

Ⅱ-216

弯曲河道における河床変動と河岸せん断力の評価法(2)

京 都 府
立命館大学大学院
立命館大学理工学部
立命館大学理工学部
(財) 河川環境管理財団

○正会員 青木章浩*
学生員 守田克成*
正会員 江頭進治*
正会員 金 海生*
正会員 大槻英樹**

1. はじめに 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、一樣弯曲台形断面水路における移動床実験および平面二次元解析を行い、弯曲部における河床変動と河岸せん断力の評価法について考察したものである。

2. 実験および数値計算の概要 実験水路は、直線と円曲線を組み合わせた一樣弯曲水路を持つ2種類の複断面水路である。水路幅

250cmと50cm、低水路幅100cmと30cm、弯曲部中心角90°と180°、低水路中心線上での曲率半径205cmと95cmの2種類で、高水数高はそれぞれ10cmおよび5cmである。実験では、平均粒径1.13mmと2.16mmのほぼ一樣な砂を用い、法覆工

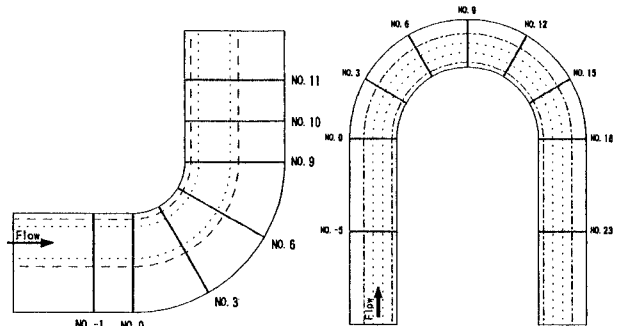


図1 測線図

図2 測線図

表1 実験条件

Run	弯曲角 (°)	河床勾配 I	法面勾配 $1:s$	護岸	流量 Q (l/s)	時間 hr:mm
1-1	90	1/500	1:2	外岸	40.4	17:00
1-2	90	1/500	1:2	両岸	40.4	32:20
1-3	90	1/500	1:5	両岸	38.2	21:50
2-1	180	1/200	1:2	外岸	3.45	4:00

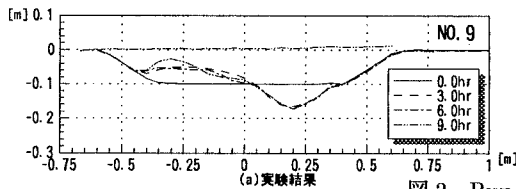
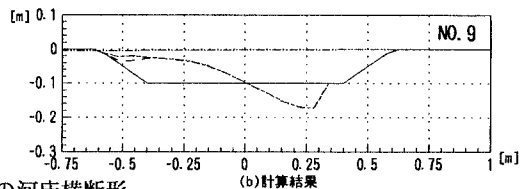


図3 Run1-2の河床横断形



にそれぞれ平均粒径5.34mmの珪砂と4.05mmの寒水石を用いた。河床勾配は1/500と1/200、低水路河岸の法面勾配は、1:5、1:2とした。流量は、予備実験により弯曲部高水数に水がのらないときの流量を調べ、これを定常的に与えた。給砂は行っていない。実験は、表1に示すような条件で行った。測定項目は、水位、河床位、流速分布などである。一方、平面二次元モデルを用いて流れと河床変動の解析を行った。支配方程式は、境界適合型直交曲線座標系における運動方程式、連続式、流砂の連続式である。流砂量式には、芦田・道上式を用いている。

図3(a)、(b)は、Run 1-2の断面9における水位および河床横断形を示している。実験、計算結果とも、河岸が護岸によって保護されているため河岸侵食はないが、弯曲部外岸側の河床部では激しい侵食がみられ、内岸部には顕著な堆積がみられる。河床最深部は、計算では実験

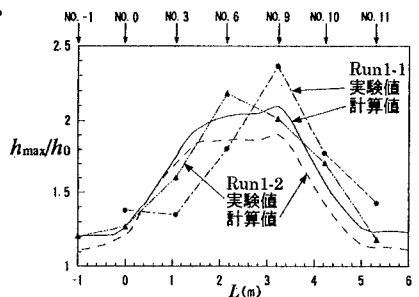


図4 L と $h_{\max}/h_0$ の関係

Key words: curved channel, bed variation, stability of bank material

* 〒525-77 草津市野路東 1-1-1
** 〒540 大阪市中央区大手前 1-6-4

TEL. 0775-61-2732
TEL. 06-942-2310

FAX 0775-61-2667
FAX 06-942-2118

よりも外岸側に生じている。堆積は計算において若干大きく、ほぼ内岸法肩にまで達している。

図4は、最大洗掘深の縦断分布に関する実験値と計算値である。ここに、 L は弯曲入口から測った縦断距離、 $h_{\max}$ は最大水深、 h_0 は断面0の平均水深である。図によると両者とも断面6、9付近の洗掘が大きいことが分かる。

3. 河岸せん断力の評価 図5(a)、(b)、(c)は、それぞれRun1-2、Run2-1の水深平均流速の横断分布を表したものである。図の横軸の B は、水面幅である。 u_m は断面0から9までの空間平均流速であり、 $(u/u_m)^2$ は、流れの集中度を表している。Run1-2の実験では、弯曲入口近傍では内岸に流れが集中し、NO.6からNO.9の間で外岸へ流れが集中するようになっていく。一方、Run1-2の計算値についてみると、断面-1から3までが内岸側に、断面6から下流直線区間の断面11において外岸側に流れの集中が生じている。Run1-2の流れの集中度の最大値は実験で1.5、計算で1.9程度となっている。また、Run2-1(180°弯曲)の流れの集中度の最大値は実験で2.0程度である。

斜面上における砂礫の無次元限界掃流力は、次式で与えられる。

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

ここに、 τ_c は平坦床の無次元限界掃流力、 δ は2次流と主流のなす角度、 θ は斜面の傾斜角である。

ここで、流れの集中度 $\varepsilon^2 = (u_s/u_*)^2$ を導入し、 $\tau_{sc} = \varepsilon^2 \tau_c$ (τ_c は断面平均掃流力)として、 τ_c と θ の平面上に式(1)を書くと、図6ようになる。図の曲線の原点側は、外岸の砂粒子が移動しない領域に相当する。河床材料および護岸材料を用いて作られる無次元掃流力をプロットすると図示ようになる。計算値において、流れの集中度の最大値がほぼ $\varepsilon^2=2.0$ であることから、この場合の移動限界線に着目してデータを見ると、法面勾配1:2の90°弯曲では河床材料は限界線の上側にあり、護岸材料は侵食限界の境界にある。法面勾配1:5では護岸材料はかなり安定な領域にある。これらのことは実験事実に対応している。

4. おわりに 河岸せん断力の評価法についての考察を行い、流れの集中度の推定が可能であることを示した。今後、弯曲角、曲率の違いによる検証を行い、より一般的な河岸せん断力の評価法の確立を目指すつもりである。

参考文献 1) 青木章浩・江頭進治・金 海生・角野 稔・守田成成：弯曲河道における河床変動と河岸せん断力の評価法、平成9年関西支部年次学術講演会。 2) Shinji Egashira, Hai-sheng Jin and Fuminao Nakanishi: Characteristics of Flow and Bed Deformation in Meandering Reach of Brantas River, Indonesia, Proc. WDFGM, Yogyakarta, Indonesia. Aug.21-23,1996.

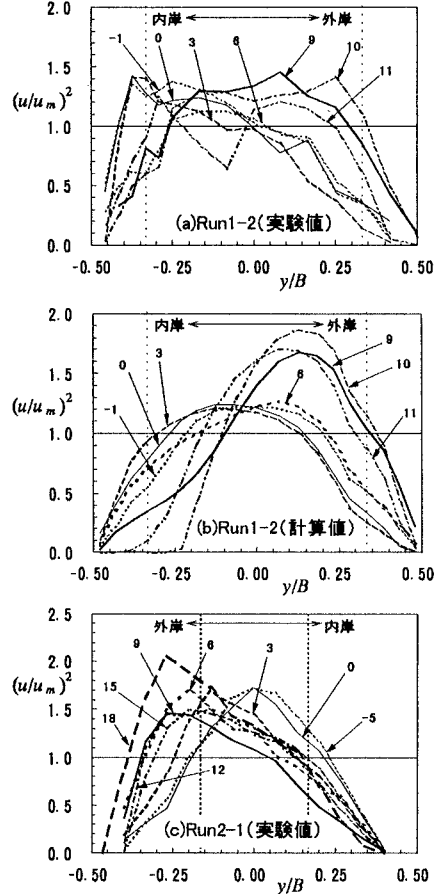


図5 流速の横断分布

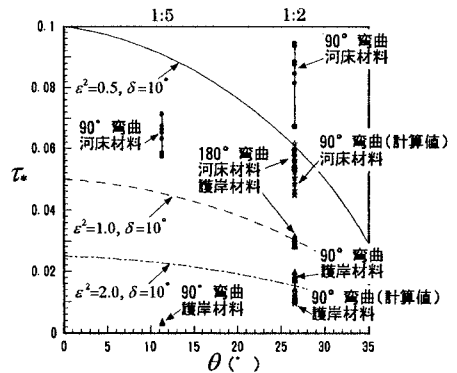


図6 θ と τ_* の関係