

II-232

弯曲部における河岸侵食機構に関する研究

立命館大学大学院 ○学生員 青木章浩
立命館大学理工学部 正会員 江頭進治
(財)河川環境管理財団 正会員 大槻英樹
(株)ニュージェック 松田哲裕

1 結言 多自然型河川工法のための有用な情報を得ることを目的として、砂で整形して作った一樣弯曲台形断面水路において河岸侵食実験を行い、外岸における砂粒子の移動限界と河岸侵食機構について考察したものである。

2 実験の概要 実験水路は、図1に示すようなもので、直線と円曲線を組み合わせた一樣弯曲水路を持つ複断面水路である。水路幅250cm、低水路幅120および150cm、弯曲部中心角 90° (90° 弯曲)、低水路中心線上での曲率半径205cm、上流直線区間長500cm、下流直線区間長400cm、高水敷高10cmである。実験では、平均粒径1.13mmの寒水石を用い、河床勾配は、1/1000, 1/500, 低水路河岸の法面勾配は1:5, 1:2とした。流量は、予備実験により低水路が満杯になる流量を調べ、これを定常的に与え、給砂は、河床が低下上昇しないように留意しながら行った。実験は、表1に示すような条件で行い、測定項目は、水位、河床位、局所流速などであり、これらは、図1の測線上で測定された。以下、図1の太線で書かれた断面で測定された河床横断形状のデータに基づいて検討する。

図2は、RUN 1の0および10における水位および河床横断形の一例である。弯曲入口では顕著な変化はないのに対し、弯曲出口の外岸部は侵食が進み、内岸部に顕著な堆積が見られる。

表1 実験条件

RUN	河床勾配 1.	法面勾配 1:s	流量 Q (ℓ/s)
1	1/500	1:5	38.2
2	1/1000	1:5	35.5
3	1/1000	1:2	38.9

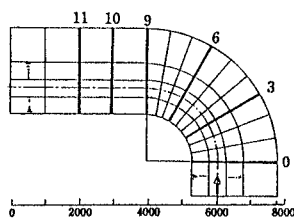


図1 測線図

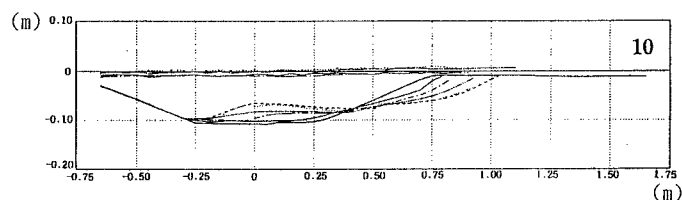
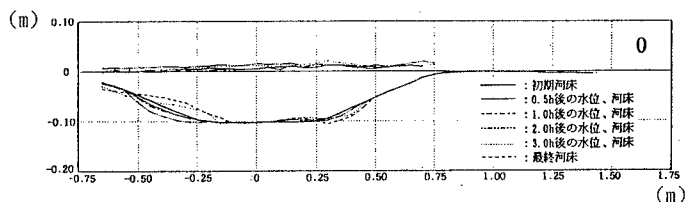


図2 RUN 1の河床横断形

3 河岸侵食機構 図3は、外岸斜面における砂礫の移動限界を検討するための模式図である。ここに、 θ は外岸の傾斜角、 x 軸は主流の向き、 v_b は斜面における流速ベクトルで、 x 軸とのなす角は δ である。 v_s は砂粒子の移動速度で、 x 軸とのなす角は γ である。このような場において、砂粒子の移動限界状態における力のつり合いを考え、 γ に対する揚力の影響を省略すると、外岸斜面における粒子の移動限界が、次式のように得られる。

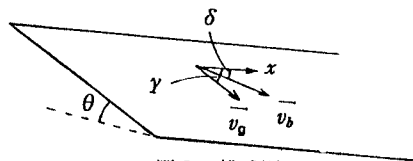


図3 模式図

$$\tau_{*sc} = \tau_{*c} \frac{\cos \theta}{\cos \delta} \frac{-\frac{1}{\mu} \tan \theta \tan \delta + \sqrt{\tan^2 \delta - \frac{1}{\mu^2} \tan^2 \theta + 1}}{\tan^2 \delta + 1} \quad (1)$$

ここに、 τ_{*c} は平坦河床における無次元限界掃流力、 μ は砂礫の摩擦係数である。

芦田、江頭¹⁾らの側岸侵食量式を外岸斜面部のもの書き直すと次のようになる。

$$q_{ps} = \frac{q_p}{u_* d} = F_{0*} \varepsilon^2 \tau_*^{1/2} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^2} \frac{\tau_{*sc}}{\tau_*} \right)^3 \frac{1}{\sin \theta} \frac{h}{d} \quad (2)$$

ここに、 $F_{0*} = (k_s/k_z) F_0$ であり、 $k_z = \pi/4$ 、 $k_s = \pi/6$ 、 $F_0 = 0.03$ 、 $u_{*s} = \varepsilon u_*$ （ u_{*s} 、 u_* は斜面部および平坦床の摩擦速度）であって、 ε は河岸部への流れの集中度を表すパラメータである。直線水路では従来、 $\varepsilon^2 = 0.5$ 程度に推定されている。上式によれば、河岸侵食は τ_{*sc} （ δ 、 θ ）および流れの集中度 ε に依存することがわかる。

そこで、各断面の河岸侵食のデータが、 δ や ε^2 のどんな値によって説明されるかを調べてみる。図4(a),(b),(c)は、それぞれ、式(2)とRUN 1, 2, 3を比較したもので、式(2)において、 $\tau_{*c} = 0.05$ 、 $\theta = 20^\circ$ 、 $h/d = 61.9$ としている。また、 τ_* には断面平均値を用いており、実験データは各断面ごとに、かつ通水初期 t_0 から通水終了時 t_4 までの間に得られた4つのデータを線で結んでいる。ここに、●は $t_3 \sim t_4$ のデータである。

図4を見ると、外岸の侵食が激しい断面6より下流のデータは、時間の経過に伴い式(2)において $\varepsilon^2 = 1$ （ $u_{*s} = u_*$ ）とした曲線の方へシフトしていることがわかる。これは、流れの集中に伴い外岸斜面の掃流力が増加していることを意味している。そこで τ_* の分布を調べてみる。

図5は、RUN 3における河床付近の2点（河床から5mm, 10mm）の流速を微流速計（プロベラ式）により測定し、対数則を仮定して、 τ_* を求め、その分布を示したものである。これによると、 τ_* の絶対値の評価には若干問題があるものの、断面6よりも下流において、流れの集中による外岸斜面の掃流力の様子が捉えられている。

4 結語 弯曲水路外岸の侵食機構について若干の考察を行った。今後、同様の流路を対象として、 ε^2 および δ に関する一般的な評価法の確立に努めたい。

参考文献

- 1) 芦田和男・江頭進治・加本 実：山地流域における侵食と流路変動に関する研究(2)，京大防災研究所年報，第26号B-2，1983，

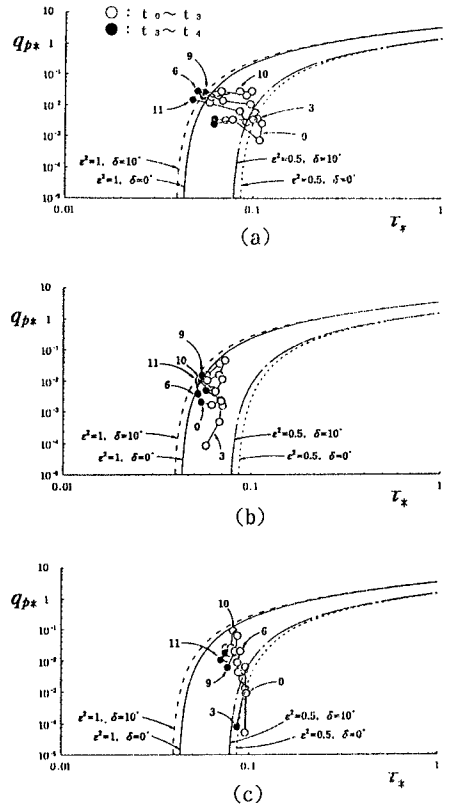


図4 式(2)と実験値

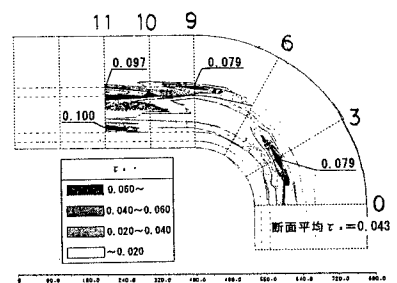


図5 RUN 3における τ_* の分布