

立命館大学理工学部
立命館大学理工学部
立命館大学理工学部
立命館大学大学院

○学生員 長阪哲也
正会員 中川博次
正会員 江頭進治
学生員 渡邊有子

1.はじめに

河川弯曲部においては、外岸沿いに流れの集中が生じ二次流が形成されるため河床が侵食され、外岸部は河道の弱点部となる。本研究においては、河道弯曲部の河床変動、特に最大洗掘深に着目して、それに及ぼす無次元掃流力の影響を移動床水路実験および二次元平面流モデルを用いた数値シミュレーションによって検討する。

2. 実験条件および計算条件

図-1は、実験水路であり、直線と円曲線を組み合わせた一様弯曲水路である。水路幅50cm、低水路幅26cm、弯曲部中心角180°、低水路中心線の曲率半径100cm、上流直線区間長300cm、下流直線区間長200cm、法面及び根入れの勾配は1:2である。実験では、河床材料に平均粒径1.0mmのほぼ一様な珪砂を用いた。掃流力の河床変動に対する影響を調べるために、河床勾配や流量を調整することで掃流力を変化させた3ケースの実験を行った。表-1は実験条件である。Case1、Case2およびCase3においては共に法覆い工及び根入れ工は河床材料と同じ平均粒径の珪砂を用いて、ラッカーズプレーで固定することによって作成している。図-2は初期の横断形状を示している。給砂は上流において定常的に与えている。

数値解析は、流水の連続式、運動方程式および流砂の連続式からなる支配方程式を境界適合型直交曲線座標系で表したものを有限差分することによって行っている。

3. 実験および計算結果と考察

図-3(a)、(b)および(c)は、それぞれNo.6、No.9およびNo.15の通水5.0hr後におけるCase1、Case2、Case3の河床形状に関する実験値である。図-4(a),(b)は各断面の最大洗掘深の縦断分布に関する実験値および計算値である。ここで、Hmaxは各断面における最大洗掘深である。横軸LはNo.0を基準とした河道中心線上の縦断距離である。

図-3(a)~(d)を用いて、弯曲入り口からの角度が60°、90°、120° および150° の断面における河床変化についてみる。いずれのケースにおいても、無次元掃流力が大きくなると外岸部が洗掘さやすくなり、河床低下する傾向が強く現れる。これは、各断面におけ最大洗掘深に及ぼす掃流力の影響が大きいことを示している。一方、120° および150° においては二次流の発達領域にあるため、河床の洗掘に及ぼす無次元掃流力の影響を顕著に受けている。

図-3(a)~(d)を用いて、弯曲入り口からの角度が60°、90°、120° および150° の断面における河床変化についてみる。いずれのケースにおいても、無次元掃流力が大きくなると外岸部が洗掘さやすくなり、河床低下する傾向が強く現れる。これは、各断面におけ最大洗掘深に及ぼす掃流力の影響が大きいことを示している。一方、120° および150° においては二次流の発達領域にあるため、河床の洗掘に及ぼす無次元掃流力の影響を顕著に受けている。

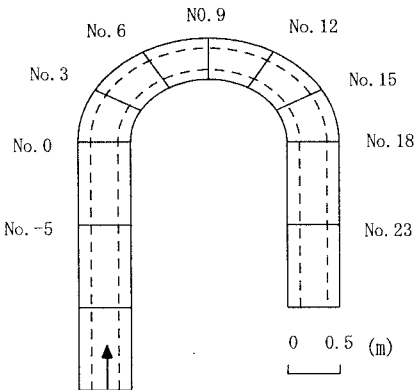


図-1 実験水路および測線図

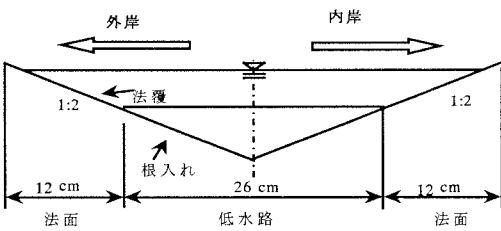


図-2 横断形状

表-1 実験および計算条件

Case	河床勾配	法面勾配	河床材料 (mm)	護岸材料 (mm)	流量 (l/s)	時間 (hr.)	水深 (cm)	無次元掃流力 (τ_*)
1	1/400	1:2	1.0	1.0	8.70	5.0	4.99	0.075
2	1/200	1:2	1.0	1.0	6.16	5.0	3.52	0.107
3	1/200	1:2	1.0	1.0	12.3	5.0	5.56	0.168

次に、図-4を見てみる。図-4(a)よりCase1では最大洗掘深のピークは $60^\circ \sim 90^\circ$ 付近となっている。一方、Case1より掃流力の大きいCase2およびCase3においては最大洗掘深のピークは $120^\circ \sim 150^\circ$ の付近にある。つまり、無次元掃流力が大きくなるに従って最大洗掘を生じる位置は弯曲入り口から 60° の位置から、弯曲出口に近い $120^\circ \sim 150^\circ$ の位置に変化し、河道内の最大洗掘深位置がシフトする事がわかる。また、弯曲河道では 60° 付近で深掘れが生じ、下流に向かって減少した後再び洗掘が生じ下流に向かって減少するという傾向を示している。なお、再び増加する洗掘はそれぞれのケースにおいて位置が異なってくる。これは $60^\circ \sim 90^\circ$ 付近では上流の砂堆の発達や移動に支配されず、流れの集中の影響によってこの付近での洗掘が常になくなっているためである。これに対し、掃流力が大きいケースで、弯曲下流部における他のピークについては図-3(c)(d)の結果からわかるように流線の曲率の影響が強く現れたものであると考えられる。また、図-3および図-4(a)に見られるように、最大洗掘深に対して砂堆規模の河床の擾乱が大きく影響しているものと思われ、今後検討が必要である。

4. おわりに

今後、実験と数値シミュレーションにより曲率半径や根入れの入れ方などの諸要因が河床変動に及ぼす影響を解明し、河道弯曲部における流体力を把握するための情報を提供していきたい。

5. 参考文献

守田克成・江頭進治・金 海生・大槻英樹：弯曲河道における洗掘と流れの集中度に関する研究、土木学会第53回年次学術講演会概要集2、1998。

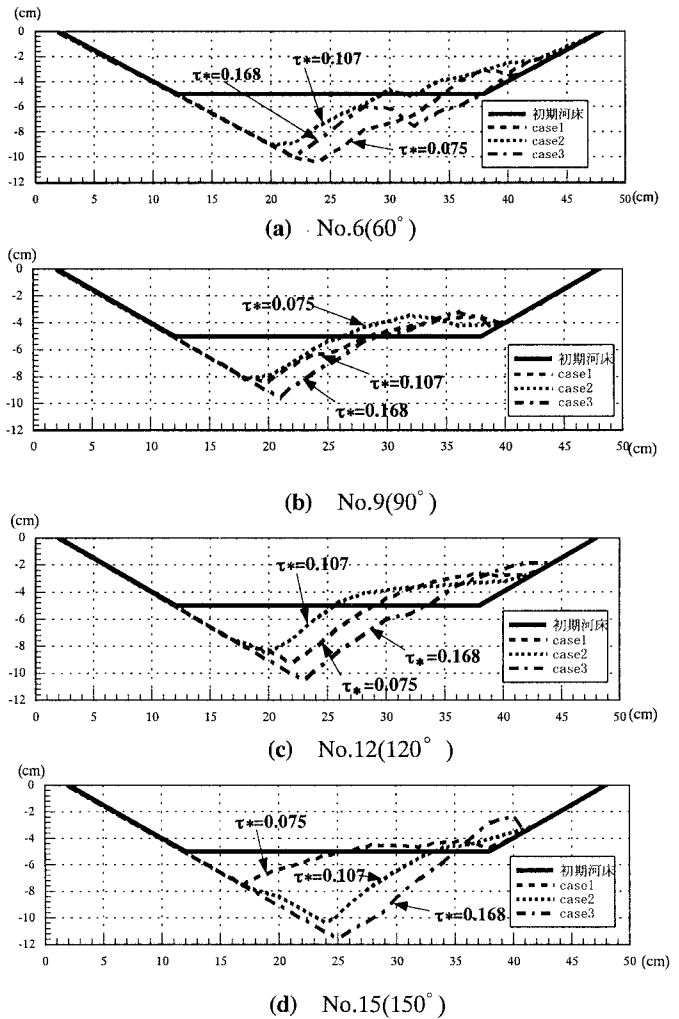


図-3 通水5.0hr後の河床形状(実験値)

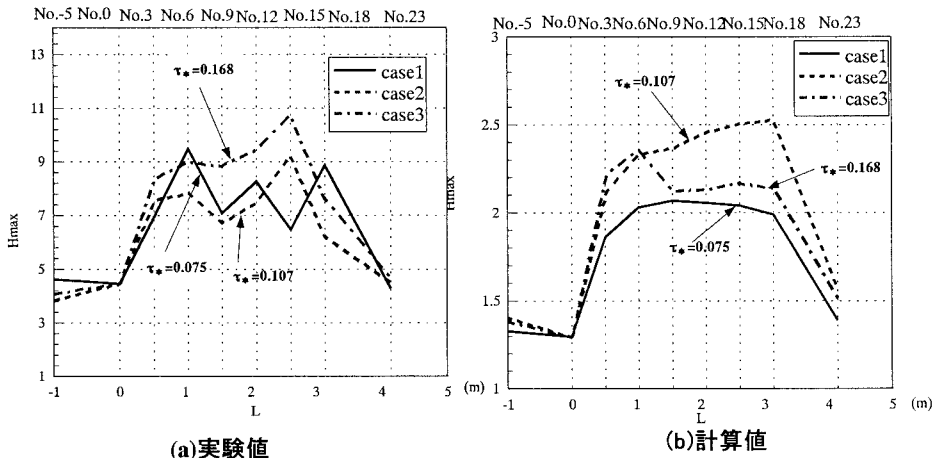


図-4 断面平均水深に対する最大洗掘深の縦断分布