

関西大学工学部 正会員 和田安彦 関西大学工学部 正会員 三浦浩之
関西大学大学院 学生員○宮本直也

1. はじめに

近年、生物の分解作用など自然浄化を利用して海水を浄化する技術が開発され、各地で海水浄化施設が築造されている。しかし、沿岸海域に水質浄化施設を設置する場合、その浄化性能を定量評価する研究は十分になされていない。そこで、本研究では沿岸海域の水質浄化施設として礫間接触酸化法を利用した透過性石積み堤と石積み護岸を取り上げ、現地調査を行った。透過性石積み堤は施設の汚濁負荷浄化プロセスをモデル化し、石積み護岸ではボックスモデルを用いて、実海域における調査結果に対する水質浄化シミュレーションにより汚濁負荷除去係数値を求めた。

2. 透過性石積み堤の浄化モデル

(1) 現地調査の概要

調査対象施設は大阪湾岸に設置された透過性石積み堤である。施設のイメージ図を図-1に示す。透過性石積み堤の陸側と外海側の2箇所でも同時に採水と水位測定を30分間隔で行った。調査回数は5回である。

調査結果の一例を図-2に示す。満ち潮時（外水域から内水域へ海水が流入する時間帯）には、内水域のCOD濃度は外海より約2mg/l低く、石積み堤透過により水質が浄化されている。

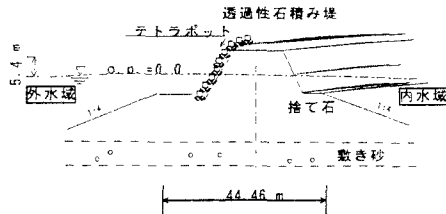


図-1 調査対象施設のイメージ図

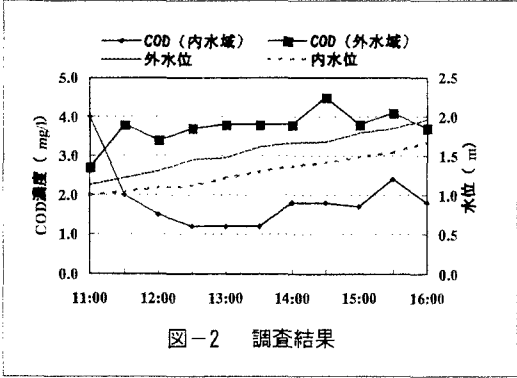


図-2 調査結果

(2) 汚濁負荷除去プロセス

汚濁負荷除去プロセスには次の2つが考えられる¹⁾

- a) 生物的分解による汚濁負荷除去
礫の表面や礫間に生息する微生物によって汚濁負荷を除去する。
- b) 物理的トラップによる汚濁負荷除去
懸濁固形物や溶解性汚濁物を礫との接触沈殿により除去する。

(3) 水質浄化モデル

a) 生物的分解による汚濁負荷除去

$$L_t = L_0 \cdot \exp(-k_2 \cdot t) \quad (1)$$

ここで、 L_0 は透過直前の汚濁負荷量、 L_t は透過直後の汚濁負荷量、 t は海水の堤体内滞留時間(hr)、 k_2 は生物分解による汚濁負荷除去係数(1/hr)を示す。

b) 物理的トラップによる汚濁負荷除去

$$L_t = k_3 \cdot L_0 \quad (2)$$

ここで、 L_t は物理的トラップによる汚濁負荷除去量、 k_3 は物理的トラップによる汚濁負荷除去係数を示す。

(4) 汚濁負荷除去係数

k_2 、 k_3 を実測値に対する水質浄化シミュレーションにより決定した(図-3)。決定した各係数値を表-1に示す。

表-1 k_2 、 k_3

生物分解による負荷除去係数	k_2	0.03 (1/hr)
物理的トラップによる負荷除去係数	k_3	0.2 (-)

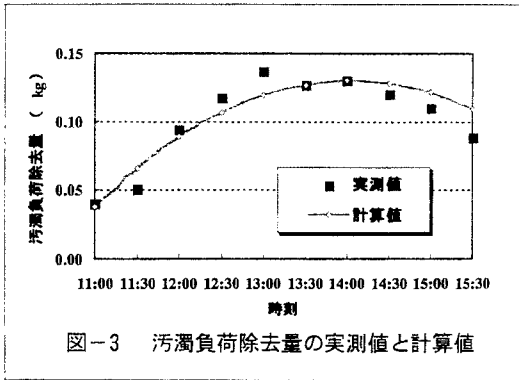


図-3 汚濁負荷除去量の実測値と計算値

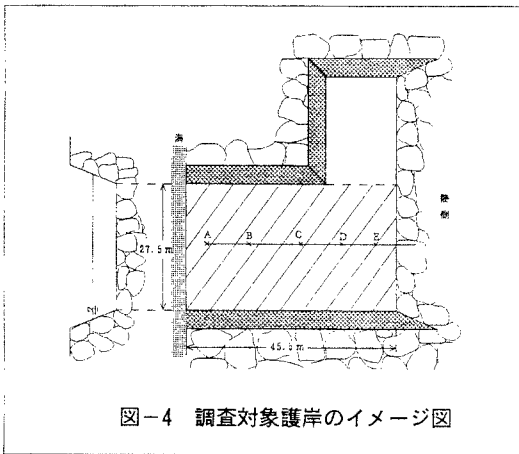


図-4 調査対象護岸のイメージ図

3. 石積み護岸の浄化モデル

(1) 調査対象護岸

調査対象としたのは大阪湾沿岸にある石積み護岸であり、その一部の浅瀬構造とした部分（図-4：斜線部、 $W27.5\text{ m} \times L45.5\text{ m} = 1248.5\text{ m}^2$ ）に調査地点5点（A～E地点）を設け、1潮汐間の海水位と汀線直角方向の測線上における水温、塩分、pH、CODの時間変動を調査した。

(2) 水質予測モデル

護岸内の水質予測計算には、ボックスモデル²⁾を用いた。対象護岸を水平方向に5つのボックスに表面積が均等となるように分割した。ボックスモデルの基本式を式(3)に示す。

$$V_i \frac{d}{dt} C_i = Q_{i-1} C_{i-1} - Q_i C_i + Q_{ei} (C_{i+1} - C_i) + Q_{ei-1} (C_{i-1} - C_i) - k V_i C_i \quad (3)$$

ここで、 i はボックスナンバー、 V_i はボックス i の水量、 C_i はボックス i の代表点における代表水質

（ C_o は外海の水質濃度）、 Q_i はボックス i の流入流出量、 Q_{ei} はボックス $i-1$ とボックス i の境界面における交換流量、 k は内部反応係数を表す。

(3) 交換流量の設定

隣接するボックス間境界面の交換流量は、内部反応（分解作用、沈降作用など）による浄化が生じない塩分濃度をトレーサーとして用い、実測値と合うように求めた。

(4) 内部反応係数の設定

基本式の反応項は、水域での生物、化学並びに物理変化が1次反応的に生じることを仮定し、内部反応係数 k を用いて $kV_i C_i$ と表現する。この内部反応係数も交換流量の設定と同様に水質予測シミュレーション値が実測値と合うよう求めた。これより内部反応係数は $0.05(1/\text{hr})$ となった（図-5）。この値は、堀江らが東京湾に石積み護岸を設置した場合の浄化効果を予測した際用いた生物分解速度定数が $0.45(1/\text{hr})$ である³⁾ことを考えると非常に低い値である。これは、調査対象護岸周辺の水質値が低いことに起因している。

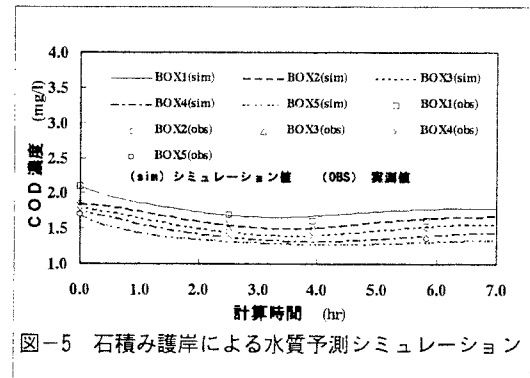


図-5 石積み護岸による水質予測シミュレーション

4. まとめ

現地調査結果をもとに、水質浄化モデルの汚濁負荷除去係数値を求めるため、浄化水域（透過堤の場合は内水域、石積み護岸の場合は護岸表面）の水質浄化シミュレーションを行った。求めた係数値を用いたシミュレーション予測値は、実測値を十分に再現できた。

【参考文献】

- 1) 田中ら、隣間接触酸化法を利用した海水浄化施設、土木学会誌、Vol. 78, 1993-12, pp. 14-17
- 2) 合田：水質環境科学、丸善、1987
- 3) 堀江：海域の物質循環過程のモデル化と浄化効果の予測手法について、港湾技術研究所報告、1987