

浚渫グラブの昇降による汚濁拡散について

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○鈴木 香菜

日本大学工学部土木工学科 正会員 金山 進

1. はじめに

浚渫工事・土砂投入工事・地盤改良工事などによって濁りが発生する。この濁りによって魚介類の生息への影響や、水中照度の低下による水生植物等の生育への影響など海域環境において種々の影響を及ぼす可能性が考えられている。

上記における浚渫工事とは、港湾・河川・運河などの底面を浚い土砂などを取り去る土木工事のことである。また、浚渫に使用されるグラブバケットとはクレーンなどの先に取り付け、石炭・鉱石・土砂などをつかみ取る装置のことである。

ここで、浚渫における汚濁の広がり の主な原因は流れであるが、流れがない、あるいは小さい場合には浚渫グラブの昇降が主な要因となる。

グラブの昇降による汚濁の拡散に関する研究はそれほど多くはないため、本研究では、グラブを上下運動する水平版で表現した数値シミュレーションを用いて、グラブの大きさ、昇降速度および浚渫のサイクルタイムと濁りの拡散状況との関係を検討した。

また、ここで用いる「濁り」とは、港湾工事に伴って水底土砂や工事用材などの土砂が原因となって発生する濁りを総称するものとしており、海面に浮遊するごみなどは含まないこととした。

2. 解析方法

本研究では、まず流れの計算において鉛直 2 次元のオイラーの運動方程式 (1-A, 1-B) と連続式 (2) を SMAC 法で計算し、グラブ位置に最も近い計算セル辺から鉛直流速 (グラブの昇降速度に等しい) を与えた。また濁りの計算で鉛直 2 次元の移流拡散方程式 (3) を上記の流速場の下で計算した。ここでグラブ位置の計算セルに所定の濃度を連続負荷した。以下の式に与えられている u 、 w は流速、 p は水圧、 ρ は水の密度、 C は浮遊物濃度とし、 K_x 、 K_z はそれぞれ水平方向及び鉛直方向の拡散係数を示している。

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \quad (1-A)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} - g \quad (1-B)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + w \frac{\partial C}{\partial z} = K_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + K_z \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \quad (3)$$

表-1 検討ケース一覧

ケース名	水深 (m)	フタ	浚渫間隔 (分)	グラブ幅 (m)	昇降速度 (m/s)
A0105	15	なし	0	1	0.5
A0205	"	"	0	2	0.5
A0305	"	"	0	3	0.5
A0110	"	"	0	1	1
A0210	"	"	0	2	1
A0310	"	"	0	3	1
A0115	"	"	0	1	1.5
A0215	"	"	0	2	1.5
A0315	"	"	0	3	1.5
A1210	"	"	1	2	1
A2210	"	"	2	2	1

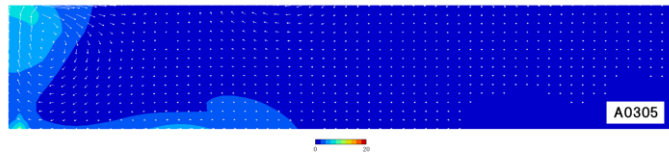


図-1 グラブ幅 1m 昇降速度 0.5m/s

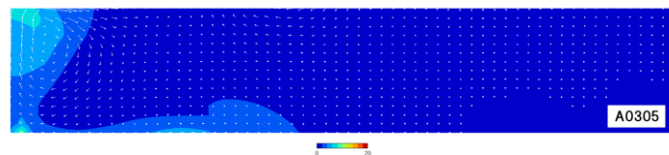


図-2 グラブ幅 3m 昇降速度 0.5m/s

キーワード：浚渫工事、浚渫グラブ、汚濁拡散

連絡先：〒963-8642福島県郡山市田村町徳定字中河原1、kanayama@civil.ce.nihon-u.ac.jp

本研究ではグラブを平板で近似し、11ケースの条件を設定し検討を試みた。また全てのケースにおいて単位時間に与える汚濁発生量は統一し、水深は15mで統一した。ケースについては表-1に示した。表-1における浚渫間隔とは、グラブが海面を出てから再び海面に入るまでの間隔のことである。

3. 解析結果

A0105 (図-1)とA0305 (図-2) のケースを比較すると、グラブ幅が1mで昇降速度が0.5m/sとグラブ幅が3mで昇降速度が0.5m/sでは昇降速度は同じではあるが、グラブ幅が3mのケースでの拡散が大きかった。これはグラブ幅が大きい方が一度に作られる流れが大きいからであると考えられる。

また、A0205 (図-3)とA0215 (図-4) のケースではグラブ幅がどちらも2mではあるが、A0205 (図-3) の昇降速度が0.5m/sであるケースに比べ、昇降速度が1.5m/sであるA0215 (図-4) のケースは明らかに拡散が大きい結果となった。なお、図-1から図-4はいずれも浚渫開始から4分経過時点のものである。

上記の二つのケースは、いずれも浚渫間隔を設けていないが、両者とも濃度が底面を這うように広がっていくことが分かった。これは、浚渫間隔を設けないと汚濁が海面に沿って広がるよりも速くグラブが昇降するためだと考えられる。また浚渫間隔を設けたケースでは底面にも濃度は広がっているが、浚渫間隔を設けているケースでは見られなかった濃度が海面を這うように広がるという現象がみられた。

ここで、拡散状況を示す指標として到達距離を導入した。到達距離とは、ある値の濃度が浚渫地点からどれだけ離れた位置に到達したかを示すものである。それぞれのケースに対する計算開始から4分後の到達距離を表-2に整理した。また、縦軸を到達距離、横軸をグラブ幅、昇降速度、グラブ幅と昇降速度の積として比較したものをそれぞれ図-5、図-6、図-7で比較に示した。

4. 考察・まとめ

グラブの昇降による濁りの拡散状況は一様に広がるのではなく、海底を這うように広がることがわかった。

また、浚渫間隔を考慮したケースでは海底だけではなく、表層での拡散もみられた。

図-1、図-2、図-3、図-4における比較結果からは、昇降速度が同じであってもグラブ幅が大きいケースで拡散が大きく、グラブ幅が同じ大きさであっても昇降速度が大きいケースで拡散が大きくなることがわかった。

ここで表-2における到達距離を用いて整理した図-5、図-6、図-7では、グラブ幅と昇降速度に乘じた値と到達距離は比例関係であることが分かった。



図-3 グラブ幅 2m 昇降速度 0.5m/s

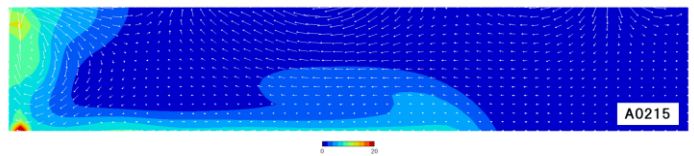


図-4 グラブ幅 2m 昇降速度 1.5m/s

表-2 到達距離一覧表

ケース	幅(m)	速度(m/s)	幅×速度	4分
A0105	1	0.5	0.5	12
A0110	1	1	1	20
A0115	1	1.5	1.5	26
A0205	2	0.5	1	21
A0210	2	1	2	34
A0215	2	1.5	3	45
A0305	3	0.5	1.5	28
A0310	3	1	3	48
A0315	3	1.5	4.5	57

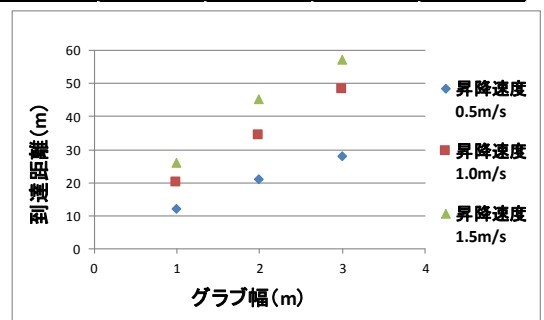


図-5 グラブ幅と到達距離

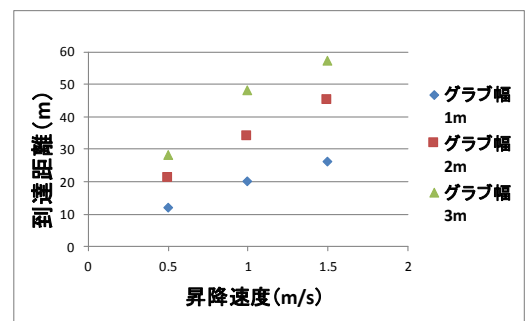


図-6 昇降速度と到達距離

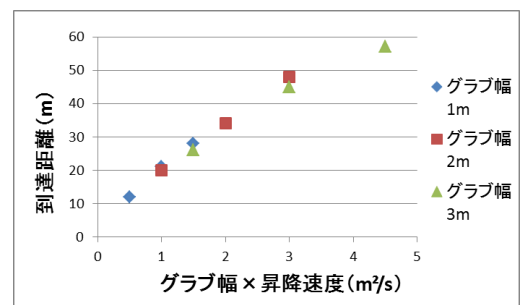


図-7 幅×昇降速度と到達距離