

充填材の水質浄化機能に関する研究

九州大学大学院工学研究科 学生員○多田 智和

九州大学工学部 正会員 小松 利光・中村 由行・藤田 和夫

1. 背景

近年、地球環境保全への認識が高まり、開発と環境の調和が重要視され、沿岸域の開発においては、構造物本来の目的に見合った機能・耐久性のみならず、周辺海域の環境保全・改善の機能を持った港湾構造物が求められている。その一つに、礫間接触浄化システムを有する港湾構造物が提案されている(図1)。波を越波させて表層水を回収し、礫材を通過させてその海水を浄化した後、再び海に戻す方式で、海域の水質浄化を図ろうとするものである。汚濁河川や下水処理水の浄化法として、その一つに礫間接触酸化法が取り入れられている。本研究では、接触法を海水に適用する場合に何が効果的な浄化材であるかを調べるために、砂利・波動セラミックス・麦飯石・バイオメイク(海水用)・活性炭の5種類の充填材を取り上げ、それらの浄化能力を実験的に比較検討した。

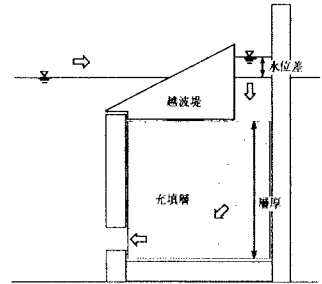


図1 礫間接触浄化システムを有する港湾構造物

2. 充填材の水質浄化性能の比較

実験装置を図2に示す。実験装置は、供給水水槽の海水を熱帯魚用ポンプ(ニッソー：マスター600S)によって上部水槽に汲み上げ、その海水の一部を容器に送り、それを充填材カラムに送り込むという方式である。上部水槽に、海水の一部を容器に放流するための穴をあけ、上部水槽の水位を変化させることによって、放流量を変え、充填材カラムには、容器に入った海水を供給することにした。実験に用いる充填材は、砂利、麦飯石、波動セラミックス、バイオメイク、活性炭である。対照実験として、何も充填していないカラムも用意する。この実験装置を6セット用意し、同時に実験を行った。各充填材の供給水水槽に濃度調整をした博多湾の海水を2.2リットル入れて、水温を28℃に設定した。また、光を当てない条件の下で実験を行った。流量は、210cm³/min.とした。サンプリングは、実験開始前、2時間後、6時間後、12時間後、24時間後に行った。測定項目は、COD、濁度、SSである。

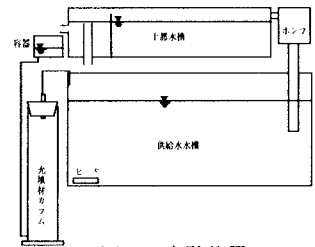


図2 実験装置

3. 実験結果と考察

COD、濁度、SSに関する測定結果を、図3に示す。COD、濁度共に、時間の経過と共に、濃度が減少していった。空のカラムに対する除去率も、20~30%程度の高い除去率が得られた。また、各充填材ともに、実験開始から2時間でCOD濃度の急激な減少が見られることから、かなり早い段階で充填材の除去効果が発揮されていると考えられる。SSに関しても、実験開始から6時間でSSの急激な減少が見られることから、早い段階で充填材による粒子態物質の除去効果が発揮されていると考えられる。一方、溶存物質に関しては、その除去速度はかなり遅い。

各充填材の水質浄化能力を、除去速度定数を算出することによって、比較を行った。実験装置を、図4のように簡略化し、流量を $Q(\text{cm}^3/\text{min.})$ 、供給水水槽の水質を $C_0(t)(\text{mg/l})$ 、水量を $V_0(\text{cm}^3)$ 、充填材カラムの水質を図のようにx軸をとり、 $C(x,t)(\text{mg/l})$ 、カラム内の水量を $V(\text{cm}^3)$ 、カラム全長を $l(\text{cm})$ 、充填材カラムに何も詰めない時の除去速度定数を k_0 、充填材を詰めた時の除去速度定数を k_x とする。

充填材カラムにおける水質Cは、（２）式で表される。

$$\frac{dC_0}{dt} = \frac{(C_0 - C(l))Q}{V_0} - k_0C_0 \quad (1)$$

$$\frac{dC}{dt} = \frac{(C(0) - C(l))Q}{V} = -(k_s + k_0)C_0 \quad (2)$$

（１）、（２）式より、

$$\frac{dC_0}{dt} = -\frac{V}{V_0} (k_s + k_0)C_0 - k_0C_0$$

この式を解くと、（３）式が得られる。

$$\frac{C_0}{C_0(0)} = \exp \left\{ - \left(k_0 + \frac{V}{V_0} (k_s + k_0) \right) t \right\} \quad (3)$$

各充填材のCOD、濁度、SSの実測値に最小自乗法を用いて、（３）式における k_0 と k_s を、最初のサンプリングまでの値と、最初のサンプリング以降の値に分けて算出した。各充填材の k_s の値を表１に示す。濃度の時系列変化から、充填材による粒子態物質の除去は、実験開始から２時間以内で起こっていると考えられる。最初のサンプリングまでの k_s の値について考察する。CODに関して、砂利の k_s が最も大きな値となっている。続いて、バイオメイクと活性炭の値が高く、麦飯石と波動セラミックスはやや小さめとなっている。濁度に関しては、 k_s の値は、各充填材ともに、同程度の値であった。SSに関しては、各充填材の中では、麦飯石、バイオメイクの値が高い。COD、濁度、SSに関して総合的に k_s の値を比較すると、砂利、バイオメイク、活性炭が高い値を示す傾向にあった。従って、COD、濁度、SSの除去に関しては、砂利、バイオメイク、活性炭が効果的であると考えられるが、実験誤差や再現性から判断すると、それぞれの能力に明確な差は認められなかった。

6 h r経過以後の除去速度定数は、表１の右側に示すように、１桁ほど小さい値となった。これは、主として溶存物質の浄化を示しているものと考えられるが、１日の実験では値の差は明確ではなかった。

４．結論

各充填材の水質浄化機能を実験的に調べた結果、各充填材の有機物・懸濁物質除去能力を比較した結果、明確な差は認められなかった。実施工上の材料コストから判断すれば、砂利が最も効果的な充填材であると考えられる。

参考文献

小松利光、中村由行：沿岸域の水質環境改善コンクリート構造物の開発に関する研究報告書（1996）

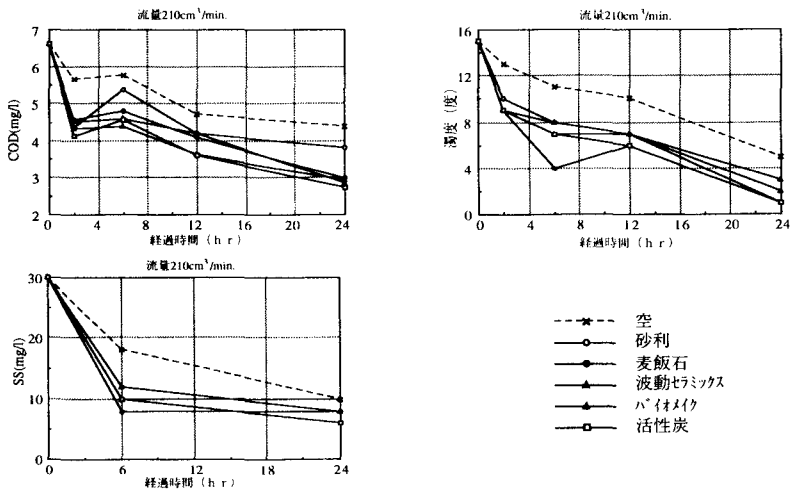


図３ COD、濁度、SSの濃度変化

表１ 各充填材の除去速度定数 k_s (1/h r)

最初のサンプリングまで	COD	濁度	SS	最初のサンプリング以降	COD	濁度
砂利	7.25	7.25	3.79	砂利	0.16	3.12
麦飯石	4.50	7.61	5.62	麦飯石	0.27	1.77
波動セラミックス	4.54	7.41	2.77	波動セラミックス	0.27	0.95
バイオメイク	6.28	8.50	4.57	バイオメイク	0.26	0.21
活性炭	5.50	6.41	3.43	活性炭	0.26	1.83