

大阪市立大学 正会員 小田一紀 貫上佳則
 学生員 綱潔之 ○真栄平宜之
 東洋建設 正会員 倉田克彦

1. はじめに 筆者らはこれまで水槽実験によって得られた除去速度定数を用いてFEMによって礫間接触酸化構造物の水域浄化過程の数値シミュレーションを行ないその浄化効果を明らかにしてきた。一方、簡易計算法を用い礫堤構造物による水域の浄化効果を調べる方法がシーブルーテクノロジー工法研究会で提案されている。¹⁾この簡易計算法は、潮汐による海水の礫堤への透過や内水域への流入等の現象を単純なモデルに置き換え、礫堤での汚濁物質の負荷量および除去量を求め、礫堤構造物による水域の浄化効果を調べる方法で、その計算は手計算でも可能である。本論文では、簡易計算法とFEMによる数値シミュレーションによる結果とを比較し、簡易計算法の妥当性を検討する。

2. 計算方法 簡易計算の計算手順を以下に示す。

(1)面積負荷の計算：1回の満ち潮により、単位長さの礫堤に負荷される汚濁物質の総負荷量 H は式(1)で表される。

$$H=Q \times L_0 = S \times d \times L_0 \quad (\text{g/m}) \quad (1)$$

ここに、 Q ：内水域への海水流入量(m^3)、 S ：内水域の奥行き長さ(m)、 d ：潮位差(m)、 L_0 ：外水域の物質濃度(g/m^3)。

また、1回の満ち潮により、海水が透過する礫堤の平均体積 $\bar{V}$ は式(2)で表される。

$$\bar{V}=1/2 \times d \times \ell \quad (\text{m}^3/\text{m}/6\text{hr}) \quad (2)$$

ここに、 ℓ ：礫堤の幅(m)。

したがって、礫の比表面積を a とすると、面積負荷 M は式(3)で求まる。

$$\begin{aligned} M &= H/(\bar{V} \times a) = S \times d \times L_0 / (1/2 \times d \times \ell \times a) \\ &= 2SL_0/(a \ell) \quad (\text{g/m}^2/6\text{hr}) \\ &= 4SL_0/(a \ell) \quad (\text{g/m}^2/\text{day}) \end{aligned} \quad (3)$$

(2)除去速度の設定：面積負荷と除去速度の

関係を図-1(a)、(b)に示す。この図を用いて、式(3)より得られた面積負荷に対する除去速度が求まる。

(3)除去量の計算：1日に海水と接触する礫の平均表面積 $\bar{A}_r$ は式(4)で表される。

$$\bar{A}_r = \bar{V} \times a = 1/2 d \ell a \quad (\text{m}^2/\text{m}/\text{day}) \quad (4)$$

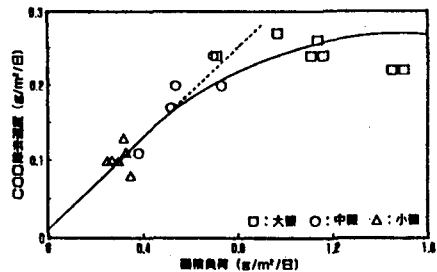
ここに、 $\bar{V}$ ：6時間に海水が透過する礫堤の平均体積(1日の海水が透過する礫堤の平均体積は $\bar{V}$ と等しい)。

したがって、単位長さ当たりの礫堤による1日の物質除去量 r は式(5)で表される。

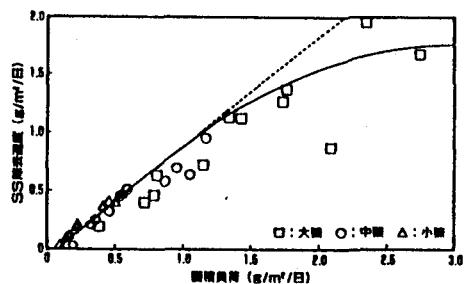
$$r = \bar{A}_r (\times 1) \times \text{除去速度} \quad (\text{g/m}/\text{day}) \quad (5)$$

ここに、除去速度($\text{g/m}^2/\text{day}$)。

(5)内水域の物質(COD,SS)平均濃度の計算：礫堤により物質が除去された海水が内水域に



(a) 面積負荷とCOD除去速度の関係



(b) 面積負荷とSS除去速度の関係

図-1 面積負荷と除去速度の関係

Kazuki Oda, Yoshinori Kanjo, Kiyoshi Tsuna, Takayuki Maehira, Katsuhiko Kurata

分布するとすると、内水域の物質平均濃度 S_{in} は式(6)で表される。

$$L_i = L_0(r/H) \quad (6)$$

3. 礫堤構造物平面配置形状と計算条件

以上の計算法に従い、礫堤構造物による水域の浄化効果を調べる。図-2にその礫堤構造物の平面配置形状を示す。直線海岸を掘り込んで矩形水域とし、礫堤構造物を海岸線に平行に設置したものである。また、計算条件として礫粒径50mm、空隙率0.4、潮位差1m、外水域のSS、COD濃度を10mg/lに設定する。

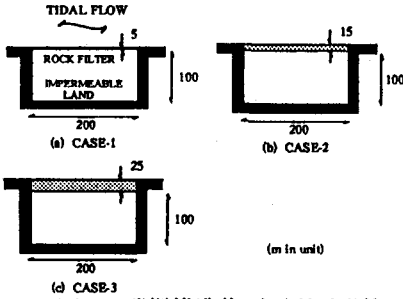


図-2 礫堤構造物平面配置形状

4. 計算結果 簡易計算法により得られた結果を表-1(a), (b)に示す。

CASE-1～3のような規模の礫堤構造物では、1回の満ち潮あたりのCOD除去量は約8～40kgであり、これを年間の除去量に換算すると約6～30tになる。同様に表-1(b)よりSSの年間除去量は約40～120tになる。また、CODの除去率は約4～20%と、礫堤幅が25mまでの範囲内ではCOD除去率は礫堤幅に比例して増大している。礫堤幅をさらに大きくすればより高い浄化効果が得られる。一方、SSの除去率は約26～84%であり、礫堤幅をこれ以上大きくしてもより高い浄化効果は得られない。

5. FEMとの比較 FEMによる数値シミュレーションからも、定常状態における内水域の平均濃度は主として礫堤幅によって決定されその定量的関係が明かとなっている。そこで、表-1に示す内水域平均濃度の値をFEMより得られた、内水域平均濃度と礫堤幅との関係図にプロットしたものを図-3(a), (b)に示す。図-3より、内水域の平均濃度に関しては、簡易

計算法によりほぼ妥当な結果が得られると言える。

表-1(a) CODに関する簡易計算法による結果

	1周期(12hr)当たりの 礫堤での負荷, 除去		内水域の 平均濃度 (mg/l)
	負荷量(g)	除去率 (%)	
CASE-1 (l=5m)	200,000	4.06	9.59
	8,120		
CASE-2 (l=15m)	200,000	12.2	8.78
	24,400		
CASE-3 (l=25m)	200,000	19.9	8.01
	39,800		

表-1(b) SSに関する簡易計算法による結果

	1周期(12hr)当たりの 礫堤での負荷, 除去		内水域の 平均濃度 (mg/l)
	負荷量(g)	除去率 (%)	
CASE-1 (l=5m)	200,000	26.1	7.39
	51,100		
CASE-2 (l=15m)	200,000	73.6	2.64
	147,000		
CASE-3 (l=25m)	200,000	84.3	1.57
	169,000		

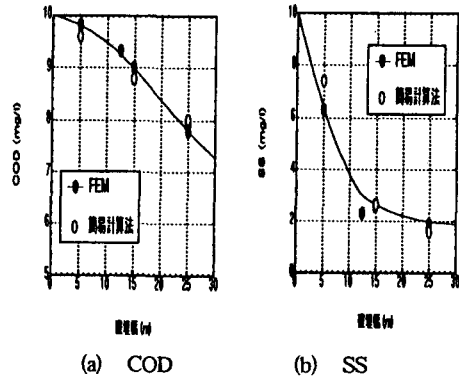


図-3 FEMと簡易計算法による計算結果の比較
参考文献 1)礫間接触酸化施設(1993):シーブルー工法研究会。