

II-235

自然堆積河岸の侵食速度について

東京工業大学大学院
東京工業大学工学部
（株）熊谷組

学生員 大東道郎
正 員 福岡捷二
正 員 佐藤健二

1. はじめに

実河川での河岸侵食実験などから、侵食のメカニズムがかなりの程度理解できるようになってきた。すなわち図-1に示すように河岸下部の侵食、河岸上部の崩落、崩落土の流送という3つの過程を繰り返しながら侵食が進行していく¹⁾。本文では、長谷川²⁾による実河川での河岸侵食速度の解析結果と、河岸侵食の3つの過程をふまえて求めた侵食速度を比較し検討する。

2. 実河川の侵食係数

長谷川は、粘着性材料からなる石狩川、雨龍川における経年的な河岸侵食のデータの解析を行った。その結果、侵食速度を $\zeta = E_0 \cdot u_B \cdots (1)$ で表したとき、侵食係数 E_0 は $10^{-7} \sim 10^{-6}$ であることを示した。ここで、 u_B は外岸付近の流速から平均流速を差し引いたものである。この E_0 値は数年～数十年間の侵食量をその期間について平均して示したものである。河岸侵食はその大部分が洪水時に起こると考えられる。よって年間に占める洪水期の割合 p_r で E_0 を割ったもの $\zeta_p = \zeta / p_r$ が実質的な侵食速度であり、 $E_{0p} = E_0 / p_r$ が実質的な侵食係数である。長谷川によれば、 E_{0p} は $10^{-5} \sim 10^{-4}$ として与えられている。

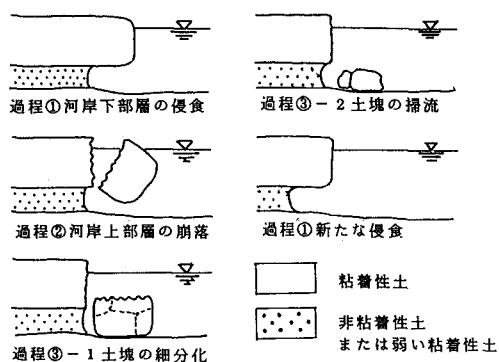


図-1 自然堆積河岸の侵食過程

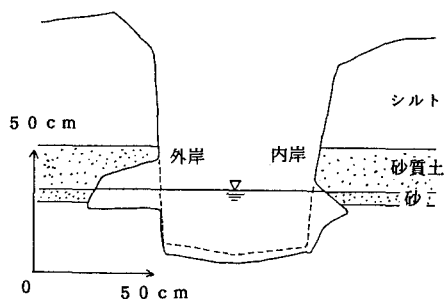


図-2 河岸侵食の状況（比高大）

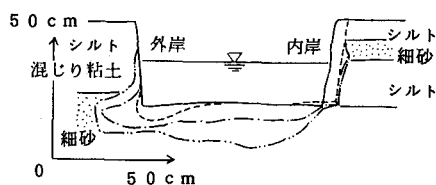
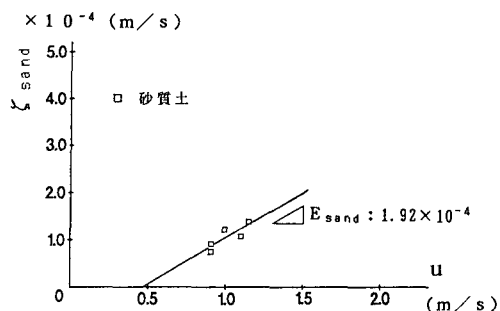
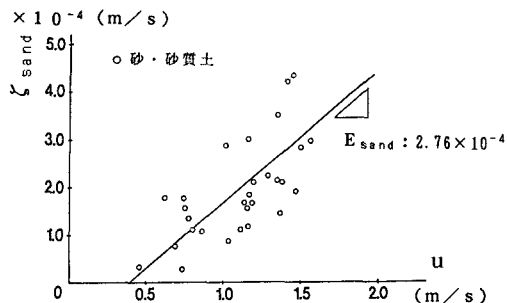


図-3 河岸侵食の状況（比高小）

図-4 砂質土層の侵食速度と
付近の平均流速（比高大）図-5 砂質土層の侵食速度と
付近の平均流速（比高小）

3. 侵食過程を考慮した侵食係数

河岸下部を構成する砂層、砂質層のみの侵食速度を考える。2種類の比高(図-2、図-3)について行った現地実験から河岸付近の代表流速 u と侵食速度 ζ_{sand} の関係が図-4、図-5のように得られた。図中の直線は侵食速度を ζ_{sand}

$= E_{sand} \cdot (u - u_{cr}) \cdots (2)$ として表したものである。(1)式と(2)式では流速の与え方が違うが、(2)式で u から u_{cr} を差し引くことが(1)式で平均流速からの偏差を取ることに対応している。 E_{sand} は $(2 \sim 3) \times 10^{-4}$ の概略値をとる。この値は最も侵食され易い砂、砂質土のみの侵食係数であり、侵食されるとそのまま流送される性質をもつので、当然長谷川による E_{op} より大きい値をもつ。

次に自然堆積土について崩落、流送過程を含めた全過程の侵食速度を求めていく。図-3の外岸を例に侵食速度の算出手順を述べる。与えられるものは、平均流速 $u = 1.02(\text{m/s})$ 、侵食限界速度 $u_{cr} = 0.38(\text{m/s})$ 、砂の侵食係数 $E_{sand} = 2.5 \times 10^{-4}$ 、ヒサシの厚さ $H = 24(\text{cm})$ 、土の引張り強度 $T_o = 0.105(\text{kgf/cm}^2)$ 、土の単位体積重量 $\gamma = 1.85 \times 10^{-3}$ 、土塊細分化の係数 $\alpha = -6.75 \times 10^{-3}(\text{l/min})$ である。侵食係数 E_{op}' 算出のフローチャートに従って求めた結果と長谷川による結果を表-1に示す。条件の違いはあるものの E_{op} と E_{op}' は同程度の値を取ることがわかる。長谷川による経年侵食量の平均を侵食速度とする方法は長期的な侵食量の予測に用いることができるが、一洪水での侵食量など短期的な侵食量の予測や河岸構造の違いによる局所的な侵食量の見積りには必ずしも十分であるとはいえない。本文で述べたように河岸侵食の機構を取り込んだ形での侵食速度、侵食係数の算定は、その物理過程が明解であることから土質構造と外力条件等が与えられれば河岸侵食量の予測が可能であると考えられる。

4. おわりに

現地実験による侵食過程を取り込んだ侵食係数は、実河川の経年データ解析の侵食係数と同程度の大きさであった。河岸の侵食係数は、侵食の素過程を考慮に入れて見積れる可能性が高いことがわかった。

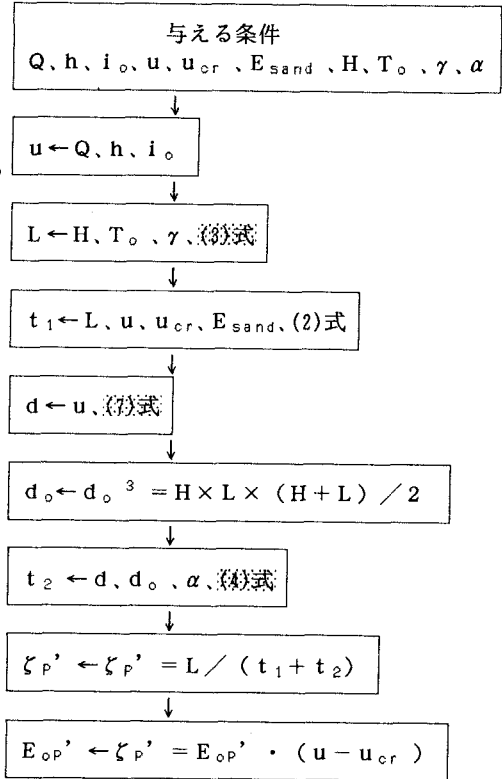
参考文献

- 1) 福岡捷二、木暮陽一、佐藤健二、大東道郎：自然堆積河岸の侵食過程、水工学論文集第37巻、1993.2
- 2) Kazuyoshi Hasegawa: Universal Bank Erosion Coefficient for Meandering Rivers, Journal of Hydraulic Engineering, Vol.115, No.6, 1989

河岸侵食過程と侵食時間 t_1 、 t_2

- 侵食過程一・河岸下部の侵食が進行
・限界ヒサシ長さ L_{cr} になるまでの時間を t_1
- 崩落過程一・河岸上部が限界ヒサシ長さ L_{cr} となり崩落
- 流送過程一・崩落土塊が細分化し流送限界大きさ d となり流送
・崩落から流送までに要する時間を t_2

侵食係数算出のフローチャート



■は文献(1)中で用いられている式番号

表-1 侵食係数の比較

E_{op}	$10^{-5} \sim 10^{-4}$	実河川の洪水期の平均 ²⁾
E_{op}'	5.84×10^{-5}	現地実験 侵食過程を含む