

# 石組み台形断面バイパス水路の流速場に関する実験的検討

Experimental investigation on velocity fields in bypass canal due to rock-work with a trapezoidal cross section

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 正会員 中嶋 和成

## 1. はじめに

北海道天塩川水系のサンル川において北海道開発局旭川開発建設部管轄のサンルダムが建設中である<sup>1),2)</sup>。ダム建設上流側ではサクラマス<sup>3)</sup>の生息・産卵場所が確認されていることから、魚類保全対策が求められ、ダムの影響のない区間のサクラマスの移動を可能にする対策が行われている。その一つとして、魚道としてダム湖を迂回する全長7kmのバイパス水路が整備される<sup>3)-6)</sup>。平成27年度には上流4km区間が完成し、現地においてサクラマスの遡上・降下調査が行われている<sup>7)</sup>。バイパス水路では図1に示す標準断面で整備され、魚類の遡上中の停滞や引き返しがなないように、水路内への巨礫の設置や丸太によるひさしの設置(写真1)など、緩急増進策や休息場所の確保が行われている。

施工されるバイパス水路において、より良い遡上環境を創出するために、事前にバイパス水路の流況を明らかにすることは重要である。本実験では、標準断面におけるバイパス水路を対象に施工前に実験的に検討した結果を報告する。さらに、施工後の現地調査結果との比較検討を行った。

## 2. 実験概要

実験はフルードの相似則に基づき勾配可変型矩形断面水路(水路長さ16.0m, 水路高さ0.6m(下流部), 水路幅0.8m)に1/6.25スケールのバイパス水路模型を7.2m区間に設置した。3~4cm径程度の石を河床材として使用し、標準断面を作成した(写真2)。

水深測定のために、ポイントゲージを6台使用し、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30秒, 測定間隔0.05s)。

表1 実験条件

水路勾配	1/1000 及び 1/2000		
水路幅	0.80 m	底面幅	0.24 m
側壁傾斜	1 : 1.5	縮尺	1/6.25
相似則	フルードの相似則		
現地流量	1.5m <sup>3</sup> /s	実験流量	0.01536m <sup>3</sup> /s

## 3. 擬似等流区間の検討

バイパス水路の直線区間の流況を想定して、実験において、実験水路下流端に設置されたゲート操作により、等流計算で設定された水深になるように調整した。なお、後の現地調査において、直線区間での水深が推定水深とほぼ一致していることを確認している。本実験では図2のとおり、x=150~450cmの区間を対象に流速測定を行った。

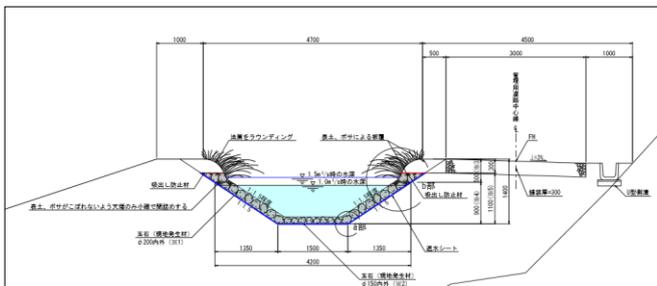


図1 標準断面図



写真1 巨礫, 丸太設置状況

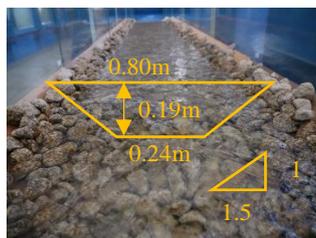


写真2 実験模型

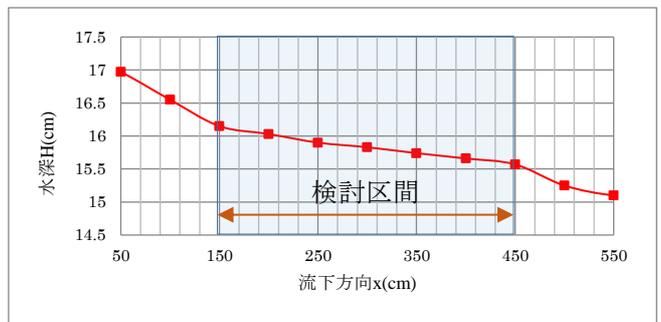


図2 流速検討区間の水面形(水路勾配 1/2000)

キーワード バイパス水路, 石組み水路, 生態系保全, 遡上環境, 流速場

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 TEL.03-3259-0409 E-mail : yasuda.youichi@nihon-u.ac.jp

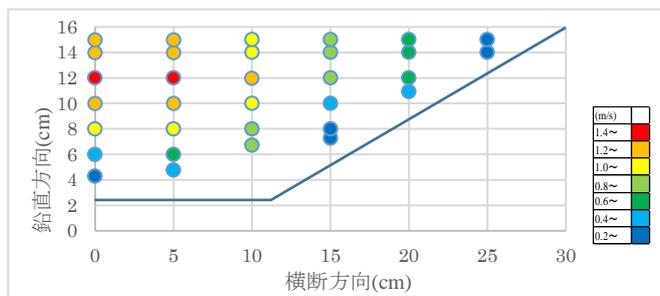


図3 水路勾配 1/2000 の場合の流速場

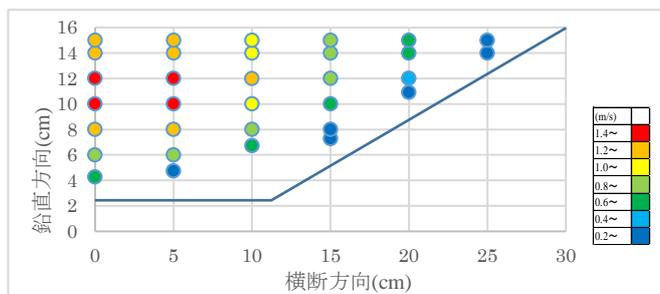


図4 水路勾配 1/1000 の場合の流速場



写真3 現地で施工されたバイパス水路の流況

#### 4. 実験における流速場

水路勾配が 1/2000, 1/1000 における標準断面での流速場を図 3, 4 に示す。1/2000 の場合、表層で 1.0~1.3m/s, 表層寄りの中層で 1.3~1.4m/s の流速が得られている。底層寄りの中層では、1.0~1.2m/s の流速、底層および側壁傾斜部では 0.5m/s 以下の流速が得られている。すなわち、断面内において、流速差が大きくなることが確認される。これは、河床および側壁斜面に石材を使用したことで、底層や斜面で流速が抑えられ、中層に流れが集中するためと考えられる。水路勾配 1/1000 の場合についても、1/2000 の場合とほぼ同様の結果となった。測定結果からサクラマスが流速変化を利用して遡上できる環境になることが推定されたため、実験模型で検討した断面に基づき施工することになった。

#### 5. 現地調査

平成 28 年夏季の調査では、流況調査が行われ、断面内の流速について 4 層に分けて測定されている。流量は 1.5 m<sup>3</sup>/s に設定されている。測定した結果、表層で

0.6~0.7 m/s, 表層寄りの中層で 0.8 m/s 程度、底層では 0.1~0.3 m/s と小さい値を示す。

実験データの換算値および現地の流速分布を比較すると、現地施工された箇所でも表層寄りの中層に主流が存在することがわかる。また、現地での測定値は表層・中層とも原型換算した流速値より小さい。これは、実験では直線水路を使用し、M2 曲線の漸変流になっている一方、施工したバイパス水路で流速を実測した箇所では、計測箇所の下流側で、流れの緩急をさらに生じやすくするために 50 cm 前後の礫が設置されたため、堰上げの影響を受けて、流速が減速され、原型換算した流速値よりも小さくなったものと考えられる。なお、試験放流したサクラマスが施工されたバイパス水路区間を遡上したことを確認している。

#### 6. おわりに

バイパス水路の断面決定のために、バイパス水路における流速場について、実験的検討を行った。台形断面状に河床および側壁斜面に礫を石組みすることによって、水路勾配が 1/1000, 1/2000 において底層や斜面で流速が抑えられ、中層に流れが集中するため、断面内において、流速差が大きくなり、サクラマスが流速変化を利用して遡上できる環境になることが示された。現地施工した箇所でも同様な結果となり、サクラマスの遡上が確認できた。今後は緩急増進策として、礫による狭窄部を設置した場合について実験を行い、その流況を明らかにしたい。

#### 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道対策施設の検討, 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.
- 7) 平成 28 年度試験階段式魚道・バイパス水路上流 4km 区間におけるサクラマス遡上調査結果について(2016), 北海道開発局旭川開発建設部サンルダム建設事業所