

(II-107) 流入・流出口の位置を変えた場合の水槽内の流れ

東洋大学工学部 学生員 武田 周作

東洋大学工学部 学生員 秋山 德行

東洋大学工学部 正 員 福井 吉孝

1. はじめに

我々は、流入・流出口を設けた水槽内を流れる流体（特に遅い流れ）について、流入・流出形状、形態を変化させた場合、水槽内の流波がどのように変わるかを、数値モデルで解析することを目的とする。第一ステップとして、ここでは簡単なモデルで計算をし、その結果と実験結果とを比較検討してみる。

2. 実験方法

1) 実験は、長さ228cm、幅76cm、流入・流出口の幅20cmの開水路で行った。

(図-1)

2) 流入口に整流壁を設置しない場合と設置した場合について流速を測定した。

3) 流速の測定は二成分電磁流速計を用いて行い、測点については、深さ方向に6点、横断方向に7点取りこれを1断面とし、縦断方向に7断面取った。

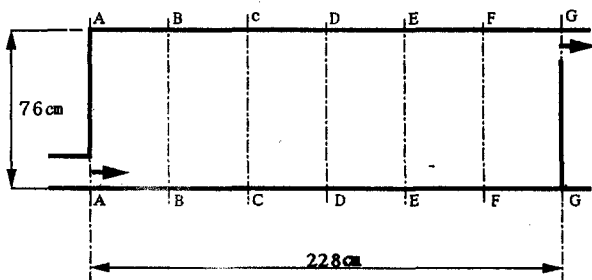


図-1 実験水路

3. 解析方法

非圧縮粘性流体の二次元の遅い流れの基礎方程式を、流れ関数を用いて整理すると

$$\frac{\partial^4 \psi}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial^4 \psi}{\partial y^4} = 0 \quad (1)$$

となる。但し、

$$u = \frac{\partial \psi}{\partial y}, \quad v = -\frac{\partial \psi}{\partial x} \quad (2)$$

とする。

境界条件は流れ関数の定義式により、開境界 S_1 、閉境界 S_2 に対し、それぞれ

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} = \frac{\partial \hat{\psi}}{\partial x}, \quad \frac{\partial \psi}{\partial y} = \frac{\partial \hat{\psi}}{\partial y} \quad \text{on } S_1 \quad (3)$$

$$\psi = \hat{\psi} \quad \text{on } S_2 \quad (4)$$

で与える。ここで $\hat{\psi}$ は既知量を表す。

(1) 式を (3)、(4) の条件の下で、有限要素法で数値計算する。

4. 実験結果と解析結果

本研究では図-1のような開水路を接点数189、要素数320に分割し、境界条件として壁では $u = 0$ 、 $v = 0$ 、流れ関数は実測値から $\psi = 123.0$ とした。また、流入口の流速も実測値を与えた。

実験結果と解析結果を以下の通りに図示した。

1) 図-2と図-4の比較

整流壁を設置しなかった場合(図-2)の方が設置した場合(図-4)よりも流速が水槽内全般で大きくなっている。特に流入口、流出口においてその度合いは顕著である。また、図-2においては、図-4より乱れた流れになっていることが解る。

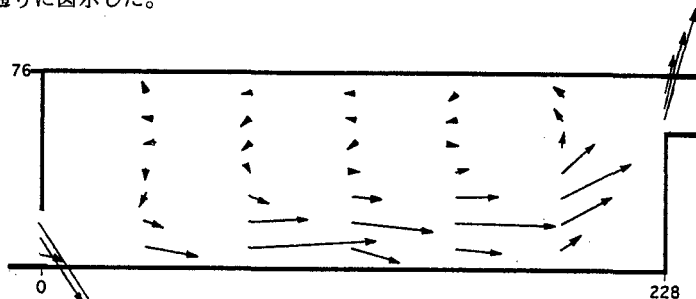


図-2 (実験値)

2) 図-2と図-3の比較

図-2では、流出口において u の値よりも v の値のほうが大きくなり、水の流れが流出口を閉塞する形になっている。そのため流出口付近で逆流する量が増加し、流入口左側に大きな逆流域が形成されている。

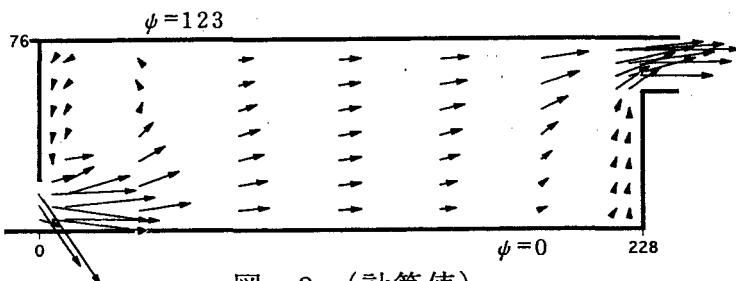


図-3 (計算値)

図-3では流出口を閉塞する流れが発生しないため、流れ全体が流出口に吸い込まれる形になっており、流入口左側に形成される逆流域も小さくなっている。

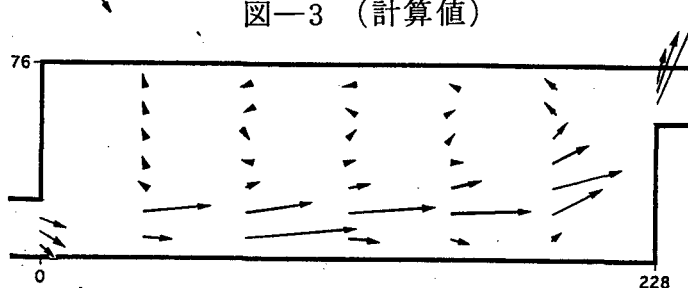


図-4 (実験値)

3) 図-4と図-5の比較

図-4と図-5についても2)と同じような違いがみられた。

4) 図-3と図-5の比較

初期条件として流入口に与える流速によって、形成される逆流域の大きさが異なる。しかし流出口付近では、流速に違いがあまりみられない。

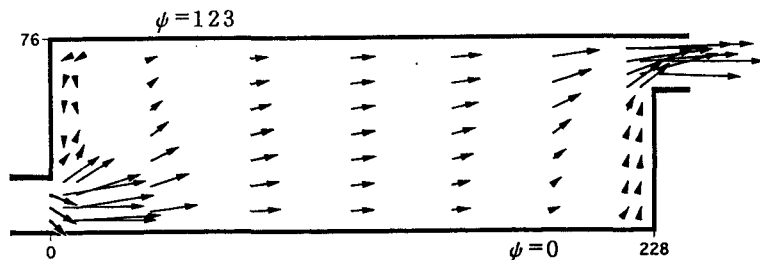


図-5 (計算値)

5. おわりに

今回の実験では、流入・流出口の位置が対角線上におかれた場合のみを検討したが、今後は、流入・流出口の孔型・幅・位置・個数、更に水路の長さなどを変えた場合の検討をしていく予定である。

参考文献

- 1) 川原 睦人 : 有限要素法流体解析、日科技連出版社

