

市街地河川底泥の流送量予測について

大阪大学工学部

正員 ○村岡浩爾

同

学生員

土田和之

はしがき 市街地河川底泥の問題に関し、現在、環境保全事業の一環として浚渫事業が推進されている。底泥は元来自然河川としての流送土砂と、都市活動の総合的な廃棄物とによる末端的な産物であるため、底質を健全なものにするには複雑な法的規制に従わねばならないし、その保全事業も他の河川事業、砂防事業、下水事業、港湾事業などに関連することになる。これらの周辺条件をふまえて、最も合理的な対策を講ずるには、単なる浚渫始末としての浚渫を周知に行なうことだけでなく、少なくとも(1)生産源とその量の調査、(2)河道での底質流送の特性把握、(3)水環境(人間活動、生物環境)の中での安定量の解明、等について考えておかねばならない。著者らはこの問題について基礎的に調べつつあるが、今回は特に底泥の流送量予測についてモデル河川に対し試算したので紹介する。

1. 定常流の場合の予測

図-1のようなモデル河川を想定し、最初は河川流のみの定常流と考えて不等流計算で水理量を定める。この状態で、上流端からは基底濃度 $C_e = 50 \text{ ppm}$ の浮泥が流入すると考え、河床からの底泥の洗掘浮上、および浮泥の沈降堆積を考慮して水中の浮泥濃度を追跡する。一次元基礎方程式は次式で与えられる。

$$\frac{\partial}{\partial t}(CA) + \frac{\partial}{\partial x}(CAU) = \frac{\partial}{\partial x}\left(DA\frac{\partial C}{\partial x}\right) + \frac{B}{F}g_B \quad (1)$$

ここに、 C : 断面平均濃度、 A : 流水断面積、 U : 平均流速、 D : 分散係数、 B : 河川幅、 g_B : 底泥の河床単位面積・単位時間当りの浮上(または堆積)量である。 g_B は、

i) 洗掘浮上の場合 ($U_* \geq U_{*c}$);

$$g_B = a_1 \{a_2(U_* - U_{*c})\}^k \quad (2)$$

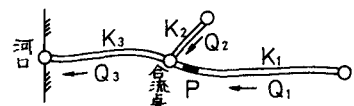
ii) 沈降堆積の場合 ($U_* \leq U_{*c}$);

$$g_B = -a_3 \rho H (1 - U_*/U_{*c})(C - C_e) \quad (3)$$

式(1)(2)(3)の妥当性については既に論じているが^{1), 2)}

実際には、密度流の場合、断面変化の著しい河道、大流量の場合などは適用性が薄い。また、式に含まれる諸係数は、主として底質の土性に関係するほか、

海水混合の場合は底質の化学変化も考慮せねばならない。平常流量での寝屋川中流部の調査資料、水路実験、関連文献などから、 $a_1 = 2.7 \times 10^{-9}$, $a_2 = 10^3$, $a_3 = (1.98 \sim 2.79) \times 10^{-4}$, $k = 1.2 \sim 1.5$, $D = 0.3$, $U_{*c} = \sqrt{0.02}$, $C_e = 50 \sim 200 \text{ ppm}$ を得た。単位はすべて $(\text{ton} \cdot \text{m} \cdot \text{sec})$ であ



1. 河道長: $K_1 = 10$, $K_2 = 3.5$, $K_3 = 7 \text{ km}$
2. 流量: $Q_1 = 20, 40, 80, 200, 500 \text{ m}^3/\text{sec}$
 $Q_2 = 80 \text{ m}^3/\text{sec}$ (一定)
 $Q_3 = Q_1 + Q_2$
3. 河床形状および河川幅:
 旧淀川 程度のもつと想定
4. 潮汐振動:
 河口で振幅 1.5 m , 周期 12 hr の正弦波

図-1 モデル河川と水理諸量

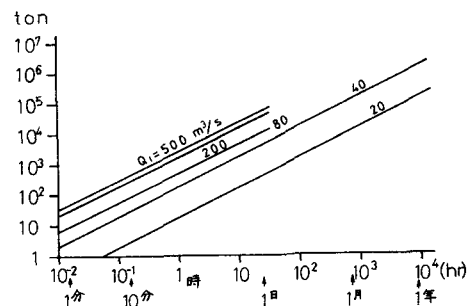


図-2 P地点における底泥流送量(定常解)

河川名	年平均浚せり量	
	昭34以降	昭44以降
神崎川	118,000 m ³	200,000 m ³
旧淀川	63,000	67,000
寝屋川	41,000	—

(大阪府の資料による)

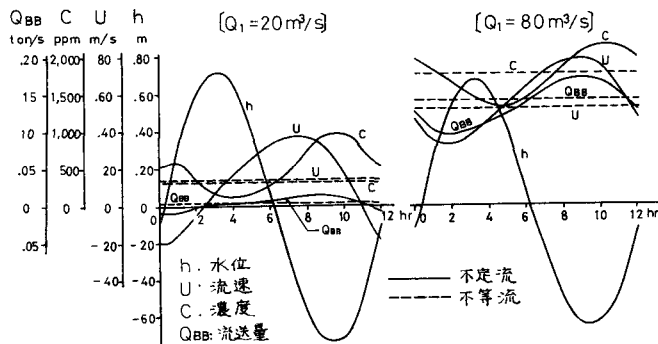


図-3 P地奥における底泥流送量(非定常解)

る。この係数を用いた場合の、P地奥(K₁河道下流部)での断面を通過する流送汚泥量を図-2に示す。

この結果がどの程度の正確さをもつかチェックのしようがないが、参考として示した表-1の、環境保全事業の一環として行なわれている市街地河川の浚渫量実績に照らすと、オーダー的には信頼し得る資料であることがわかる。

2. 非定常流の場合の予測

市街地河川の多くは感潮河川であるから、潮汐振動による往復流の場合で流送量予測をする必要がある。これには、水理量の非定常解析と抱き合わせて式(1)を追跡すればよく、その結果の例を図-3に示す。すなわち、 Q_{BB} をP地奥の単位時間当りの断面通過流送量として一周期間の変化を示したものであるが、実線で示した定常解の周辺で振動する形となり、その平均値は定常解の値と同程度か、やや上回る値となる。また河川流量が小さいときには逆流を生ずるから、 Q_{BB} も負の値をとることもわかる。なお、計算では Q_{BB} のほか、濃度、洗掘(堆積)量、その深さ等も出すことが出来るが、河床変化は計算に入れていない。近似的な予測と考えたからである。

3. 掘り込み区間の設置効果

P地奥で図-4のように区間500m、深さdで掘込み部を河床に設けたとする。そうすれば沈殿池の効果と同様、この部分に浮泥が堆積し、流送量を制御することが出来る。この計算結果を表-2に示す。流量の大小で当然変化があるが、掘込みの効果はかなり期待することが出来る。この試算の意図は、浚渫作業の合理化を収めると同時に、海域への汚泥排出の量的制御の可能性を調べる点にあるが、実際面での問題点は未だ山積みしているようだ。

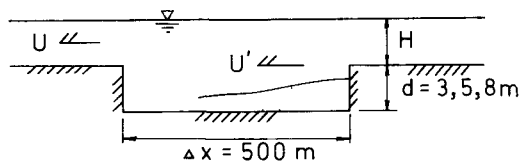


図-4 掘込みの形状

表-2 P地奥における掘込みの効果

河川流量	流送量 (ton/12 hr)				減少率 (%)		
	d: 0 m	3 m	5 m	8 m	d: 3 m	5 m	8 m
20 m ³ /s	461	210	201	104	54.0	56.5	77.4
40	2,043	1,541	1,072	775	24.5	47.6	62.1
80	5,792	5,345	4,205	3,776	7.7	27.4	35.2

この研究に当り、大阪大学 室田明教授から種々の有益な助言を頂いた。また多くの資料を参考にさせていただいた大阪府の関係者にも合せて謝意を表す次第である。

(参考文献) 1) 村岡: 流れによる底泥浮上と水質との関連, 第18回水理講演会講演集, 昭49.2.

2) 室田・村岡: 都市河川の底泥輸送に関する現地調査および解析, (財)災害科学研究所報告書, 昭49.3.