

貯水池に流入する濁水の実験的研究

東洋大学 工学部 正員 ○ 田中 修三
東洋大学 工学部 正員 萩原 国宏

1. はじめに

濁水が成層流体中に流入していくと、濁水の密度と周囲水の密度の相異により、種々の密度流を形成する。この密度流現象は成層型の貯水池では、濁質が長期にわたって滞留する濁水長期化現象として良く知られており、濁水層の効果的な選択取水により濁水の長期化現象を制御するためには、成層型貯水池での密度流の流動形態を予測する必要がある。本実験研究は、取水状態にある成層水槽に濁水が流入した場合の、流動形態ならびに各層を構成する濁質の粒径について検討したものである。

2. 実験模型および実験方法

実験水槽を図-1に示す。水路は長さ2.9 m、幅0.2 m、水深0.57 m、底面配1/5の片面ガラス張りの目視可能な木製水槽である。測定区間は堰より40 cm離れた地点より下流としている。密度勾配は温水で与え、濁質には比重2.34、50%粒径0.027 mmのシルトを用いた。

実験条件を表-1に示す。実験No. 1, 2では上段(水面下5 cm)の実験No. 3, 4では中段(水面下25 cm)の取水口を使用して取水している。いずれの実験も取水口付近に躍層が形成された時点をもちて開始し、濁水先端部が下流堤体部に到達した後、数分間放水して終了した。測定は次の項目について行った。

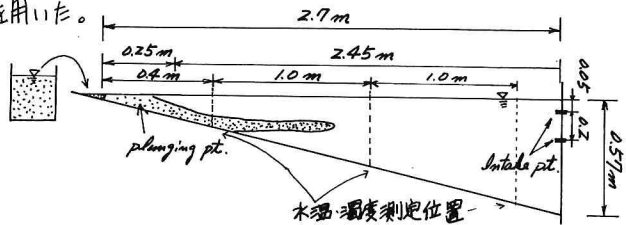


図-1 水槽模型図

表-1 実験条件

(i) 流動形態と先端移動速度

35 mmカメラを水槽と平行に設置し、濁水の流動を10秒間隔で撮影する。得られたフィルムより流入濁水の流動形態、先端移動速度を読みとる。

実験No.	上層 °C	下層 °C	流入水 流量 l/s	濃度 ppm	°C	流出水 流量 l/s	取水口 の位置
1	26.0	4.0	0.023	600	17.0	0.023	上段
2	23.0	4.0	"	"	10.0	"	"
3	21.1	4.0	"	"	17.0	"	中段
4	23.0	4.0	"	"	10.0	"	"

(ii) 密度分布

濁水の先端位置が $x=2.6$ mに達したとき、 $x=0.4$ m、 1.4 m、 $x=2.4$ mに固定した採水装置で採水し、温度と濁度より密度を求めた。(iii) 濁水層上層、濁水層、濁水層下層より採水し、その顕微鏡写真より、その構成粒径の相異を観察する。

3. 濁水の流入状況

写真-1, 2は実験No. 1, 3の濁水流入状況である。流路床を離れ、中層密度流になった直後には先端部を形成するが、その後はくさび状となって進入する。実験No. 1では上段のNo. 3では中段の取水口を使用し、かつ、躍層は取水口付近にあるため、濁水は取水口とほ

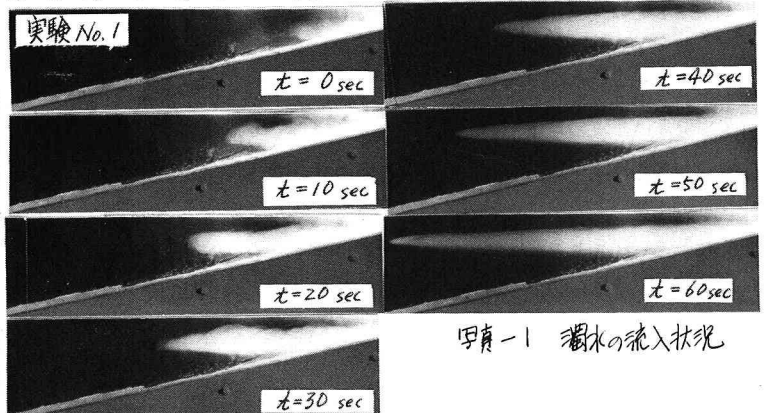


写真-1 濁水の流入状況

ば同一層に流入しているが、No. 3 では濁水と周囲水との密度差が小さいため、濁水層が厚い。濁水先端部が堤体に達した後は、反射により逆流するため、濁水層に明確な亀裂が入る。

4. 密度分布

実験No. 1, 3の密度分布を図-2に示す。自らは濁水流入前の周囲水の密度分布である。三角は濁水先端部が堤体に到達した時点での密度分布であり、黒塗りは濁水の及ぶ範囲を示す。濁水の上側では表層流のために混合されているが、濁水は及んでいない。濁水の下側では密度分布は変化せず、濁水の下端の密度は周囲水の密度と一致している。

5. 先端移動速度

図-3は、福岡、福岡等が二層界面に進入する中層密度流の先端移動速度を整理したものに本実験結果を書き加えたものである。先端移動速度 v の実測値を濁水の先端部厚さ δ 、濁水の密度差 $\Delta\rho_d$ と躍層の密度差 $\Delta\rho_o$ で無次元化し、レイノルズ数 $(=v\delta/\nu)$ で整理している。図中の実線は $Kao^{(2)}$ が非粘性、無限水深の条件で導いた理論式である。

$$v^2 = 2 \frac{\Delta\rho_d}{\rho_1} \frac{1}{f, g \delta}, \quad \delta_1 = \frac{\Delta\rho_o - \Delta\rho_d}{\rho_1} \quad (1)$$

実測値はレイノルズ数の小さい範囲では式(1)の値に比べ小さく、レイノルズ数が大きくなるに従って式(1)に近づく傾向を示す。また、実測値と比較すると式(1)は45%程度大きく見積られる。本実験は取水状態にある水槽への濁水流入であり、先端移動速度は plunging pt. 通過後一定とはならず、実験No. 1, 2, 3では一度減速した後再び一定となるが、実験No. 3, 4ではある周期を有して加速、減速を繰り返す。これは、取水口位置等の影響によるものと考えている。

写真-3は、濁水層上層、濁水層、濁水層下層を構成する濁質の顕微鏡写真である。

6. おわりに

濁水流入前と流入後では水槽内の流動特性は異なっているにもかかわらず、福岡、福岡等の同様の結果を得た。そのことは取水流量が小さいためと考えられるので、今後は流量を大きくして検討する必要がある。本研究は押田好正、三村正(55年卒業)両君と研究したものである。

参考文献 1). 福岡、福岡等、論文報告集 No. 293. 2). Kao, ASCE, Vol 103, HY5, 1977. 3). 福岡、福岡等、第22回水理講演会

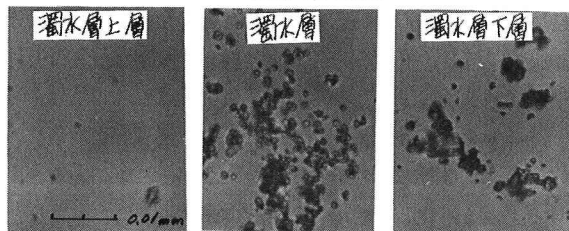
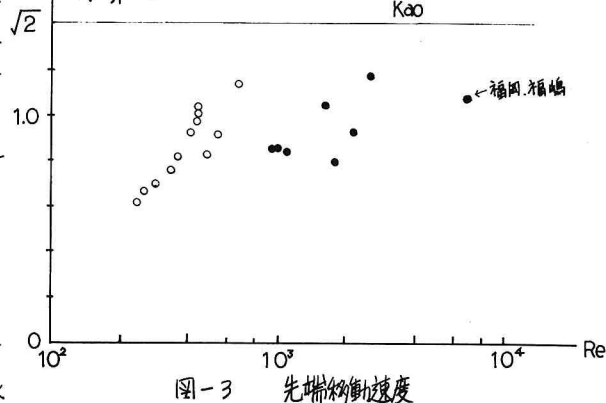
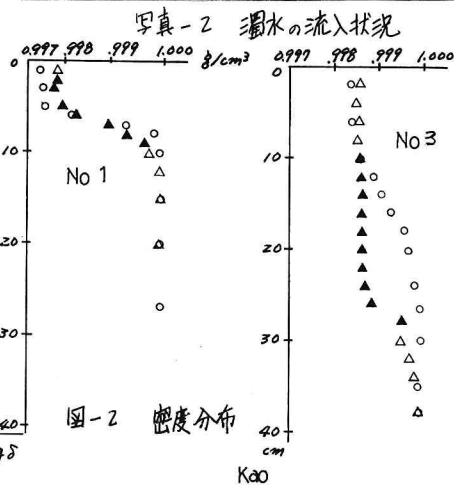
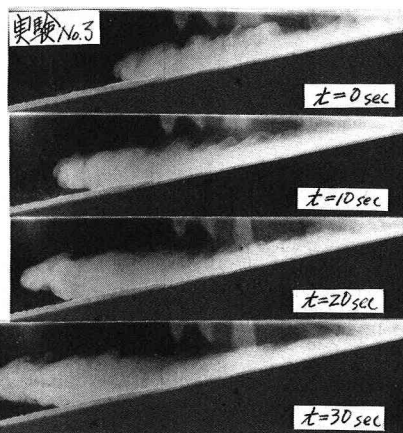


写真-3 濁質の顕微鏡写真