

流木を伴った河道災害に関する基礎実験

京都大学防災研究所 正員 村本 嘉雄 正員 藤田裕一郎
住友信託銀行(株)○正員 馬場 健志

1. はじめに 傾斜地域の河道災害について、流木が河道に与える影響を明らかにするために、洪水・土砂氾濫河道実験装置を用いて、流木を伴う河岸侵食と土砂堆積に関する基礎実験を行った。すなわち、実験の計測手法として、光学三角測量を応用した新しい計測システムを構築し、移動床基礎実験に適切なその制御プログラムを開発した。ついで、いくつかの工夫を実験装置に加えて、実験を遂行し、河岸侵食によって河道に取り込まれる流木モデルの挙動を観察した。

2. 計測システムの開発 急勾配の広幅区間と

水平な氾濫場を有する複雑な本実験装置において、砂面の変化を簡便に測定することができ、かつ、野外観測にも適用可能な計測手法として開発に着手されていたシステムを完成させている。この計測システムは、図1に模式的に示したようなモータードライブ化したレーザーセオドライト及び電子セオドライトを中心とする三角法の原理による光学式3次元河床測定システム

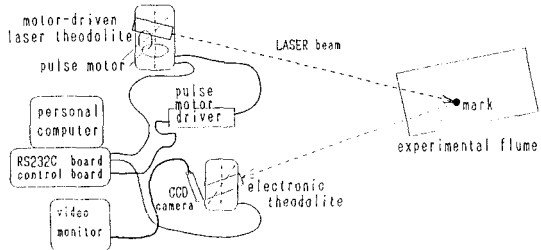


図1 計測システムの模式図

であって、砂面の3次元測定をできるだけ自動化するために、モータードライブ・レーザーセオドライトをパソコン制御し、河床上の測点近傍にレーザースポットで記したマークを別の基準点に置いた電子セオドライトから観測者が追尾・視準すると、両セオドライトの測角値は自動的にパソコンに取り込みまれ、三角法に基づいてマークされた点の3次元座標が算定され、所定の測点との位置の誤差が大きければ自動的に修正点に移って同じ作業を繰り返すようにしている。電子セオドライトの視準作業は、小型CCDビデオカメラを取り付け、望遠鏡に十字線をTV画面でモニターできるようにして効率化を図った。また、制御用のプログラムでは、両セオドライトの座標値を両位置間の距離と測定対象に設定された基準点の視準角から逆算できるようにした。

このシステムは、測定対象に非接触で測定でき、計測用制御プログラムによって曲線に沿った点等、自由な位置の計測が可能である。また、基本的に一人で広範囲の河道形状測定ができるので、野外における測量作業への適用にも優れている。

3. 実験の概要 実験は、図2に示したように、洪水・土砂氾濫河道実験装置の水路部中央の中心線に沿った幅1.19m、長さ7mの部分に、流径1.42mmの実験砂を10cm厚に敷き、図3のような底面幅0.23m、開口幅0.35m、深さ0.06mの台形断面の側岸侵食性流路を整形して行った。この水路部からの流送物は既設の堤防決壊実験装置上に設けた氾濫部に堆積する。勾配は水路部を1/200、氾濫部を水平とし、流木模型として0.2m長、5mm角の亚克力棒(比重約1.06)を図4のように両側岸上に横10列、縦2.5列にRun 1では2.5mm間隔で、

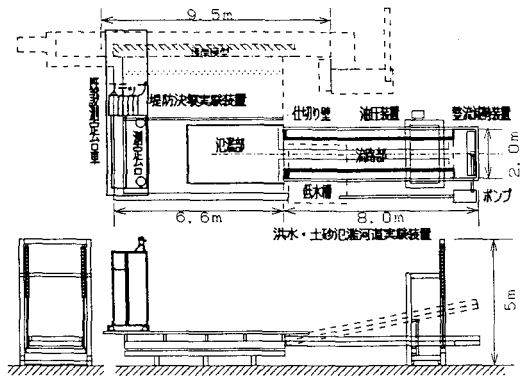


図2 実験装置

Yosio MURAMOTO, Yuichiro FUJITA, Kenji BABA

Run 2, 3では5mm間隔で配列して行った。

4. 実験の結果と考察 流量約4.61/sとRun 1ではなかった。通水が始まると側岸の侵食とともに流木は流水に取り込まれ、その多くは河床や氾濫原への出口付近にはほとんど堆積せず流下して氾濫部を囲む低流速域まで流送され、写真2のRun 3と同様に流路下端から氾濫原にかけての流砂がほぼ円形に堆積した部分の水流の流送能力がかなり高いことが判る。いくつかの河床に堆積した流木は、全て流れに対して抗力が小さくなるように軸を流下方向に平行に揃えていて、これらのうちには側岸土砂によって埋没しているものも観測された。しかし、流路変動状況は通常の側岸侵食実験の場合と差がなく、河道はほぼ一様に17cmほど拡幅され、下流では薄い交互砂州が形成されていて、側岸肩の位置に若干の蛇行状変化が認められた。

流量が2.521/sとRun 1よりも小流量のRun 2では、側岸侵食速度が非常に低下し、このため、写真1のように、側岸上の流木の配置密度が約5倍であるにも拘わらず、通水中河道に取り込まれる流木はかなり少なく、かつ、氾濫原まで達した流木は下流区間からの数本のものしかなかった。流路内に残存していた流木はRun 1の場合と同じく、軸を流れ方向に平行に近づけている。また、20分の通水後もほとんど初期の台形形状が残っていた。

Run 3は、変形の小さかったRun 2の流路に流量4.051/sを約20分間与えたものである。流速がRun 2に比べてかなり速くなり、写真2のように河道部にはRun 1と同様、蛇行した

水面には波が立ち、通水中期からは水路部の出口から氾濫部にかけての個所に反砂堆状の弱跳水が認められた。側岸の平面形状は直線状であり、横断形状も側岸侵食性流路特有の下に凸な形状で、明確な砂州の発生はない。水路中流までの側岸形状はなだらかであるが、下流では切り立って流路幅も若干広く、水位や水深変化の影響が考えられる。VTR記録によると、水流に流木が取り込まれる過程は、拡幅が進み、流木モデルの一端が水面下に入ると比較的速やかに全体が滑落し、上流側の先端が先に落ちた場合には流木がモーメントを受けて回転し、迎え角が増大して一気に流送され、一方、下流側が先の場合は、軸を流れに平行にしたまま側岸の沿ってゆっくりと流送されていく場合が多いようである。しかし、それらの側岸侵食に及ぼした影響は明確ではなかった。

5. あとがき 本文では、流木を伴った河道災害の基礎実験に関して、主として新しい計測システムの開発と実験の概要及び観察結果を示した。今後流木の河道変動に与える影響を明らかにするために、今回整備した実験装置及び計測システムを用いて実験を遂行し、検討を進めていくつもりである。

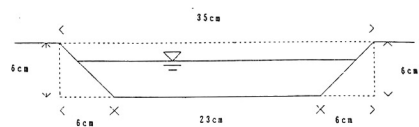


図3 流路の初期断面形状

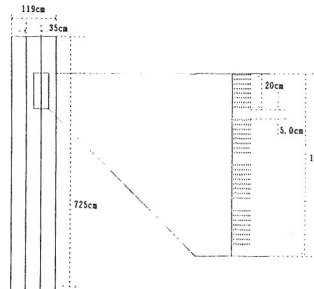


図4 流木の配置

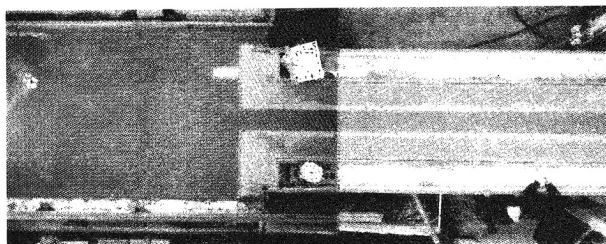


写真1 流路拡幅と流木の挙動 (Run 2)

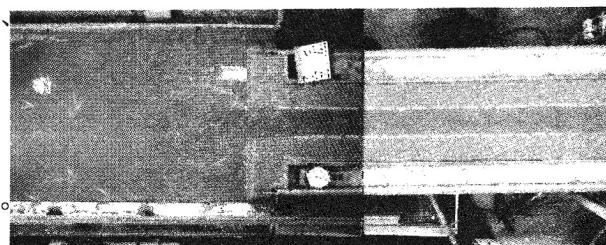


写真2 流路拡幅と流木の挙動 (Run 3)