

Ⅶ-222

礫間接触酸化法による海水浄化施設に関する研究－水路による浄化実験

運輸省第三港湾建設局	非会員	山田 真理
兵庫県土木部港湾課	正会員	松浦 元治
神戸大学工学部教授	正会員	堀江 毅
沿岸開発技術研究センター	正会員	○北澤 壮介
シーブルー・テクノロジー工法研究会	非会員	大槻 忠

はじめに

礫間接触酸化法は礫表面あるいは礫間隙に生息する微生物による生物的浄化及び礫との接触沈殿等による物理的浄化により、水中の無機性・有機性の懸濁固形物あるいは溶解性汚濁物を除去する手法である。これまでに赤井一昭、小田一紀ら等により研究がされているが、この手法を港湾構造物に適用した場合、港湾施設本来の機能の他、海水の浄化効果が期待されるが、それに加えて生物生息の場や海藻類の着生基盤の形成が図られることとなり、沿岸域の環境質の向上が期待される。つまり、この手法を適用した港湾構造物は環境共生港湾施設という新しい港湾施設の姿として期待されるものであり、第三港湾建設局等は、この手法の港湾施設への適用を目指して調査に取り組んできている。本文は、この取り組みのうち礫間接触酸化による浄化能の検証を目的として実施した水路実験について報告するものである。

1. 実験施設

尼崎西宮芦屋港東堀運河奥部の護岸沿いに長さ34m、幅2m、深さ1.4mのコンクリート製の水路を建設し、この水路内に礫材を充填した。水路は中央で延長15mのA水路・B水路に区画されているが、A・B水路を連結して延長30mの水路としても利用できる。水路には5m間隔に採水ピットを設け、両端部と合わせ各水路4ヶ所での採水を可能とした。使用した礫材はΦ10～15cm程度で層厚は1.3m、水路内の水深は1.0mとした。また大型付着生物の付着による目詰まりを防止するため、水路流入端部から1.5mの範囲にはΦ30～40cmの大礫を充填した。なお、水路底部には曝気及び発生污泥除去のための逆洗装置を設置し、逆洗により生じる汚泥水を水路内の貯泥層にて沈降を図った後、上澄水は運河部に環流させ沈殿汚泥は実験施設外に搬出した。

2. 実験方法

実験は、流水形態、流量、通水距離、曝気の有無等の条件を変え表－1に示す5ケースについて行った。

運河よりポンプで汲み上げられ一定の流量に調整された海水をA・B水路に流し、採水部ピットより採水し分析した。また礫の付着生物及び生物膜量に関しては、採水部において2つの礫を取り出し、その種類及び量を調査するとともに礫の表面積を測定した。なお実験終了後、各水路の3ヶ所で上、中、下層から採取した4～5個の礫表面に付着している汚泥と剝離し水路底に堆積した汚泥の量を計測した。

表－1 実験条件

実験	実験期間		流水形態		流量	曝気		備考
	開始	終了	A水路	B水路		有	無	
実験1	1994. 7	1994. 10	1方向	1方向	30ℓ/h		○	
実験2	1994. 10	1994. 12	AB連続1方向		60ℓ/h	○		曝気はA水路のみ
実験3	1995. 1	1995. 3	往復	1方向	15ℓ/h		○	
実験4	1995. 8	1995. 10	往復	1方向	7.5ℓ/h		○	B水路汚泥調査
実験5	1995. 11	1996. 2	往復	1方向	30ℓ/h		○	A水路汚泥調査

3. 礫及び水路の特性

実験に先立ちA・B水路それぞれより無作為に抽出した15個の礫（大礫部は5個）について、代表長さ等を測定した。礫層の表面積はA水路で38.9㎡/ℓ、B水路で42.8㎡/ℓと算定された。また、水路の内容積と注水量との関係から求めた空隙率は、A水路では45.2%、B水路では44.5%であった。一方、水路内の流れの状況を把握するため、流入部に15%濃度の塩水を注入し、採水部で塩分濃度を測定するとともに水位を測定した。5mごとの礫間内平均流速はケースにより0.2～1.5m/s程度となった。実験の経過とともに空隙率の減少、損失水頭の増大等目詰まりの進行為伺え、特に流入部から0.75mまでの区間でその傾向が大きかった。

4. 海水浄化能の解析

本実験から得られた海水の浄化能について、SSを指標として述べる。

・負荷量と浄化の関係

流入水の汚染負荷に対する浄化に関し、礫表面積あたりの負荷量と浄化率の関係を図-1に示す。流量により程度に差があるものの、負荷量と浄化率は正の関係を示し、流量60.0 m^3/h のケースでは44%、他の3ケースでは66~69%とほぼ同様の値を示している。これより一方向流の場合、流量による浄化率の差はほとんどなく、往復流の場合は15 m^3/h の流量が最も高い浄化率となっている。

・滞留時間と浄化の関係

一方向流の場合、浄化率は滞留時間の経過とともに増加し、流量60.0 m^3/h のケースでは15分で、流量30.0 m^3/h のケースでは30分で60%以上に達している。しかし、流量15.0 m^3/h 及び7.5 m^3/h のケースでは浄化率は50~60%でほとんど変化せず、滞留時間の経過に対し増加傾向は見られない。往復流の場合は浄化率において若干高めめの値を示すが、傾向は同じである。図-2にその関係を示す。

・通水距離と浄化の関係

通水距離と浄化率は正の相関を示し、通水距離15mでは60%以上の値を示している。また、一方向流の場合と往復流の場合を平均値で比べると往復流の場合の方が若干高めめの値を示す。図-3にその関係を示す。

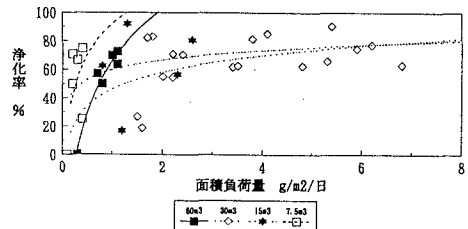


図-1 負荷量と浄化の関係（一方向流）

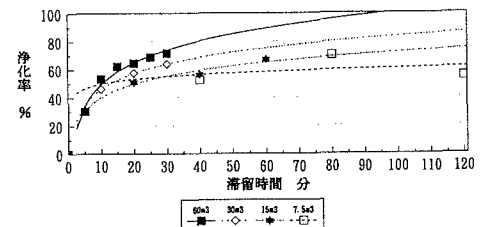


図-2 滞留時間と浄化の関係（一方向流）

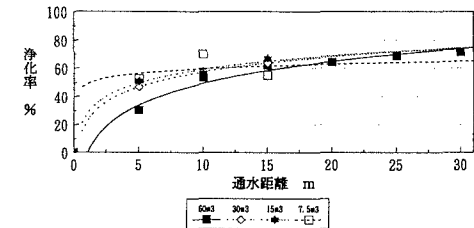


図-3 通水距離と浄化の関係（一方向流）

5. 物質収支に関する分析

A水路における実験実施期間全体361日間での流入出水のSS濃度から推定される流入負荷の総量は824.0 kg、流出負荷の総量は370.4 kgであり、水路内での浄化量は453.6 kgと推定される。また、逆洗により汚泥として実験施設外へ排出された堆積汚泥量は152.7 kgであることから、5回の実験完了までに実験施設に捕捉された量は300.9 kgと計算される。一方、水路壁、礫表面等実験施設内に残留している汚泥の量は256.1 kgと推定されることから、この差の44.8 kgは生物膜等で自己分解されたと推定される。つまりA水路では流入負荷の55%が浄化され、5.4%が分解されたことになる。同様にB水路については270日の実験実施期間において流入負荷総量542.8 kgに対し、浄化量は374.7 kg (69.0%)で分解量は16.7 kg (3.1%)と推定される。この関係を示したものが図-4である。

おわりに

今回の実証実験により礫間接触酸化法を適用した港湾施設の設計にあたり必要となる海水の浄化能に関する値が得られた。なお、本実験は「礫間接触酸化法検討調査委員会」（委員長 堀江 毅 神戸大学教授）の指導・助言のもとに行った。

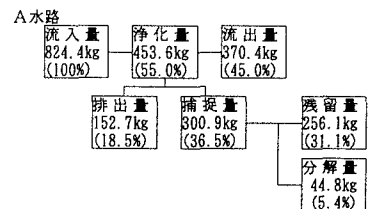


図-4 物質収支関係図