

フジタ 技術研究所 正員 ○永瀬 恭一・池見 拓
鳥取大学工学部 正員 道上 正規・檜谷 治

1. はじめに

近年、環境に対する市民の感心が高まり、多自然型の川造りが一般的な手法として用いられるようになった。著者ら（永瀬ほか、1996）は、急流な山地河川の河道設計に利用可能な、流れと河床変動の数値解析手法について研究を行っている。これまで、河道の大部分を遮るような構造物周辺の流れと、一様砂を用いた河床変動に関して模型実験と数値解析を行ってきた。急流な山地河川では河床砂が比較的粒径の大きな砂・礫で構成されていることが知られており、特別な場合を除き単一粒径として種々の検討を行えるようなケースはあまり考えられない。そこで、混合砂を用いた移動床模型実験を行い、河床変動と河道の特性を表す水理量の変化について検討を行ったので報告する。

2. 実験方法

実験水路は図-1のような幅40cmの鋼製両面ガラス張り、水路の1/2を塞ぐようにコンクリート製の構造物を設置した。表-1に実験条件を示す。河床の初期勾配を1/25~1/40とし、流量は各ケースで数回の予備実験の結果、数分間で河床変動がほぼ平衡状態なるように決定した。混合砂の平均粒径は、ケース1では8.98mm、ケース2・3では9.48mmである。上流からの土砂供給は行わず、下流端には初期の河床高と同じ高さに木製の仕切板を設置して、輸送されてきた土砂は自由に透過するものの、河床低下が起こらないようにした。水面形と河床の形状はポイントゲージで、流速は2成分の電磁流速計を用いて水面と河床の中央付近で観測した。

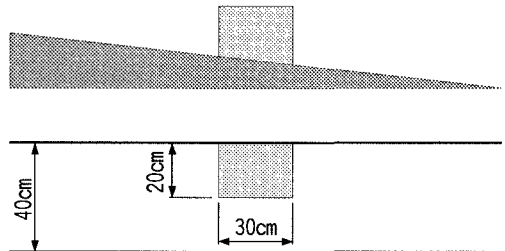


図-1 実験水槽

表-1 実験条件

	1	2	3
勾配	1/25	1/30	1/40
流量 (ℓ)	6.39	7.29	8.38
限界水深	2.95	3.24	3.55
最大洗掘深(cm)	3.14	3.65	1.60
最大洗掘位置(m)	3.3	3.3	3.2

3. 河床形状

通水中の観測によると、ケース毎に実験条件による差異はあるものの、河床変形は以下のような順序で進行した。急縮の影響によって構造物の上流端で局所洗掘が発生する。続いて下流端の角付近でも洗掘が発生して、その影響が上流側に伝播し、構造物の側面すべての河床が低下していく。図-2に示した、ケース1の河床形状によると、構造物の上流端から約20cm下流側が最も洗掘されており、この時の最大洗掘深は約3.14cmである。その後、洗掘の進行とともに流砂量が徐々に少なくなって数分後にはほぼ平衡な状態となる。

河床形状に注目すれば、構造物よりも下流側では、洗掘部から供給された砂と上流から運ばれてきた細砂によって、堆積域が構造物直下の左岸側に形成される。また、開口部から下流側境界に向い周囲より流れが発達している、“水みち”が形成される。構造物より上流側では、河道の中央部

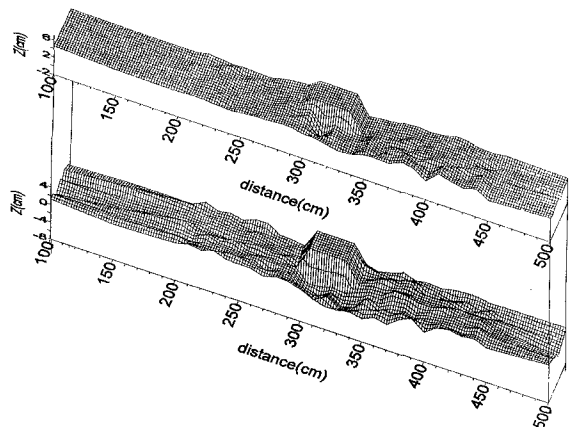


図-2 水面形と河床形状

が約 2cm 程度河床低下していることがわかる。ケース毎の河床形状を図-3に示す。ケース2・3では、ケース1と同様に構造物の下流端付近でも洗掘が生じているが、初期の河床勾配が緩くなるに伴って河床の洗掘長さ、最大洗掘深さなどは小さくなる。

4. 河床形態に関する検討

画一的な直線水路を人工型とすると、様々な河床の形態を有する河川は多自然型の河川と仮定することが出来る。すなわち、

河道内に岩などを配置して流れを変化させて、『瀬』や『淵』に代表されるような様々な河道形態を創造することは、多様な生物が生息可能な環境を造成することでもある。そこで、構造物の設置によって変化した、河道の水理学的な特性の変化を、構造物の上流（人工河川、 $x=2.0\sim 2.7\text{m}$ ）、構造物周辺（ $x=2.7\sim 3.5\text{m}$ ）、下流（多自然河川、 $x=3.5\sim 4.5\text{m}$ ）として統計的に整理して、河道計画などへのこの指標の利用性を検証する。

まず、図-4にケース1で観測された水深データの頻度分布を示す。上流域では、限界水深（ $h_c=2.95\text{cm}$ ）よりも少し深い $3.0\sim 3.5\text{cm}$ の範囲に最大度数（42.5%）が見られ、水路に凹凸がなく一様に流れていることが分かる。構造物周辺では、洗掘で生じた『淵』周辺のデータと思われる $5.0\sim 6.0\text{cm}$ のあたりに最大度数が現れる。一方、構造物の直上、直下で水深の浅くなる部分も存在しており、頻度分布の裾が広くなり、河床形態が多様になっている。下流部では、再び $3.0\sim 3.5\text{cm}$ の範囲に最大度数見られるものの、上流部に比べて分布が平坦で、構造物周辺の流れが変化したことによる河道形態の擾乱が、下流部に伝播していることが分かる。同様にケース2の流速データで整理した（図-5参照）。構造物周辺、下流と流速の度数分布が広がり、上流に比べて多様な河道形態を表していることが分かる。以上のデータは流速・水深の分布が最も顕著に変化した各1ケースについてのみ示したが、これらの傾向はすべての実験ケースで共通している。

5. おわりに

構造物周辺の河床変動ならびに河床形態の変化について、

模型実験を行って考察した。同程度の流量でも初期勾配の違いによって河床形状が大きく違うことが改めて確認された。このような河床の形態を精度よく予測できる手法の開発が望まれる。また、河道の水深・流速のデータを整理して、その度数分布が河道の特性を整理するのに有効であることが分かった。

謝辞 実験・データの整理を行うにあたって、鳥取大学大学院の藤井健夫氏（現、日建技術コンサルタント（株））・大丸雄一郎氏・松本勝則氏にはご尽力をいただいた。ここに記して謝意をあらわす。

参考文献 永瀬恭一・道上正規・檜谷 治(1996)：狭窄部をもつ山地河川の河床変動計算、水工学論文集、第40巻、pp.887-892。

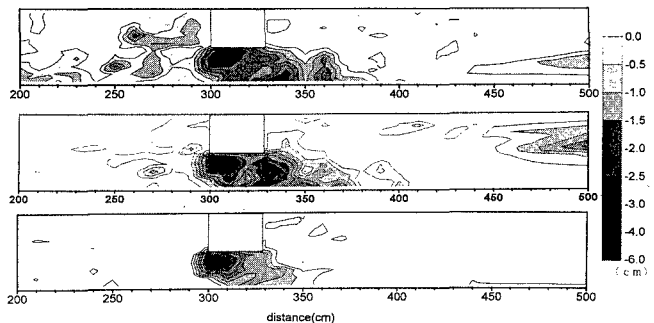


図-3 河床形状

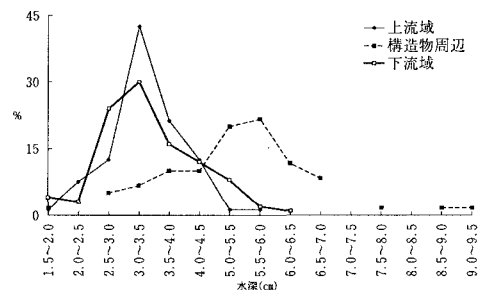


図-4 水深の比較

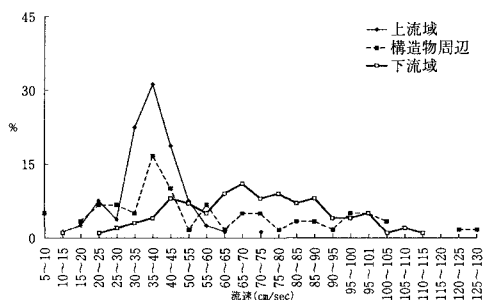


図-5 流速の比較