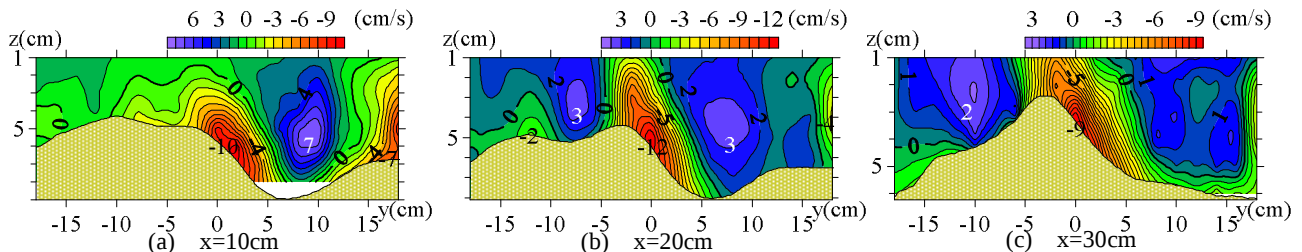


図-2 実験水路の概要

表-1 実験条件

Case	$U(\text{cm/s})$	Fr	$H(\text{cm})$	$D_w(\text{cm})$	H/D_w
1	20	0.27	1	4.5	0.22
2			1.5	4	0.38
3			2	3.5	0.57
4			2.5	3	0.83
5			2.7	2.8	1.0
6			3	2.5	1.2

キーワード：ダム部分撤去，荒瀬ダム，砂州，二次流セル
 連絡先 〒860-8555 熊本市中央区黒髪 2-39-1 TEL：096-342-3543

図-3 河床形状 ($H/D_w=0.83$)図-4 砂州長さ, 最大洗掘深・堆積厚と H/D_w 図-5 二次流 W の鉛直面コンター

座標系は堰がある水路中央底面を原点とし、流下方向に x 軸、横断方向に y 軸、鉛直下向方向に z 軸をとり、右手系とする。また、それぞれの時間平均成分を U , V , W と表す。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。

流れの検討は、多点同時計測および表-1 の Case4 において水面形、流速の点計測を行った。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。

4. 実験結果

(1) 河床形状

図-3は相対越流水深0.83における河床形状を示す。堰下流域左岸側において堆積を示し砂州の形成が認められる。図-4は相対越流水深に対する砂州長さ、最大洗掘深・堆積厚の変化を示す。相対越流水深が増加するに従い砂州の規模は小さくなる。相対越流水深の増加に従って、堰開口部を通過する流量および流速が相対的に減少し、堰への接近流速、堰先端の馬蹄形渦が弱まったことが示唆される。

(2) 流れ

図-5は堰下流域の $x=10\text{cm}$, 20cm , 30cm における鉛直方向成分 W の鉛直面内のコンターおよび河床の横断形状である。上昇流は砂州の峰部および砂州の右岸側斜面に当たる $y=0\text{cm}$ 付近および右岸側壁付近である $y=18\text{cm}$ で発生している。顕著な下降流は $y=8\text{cm}$ およ

び $x=20\text{cm}$ では $y=7\text{cm}$, $x=30\text{cm}$ では $y=10\text{cm}$ の谷部において発生している。

堰前面で発生した横断方向に軸をもつ馬蹄形渦は堰開口部を流下するに従い流下方向に軸をもつ縦渦に向きを変え、その左岸側には逆回転の縦渦が形成されたことが認められる。さらに流下に従い、左岸側に形成された逆回転の縦渦の左岸側にこの渦とは逆回転の渦の形成もみられ、流れの三次元構造が確認できる。

(3) 荒瀬との比較

荒瀬ダム下流 $0\text{m}\sim 300\text{m}$ 区間の左岸側に形成された砂州は本実験における堰下流域左岸側に形成された砂州と形成位置が類似している。砂州形成時の荒瀬ダム下流 $0\text{m}\sim 300\text{m}$ 区間において河床上では流れは三次元構造を有し、堆積域で上昇流および洗掘域で下降流が生じていると考えられる。

参考文献

- 1) 小林草平, 角哲也, 竹門康弘: ダム撤去後に下流に形成した砂州の生物生息場機能, 河川技術論文集, 第22巻, pp.463-468, 2016
- 2) 大本照憲, 吉田樹宏, 宇根拓孝: 開口部を有する越流堰が河床変動および流の構造に与える影響: 水工学論文集, 第60巻, 2016
- 3) 熊本県企業局: 荒瀬ダム撤去フォローアップ専門委員会・第11回委員会参考資料1, http://www.arasedamtekkyo.hinokuni-net.jp/03_siryoku/foro_iinkai/no11/no11_foro_sankou1.pdf