

ウロコタイプ魚道内の越流部および非越流部が魚道内流速に与える効果

(国研) 土木研究所 自然共生研究センター 正会員 ○阿部 謙三
 (国研) 土木研究所 自然共生研究センター 正会員 林田 寿文
 (国研) 土木研究所 自然共生研究センター 正会員 森 照貴
 名古屋工業大学大学院工学研究科社会工学専攻 正会員 萱場 祐一

1. はじめに

近年、河道幅全体を魚道として活用する全断面魚道が景観的、機能的に優れるとされ、設置事例が増加している¹⁾。しかし、全断面魚道は階段式などの水路タイプ魚道と比べて明確な設計方法が確立していない²⁾。そのため、魚類の遡上ができているか不明なものも散見される。

そこで、本研究は全断面魚道の1つであり、林田ら²⁾や阿部ら³⁾が遡上ルートや流況が多様であると評価するウロコタイプ魚道を対象とした。設計法の確立と機能向上に資するため、魚道内の越流部、及び非越流部の効果について実験により検証を行った。実験として、ウロコタイプ魚道を形成するハニカム形(六角形)²⁾³⁾魚道ブロックの模型を製作し、魚道内の流速を計測することを試みた。ブロック模型は、越流タイプと非越流タイプの2種類を作成し、本ブロックで創出される魚道内の流況と非越流タイプを配置したことによる効果の把握を行った。

2. 方法

実験に用いたブロック形状は越流タイプが横200mm×縦233mm×高さ80mm/60mm(下流/上流)、非越流タイプが横200mm×縦233mm×高さ100mm/60mm(下流/上流)である。両タイプは、プールから流下する水脈が下流方向、及び下流方向に向けて左右30°の3方向に流下する形状とした(図-1)。下流側に面する部分は自然石を並べた形状を模している。なお、非越流タイプは、自然石が高く設定されているが隙間を有するため完全な止水ではない。また、ブロックのプール形状は上流プールから流下するスロープ角度を45°にすることで、流水が上流から下流に滑らかに接続するよう工夫している。

模型実験は1/7.5スケール、魚道の勾配は1/10とした。設定した流量は、模型ブロックの越流水深が魚類の遡上が容易とされている越流水深15cm²⁾、つまり模型スケールにて2.0cm(実験値1.96cm)となることを予備実験で確認し、3.2L/sとした。流量は、三角堰を用いて管理し、整流板を設置した2つのプール、及び、水平な水路を通過させ、安定した状態で魚道に流した。ブロックの配置は奇数列が5個、偶数列は4個と両端に1/2ブロックを

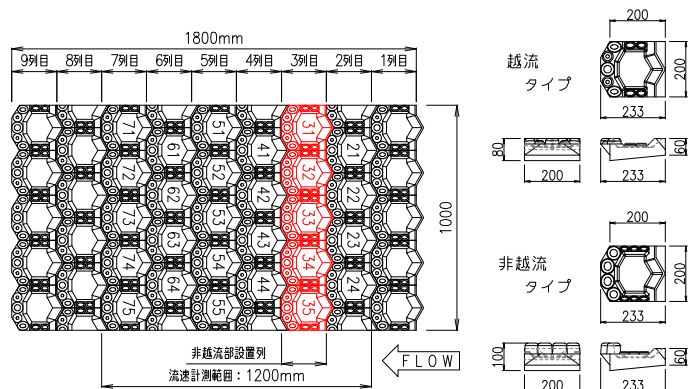


図-1 模型配置図(左)と模型単体図(右)

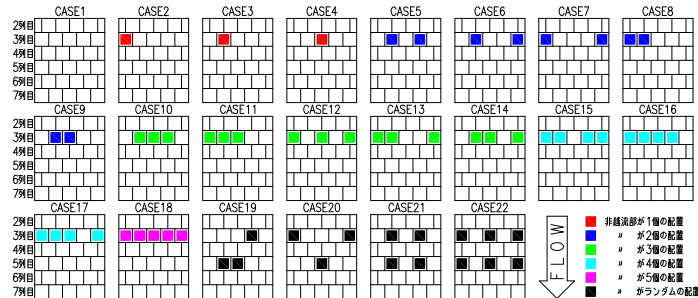


図-2 非越流タイプの配置パターン

左右それぞれ1個を配置したウロコ状の配置とし、全部で9列を設置した。ブロックには列番号と左から1~5の配置位置番号を与えた(図-1)。

実験は、魚道ブロックの基本条件を把握するため、越流タイプのみを設置したケース(プレーン:CASE1)の流速測定を3回行った。次に、非越流タイプの効果の把握を目的に、非越流タイプを3列目に1~5個の組み合わせで配置した17ケース、3列目及び5列目にランダムに設置した4ケースの実験を行った(CASE2~22:図-2)。魚道内の流速の代表値として、設置した各ブロックのプール中心、かつ6割水深にて3次元流速計(KENEK社VP3000)を用いて20秒間計測した平均値を求めた。流向は下流方向をX、右岸方向Y、鉛直下方向をZとし、魚類の遡上時に移動の方向となるX方向の成分を抽出した。計測範囲は、バッファゾーンとして1列目、及び、下流の8、9列目を除いた6列とした。

得られた各ブロックの流速について、プレーンの3ケースは、2~7列の流速を列ごとに平均し、標準偏差を求

キーワード 魚道、全断面、越流部、模型実験、ブロック

連絡先 〒501-6021 岐阜県各務原市川島笠田町官有地無番地 (国研)土木研究所自然共生研究センター TEL0586-89-6036

め、落差を流下することによる影響を確認した。非越流タイプを設置した場合を含む全24ケースでは、非越流部の影響が強く出ると予想される設置列の3列目と、その上下流の2列目、4列目について、列毎の流速の平均値、及び標準偏差を求め、3列目の非越流タイプの個数との関係を把握した。なお、非越流タイプを設置した列より2列下流では非越流タイプを設置した影響がほとんど確認できないことから、2～4列の評価とした。

3. 計測結果・考察

(1) 非越流タイプを設置しない場合

ハニカム形ブロックを用いたプレーンについて、列毎の平均流速と標準偏差の関係を図-3に示す。平均流速は、4列目から5列目で増加、5列目から7列目では減少の傾向が見られたが、有意性の確認は出来なかった（有意性率5%）。本魚道では非越流タイプを設置せずとも、下流に向けて流速の加速はしていなかった。これは、流下する水脈の方向が直下方向だけでなく、ハニカム形により30°の角度を有することと、上流からの流れが45°の斜路で滑らかに接続していることから、魚道内の流況が直線的とならず、流水が乱れることなく、潜り流が発生したことで、減勢効果が得られているものと考えられる。

(2) 非越流タイプを設置した場合

2～4列目のブロックの平均流速と3列目の非越流タイプの設置個数の関係を図-4に示す。平均流速は、非越流タイプが0個の場合が最大であり、5個設置にて最小となった。非越流タイプを5個設置すれば最も大きな減勢効果が得られるが、横断全体が非越流部となるため、魚類の遡上を妨げることになる。よって、魚道として現実的な配置とは言えない。魚道の評価として遡上ルートの多さの観点から考えると、非越流部が少ないほど遡上ルートが多くなることから、現地の流速に応じて設置個数を定めることが良いと考えられる。

次に、流速のばらつきの評価として、2～4列目のブロックの平均流速の標準偏差と3列目の非越流タイプの設置個数の関係を図-5に示す。前述のように魚道内の平均流速は非越流タイプを増やすことで小さくなるが、標準偏差は、非越流タイプを3個程度設置することで大きな値を示す傾向であった。つまり、魚道内の流速にばらつきを持たせるには非越流タイプを列の設置個数の半分となる3個程度配置することが適すると言える。3個配置では非越流部の設置列の流路は2本に分流され、流路幅も狭くすることが可能である。一方で、2個配置では流路数は多くなるが、流路幅が広くなり、4個配置では流路幅は狭いが流路数が少なくなる。このことから、3個配置の場合に最も流速のばらつきが発生したと考えられる。流速のば

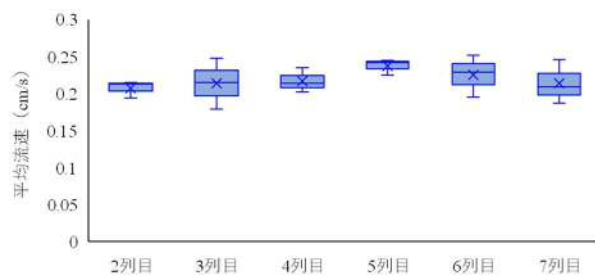


図-3 プレーンにおける各列の平均流速

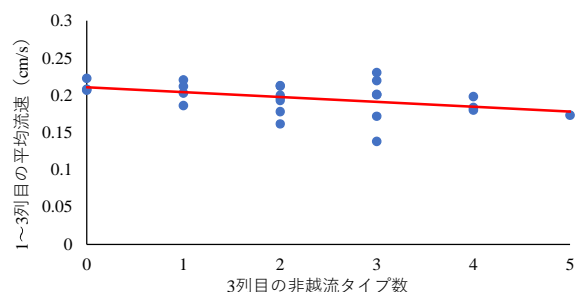


図-4 3列目の非越流タイプ数と1～3列目の平均流速

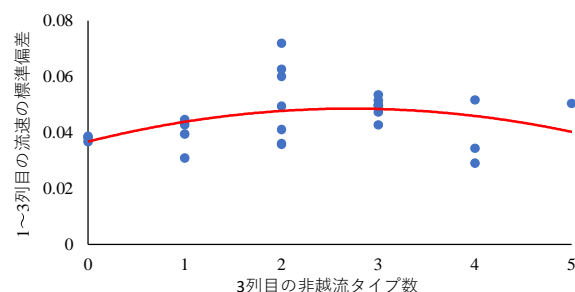


図-5 3列目の非越流タイプ数と1～3列目の流速の標準偏差

らつきは非越流部により魚道内の水脈が分岐し、様々な流速域が発生したことに起因する。魚道内に様々な流速域が存在することは、遡上する魚類の流速の選好性への応答となる。また、流量が増減した場合は、流速にばらつきがあることで、それに応じた遡上ルートが魚道内に発生することになる。魚道内に多様な流速域が存在することは魚道としてのポテンシャルが向上すると考えられる。

5. おわりに

これまで全断面魚道内における非越流部の効果は検証がされていなかったが、本論文では模型実験にて流速を計測することで非越流部の効果を定量的に評価することができた。今後は非越流部の効率的な配置に向けたモデルの作成などを行う。

謝辞: 自然共生研究センター職員各位には実験準備や計測を手伝ってもらった。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 水野信彦ら：魚の生態からみた魚道の見方。応用生態工学、第3巻、No.2、pp.209-218、2000。
- 2) 林田寿文ら：3次元点群モデルを用いた全断面魚道評価手法の提案。土木学会論文集 B1(水工学)Vol.77、No.2、I_570、2021。
- 3) 阿部謙三ら：流況トレーサーと UAV を用いたウロコ型全断面魚道の機能把握。土木学会論文集 G(環境)、Vol.77、No.6(環境システム論文集 第49巻)、II_53-II_58、2021。