

エア・バブル・カーテンによる汚濁拡散防止効果に関する実験的検討

東洋建設(株) 正会員○小竹 康夫 東洋建設(株) 正会員 川崎 和俊
東洋建設(株) 正会員 櫻井 英二 金沢大学 正会員 石田 啓

1.はじめに

埋立事業を行う際、土砂投入に伴う水位上昇や潮汐に起因する流れにより、土砂に含まれる細粒分が埋立区域の港内側から周辺の港外側へ拡散し、海域に汚濁が拡がることを防止する必要がある。通常は自立式もしくは垂下式の汚濁防止膜を設置するが、土運船などの船舶航行が頻繁な区域においては、開口部を遮断する様に開閉式汚濁防止膜を設置し、船舶航行時のみ汚濁防止膜を開閉するというような対策が取られている。

しかし、この方法では土運船通過中の汚濁拡散には対処することが出来ず、また土運船の通過に待ちが発生し施工性の低下が避けられないという問題点が存在している。

そこで本研究では、海面占有を伴わないエア・バブル・カーテン（以下 A.B.C.と記す）による汚濁拡散防止装置（A.B.C.システム）を考案し、A.B.C.システムによる汚濁拡散防止効果確認を目的とした水理模型実験を行ったので、その実験結果について報告する。

2.A.B.C.の概要

今回考案した A.B.C.システムは、図-1 の概念図に示すように、断面的には海底面よりやや上部に気泡管 2 本、さらに気泡管の港内側に自立式汚濁防止膜を設置し、気泡管よりエアを噴出させることによりエア・バブル・カーテンを作り出し、そのカーテンにより汚濁の拡散を防止しようというものである。

この A.B.C.システムにより、港内から港外へ流出しようとする汚濁物質は、低層部では自立式汚濁防止膜により捕捉され、中間層から海面付近にかけては A.B.C.システムによる戻り流れにより、港内へと押し戻される。また、たとえ汚濁物質が港内側の A.B.C.を通過した場合にも、2 本の A.B.C.により形成される対流の効果により沈降、堆積する。

3.実験方法

実験には平面水槽(幅 19m、長さ 30m、高さ 1m)を用い、水槽内に幅 12m、長さ 15m の埋立区域を設け、一部を開口部として 5m 解放した。また、港内側から港外側への流れを発生させ、加えて必要に応じて港外側から一方向規則波を作用させた。図-2 に模型設置状況を示す。実験では、港内側にカオリナイトを投入し、①港内側投入位置、②港外側の 2 点に濁度計を設置、それぞれの地点での SS 濃度の時間的変化を計測することにより、

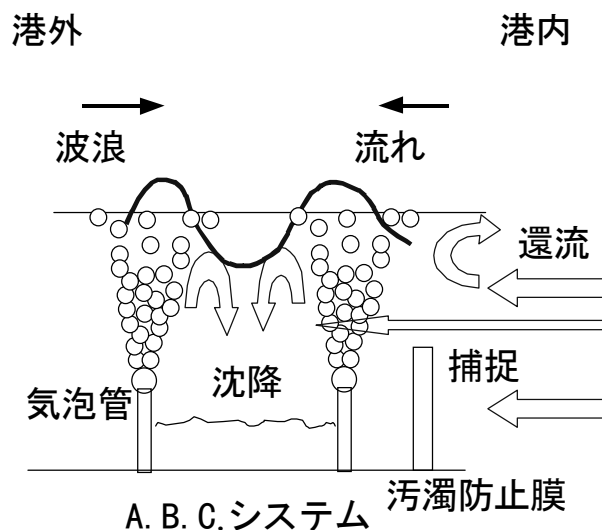


図-1 A.B.C.システム概念（断面図）

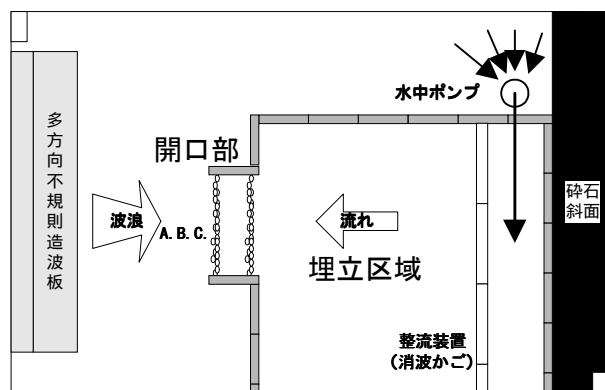


図-2 模型設置状況

Keywords : 埋立, エアバブル, 汚濁拡散

連絡先 : 〒663-8142 兵庫県西宮市鳴尾浜 1-25-1 TEL 0798-43-5902

A.B.C.システムによる汚濁拡散防止効果を定量的に評価した。検討項目としては、1)港内からの流れが存在する状態での、開口部における A.B.C.システムの有無による SS 濃度の違い、および、2)上記に加えて港外から波浪が存在する状態での、SS 濃度の違いである。実験条件を表-1 に示す。波浪条件は、現地での作業限界程度の波浪を作用させた。実験の縮尺は 1:20 を想定している。A.B.C.から噴出させる空気量は 3 種類とした。A.B.C.の気泡管については塩ビ管を用い、2 本の A.B.C.の間隔は 1m として、噴出口径、噴出口間隔はそれぞれ(a)1mm、3cm、(b)0.5mm、1cm の 2 種類を用いた。

波浪条件					A.B.C.気泡管 噴出口径 噴出口間隔			A.B.C.空気量	
縮尺	模型		現地		(a)	1.0(mm)	3.0(cm)	①	0.15 (m ³ /min)
	1/20		1/1		(b)	0.5(mm)	1.0(cm)	②	0.20 (m ³ /min)
波の種類	周期(s)	波高(cm)	周期(s)	波高(cm)					
	規則波	0.9	5.0	4.0					
水深	50.0 (cm)		10.0 (m)						

表-1 実験条件

4.実験結果

図-3 に、A.B.C.システム作動時の港外側 SS 濃度を、不作動時の濃度で無次元化した結果を示す。それぞれの状態での港外側 SS 濃度は、それぞれの港内側 SS 濃度により、補正した値である。この図から、A.B.C.気泡管の種類（噴出口径、噴出口間隔）について見ると、流れのみ（波なし）の場合にはやや気泡管(b)の方が、効果があるという結果となった。これは、気泡管(a)、(b)の噴出口間隔の違いによるものと考えられる。しかし、流れ+規則波の場合はあまり顕著な差が無くなっている。ここで、気泡の運動は、気泡径の 3 乗に比例する浮力と、気泡径の 2 乗(投影面積)に比例する抗力の釣り合いにより規定されるが、噴出口径が小さく、気泡の小さい気泡管(b)については気泡管(a)に比べて上昇のためのエネルギーが小さいと考えられるため、波の作用により A.B.C.の傾きが大きくなり、SS が流出しやすくなったと考えられる。さらに、A.B.C.空気量の違いについては、流れ+規則波の場合には有意な差は見られないが、流れのみ（波なし）の時は気泡管(a)で空気量が多い場合に効果が薄れるという結果となった。これは、空気量の増大に伴い、供給されるエネルギーも増大するために上昇流の持つエネルギーも増大し、空気量がある一定値を超えると沈降していた SS を巻き上げてしまい、A.B.C.に連行される形で港外側へ流出することが原因と考えられる。最後に、本検討に用いた条件では A.B.C.システムにより流れのみ（波なし）の時で 1 割程度、流れ+波の時でも 2～3 割程度の汚濁拡散防止効果が期待できることが分かった。

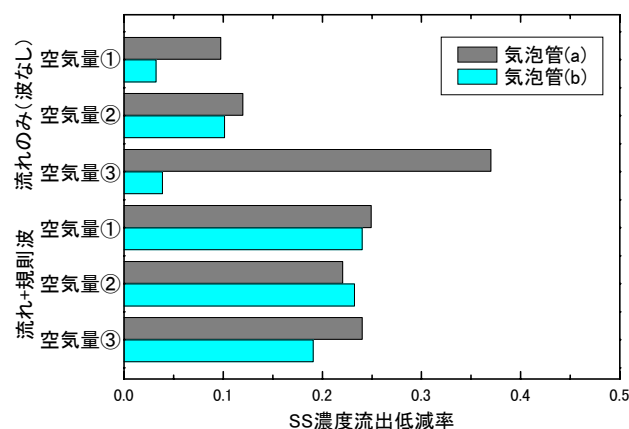


図-3 SS 濃度流出低減率

5.おわりに

本検討では、流れ（波浪）を発生させた平面水槽において、カオリナイトを投入、SS 濃度を測定し、A.B.C.システムの汚濁拡散防止効果を定量的に確認した。すなわち、A.B.C.システムにより開口部からの汚濁流出は、流れのみの状態で 1 割程度、流れ+波の状態でも 2～3 割程度に抑えられることが分かった。また、空気量が多すぎると効果が低下する場合があることが分かった。

参考文献

堀口孝男・小坂俊吉(1984)：空気混相流による流れの場の数値解析について、第 31 回海岸工学講演会論文集、pp.710-714.