

大阪市立大学 学生員 ○濱崎佳尚

大阪市立大学工学部 正会員 小田一紀 重松孝昌

1. まえがき 浚渫や埋立などの海洋工事の際に工事区域周辺に敷設する汚濁拡散防止膜の設置効果について研究された例は非常に少ないように思われる。筆者ら¹⁾は、既に自立式防止膜と垂下式防止膜の膜高さが汚濁の拡散防止効果に及ぼす影響について数値シミュレーションを行なって検討した。それによると、垂下式防止膜は相対膜高さ H_d/h (H_d :垂下式防止膜の膜高さ, h :水深)が増加するほど汚濁の沈降を促進する効果が高くなること、また、自立式防止膜は相対膜高さ H_d/h (H_d :自立式防止膜の膜高さ)が増加するほど下流域への汚濁流出を防止する効果は高まるが下流域に流出した汚濁は上層部に浮遊する傾向が強くなること等が明かとなった。ここでは上述の結果を踏まえて、両防止膜を併用した時の汚濁の拡散防止効果について、鉛直2次元数値シミュレーションを行なって検討した。

表-1 計算条件

計算対象領域	1500m (水平) × 20m (鉛直)
格子間隔	$\Delta x = 20\text{m}$, $\Delta z = 2.5\text{m}$
土砂沈降速度	0.009 cm/sec (粒径 10^{-3}cm に相当)
汚濁負荷量	1000 kg f/hr を与え続ける
拡散係数	$K_x = 10^4 \text{cm}^2/\text{sec}$, $K_z = 10^2 \text{cm}^2/\text{sec}$
渦動粘性係数	水平、鉛直方向ともに $10^6 \text{cm}^2/\text{sec}$
タイムステップ	$\Delta t = 60 \text{sec}$
境界条件	両端で鉛直方向に対数分布を持つ平均流速 10 cm/sec の定常流を与える

2. 計算条件 汚濁防止膜の設置効果は、汚濁発生源からの距離や自立式と垂下式の膜間距離等の設置諸元に加えて汚濁の発生形態に大きく影響されることが予想される。しかし、ここでは膜高さが汚濁の拡散防止効果に及ぼす影響のみを探ることを目的として、汚濁源を全水深にわたって一様な濃度を与える面源とし、流れは定常流とした。また、上流側に設置する防止膜と汚濁発生源との距離は100m、膜間距離は40mと一定にして計算を行なった。その他の計算条件は表-1に示す。

これらの条件の下で自立式と垂下式の防止膜を併用した時の両防止膜の膜高さが汚濁の拡散防止効果に与える影響を検討した。

3. 計算結果および考察 本研究では、防止膜を設置しない時の濃度に対する設置した時の濃度の比を求め、この濃度比の分布より防止膜の設置効果を判断することにした。自立式と垂下式の防止膜の組合せ方法は種々考えられるが、ここでは図-1～図-4に示す12通りの計算を行なった。これらの図は横軸0mの位置に汚濁負荷を与えてから、濃度分布がほぼ定常になると見なせる4時間後における等濃度比線図を表わしたものである。図-1は上流側に自立式防止膜を $H_d/h=1/2$ で設置し、下流側に垂下式防止膜の膜高さを変えて設置した時の計算結果を示し、図-2は上流側の自立式防止膜の高さを $H_d/h=3/4$ として同様な計算を行なった結果である。図-1(a)のように2つの膜によって投影的に全水深が遮蔽される場合には、垂下式防止膜下端と自立式防止膜上端との間に生じる水平流が大きくなり汚濁が下流域へほぼ水平に運ばれ、汚濁が中層に浮遊する傾向がみられることがわかる。その他の図からは、防止膜設置位置より下流域では、 H_d/h が大きくなるほど下層部に汚濁濃度の高い領域が分布し、水面に近づくにつれて濃度が低くなっていることから、 H_d/h が大きくなると汚濁の沈降促進効果が現われ、下流側の垂下式防止膜の特性が下流域の濃度分布に大きく影響を及ぼしていることがわかる。また、図-1と図-2を比較すると $H_d/h=1/2$ の場合よりも $H_d/h=3/4$ の方が下流域に汚濁濃度が高くなる領域が現われることがわかる。これは H_d/h を大きくすると両防止膜間で鉛直下向きの流速成分が大きくなり、垂下式防止膜を通過した後に強い上昇流を生じさせることになり、この流れによって汚濁が浮遊する結果となるものと考えられる。図-3は上流側に自立式防止膜を $H_d/h=1/2$ の高さで設置し、下流側に垂下式防止膜の膜高さを変えて設置した時の計算結果を示すもので、図-4は上流側の自立式防止膜の高さを $H_d/h=3/4$ として同様な計算を行なった結果である。これらの図から、両防止膜によって全水深が投影的に遮蔽されるような時には、防止膜設置位置より下流域では H_d/h が大きくなるほど下流域に流出した汚濁が水

面付近に浮遊し、水底付近には濃度の低い領域が形成される傾向があることがわかる。これは自立式防止膜によって鉛直上向き流が生じ、これによって汚濁が水面付近に浮遊するもので、上流側に設置した垂下式防止膜の効果を損なうことを示している。このように防止膜を組み合わせて用いた時には防止膜の配置によらず下流側の防止膜の特性が下流域の濃度分布に大きく影響することがわかる。また、図-3(a)のように2枚の防止膜によって全水深が投影的に遮蔽されない場合には、図-1(a)と同様に、汚濁が中層に浮遊する傾向がみられ、他の計算結果とは汚濁の分布状況が異なることがわかる。

さらに図-1から図-4を見ると、それぞれの防止膜高さを高くすればするほど、汚濁の拡散防止効果が高まるというものではないということ、また防止膜の配置を変えると下流域の汚濁分布が大きく変化することがわかる。このことは、汚濁防止膜の設置効果に関する本研究の重要性を示唆しているものと考えられる。

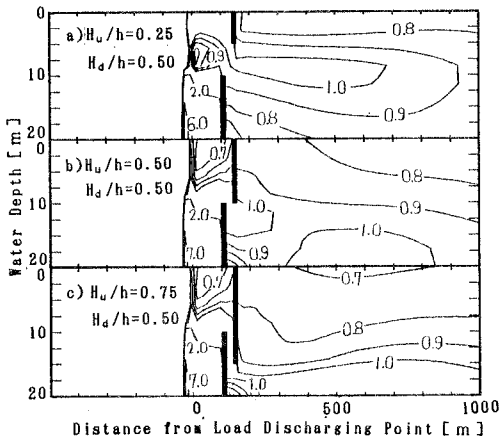


図-1 等濃度比線図（上流自立式，下流垂下式）

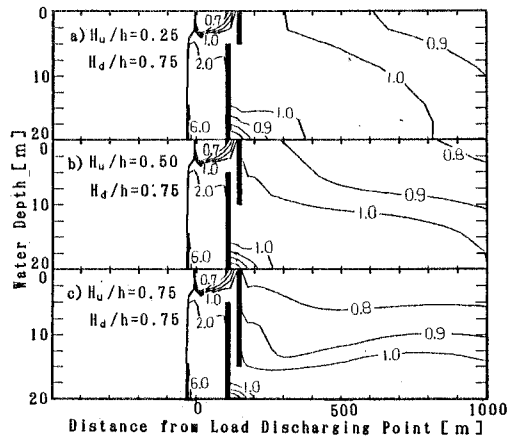


図-2 等濃度比線図（上流自立式，下流垂下式）

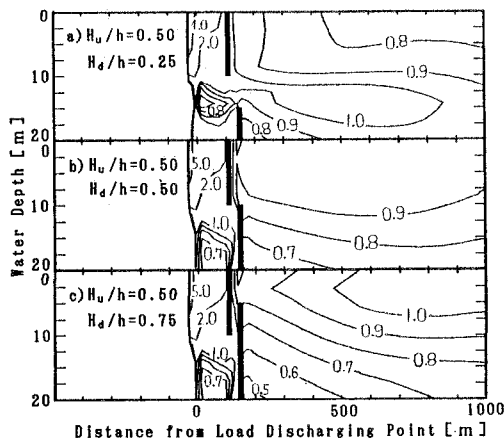


図-3 等濃度比線図（上流垂下式，下流自立式）

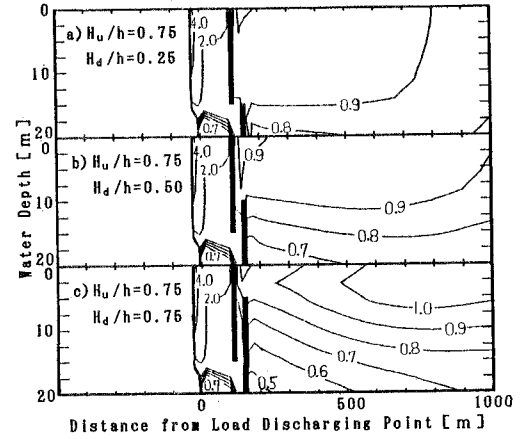


図-4 等濃度比線図（上流垂下式，下流自立式）

4. あとがき 今回行った数値シミュレーションによって自立式と垂下式の防止膜を併用した時には、その下流域の汚濁分布は下流側の防止膜の特性に大きく支配されることがわかった。今後は、汚濁負荷源と防止膜の距離や膜間距離などの影響、潮汐流を考慮した振動流場における効果の検討、さらには3次元解析を行なう予定である。

■参考文献 1) 小田ほか：汚濁拡散防止膜の効果に関する研究(その1)，平成2年度土木学会関西支部