

Ⅶ-124

石積み浄化堤による海水浄化工法の開発

その7：水量負荷を考慮した水質浄化性能の解析

大林組 技術研究所 正会員 宮岡修二
 正会員 辻 博和
 正会員 石垣 衛
 土木技術本部 正会員 小林 真

1. はじめに

本システムでは、汚濁した沿岸海域の一部を石積みで囲み、清澄な水域を創出する。潮の干満や波浪などによって海水が堤体部を通過する現象と、石積みに生じる自然の浄化機能を活用して、海水を浄化する。その海水浄化性能は、潮位差、内水域の奥行き（面積）、堤体の幅や延長などによって規定される水量負荷、およびこの水量負荷と周辺海域の水質との積分値である汚濁負荷によって、変化することが予想される。そこで、実海域内に築造した石積み浄化堤実験施設において、水中ポンプを用いて水量負荷条件を変え、その水質浄化性能について現地調査をおこなった。

2. 実験調査概要

実験堤は、水深がおよそ2～4mの三河湾湾奥沿岸域に93年7月に築造した。堤の芯材には直径が20～30cmの碎石を用い、堤頂幅、堤高はそれぞれ5mとした。堤の片側には鋼矢板を打設し、礫間を介してのみ外海と海水が交換する間口6m、奥行き約10mの内水域を設けた。内水域最奥部に揚水能力 $0.7\text{m}^3/\text{min}$ の水中ポンプ4基を設置した。概要は図-1に示す。ポンプにはフレキシブルホースを接続し、これを鋼矢板の背面に導き内水域の海水を外水域に排出した。なお、懸濁物質の浄化性能を評価するときは、内水域の海水を上下層とも均等に排出するため、内水域底部に散気管を設置し、緩やかに曝気して海水を攪拌した。また、溶存酸素(DO)の消費特性を計測するときは、曝気はおこなわなかった。本実験は94年8月～11月、95年6月～10月、96年8～9月に実施した。内水域および外水域の定点で上層水（0～-0.5m）、下層水（底面+0.5～+1m）を採取し、濁度とクロロフィル濃度（クロロフィルaとフェオフィチンの含量）を分析した。DO濃度に関しては、投込み式現場測定器(HORIBA U-10)を用いて計測した。1日の調査は、9～15時の間に2回ないし4回実施した。なお、礫層間隙および内水域の水量を考慮し、揚水ポンプは計測の前日ないし前々日に条件を設定し、運転を開始した。

3. 水量負荷条件

実験堤は台形形状をしているが、ここでは、矩形とみなして、水量負荷条件を算出した。その値は表-1に示す。調査日ごとに、測定時間内での平均水深 d を求め、これと間口6mとの積を海水の通過断面積 A とした。堤体を流入する水量 Q は各日の9時から15時の間の潮位変動による流入あるいは流出水量とポンプアップ水量の合量とした。礫層断面を通過する海水の流速 LV （以下、線速度）は流入水量 Q を通過断面積 A で除して求めた。礫層内への滞留時間は、平均水深 d より下層部分の平均堤体幅 L を線速度 LV で除して求めた。これら

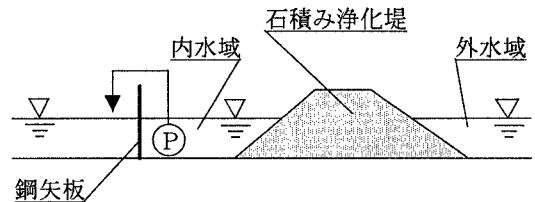


図-1 実験施設概要

表-1 実験堤における揚水時の水量負荷条件

ポンプ 運転台数 (m^3/min)	石積み礫層		内水域
	線速度* (m/hr)	滞留時間* (hr)	滞留時間 (hr)
1	4.7～9.6	3.4～6.7	3.6～7.1
2	7.7～11	2.1～2.7	2.0～2.9
4	16～23	1.0～1.4	1.0～1.4

* 礫層間隙率 0.47 を考慮した値

自然浄化機能、海水浄化、礫間浄化、石積み堤

東京都清瀬市下清戸4-640 tel 0424-95-1060 fax 0424-95-1261

東京都文京区本郷2-2-9 tel 03-5689-9016 fax 03-5689-9018

は、別に測定した礫層間隙率0.47を掛けて補正した。内水域への滞留時間は、平均水深 d から求めた内水域水量 V を流入水量 Q で除したものである。

ちなみに、水深約3mの位置に設置した実験堤は平均堤幅12.5mであり、背後に奥行き100mの内水域を配置させた場合、潮位差1mとしたときの石積み堤を通過する海水水量から計算される線速度は約5.6 m/hr、石積み堤内への滞留時間は2.2hrとなる。

4. 結果及び考察

図-2には、1995年の夏に実施した現地調査の結果を、例示する。これらのデータは、内水域、外水域それぞれについて上下2層および午前午後調査の結果より、日平均値を求めた。図-3、4にそれぞれ、揚水ポンプを2基および4基稼動させた時のクロロフィルの浄化性能を示す。横軸は外水域クロロフィル濃度 (C_o)、縦軸は内外水域のクロロフィル濃度差、すなわち $C_o - C_i$ (C_i は内水域クロロフィル濃度) をとっている。外水域クロロフィル濃度が高くなると、クロロフィル除去量も高くなっていることがわかる。この結果について直線回帰をおこない、その傾きをクロロフィル除去率として、線速度に対してプロットしたのが図-5である。ここでは、線速度にはポンプ稼動台数ごとの平均値を用いている。図に示すように、クロロフィル除去率は70~90%であった。

DO濃度に関しても、クロロフィルと同様の解析をおこなった。図-6は、外水域濃度が8mg/l以下、すなわちDO飽和度がおよそ100%以下の調査日のデータから算出したDO濃度減少率を各揚水条件ごとの礫堤内への平均滞留時間に対してプロットしたものである。滞留時間の増加に伴ってDO濃度減少量は増加することが予想されたが、その傾向は明確ではなかった。これは、内水域における内部生産や再曝気によってDOの減少が見かけ上押さえられたためではないかと考える。

5. 参考文献

- 1) 辻、宮岡、藤井、石垣ら、土木学会第49回年次学術講演会講演集、第2部、p.1272~1281、(1994)
- 2) 宮岡ら、日本水環境学会第30回年会講演集、p.85、(1995) など

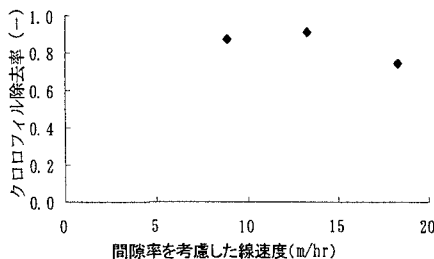


図-5 クロロフィル除去率と線速度の関係

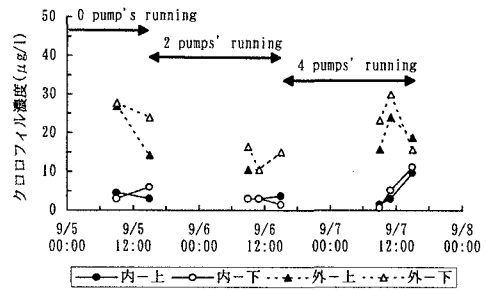


図-2 現地調査結果の一例

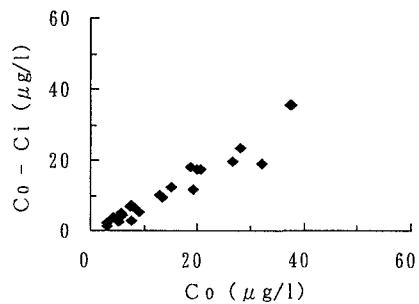


図-3 ポンプ2基稼動時のクロロフィル浄化性能

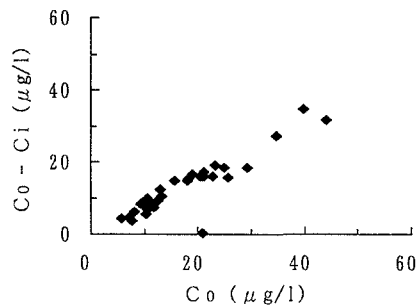


図-4 ポンプ4基稼動時のクロロフィル浄化性能

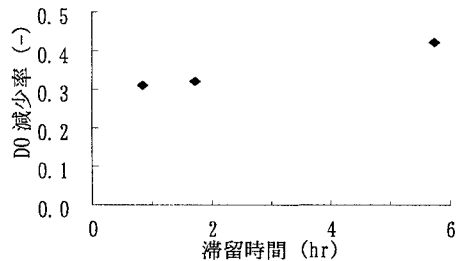


図-6 DO減少率と滞留時間の関係