

石組み台形断面バイパス水路の流速場に対する巨礫設置の影響

Effect of installation of large stones on velocity field in bypass canal with a trapezoidal section by a rock arrangement

日本大学理工学部土木工学科 正会員 安田 陽一
日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生会員 ○中嶋 和成

1. まえがき

サンルダム建設に伴い、魚道が整備される^{1),2)}。この魚道は、ダム湖を迂回する全長約7kmのバイパス水路としている³⁾⁻⁶⁾。高低差は約4.5mとなるため、水路勾配は1/1000~1/2000となる。また、利水等の制約から、バイパス水路内の流量が年間を通じて1m³/sとなっている。そのため、バイパス水路内の断面平均流速が小さいために魚類の溯上中の停滞や引き返しが懸念されていたが、石組み台形断面水路とすることで、懸念材料が払拭できる可能性が示唆された。また、巨礫を設置することで、多様な流れが形成されることができ、水生生物の溯上・休息環境を良好にする方向性を示すことができた。現段階では、巨礫の設置による堰上げの影響範囲や流速場の変化など不明瞭な点が多い。ここでは、巨礫の設置の仕方を変化させ、巨礫の設置によるバイパス水路内の流速場および堰上げの影響範囲を明らかにするため、実験的に検討した。

2. 実験概要

実験はフルードの相似則に基づき、水路長さ16m、水路高さ0.6m(下流部)、水路幅0.8mとなる勾配可変型矩形断面水路に、提案された石組み水路の1/6.25縮尺模型を6m区間設置し、8cm径前後の石(原型規模では巨礫に相当するので、巨礫と呼ぶ)を写真1のように設置した。巨礫の設置状況としてCase 1:4つの巨礫を水路の片側に1ヶ所設置(左岸x=425cm)、Case 2:両岸の同じ位置に設置(両岸x=425cm)、Case 3:巨礫の位置を左右岸でずらして設置(左岸x=428cm,右岸x=478cm)、Case 4:片側のみ4つの巨礫を2ヶ所設置(左岸x=428cm,左岸x=483cm)の4ケースを設定し実験を行った(写真1~4)。水深測定のため、ポイントゲージを用いた。また、流速測定にはKENEK製2次元I型電磁流速計VM2001Sを用いた(測定時間40秒,測定間隔0.05秒)。

3. 巨礫背後の滞留域の形成

流況観察から、Case 1では巨礫を設置した左岸側で、狭窄部の背後から下流側礫径の6~8倍程度の範囲で、滞留が見られた。Case 2の場合においてもCase 1と同様な範囲で滞留が見られた。Case 3では巨礫を設置したそれぞれの背後から礫径の6~8倍程度の範囲で滞留が見られた。Case 4では1個目から2個目の巨礫間および2個目の巨礫の背後から礫径の10倍程度の範囲で、滞留が見られた。

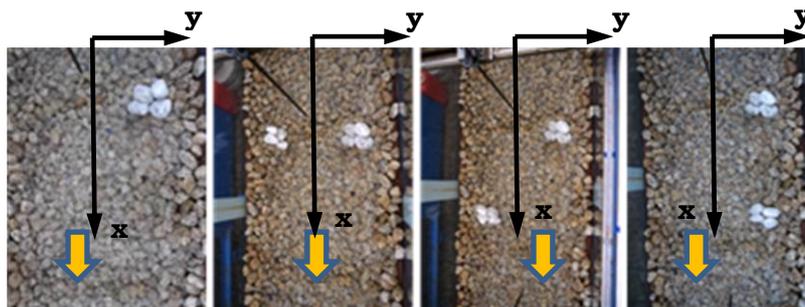
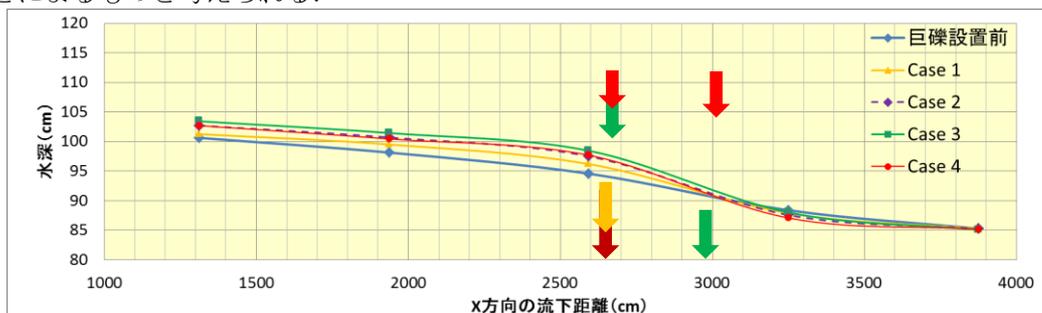


写真1 Case 1 写真2 Case 2 写真3 Case 3 写真4 Case 4

(図中、xは流下方向の座標、yは水路中央からの横断方向の座標)

4. 巨礫設置による堰上げの影響

各ケースの水路中央での水深測定した結果を図1に示す。ここで示す水深は各測定断面において巨礫が設置していない水路底面を基準に評価した水深である。図に示されるように、片側のみ1ヶ所設置したCase 1が他のケースより、巨礫に作用する流水抵抗が小さいため、堰上げの影響が一番小さい。また、左右岸に巨礫の設置位置をずらしたCase 3の場合、堰上げの影響が一番大きい。これは、1番目の巨礫によって流れが偏向し、2番目の巨礫に作用する流水抵抗が大きく作用したためと考えられる。なお、両岸の同じ位置に巨礫を設置したCase 2の場合、Case 3の場合よりも堰上げられにくい。また、片側に2ヶ所設置したCase 4の場合、Case 1よりも堰上げやすく、Case 2の場合と同様の結果となった。これは、2ヶ所に巨礫を設置したことによって滞留域が広範囲に形成されたことによるものと考えられる。



図中の ↓ は巨礫の設置位置

図1 各ケースにおける巨礫設置箇所周辺の水面形(スケールは原型換算している)

キーワード バイパス水路, 生態系保全, 溯上環境, 局所流, 時系列変化

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8, TEL: 03-3259-0409, E-mail:yokyas@civil.cst.nihon-u.ac.jp

5. 流速の時系列変化

巨礫設置による滞留域の流速場を検討するために、流下方向成分の流速の時系列変化の一例（流速、測定位置 [x=2813cm（測定位置：図1参照）、水路中央からの横断方向の座標 y=+125cm、滑面水路底部からの鉛直方向の座標 z=62.5cm（底面付近）、87.5cm（水面付近）]、スケールは原型換算したもの）を図2,3に示す。巨礫を設置した場合として、堰上げの小さかった Case 1 と、その下流側に1列追加した Case 4 の場合を示す。また、巨礫の設置の影響が分かるように巨礫を設置していない場合について同一の測定箇所の時系列変化を示す。図に示されるように、底面付近の流速の時系列変化から、この測定位置では逆流は認められないが巨礫を設置したことによって、Case 1 および Case 4 のどちらにおいても 20cm/s 以下の流速が示される。なお、水際付近に近づくほど逆流が見られる。巨礫を設置した場合、設置していない場合に比べて流速変動が大きい。これは、巨礫設置によって形成される剥離流れの影響によるものと考えられる。水面付近の流速の大きさから、巨礫を設置した場合、設置していない場合に比べて、時間平均の流速が3分の1以下に減少している。また、流速の時系列変化から、巨礫を設置した場合、流速変動が小さい。これは、滞留域の形成によって流速が小さくなったため、乱れが大きくならなかったものと考えられる。また、Case 1 に比べて Case 4 の場合、流速変動が小さい。これは、Case 4 の場合、図に示す測定位置では巨礫設置箇所の間（図1参照）であるため、巨礫間に囲まれた滞留域の流れが安定したためと考えられる。以上のことから、巨礫を設置したことによって、滞留域の形成に伴う多様な流れによって遊泳魚にとって休息しやすい環境が得られることが推定される。

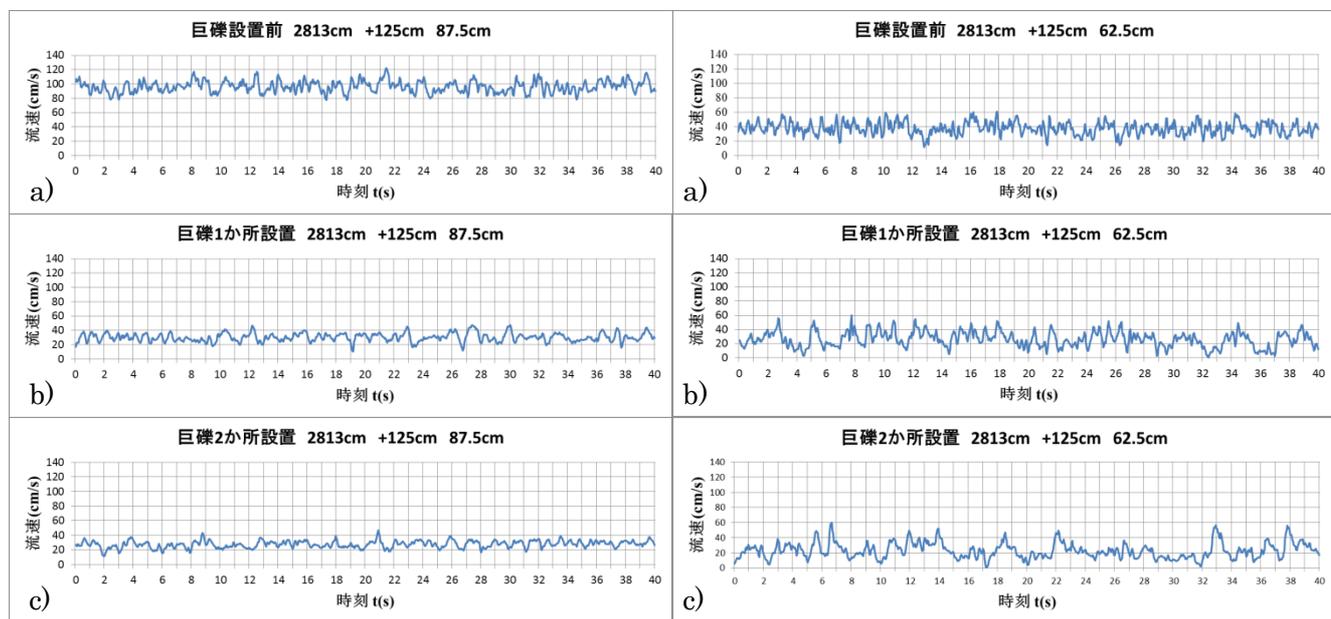


図2 x=2813cm,y=125cm,水面付近の流速の時系列変化 図3 x=2813cm,y=125cm,底面付近の流速の時系列変化

6. まとめ

サンルダム建設に伴いバイパス水路が整備される中で、水生生物の溯上意欲を継続させるための緩急増進策としての巨礫の設置による多様な流れの形成について検討するために、4種類の巨礫設置による影響について実験的に検討した。原型換算で50cm前後の径を有する巨礫を4つ1組として写真1で示す礫の設置状況について堰上げの影響を検討した結果、片側のみ1ヶ所設置した Case 1 が他のケースより、巨礫に作用する流水抵抗が小さいため、堰上げの影響が一番小さい。また、左右岸に巨礫の設置位置をずらした Case 3 の場合、堰上げの影響が一番大きい。巨礫設置による滞留域の流下方向成分の流速の時系列変化を検討した結果、底面付近では巨礫を設置した場合、流速変動が大きくなるのに対して、水面付近では滞留域の形成に伴い流速が3分の1以下になり、流速変動が小さくなる。以上のことから、巨礫を設置したことによって、滞留域の形成に伴う多様な流れによって遊泳魚にとって休息しやすい環境が得られることが推定される。

参考文献

- 1) 安田陽一(2013), 技術者のための魚道ガイドライン - 魚道構造と周辺の流れからわかること -, コロナ社, 第2版, 154pages.
- 2) 天塩川における魚類等の生息環境保全に関する平成21年度年次報告書(2010), 天塩川魚類生息環境保全に関する専門家会議, 北海道開発局旭川開発建設部, 41pages.
- 3) 林田寿文, 新居久也, 春日慶一(2012), サクラマスの産卵期における美利河ダム魚道の評価, 『月報』第715号, 独立行政法人土木研究所 寒地土木研究所, pp.29-36.
- 4) 二階堂司, 齋藤源, 藤田光則, 青山裕俊(2003), 美利河ダム魚道における降下魚対策施設の検討, ダム工学, 第13巻第3号, 一般社団法人ダム工学会, pp.152-162.
- 5) H. Miyafuji and Y. Yasuda (2007), Proposal of total migration route systems bypassing a dam-lake installed in Sanru dam, IAHR Congress, CI, Topic C, Poster, August 13, CD-ROM.
- 6) 安田, 高橋, 中嶋(2013), 第41回土木学会関東支部技術研究発表会, 第II部門, II-35, CD-ROM.