

II - 367

斜め棧粗度を有する模擬魚道内の魚の挙動に関する実験的研究

早稲田大学理工学部 正会員 関根正人
清水建設株式会社 正会員 森本大介

1.はじめに

斜め棧粗度は、流れの中に任意の二次流を人工的に生成することができ、河川湾曲部外岸付近の深掘れなどを制御する手段として利用されている。本研究では、ストリームタイプの魚道の一種として、矩形断面直線水路の側壁に斜め棧粗度を設置することを考え、棧粗度の設置方向を変えた2通りの水路における魚の挙動を解析し、魚の遡上にとって望ましい流れ場とはいかなるものかを明らかにすることを目的とする。

2.実験概要

実験には、写真-1に示すような幅21.5cm、長さ367cmの水路を用い、水路床には珪砂1号(平均粒径3.5mm)を貼り付け、粗面とした。水路勾配は1/25、流量は340l/minとした。棧粗度は厚さ1cmの透明アクリル板を幅(これを棧粗度の高さ k と呼ぶ)4cmに切ったものを用いる。棧粗度の配置は、関根・吉川・井田らの研究¹⁾を参考に、設置間隔を高さ k の10倍の40cm、設置角度 α を 45° とした。case 1では左右側壁の棧上部を 45° 上流側に傾け、case 2では逆に 45° 下流側に傾けてある。この2つのcaseにおける流れ場の測定を行うとともに、川魚のウグイを各々延べ30匹ずつ放流し、その挙動をビデオ撮影し、後日その行動軌跡の解析を行った。

3.斜め棧粗度により生成される流れ場の特性

図-1、図-2は、水路内の二次流が十分に発達していると考えられる区間での、水路底面に平行な平面内における流速ベクトルを示す。着色されている部分が、斜め棧粗度を表す。座標系は流下方向に x 軸、魚道横断方向に y 軸、鉛直上向きに z 軸をとり、 x 軸の原点を水路上流端、 y 軸、 z 軸の原点を魚道底面の横断方向の中央部としている。また、2つのcaseとも水路中央測線を軸として左右対称であるため、測定はその右半分において行った。図-1よりcase 1では、底面付近($z=0.8$ cm)で側壁側から水路中央部に向かう二次流が、水面付近($z=7.8$ cm)で水路中央部から側壁に向かう二次流が生成されている。これより、右半分で時計回り、左半分で反時計回りの一対の二次流セルが形成されていることがわかる。一方、図-2よりcase 2では、右半分で反時計回り、左半分で時計回りの一対の二次流セルが形成されていることがわかる。

4.斜め棧粗度を設置した魚道における魚の挙動についての一考察

図-3は魚の遡上の状況をランクAからランクBに分類して(表-1参照)示したものである。ランクAとランクBが遡上可能であったことを意味している。さらに、図-4はこれらを魚の体長別に3つのグループに分類して示したものである(ここでは、中間のサイズに対する結果を省略する)。これより、case 1はサイズの小さい魚にとって、case 2はサイズの大きい魚にとって遡上するのに好ましい流れ場であると推測される。次に、魚が遡上する場合、左右2つの棧の間のどの位置を選択して遡上したかを、図-5のように整理した。図-6より、case 1では魚が遡上する部分の選択性は見られないが、case 2では半数以上が棧のきわ(経路a)を選択し、遡上している。この理由として、case 2では、棧のきわの流速が遅くなっているため、その部分を選択しているのではないかと考えられる。図-7はcase 2における2つのサイズの遡上通過経路を表す。小さな魚の方が、棧のきわ(流速が遅い部分)を遡上しており、この理由は、大きな魚ほど遊泳速度が大きく、敢えて流速の遅い部分を選択する必要が低いことを意味している。最後に、魚が魚道内で休憩する場合、どの部分で休憩するかについて、図-8のように整理して示した。図-9は各々2つのサイズの休憩場所を比較したものである。これより、case 1では約半分の割合で、case 2ではほとんど全ての魚が側壁近くの部分(Tp)を好んで休憩しており、魚の基本的習性魚道、斜め棧粗度、二次流、魚の遡上

〒169 東京都新宿区大久保3-4-1 早稲田大学理工学部土木工学科

TEL.03-5286-3401 FAX 03-5272-2915



写真-1 実験水路

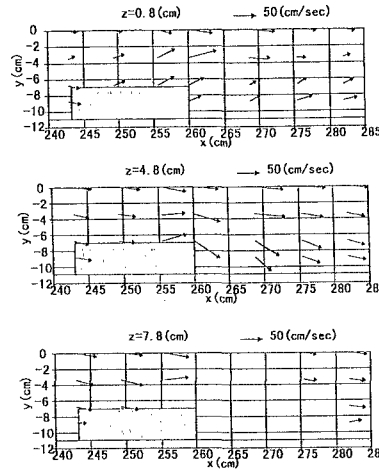


図-1 流速ベクトル図(case 1)

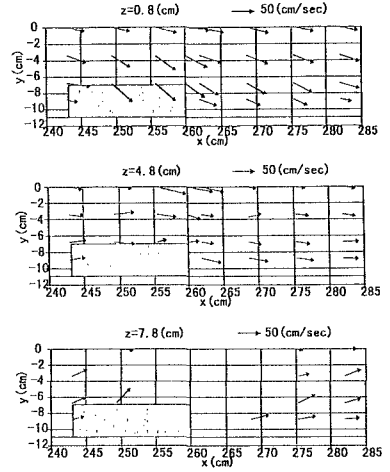


図-2 流速ベクトル図(case 2)

ランク	結果
ランクA	2分以内に、棧番号2の左右側壁の棧間を通過できた魚
ランクB	2分後に捕獲を試みたら、棧番号2の左右側壁の棧間を通過できた魚
ランクC	2分後に捕獲を試みても、棧番号2の左右側壁の棧間を通過できなかった魚
ランクD	2分以内に流れに負けて、魚道より流下してしまった魚

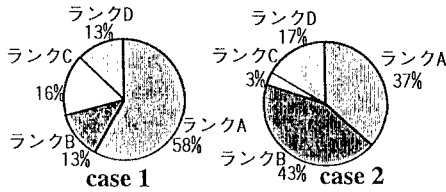


図-3 遡上結果

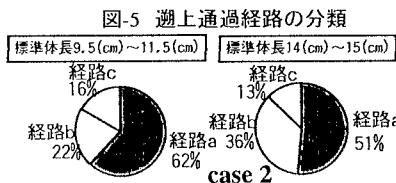
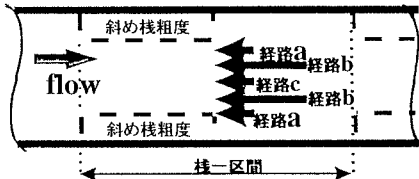


図-5 遡上通過経路の分類

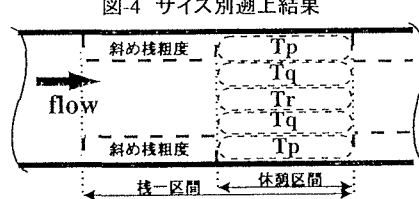


図-6 休息場所の分類

としてこのような隠れ場のない水路で休憩する際、側壁近くを選択するというを表している。case 2ではサイズが大きくなるに従い、側壁近くで休憩する割合が減少している。これは、側壁側から中央部へ向かう二次流の影響が、側面積の広い大きな魚ほど大きく受けているものと考えられる。

5. おわりに

斜め棧粗度により生成された流れ場の違いが、ウグイの挙動に与える影響の概略をつかむことができた。今後は、本実験以外の水理条件、斜め棧粗度の設置の向きなどを検討していく必要があると考えている。

参考文献: 1) 関根正人・吉川秀夫・井田泰蔵: 斜め棧粗度による河川湾曲部の二次流制御に関する研究, 土木学会論文報告集, 1997, 2月