

北海道大学・工学部 学生員 高橋 博行
 鴻 池 組 藤井 誠
 北海道大学・工学部 正 員 長谷川和義

1. はじめに 現在までに、非粘着性材料でできた河岸の浸食及び流路拡幅に関する研究は数多く発表されてきた。しかし、河川の中下流部河表には、多くのシルト・粘土が含まれており、これらに対して非粘着性河岸に関する理論や実験知識をそのまま適用することは不可能なものと考えられる。本研究は、実際の河川に多く見られるシルト混り砂からなる側岸の浸食を扱おうとするものであり、浸食機構の観察、浸食流路形状の性質、および浸食砂量の差異の考察に立眼をおいている。

2. 実験方法 図-1は、石狩川月形大橋における側岸の粒土分布、および実験に用いた混合材料の粒土分布を示したものである。実験は、全長15m、幅80cm、深さ20cmの勾配可変循環式水路を用い、流量、勾配を変えて合計6例につき行った。水路上に混合材料を12~13cm厚に敷き、アクリル製スクレーパーによって、水路中央に直線溝を切り、通水した。測定は、下流端より8m、6m、4mにNo. 1、No. 2、No. 3の測定断面を設け次の項目に関して行われた。

(1) 水面高 (水面勾配)、(2) 流路幅変化、(3) 横断面形状、(4) 浮遊シルト濃度、(5) 交換層におけるシルト混合率

3. 実験結果 (1) 図-2は、シルト浮遊濃度の測定結果を示すものであり、横方向のスケールによって観測位置に線を引き、大きさを表わしている。各断面の横断方向3地点での濃度はほぼ似た値を示しており、濃度分布による横方向への浮遊分の移動は見られない。また下流ほど高濃度を示しており、浸食によって浮遊したシルトが堆積することなく流下していることがわかる。図-3の縦棒は、シルト混合率を見る目的で、実験直後に側岸上部、下部、河床中央の3点で表面から10mmの層を採取し、乾燥後74 μ のふるいによるふるい分けを行って得た重量比率を示したものである。これを見るかぎり、浸食が、継続してきた側岸のシルト混合率は一定であり、これに対して河床中央では側岸および上流から運ばれてきた流砂が表面を覆って、シルト混合率がずっと低くなっている。以上より、浮遊シルトはウオッシュロードとして流下するのみで、浸食に対する影響をほとんどひき起さない。

(2) 福岡・山坂は非粘着性直線流路の横断面形状が相似な性質を有し、次のような連続な関数で置き換えられることを示した。

$$h=H[1-\{\exp(-(b-y)/D)+\exp(-(b+y)/D)-\exp(-2b/D)\}]$$

記号は図-4に定義するとおりである。

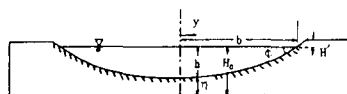
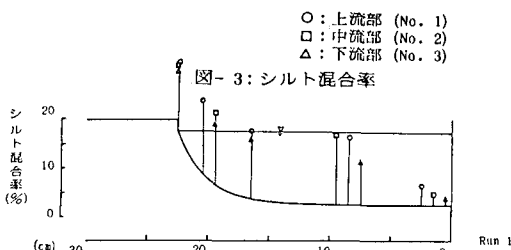
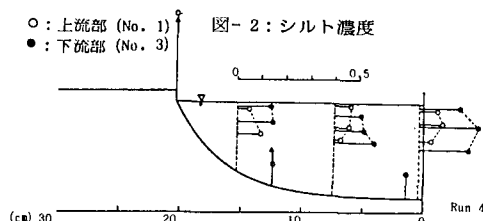
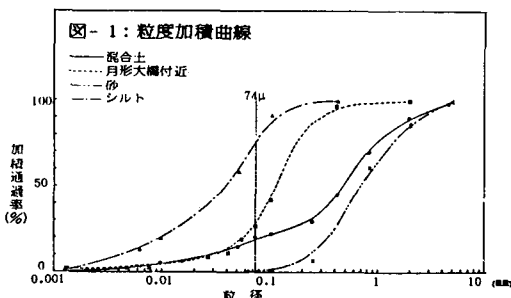


図-4: 記号の定義



H、Dは定数で、実測された半流路幅b、および流路半断面面積a、水際の傾斜角 $\tan\phi$ より求められる。図- 5は一回の実験において実測されたaとbを与えて上式より断面形状を求め、実測断面形状を比較したものである。実線が上式の形状を、破線が実測形状を表わす。いずれの時間についても両者はほぼ一致している。

4. 浸食流砂量 横断面形状が上式に従うことが確認できたので、福岡・山坂の方法により、横断方向流砂量を算定することができる。すなわち、流砂量の連続式より横断面形状式を使って q_{By} を求めると図- 6を得る。ただし、流下方向の出入りの差のない、完全な等流を想定し、 $dh_0/dt=0$ 、 $da/dt=0$ とみなした。図- 6を見ると、横断方向流砂量は、側岸水際点より、平均水深の1. 5~3倍の地点でピークをむかえている。

次に非粘着性側岸における横断方向流砂量と比較する目的で縦軸に $q_{By*}/\tan\phi$ 、横軸に τ_*/τ_{*c} をとり、ピーク値およびその前後4cmの実験値をプロットしたものが図- 7である。Parkerは、拡散により河床からまき上ったシルト分が、側岸部へ運ばれ、斜面上を掃流形式によってもどる結果、砂・シルト河岸の平衡が達成するものと考え、その形状を論じた。しかし、今回の実験では、シルトは、粘着力としての働きを示している。いま、長谷川の横断方向流砂量式について、流下方向流砂量を表現する部分の限界掃流力を $3\tau_{*c}$ にし、方向角を表わす部分のそれを τ_{*c} のままにするという修正を行うと、以下のようになる。

$$\frac{q_{By*}}{\tan\theta} = 0.057\left\{\left(\frac{\tau_*}{\tau_{*c}}\right)^{1/3} - 2.08\left(\frac{\tau_*}{\tau_{*c}}\right)^{-1/3}\right\} \left(\frac{\tau_*}{\tau_{*c}} - 3\right)$$

これは、河岸砂の移動時には粘着力を受けるが、ひとたびシルト分が洗い流された後は、通常の砂と同様な運動を行うと考えたものであるが、式と実験値はよく一致しているのがわかる。また、シルト混合率の小さい河床近傍の測定値は修正なしの線上にのっている。

参考文献

- 1) 福岡捷二・山坂昌成：なめらかな境界形状をもつ直線流路のせん断力分布と拡幅過程の解析，土木学会論文集，第351号／Ⅱ- 2，1984
- 2) Parker, G. : Self- formed straight rivers with equilibrium banks and mobile bed. Part1. The sand- silt river, J. Fluid Mech. (1978), vol. 89, part1, 1978
- 3) 長谷川和義：非平衡性を考慮した側岸浸食量式に関する研究，土木学会論文報告集，第316号，1981

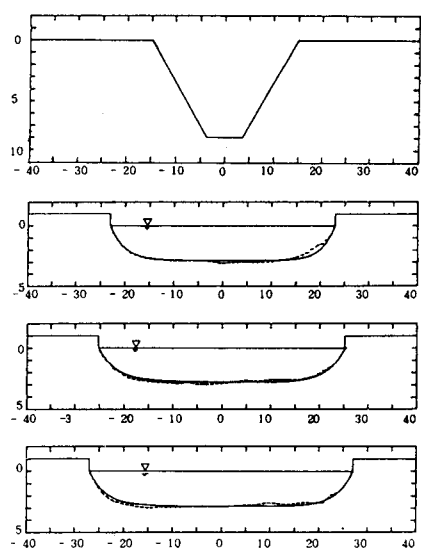


図- 5：横断面形状

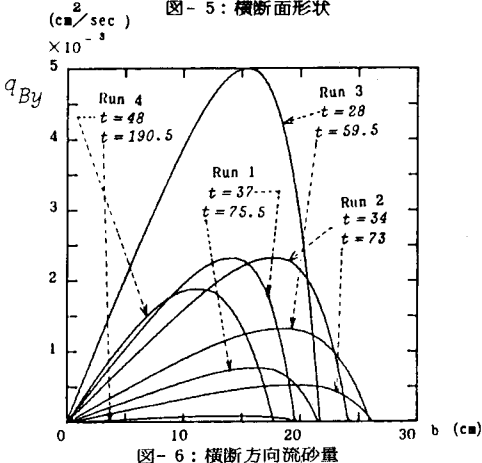


図- 6：横断方向流砂量

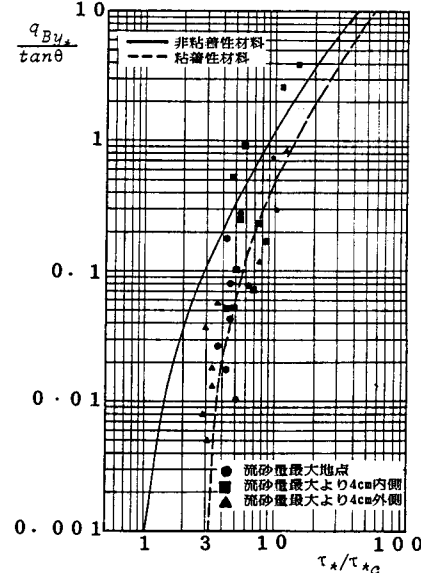


図- 7：横断方向流砂量式