

汚濁防止膜の挙動に及ぼす浚渫グラブ昇降の影響

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○三瓶 博信

日本大学工学部土木工学科 正会員 金山 進

1. はじめに

汚濁防止膜は浚渫工事による濁りが周辺海域に拡散することを防ぐために設置される。膜体であるため、流れによって変形するが、これを予め考慮して膜の長さや膜にとりつける錘の重量などを決定することが望ましい。一様流に対する膜の変形に対しては小田ら（1996）による算定式が提案されているが、実際の工事においては海域の流ればかりでなく浚渫機械（グラブ）の昇降による膜の非定常的な変形が無視できない。本研究は、流れと膜の連成モデル(金山ら:2011)を用いてグラブの昇降による膜の変形に対する数値解析を行い、グラブの大きさ、グラブと膜との距離、昇降速度、膜先端にとりつける重錘との関係について検討したものである。

2. 解析方法

図-1 に示すよう、計算領域の左端に沿って浚渫グラブを上下させ、太線で示す汚濁防止膜の変形状況を調べた。図-1 はグラブが下降している瞬間である。膜の動きは、実際には三次元的であるが、ここでは紙面直角方向に一様な現象を仮定して鉛直二次元モデルを用いた。水深を 15m、グラブの昇降速度を 1m/s に設定し、重錘を 100kg、200kg、500kg の 3 通り、グラブの昇降線と汚濁防止膜の間隔（以下、離隔距離とする）を 10m および 20m の 2 通り、グラブの幅を 2m および 4m の 2 通りに変化させて検討を行った。計算領域の左端に対して左右対称な現象を仮定しており、数値モデルにおけるグラブ幅、離隔距離は想定しているものの半分となる。

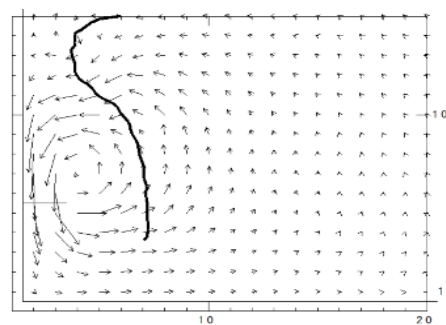


図-1 膜モデル計算例
(グラブ幅 4m, 離隔距離 10m)

3. 解析結果

3. 1 最大変位量について

1 回だけグラブを昇降させ、その影響による揺動が落ち着くまでの間の膜先端の最大変位量を整理したものが表-1 である。グラブから遠方を正とする水平方向の変位量(m)を X、上向きを正とした鉛直方向の変位量(m)を Z とした。図-2 は、膜先端変位量の最大値を重錘に対して整理したものであり、重錘が重いほど鉛直変位 Z 最大値、すなわち膜先端の巻き上げは小さいという結果となっている。

表-1 各条件での最大・最小変位量

	重錘(t/m)	X最大	X最小	Z最大
幅2間隔10	0.1	1.431	-1.323	0.89
	0.2	0.935	-1.053	0.349
	0.5	0.339	-0.876	0.2
幅2間隔20	0.1	0.359	-0.627	0.159
	0.2	0.193	-0.515	0.1
	0.5	0.111	-0.338	0.056
幅4間隔10	0.1	1.953	-4.246	3.384
	0.2	1.697	-3.12	2.008
	0.5	1.364	-2.03	0.974
幅4間隔20	0.1	1.283	-1.366	1.086
	0.2	0.614	-1.057	0.421
	0.5	0.343	-0.69	0.273

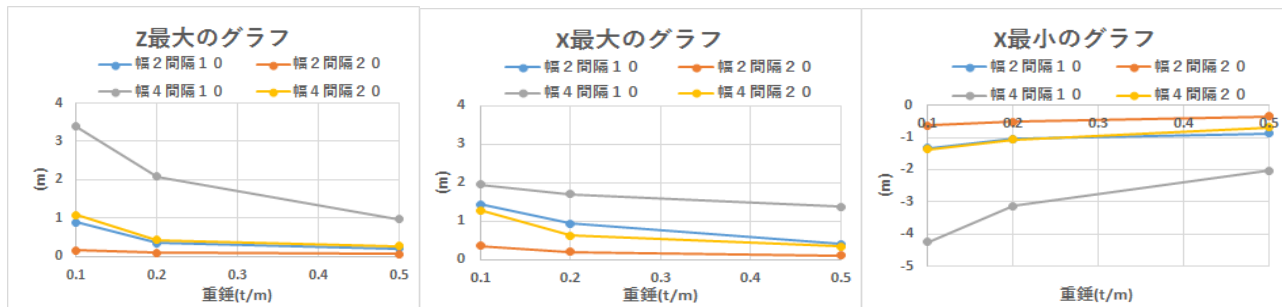


図-2 重錘の重さと最大・最小変位量

キーワード： 浚渫工事、汚濁防止膜。膜・流れ連成モデル

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

また、水平変位 X の最大値、すなわちグラフからの押し流しも重錘が重いほど小さくなっている。これに対して、水平変位 X の最小値、すなわちグラフ側への引き込みは重錘が軽いほうが大きいという結果になっている。

グラフ幅による膜の挙動の違いに注目すると、重錘と離隔距離が同じ場合はグラフ幅の大きいほうが鉛直変位、水平変位ともに最大値が大きいことがわかる。また、離隔距離による違いに注目すると、グラフ幅が同じであっても離隔距離 10m のほうが 20m のケースよりも最大変位量が大きいことがわかる。さらに、離隔距離 10m のケースのほうが 20m のケースに比べてグラフ幅による違いが大きいことがわかる。グラフと膜の間隔が狭いほうが膜の挙動に及ぼすグラフ昇降の影響が大きいと考えられる。グラフ幅が大きく膜の間隔が小さいと膜がグラフに引き寄せられてしまって、汚濁防止膜を着底使用する場合に、汚濁を防止できないことがわかる。

3. 2 膜先端変位量の経時変化について

膜先端位置の経時変化について、鉛直変位 Z を図-3、水平変位 X を図-4 に示した。図-3 の鉛直変位 Z に注目すると、グラフ幅 4m、離隔距離 10m のケースが他と比べて著しく激しい揺動を示している。ただし、重錘が重いケースほど揺動量は小さくなっており、グラフ幅 4m、離隔距離 10m であっても重錘 500kg のケースでは重錘 100kg のケースと比較すると汚濁防止膜の鉛直変位量が 1/3 以下に抑えられている。図-4 の水平変位 X に注目すると重錘が軽いほど汚濁防止膜がグラフ側に引き寄せられていることがわかる。

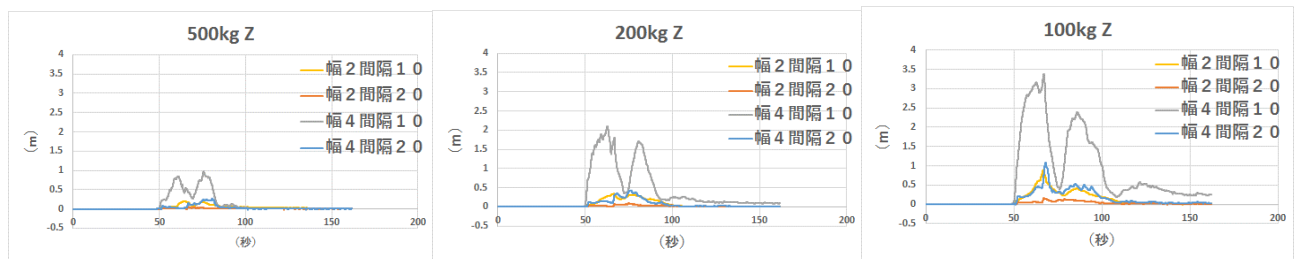


図-3 膜先端の動き(鉛直変位 Z)

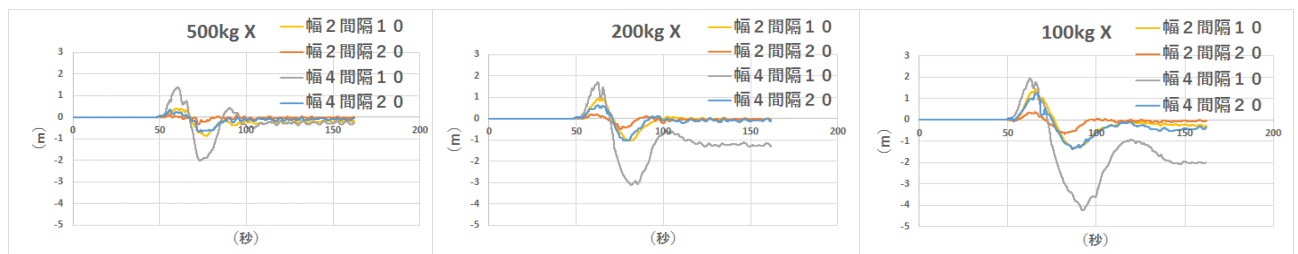


図-4 膜先端の動き(水平変位 X)

4. まとめ

海上工事における浚渫グラフの昇降による汚濁防止膜の変形について数値解析による検討を行った。グラフと膜の間隔が狭いほうが膜の挙動に及ぼすグラフ昇降の影響が大きいこと、汚濁防止膜にとりつける重錘が重いほど膜の揺動が小さいことを数値モデルで表現することができた。実際の海上工事における適切な環境保全対策に役立てることようにすることが今後の課題である。

参考文献

- 1)小田一紀, 重松孝昌, 野口達矢, 武田将英(1996): 汚濁防止膜周辺の物質拡散の高精度予測手法に関する研究, 海岸工学論文集, 第43巻, pp.1151-1155
- 1)金山進, 安野浩一郎, 琴浦毅(2011): 流れとの干渉を考慮した膜体の挙動の簡易計算法, 土木学会論文集 B3, Vol.67, No.2, pp.I_82-I_87