

A E式河川橋脚監視システムの開発

東海旅客鉄道（株） 正会員 根岸 裕
東海旅客鉄道（株） 正会員 内藤 繁

1. はじめに

鉄道構造物の一つである河川橋脚の周辺河床では、河川の増水時等に洗掘現象が進行することがある。洗掘現象が過度に進行すると、橋脚の傾斜・倒壊といった災害を引き起こす要因となるため、河川橋脚の洗掘災害を防止することは、列車の安全運行を確保する上で非常に重要な項目となっている。そのため、定期的な検査や洗掘防止工による事前対策、増水時の運転規制・状態監視等により対処している。洗掘状況の検査は、橋梁上やボート上から実施しているが、最も警戒すべき増水時には危険を伴う作業となるため、安全面及び精度の点から十分な検査を行うことが困難であった。今回、安全、确实、迅速に洗掘状況を把握するために、A Eセンサーを利用した橋脚監視システムを開発し、各種検証試験を実施した。

2. A E式監視システム

増水時の耐久性を確保すること、増水時に精度良く検知することを実現するために、A Eセンサーを用いた検知装置を考案した。A Eセンサーは、固体中を伝播する弾性波を捕らえるセンサーであり、機械装置等の損傷診断、異常音診断、状態監視等の診断技術に利用されている。装置の基本原理は次のとおりである。あらかじめ複数個の検知部を内蔵した金属管(SUS管)を橋脚鉛直方向に沿って河床中に埋設する(図1, 2)。洗掘現象が進み検知部が水中に露出すると、河川中に含まれる粒子等が検知部に衝突する。このとき発生する摩擦音を、検知部内側に設置したA Eセンサーが捕らえて信号を出力する。信号の出力状況と検知部の設置位置から、洗掘の程度が判定できるシステムとなっている。A Eセンサーを検知部に使用する場合、検知部以外からの外乱振動に反応することを防止する必要がある。そのため、検知部の周囲にOリングを取り付けることで、音響的な絶縁を図った。本装置は、センサーを河川の激しい衝撃から保護しているため、耐久性の高い構造となっている。また摩擦の激しさが信号の出力レベルを左右することから、激しい摩擦が生じる増水時に感度が高くなる特性となっており、濁流時の検知性能を大きく高めることができる。また、検出用A Eセンサーの近傍に励振用A Eセンサーを設置し、遠隔操作による動作チェック機能を持たせた。

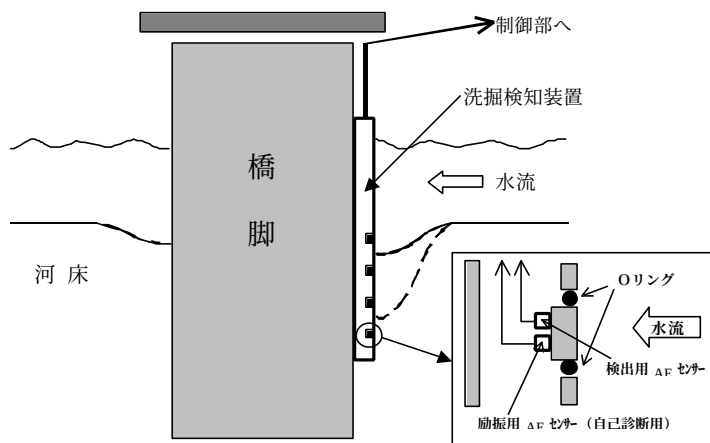


図1 システムの概要

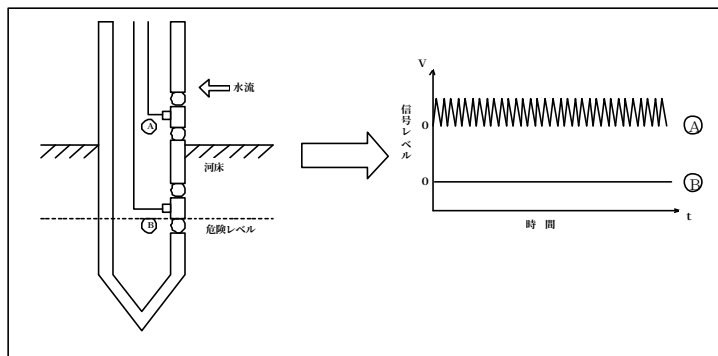


図2 検知の原理

キーワード：A E，洗掘，橋脚，河川

連絡先：〒454-0815 名古屋市市中川区長良町 1-1 TEL 052-363-7924 FAX 052-369-1501

3. 信号伝送及び判定処理

本システムでは、長距離でのデータ伝送が必要となることから、図3のような信号出力伝送形態をとった。AEセンサーから検出された波形は高周波数であるため、出力波形を検波し時定数を遅らせたデータを判定基準となる検出信号とした。また警報出力の判定基準は、比較基準電圧と検出信号レベルを比較することで洗掘の有無を判定する回路構成であるが、電気的なノイズ等による誤判定を防止するため、図4に示すように比較基準電圧以上の検出レベルが発生した場合、検出信号を一定幅（検出幅）を持った波形に変換し、波形検出時間を確認することで警報出力することとした。現地試験で使用した設定値は、比較基準電圧：2V、検出幅：1秒、波形検出時間：5秒、オフセット：1Vである。

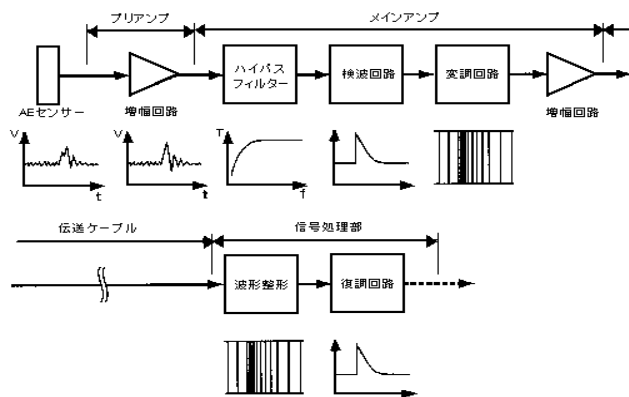


図3 信号伝送形態

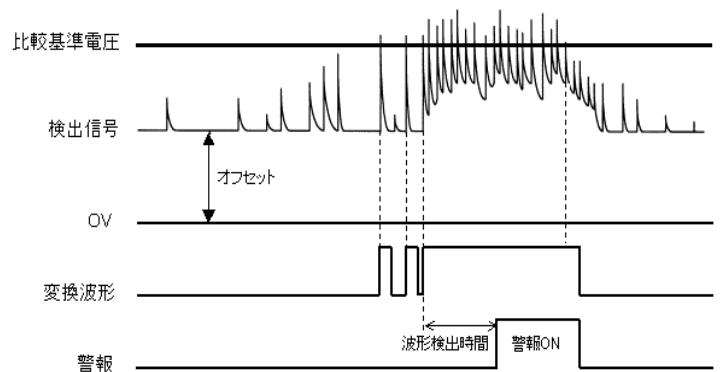


図4 判定処理

4. 検証試験

循環式試験装置を製作し、室内模擬環境下において本装置の基礎的な動作検証をおこなった。検証した項目は、音響絶縁性能、水密性、感応部形状、セルフチェック機能、流速、濃度、粒径、センサー角度等である。流速が大きいほど、また、粒径が大きいほど感度がいい。

次に、実際の河川環境下での動作検証を行うために、東海道本線木曽川橋りょうにおいて、現地検証試験を実施した。現地試験では、信号の出力状況、500m程度の信号伝送確認、洗掘状況の確実な検知、増水時の耐久性等の検証を行った。データの取得時間は30分毎に5秒間である。現地検証試験におけるシステム構成を図5に示す。台風による増水時にあらかじめ埋め戻しておいた河床材料が流出した。その時の信号出力状況を図6に示す。

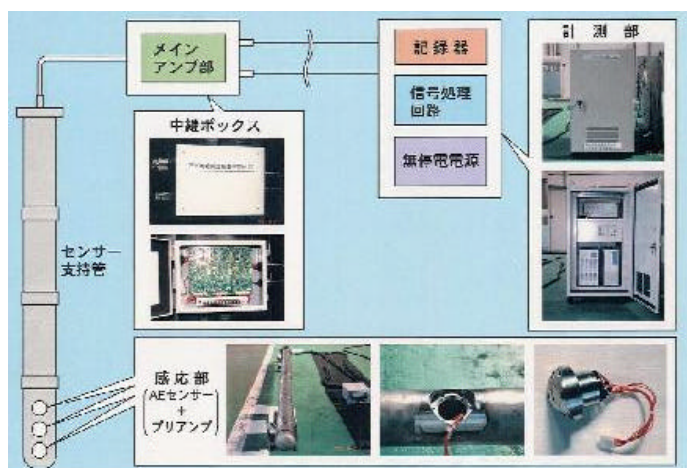


図5 システム構成

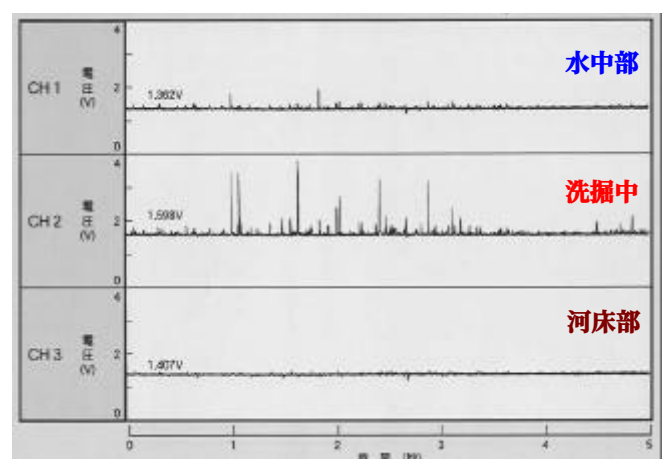


図6 洗掘時出力状況

5. まとめ

循環式試験装置を製作し、音響絶縁性能、水密性、感度等の基礎的な動作確認を行った。また、実際の河川橋脚において、装置の動作検証や耐久性の検証を行い、河川の増水時においても遠隔地から正確かつリアルタイムに洗掘状況の把握が可能であることを確認した。