

# 分水施設内に設置される迷入防止対策のための流水動力式ドラムスクリーンの提案

Proposal of water power type drum with screen installed in intake system  
for the defense against misleading of swimming fishes

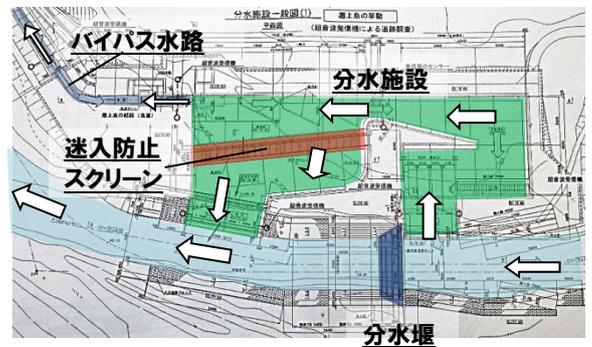
日本大学理工学部土木工学科 正会員 安田 陽一  
日本大学理工学部土木工学科 正会員 高橋 直己  
日本大学理工学部土木工学科 学生会員 ○横山 裕樹

## 1. まえがき

ダムの建設に伴い、水生生物の連続性確保およびダム上流側の回遊性魚類の生態系保全を目的に魚道整備が求められている<sup>1), 2)</sup>。ダム周辺に整備される魚道には、魚道上・下流側での迷入対策、魚道内の湖上環境を検討する必要がある。美利河ダムではダム湖を迂回するためにバイパス水路が設けられている。また、降河対策として、バイパス水路上端と河川との接続部には、河川水と魚をまとめて取り込み、余水だけをダム湖に戻して魚を魚道に誘導する分水施設が設けられている<sup>3), 4)</sup>。この場合、分水施設に流入する計画流量が4~5月に発生する流量の80%をカバーする4 m<sup>3</sup>/s程度であり、バイパス水路内に取り込む流量が0.5 m<sup>3</sup>/s程度であるため、70 m幅の薄層横越流型の余水吐きが採用されている<sup>3)</sup>。最近、北海道天塩川水系のサンル川において建設されるサンルダムでは、水生生物の連続性確保およびダム上流側の回遊性魚類の生態系保全対策として、ダム湖を迂回するための7kmに及ぶバイパス水路および分水施設の設置が予定されている<sup>2)</sup> (図1参照)。また、魚道下流端での迷入対策、分水施設、ダム本体に設置される魚道構造の提案が示され、実験的・実証的な検討が行われている<sup>5)</sup>。この場合、中小洪水規模の流量28 m<sup>3</sup>/sまで分水施設に取り込むことから、迷入対策として、美利河ダムで実施された薄層横越流の余水吐きにすることは難しい。ここでは、分水施設からの余水について流水動力式ドラムスクリーンを通してダム湖に放出することを提案し、模型縮尺を2分の1と想定したドラムスクリーンの模型を用いて水理実験を行い、その水理機能および迷入防止対策としての機能検証を実験的に検討した結果を報告する。

## 2. 分水施設の余水側の迷入防止対策の特徴

サンルダム上流側に設置される分水施設の場合、バイパス水路への流入量 $Q_f = 1 \text{ m}^3/\text{s}$ に対して分水施設からの余水の流量が4 ~ 27 m<sup>3</sup>/sまで変動することから、流量変動に対応するため、かつ浮遊してくる葉および小枝等の自然排出を考慮し、余水の通水幅75 mに起伏式ゲートおよび迷入防止としての正六角形の回転ドラムスクリーン(スクリーンは14 mmのメッシュとなっている)(図2, 写真1参照)を3 m区間ごとに25基設置する。すなわち、余水流量に応じて越流箇所を調整、および越流水深が調整できるようになっている、スクリーン前後の水位差は0.3 mとし、下流水位がドラム回転軸に位置するように調整されている。なお、降河してくる遊泳魚・底生魚に対して、回転スクリーン手前で魚の忌避反応が示されやすいように、のれん状に金属棒を水面から起伏式ゲート上面近くまで占めるように設置した。



a) ダム湖を迂回するバイパス水路

b) 分水施設

図1 サンルダム上流側に整備されるバイパス水路および分水施設

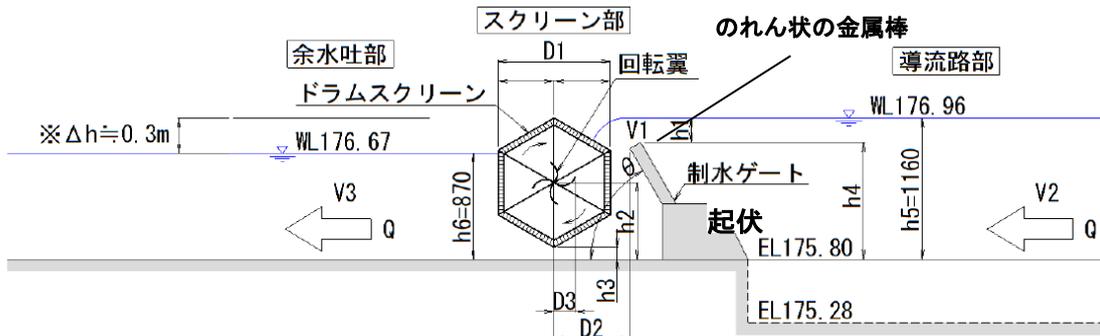


図2 迷入防止のためのドラムスクリーン

キーワード 重力式ダム, 分水施設, 余水吐き, 迷入防止, 生態系保全

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



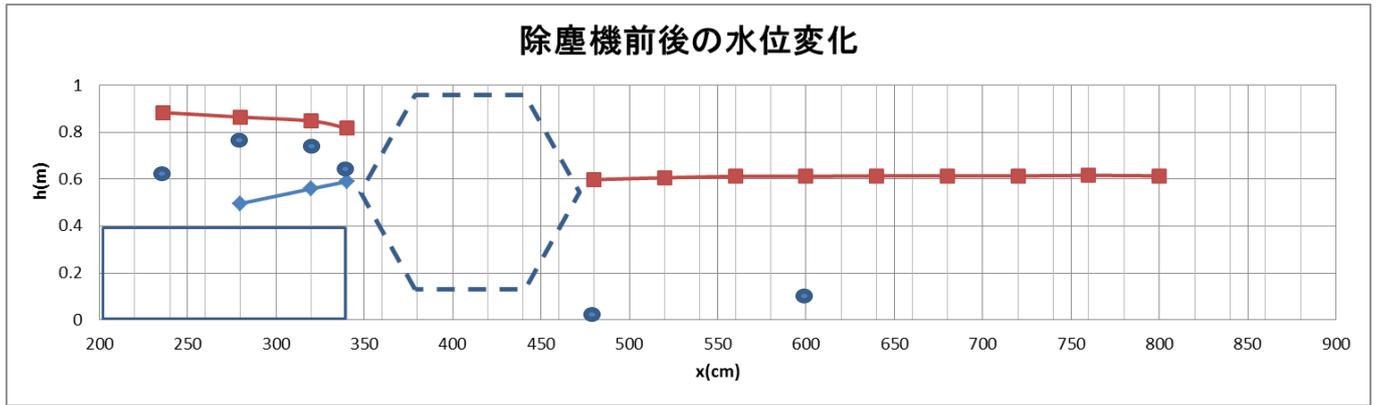


図4 ドラムスクリーン周辺の水面形 ( $q = 0.36 \text{ m}^2/\text{s}$  時の流況) (图中, ● は測定鉛直断面の最大流速の発生位置)

単位幅流量  $q = 0.36 \text{ m}^2/\text{s}$  時のドラムスクリーン周辺の水面形を図4に示す. 図に示されるように, 流れと逆方向にドラムが回転するため, ドラムスクリーンによる堰上げ効果はドラムが順流方向に回転する場合より大きい. また, 起伏式ゲートによってドラムスクリーン上流側の水位は下流側に進むにつれて, 流積が小さく(流速が大きく)なるため低下する. ドラムスクリーンより直下流側では気泡混入を伴った潜り込み流れが形成されているため, 局所流の影響から水位が下流側に進むにつれて漸近的に上昇する.

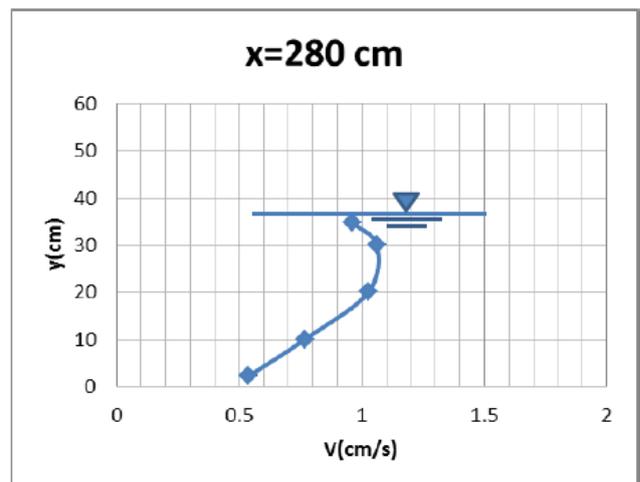
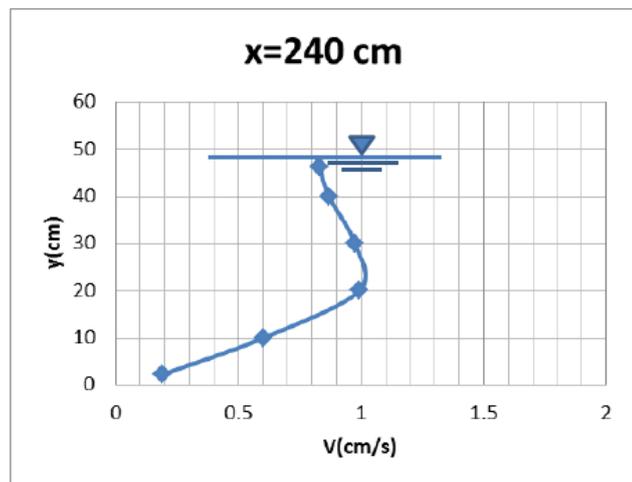
なお, 単位幅流量  $q = 0.36 \text{ m}^2/\text{s}$  時にドラムを強制的に停止させた状態でのドラムにかかる力を計測した結果, 原型換算で  $1.52 \text{ m}$  幅になるドラムの最長端で  $25.6 \text{ kgf}$ (原型換算)の力を作用させることによってドラムが停止した. すなわち,  $25.6 \text{ kgf} \times 0.56 \text{ m} = 14.3 \text{ kgf} \cdot \text{m} = 140 \text{ N} \cdot \text{m}$  のモーメントが作用することになる.

### 5. ドラムスクリーン周辺の流速分布

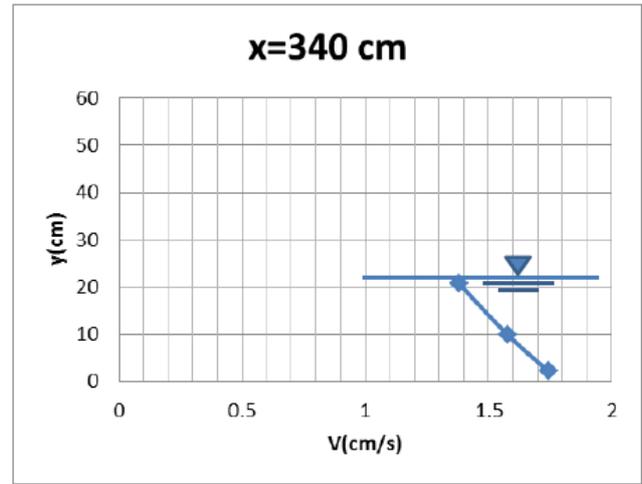
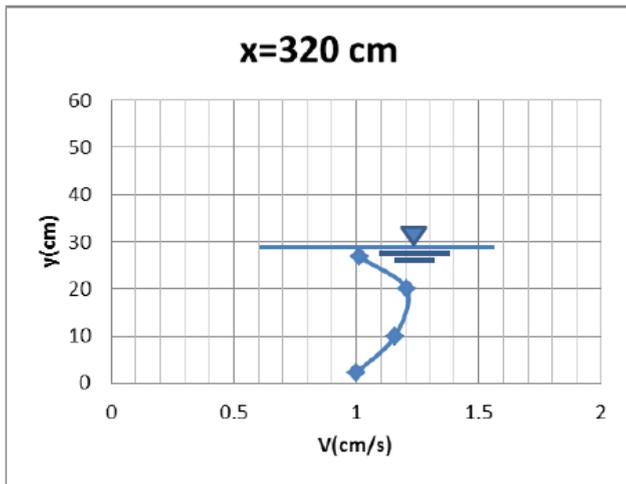
ドラムスクリーン周辺の流速分布を得るために, クリーン下流側では2断面, 上流側ではクリーン直上流(ドラム中心軸から約  $60 \text{ cm}$  上流), 魚が最接近していた断面(ドラム中心軸から約  $80 \text{ cm}$  上流の断面), ドラム中心軸から約  $120, 160 \text{ cm}$  上流の断面の4断面の計測を行った. (数値は原型換算値である) ドラムスクリーン上流側の流速分布を図5に, スクリーン下流側の流速分布を図6に示す. 图中  $y$  は底面(測定断面が台座上であれば, 台座上部の面が底面, 起伏ゲート上であればゲート上面が底面)からの鉛直上方の高さを示す座標である.

スクリーン上流側の流速について図5に示されるように, 起伏ゲートによって流れが偏向し, 下流側に進むにつれて測定断面で生じる最大流速の位置(図4の●で示した位置)は水面に向かって上昇している. また, ドラムスクリーン直上流部では, 流れが加速し, スクリーン内に流れ込むため, 底面付近の流速が最も大きくなる. 最大流速の大きさは  $1.8 \text{ m/s}$  近くになる.

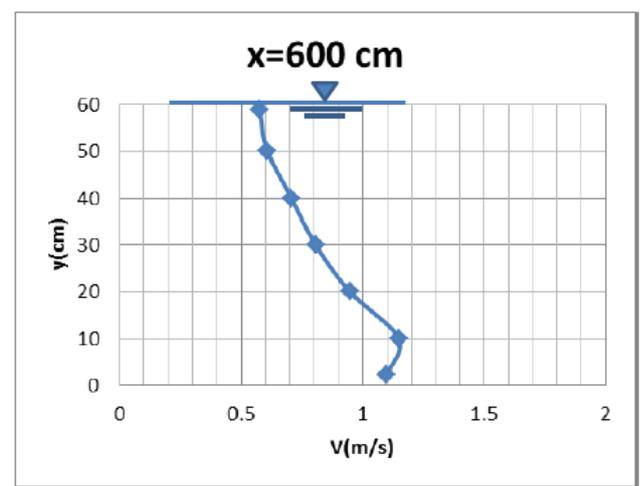
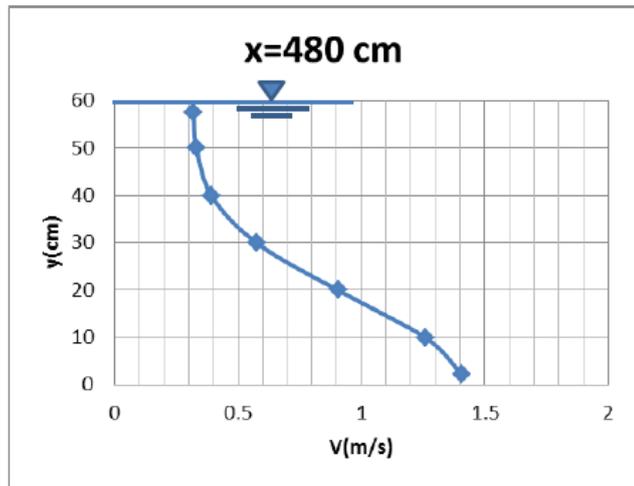
スクリーン下流側の流速について図6に示されるように, スクリーンが流れと逆方向に回転していることから, スクリーンを透過した主流の流向は下向きとなり, 底面に到達した後に主流が再発達するようになる. すなわち,  $x = 480 \text{ cm}$  (模型スケールで  $x = 240 \text{ cm}$ ) で最大流速は底面付近で生じ, その大きさは  $1.4 \text{ m/s}$  となる. スクリーン直上流の流速と大差内大きさととなっている. また,  $x = 600 \text{ cm}$  (模型スケールで  $x = 300 \text{ cm}$ ) では, 主流が再発達した状態となり, 水深の16%の高さで最大流速が生じ, その大きさは  $1.15 \text{ m/s}$  となる.



a) 模型スケール  $x = 120 \text{ cm}$  断面での  $x$  方向の流速分布 b) 模型スケール  $x = 140 \text{ cm}$  断面での  $x$  方向の流速分布  
図5 ドラムスクリーン上流側の流下方向成分の流速分布



c) 模型スケール  $x = 160$  cm 断面での  $x$  方向成分の流速分布 d) 模型スケール  $x = 170$  cm 断面での  $x$  方向成分の流速分布  
 図5 ドラムスクリーン上流側の流下方向成分の流速分布 (続き)



a) 模型スケール  $x = 240$  cm 断面での  $x$  方向の流速分布 b) 模型スケール  $x = 300$  cm 断面での  $x$  方向の流速分布  
 図6 ドラムスクリーン下流側の流下方向成分の流速分布

6. まとめ

サンルダム上流側に設置される分水施設の場合、流量変動に対応するため、かつ浮遊してくる葉および小枝等の自然排出を考慮し、余水の通水幅 75 m に起伏式ゲートおよび迷入防止としての正六角形の回転ドラムスクリーンの設置を提案した。提案したドラムスクリーンの水理機能および迷入防止対策としての機能検証を実験的に検討するため、模型縮尺を 2 分の 1 と想定したドラムスクリーンの模型を用いて水理実験を行った結果、単位幅流量  $q = 0.36 \text{ m}^2/\text{s}$  ( $=27 \text{ m}^3/\text{s} / 75\text{m}$ ) 時の流況では、ドラムスクリーンが流下方向と逆向きに回転し、ドラム周辺に気泡混入流が形成されることを示した。また、ドラム上流側に 120 尾のアユを投入した場合、3 時間経過した状態でも降河するアユは認められず、迷入防止対策として効果的であることを暫定的に検証した。流速測定からドラムスクリーン直上流部で流れが加速し、スクリーン内に流れ込むため、底面付近の流速が最も大きくなることを示した。また、スクリーン下流側の流速について、スクリーンが流れと逆方向に回転していることから、スクリーンを透過した主流の流向は下向きとなり、底面に到達した後主流が再発達するようになることを示した。

参考文献

- 1) 安田陽一, 技術者のための魚道ガイドライン-魚道構造と周辺の流れからわかること-, コロナ社, 2011, 154 pages.
- 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, 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, 2010 年 6 月 4 日, 41 pages.
- 3) 林田寿文, 新居久也, 春日慶一「サクラム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, 2012 年 12 月 10 日, pp.29-36.
- 4) 二階堂司, 齋藤源, 藤田光則, 青山裕俊「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, 2003 年 9 月 15 日, pp.152-162.
- 5) H. Miyafuji and Y. Yasuda, Proposal of total migration route systems bypassing a dam-lake installed in Sanru dam, IAHR Congress, C1, Topic C, Poster, August 13, 2007, CD-ROM.

著者の一人である安田陽一が天塩川魚類生息環境保全に関する専門家会議の委員であり、北海道開発局旭川開発建設部サンルダム建設事業所との協議の中でこの研究が行われたことを付記する。