

垂下式および自立式の汚濁防止膜を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 ○小山 恵太郎
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、海上工事において浚渫工事や埋立て工事等を行う際に、発生する土砂の濁りの拡散を防止し、周囲への拡散を抑えるために作業区域を囲むように設置されるカーテン状の構造物のことである。汚濁防止膜を効率的に用いるには、流れによる変形を考慮する必要がある。

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。汚濁防止膜が1枚の時の‘ふかれ’は小田ら(1996)による算定式で予測できるが、複数用いた場合にはできない。前任者の渡邊ら(2017)の研究により、垂下式汚濁防止膜を2枚併用した場合の流れによる変形(ふかれ)の影響を算出した。

本研究では、垂下式汚濁膜と自立式汚濁防止膜の2枚の膜を用いて組み合わせ、錘や浮き、膜の長さなどの条件を変えたときの膜の変形(ふかれ)の影響を検討する。

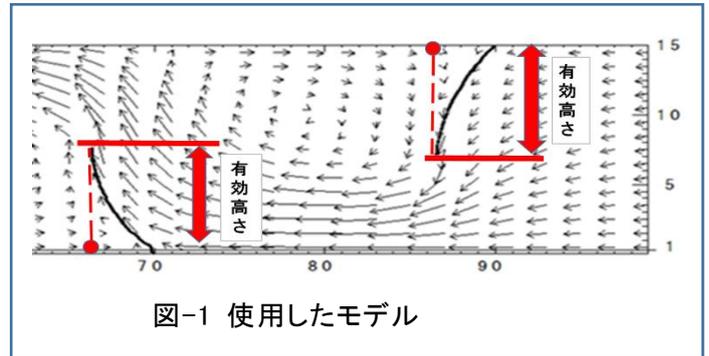


図-1 使用したモデル

2. 解析方法

垂下式汚濁防止膜と自立式汚濁防止膜の2枚を使用した流動変形を金山ら(2011)の流体・膜体連成モデルを用いて算出する。

2枚の汚濁防止膜の間隔、膜長、重錘重量(垂下式)や浮きの浮力(自立式)などを変化させて膜の変形状況を調べる。この時、双方の膜の有効高さについて垂下式は、海面上から膜の先端がめくり上がった位置までを有効高さとし、自立式も同じく海底から膜が倒された先端の位置までを有効高さとする。(図-1)

膜の影響を受ける前の流速は、20cm/sとし、垂下式の場合、膜の先端につける錘の重量を100kgと200kgに分けて計算を行い、挙動を観察する。自立式の場合、浮きの浮力も同時に-100kgと-200kgに設定する。計算領域設定については、長さが100m、水深が15m、変化前の膜丈長を、6.4m、8.8m、10.4mの3パターンとする。上流側の膜の設定位置を、下流端から90m地点に固定し、下流側の膜を上流側の膜から最初5m離し、以後10m間隔で下流側に設置していった場合の、双方の膜の挙動を観察していく。上流側と下流側の膜は、垂下式と自立式の双方どちらのパターンも行う。

3. 解析結果及び考察

3.1 膜の変形について(上:垂下式, 下:自立式)

膜同士の離隔距離が近い場合、上流側の膜は下流側の膜の影響で押し上げられており、下流側の膜は上流側の膜の影響で、下から抜ける際に、下流側の膜を海底に押し付けられている。例として、流速20cm/s、錘200kg、浮き200kg、膜長10.4mのケースを図-2に示す。

膜同士の離隔距離を徐々に離れた場合、つまり離隔距離を大きくすることにより、上流側からの干渉が弱まり、徐々に下流側への影響は低減されていく。つまり、有効高さが増大していく(図-3)。

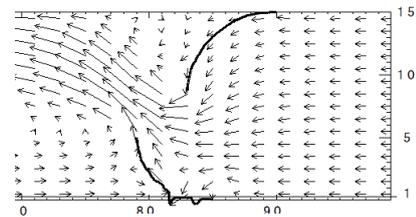


図-2 離隔距離 5m

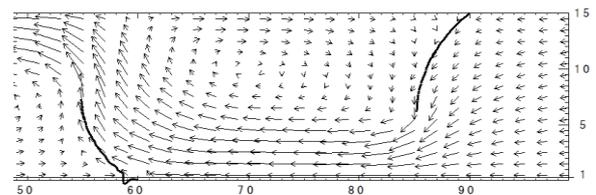


図-3 離隔距離 30m

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

膜同士の離隔距離が十分に大きくなると、有効高さが上流と下流で一致した。上流側からの干渉が弱まり、下流側の膜への影響は軽減されていき、双方の膜は、それぞれ独立して機能するようになった（図-4）。

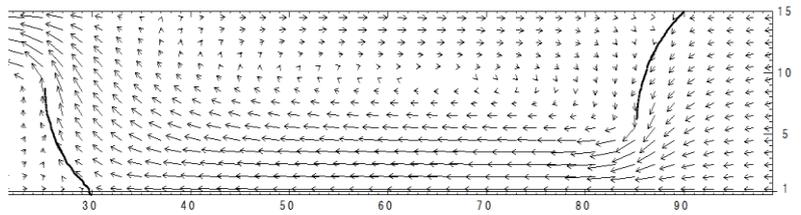


図-4 離隔距離 60m

3.2 変形の傾向について

図-5 は、上記の図 2, 3, 4 のケースを数値化し図-5 のグラフに表したものである。縦軸に有効高さ、横軸に膜同士の離隔距離をとったものである。

まず、青色で示した上流側の垂下式では、離隔距離 5m～10m までの区間では、膜同士が近いため、膜が大きくふかれる様子が見てとれるが、20m～70m の区間は、ほぼ一定の数値になった。

オレンジ色で示した下流側の自立式では、離隔距離 5m～40m の区間で膜が大きくふかれた。

40m 以降の数値は、緩やかな右上がりの数値になった。

双方の膜を比べてみると、離隔距離が近いと下流側の自立式の膜の負担が大きくなり有効高さにばらつきがある。離隔距離が十分離れると、双方の膜の数値は重なり、それぞれの膜は全く同じ挙動をするようになる。双方の膜の離隔距離が徐々に離れていくと、お互いに干渉がなくなっていきお互いの膜は一切干渉せず独立して機能するようになった。この現象は渡辺ら(2017)でもみられた。

上の現象が比較的分かりやすくグラフに現れているのが、膜長 8.8m, 流速 20cm/s, 錘 200kg 浮き - 200kg のグラフであるので例として以下に記す(図-6)。

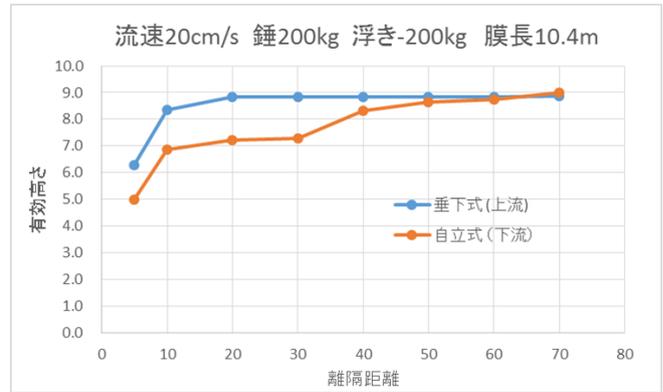


図-5 計算結果のグラフ

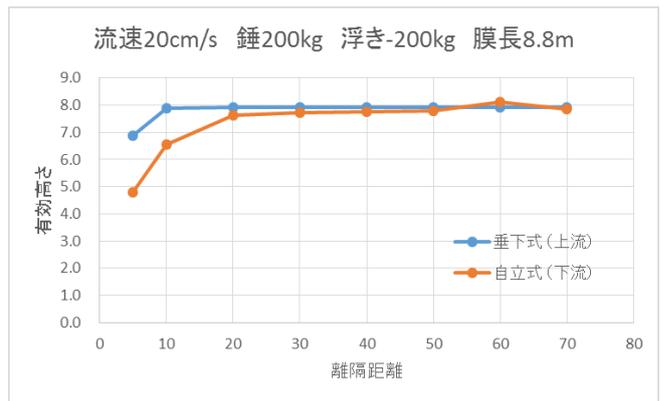


図-6 計算結果のグラフ

4. まとめ

本研究では、膜の離隔距離が近い時、ある程度離れた時、離隔距離を大きく離れた時の大きく分けて3つのパターンに分類できる事が分かった。

まず、1 つ目のパターンは、膜同士の距離が近いと、ふかれにより双方の膜の有効高さが低減し、性能を下げてしまうことが分かった。これは前任者である、渡辺ら(2017)でも同じく確認されている。

次に、2 つ目のパターンでは、離隔距離がある程度離れた場合、徐々に上流側からの干渉が弱まり、下流側への膜の負荷が低減されていく。つまり、有効高さが増加していく。

最後に、3 つ目のパターンとして、膜同士の離隔距離が大きくなるとそれぞれの膜は、独立して機能する事が分かった。

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, pp1151-1155