

水生生物の降河環境を考慮した Stone bump を利用した流況改善

Improvement of flow condition due to the installation of stone bumps for downstream migration of aquatic animals

日本大学理工学部土木工学科 正会員 安田陽一

日本大学理工学部土木工学科 学生会員○篠崎遼太

1. はじめに

一般的な河川では、平水時においても、一定の流速を有するため水生生物の遡上・降河が容易である。しかし、治水に重点を置いた河道整備や利水のための河川構造物の設置によって河道中に湛水域が形成される場合がある。この場合、河川中の通し回遊性の水生生物に着目すると成長段階によって河川と海や汽水域の間で回遊を行う必要があり^{1),2),3)}、河川の流れを感知しづらい環境になると、継続した生活史につながる降河環境の確保が困難となる。また、河道断面形状に伴う流れに関する既存の研究^{4),5)}について、洪水や河床洗掘を考慮した検討は様々発表されているものの、同時に水生生物の降河環境を考慮した検討はなされていない。本研究では、湛水域における河道微地形の工夫による流況改善の可能性を示すため、野積みの礫で構成した突起、すなわち“Stone bump”(以下、bump とする)を横断方向に設置することで主流の形成と流下方向流速の増加に期待できることを実験的に示した。

2. 実験概要

実験では長方形断面開水路(水路幅 0.80m, 水路高さ 0.60m, 水路長さ 18m)を用い、水路下流部の 6m 区間に粒径約 10mm の砂利を平坦に敷いて砂利の層(厚さ 15mm)を設置した。また、平水時を想定し、単位幅流量は $5.4 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ 、水深は 18cm(フルード数 $Fr=0.023$)とし、水路下流端のゲートを上げることで湛水化した状態を設定した。上記の条件下で bump 設置形式(写真 1)および水路勾配を変化させ、表 1 に示す 3 通りで流速に関する検討を行った⁷⁾。bump 設置による流速への影響を比較検討するためそれぞれ bump を設置しない場合(河床のみ)についても流速を測定した。また、洪水時の Stone bump の安定性を検討するため、水路勾配を 1/1240、および条件(1)に設定し、これを初期条件として流量を増加させ、実験を行った。なお、水深の測定にはポイントゲージを用い、流速の測定には KENEK 社製の I 型プローブを有する 2 次元ポータブル流速計を用いた(平均計測時間 20 秒)。



a) 横断方向の設置 b) 縦断方向の設置

写真 1 Stone bump 設置状態

表 1 実験条件

条件	bump設置形式	水路勾配	単位幅流量(m^2/s)
1	横断方向4列	1/620	5.4×10^{-3}
2	横断方向4列	0(水平)	5.4×10^{-3}
3	縦断方向3列	0(水平)	5.4×10^{-3}
(洪水時)	横断方向4列	1/1240	$5.4 \times 10^{-3} \sim 1.2 \times 10^{-1}$

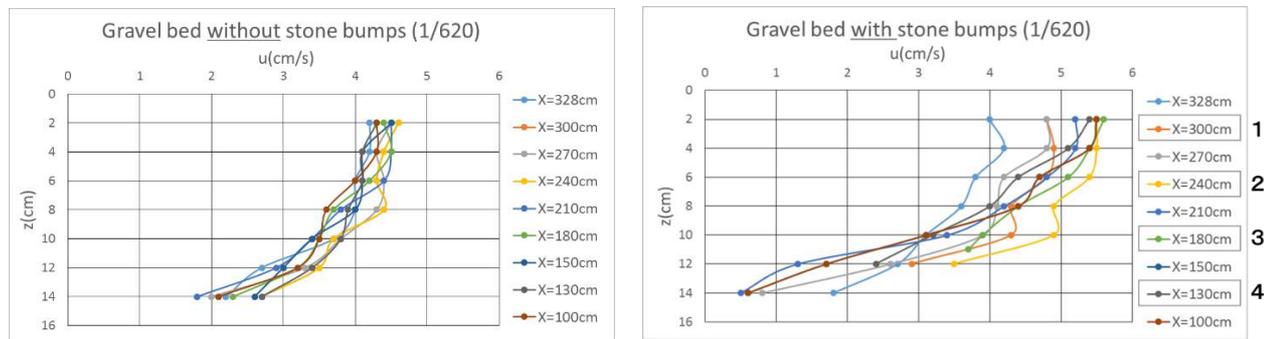
3. 実験結果

横断方向に bump を設置した場合と設置していない場合の条件(1)で検討した流速分布図をそれぞれ図 1 に示す。図中、 z は水面から鉛直下向きの座標(流速測定位置の水深)、 u は流下方向の流速を示し、bump は上流側から 1, 2, 3, 4 と番号を充てている。図 1 に示されるように、bump を横断方向に設置することで、水面近く ($z=2\text{-}6\text{cm}$) で流速が設置前の約 20-25%増加していることから、主流が水面に向かって偏向していることがわかる。また、bump 間の底面付近 ($z=10\text{-}14\text{cm}$) では、流速が 30-70%まで低下し、滞留域が形成されている。すなわち、Stone bump の設置により、水面付近の流れを利用する仔魚や幼生の降河および底層の滞留域における甲殻類や底生成物、ウナギなどの生息環境としての利用⁶⁾が期待される。条件(2)において、 $x=150\text{cm}$ の流速分布図を図 2 に示す。図 2 に示されるように、条件(1)と同様に Stone bump の横断方向の設置によって水面付近を中心として流速の増加が確認され、勾配がない場合にも湛水域の解消につながる効果を得られることがわかった。また、条件(3)について、 $x=150\text{cm}$ での流速分布図を図 3 に示す。横断方向に bump を設置した同量の礫で bump を縦断方向に設置したが、図に示されるように、条件(1)、(2)で示される流速の増加は見られなかった。したがって、縦断方向に Stone bump

キーワード 河川環境, 降河環境, 流況改善, Stone bump, 局所流

連絡先 東京都千代田区神田駿河台 1-8 TEL.03-3529-0409 E-mail.csry14100@g.nihon-u.ac.jp

を設置した場合には湛水域における流況改善に繋がらないものと考えられる。また、洪水時に横断方向に設置した Stone bump が安定していることを検証するために、横断方向に Stone bump を4列設置し、水路勾配を1/1240とし、単位幅流量を $5.4 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$ (水深18cm)から $1.2 \times 10^{-1} \text{m}^2/\text{s}$ (水深:30cm, 実験水路の最大流量)まで増加させても Stone bump が掃流されることはなかった。これは、底面に設置した砂利より粒径が大きく、bump の設置により主流が水面に向かって偏向しているため、底面付近での流速が増加しにくかったことによるためと考えられる。



a) bump を設置していない場合

b) Stone bump を横断方向に設置した場合

図1 条件(1)における流速分布図

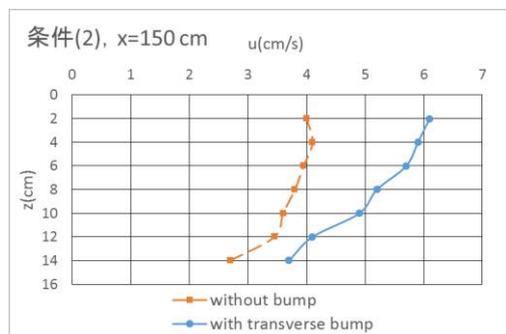


図2 条件(2)における流速分布図

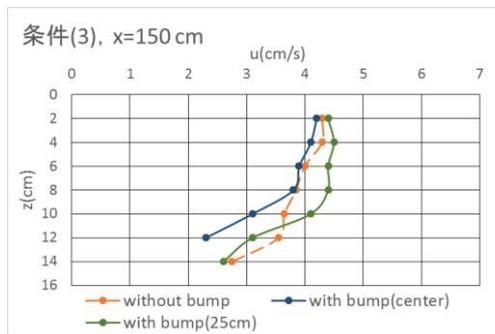


図3 条件(3)における流速分布図

4. まとめ

河川において湛水域が形成された場合に対し、河川と海や汽水域間で回遊を行う水生生物の降河を考慮した流況改善の可能性を示すことを目的とし、“Stone bump”(野積みの礫で構成した突起)の設置による流速への影響を実験検討した。その結果、水路横断方向に bump を設置することで形状効果により主流が水面に向かって偏向し、流速の増加が認められた。また、主流が水面に向かって偏向されていることから、洪水時にも底面付近では流速が増加しづらいため、表1に示す条件下では bump の安定性は確保されていると言える。さらに、bump 間の底層では流速が低下するため、この滞留域と Stone bump の空隙における甲殻類や底生生物、ウナギ等の生息環境としての利用にも期待できると考えられる。なお、洪水時の検討から Stone bump の安定性が検証できた。

参考文献

- 1) 安田陽一, 技術者のための魚道ガイドライン, コロナ社, 144 pages, 2011.
- 2) 安田陽一, 河川整備の土木技術から見た通し回遊性の水生生物の保全に向けた貢献, 海洋と生物 225, 生物研究社, Vol. 38, No. 4, pp.387-396, 2016.
- 3) 安田陽一, 生態系保全と治水・治水との調和のとれた河川環境, フォレストコンサル, 森林部門技術士会, No.138, pp. 7-22, 2014.
- 4) 笹木拓真, 宮原幸嗣, 福岡捷二, 複断面から船底形断面河道への改修による洪水流況及び低水路河床高の変化, 土木学会, 河川技術論文集, 第20巻, 2014年6月.
- 5) 長田健吾, 安部友則, 福岡捷二, 急流礫床河川における低水路護岸沿いの深掘れ流路形成とその特性, 土木学会, 河川技術論文集, 第13巻, 2007年6月.
- 6) 柵瀬 信夫, 石倉カゴ設置によるウナギ資源保護再生の実績 鹿児島県「高尾野川をきれいにする会」の取組, 鹿島建設株式会社, http://hitoumi.jp/event/23_takaonogawa.pdf, 2016年11月8日閲覧.
- 7) 安田陽一, 篠崎遼太, 水生生物の降河環境を考慮した流況改善の提案, 土木学会関東支部, 第44回技術研究発表会, II-72, CD-ROM, 2017.