

数値計算による湖沼内への吐出水の2次元流動解析に関する基礎的研究

広島工業大学 正会員 石井義裕
四国通建(株) 高橋成洋
広島工業大学大学院 学生会員 福山高慶

1. 研究目的

現在、私たちが使用している水は湖沼やダム等の水が約70%含まれている。しかし、湖沼やダム等は閉鎖的な地理特性があるため富栄養化の進行がしやすい。富栄養化した湖沼やダム等からは藻類等が発生し、異臭等を発生させるため水道水源として使用できない場合がある¹⁾。そのため、水質浄化装置により水質改善を行うことが今実施されている。本研究は水質浄化装置を用いた水質改善効果について水理学・流体力学的な視点から数値解析を用い検討を行い、実測データ²⁾と比較することで流速や水温等が水質に及ぼす影響を検討することを目的としている。

2. 研究方法

数値計算モデルとしてCFD2000を用いた有限体積法により、流速や水温等を変化させ感度分析を行う。図-1に幾何モデルを示す。縮尺は1/1とし、流れの主軸であるX軸方向に50m、Y軸方向に10m、奥行に相当するZ軸方向に0.1mとした。計算格子はX軸方向140分割、Y軸方向100分割とした。流入口は $Y=0\text{m} \sim 1\text{m}$ 、 $0\text{m} \sim 0.7\text{m}$ に設置する流入幅0.7mは、実際の浄化装置²⁾から推算した値である。2ケースを設定した。下流端である $X=50\text{m}$ の断面を流出口とした。計算は、流入速度が異なる3つのケースについて行った。 $U=1\text{m/s}$ 、 $U=0.5\text{m/s}$ 、 $U=0.07\text{m/s}$ の流入速度とした。初期条件としては水温300Kの水とし、流入口からは表面水を仮定する305Kの温水を流す。さらに体積力としてブーシネスク近似による浮力を設定した。

3. 計算結果・考察

本研究では、流入口の幅が異なる2パターン、流入速度が違う3パターンの合計6パターンを施した。流入口の幅1mを「モデル」、流入口の幅0.7mを「ケース」と呼称する。また、流入速度1m/sを「 $U=1$ 」、流入速度0.5m/sを「 $U=0.5$ 」、流入速度0.07m/sを「 $U=0.07$ 」と表

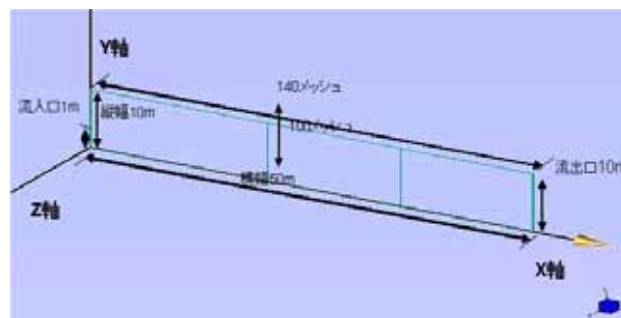


図-1 幾何モデル

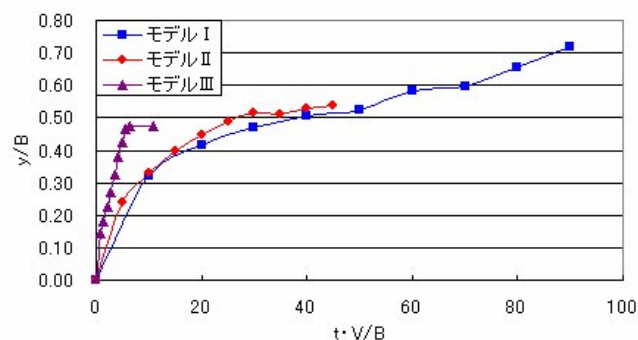


図-2 Y軸への広がり(流入口1m)

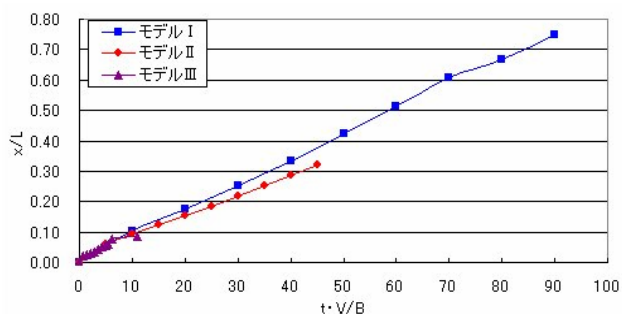


図-3 X軸への広がり(流入口1m)

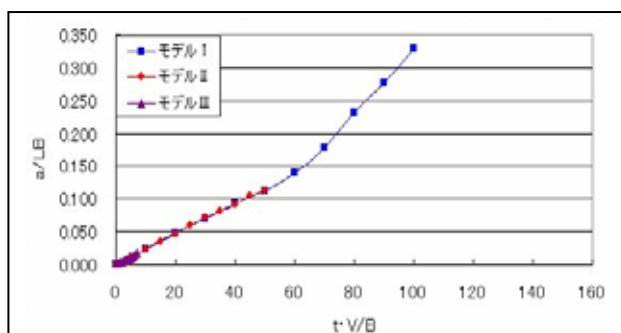


図-4 吐出水の面積(流入口1m)

すこととした．図 - 2 , 3 , 4 は流入口 1m の場合について , それぞれ Y 軸方向 , X 軸方向 , 吐出水の広がり示している . 図 - 5 , 6 , 7 は流入口 0.7m の場合について . 同様に示している .

全モデル・全ケースを比較すると , 流入口の大きさは 1.3 倍程度では影響が少ないことがわかる .

モデル と ケース は , 流入速度が 1m/s と速いので , 短時間での広範囲への広がりがみられた . モデル と ケース では , 流入速度を半分としたが , モデル ・ ケース と グラフは同様になっている . しかし , 流速が 0.07m/s と最も遅いモデル ・ ケース では , X 軸方向への広がりはほとんどなく , Y 軸方向への広がりしかみられない . このことは , 流速「 」 「 」 ではほとんどみられなかった浮力の影響が考えられる .

図 - 8 にモデル の場合の流速分布・渦度分布・温度分布を示す . 流速分布・渦度分布より 70 秒後には 2 つの渦が存在しており , 全体の中央部分まで吐出水が進行しており , Y 軸方向にも広がっていることがわかる . 温度分布より水温の撹拌が進んでいることもわかるが , 流速分布よりも Y 軸方向への撹拌は小さくなっていることもわかる . 流速「 」 「 」 とも , 周辺の水と混合しながら渦状に進んでおり , 流入速度・流入口の幅を変化させても同じ形状となる . 誌面の都合上割愛しているが , 流速「 」 においては , X 軸方向への進行はほとんどみられず , Y 軸方向への渦の移動が見られる .

4. 結論

- 1) 流入口は 1.0m , 0.7m の 2 つのパターンを行ったが , 大きな差異はみられなかった .
- 2) 流入流速の大小により , プーシネスク近似による浮力の効果が表れていることがわかった .
- 3) 流入速度が一定以上であれば , 同じ無次元化表示で表せるため , 連続稼働時の水質浄化装置の影響や適切な流入速度のデータ収集の収集が期待できる .

参考文献

- 1) 福島武彦 : 湖沼環境保全について - 湖沼法制定 20 年を経た現状と課題 - , 日本水理境界学会誌 pp.2~pp.6, Vol.27, No.8, 2004.
- 2) 環境省 <http://www.env.go.jp/>

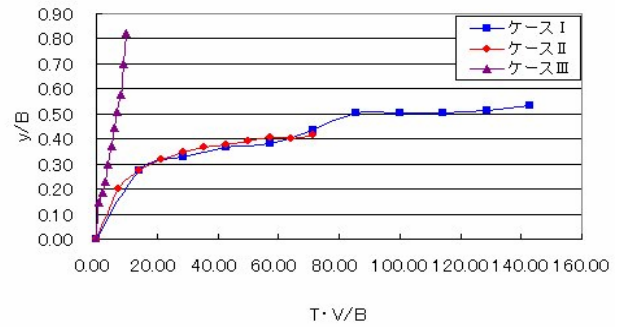


図 - 5 Y 軸への広がり(流入口 0.7m)

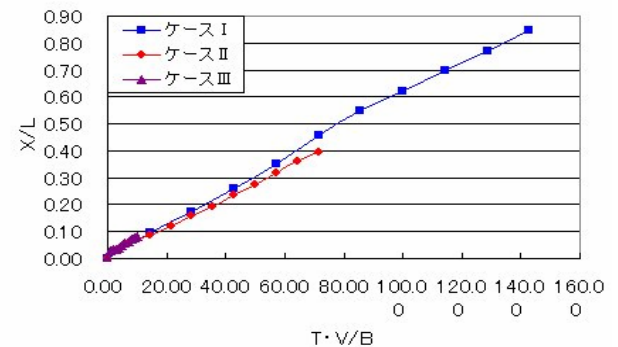


図 - 6 X 軸への広がり(流入口 0.7m)

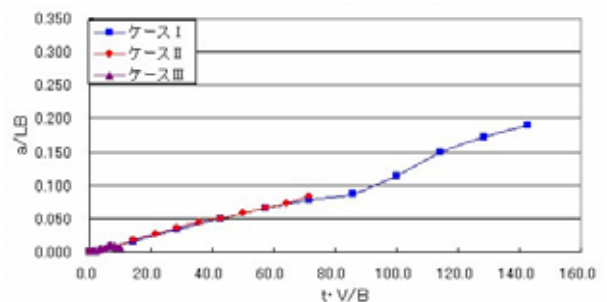


図 - 7 吐出水の面積(流入口 0.7m)

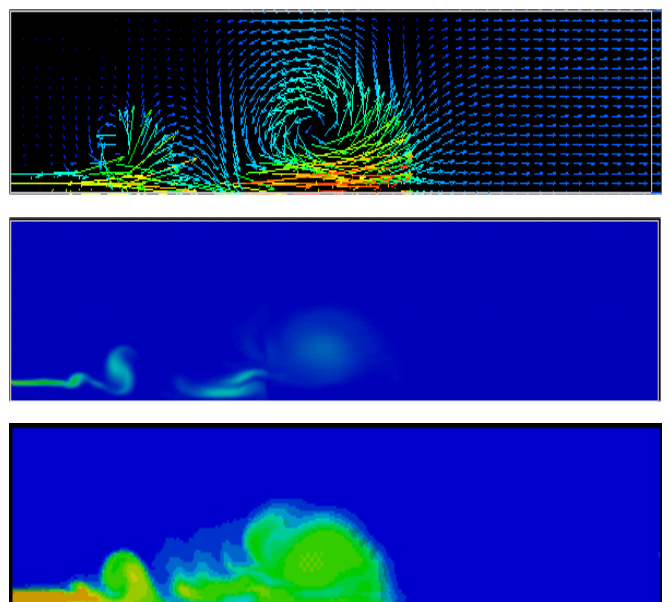


図 - 8 流速・渦度・温度分布(70 秒後)