

洪水時の河床変動モニタリング技術の開発

九州支店 環境調査グループ 高島 創太郎

河床変動特性の把握は重要な課題でありながら、従来は計測が困難でしたが、温度計を用いたユニークなアイデアにより、洪水時の浸食・堆積現象を高精度かつ簡便にモニタリングする技術を開発しました。

河床変動計測の必要性和従来技術

河道の治水、土砂管理、生態系管理を適切に進めるには河床が最もダイナミックに動く洪水時(写真1)の河床変動特性を捉えることが重要です。特に近年は、環境への配慮や維持管理予算の制約から河道掘削は困難になっているため、洪水時の河床変動量を考慮して流下能力を評価できればさまざまな面でメリットがあります。

そのため、河床変動計測は昔から現在に至るまでさまざまな取り組みが行われてきました。例えば、音響測深器や砂面計を用いた方法は河床変動を時系列的に計測できる反面、設置場所や計測上の制約が多いといった欠点がありました。また、鉄リング法やセグメント飛散法は、礫床に簡便に設置できる方法ですが、最大洗掘深しか分からないといった欠点がありました。

以上の現状をふまえ、「時系列的に浸食・堆積の両方をモニタリングできる」「小型で簡単に設置できる」「安価で破損・流失に対するストレスを感じない」といった目標を掲げ本装置を開発しました。



写真1 洪水時の状況

水温計を利用した新たな河床変動モニタリング装置

考案した装置は、メモリー式の超小型水温計をグラスファイバーポールに多数連結したものです(図1、写真2)。洪水時には河川の水温が急に低下することがあるため、河床材料の温度と水温に差異が生じると考え、温度鉛直分布をモニタリングする装置を作成しました。

試験フィールドは筑後川の感潮河道であり、砂質基盤層の上にシルト・粘土が約1.5m堆積している断面においてテストを実施

しました。全長3~4mのポールに16個の水温計を10cm間隔で1.5mにわたって取り付け、最上部の水温計が河川水中に露出するように河床に埋設しました。水温計を取り付けていない残りの1.5~2.5mは浸食を受けないと予測される層まで打ち込みました。洪水時は非常に大きな流体力が作用し、また流木やゴミなども流れてきますので、水中に露出する部分は極力少なくし、また柔軟で細い素材を使用することで洪水への抵抗を抑える工夫をしています。

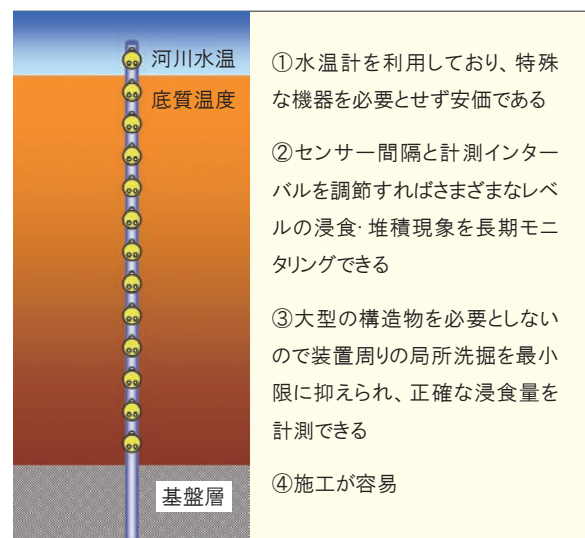


図1 河床変動モニタリング装置の概要と特徴



写真2 河床変動モニタリング装置の外観

精度検証と解析への適用事例

河床変動モニタリング装置で計測された水温時系列によれば、春先から夏にかけては河川水温よりも底質中の温度の方が低く、また、河川水温には日周変動がみられますが、底質中の温度変化は非常に緩やかで日周変動はみられませんでした。さらに、洪水が発生すると河川の水温が急低下していましたが、底質の温度はその変化に追従できておらず、ある時点で突然、温度が水温と等しくなっていました。

そこで、水中に露出している最上部の水温計を基準として温度差を計算しました(図2)。その結果、洪水時に底質中の温度が上部から順次、水温に切り替わっていく様子が捉えられ、図示した期間では12時間で河床面が0.7m低下したと推測されました。

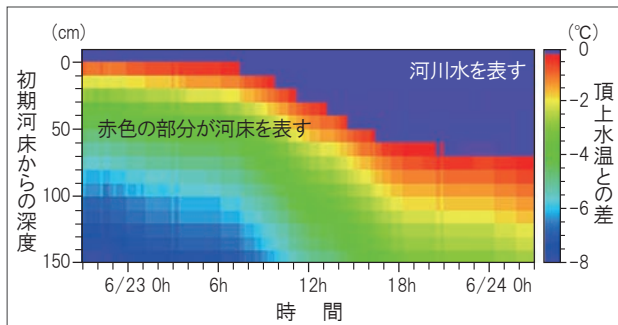


図2 温度差による河床浸食状況の推定結果

洪水前後について、測量から求まる河床変動量と本装置の推定値を比較したところ、これらの値はほぼ一致し、本装置の計測精度の高さが証明されました(図3)。本手法では変動状況を時々刻々捉えることができるので、得られたデータをさまざまな解析に用いることができます。

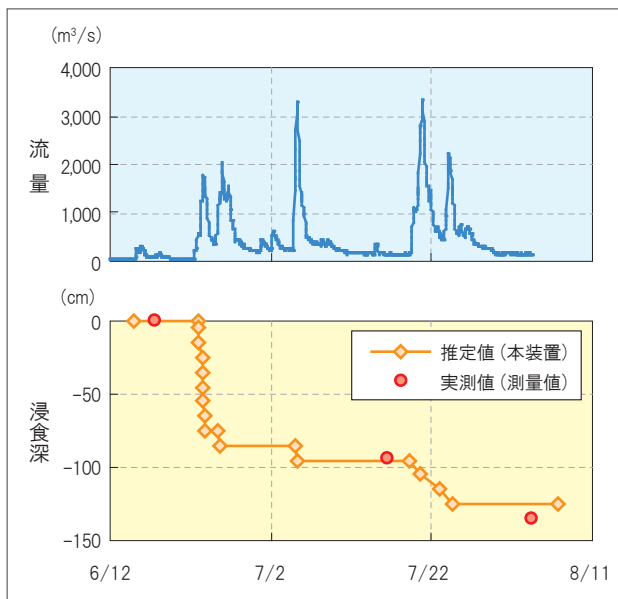


図3 本装置による推定浸食量と洪水前後測量との比較

例えば、図4は粘着性土の浸食速度を求めたものです。従来、この種のデータは実験水路でしか得ることができず、特に粘着性土については現地の状況を実験で再現することは困難でしたが、本手法を使うことでシミュレーションに必要な現地パラメータを取得することが可能になりました。

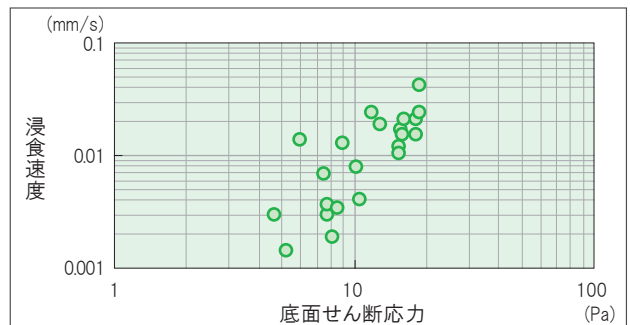


図4 浸食速度の解析例

ダムや海岸への展開

本手法はシルト・粘土河床での計測精度が確認されていますが、今後、砂河床での適用性についてもテストしていく予定です。コストパフォーマンスの非常に高い技術であることから、河床変動計測のみならず、ダム排砂による堆砂面の浸食、洪水による河口砂州のフラッシュ、高波浪時の海岸浸食や航路埋没など、危険を伴うさまざまな現場において高精度な底面モニタリングが可能になり、各種の事業計画を策定する際の基礎データやシミュレーションのパラメータを提供できると考えられます(図5)。

なお、本技術は首都大学東京・横山勝英准教授と共同で開発し、実用新案出願準備中です。(横山勝英,金子祐,高島創太郎: 温度計測に基づく感潮河道の底泥浸食過程に関する研究,水工学論文集,第51巻,pp.877-882,2007.)



図5 さまざまな現場で広範囲に応用可能