エア･バブル･サーキュレーションによる浮遊物の集積および侵入防止策の提案

東洋建設株式会社鳴尾研究所　正会員○金澤　　剛
東洋建設株式会社中国支店　　正会員　小澤　貴生

１．はじめに

出水時に河川から海域に流れ出た流木やその他の浮遊物は，潮流や風等によって移動し，航路や泊地に大量に漂着して船舶の航行に危険を及ぼす場合がある．また，景観面からも好ましくないため，各地には海面清掃船が配備され，浮遊物の回収が行われている．しかし，広範囲に流出した浮遊物を探索しながら回収しているのが現状で，ある定点に浮遊物を集積できれば，その回収効率の向上が期待できると考える．

ところで，海域では潮目に浮遊物が長く帯状に集まることは広く知られている．そこで，任意の海域に人工的に潮目を形成する，あるいは表層に水平流を形成すれば浮遊物の動きを制御できるであろう．著者らは気泡を利用した汚濁流出防止装置(A.B.C.システム)[1)]のプロトタイプを作り,現地スケール実験を実施した[2)]．この実験では，海中に２列に設置した気泡発生管から噴出させた上昇気泡によって海中に循環流（エア・バブル・サーキュレーション；A.B.C.）の形成を確認し，また，水面上では浮遊物の集積を確認した．

本研究では，浮遊物の挙動を制御する方法として，流れに対してエア・バブル・サーキュレーションを斜めに発生させることを対象とし，基礎的な水理模型実験を実施してその機能を確認した．そして，それを利用した浮遊物の集積方法を提案するとともに，浮遊物制御の１案として泊地への侵入防止策を提案した．なお，本研究ではエア・バブル・サーキュレーションを発生させるための装置を A.B.C.システムと呼ぶ．

２．水理模型実験

流れに対して斜めに発生させたエア・バブル・サーキュレーションの浮遊物に及ぼす効果を検討するため水理模型実験を実施した．実験は，東洋建設(株)鳴尾研究所にある平面水槽(長さ 30m，幅 19m，深さ 1.5m)内に模型縮尺 1/30 を想定して，幅 4m，水深 35cm の一様水深水路を設けて実施した(図-1)．A.B.C.システムは，図-2 に示すように，水路幅全てに設置した遮断・誘導型(type-1)と最下流の一部を開放した誘導回収型(type-2)の２種類とした．外力は流速 3cm/s の一様流れおよび一方向不規則波($H_{1/3}$=3.3cm，$T_{1/3}$=0.91s)とし，作用方向は同一とした．また，定性的な評価ではあるが，流れと同一方向に風を発生させたケースも実施した．浮遊物模型は流木や発泡スチロール製の箱，ペットボトルやポリタンクを想定し，それぞれの材質で板状，円柱状，直方体状のものを使用した．計測は電磁流速計により表層の流速ベクトルを計測して平面流況を把握するとともに，ビデオ撮影により浮遊物模型の挙動を追跡した．

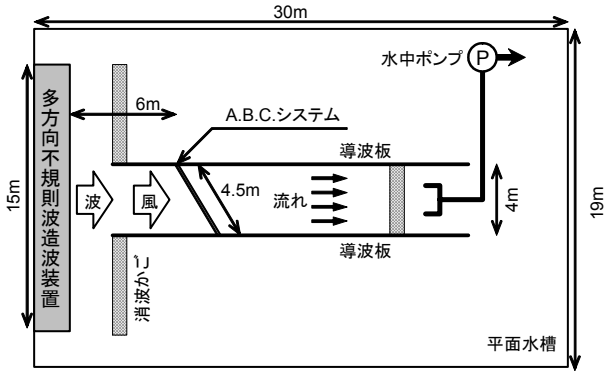


図-1　実験状況

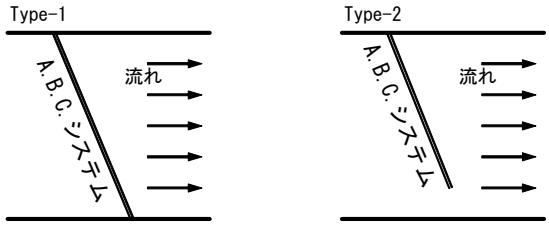


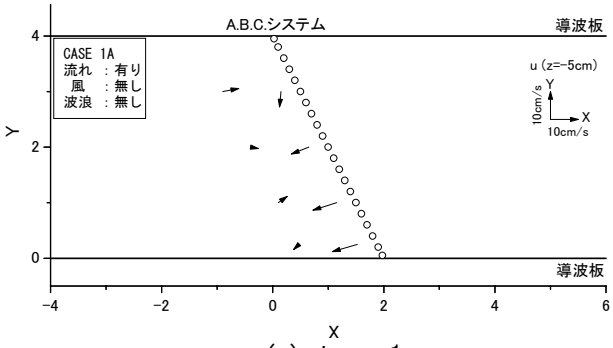
図-2　A.B.C.システムのレイアウト

３．実験結果

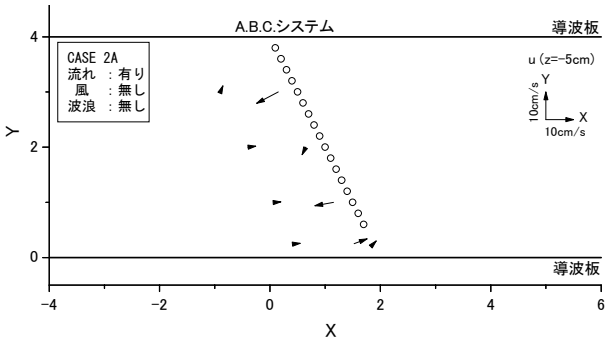
図-3 に流れのみの場合の type-1 および type-2 の平面流速ベクトル分布を示す．これによれば，A.B.C.シ

キーワード：エアバブル，循環流，浮遊物
連絡先：　〒663-8142　兵庫県西宮市鳴尾浜 1-25-1　TEL.0798-43-5902

ステム近傍では水面上の気泡の列に直角の方向に流れが発生し，流れに対して斜めに発生させたエア・バブル・サーキュレーションの特徴的な平面流況を形成した．この A.B.C.システム近傍の流れは，一様流に逆らう流れ成分を有するとともに，片方の導波板に近づく流れ成分も有しているため，この流れに乗った浮遊物は A.B.C.システムに沿って下流に移動する．A.B.C.システム最下流部では，type-1 は強い戻り流れが生じ，type-2 は開口部を流下する流れが生じたのが特徴的である．浮遊物模型の挙動を追跡した結果，浮遊物は type-1 では A.B.C.システムより上流側に留まり，type-2 では開口部に取り付けた網に補足された．一方，A.B.C.システムを稼動させない場合は，全ての浮遊物が水路の任意の場所から流下した．これより，type-1 および type-2 では浮遊物の挙動をコントロールして流下を防ぐこと，あるいは集積させることが可能であると確認できた．



(a) type-1



(b) type-2

図-3　表層流速ベクトル

４．浮遊物集積法および侵入防止策

浮遊物の多くが河川から海域に流れ出ると考えられるため，河口部で流下してくる浮遊物を 1 箇所に集積すれば，回収効率は向上するであろう．そこで，河口部に A.B.C.システムを type-2 のように設置することを考える．これにより，流下してきた浮遊物は A.B.C.システムを超えることなく，A.B.C.システムに沿って移動し，A.B.C.システム最下流部の狭い開放部を流下してくるので，この位置に海面清掃船を配置する，あるいは浮遊物回収装置を常設すれば，効率のよい回収が可能である．

一方，マリーナ等には浮遊物を侵入させたくないという要望も少なくないであろう．そこでマリーナ等の開口部で type-1 の A.B.C.システムを稼動させることを考える．一般に潮汐による流れは開口部に対して直角ではなく，ある角度をもっていると考えられるので，潮汐による流れに乗って漂着した浮遊物は A.B.C.システムによって侵入を阻止され，開口部に続く外郭施設に沿ってさらに下流へ流されるものと期待される．

５．まとめ

本研究で得られた結果を以下にまとめる．

①流れに対して斜めに発生させたエア・バブル・サーキュレーションによって，浮遊物の挙動をコントロールすることが可能である．

②このエア・バブル・サーキュレーションの浮遊物に及ぼす効果を利用して，河口部で浮遊物を集積する方法とマリーナ等の開口部で浮遊物の侵入防止を図る方法を提案した．

なお，本研究では浮遊物に及ぼす風の効果を定量的に取り扱っていないが，その効果は大きいものと考えられる．今後，風の効果と浮遊物の大きさおよび数に着目した検討が必要である．

参考文献

1)小竹康夫・川崎和俊・櫻井英二・石田　啓（2001）：　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，土木学会第 56 回年次学術講演会講演概要集，Ⅱ-048，pp.96-97.

2)金澤　剛・小澤貴生・古川好男・松村章子（2003）：　エア・バブル・カーテン現地スケール実験，土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集，Ⅱ-322，pp.643-644.