

エア・バブル・サーキュレーション現地調査

東洋建設株式会社中国支店	正会員	小澤	貴生
東洋建設株式会社鳴尾研究所	正会員	金澤	剛
中国電力株式会社島根原子力建設所		一字	恵司
中国電力株式会社島根原子力建設所	正会員	神田	一紀

1. はじめに

海上工事の汚濁防止対策として、船舶の航行に支障とならない汚濁防止装置 A.B.C.システム(エア・バブル・カーテン・システム)が小竹ら¹⁾により考案された。これは、海面占有を伴わない設備からなり、通過船舶の吃水以上の水深を確保して船舶の航行を可能にした汚濁拡散防止策である。これに対して、従来の汚濁防止膜は、船舶の航行部に開口部を常時設けるか、船舶通過毎に撤去、復旧するといった作業が発生し、通過の度に開放状態となるため濁りの流出が懸念される。

A.B.C.システムについては、過去に水理模型実験および現地スケール実験^{2),3)}等による実験的な研究が行われている。また、A.B.C.システムは、エア・バブルで発生する流れにより濁りの拡散を制御することから、エア・バブル・サーキュレーション・システム(A.B.C.システム)と表現を改められた。

今までは実験的な検討のみで実施工現場での使用は無かったが、この度、初めて現地採用となり実際に稼働している。この現地稼働中の A.B.C.システムを対象に、実際の発生流況および汚濁防止効果について現地調査を行ったので、その結果について述べる。

2. 現地 A.B.C.システム

今回 A.B.C.システムを設置したのは、島根半島に位置する島根原子力発電所前面の湾内である。湾内には、現在稼働中の冷却水取水口があり、取水する附近の水深で沖から取水口方向へ約 3cm/sec 程度の流れがある。また、潮汐による干満差は小さく、流れとしては比較的穏やかな海域である。現在その湾沖では増設される 3 号機の準備工事に伴う海域工事が施工されている。この海域工事により濁りの発生が予測され、この濁りが既設取水口に流入した場合、循環水ポンプへの影響および温排水とともに濁りが前面海域に拡散することが懸念された。そこで汚濁防止対策が必要となるが、本現場では船舶の航行が頻繁に予定されており、従来の汚濁防止膜では、海面に設置した汚濁防止膜をその都度沈める必要があり、工事工程の確保が困難になること並びに開放状態が多くなり十分な濁りの拡散防止効果が得られないことが予測された。このため、船舶の航行可能な汚濁防止対策として A.B.C.システムが採用された。

現地 A.B.C.システムは、図-1 の概要図に示すように船舶の航行に支障とならない範囲で海底に設置した架台に気泡管を 2 列設置し、気泡管下海底地盤までには遮へいシートを取り付けたタイプの断面配置とした。この断面配置については、事前に実施した水理模型実験結果と現地条件等により決定したものである。また、A.B.C.システム設置位置は、周辺の工事施工範囲と湾内への船舶入出港および荷揚岸壁停泊等を考慮し、湾口より約 150m 湾内に入った地点で、既設取水口との距離は最短で約 20m である。設置延長は、船舶入出港時の船舶の旋回範囲を考慮し 210m とし、その他船舶に支障のない部分には垂下式の汚濁防止膜を設置した。2 列の気泡管の間隔は 20m である。表-1 に気泡管諸元を示す。

設置作業は、平成 16 年 3 月から行い、濁りの発生が予想された海域工事期間中の 6 月～10 月にかけて現地調査を実施した。現地調査は、A.B.C.システム設置水域に設けた測線の断面流況と、濁度測定による濁り

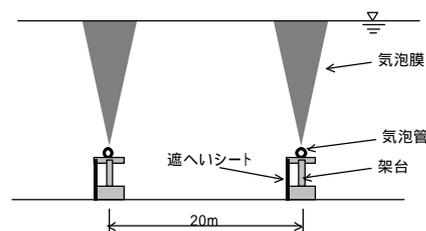


図-1 現地 A.B.C.システム概要図

表-1 A.B.C.システム気泡管諸元

気泡管 列数	2 列
間隔	20m
長さ	10m × 21 列 ≒ 210m
噴出孔 孔径	2mm
間隔	150mm

Key words：埋立，エアバブル，汚濁拡散

連絡先：東洋建設(株)中国支店 〒730-0032 広島県広島市中区立町 2-23 Tel.082-241-5752 Fax. 082-243-8764

低減効果の確認を行った。

3. 現地調査

(1) 流況調査

流況調査は、A.B.C.システムを稼動した状態で設定した測線に沿って断面流況（水平・鉛直方向の流速）を流速計により測定した。流速測定は、サンプリング間隔 1sec, 120個のデータを採取、これを平均し各測点の流速とした。計測したうちの1断面の流速ベクトル図を図-2に示す。これより、A列（沖側の気泡膜）の沖側表層沖向き（戻し流れ）と、2列の気泡膜の間での下向きの流れ（沈降流）といったA.B.C.システム稼動時の特徴的な流況が確認できた。これらは、今までの室内実験³⁾で確認された汚濁低減に作用する流れであり、実施工海域でも明確に発生していた。沖側の戻し流れは、設定していた流速 40cm/s以上を確認し、また海象状況にもよるが沖へ 30m離れた地点でも 10cm/sを越す戻し流れがあった。沈降流は、2列気泡膜の中央付近の表層から海底付近まで最大で約 26cm/sの下向きの流速が確認できた。また、気泡膜付近では、気泡の上昇による誘発される上向きの流れも見られた。

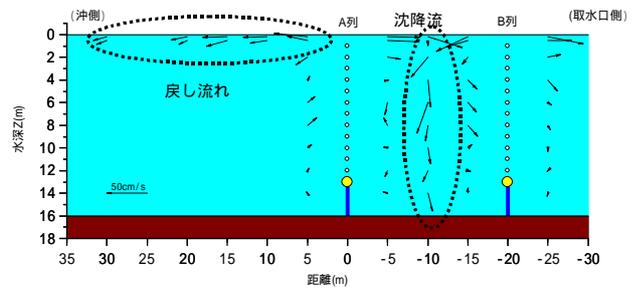


図-2 流速ベクトル図

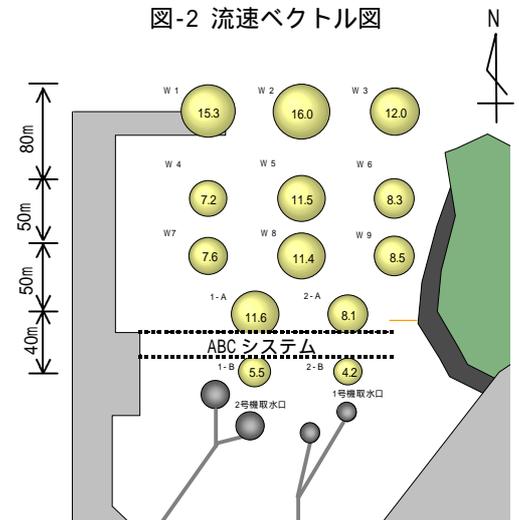


図-3 平均SS量(mg)

(2) 濁り調査

現地の濁りの調査は、濁度計（散乱光測定式）により日々各測点で水深方向に 1m または 2m ピッチで測定した濁りを定量的に比較するため、現地の濁り物質を対象にSS分析を行い濁度とSSとの換算式を求め、濁度測定値からSSに換算した。その結果、今回現地湾内の濁りは、SS濃度で 2mg/L以下がほとんどで最大でも 20mg/L程度と比較的低いものであった。図-3には、各水深のSS濃度より測点毎の表面から海底までのSS量を求め、調査期間中の平均値を示した。これより、SS量は濁り発生位置に近い湾口でもっとも多く、湾内では中央付近で濁りが多くA.B.C.システム前面までほぼ同様であった。そして、A.B.C.システム取水口側のSS量は、それと比べると低減しており、A.B.C.システム沖側の約 50%程度であった。

4. まとめ

今回の現地調査において、流況調査では、実海域において室内実験と同様のA.B.C.システムによる流れ（戻し流れ・沈降流）を確認することが出来た。本現場はもともと 3cm/sec程度の比較的流れの穏やかなところで、顕著なA.B.C.循環流を形成しやすい海域であると考えられる。

A.B.C.システムの汚濁防止効果については、今回比較的薄い濁りという条件下ではあるが、実際海域工事で発生した濁りに対してA.B.C.システム通過後のSS量が前面に比べ低減する傾向が見られた。さらに濃い濁りの場合の効果については、今後も継続して現地調査を実施し検証していきたい。

最後に、現地調査に当たりご協力頂いた中国電力株の方々、またご助言頂いた金沢大学工学部石田教授に深く感謝の意を表します。

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, -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, -322, pp.643-644
- 3) 小澤貴生・金澤 剛・足立卓也・松村章子(2003): エア・バブル・カーテンの汚濁拡散防止効果に関する実験的研究, 土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集, -323, pp.645-646.