

河川湾曲部に発生する砂堆の数値解析

鳥取大学工学部

フェロー 道上 正規

鳥取大学工学部

正 員 檜谷 治

日本建設コンサルタント(株) 正 員 ○光辻 悦馬

1. はじめに 本研究は従来¹⁾より検討している砂堆発生・発達に関する数値シミュレーション法を河川湾曲部の外岸側の洗掘域に発生する砂堆に適用し、実験結果の再現を行ったものである。

2. 計算方法および条件

表1 計算条件

本研究で使用した準3次元流計算法は基本的に従来²⁾のもと同じであるため、ここでは省略する。本研究は摩擦速度に擾乱を与えるという方法で流砂量に変動を与え、砂堆

曲率半径	60cm
水路幅	20cm
平均粒径	0.6mm
流量	4.0 l/s
河床勾配	1/300

を発生させるというものである¹⁾。そこで、流れの諸量より算出された各計算メッシュの摩擦速度に正規乱数を与える。ただし、この正規乱数は計算メッシュおよび時間ステップに対して無相関なものとした。

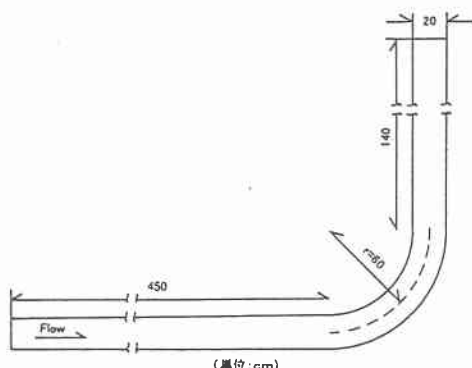


図1 実験水路

本研究で対象とするのは図1に示す実験水路によって行われた道上³⁾による実験であり、水路幅水深比： B/h が5程度と小さいものである。計算条件はその実験条件に準ずる。計算条件は表1に示すとおりで、計算メッシュ間隔は縦断方向には直線部分で2cm、湾曲部で2°、横断方向には2cmとした。摩擦速度に与える変動係数 α を変化させても河床波は大きくならず、発達速度のみが大きくなることから¹⁾、ここでは $\alpha=0.05$ とした。また、この計算法では河床波の発達区間が必要であることから、湾曲部だけでなく直線水路も含め、計算メッシュすべての摩擦速度に擾乱を与えた。

3. 従来の実験結果³⁾ 通水初期は B/h の大きい場合の実験と同様に外岸侵食および内岸堆積が起こる。しかし、河床低下が約4cmとなる通水6分後以降は外岸の洗掘域において砂堆が発生すると共に、この実験特有の内岸侵食が発生している。図2に外岸での河床変動の時間変化を示す。全体的には通水開始直後から湾曲部下流端付近を中心に急激に河床低下が進行するが、それは徐々に遅くなり、通水後約40分以降は平均的な洗掘深が約7.5cmとなって安定する。

一方、砂堆は通水後6分以降で発生し、図3に示すように発達しながら湾曲部を通過する。その際、最大洗掘深は最大5cmの波高を有する砂堆の後方で生じ、平均洗掘深の1.4倍程度となる。

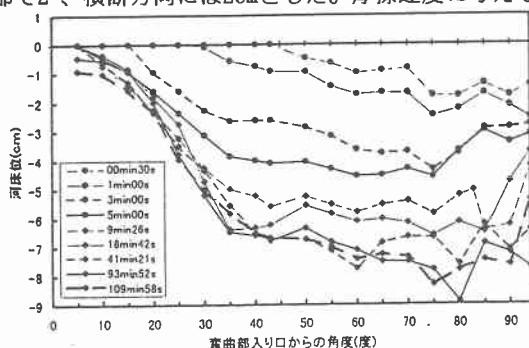
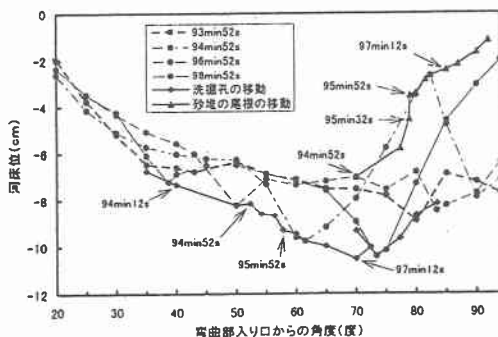


図2 外岸河床の時間変化（実験）



4. 計算結果および考察 計算による外岸河床の時間変化を図4に示す。まず、全体的な河床変動に関しては、通水直後は実験と同様急激に河床低下が進行するが、通水後5分程度で安定する。その結果、平均的な洗掘深は4cm程度となり、実験結果とは異なった結果となった。

一方、砂堆に関しては、実験とほぼ同様に通水後約5分以上で発生した。代表的なものとして10分～11分に通過した砂堆の移動の様子を図5に示す。実験結果と比較すると、実験で見られた砂堆背後に形成される

らせん渦とそれによる局所洗掘現象が再現できなかったために、波高がやや小さくなっているが、全体的な現象は再現できていると考えられる。

図6は洗掘深の時間変化を示したものであるが、上述したように砂堆発生後の再現性が悪い。実験で砂堆発生後も洗掘が進行しているのは、砂堆背後の局所洗掘に伴うものと考えられ、実験結果と計算結果の不一致はこの現象を十分再現できなかったことが原因していると思われる。

5. おわりに 湾曲部上流から擾乱を与えることによって小さい砂堆を発生させ、湾曲部の水深の大きくなる部分で発達させるという方法によって、実験で発生する砂堆に関してある程度の精度で再現ができることが分かった。しかし、外岸の深掘れや内岸侵食を再現することはできなかった。その原因は砂堆の後方に発生するらせん渦およびそれに伴う局所洗掘現象を表現できていないことと考えられ、今後このことに関して改良を行う予定である。

参考文献 1) 道上ら：砂堆の発生・発達に関

する数値シミュレーション, 第48回中国支部概要集, pp.209-210, 1996. 2) 檜谷ら：連続湾曲部における三次元流計算, 水工学論文集第34巻, pp.295-300, 1990. 3) 道上ら：中小河川の湾曲部における砂堆と河床変動特性, 第49回中国支部概要集, pp.161-162, 1997.

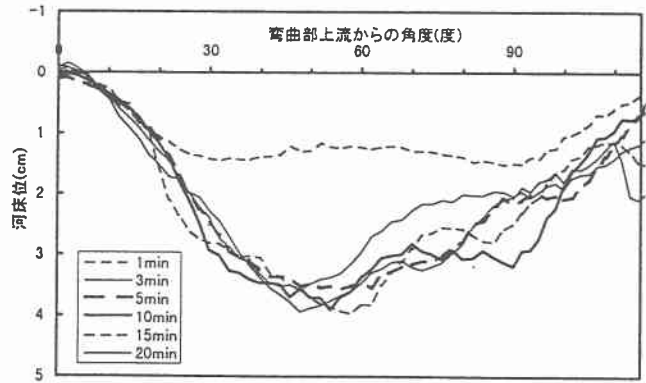


図4 外岸河床の時間変化 (計算)

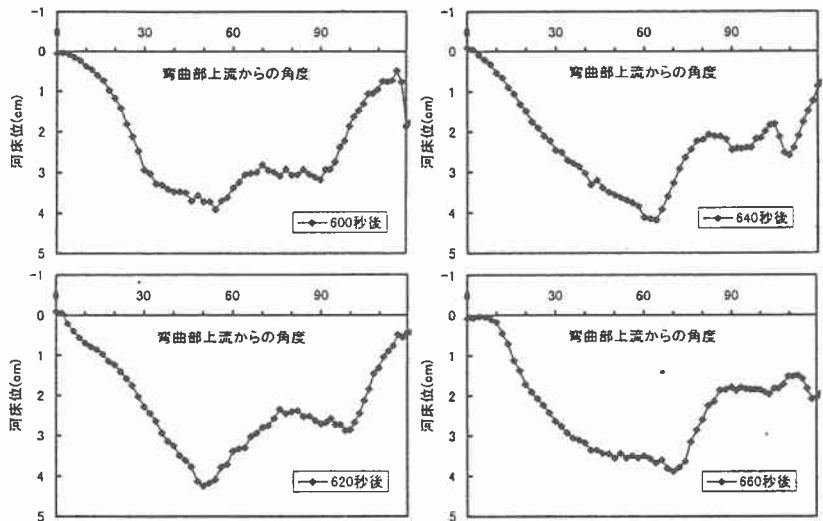


図5 砂堆の移動 (計算)

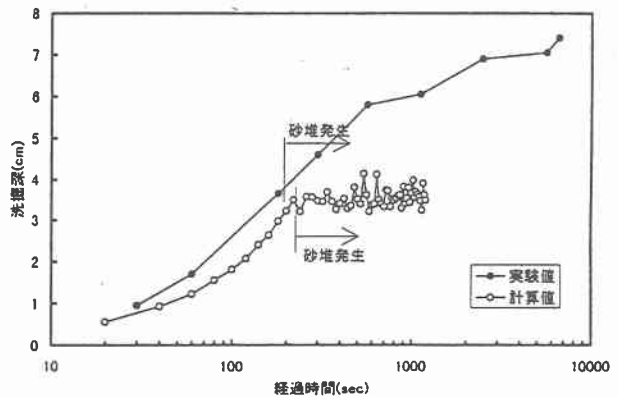


図6 洗掘深の時間変化