

洪水調節堰に設置された提案魚道工における現地調査

Field Investigation for Proposed Fish Facilities installed in Flood Control Weir

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 ○植松 翼

1. まえがき

神奈川県横浜市内を流れる帷子川において、神奈川県が管理する分水施設にアユを含めた多様な水生生物の遡上・降河が可能な環境にする魚道工を提案し¹⁾²⁾、模型実験を通して水理学的な検討を行い提案魚道工が整備された(写真1)。提案魚道工には遊泳魚ばかりではなく、底生魚、甲殻類、貝類の遡上・降下を考慮したプール式台形断面魚道³⁾⁴⁾が採用され、張り出し型魚道周辺の減勢処置としてL型鋼板を用いたプール式階段状水路が設置されている。

提案魚道工が整備された状態(写真1)と模型実験の設置状況(写真2, 3)とを比較すると、施工段階で設計変更した箇所、河川との接続環境、堰スリット部底面の状態など必ずしも模型実験の段階で再現されているとは限らない。模型実験により予測された提案魚道工における流況および流速場を現地計測によって検証することは魚道工の機能を検証するために重要である。

ここでは、現地に整備された提案魚道工において通常時の流量を対象にしたスリット内の流速場の検証、魚道内の流況確認、魚道上流部での遡上状況確認を行った結果を報告する。また、中小洪水規模の洪水流の減勢機能を確認することができたことを報告する。

2. 現地計測および現地観測

スリット内および魚道直上流部の流量調整用プール内の流速場を計測するため、ケネック製の2次元I型プローブ(4mm径)を有するポータブル電磁流速計および内径20mmの現地計測用プロペラ流速計を併用した。水深測定には、ポール、スタッフなどを用いた。また、流況を記録する(水中の撮影記録を含む)ためデジタルカメラを使用した。

昨年(2011年)の8月19日に発生した中小洪水の流量規模を予測するため、洪水痕跡から水位を推定し、模型実験で得られた分水堰直上流の水深と流量との関係²⁾を用いて流量を算定した。



写真1 分水堰に魚道整備されたばかりの状態

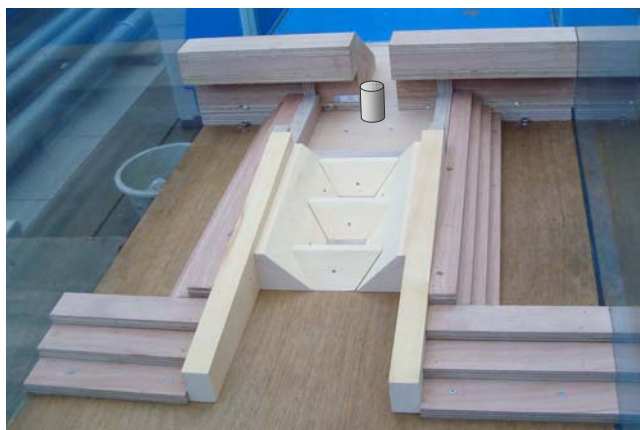


写真2 提案魚道工の12.6分の1縮尺模型



写真3 スリットおよび流量調整用プールの6分の1縮尺模型

キーワード：都市河川、分水施設、魚道、遡上環境、フルードの相似則

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

3. 洪水調節堰のスリット内における流速場

6 分の 1 縮尺模型実験により得られた洪水調節堰のスリット内における流速ベクトルの一例を図 1 に示す。流速はフルードの相似則も用いて原型換算した。また、Z は底面を基準とした鉛直上方の座標である。

魚道工施工後の通常時の流量規模 (約 $1.1\text{m}^3/\text{s}$) におけるスリット内の平面流速ベクトル図の一例 (表層, 中層, 低層) を図 2 に示す。図 1 と図 2 との比較から, 中層の流速ベクトルにおける模型実験と現地計測との差異は上流端を除いて見られない。上流端の差異については, 測定位置のわずかな相違によるものと考えられる。

図 2 に示されるように, スリット内の流速が 100 cm/s 前後となっている。特に, 水面近くの側壁付近 (写真 4, 5) では 100 cm/s 以下となり, 遡上環境として良好な状態となっている。また, 底面付近においては, 底面の凹凸の影響から 100 cm/s より小さい箇所が多い。

魚道整備後には多数のアユ, オイカワ等の遡上を確認し, 魚道工整備によって容易に分水堰を通過できる環境となったことを確認した。

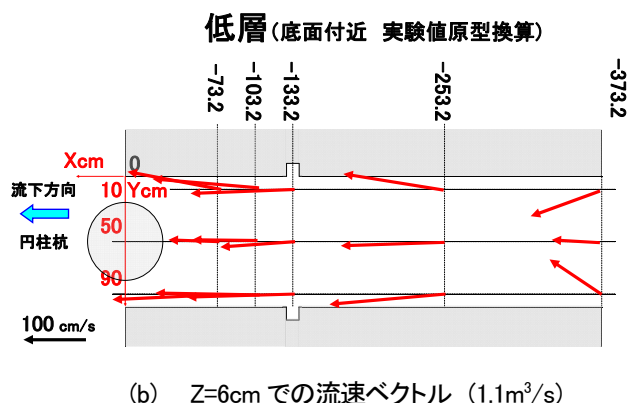
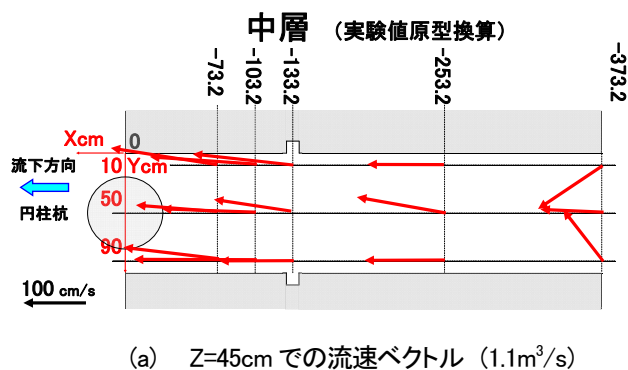


図1 模型実験で得られたスリット内の平面流速ベクトル

4. 魚道直上流部の流量調整用プール内の流況

流量調整用プール内の流況の写真を写真 6 に示す。スリットを通過した流れが円柱杭にぶつかることにより, 過剰な流量が魚道に流入することなく, プール左右に越

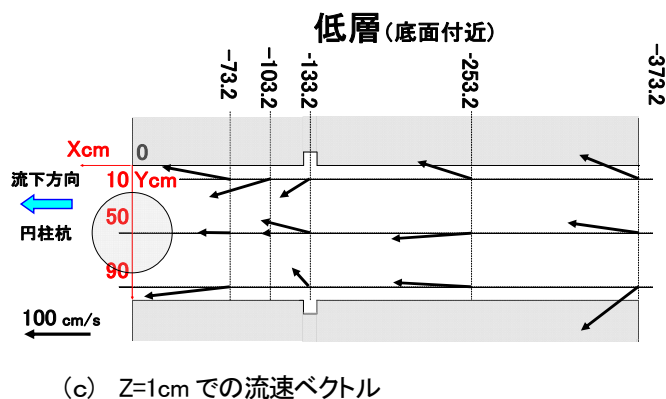
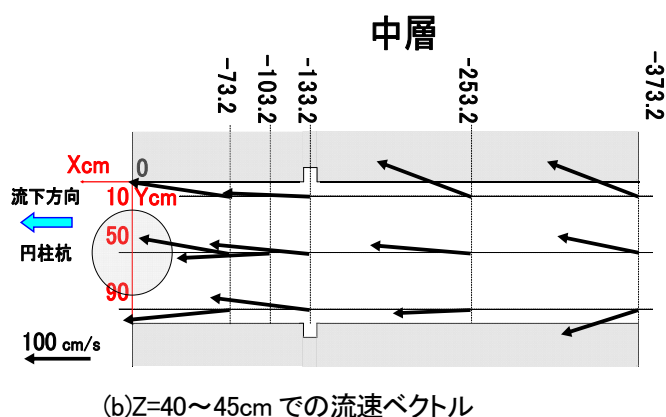
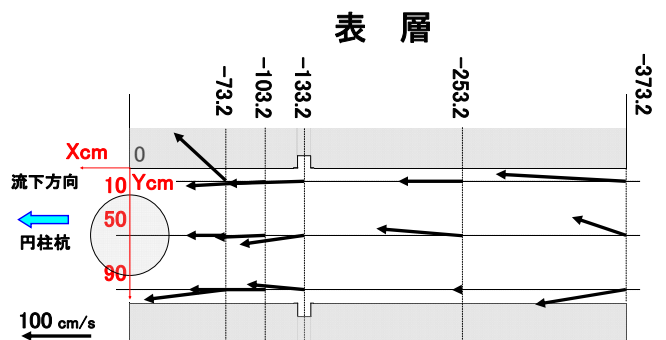


図2 $1.1\text{m}^3/\text{s}$ 時のスリット内の平面流速ベクトル図 (現地計測)

水している。流量調整用プールにおける底面近くおよび水面下 10 cm の平面ベクトル図の一例を図 3 に示す。

円柱杭直下では剥離の影響で流れが非常に緩やかになっていることを確認した。また, 円柱杭に当たった流れがプール底部の方向へ潜り込んでおり, 表層, 中層の流れが緩んでいることを確認した。これらのことから, 魚道直上流部のプール部において魚の休息場所が確保されていると推測される。



写真4 洪水調節堰スリット部円柱杭付近の通常時流況



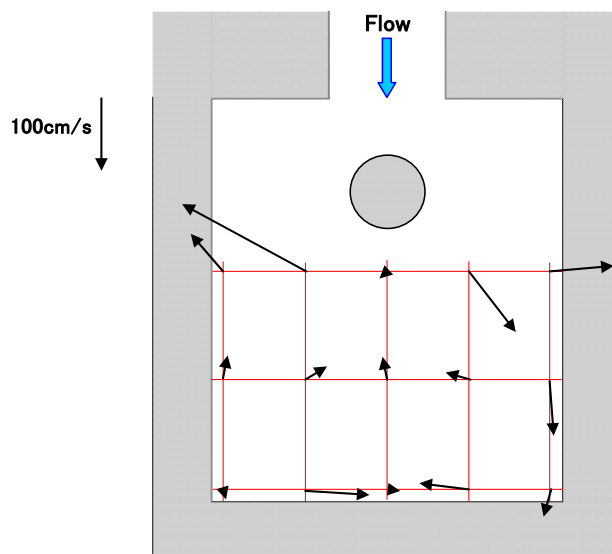
写真5 洪水調節堰スリット部流入部付近の通常時流況



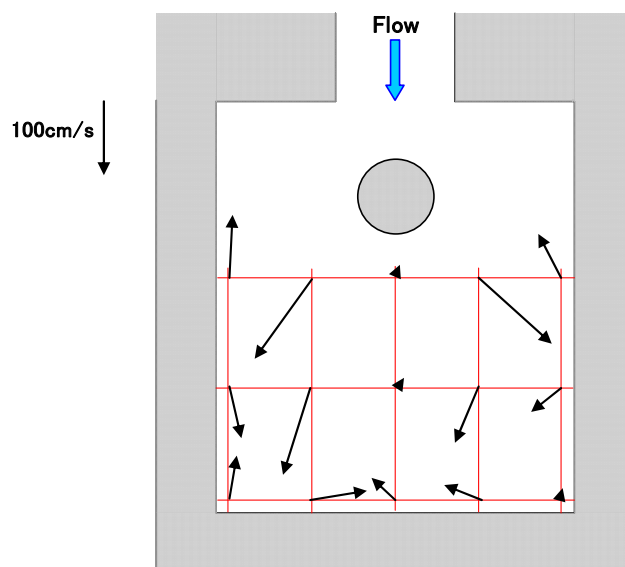
写真6 洪水調節堰スリット下流側プールの様子



写真7 整備された台形断面魚道(通常時)

帷子川 洪水調節堰
スリット直下プール部 ベクトル図 表層

(b) 水面下 10cm の流速ベクトル

帷子川 洪水調節堰
スリット直下プール部 ベクトル図 低層

(a) 底面近く(底面から1cm)の流速ベクトル

図3 1.1m³/s 時の流量調整用プール内の平面流速ベクトル

5. 台形断面魚道部における流況

通常時の流量規模 (1.1m³/s) における台形断面魚道部における様子を写真7に示す。円柱杭の設置により魚道内に流入する流量が適切に制御されている。また、写真に示されるように、プール全体では気泡混入が多い状況になっているが、水際近くの遡上経路では気泡によって遡上経路が遮られていない。なお、隔壁部からの越流水脈の流速は最大で 200 cm/s 程度であった。

6. 中小洪水規模の洪水流の減勢効果

堰を越水した高速流を速やかに減勢させることは、護床ブロックの流出や河床洗掘による河床低下を防ぐために重要である。また、水生生物保護の観点から出水時、堰を越水した流れによって遊泳魚等が水叩きや護床工に衝突することなく安全に降河できるようにすることが求められる¹⁾。

魚道工を整備するに際し、出水時の減勢機能の確保、および生物が安全に降河出来る対策として、写真7に示されるように、L型鋼板も用いたプール式階段工を魚道両側に設けている。

魚道工整備後、2011年8月19日に発生した30 m³/s規模の中規模洪水時の魚道工周辺の流況を写真8に示す。また、写真2に示す12分の1の縮尺模型を用いて流量規模(原型換算)が34 m³/s時の流況を再現したものを写真9に示す。写真に示されるように、堰直下で跳水が形成され、魚道工内で減勢されていることが確認できる。また、出水後の現地確認により、魚道工下流部での洗掘ならびに河床低下の発生は見られなかった。



写真8 出水時における洪水調節堰下流側の様子



写真9 模型実験における洪水時の減勢機能の様子

これらのことから、提案魚道工を設置することによって中小規模洪水の洪水流の減勢機能が確保されたことを確認した。

7. まとめ

分水設備本川側に設置されている洪水調節堰に設置された提案魚道工において、スリット内の流速について現地測定を行った。現地での流速測定から、実験では測定困難な底面付近、水面付近の流れが緩やかになっていることを確認した。また、現地での測定結果と模型実験で得られた流速場の測定結果を中層(水深の中間)で比較したところ、実験で得られた流速場と現地計測で得られた流速場との差異は見られなかった。

現地観測から、多数のアユおよびオイカワの遡上が確認され、スリット部における遡上環境が確保されていることが推定できた。

魚道工が施工された現地において、魚道直上流部の流量調整用プール部において流速場の測定を行った結果、プール内における中層、表層の流れが緩やかになっており、遊泳魚等が休息できる環境が確保されていることが確認された。

現地において中規模洪水時の減勢効果を確認した。また、出水後の現地観測より、魚道工下流側の河床洗掘および河床低下の発生が無いことを確認した。

今後は、提案魚道工を遡上する魚種を明らかにし、遡上可能な環境がどの程度の流量規模まで許容できるのかを確認する必要がある。

参考文献

- 1) 黒川, 植松, 安田, 土木学会年次学術講演会, 第II部門, II-132, CD-ROM, 2010.
- 2) 植松, 安田, 土木学会年次学術講演会, 第II部門, II-021, CD-ROM, 2011
- 3) 安田, 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分かること—, コロナ社, 143 pages, 2011年10月.
- 4) Yasuda, Y. and Ohnishi, T. Relationship between migration route of swimming fishes and velocity characteristics in pool-type fishways with a trapezoidal section, 33rd IAHR Congress, Vancouver, Canada: IAHR, CD-ROM, 2009.

謝辞: この研究は神奈川県横浜川崎治水事務所の協力を得た。ここに記して謝意を申し上げる。