

汚濁防止膜近傍の流況に関する実験的研究

大阪市立大学 正会員 小田一紀 重松孝昌

学生会員 ○濱崎佳尚 中尾敦典

(株)ブリヂストン

山瀬晴義

1. まえがき 汚濁防止膜によって汚濁の拡散を極力抑えるためには、防止膜によって流速が遅い領域を作ることが必要であると考えられる。しかしながら、防止膜が膜体構造物であるため流れ場では吹かれてしまい、汚濁が膜より下流域に流出することは避けたいように思われる。したがって、膜より下流域に流出した汚濁ができるだけ拡散しないように配慮する必要がある。発生した濁りの主成分が沈降速度の非常に小さな微細粒子であることを勘案すると、汚濁の拡散は防止膜周辺の流況に大きく影響されることが考えられる。しかし、防止膜周辺の流況と汚濁の拡散について研究された例は数少なく(加納ほか, 1987), それ故十分に検討されていないように思われる。本研究は、汚濁防止膜の周辺の流況を明らかにすべく鉛直2次元実験を行った。実験は自立式、垂下式の両者について行ったが、紙面の都合上、ここでは垂下式防止膜に関する実験結果のみを報告する。

2. 実験の概要 実験は、長さ50m、幅1.0m、高さ1.5mのコンクリート製の波流れ共存水槽を用い、水深 $h=1.0$ mとした。流速は、2次元電磁流速計を用いて1測定点当り60秒間測定し、サンプリング周波数は100Hzとした。流速は鉛直方向の平均値 u_0 が3.1cm/s, 6.4cm/sとなるように調整した。防止膜には不透水性の合成繊維を用い、その下部に直径3mm、重さ100gf/mの重錘を取付け、垂下式防止膜とした。そして、膜高(l)を0.25m, 0.50m, 0.75mと変えて流速の測定を行った。

3. 実験結果および考察

表-1 有効膜高と最大流速比

l/h	$u_0=3.1$ cm/s		$u_0=6.4$ cm/s	
	l_0/h	$(u/u_0)_{max}$	l_0/h	$(u/u_0)_{max}$
0.25	0.23	1.55	0.20	1.61
0.50	0.43	2.12	0.23	1.64
0.75	0.48	2.31	0.22	1.88

(1) 流速と有効膜高の関係 表-1に膜高と有効膜高および平均流速 u_0 に対する各測点における流速の比の最大値との関係を示す。表-1より、流れ場に防止膜を設置すると、膜高が大きいものを設置しても吹かれてしまい有効膜高は膜高に比して非常に小さくなるのがわかる。 $u_0=6.4$ cm/sの時には、 $l/h=0.75$ の膜を設置しても膜高の30%程度の有効膜高しか得られず、これは $l/h=0.25$ の膜を設置した場合とほとんど同じ値となっている。また、流速比の最大値は有効膜高が大きくなるにしたがって大きくなる傾向がみられる。

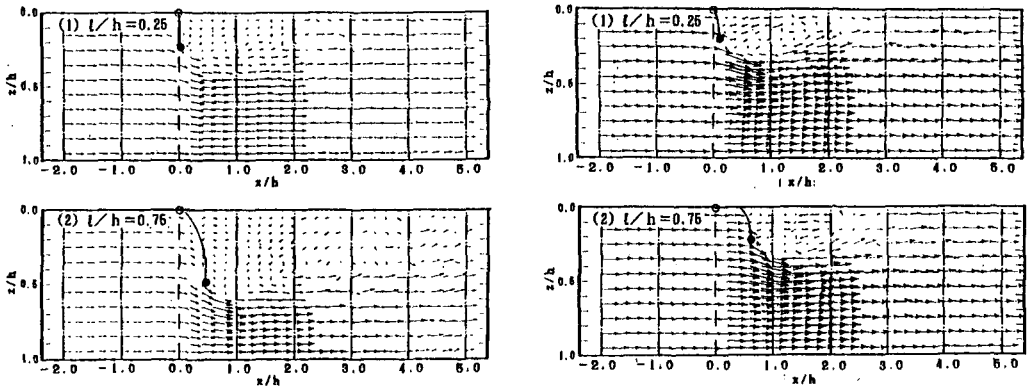
(2) 流速ベクトル 図-1に $l/h=0.25, 0.75$ の場合の流速ベクトル図を示す。いずれの場合も防止膜の下方では、流積が減少するため流速が速くなっていることがわかる。また、膜背後では後流域が形成されている。この後流域は、 $u_0=3.1$ cm/sの場合には、 $l/h=0.25$ のとき x/h (x :膜設置位置からの水平距離) $=2.0$, $l/h=0.75$ のとき $x/h=3.5$ 付近にまで達している。一方、 $u_0=6.4$ cm/sの場合には、 l/h に関わらず後流域は $x/h=2.8$ 付近まで広がっている。また、後流域の下限は膜下端付近であるので、後流域の広さは流速と有効膜高に大きく支配されていると考えられる。

(3) 乱れ強度の分布 図-2に、 u_0 で無次元化した乱れ強度($V/u_0 = \sqrt{u'^2 + w'^2}/u_0$, u', w' は平均値からの偏差を表す)の分布を示す。まず、 $u_0=6.4$ cm/sの場合には、 $V/u_0 \geq 0.3$ の領域の分布は $l/h=0.25$ の時には $x/h=2.1$ 付近まで、また $l/h=0.75$ の時には $x/h=3.2$ 付近までと多少異なるが、 $V/u_0 \geq 0.1$ の領域の分布は非常によく似ている。さらに、両者とも、膜の下流域の下層部には $V/u_0 < 0.1$ の乱れの小さい領域が形成されており、この領域に流出した汚濁は巻き上げられることなく、速い流れによって遠方にまで運ばれると考えられる。

次に、 $u_0=3.1$ cm/sの場合には、 $l/h=0.25$ と 0.75 では V/u_0 の分布に大きな差異がみられる。 $l/h=0.25$ の時 Kazuki ODA, Takaaki SHIGEMATSU, Yoshihisa HAMASAKI, Seigi YAMASE

の V/u_g の分布は、 $u_g=6.4\text{cm/s}$ の場合の分布とよく似ている。これらは、表-1より明らかなように l_0/h はほぼ同じ値で約0.2である。しかし、 $l_0/h \approx 0.5$ の $l/h=0.75$ の時の V/u_g の分布は、 $V/u_g \geq 0.3$ の領域が非常に広く分布し ($x/h=4.3$)、 $V/u_g \geq 0.1$ の領域が $x/h \geq 1.5$ の範囲で全水深に広がっている。また、下層部にも乱れ強度が存在することから、膜の下流域に流出した汚濁は巻き上げられて水中に浮遊することも考え得る。これらのことから、 V/u_g の分布にも有効膜高の影響が顕著に現れているものと考えられる。

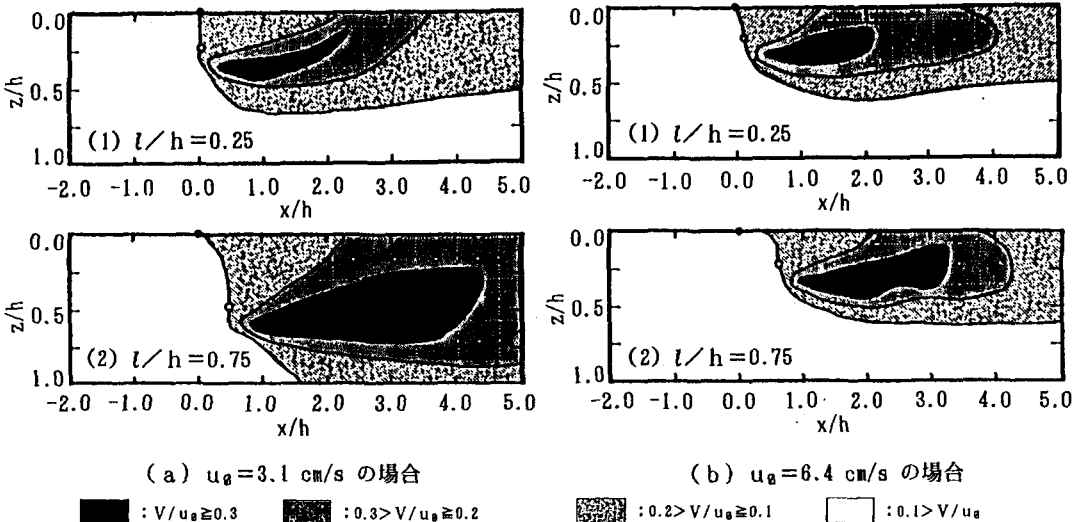
4. まとめ 本研究は、汚濁防止膜の周辺の流況を明らかにするために行ったものである。その結果、防止膜高を大きくしても流体によって膜は大きく変形し、流速が速くなると有効膜高は膜高の小さい場合とほとんど変わらないことがわかった。この有効膜高は、防止膜背後の後流域の大きさや、防止膜の敷設によって生じる流速の増大、さらには乱れ強度の分布にも大きな影響を及ぼすことがわかった。



(a) $u_g=3.1\text{ cm/s}$ の場合

(b) $u_g=6.4\text{ cm/s}$ の場合

図-1 流速ベクトル図



(a) $u_g=3.1\text{ cm/s}$ の場合

(b) $u_g=6.4\text{ cm/s}$ の場合

■ : $V/u_g \geq 0.3$ ■ : $0.3 > V/u_g \geq 0.2$ ■ : $0.2 > V/u_g \geq 0.1$ □ : $0.1 > V/u_g$

図-2 乱れ強度の分布

参考文献 加納敬・本城豊・川本博文(1987):半水深二重敷設汚濁防止膜の効果に関する研究, 海洋開発論文集 VOL.3, pp.209-214.