

常時流水のない溪床・溪岸の抗侵食力について —— 模型実験への適用を主として ——

建設技術研究所 坂東 高
建設省土木研究所 池谷 浩

はじめに

常時流水の影響を受けない溪岸や溪床では、単に礫によるかみ合せの他、粘土等細粒物質による粘着力などの効果によって、流水が発生しても侵食に対してある抗力を有していると考えられる。

特に最近では、土石流や流路工など模型を用いた実験がなされており、これらの実験でもある場の材料については前述の抗侵食力を考慮する必要が生じている。しかし現在のところ、土の抗侵食力に関する相似性については、まったく確立されたものがない。

そこで筆者は、現地の溪床、溪岸の抗侵食力をどのように模型実験に取り入れるかについて検討したので、その結果を報告する。

1. 抗侵食力の考え方

単位時間、単位幅あたりの侵食量は、侵食深として評価されうる。この侵食深が掃流力に比例し、土砂の抗侵食力に反比例すると考えると次式で表わされる。 $\Delta E = \frac{1}{C} f(\tau)$ —— (1) ここに、 ΔE は単位時間、単位幅あたりの侵食量 (cm/s)、 C は土砂の抗侵食力を表わす定数、 τ は掃流力である。

侵食量 (E)は、 $E = \Delta E \cdot B \cdot L \cdot T$ —— (2) として表わされる。ここに、 B は侵食幅、 L は侵食長、 T は侵食に要した時間である。

現地での抗侵食力を考える場合、実際の出水における τ に対して ΔE が計測されていれば問題はないが、そのような資料はない。そこで、図-1 に示すように現地の水に対する ΔE が模型での ΔE_m と一致するように粒度の中にバントナイトを加えていく手法をとった。

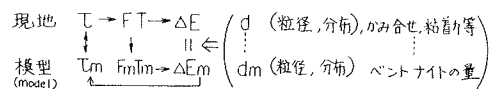


図-1 抗侵食力試験の考え方

2. 試験の概要

2.1 現地侵食試験 常願寺川水源部の泥谷・多枝原谷を例として、溪岸、溪床の粒度試験(図-2)および図-3に示す水中ポンプとノズル($\phi=42, 20, 16, 10 \text{ mm}$)を用いた現地試験を行ない、力(F)、時間(T)、侵食深(D)との関係を調べた。

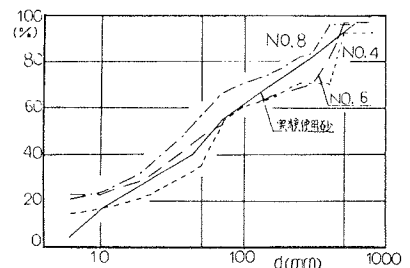


図-2 粒度分布(多枝原谷の例)

2.2 模型侵食試験 現地と同一の粒度分布を有する土砂(S) (図-2)とバントナイト(B)とにより、図-3に示す方法で現地実験の水量をフルード相似則で縮尺ダウンした水をあて、 F, T, D および B/S との関係を調べた。そして、特に溪床部での侵食力を検討するために、水路を用いた掃流力による侵食試験を実施した。試験は、現地で発生し

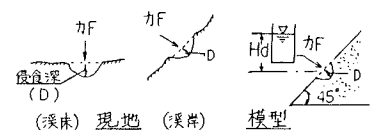


図-3 試験方法

うる流量を考慮し、 $Q=0.5, 1.0, 1.5 \text{ } \%$ について勾配、 B/S を変化させ、 T_m と ΔE_m との関係を調べた。

3. 試験結果と考察

3.1 現地試験結果 侵食深(D)は図-4に示すように時間(T)に比例し、ほぼ $\Delta D/\Delta T = \text{一定}$ とみなすことができる。そこで、侵食深(D)とその地点の平均粒径(d_m)との比(D/d_m)と $F \cdot T$ との関係を示すと図-5のようになる。図より D/d_m は $F \cdot T$ に比例し、 $D/d_m = \alpha \cdot (F \cdot T)$ の関係が成り立つとすると、No.14 浜岸では $\alpha \approx 0.2$ 、No.11, 9 浜岸では $\alpha = 0.5 \sim 2.0$ 、No.7, 4 では $\alpha \approx 1 \sim 2$ 、No.3 では $\alpha = 2.0 \sim 3.0$ となる。また、段丘上においては、 $\alpha = 0.5 \sim 1.0$ となっている。

3.2 模型試験結果

3.2.1 浜岸侵食試験 DとTとの関係は模型においても現地と同様 $\Delta D/\Delta T = \text{一定}$ とみなすことができた。 D/d_m と $F \cdot T$ の関係を図-6に示す。両者は $D/d_m = \alpha \cdot (F \cdot T)$ の関係がある。 α はバントナイトの混合比(B/S)によって変化し、 $B/S = 0$ では $\alpha \approx 3.5$ 、 $B/S = 0.03$ の時、 $\alpha \approx 2.7$ 、 $B/S = 0.05$ の時 $\alpha \approx 1.0$ 、 $B/S = 0.07$ の時 $\alpha \approx 0.3$ 、 $B/S = 0.10$ の時 $\alpha = 0.16$ となる。

3.2.2 水路侵食試験 図-7は B/S が0, 0.05, 0.10, 0.15について侵食速度(ΔE_m)と無次元掃流力(τ_*)との関係を示す。 ΔE は B/S が0の場合、 $\tau_* = 0.5$ より大きくなると急に増加するが、バントナイトを混合した場合、侵食速度は遅く、 τ_* に比例して増加する傾向がある。

4. 模型実験への適用

図-5, 図-6より多枝原平における土砂の抗侵食力と模型実験用材料との関係を定めたのが、図-8である。この模型実験と水路試験との侵食量は、ほぼ一致した。

したがって、この手法を用いて図-9に示したフローチャートに従い、まず第一に現地侵食試験を行ない、次に模型試験を実施し、両者の侵食状況が一致するような材料を選定すれば、フルードの相似則によっても土の抗侵食力を考慮した侵食実験が可能であると考えらる。

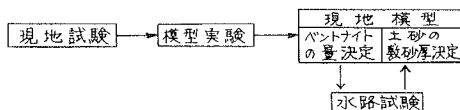


図-9 模型実験適用へのフローチャート

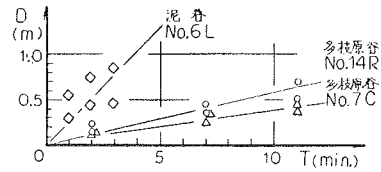


図-4 現地試験のD~T曲線の一例

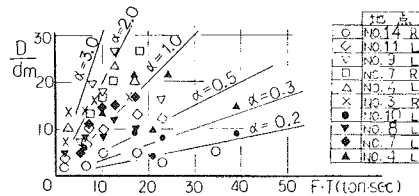


図-5 $D/d_m \sim F \cdot T$ の関係 (現地多枝原谷)

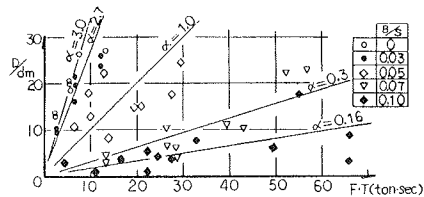


図-6 模型試験 $D/d_m \sim F \cdot T$ (現地換算)

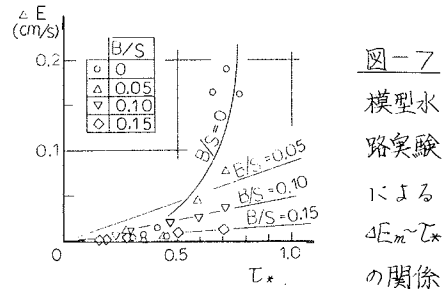


図-7
模型水路
実験
による
 $\Delta E_m \sim \tau_*$
の関係

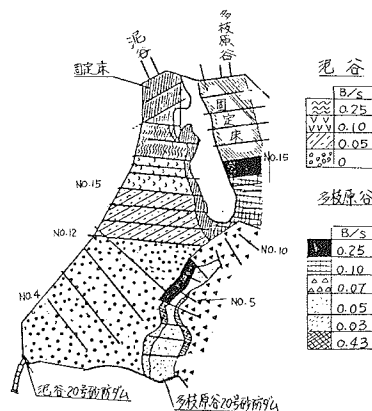


図-8 模型実験への適用例