

早稲田大学理工学部 正会員 ○ 鮎川 登
 学生会員 北川 善廣
 学生会員 桑原 雅夫
 学生会員 蔵 宏

1. まえがき 河床に砂礫堆(交互砂洲)が形成される直線河道では、砂礫堆が移動することにより種々の障害を生ずる場合があるが、河道を適当な曲率で蛇行させると、砂礫堆の移動を停止させることができ、治水上および利水上都合が良いことが指摘されている¹⁾。本研究はこのような河道計画の観点から砂礫堆の移動を停止させるような曲率および彎曲角の小さい彎曲が連続する緩蛇行水路内の河床変動に関する実験に基づいて彎曲部の洗掘深の特性について検討したものである。

2. 実験装置および実験条件 実験には、長さ5.6 m、幅20 cm、曲率半径1.625 m、波長1.6 m、振幅5 cm および長さ5.6 m、幅10 cm、曲率半径0.813 m、波長0.8 m、振幅2.5 cm の二種類の鋼製蛇行水路を使用した。移動床材料としては、平均粒0.18, 0.67, 0.82 および2.3 mm、比重2.65のほぼ均一な四種類の砂と平均粒径0.78 mm、比重1.83 および平均粒径1.70 mm、比重1.79 の二種類のメサライトを用いた。実験は移動床および砂あるいはメサライトを平坦にはりつけた固定床の状態で行ない、水面形状と河床形状をポイントゲージとレベルを用いて測定した。移動床の実験の場合には、水路上流端で砂あるいはメサライトを補給しながら河床形状がほぼ安定したと思われるまで通水した(通水時間は10~60分であった)。水路勾配は1/75, 1/50 および1/300、流量は0.21~5.00 l/sec の範囲で変化させた。フルード数の範囲は0.51~1.56 である。

3. 実験結果の解析 緩蛇行水路内の河床変動の傾向は図1に示すようである。すなわち、凹岸頂部のやや下流から凸岸沿いに凸岸頂部の下流まで洗掘され、洗掘された砂は水路に沿って流送され、同じ岸の凸岸下流から凹岸頂部にかけて堆積する。最大洗掘部は凹岸から凸岸への変曲点付近に生ずる。以下では、最大洗掘深の特性について考察する。同一横断面内の最高点と最低点の高さの差のうち、蛇行水路の半波長の区間における最大値をその区間の洗掘深とし、横断測量の結果から各区間における洗掘深を求め、それらの平均値をその実験条件に対する洗掘深 ΔH とした。平坦固定床の実験の場合には、左岸および右岸に沿う水位の縦断変化は図2の上の図のようになり、平坦固定床の緩蛇行水路内の流れの水路壁に沿う水面勾配は凹岸部の頂点から凸岸部の頂点にかけて急になり、凸岸部の頂点から凹岸部の頂点にかけては緩く、あるいは逆勾配になり、階段状を呈する。移動床実験の場合には、水面勾配が急で、流速が加速される凹岸から凸岸にかけて水路床が洗掘され、水面勾配が最も急になる凹岸から凸岸への変曲点付近で最大洗掘が生じ、凸岸から凹岸にかけての水面勾配が緩く、あるいは逆勾配になるところで堆積が生じ、水面形状は図2の下の図のように滑らかになる。また、彎曲による流量分布の偏りは殆んどなく、砂粒子も水路にほぼ平行に動く。このようなことから、本研究で対象にしたような緩蛇行水路における洗掘現象は水路

が蛇行していることにより生ずる流れ方向の水面勾配の変化に關係するものと考えられる。

水路が蛇行していることにより生ずる流れ方向の凹岸と凸岸の水位差 ΔH は横断面内の凹岸と凸岸の水位差とほぼ等しいと

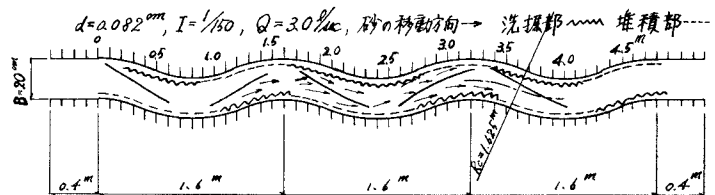


図1 緩蛇行水路内の河床変動図

考え、 ΔH は近似的に次式で与えられるものとする。

$$\Delta H = (u_m^2 / g r_c) B$$

そうすると、洗掘が生ずる凹岸部頂点から凸岸部頂点にかけての水面勾配は直線水路の場合と比較して

$$\Delta I = \Delta H / L = (u_m^2 / g r_c) (B / L)$$

だけ増加し、無次元掃流力は

$$\begin{aligned} \frac{\Delta u_*^2}{(\frac{\rho_s}{\rho_f} - 1) g d} &= \frac{g R \Delta I}{(\frac{\rho_s}{\rho_f} - 1) g d} = \frac{B}{L} \frac{R}{r_c} \frac{u_m^2}{(\frac{\rho_s}{\rho_f} - 1) g d} \\ &= \frac{B}{r_c} \frac{R}{L I} F_r^2 \tau_* \end{aligned}$$

だけ増加することになる。ここで、 B は水路幅、 r_c は水路中心線の曲率半径、 L は水路蛇行の半波長、 I は水路勾配、 R は径深、 $F_r = u_m / \sqrt{g R}$ はフルード数、 g は重力の加速度、 $\tau_* = u_*^2 / ((\rho_s / \rho_f - 1) g d)$ は無次元掃流力、 ρ_s は移動床材料の密度、 ρ_f は流水の密度である。この掃流力の増加によって局所洗掘が生ずるものとする。

洗掘深に関する無次元量としては、以前に²⁾移動床材料として砂を用いた実験の場合について導いた $(\Delta z / d) (L / I)^{1/3} I^{2/3}$ を移動床材料の比重の影響を考慮して

$$\frac{\Delta z}{d} \left(\frac{\Delta z}{L I} \right)^{1/3} \left(\frac{I}{\rho_s / \rho_f - 1} \right)^{2/3}$$

と修正したものをを用いる。

無次元量 $(\Delta z / d) (L / I)^{1/3} (I / (\rho_s / \rho_f - 1))^{2/3}$ と $(B / r_c) (R / L I) F_r^2 \tau_*$ を用いて実験結果を整理すると、図3のようになる。

本研究は文部省科学研究費（一般研究C）の補助を受けたことを記し、謝意を表する。

参考文献

- 1) 木下良作：河道平面計画試論，1972年度水工学に関する夏期研修会議義集，Aコース，土木学会水理委員会，1972年7月
- 2) 鮎川登・三村隆：緩蛇行水路内の流れと弯曲部洗掘深，土木学会水理講演会講演論文集，土木学会水理委員会，1976年2月

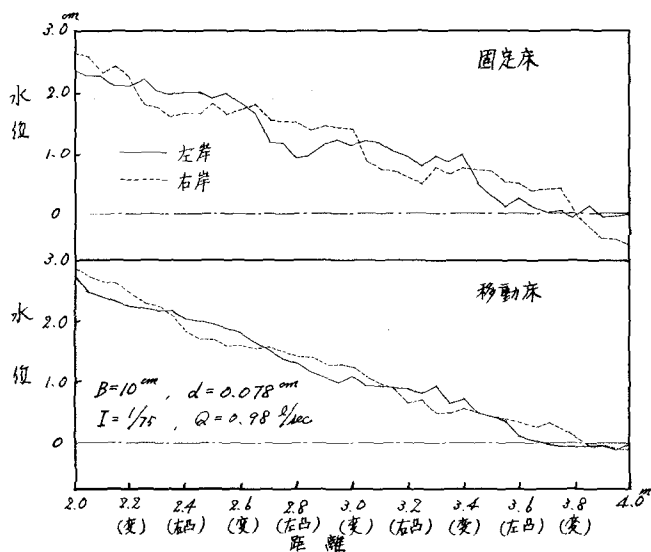


図2. 緩蛇行水路内の流れの水位の縦断変化

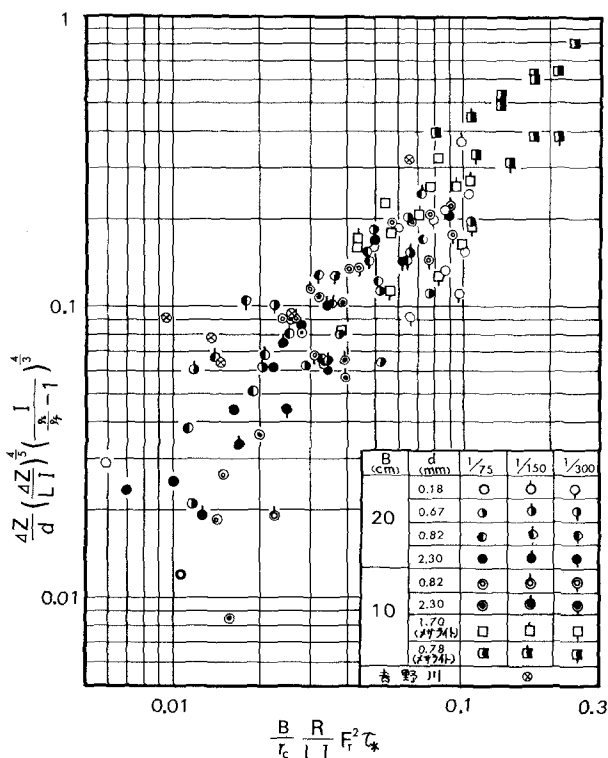


図3. 緩蛇行水路内の弯曲部洗掘深