

静止水域における泥水の挙動とその制御に関する現地実験

関西大学工学部 正 員 山岡 一三

関西大学工学部 正 員 西形 達明

関西大学大学院 学生員 嘉満 一裕

1.はじめに 底泥の浚せつ工事を行なうと、浚せつ土砂に含まれる微細土砂やヘドロが遊離し、泥水が発生し、水質に関連した種々の問題が生ずる。こうした問題を防止軽減するため、工事区域には一般に汚濁防止膜が設置される。この方法によって泥水拡散のより有効な制御を行なうには、防止膜内における泥水の挙動を把握することが必要である。本研究は、このような観点から汚濁防止膜内の濃度分布や浮遊泥質の粒度分布、泥水層厚の時間変化などについて、実験的、理論的考察を行ったものである。

## 2実験

2.1実験方法 水深約2.5mの湖において、図-1のようにフェンスを水面より湖底まで矩形に張り開水域を作った。フェンス内中央部に、パイプで接続された二次元的なスリット状の噴出口を湖底より約10cm離し、下向きに設置した。ついで噴出口より、流量4.2secの泥水を2時間43分にわたり連続的に供給した。泥水の供給開始から適当な時間間隔で、供給泥水および測点No.1~4(図-1参照)における泥水層内部水を採水し、この資料から、供給泥水の濃度、フェンス内の濃度分布、および浮遊泥質の粒度分布を測定した。供給濃度の時間変化は表-1に示す。

表-1

| 測定時間 (sec) | 供給濃度 (ppm) |
|------------|------------|
| 32         | 3 620      |
| 980        | 3 620      |
| 2 700      | 4 140      |
| 4 500      | 4 990      |
| 6 420      | 13 000     |
| 9 060      | 9 310      |

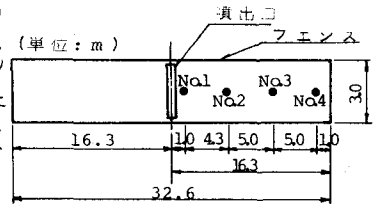


図-1

2.2実験結果の考察 泥水の供給が始まると、噴出口近傍で形成された密度流フロントはフェンス両端に向けて流動する。図-2は密度流フロントの移動距離( $X_f$ )と時間の関係を示したものである。同図より、移動速度は時間的に減少しているのがわかる。フロントがフェンス両端に到達すると、供給泥水は下層へ貯留される。図-3は、フェンス内部の濃度分布の時間変化を示したものである。これらの図より泥水の供給および周囲水の進行によって、時間的に泥水層厚が増加するのかわかる。また底面近傍では、噴出口付近で濃度が高く、フェンス端に向けて減少し、底面より上方では層状をなしている。このことより、フロントがフェンス両端に到達した後においても、底面付近には密度流的な流れが形成されていることが推察される。

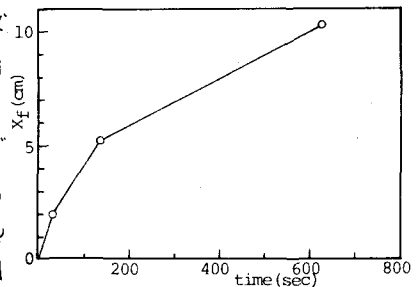


図-2

つぎに、測点No.1,2,3,4におけるフロント到達前後の粒度分布

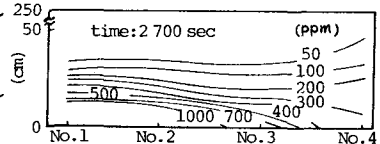


図-3

Ichizo YAMAOKA, Tatsuaki NISHIGATA, Kazuhiro KAMA.

について検討しよう。図-7は到達前において顕著な密度流が形成されている時点のもの、図-8は到達後の貯留過程におけるものである。図-8は供給泥質の粒度分布も示されている。これらの図より、到達前においては各測点における粒度分布の大きな違いはみられないが、到達後においては噴出口より離れるに伴い粒径が小さくなっているのがわかる。この相違は、底層付近に形成される密度流の輸送能力が、到達後においては、かなり小さくなっているためである。

3. 界面高および濃度の時間変化 巨視的な観点より、泥水層の平均濃度およびその層厚の時間変化について若干の解析を行う。界面高 $h$ および泥水濃度 $C$ の時間変化は、噴出口での連行を考慮すると、それぞれ次式のように表示される。

$$dh/dt = (1+r) \cdot Q_0/A \quad (1)$$

$$dC/dt \cdot R = Q_0 C_0/A - \alpha \omega_0 C - C dh/dt \quad (2)$$

ここに、 $Q_0$ :供給量、 $A$ :フラスコ内部の底面積、 $C_0$ :泥水の供給濃度、 $\omega_0$ :濁質粒子の沈降速度、 $\alpha$ :係数、 $r$ :連行率で、連行量を $Q_e$ とすると、 $r=Q_e/Q_0$ である。簡単のため、連行率 $r$ を一定とすると、(1)および(2)式より、 $h$ および $C$ はそれぞれ次式のように求められる。

$$h = (1+r) \cdot Q_0/A \cdot t \quad (3)$$

$$C(t) = \frac{C_0(t/t_1)^{1+\frac{\alpha \omega_0}{8_0}}}{1+r+\alpha \omega_0/8_0} \left\{ \frac{C_1}{C_0} (1+r+\frac{\alpha \omega_0}{8_0}) - 1 \right\} + \frac{C_0}{1+r+\alpha \omega_0/8_0} \quad (4)$$

ここに、 $C_1$ : $t=t_1$ における濃度、 $8_0:8_0=Q_e/A$ である。

$r=2.2$ と仮定される界面高と実験値を図-9に示し、また図-10には、泥水の濃度の時間変化について、 $r=2.2$ 、 $\alpha=2.0$ 、 $\omega_0=0.016 \text{ cm/sec}$  (中央粒径)としたときの計算値と実験値を示す。簡単な取り扱いにもかかわらず、(3)および(4)式において、泥水層厚や平均濃度はかなりの程度規定されることかわかる。

4. あとがき 泥水層厚の変化や泥水層の平均濃度の時間変化に関する推定式において、連行率 $r$ 、泥質の沈降量を規定する係数 $\alpha$ などのパラメータの設定は重要な問題となる。今後、 $r$ 、 $\alpha$ および粒度分布の効果について検討するとともに、流下方向の変化を考慮した泥水層の挙動について考察を進めるつもりである。

最後に、研究御指導下さっている、京都大学防災研究所の江頭進治先生に心から感謝の意を表します。

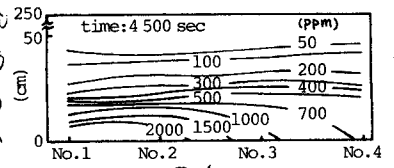


図-4

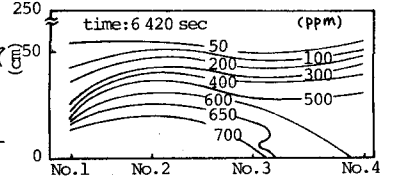


図-5

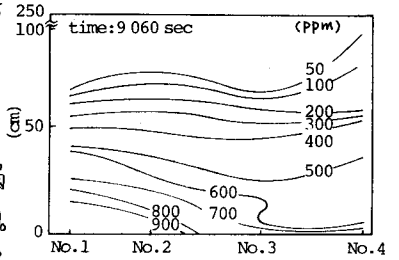


図-6

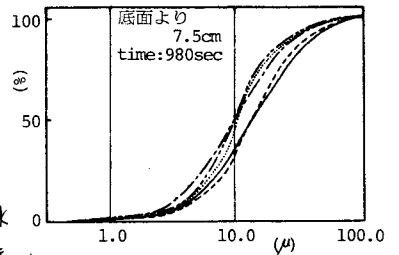


図-7

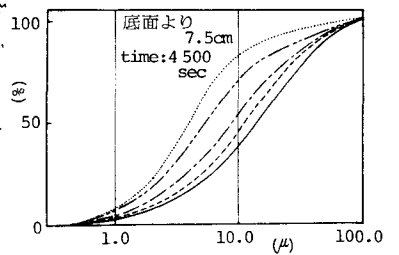


図-8

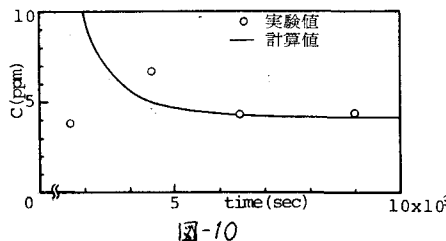


図-10

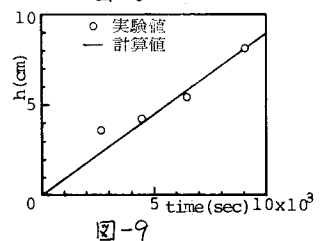


図-9