

魚道屈曲部の流況の3次元数値シミュレーション

日本工営（株） 正会員 千田健一

はじめに 魚道のような複雑な水理構造物内の流況を感覚的に予測することは、経験を積んだ技術者でもかなり困難である。数値シミュレーションにより流況を把握することにより、より魚の溯りやすい魚道を設計することができる。本報では、流れの3次元シミュレーションを用い、より魚に負担をかけない魚道を設計する手法について検討する。

1. 対象魚種

対象魚種は溪流の代表的魚であるヤマメの稚魚とする。魚の巡航速度と体長の関係はカトポディス（1990）により整理されていて、これによるとヤマメ稚魚（体長約10cm）の突進速度は約1m/sである¹⁾。

2. 魚道タイプおよび計算領域

魚道タイプは、アイスハーバーとし、魚道長を2, 4mとしたCase1, 2案について比較検討する。数値計算は屈曲部を対象に行なう（Fig.1）。屈曲部を計算対象とした理由は、流れの衝突により流れが複雑に変化し、魚が溯りにくく、設計の際に流況を予測することが特に必要な箇所と思われるためである。魚道設計図をFig.2に示す。

3. 数値シミュレーション手法

流れの3次元シミュレーションには、MAC法²⁾を用いた。境界条件は、入口、出口において設計流速を強制入力した。水面はリジットウォールとし、水面ではスリップコンディション、壁ではノースリップコンディションを課した。基礎方程式および計算条件をTable.1に示す。

4. シミュレーション結果

Fig.3に計算結果を示す。水流が下流側壁面に衝突し、加速しながら出口に向かう様子が計算されている。

5. より魚にやさしい魚道の形状

自然河川では、岩かげ等にほとんど流速がゼロの領域が存在し、魚の溯上、生息に対して次のような役割を果たしている。

①魚の休息場所

②餌がながれてくるのを待つ場所

Fig.4に魚道内の流速の累加曲線を示す。横軸、縦軸は各々、流速、魚道内の体積占有率である。Case2は、Case1にくらべ、魚が休息域となる流速が遅い領域が多く、より魚に負担をかけない魚道と言える。

6. まとめ

①数値シミュレーションにより、魚の溯りやすい魚道を設計できることを示した。

②本シミュレーションは、32MBのパーソナルコンピュータで行なった。従って、実際に魚道の水理実験を行なうのに比べ、経費・労力面でかなり有利である。

今後、乱流モデルをLESに変更する予定である。

参考文献

- 1) ダム水源地センター編：魚道の設計，pp316，1991.
- 2) 八木夏夫：流れの計算，pp82，森北出版社，1994.

謝辞 ご支援を賜りました浦河ダム監督員 詰所の方々に深甚なる謝意を表します。

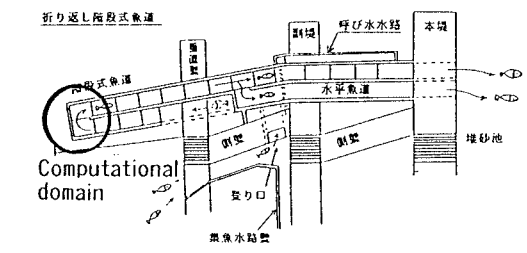


Fig.1 Computational domain

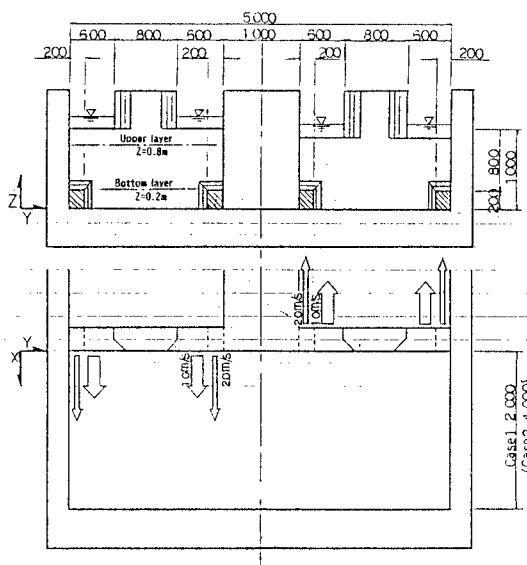


Fig.2 Design of the fishway

Table 1. Basic equations and conditions

basic equations

$$\text{div} v = 0 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v \cdot \text{grad} v = -\text{grad} p + \frac{1}{\text{Re}} \nabla^2 v \dots\dots(2)$$

where

v: velocity, *p*: pressure, Re: Remumber

condisions

grid sizes $\Delta x = \Delta y = 0.2m, \Delta z = 0.1m$

slip condition on the surface

noslip condition on the walls

Re = 1000

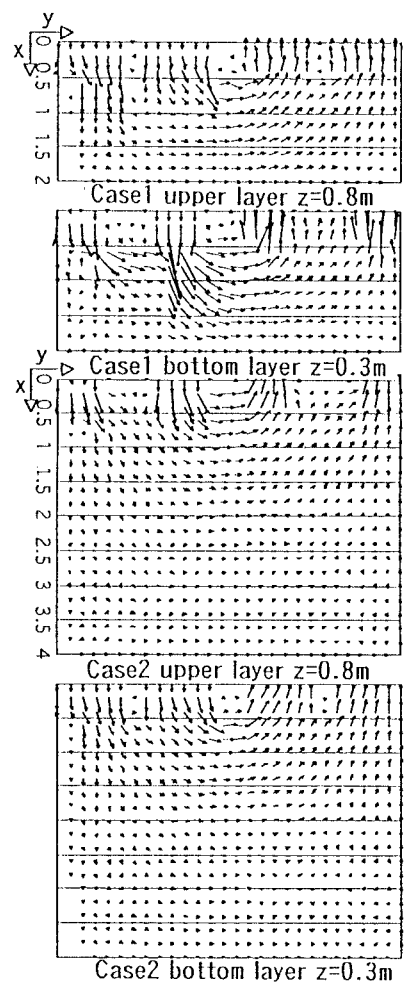


Fig.3 Velocity fields in the fish way

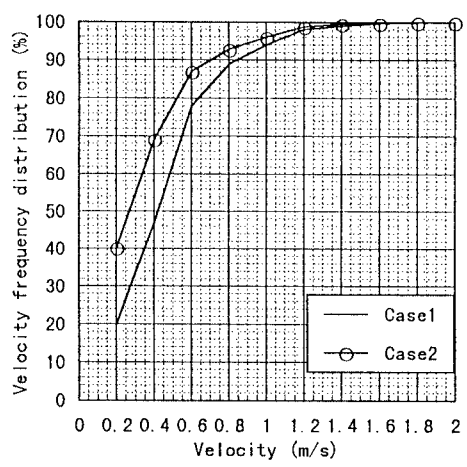


Fig.4 Velocity frequency distribution