

舞鶴工業高等専門学校 正員○川合 茂
鳥取大学工学部 正員 道上正規

1. はじめに：横越流分水工は都市型水害の防止軽減策の一つとして、また環境保全の一環として、その有用性が高まっている。これまで、直線水路から横越流する場合の越砂特性と河床変動についてかなり明らかにしてきた¹⁾。本研究は、弯曲部の外岸から横越流する場合について流量・流砂量配分に関する実験的な検討を行ったものである。

2. 実験の概要：実験水路は、図-1のように、弯曲部の外岸に横越流部を設けたもので、弯曲部の上下流は直線区間となっている。諸元は、水路幅20cm、弯曲偏角 90° 、 $r_c/B=3$ (r_c ：中心曲率半径、 B ：水路幅)、上流の直線区間長4.5 m、下流のそれは1.6 mである。横越流部は $70^\circ \sim 86.4^\circ$ (堰長は20cm)である。横越流量および横越砂量の分布を知るため、図示のように分水路を4分割している。堰天端高は初期河床位より約0.5 cm高くしている。流量 $Q=4.0 \text{ l/s}$ 、初期河床勾配 $1/300$ の条件下で、単水路弯曲流において平衡状態に達した後に横越流を開始し、流量・掃流砂量配分を測定した。その後河床をモルタルで固定して浮遊砂量配分を測定した。

3. 実験結果：(1) 河床形状：図-2に平均の水位および河床位の縦断変化を示す。まず、弯曲部をみると、 40° 付近より下流の河床が初期河床よりかなり低下している。 40° 付近より下流の内岸側に形成される剥離域の影響と思われる。さて、弯曲部より上流では、横越流に伴って水位、河床ともに単水路弯曲流の場合より約1cm 低下している。横越流に伴う断面拡大によるものと思われる。弯曲部では、横越流に伴って水位が低下するものの、河床位は単水路弯曲流の場合と大差ない。弯曲部の河床変動に及ぼす横越流の影響は小さいと思われる。横越流部より下流では、横越流に伴って河床が上昇し、河床勾配は単水路弯曲流の場合より大きくなる。後述するように、横越流量配分比 κ と横越砂(掃流砂)量配分比 κ_s との関係が $\kappa > \kappa_s$ となるためである。

(2) 流量配分：図-3に横越流開始直後からの流量配分比 κ の変化を示す。 κ の添字1~4は図-1の分割した分水路番号に対応している。横越流開始直後は $\kappa \approx 0.37 \sim 0.4$ であるが、その後少し大きくなり、 κ

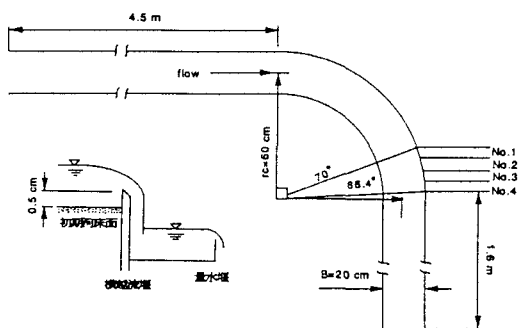


図-1 実験水路の概略図

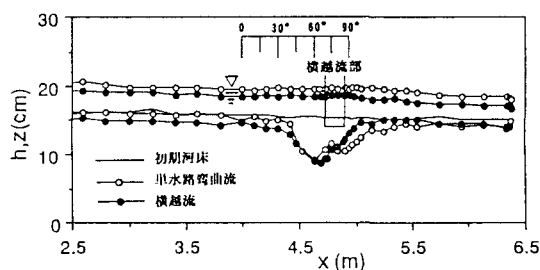


図-2 水位、河床の縦断形状

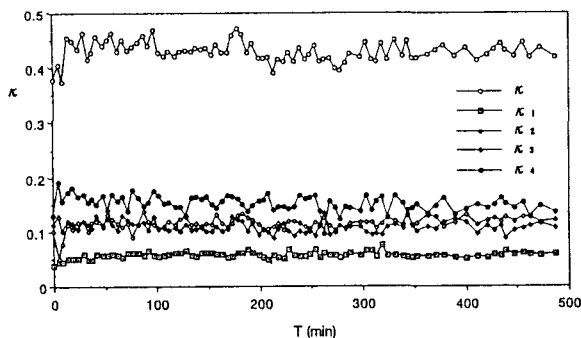


図-3 流量配分比の経時変化

$\approx 0.42 \sim 0.45$ となる。横越流部より下流の河床上昇によるものと思われる。横越流量の内訳をみると、下流側(No. 4)からの越流量が大きくなっている。

(3) 掃流砂量配分：図-4にNo. 4で採取した掃流砂の横越砂量の経時変化を示す。横越砂は間欠的に生じ、その量はほぼ $0.3 \text{ cm}^3/\text{s} \sim 1.2 \text{ cm}^3/\text{s}$ の範囲で変動している。横越砂は、彎曲部外岸の $30^\circ \sim 40^\circ$ で発生する砂堆が前進し、横越流部に達したときに生ずる。図-5に砂堆の波高 H と偏角 X の関係を示す。横越砂(●印)するときの砂堆は、波高が大きく、かつ横越流部下流端付近に位置するものである。ちなみに、越砂の卓越周期は6分で、越砂継続時間は20秒～40秒の場合が多い。越砂量は砂堆の発達程度に依存する。

図-6に横越砂開始からつぎの越砂開始までの平均の掃流砂量配分比 κ_g の経時変化を示す。 $\kappa_g = 0.02 \sim 0.13$ とかなりの範囲で変動している。総横越砂量と総掃流砂量から求めた平均掃流砂量配分比 κ_{gm} は 0.064 で、流量配分比 κ との比は $\kappa_{gm}/\kappa = 0.148$ となる。掃流砂量配分比は流量配分比よりかなり小さく、横越流堰を設けない場合の $\kappa_g/\kappa = 0.5 \sim 1.3^{23}$ より小さくなっている。横越流部直下流における河床上昇の原因である。

(4) 浮遊砂量配分：図-7に彎曲部の上下流における浮遊砂濃

度の横断分布を示す。下流断面の方が大きくなっている。いずれの断面でも浮遊砂の一部が掃流砂に遷移していた。しかし、彎曲部では内岸側の堆積領域を除いて、掃流砂への遷移は見られなかった。彎曲二次流によって浮遊砂濃度が大きくなり、その影響が下流に及んでいるためと思われる。

主水路下流端および横越流堰直下流で採水した濃度より浮遊砂量配分比 κ_s を求めてみると、 $\kappa_s = 0.284$ で、内訳は、 $\kappa_{s1} = 0.014$ 、 $\kappa_{s2} = 0.064$ 、 $\kappa_{s3} = 0.065$ 、 $\kappa_{s4} = 0.141$ (添字の数字は図-1の分水路番号)である。横越流部下流側からの越砂が多い。浮遊砂量配分比 κ_s と流量配分比 κ との比は、 $\kappa_s/\kappa = 0.584$ となる。主水路下流端で採取した流砂には、掃流砂に遷移したものも含まれているが、彎曲部では掃流砂が見られなかったことを考慮すると、上述の結果はおおむね浮遊砂量配分を表していると思われる。

4. むすび：彎曲横越流における越流特性および越砂特性を実験的に明らかにした。今後、浮遊砂量配分をさらに検討するとともに、横越流部周辺の流れの3次元特性を調べていきたい。有益な助言を頂いた立命館大学江頭進治教授に謝意を表す。

参考文献：1) 川合・江頭・芦田：横越流に伴う越砂と河床変動に関する研究、土論Ⅱ、No. 473、1993。 2) 川合・芦田・田中：彎曲分流における流量・流砂量配分について、第35回年講、1980。

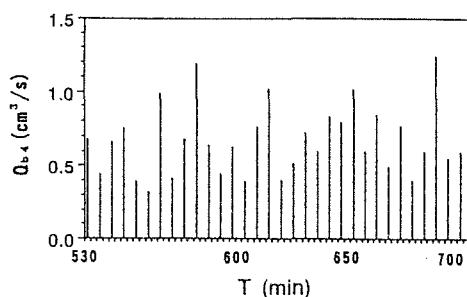


図-4 横越砂量の経時変化(No. 4)

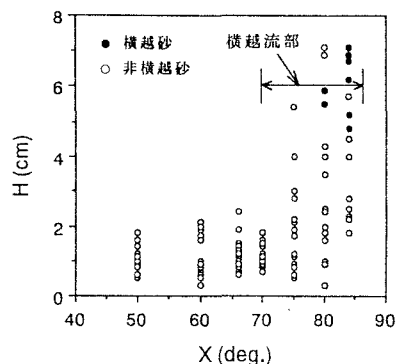


図-5 砂堆の波高

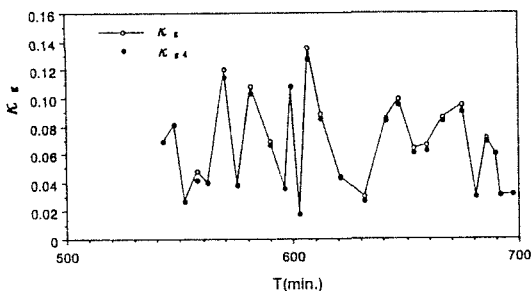


図-6 掃流砂量配分比の経時変化

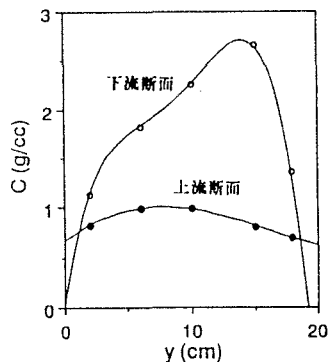


図-7 浮遊砂濃度の横断分布