薄型水槽(Slim-tank)による航路埋没対策工の効果に関する実験

九州大学大学院海洋システム　学生員○森本剣太郎　Rahman Hidayat
正会員　入江功　小野信幸

1　はじめに

シルテーションとは，泥土やシルト等の底質が波や流れにより運ばれ，航路や泊地に堆積することで，船舶の航路進行，岸壁への離接岸にしばしば重大な支障をもたらしている．航路・泊地の埋没は，底泥が波・流れの増大に伴って水中に巻き上げられ，それらの外力が最大となった後に減少していく過程で生じる．水中に巻き上げられた泥は外力の減少に応じて沈降し，底面近くに高濃度浮泥層(fluid mud)を形成する． fluid mud は流動性に富むため, 航路や泊地の埋没に大きく影響を及ぼすと考えられている．

本研究では，泥土の沈降堆積過程や fluid mud が航路へ進入する状況を十分に観察できる実験水槽を製作して種々の実験を行った．特に，熊本港において埋没対策施設として効果が認められた逆Ｔ字型潜堤を対象として，fluid mud の航路・泊地への侵入がどのように制御されるのかについて調べた．

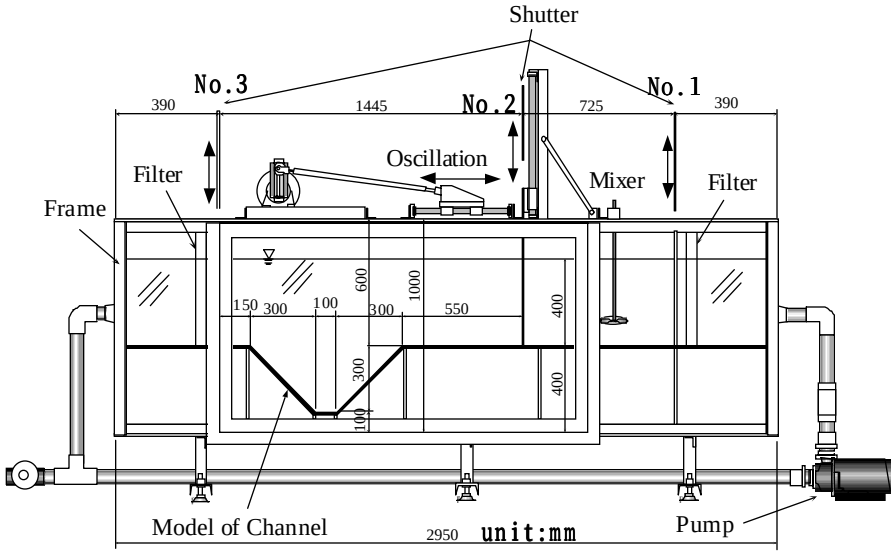

図２　実験水槽(Slim-tank)

表１　実験条件

Case	底質	初期濃度 Co(g/l)	潜堤高 hs(cm)	浮泥層厚 hf(cm)	波・流れ
A-1	カオリナイト	20	―	10	静水
A-2	カオリナイト	20	―	20	静水
A-3	カオリナイト	20	―	30	静水
B-1	カオリナイト	20	20	10	静水
B-2	カオリナイト	20	20	20	静水
B-3	カオリナイト	20	20	30	静水
C-1	カオリナイト	20	20	10	波
C-2	カオリナイト	20	20	20	波
D-1	カオリナイト	20	20	10	流れ
E-1	熊本泥	20	―	20	静水
E-2	熊本泥	20	―	30	静水
F-1	熊本泥	20	20	20	静水
F-2	熊本泥	20	20	30	静水

2　実験方法

本研究で用いた水槽を Slim-tank と呼ぶ(図１). これは長さ 3m，高さ 1m，幅 0.2m で，シルトのような微細粒子の懸濁液が流動する様子を十分観察できるように，水槽幅を薄くして透視度をよくしたものである．水槽中央部は 1.5×1m の強化ガラスで覆い観察領域ができるだけ広くなるようにした．水槽内には 3 枚の仕切板(ShutterNo.1～No.3) があり，No.2 と No.3 の間には航路を模した落ち込み部を設けた．主な実験手順は，まず No.1 と No.2 の間に泥土を投入して濃度が一様となるよう攪拌し，一定時間静置して fluid mud を形成させ，その後 No.2 の仕切板を引き上げて泥土が航路へ流入する様子を観察するものである．また，潮流や波などの影響を調べるため，循環流発生用ポンプと加振機を取り付けてある．

航路埋没に影響する要因として，泥土の種類，fluid mud の層厚，対策工の有無などが挙げられる．本研究では底質材料にカオリナイトと熊本港から採取した泥土(熊本泥)を用いた. 対策工は潜堤(高さ h_s = 20 cm) を用い，加振機の真下に模型を設置して表１に示す実験を行った．表中， Co は仕切板 No.1-2 間の初期濃度， h_f は一定時間静置後の fluid mud の層厚である．波･流れの条件は，静水状態，波周期 3s，振幅 3cm で(加振機を動かす)，流れ(断面平均流速 1.1cm/s でポンプを運転)の 3 種とした．

キーワード　シルテーション、熊本港、潜堤、高濃度浮泥層
連絡先　福岡県福岡市東区箱崎６-１０-１　九州大学大学院工学研究科(水工)Tel(fax)092-642-3293

3　実験結果

図２は,実験における fluid mud の流動の様子をビデオ撮影し，特徴的なケースの写真を示した．図中には表 1 のケース番号と，仕切板 No.2 を引き上げた後の時間を示した. 4 枚の写真はすべて浮泥層厚 hf=10cm のケースである．潜堤の有無の効果について，A-1 と B-1 を比較すると A-1 では高濃度の浮泥層が直接流入しているが，B-2 ではこれを十分に阻止している様子が観察された．C-1 は潜堤が往復するため，潜堤頂部で左右に発生する渦により潜堤近くの浮泥が巻き上げられ，低濃度の浮遊泥となり航路部へと輸送された．D-1 は流れがあるため，高濃度層の界面から徐々に泥土が巻き上げられ,それが流れとともに航路部へ輸送された.

図 3，4 は，潜堤や波・流れの影響をより定量的に比較するため，ビデオ画像から画像の輝度(黒色=0，白色=255)を読み取って濃度に換算し，航路部へ流入する単位幅当たりの土量の時間変化を求めたものである．図 3 より，潜堤の存在が航路への流入を大きく阻止していることがわかる．また，h_f が大きいほど流入量が大きいこと,潜堤の高さが界面高よりも高い($h_s > h_f$)ほど泥土流入の阻止効果が高いことがわかる.図 4 より波や流れがある場合は，潜堤の上を超える浮泥の流入が認められるが，濃度が低いため潜堤無しの場合より流入量は明らかに小さい．また，底質の違いによる差は顕著ではなかった。

4　結果の考察

実験により，潜堤は fluid mud の航路への流入をよく阻止すること，また潜堤の上を越えて流入する浮泥は，潜堤の先端部より生じる渦によって撹乱されるため，濃度が薄められていることがわかった．シルトのような微細粒子の沈降速度は，濃度増大により変化するが、その逆も成り立つ．2g/l 以下では濃度の増大に伴い自由沈降からフロック形成による沈降へと変化するため沈降速度は濃度とともに増加する．2g/l 以上では土粒子同士が干渉し合うようになり，沈降速度は濃度とともに減少するようになる．潜堤上を超える浮泥は十分に薄められるため，沈降速度は小さくなり,そのため航路へ沈降する量も減少するものと考えられる.

5　まとめ

fluid mud の流動を観察可能な Slim-tank を用いた実験を行い，潜堤が fluid mud の流入を阻止する様子を確認できた．また，潜堤の撹乱効果も埋没防止効果の一つとして考えられるため，今後詳細に検討する必要がある.

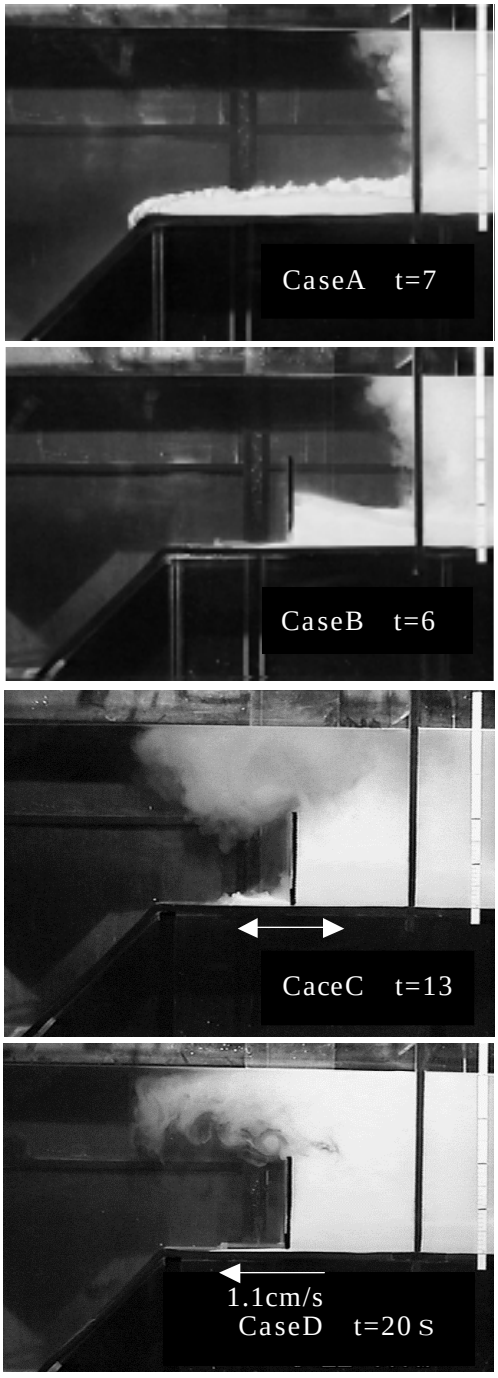

図 2　航路への埋没課程

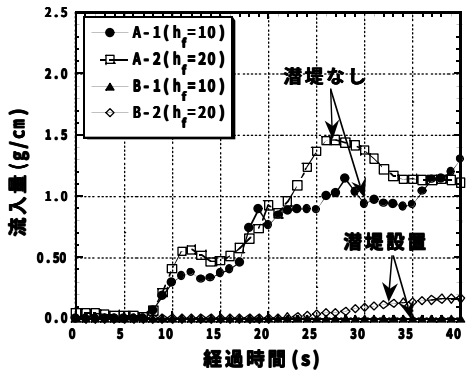

図 3　航路に流入する底質量 (潜堤の有無)

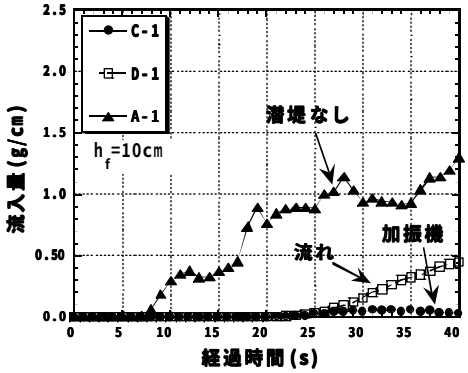

図 4　航路に流入する底質量 (波･流れ)