

エア・バブル・カーテン現地スケール実験

東洋建設株式会社鳴尾研究所 正会員○金澤 剛
 東洋建設株式会社鳴尾研究所 正会員 小澤 貴生
 東洋建設株式会社技術開発部 古川 好男
 東洋建設株式会社鳴尾研究所 正会員 松村 章子

1. はじめに

従来、埋立等の海上工事において、工事区域外への濁りの流出対策は、自立式もしくは垂下式の汚濁防止膜の設置がなされている。しかしながら、土運船等の航行部では汚濁防止膜が船舶の航行に支障をきたす為に十分な効果が得られていない。そこで小竹ら¹⁾は海面占有を伴わないエア・バブル・カーテン（A.B.C.）による汚濁拡散防止装置（A.B.C.システム）を考案し、水理模型実験を行って A.B.C.システムの汚濁拡散防止効果を確認している。

この A.B.C.システムを現地に適用しようとした場合、設計条件の一つが、現地の流速に打ち勝つ表層水平流速を発生させることであると考えられる。したがって、それに必要な供給空気量や気泡を発生させる気泡管諸元等の条件を効率の良いものにする必要がある。2次元断面において、供給空気量と発生流速の関係はいくつか提案されているものの、気泡管諸元に関して確立した設計方法はない。その理由の一つに、気泡を取扱う為に室内における小スケールの実験では検証が困難であることがあげられる。

そこで、本研究では水深約 6m の海域に A.B.C.システムのプロトタイプを設置し、現地スケールにおいても上昇気泡によって循環流が誘起されることを確認するとともに、供給空気量および気泡管諸元を変化させて発生した水平流速との関係を検討した。そして、A.B.C.システムの現地適用に際して、有用な設計データを取得することを目的とした。

2. 現地スケール実験

A.B.C.システムの現地スケール実験は、西宮市鳴尾浜にある東洋建設株式会社専用岸壁の前面海域において、平成14年3月に実施した(図-1)。この海域は水深 DL-5.5m～6.0m 程度の平坦な地形をしている。A.B.C.システムのプロトタイプは1本の長さが 10m、内径 40mm の塩ビ製気泡管を 2 本縦に並べて全長 20m とし、これを 20m 間隔で 2 列配置した。それぞれの気泡管は長さ 10m、高さ 2m の鋼製支持架台に取付けて海底に設置した。気泡管の設置高さは海底から 2m を基本とし、底泥の巻き上げを確認する為、海底から 1.5m および 1m にも設置した。気泡管に空気を供給するコンプレッサーは吐出空気量 7.5m³/min、吐出圧力 0.7MPa の性能を有するエンジン式コンプレッサー 1 台を使用した。コンプレッサーから気泡管まではφ19mm のエアホースおよびφ20mm の塩ビ管を配管し、1 本の気泡管の両端から空気を供給するよう接続した。また、それぞれのエアホースには圧力計と流量計を取付け、

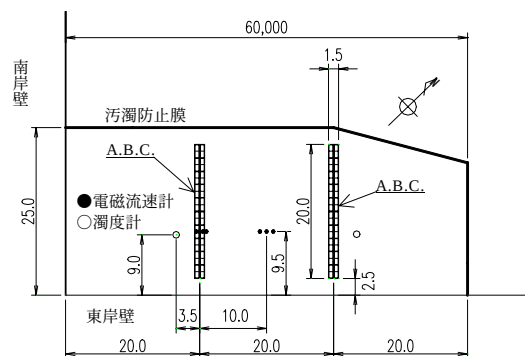


図-1 現地実験平面配置図

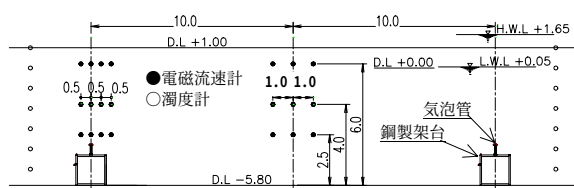


図-2 断面配置図

キーワード：エアバブル、循環流、現地スケール実験

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

供給空気量の調整と全ての気泡管に供給する空気量の均一性を確保した。気泡管の諸元は、それに先立ち実施した比較的大水深($h=1.8\text{m}$)の室内予備実験の結果、隣合う孔から噴出した気泡が気泡管から孔間隔の2倍程度の高さで混ざり合ったことから、間隔 DL は 150mm および 300mm とした。孔径 ϕ は 2mm から 10mm まで 2mm 刻みとした。計測は図-1および図-2 に示す位置で電磁流速計による水平・鉛直2成分の流速と濁度計による濁度計測を実施した。電磁流速計は海中に設置した鋼製の3取付け架台に固定した。また、表層においてはフロート追跡により表面の流況および A.B.C.付近の水平流速を計測した。

3. 実験結果

図-3 に孔径 $\phi 2\text{mm}$ 、間隔 DL 150mm 、気泡管 1m 当りの供給空気量 140L/min のケースにおける電磁流速計で得た各計測点での流速ベクトルを示す。A.B.C.付近では概ね上昇流、2列の A.B.C.の中間付近では沈降流が計測された。また、海面に投入したフロートならびに海面上の浮遊物が A.B.C.作動後に移動し、2列の A.B.C.の中間付近で A.B.C.と平行に列を成した。これは潮目と同じもので、その下に沈降流が存在することを示している。こうしたことから、A.B.C.が現地スケールにおいても所期の循環流を形成することが確認できた。

図-4 に各ケースに対して得られた表面流速と大気圧換算した供給空気量の関係を示す。図中には中村²⁾による計算値、また岩垣ら³⁾に基づき Bulson, Kobus, 栗原の各式による計算値を示してある。今回の実験によれば、A.B.C.によって表層の水平流速は $40\text{cm/s} \sim 60\text{cm/s}$ 程度まで得られた。また、実験で得られた表面流速と供給空気量の関係は、Kobus あるいは栗原の式による計算値と比較的良好に対応している。したがって、今後、A.B.C.による水平流速の設計値に対する必要な供給空気量は、これらの計算値を参考にできる。

なお、濁度計による濁度計測の結果は、A.B.C.の有無および気泡管諸元の違いに関わらず、有意な濁度を計測しなかった。底質の条件にもよるが、気泡管を海底から 1m 程度以上高く設置すれば、A.B.C.による底質の巻き上げは少ないものと期待できる。

4. まとめ

本研究において得られた結果を以下にまとめる。

- ① 現地スケールにおいても上昇気泡によって誘起される循環流を形成可能である。
- ② A.B.C.による表面流速と供給空気量の関係は、Kobus あるいは栗原の式と比較的良好に対応した。
- ③ 気泡管の設置高さを海底から 1m 程度以上にすれば、底質の巻き上げは少ないと期待できる。

なお、小竹ら¹⁾をはじめエア・バブル・カーテンを A.B.C.と称することが多い。しかしながら、A.B.C.を汚濁拡散防止に適用した場合、あたかもエア・バブル・カーテンが懸濁物質をろ過するような印象を与えがちである。実際には、上昇気泡によって誘起された循環流で懸濁物質の動きを制御するのであって、この循環流をエア・バブル・サーキュレーションと呼んで A.B.C.と称する方がふさわしいと考える。

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) 中村 充 (1979): 水産土木学—漁場造成・海洋環境エンジニアリング, 工業時事通信社, 508p.
- 3) 岩垣雄一・安井誠人 (1975): 空気防波堤に関する研究 (第 1 報), 第 22 回海岸工学講演会論文集, pp.563-569.

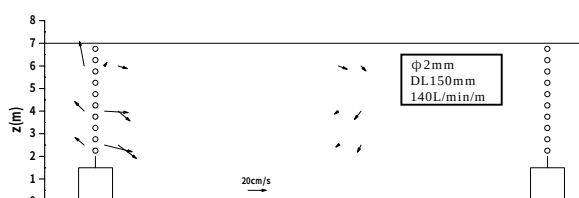


図-3 流速ベクトル図

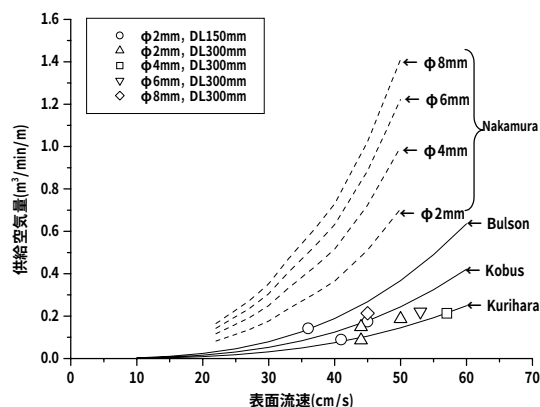


図-4 供給空気量と発生流速の関係