

汚濁防止膜を複数併用した場合の干渉特性について

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○渡邊 竣
日本大学工学部土木工学科 正会員 金山 進

1.はじめに

浮遊物質の発生を伴う海上工事において、水域環境に悪影響を与えることが問題視されている。そのため、濁りの発生を極力抑える必要があるが、工事による濁りの発生は避けがたいため、汚濁防止膜を設置するという方法が採用されている。汚濁防止膜を効率的に用いるためには、流れによる変形(“ふかれ”)を考慮する必要がある。この“ふかれ”については、膜が1枚の場合には算定式は提案されている(小田ら:1996)。しかしながら、防止膜が複数の場合は単純な算定式では“ふかれ”は表現できない。そのため本研究では流れと汚濁防止膜の連成モデル(金山ら:2011)を用い、複数の汚濁防止膜を組み合わせ、”ふかれ”の影響を観察しその特性を整理したものである。

2.解析方法

“流れと汚濁防止膜の連成モデル”を用いる(図-1)。計算領域設定は、長さ b が 100m、水深 h が 15m、膜の影響を受ける前の一様流速 u を 10cm/s とし、変形前の膜丈長 de_0 を、5.6m、8.48m、11.2m の 3 パターンとする。

膜の先端につける錘の重量 w を 100kg と 200kg に分けて計算を行い、挙動を観察する。上流側の膜 A を上流から 10m 離れた 90 地点に固定し、下流側の膜 B を 90 地点から 4m 間隔で下流側に移動させていき、双方の膜の挙動を観察する。その際、膜同士の挙動の差が 1% 未満の場合は同じ挙動とみなし、膜が境界条件に影響される場合はその部分のデータを切り捨てる。

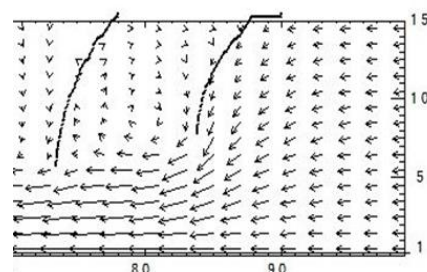


図-1 膜モデルの計算例

3.解析結果及び検討

3.1.錘の重量と干渉距離の関係

錘の重量を 100kg と 200kg のケースで計算を行った。膜同士を離していき挙動を観察していくうえで、干渉をし合わなくなることがあることがわかったため、膜が独立して挙動するようになる離隔距離を表にまとめた(表-1)。

表-1 より膜長が 5.6m と 11.2m のケースにおいては、錘の重量が大きいほうが膜同士の干渉距離は短くなっていることがわかる。しかし、膜長 8.48m においては錘の重量を変化させても干渉距離は変化しなかった。錘の重量が大きいほうが干渉距離は短くなると考えていたが、表-1 を見ると一概にそう言えないという結果となった。このことから膜の干渉は錘の重量だけで変化するという単純なものではなく、他の要素も大きく影響しているということが考えられる。

3.2.膜の変形の 카테고리

膜の挙動を観察した結果、膜の変形は離隔距離によって変化することがわかり、3 つのカテゴリから成り立っていることがわかった。

表-1 膜が独立する離隔距離

膜長 \ 重錘	5.6m	8.48m	11.2m
100kg	16m	20m	40m
200kg	8m	20m	32m

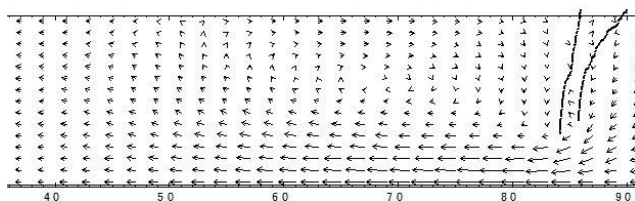


図-2 離隔距離 4m の膜の変形

キーワード：海上工事、汚濁防止膜、流れと膜の連成モデル

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

例として流速 10cm/s、錘 100kg、膜長 11.2m のケースを抽出し以下に記す。なお、全てのケースが同じカテゴリーで変形することがわかったため変形がわかりやすいこのケースを代表として記す。

膜同士の離隔距離が短い場合は膜同士が引き寄せあい膜 B が上流側にふかれ、膜 A は下流側に引っ張られるため有効深さが低減する。その後は引かれあう力が弱まり、膜 B の有効深さが増大する(図—2)。この現象が 1 つ目のカテゴリーである。次に、離隔距離が大きくなるにつれて膜 A からの干渉が弱くなっていき、徐々に膜の有効深さが低減していく(図—3)。この現象が 2 つ目のカテゴリーである。最終的に膜同士の離隔距離を大きくしていくと双方の膜が全く同じ挙動を示すようになる(図—4)。膜同士の離隔距離を大きくすることにより、膜 A からの干渉はなくなっていき最終的には、双方の膜が独立した存在となり機能するといえる。この現象が 3 つ目のカテゴリーである。

3.3.膜の変形の傾向について

図—5 は双方の膜の挙動を縦軸に膜長・有効深さの比、横軸に上流からの距離をとったものである。青で示した範囲では離隔距離が 8m になるまで膜 B が上流側にふかれており、その後は徐々に下流側にふかれ始めるため、有効深さが減少し始める。

緑で示した範囲では離隔距離が大きくなるにつれ、膜 A からの干渉が弱くなっていることがグラフから読み取れる。そのため、双方の膜が徐々に独立性を持つてくるといえる。赤で示した範囲になると、二本の線が交わっている。この段階になると双方の膜は全く同じ挙動をするようになり、膜同士は一切干渉せず独立して機能するようになるといえる。

4.まとめ

今回の研究では、膜を 2 枚使用することにより膜同士が干渉しあうということがわかった。

膜を 2 枚使用する際に、膜同士の離隔距離が小さすぎると膜同士が引き寄せあってしまうため、双方の膜の有効深さが減少してしまい、お互いの性能を低下させてしまうということがわかった。

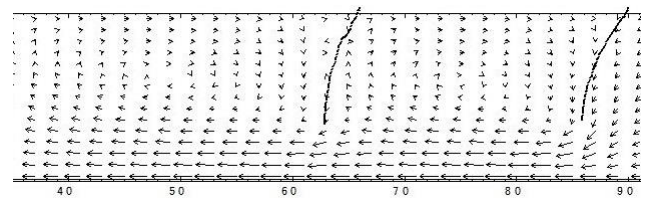
離隔距離を大きくしていくと、2 枚の膜が干渉しながら変形する領域が現れ、さらに大きくすれば膜が独立して働くようになった。以上のことから、汚濁防止膜を 2 枚使うことは効果的であるが、離隔距離が小さいと逆効果になってしまうということがわかった。

膜の変形に関しては、錘や膜長だけでなく様々な要素が複雑に影響していることがわかったため、一概に 1 つの要素だけでは説明できないということがわかった。

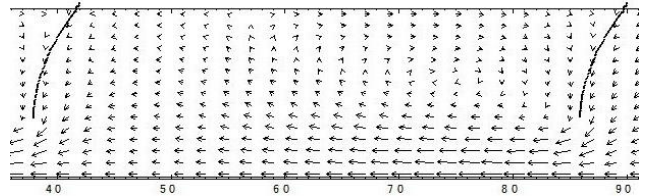
今日の施工現場では垂下式汚濁防止と自立式防止膜を組み合わせることはあっても、垂下式汚濁防止膜を 2 枚使うことはそれほど一般的ではない。しかし、この研究をさらに進めて定式化することで最も効率の良い使い方を見出し、実際の施工現場で採用していけるのではないかと考える。

参考文献

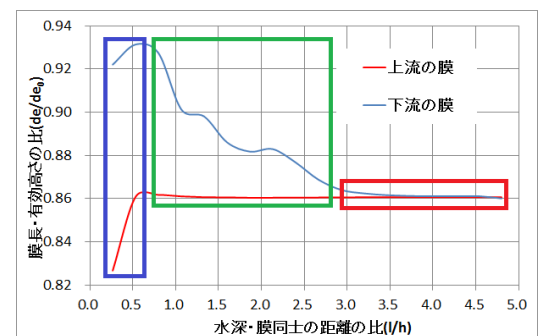
- 1)小田一紀，重松孝昌，野口達矢，武田将英(1996)：汚濁防止膜周辺の物質拡散の高精度予測手法に関する研究，海岸工学論文集，第 43 巻,pp.1151-1155
- 2)金山進，安野浩一郎，琴浦毅(2011)：流れとの干渉を考慮した膜体の挙動の簡易計算法，土木学会論文集 B3,Vol.67,No.2,pp.I_82-I_87



図—3 離隔距離 24m の膜の変形



図—4 離隔距離 42m の膜の変形



図—5 有効高さの変化