

重りを分散配置した垂下式膜の一樣流れにおける変形に関する水理実験

東亜建設工業（株） 正会員 ○原 知聡
 大阪市立大学大学院 正会員 重松 孝昌
 東亜建設工業（株） 正会員 武田 将英
 東亜建設工業（株） 正会員 倉原義之介
 東亜建設工業（株） 正会員 西山 大和

1. 研究の目的

海域に展開する汚濁防止膜・汚濁防止柵・オイルフェンスなどの膜構造物は、流れによって膜がふかれる。このふかれによって、初期の膜高さに比して実質的な膜高さが減少し、期待される汚濁防止効果に大きな影響を及ぼすことになる。したがって、流れによる膜の変形を可能な限り抑制することが求められる。これまでも、膜の変形や有効高さに関して、膜下端にのみ重りを配置した垂下式を中心に、多くの研究が行われてきた(例えば、榎木・青木¹⁾、鶴谷ら²⁾、小田ら³⁾)。

本研究は、垂下式膜を対象に、膜下端だけでなく膜の中間部にも分散して重りを配置したときの膜の変形への影響について、水理実験により検討を行ったものである。

2. 研究内容

(1) 実験方法

図-1に示す長さ20m、幅0.50m、高さ0.60mの水循環装置付水路を用いて、隔壁によって幅を0.27mに縮小した水路部（水深 $h=0.40\text{m}$ ）で一樣流れとなる水理実験を行った。膜模型には剛性がほぼゼロのPEVA（ポリエチレン酢酸ビニル、面密度： $7.36 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^2$ ）製の不透水性布（延長 $L=0.385\text{m}$ ）を用いた。図-2に示すような垂下式膜で、フロート部は伸縮棒を用いて水面に固定した。膜下端($z=L$)と膜の中間部($z=L/2$)の位置に袋を設け、重りとなる真鍮製丸棒（直径 $\phi=0.006 \text{ m}$ 、長さ 0.245 m ）を0～3本

差し込んだ。実験条件は、表-1に示すとおりである。ここに、 u_0 ：膜がない時の流入流速、 F_r ：フルード数($=u_0/(gh)^{0.5}$)、 g ：重力加速度、 W_1 、 W_2 ：膜下端と膜の中間部に設置した重りの重量である。本研究では、 $W_1+W_2=0.696 \text{ N/m}$ となるように、 W_1 と W_2 とを分散して配置した。図-3に膜の変形状況の一例を示す。膜の変形状の値は、このように水路側面から撮影したデジタル画像から取得した。実験は同じ条件を2回繰り返した。

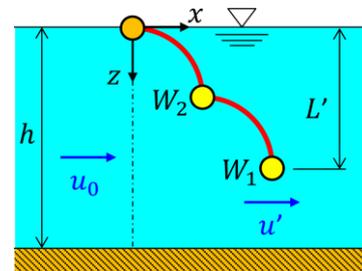


図-2 膜模型の模式図

表-1 実験条件

h [m]	u_0 [m/s]	F_r	W_1, W_2 [N/m]
0.40	0.019	0.010	0.696, 0.000 0.464, 0.232 0.232, 0.464
	0.036	0.018	
	0.058	0.029	
	0.086	0.043	
	0.106	0.054	
	0.130	0.066	

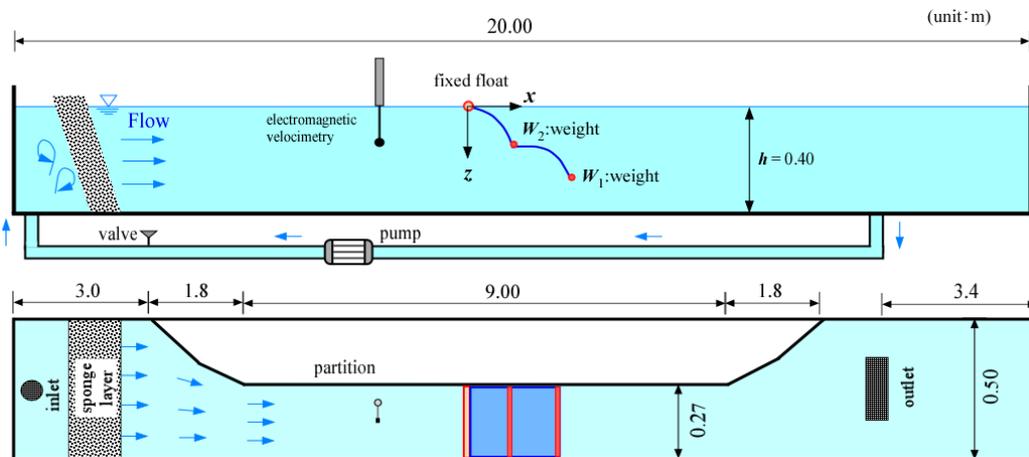


図-1 実験水路

キーワード 膜構造物, 汚濁防止膜, オイルフェンス, ふかれ, 一樣流れ, 水理実験
 連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町1-3 東亜建設工業（株） TEL 045-503-3741

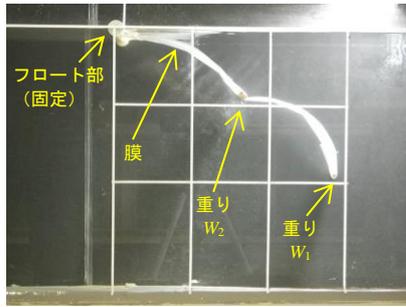


図-3 膜の変形状況の例

(2) 実験結果

a) 流入流速の鉛直分布

電磁流速計で得られた u_0 の鉛直分布を図-4 に示す。ここで、 u_0 は、サンプリング周波数 100Hz で 60 秒間の計測を行った時間平均の値である。また、流速の標準偏差は、0.003~0.008 m/s と小さく、流速変動の小さい様な流れが出来ていることを確認した。

b) 膜の変形

$u_0=0.036\sim 0.106$ m/s における変形後の膜の形状を図-5~図-8 に示す。塗りつぶされた丸印が 1 回目、塗りつぶさない丸印が 2 回目の実験結果である。これらの図から、流速の増加に伴って膜が大きく変形する様子が見てとれる。ケースによって、多少のばらつきが見られるものの、膜下端のみ重りを集中配置した条件 (黒)、 W_1 の方に多く重りを配置した条件 (赤)、 W_2 の方に多く重りを配置した条件 (青) の順で、膜の有効高さが大きくなる傾向が見られた。今回の実験の範囲では、膜下端のみ重りを集中配置した条件 (黒) に対する有効高さの減少割合は、 W_1 の方に多く重りを配置した条件 (赤) で 0.2~5.0%、 W_2 の方に多く重りを配置した条件 (青) で 3.4~9.8%であった。

3. 主要な結論

膜に設置された重りの合計質量が同じとき、膜下端と中間部に重りを分散配置するよりも、膜下端にのみ重りを集中配置した方が、わずかではあるものの膜の有効高さが大きくなる傾向が見られた。

参考文献

- 1) 榎木亨, 青木伸一: 流れの中に張られた汚濁拡散防止膜に及ぼす流体力と有効深さの計算法について, 海洋開発論文集, Vol. 3, pp. 203-208, 1987.
- 2) 鶴谷広一, 惟住智昭, 渡邊弘: 汚濁拡散防止膜に働く流れの流体力に関する実験的研究, 海岸工学論文集, Vol. 38, pp. 786-790, 1991.
- 3) 小田一紀, 重松孝昌, 野口達矢, 武田将英: 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, Vol. 43, pp. 1151-1155, 1996.

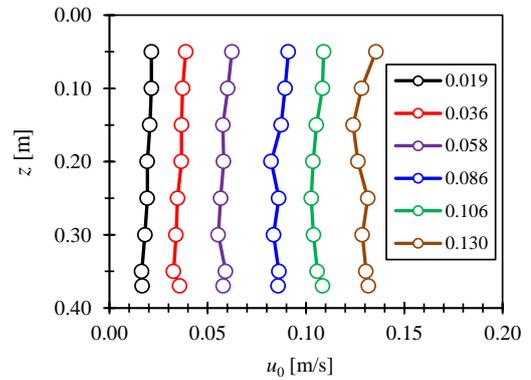


図-4 流入流速の鉛直分布 (時間平均)

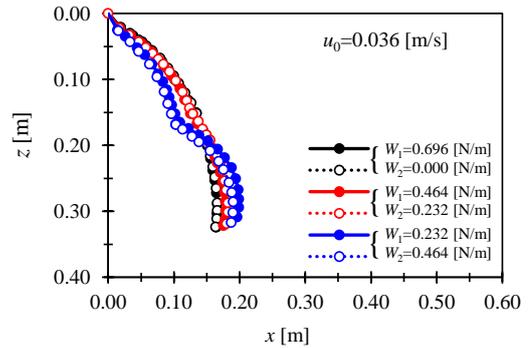


図-5 変形後の膜の形状 ($u_0=0.036$ m/s)

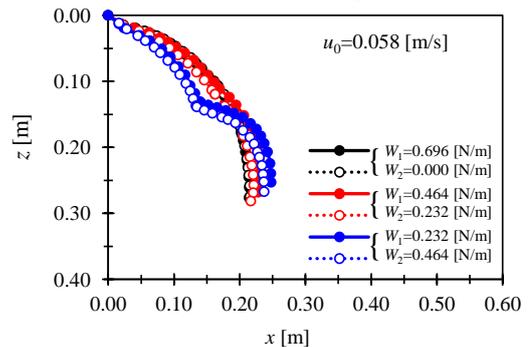


図-6 変形後の膜の形状 ($u_0=0.058$ m/s)

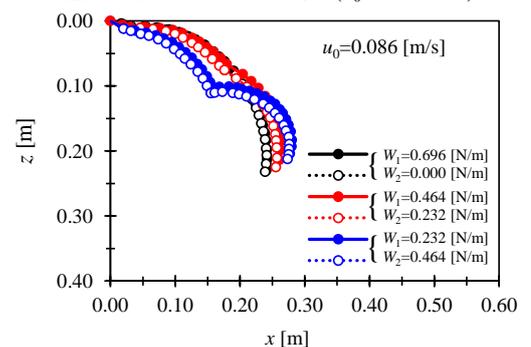


図-7 変形後の膜の形状 ($u_0=0.086$ m/s)

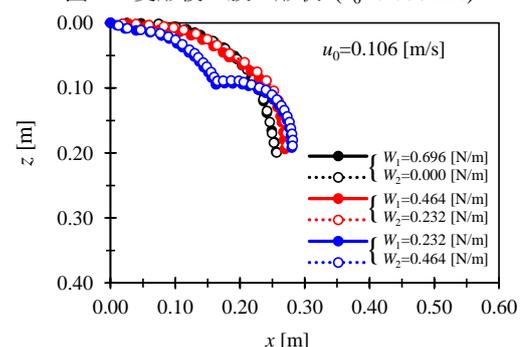


図-8 変形後の膜の形状 ($u_0=0.106$ m/s)