

# ネトロンパイプを有するエコステップ魚道の流況特性

日本大学理工学研究科 学 生 員 ○佐佐木 照尚  
 日本大学理工学部 正 員 高橋 正行  
 日本大学理工学部 正 員 安田 陽一  
 日本大学理工学部 フェロー 大津 岩夫

近年、魚道の断面を台形にすることで遊泳魚ばかりでなく甲殻類・底生魚の遡上環境が改善されることが安田らの研究によって明らかになった<sup>1),2)</sup>。本研究では、経済性、耐久性、迷入防止などの面を考慮して1/3勾配の小段式台形断面魚道（愛称：エコステップ魚道）にネトロンパイプを付設したプール式魚道を提案しその流況特性を明らかにした。また、2004年9月に実施した生物調査で良好な遡上・降河環境が確認された流況（Type3）を対象に流速特性を明らかにした。

**実験** 表-1に示す実験条件の下でエコステップ魚道模型（図1）を幅80cm、全長18mの長方形断面水路に設置して実験を行った。

実験項目を以下に示す。

- ・ 流況の区分。
- ・ ネトロンパイプ内の礫の占める割合による流況特性の違い。
- ・ Type3（流況説明参照）におけるプール内、ネトロンパイプ脇、水際における流速・水深を知る。

なお、本実験は実河川に設置された魚道の2分の1模型を用いた。平面的な流速場を知るため、流速測定にはI型の2次元電磁流速計を用いた。また、流況を記録するためビデオカメラ、デジタルカメラを用いた。

流量：3.59ℓ/s ≤ Q ≤ 96.35ℓ/s
限界水深：1.27cm ≤ dc ≤ 11.4cm



写真1 雪ノ浦川エコステップ魚道

**ネトロンパイプを有する台形断面魚道の特徴** 提案された魚道の特徴を以下にまとめる。以下に示す寸法は原型の寸法が示されている。

- ・ 3分の1の勾配を有する小段式台形断面魚道においてステップ一段おきにネトロンパイプが設置されている。なお、側壁の傾斜角度は45°である。
- ・ 総落差は2m、ステップ高さは10cmである。
- ・ ネトロンパイプは長さ80cm、直径20cmの円形のものを使用し、ネトロンパイプの中に鎖を通し魚道内に固定している。また、安定を持たせるためにネトロンパイプ内に6cm径前後の礫を投入している。なお、最上流部1番目のパイプについては2番目以降に安定したプールが形成されやすくなるため、高さを30cmの長円形としている。
- ・ ネトロンパイプは無数の開口部を有する網目構造であるため、パイプにおいては浸透する流れとなる。また、腐食しにくい素材であるため耐久性に優れている。
- ・ ネトロンパイプを使うことによりプール内の流れおよびネトロンパイプ脇の流れを制御することが可能であるため、遊泳魚や底生魚がプール内で休憩し容易に遡上できる環境を作り出している。
- ・ 水際の流れの速さが制御され、水跳ねの程度が抑えられるため甲殻類・底生魚が遡上・降河できる。

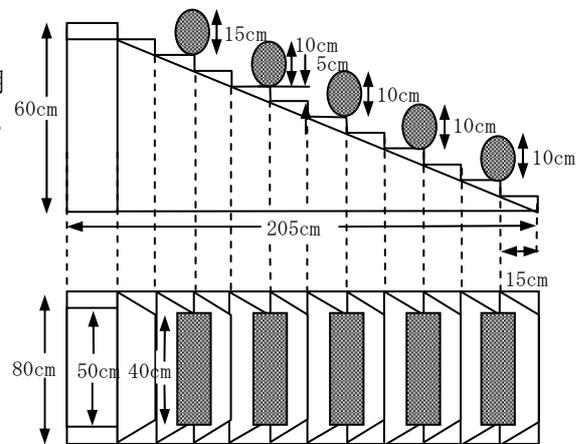


図-1 エコステップ魚道模型図

## 流況説明

ネトロンパイプを有する小段式台形断面魚道における流況は流量変化に伴い4つに区分される。なお、ネトロンパイプの中に礫を詰めた場合でも同様の流況が形成される。すなわち、ネトロンパイプの前方にプールが形成されずパイプの隙間を流れる流況（Type1）、ネトロンパイプが置かれたステップ内のみプールが形成される流況（Type2）、ネトロンパイプ間の領域に表面渦を伴うプールが形成される流況（Type3）、およびネトロンパイプ前方に表面渦を伴うプールが形成されなくなり、射流で流下し始める流況（Type4）が存在する。Type4の流況は最上流側のネトロンパイプ前方で表面渦を伴うプールが形成されなくなり、流量の程度によって2番目以降のネトロンパイプ周辺の流況が射流になったり表面渦と伴う流れになったりする。水生生物の遡上環境から各流況を比較すると、泳いで遡上する遊泳魚および底生魚においては安定したプールが確保されるType3の流況が遡上に適した流況であるものと考えられる。また、Type2の場合、安定したプールは形成されるものの、パイプ脇の流れの水深が小さくなり、特に遊泳魚の遡上は困難なものと考えられる。

キーワード：河川環境、遡上降河、通し回遊性水生生物、プール式魚道、台形断面魚道

連絡先：〒101-8308 東京都千代田区駿河台1-8；Tel.&Fax.:03-3259-0409;E-mail:yokyas@civil.cst.nihon-u.ac.jp

各流況の形成領域

ネトロンパイプを有する小段式台形断面魚道において形成される各流況の形成領域を図-2 に示す。図中横軸はパイプの中に詰めた礫の体積 ( $V_m$ ) とパイプの空間体積 ( $V_a$ ) との割合  $V_m/V_a$  を示す。また、縦軸の  $h$  は 2 番目以降のネトロンパイプの高さである。本実験では、パイプ内に礫を含まない場合 (Case1; $V_m/V_a=0$ )、パイプ内の半分の空間に礫を詰めた場合 (Case2; $V_m/V_a=0.422$ )、パイプ内全体に礫を詰めた場合 (Case3; $V_m/V_a=0.779$ ) の 3 通りを設定し、それぞれの場合の各流況の形成領域について検討した。図に示されるように、パイプ内に礫を詰めた場合は礫を詰めていない場合に比べて Type2 および Type3 の形成領域が共に大きくなった。この結果、Type1 の形成は礫を詰めた場合、 $dc/h$  がほぼ 0.13 以下で認められるようになった。なお、射流で流下し始める Type4 の流況については、パイプ内の礫の有無に関わらず、 $dc/h$  がほぼ 0.9 以上で生じることが確認された。以上のことから、ネトロンパイプ内に礫を詰めたことがパイプの安定性ばかりでなく、安定したプールが形成される流量の範囲を広げる効果をもたらしていることが明らかとなった。

Type3 における流速分布

流況 Type3 を対象にプール内、ネトロンパイプ脇の流速を測定した。下流方向の流速分布を図-3, 4 に示す。ただし、流速の大きさは実規模に換算した値で示している。図-3 に示すようにプール内においてはネトロンパイプによって流速が十分減衰され、ネトロンパイプ間のプール内では  $1\text{m/s}$  以下となっている。また、図-4 で示すようにネトロンパイプ脇の流速は  $1.5\text{m/s}$  前後であった。なお、2004 年 9 月に設置された本提案魚道の生物調査を行ったところ、遊泳魚 (アユなど) ばかりでなく底生魚 (カワアナゴを含むハゼ)、甲殻類 (ヌマエビ、テナガエビ、モズクガニ)、イシマキ貝の遡上・降河が記録され、良好な遡上・降河環境であることが認められている。また、図 4 に示す流速ベクトルは生物調査時の流速と同様である。

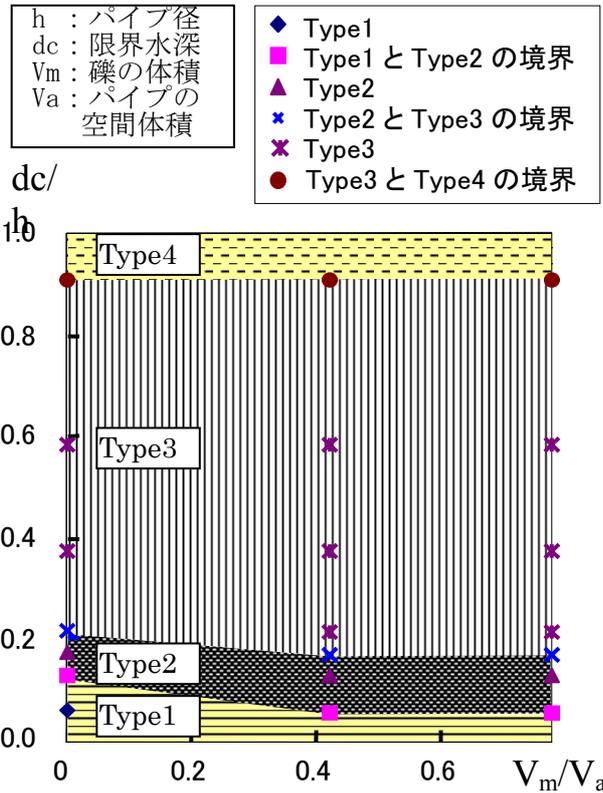


図-2 各流況形成領域図

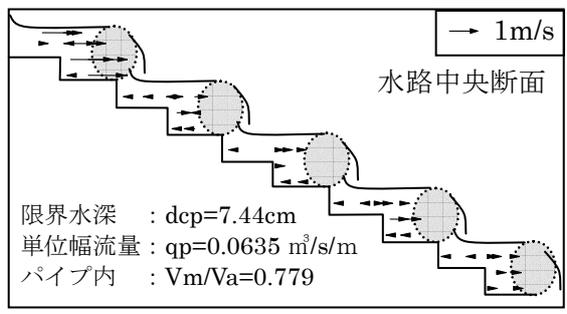


図-3 プール内中央断面の下流方向の流速

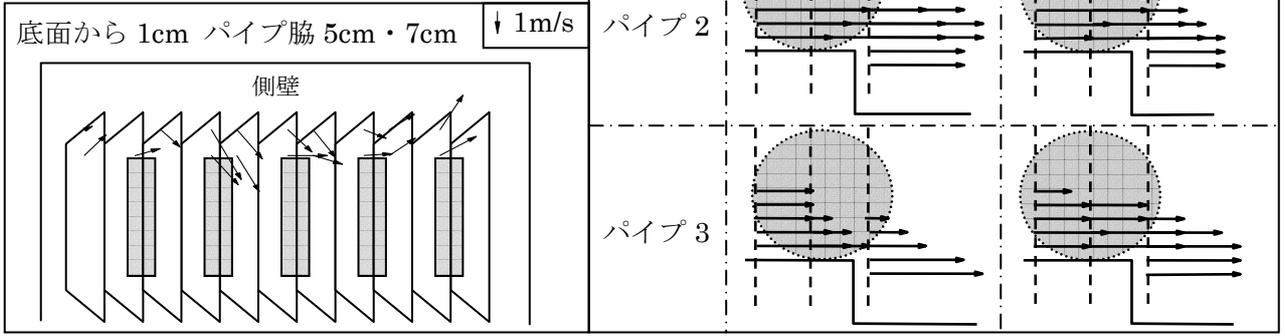


図-4 ネトロンパイプ脇の下流方向の流速

謝辞 本研究にあたり、財団法人長崎県技術研究センターからの助成を受けた。ここに記して謝辞を述べる。  
 参考文献 1) 安田 陽一、大津 岩夫、浜野 龍夫、三矢 泰彦, “エビ・カニ類に適した遡上水路の提案” 河川技術に関する論文集, 土木学会, 第 6 巻, 2000 年 6 月, pp. 149-154. 2) 安田 陽一、大津 岩夫、三矢 泰彦、浜野 龍夫, 長崎県河通川におけるエビ・カニの遡上に配慮した魚道の効果, 河川技術論文集, 土木学会, 第 8 巻, pp. 343-348, 2002.