

# 重錘を複数の深度に配置した場合の汚濁防止膜のふかれについて

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○園府田省吾  
 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」とは、海の工事を行う際に浮遊土砂の拡散を低減することを目的に設置される膜のことである。この汚濁防止膜には、海面上から垂れ下がる形の垂下式と海底から立ち上がる自立式の2種類がある。広く用いられるのは取り扱いが比較的容易な垂下式であるが、汚濁の厳しい場合には自立式のものが併用されることも少なくない。汚濁防止膜を効率的に用いるためには、図-1の模式図のように流れによる変形（以下‘ふかれ’という）を考慮する必要がある。汚濁防止膜の下端部に一つだけ重錘が付いた場合の‘ふかれ’は小田ら(1996)による算定式で予測できるが、重錘を複数、下端以外にも用いた場合には適用できない。

本研究では、汚濁防止膜の真ん中など、下端部以外にも重錘を付けた場合の‘ふかれ’を計算し、下端部のみに付けた場合と比較する。

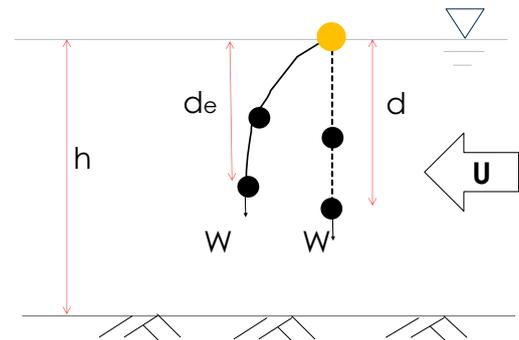


図-1 汚濁防止膜のふかれ

## 2. 解析方法

小山ら(2018)と同様に、数値解析には金山ら(2011)の鉛直2次元の流体・膜体連成モデルを用いた。水深30m、水路長50m鉛直2次元の領域を対象とした。計算格子は水平方向 $\Delta x$ 、鉛直方向 $\Delta z$ ともに1m、時間刻み幅 $\Delta t$ は0.04sとした。垂下式の汚濁防止膜の長さが18mという条件は固定し、重錘の設置深度と重錘重量は表-1に示すTEST1、TEST2、TEST3の3パターンを設定した。膜の横断方向単位長さあたりの重錘重量は3パターンとも200kg/mで同じであるが、これを下端部1ヶ所に集中させたものがTEST1、下端部と中間点の2ヶ所に100kg/mずつに別けて配したものがTEST2、下端部と4等分点の4ヶ所に50kg/mずつに別けて配したものがTEST3である。流速は10cm/sから80cm/sまで、10cm/s刻みで8ケースを設定し、都合24ケースの解析を実施した。

表-1 重錘の検討条件

	重錘		
	数	配置	質量
TEST 1	1	下端部に1つだけ	200kg/m
TEST 2	2	下端部と中間点	100kg/m
TEST 3	4	下端部と4等分点	50kg/m

## 3. 解析結果

いずれのケースにおいても流速を与え始めてから概ね80s後までには膜の変形は落ち着き、平衡状態に達した。流速40cm/sのケースを対象に平衡状態における膜形状と流速ベクトルの例を図-2から図-4に示した。重錘設置パターンのTEST1に対するものが図-2、TEST2に対するものが図

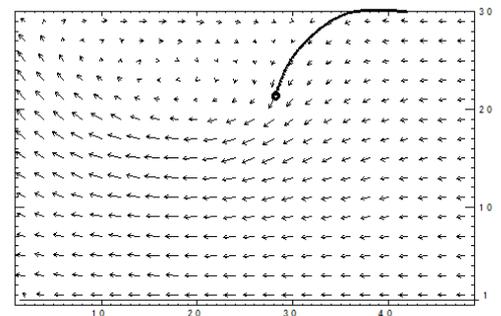


図-2 計算例（TEST1，流速40cm/s）

キーワード:海上工事, 汚濁防止膜, 膜体・流体連成モデル

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

-3、TEST3 に対するものが図-4 である。膜の変形形状は重錘の数に応じて形成された弧が重なったものとなっており、重錘の数が小さいものほど大きく撓み、重錘の数が少ないものは撓みが小さく直線形状に近づいていることがわかる。

汚濁防止膜の効果の指標の一つとして有効高さ  $d_e$  が用いられる。これは図-1 に示されたように流れによって変形した状態での先端部の深度と定義される。今回の 24 ケースの計算結果に対してして  $d_e/d$ 、すなわち膜の長さ  $d$  に対する有効高さ  $d_e$  の比率を縦軸にとり、流体力と重錘重量  $W$  の比率を横軸にとる形で次式の関係を整理したものが図-5 である。ただし、 $\rho$  は流体の密度、 $U$  は流速である。

$$\frac{d_e}{d} \sim \frac{1}{2} \rho U^2 \frac{d}{W} \quad (1)$$

図-5 において実線で示された小田らの推定式以外は図-2 から図-4 のような平衡状態における最下端部の重錘の深度から膜の有効高さ  $d_e$  を求めたものである。下端のみ重錘と記された TEST1 の結果が小田らの推定式と一致しているのはここでの数値解析の信頼性を裏付けるものであるといえる。2 等分 (TEST2)、4 等分 (TEST3) の結果に注目すると、横軸の値が 0.4 (流速 40cm/s に対応) 以下の領域では小田らの推定式および TEST1 の結果よりも有効高さが小さくなっている。錘の全重量が同じであれば下端に集中させた方が有効高さの確保という点からは有利であるという結果であり予想に反するものではない。一方で、横軸の値が 0.4~1.0 の領域では3者の違いは目立たず、1.0 以上の領域では 2 等分 (TEST2) のほうが僅かながら有効高さが大きいという結果となっているが、この原因については現時点では不明である。

#### 4. まとめ

汚濁防止膜の重錘を複数の深度に分散して配置した場合に流れによる流動変形がどのように変わるかを数値解析によって検討したところ、流速があまり大きくない条件下では錘の全重量が同じであれば下端に集中させた方が有効高さの確保という点からは有利であるという結果が得られた。

変形形状に注目すると、重錘の数が小さいものほど大きく撓み、重錘の数が少ないものは撓みが小さく形状に直線に近づくという結果となった。このことは、重錘を複数に別けて配置することによって浚渫グラブなどの施工機械が汚濁防止膜と接触する危険性を低減できる可能性を示唆するものであり、今後はこういった観点からの検討も有用であると考えられる。

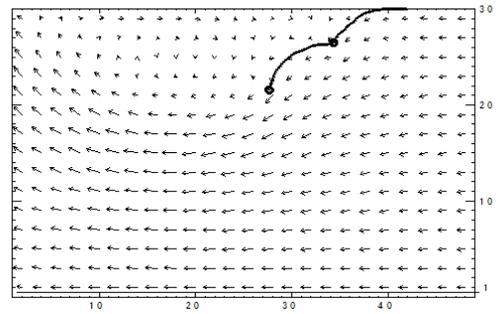


図-3 計算例 (TEST2, 流速 40cm/s)

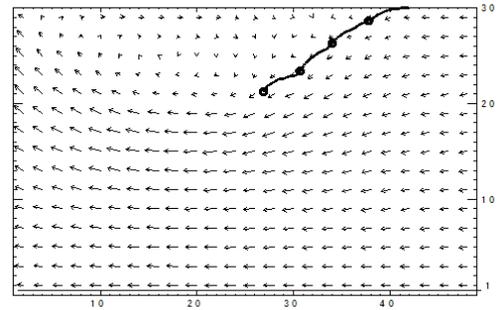


図-4 計算例 (TEST3, 流速 40cm/s)

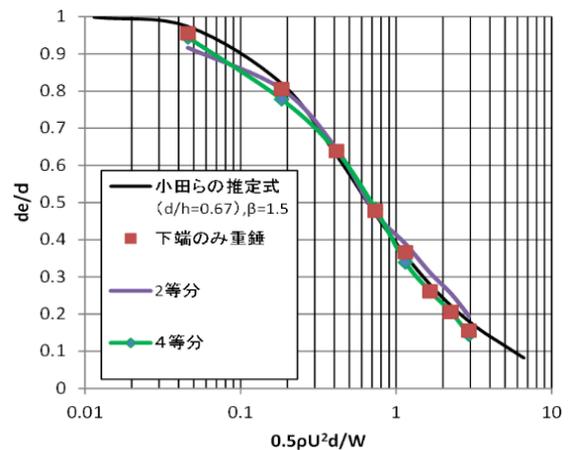


図-5 膜の有効高さ