

II-52

捨石工・土運船土砂投入工におけるSS発生原単位

五洋建設 技術研究所 正会員 今村 均  
 五洋建設 福岡支店 無津呂 英亮

1. まえがき

海上工事において、水質環境を悪化させる恐れがある場合には、なんらかの汚濁防止対策が必要である。そのためは、事前に工事に伴う汚濁の発生と拡散状況を的確に把握することが重要であるが、予測の際に必要な各工種ごとの汚濁発生量に関して、明確な報告が少ないのが現状である。

そこで、今回、護岸新設工事を例にとり、ガット船による捨石工、および土運船による土砂投入工の施工時におけるSS(懸濁物質)の拡散状況を調査し、種々の方法によってSS発生原単位を求めた。

2. 調査内容

工事区域の概要を図-1に示す。図-2に示すような測定の3深度(上層、中層、下層)について、濁度計によって濁度を測定した。測定した濁度をSSに換算するために、あらかじめ採取し土ごとに濁度とSSの相関試験を行った。また、ローダー型直読式流向流速計により、調査時点の流況を測定した。

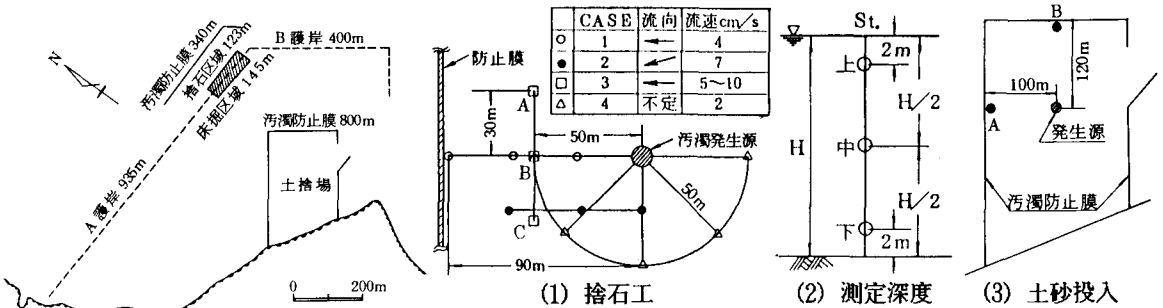


図-1 工事区域

図-2 調査測定点

3. 採取し土砂の粒度分布

捨石付着度、および投入土砂の粒度分布を図-3に示す。粒度試験(JIS A 1204)は、純水中と海水中で行ったが、海水中では土粒子のフロック化のために粘土分以下の細粒子がシルト分へ移行し、見かけの粒径が大きくなるため、沈降し易いものと考えられる。比重は、付着土で2.864、床掘土で2.698であった。

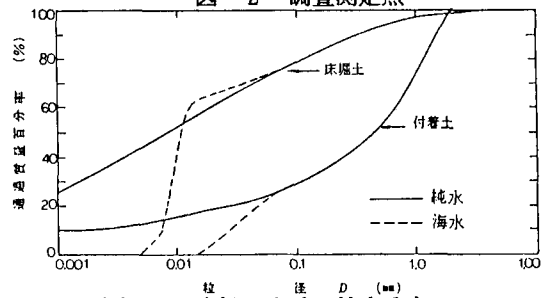


図-3 採取し土砂の粒度分布

4. 捨石工のSS発生原単位

捨石工施工時の汚濁調査結果の一例を図-4に示す。SSの拡散状況は、発生源から50m地点で最大9mg/l、また、90m地点での濁りは観測されなかった。

SS発生原単位の計算は、以下に示す移流濃度から直接的に求める方法と、点源連続発生の場合の解析解(Fick型および大久保-プリチャード型)により行った。

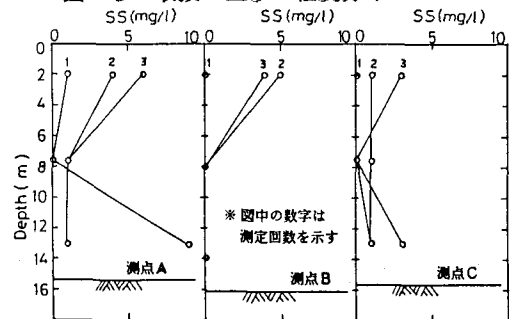


図-4 捨石工汚濁調査結果(CASE 3)

$$W = \Sigma \Sigma u \cdot H \cdot B \cdot SS \times 10^{-6} \quad \text{--- (1)}$$

$$W = \frac{SS \cdot 2 H \pi K}{\exp \{u X / 2 K\} K_0(Z)} \quad \text{--- (2)}$$

$$W = \frac{SS \cdot H \pi \omega X}{\exp \{-u^2 Y^2 / \omega^2 X^2\}} \quad \text{--- (3)}$$

ここに、H：混合水深、u：流速、B：汚濁拡散幅  
K：拡散係数、 $\omega$ ：拡散速度、 $K_0(Z)$ ：第2種ベッセル関数(=ur/2K)、単位は(m-hour)

計算結果を表-1に示す。表-1には、捨石付着土量からの推定値も示した。捨石工のSS発生原単位は、(0.2~6.23)  $\times 10^{-3} t/m^3$ 、全平均で、 $2.63 \times 10^{-3} t/m^3$ と推定される。

5. 土砂投入工のSS発生原単位

調査結果の一例として、投入後の経過時間とSSの関係を、図-5に示す。濁りは、経過時間に係りなく上層では発生していない。下層では、投入直後(4~12分)で濁度計測定限界を超える濁りが通過し、その後、経時的に減少する傾向を示す。

土砂投入工のSS発生原単位は、点源瞬間発生の場合のFick型近似解によって求めた。

$$W = \frac{SS \cdot 4 \pi K T H}{\exp \{-(X-uT)^2 + Y^2\} / 4 K T} \quad \text{--- (4)}$$

ここに、T：投入からの経過時間

調査時の流速は2 cm/s未満であったので、 $u = 0$ とし、混合水深Hは、水深の1/2、拡散係数は、 $K = 3600 m^2/h$ とした。

SS発生原単位の計算結果を、表-2に示す。

前述のように、土砂投入後数分で密度流としての投入土砂が測定点を通過する。この時点での測定値は、濁りではなく取扱い土砂自体であると考えられる。そこで、経過時間9分以降の計算値からSS発生原単位を推定すると、(1.41~9.06)  $\times 10^{-2} t/m^3$ 、平均で、 $4.17 \times 10^{-2} t/m^3$ となる。

6. まとめ

以上の結果から、両工事の標準SS発生原単位(シルト分以上の土粒子が再浮上しない標準流速7 cm/sに対するSS発生原単位)を求めると、捨石工の場合 $2.6 kg/m^3$ 、土砂投入工の場合 $44.6 kg/m^3$ が得られた。

ただし、上記の値は、砂質土(シルト分以下26%)の付着が、 $5 kg/m^3$ (空隙率50%)程度の捨石工、および、 $500 m^3$  積底開式土運船によるシルト質土(シルト分以下76%)の土砂投入工についてのSS発生原単位であり、取扱い土の土質条件や、施工条件が変われば、SS発生原単位も変わることが予想される。

表-1 捨石工の汚濁発生原単位

ケース	項目	流速 上・中・下層 u (cm/s)	取扱い土量 $\Omega_s$ ( $m^3/h$ )	汚濁発生原単位 $W \times 10^{-3} (t/m^3)$				
				Fick型		大久保-ナガト型		
				K=3600	K=360	H=180	H=36	
1	1回目 測点A	4	100	6.23	1.97	4.26	0.85	
	1回目 測点B			3.06	0.97	2.97	0.59	
	2回目 測点A			5.66	1.76	3.88	0.78	
	2回目 測点B			3.06	0.97	2.97	0.59	
	3回目			7	4.30	1.36	2.14	1.43
	6回目の平均			6.3	5.29	1.67	2.63	0.53
2	1回目	10、10、5	150	2.52				
	2回目	5、5、5		2.59				
	3回目	10、5、10		5.61				
3	1回目	2	100	0.20				
	付着土量試験			5.35				

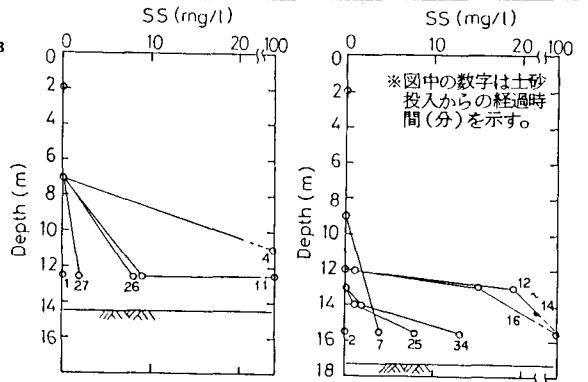


図-5 土砂投入工の調査結果

表-2 土砂投入工の汚濁発生原単位

投入	測点	現地条件				W (t/m <sup>3</sup> )
		r (m)	H (m)	T (min)	SS (mg/l)	
第1回目	A	100	7.5	1	0	—
				4	4.5	—
				11	22	$1.21 \times 10^{-1}$
				26	4	$5.84 \times 10^{-3}$
				27	1	$1.43 \times 10^{-3}$
				2	0	—
第2回目	B	120	8.5	7	2	$9.47 \times 10^{-1}$
				12	4.5	—
				14	4.5	—
				16	4.5	—
				25	4	$1.41 \times 10^{-2}$
				34	6.5	$1.65 \times 10^{-2}$
第2回目	B	120	8.5	1	0	—
				5	1	$1.04 \times 10^{-1}$
				9	1	$9.06 \times 10^{-2}$
				17	10.5	$7.80 \times 10^{-2}$
				40	2.5	$5.74 \times 10^{-3}$