

バーチカルスロット魚道の流れ

金沢大学工学部 正員 辻本 哲郎
 金沢大学大学院 学生員 山本 貴章
 金沢大学工学部 学生員 ○永禮 大

1. まえがき

魚道とは、少ない流量の下でも河川の障害物（堰など）を、魚が昇ることができるように造られたものである。つまり、魚道は流量を正確に制御し、魚が遡上できるような流れ場をつくり出すものでなければならない。魚道は次の3つのタイプに分けられる。1) stream-type, 2) vertical slot fishways, 3) pool and weir. 本報では、それらの中の vertical slot fishways を取り上げる。vertical slot fishways は少ない流量でも十分な水深が得られ、そのプール内では2次流が起こる。その設計は従来、模型実験かそれに基づいて考えられた設計指針によるものであったが、本研究では $k-\varepsilon$ モデルを用いた平面2次解析による計算法を示し、スロット形状やプール形状が流量、流況に与える影響を調べる。

2 パーチカルスロットの流速測定実験

実験水路内(幅40cm,長さ12m)に3つのプールをもつバーチカルスロットの模型を設置して実験を行った。パーチカルスロットの寸法は図-1に示す。流速の計測は2番目のプールで行った。路床勾配は $I=0.012$ とし、流量は $Q=3900\text{cm}^3/\text{s}$ である。流速測定は、電磁流速計(KENEK VM201)を用い、 z (河床からの高さ) $=5\text{cm}$ と 10cm の位置での流下方向成分(U)と横断方向成分(W)を計測した。また、計測点は $3\text{cm}\times 3\text{cm}$ のメッシュで行った。実験の結果から(U, V)ベクトル図と $\sqrt{U^2+V^2}$ のコンター図を作成し、図-3と図-4にそれぞれ示した。また $z=5\text{cm}$ での計測結果は、 $z=10\text{cm}$ での計測結果とはあまり違いがなかった。両結果ともプール内の流れが二手に別れ、中心の流れに対し比較的流速の遅い流れ場を形成している。

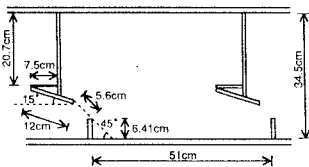


図1 実験模型の平面図

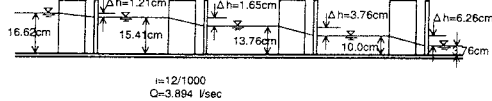


図2 実験模型の側面図

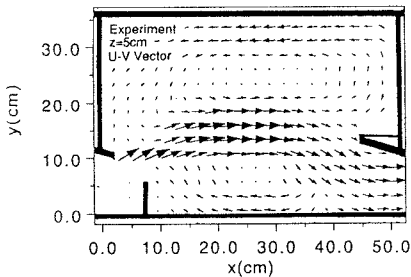


図3 実験で得られたベクトル図

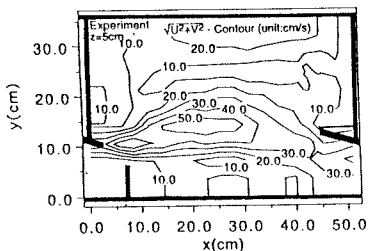
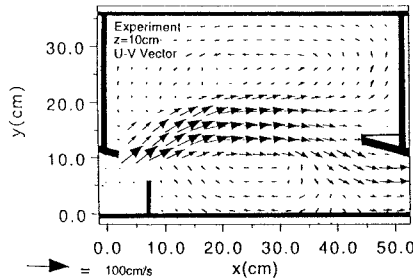
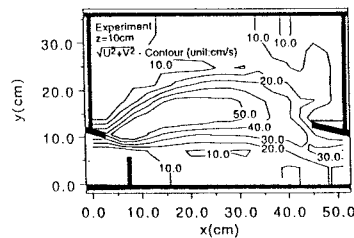


図4 実験で得られたコンター図



3. パーチカルスロット内の流れに関する数値解析

数値解析は $k-\varepsilon$ モデルを用いて、図-5に示す条件の平面形で行った。支配方程式は図-5に示される横の長さ L と、断面a-a'の平均流速 U_m で無次元化されている。また、図-5での縦と横をそれぞれ y, x 軸とし、流速成分もそれぞれ V, U として計算がなされている。ここでの乱流モデルの定数は標準値が用いられている。

本研究の数値解析は、実験条件に基づいて行われた。この結果から得られたベクトル図とコンター図を図-6、図-7に示した。それらは、水深10cmの実験結果と非常によく似ている。また、数値解析から得られた圧力分布図が図-8に示してあるが、 $\Delta P=2.1$ で示される計算結果は $\Delta H=1.5\text{cm}$ に相当し、それは実験結果の図-2と概ね一致している。これらのことから、数値解析では各プール間の水位差と流量係数を予測することができると言える。

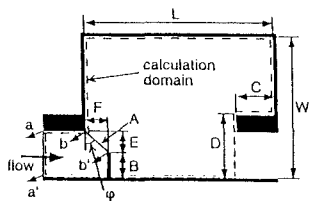


図5 パーチカルスロットの計算領域

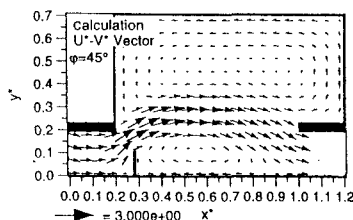


図6 計算から得られたベクトル図

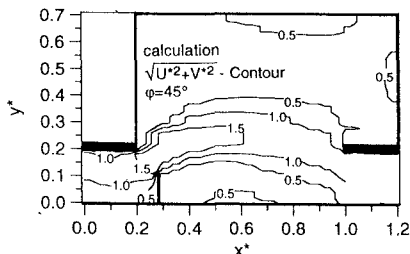


図7 計算から得られたコンター図

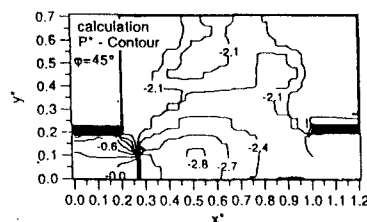


図8 計算から得られた圧力分布図

4. 流量係数の予測

流量係数を求めるために、新たな実験を行った。流量を変え、それぞれの ΔH を計測した。 ΔH は、上流から1番目のプールと2番目のプールの水位差を計測したものを採用した。その ΔH と断面a-a'の平均流速 U_m の関係を示したグラフは図-9の白丸である。

また、数値解析から流量係数を求めることも試みた。この場合、数値解析で得られた ΔP^* を用いた。それから求まった ΔH と断面a-a'の平均流速 U_m の関係を示したグラフは図-9の黒丸である。

図-9のグラフより数値解析から得られた値は、ほぼ一直線である。それに対し実測の値は、ほぼ計算値の近くに分布している。このことより計算値と実測値の傾きは、ほぼ等しいと考えられる。グラフの傾きから、流量係数は $C=0.043$ と求められた。

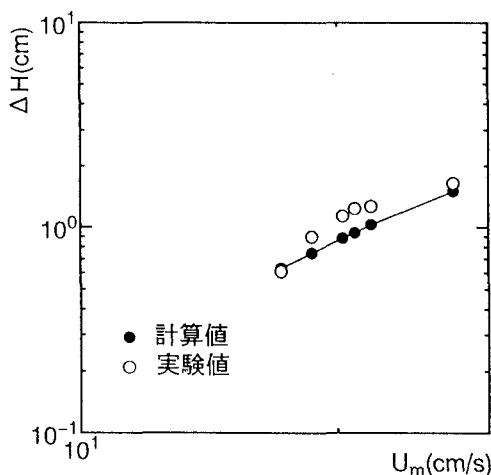


図9 $\Delta H-U_m$ 図

5. あとがき

流速を電磁流速計により計測し、 $k-\varepsilon$ モデルに基づいて数値解析を行ったが、両者の結果は非常によく類似していた。また、 ΔH を実際に計測することから流量係数を求めたが、その結果は数値解析のものと概ね等しかった。このことから、パーチカルスロットの形状を変えて数値解析を行うことは、魚道の役割である魚にとって有利な流れを解析するのに適用できると考えられる。

参考文献 1) Katopodis, C.: Advancing the art of engineering fishways for upstream migrants, Proc. Int. on Fishways 90', Gifu, pp.19-27, 1990.