

II-466

## 礫間接触浄化法による海水浄化の設計諸元について

熊谷組 正員 門倉伸行 竹中土木 正員 西原 潔  
清水建設 正員 丹羽千明 運輸省港湾技研 正員 細川恭史

### 1. はじめに

ウォーターフロント開発による親水空間の創造や海洋レジャーの増大など、海辺の重要性がクローズアップされるのに伴い、これら水域の水質改善が強く望まれている。運輸省港湾技術研究所と民間17社から構成されるシーブルーテクノロジー工法研究会は、大型の実験水路を用い礫間接触浄化法による汚濁海水浄化の実験を行い、水理特性や付着生物膜特性、浄化性能等の有益な知見を得てきた。<sup>1) 2) 3)</sup> 本報告ではそれらの結果をもとに、本法を用いた海水浄化施設を設計する際の諸元を検討した結果について述べる。

### 2. 実験方法

実験水路は、図-1に示すように長さ30m、幅1m、高さ1.3mの水路を6本並列に設置した。各々の水路には粒径の異なる礫を高さ1.2mまで敷き詰め、遮光用のシートで覆った。原水には、東京湾奥の運河海水を用い、表-1の条件で1990年10月1日より通水を開始した。各水路は、礫の径、滞留時間、曝気の有無を区別して運転し、比較検討を行った。浄化実験は、水路両端および各サンプリング点で定期的に採水し、SS、COD、TOC、DO、透視度の水質項目を測定した。

### 3. 設計諸元の検討

(1) 磯の大きさ：表-2に全実験を通して得られた礫径の違いによるSSおよびCOD除去率の変化を礫の比表面積とともに示す。その結果、礫径が小さい程比表面積が大きくなり、除去率も増大していた。礫に付着した生物膜を調査すると、小礫は表面積当たりの生物量は小さいものの、水路容積当たりでは大きな生物量となり、浄化に関与する生物の総量が多いことが判明している。<sup>2)</sup> 従って、浄化性能だけの比較では小礫の方が優れていると言える。しかし、80mm以下の中礫、小礫の水路では1991年初夏にムラサキイガイ等の付着が原因で水路流入部が目詰まり状態を起こしており、長期間の運転を考えると、实用上は100mm以上の大きい礫が適当と思われる。また、水路の設計に当たっては、閉塞を起こし易い流入部について、さらに大きい礫の使用や容易に交換できる構造にする等の対策が必要である。

(2) 滞留時間：大礫(100mm～150mm)を用いたときの滞留時間とSS除去率の関係を図-2に示す。図から、滞留時間の増大とともに除去率も高くなっているが、設計除去率を最大値にとることは必ずしも経済的ではない。一方、2時間以下の滞留時間では負荷が高く、付着生物膜の剥離や抑留が多く起こっている。<sup>1)</sup> 従って、水路内の洗浄や処理水の安定性の問題を考え合わせると、対象施設に要求される処理水質、管理方法に応じて滞留時間は2～4時間程度、そのときのSS除去率は

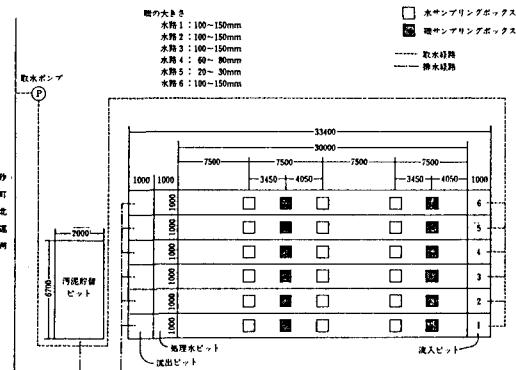


図-1 実験施設概要

表-1 各水路の実験条件

水路No.	1	2	3	4	5	6
礫径(mm)	100-150	100-150	100-150	60-80	20-30	100-150
空隙率	0.487	0.487	0.487	0.466	0.459	0.487
流量(m³/hr)	3.8	7.6	15.5	7.0	6.9	3.8
滞留時間(hr)	3.8	1.9	0.9	2.0	2.0	3.8
曝気の有無	無	無	無	無	無	有

表-2 磯径の違いによるSSおよびCOD除去率の変化

礫径(mm)	SS除去率(%)	COD除去率(%)	比表面積(m²/m³)
100-150	67.6	12.7	31.7
60-80	72.2	20.8	53.8
20-30	80.8	23.1	216.0

70~80%が設計値として妥当と考えられる。COD除去に関して同様の関係を求めた結果、両者の間に相関はなく、除去率も10~30%と低い値で分散していた。小田らの報告<sup>4)</sup>によると滞留時間3.5~7日という長期でも除去効果に明確な差異は認められていない。以上のことから、実験に用いた原水水質程度を対象にした設計としては、滞留時間は懸濁態成分の除去を主体に考え、2~4時間が適切である。河川水等の設計例では、滞留時間1.1~1.25時間程度(SS除去率70%, COD除去率75%程度)であり、河川水に比べ低濃度の海水浄化では2倍以上の滞留時間が必要となる。なお、COD除去に関して流入水と処理水濃度の関係を図-3に表した。図には、処理が安定した時期の中低温期(2~5月)と高温期(6~10月)にかけて、回帰直線とともに区間推定した95%信頼区間と、ある流入水質に対して95%の確率で得られる処理水濃度の信頼区間を示した。その結果、流入濃度が高くなると処理水も高くなってしまい、処理水の限界水質を設定することはできなかった。両者の高い相関は、流入水中の溶解性成分の比率が高く、懸濁態のCOD成分だけが主に除去されていることを示している。

(3)曝気：1水路と6水路で曝気の有無の効果を比較すると、全期間を通じたCOD除去率はそれぞれ18.0%, 21.3%と大きな差異は認められなかつた。中村らによると<sup>5)</sup>河川等への本法の適用例でも、流入濃度がある程度以上高い場合には曝気の効果は示されているが、低濃度の場合には効果は低い。従って、有機物の除去に関しては曝気の必要性は低いと考えられる。ただし、曝気を行った場合には礫層内の抑制物が分散されて通水抵抗を起こしにくい状態になっていることが示され<sup>1)</sup>、目詰まり等の点からは曝気により洗浄等の管理が容易となる。以上のことから、曝気の適否は対象施設を総合的に判断して決定すべきと思われる。

#### 4.まとめ

礫間接触浄化法を海水に適用したときの設計諸元について検討した結果、①礫の大きさは100mm以上の大きな礫が必要である。②設計滞留時間は要求品質に応じて2~4時間程度が妥当と考えられる。③設計除去率はSSが70~80%、CODが10~30%程度である。④曝気の設置は、浄化性能や維持管理などの総合判断に基づいて決定すべきであること、などがわかった。

- [参考文献] 1)上原ら、礫間接触水路の抑制分布と閉塞について、第47回土木学会
- 2)門倉ら、礫間接触浄化法による海水浄化の生物膜特性、第47回土木学会
- 3)西原ら、礫間接触水路による内湾水の浄化実験、第47回土木学会
- 4)小田ら、礫間生物膜法の海水浄化効果に関する長期水槽実験、第47回土木学会
- 5)中村ら、礫間浄化法による汚濁水の浄化、土木技術資料、29-10(1987)

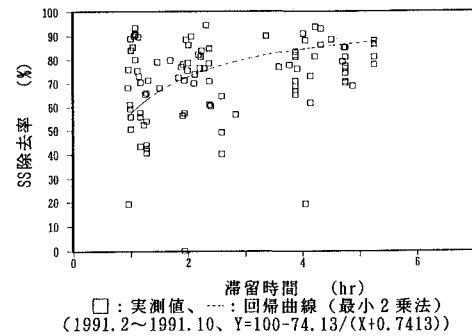


図-2 滞留時間とSS除去率の関係(大磯)

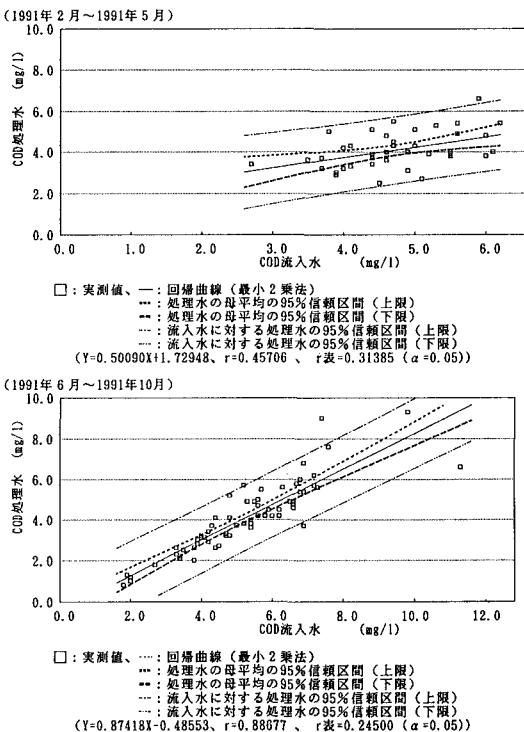


図-3 流入水COD濃度と処理水COD濃度の関係(大磯)

□: 実測値、-: 回帰曲線(最小2乗法)  
 ---: 処理水の母平均の95%信頼区間(上限)  
 ---: 処理水の母平均の95%信頼区間(下限)  
 ---: 流入水に対する処理水の95%信頼区間(上限)  
 ---: 流入水に対する処理水の95%信頼区間(下限)  
 $(Y=0.87418X+0.48553, r=0.88077, r^2=0.24500, \alpha=0.05)$

図-3 流入水COD濃度と処理水COD濃度の関係(大磯)

以上のことから、曝気の適否は対象施設を総合的に判断して決定すべきと思われる。