

豪雨災害対策に貢献する 水中・地中の「見えない境界」を自動計測 ～橋脚周辺の洗掘から塩水侵入まで、 深さ方向の変化を可視化～

東京都立産業技術研究センターと大起理化工業株式会社は、継続計測が難しかった水中・地中の水と土砂などの境界位置を計測する小型・現場設置型のモニタリングシステムを共同開発しました。センサーから得られる信号をその場で自動解析する機能を搭載しており、境界位置を深さとして算出し、橋脚周辺の洗掘の進行や出水後の再堆積を継続的に把握できます。また、同じセンサーを用いて、淡水と塩水の境界位置や電気伝導度の変化も評価できます。これにより、水中・地中の「見えない変化」を、簡便かつ継続的にモニタリングできます。

◆研究の背景◆

河川に橋脚をもつ橋では、流れによって基礎まわりの土砂が洗い掘られる「洗掘」が、橋の沈下・傾き・流失を引き起こす要因になります。近年は豪雨の激甚化により、出水時に橋脚基礎まわりの河床が大きく変化するリスクが高まっています。従来、洗掘の調査には潜水調査や音響測深などが用いられてきましたが、調査時の人的負担や、継続的な計測に必要な機器の設置・運用負担などが課題でした。そこで、センサーを地中に挿入するだけで、水中・地中の境界位置を簡便かつ継続的に計測できるシステムの開発に取り組みました。

◆技術のポイント◆

- ・ センサーは棒状感知部と測定ユニットで構成し、ユニットから高周波信号を送信（図2）
- ・ 棒状感知部での反射波形を測定ユニットで解析することで、**水と土砂などの境界位置を深さとして自動算出**
- ・ データロガーと接続することで、境界位置の変化を**継続的にモニタリング**

* 淡水・塩水境界の計測には九州大学が保有する境界面計測法の特許第5464548号を活用

◆今後の予定◆

- ・ 大起理化工業株式会社から10月に販売予定
- ・ 危機管理産業展2026に出展予定
(9/30～10/2、東京ビッグサイト)

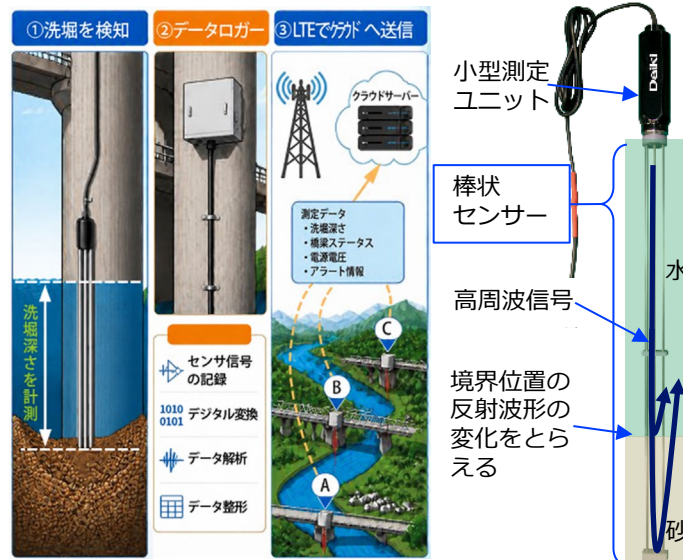


図1 洗掘モニタリング

図2 センサー外観

【お問い合わせ】 地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター
電気電子技術グループ 岩永 TEL 042-500-1267
企画部経営企画室 大原 TEL 03-5530-2521 MAIL koho@iri-tokyo.jp
※製品に関するお問い合わせは大起理化工業株式会社までご連絡ください。
【お問い合わせ】 <https://www.daiki.co.jp/>

<https://www.iri-tokyo.jp/>

◆測定の仕組み◆

本技術では、約1 mの棒状電極を伝送線路型センサーとして利用します。電極に高周波信号を入力すると、周囲の電気的な性質（誘電率や電気伝導度）が変化する位置で、信号の一部が反射します。測定した周波数ごとの反射特性を時間領域の反射波形に変換し、反射が生じた位置から境界の深さを推定します。これにより、水と砂、淡水と塩水などの境界位置を深さとして求めます。さらに、反射波形と理論モデルを照合することで、各層の代表的な電気伝導度も推定できます。

◆室内実験の結果◆

水と砂、および淡水と塩水の境界位置を段階的に変化させた結果、波形の変化位置が境界の移動に追従することを確認しました。実際の位置に対する推定誤差は、水と砂で最大1.6 cm、淡水と塩水で最大3.1 cmでした（図3～5）。

◆今後の展開◆

今後は、水と土砂の境界を対象とした水槽試験や現場実証を行い、橋脚周辺の洗掘・再堆積や、河口・沿岸域の淡塩水境界を継続的にモニタリングする技術としての適用性を検証します。



(b) 水と砂の層



淡水

塩水

(a) 実験外観 (c) 淡塩水

図3 境界面実験

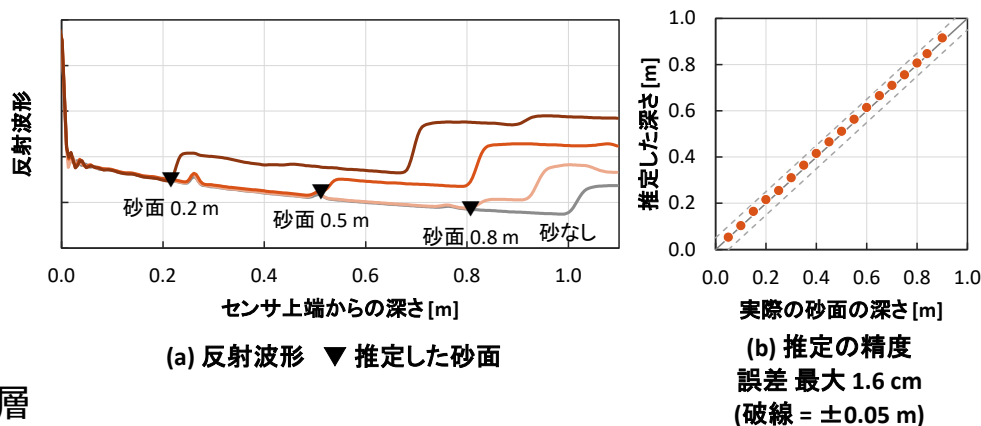


図4 水と砂の境界位置の検証

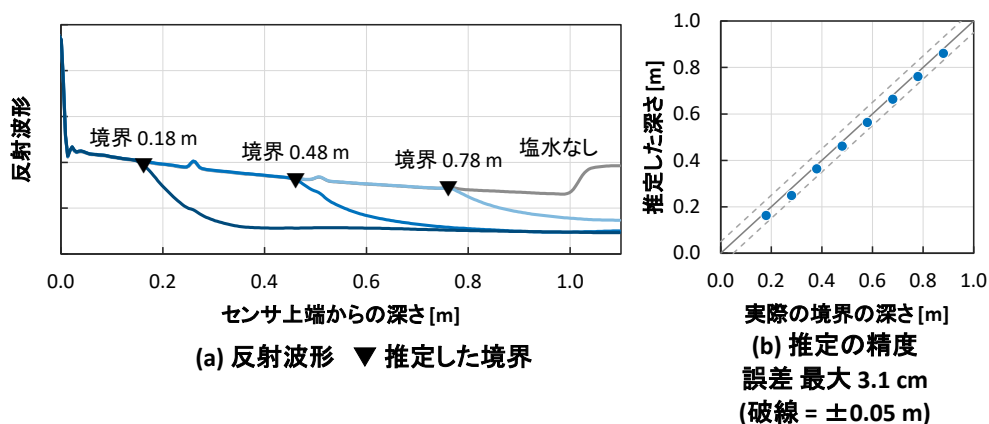


図5 淡塩水の境界位置の検証