

J R 東日本 安全研究所 正会員 田中 淳一

J R 東日本 テクニカルセンター 正会員 藍郷 一博

日本工営 中央研究所 沼尾 信二

1. はじめに

橋脚の洗掘現象は洪水による濁流中で進行し、橋脚の倒壊を引き起こす可能性があり、その進行を把握することは重要である。それ故に、これまで多くの洗掘検知装置が開発されてきたが、その多くが洪水のピークの濁流中で正確に計測できるものではなく、またコスト的にも高価なものであった。

しかし、洗掘現象は河川増水時に急激に進行するため、鉄道のような多くの人命を預る輸送機関では、事前にそれを察知して列車に危険を知らせる必要がある。本研究では平成8年度より、河川増水時の濁流の中でも、橋脚の洗掘を検知する低コストな洗掘検知装置の開発を行い、この度一定の成果を得たので報告する。

2. 開発した洗掘検知装置の概要

洗掘検知装置は、用途に合わせて次の2タイプを開発した。

形 式	用 途
電気抵抗差式	経時的に河床の低下量を把握し、維持管理を行う必要のある橋脚に用いる
揺動式	橋脚の安定上危険となる洗掘深を検知し、警報を発生する

(1) 電気抵抗差式の計測原理

この装置の計測原理は、水と土（河床）の電気抵抗差に着目したものであるが、さらに増水による河川水質の変化（主に濁度）や河床材料の違い（粒径等）を補正する機能を持っている。

図1の水中補助電極は、増水時の水質の変化を、水のコンダクタンス（抵抗値の逆数）の変化として計測し、同じく土中補助電極は河床材料等の違いをコンダクタンスの違いとして計測し、主電極で計測される値を補正するものである。

この時、洗掘深は次のように表される。

$$\text{洗掘深 } Z = (S_m - s_w \times L_m) / (s_w - s_s)$$

S_m : 主電極間コンダクタンス

L_m : 主電極の長さ

s_w : 水中補助電極の単位長あたりのコンダクタンス

s_s : 土中補助電極の単位長あたりのコンダクタンス

(2) 揺動式の検知原理

この装置は、図2のように河床面以下の土中に支持パイプと共にセンサ部を埋設する。センサ部は、洗掘が進行して周囲の土砂が流失されると、浮力が生じて水中に浮かび上がり揺動する構造となっている。この時、センサー内部の転倒スイッチがON/OFFを繰り返して橋脚が危険な状態となったことを知らせるものである。

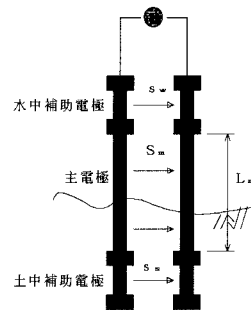


図1 電気抵抗差式の原理

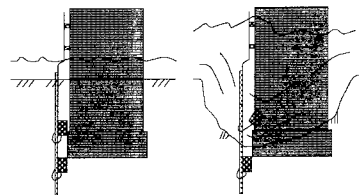


図2 揺動式の原理

キーワード : 洗掘 河床低下 洗掘検知装置

連絡先 : 東京都千代田区有楽町 2-10-1 東京交通会館7階 J R 東日本 安全研究所

Tel 03-3211-1118 FAX 03-5219-8678

3. 室内基礎試験の結果

計測原理の妥当性を確認するため実験水槽や実験水路を用いて室内基礎試験を実施した。

図3は、実験水路で行った電気抵抗差式の試験結果で、水路中に小判型橋脚の半断面模型を設置して通水し、模型橋脚に設置した電極周りの洗掘深を実測しながら計測を行ったものである。この段階では補正を行っていないが、水理実験用の砂を用いたため、洗掘発生初期に砂の無い上がりによる誤差は有るものの、その後濁流とはならなかったため、実測値と良い相関を得ている。

4. 実河川での試験結果

実際の橋脚及び実河川中での動作確認を行うため、供用中のケーソン橋脚に形成されている洗掘孔に碎石を投入して埋め戻し、装置をボーリングにより設置した。

設置後、約1年の試験期間中に何回かの洗掘の発生があり、その都度に洗掘深を箱尺によって実測し、電気抵抗差式の測定値と比較を行った。図4に示すように、誤差は最大で11cmであった。

図5に補助電極による補正を行った場合と、補正を行わなかった場合の計測処理結果を示す。これによれば、未補正のデータが示す洗掘深の経時的変化が、途中から河床が盛り上がるような異常値を示すのに対し、補正を行ったデータは、一般に言われている洗掘孔の発達過程を示している。

また、試験では土中のコンダクタンスが深さ方向に広い範囲で変化することが分かった。これは濁水が河床面から浸透するためと思われる。つまり、常に主電極の近くに土中補助電極を配置すれば、測定誤差を小さくすることができると言うことである。そこで、精度向上のため電極を深さ方向に分割して、河床の位置する電極を主電極とし、その上下段の電極をそれぞれ水中／土中補助電極に切り替える構造に改良して、後半の測定では誤差は1cmとなっている。

揺動式についても図6に示すように、洗掘の進行にあわせて深さ方向に4段に分けて設けたセンサ部が水中に浮遊して信号を発していることが確認され、危険検知の洗掘検知装置としての機能が確認された。

5. おわりに

今回の試験データは、特定の1河川で得られたものである。今後は試行期間を通じて、さらにデータを収集し、実用上の測定誤差を検討して行きたい。

参考文献 1)中川博次 他 新体系土木工学 23 移動床流れの水理 pp263～289

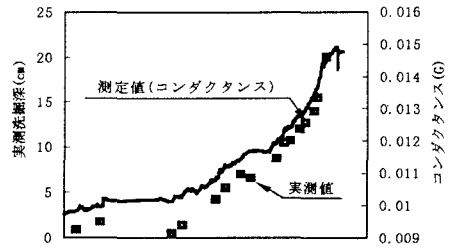


図3 実験水路での試験結果

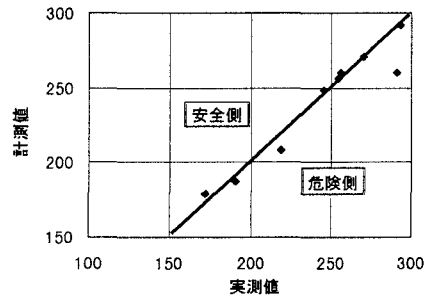


図4 電気抵抗差式の計測値と実測値

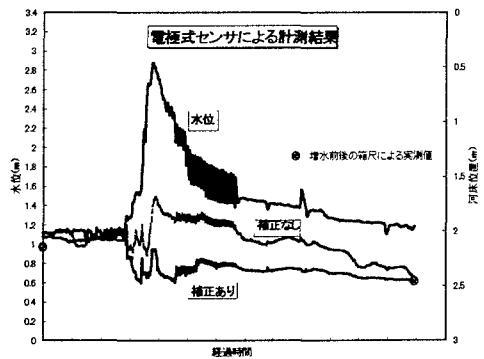


図5 補助電極による補正効果

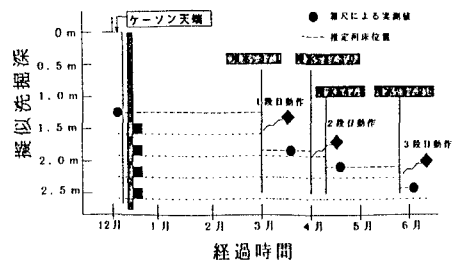


図6 揺動式の動作状況