

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

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

埋立等の海上工事において、船舶の通行部となる開口部からの汚濁流出防止に対応し、海面占有を伴わない汚濁拡散防止装置として、小竹ら¹⁾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、水理模型実験にて汚濁拡散防止効果を確認している。

この A.B.C.システムは、海底面よりやや上に設置した 2 本の気泡管からエアを噴出することで、気泡の上昇に伴い鉛直断面内の水の循環流を作り出すものである。そしてこの循環流により、流出しようとする濁りを A.B.C.システムの前面側では表層の戻り流れによって押し戻し、2 つの A.B.C.間では沈降流により沈降、海底付近に堆積させるものである。さらに、前面側の低層部では、設置した自立式汚濁防止膜に類する遮へいシートによって下層の濁りを捕捉する。

これを現地海域で適用する場合、現地水深によって A.B.C.システムの断面構造は多様に考えられる。特に遮へいシートに関しては、設置方法、施工性、経済性、あるいは A.B.C.による流れに与える影響等が問題になると考えられる。そこで本研究では、A.B.C.システムを構成する遮へいシートの位置や高さとの関係性を水路模型実験にて検討し、有効な A.B.C.システムの断面配置、および実海域に対応した A.B.C.システムを構築することを目的とした。

2. 水路模型実験

実験には、図-1 に示す小型循環水路(幅 0.4m, 長さ 6.2m, 深さ 1.0m)を使用した。この小型循環水路は、循環ポンプにより水路内の水を給水タンクへ送り、そこに溜まった水を三角せきから越流させ、水路に流し込むことで水を循環し、水路内に一定の流れを起こす仕組みとなっている。水路内の流量は、配管部のバルブにより調整が可能である。また、水勢を低減する為に多繊維製のマットと多孔板からなる整流板を設置し、水路内の流れを鉛直方向に一樣とした。また、本水路は幅を 0.4m と狭くしたことから、発生させた濁りを水路幅方向にほぼ均一な濃度にすることを容易にした。

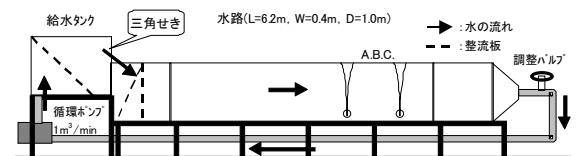


図-1 小型循環水路概要図

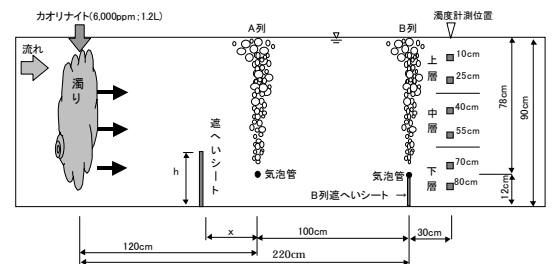


図-2 実験概要図

表-1 実験ケース

実験ケース	A.B.C.システム	A列遮へいシート		B列遮へいシート (気泡管下部)
		位置(x)	高さ(h)	
CASE 0	—	無し	無し	—
CASE 1	○	無し	無し	—
CASE 1B	○	—	—	○
CASE 2	○	15cm	20cm	—
CASE 2B	○	—	—	○
CASE 3	○	50cm	50cm	—
CASE 3B	○	—	—	○
CASE 4	○	0cm	20cm	—
CASE 4B	○	—	—	○

Key words : 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 Fax.0798-40-0694

高さを気泡管設置高から船舶の通行が可能な高さまでとし、それぞれの遮へいシートの位置は、染料で流れを可視化した事前検討で A.B.C.による流れが顕著に形成された条件である。さらに、下流側(B列)の気泡管下部に遮へいシートを追加した条件も対象とし、これらの各ケースでの SS 濃度計測結果に基づいて、汚濁拡散防止効果の定量的な評価を試みた。なお、今回の実験では、流速は現地で 3cm/s(実験 0.7cm/s)を対象とした。A.B.C.の気泡管は、内径φ4mmのホースに0.2mmの噴出孔を5mm間隔で設けたものを底面より12cmの高さに1mの間隔で設置した。また、遮へいシートは、ポリエステルの高強度繊維糸の織布で厚さ0.23mm、透水係数 $1.0 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ のシートを使用した。この遮へいシートは、水路幅方向に均一な高さを維持するようにアルミで作成した枠に展張し、所定の位置に固定した。

3. 実験結果

図-3は、それぞれのケースで時間的にまた鉛直方向に累計した累計SS濃度($SS = \int \int c dt dz$, c :各点のSS濃度)を、CASE0の累計SS濃度(SS_0)で無次元化したSS濃度比(SS/SS_0)を示す。

この図より、A.B.C.システム作動時のSS濃度比は、汚濁防止策が無い場合(CASE0)の約40~70%に低減したことがわかる。

なお遮へいシートの高さによる大きな差は無いが、遮へいシートをA列のみに設置した場合に比べ、B列気泡管下部にも設置した場合のSS濃度比は小さく40~50%に低減した。これは、遮へいシートを2列設置することで、A.B.C.間の沈降流が有効に作用し、懸濁物質の水底への沈降量が増加したと考えられる。図-4に各層の平均SS濃度を、図-5に最大SS濃度を示す。

平均SS濃度は、A.B.C.システム作動時では、鉛直方向にほぼ一様なSS濃度分布となり、CASE0と比較すると上層で高く、

下層では約70%低減した。最大SS濃度では、CASE0が中、下層で高いSS濃度を示すのに対し、A.B.C.作動時のそれはほぼ半減した。

CASE0では懸濁物質が流れている間に自重により自然沈降し、下流側の中、下層で高い濃度の濁りが纏まって通過したのに対し、A.B.C.システム作用時では、循環流により濁りを拡散して比較的低濃度で通過したものとする。その反面、上層ではB列A.B.C.の上昇流により巻上げが起こる為、平均SS濃度はCASE0に比べやや高い濃度となるが、最大SS濃度ではほぼ同程度であった。

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。

- ①A.B.C.システムは、濁りの流出量を50%程度まで低減する汚濁拡散防止効果がある。
- ②A.B.C.システム通過後のSSは鉛直方向にほぼ均一な濃度となり、A.B.C.システムが無い場合に見られた下層での高濃度の濁りは存在しない。
- ③一方、水面付近では、A.B.C.システムの上昇流により多少の巻上げが生じる。
- ④比較的簡素な構造で効果があるA.B.C.システムの断面配置としては、2列の気泡管下部に遮へいシートを設置した断面(CASE4B)が有効であるとする。

なお、エア・バブル・カーテンという表現は、あたかも濁りをフィルター作用で遮断する印象を与えがちであるが、発生させた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(A.B.C.)とした方が現象を表しているとする。

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.

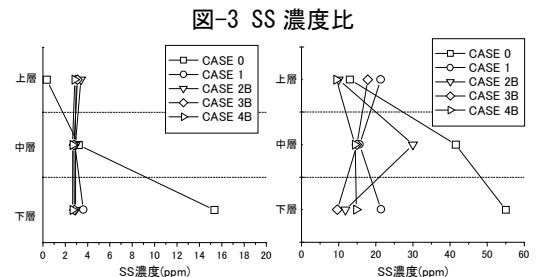
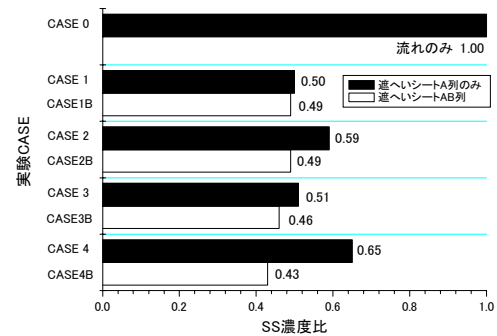


図-4 平均 SS 濃度

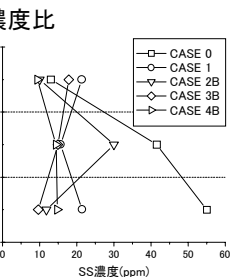


図-5 最大 SS 濃度