

増水時の橋脚振動データの蓄積を目的とした橋脚振動自動測定システムの試作

鉄道総合技術研究所 正会員 ○小林 徹 正会員 佐溝 昌彦
 正会員 中村 貴史 正会員 渡邊 諭
 正会員 村石 尚

1. はじめに

橋脚は河川増水時に、水流による基礎周辺の洗掘等の影響により不安定となる可能性がある。このため、鉄道橋りょうでは、必要により河川水位で運転規制を行い、列車運行の安全を確保している。しかし、運転再開にあたっては、河川増水中に基礎部の状態を直接確認することが困難なため、多くの場合は確認できる範囲での目視検査に頼っているのが現状である。そのため、河川増水時における橋脚基礎の健全性を的確に評価する技術の開発が求められている。そこで、筆者らは河川増水中の橋脚の振動特性から橋脚基礎の健全性を評価する手法の研究を進めている。しかし、河川増水時における橋脚の振動測定例は極めて少ないことから、増水時における橋脚の振動性状は不明な点が多い。そこで、増水時における橋脚の振動性状のデータ蓄積を目的として、設置撤去が簡易に行える可搬型の橋脚振動自動測定システムの試作を行った。本稿は、その橋脚振動自動測定システムの概要について述べる。

2. 橋脚振動自動測定システムの検討

本測定システムは河川増水時の橋脚振動の測定機会を増やすことを目的とし、以下の条件で測定システムの仕様を検討した。

- ①橋脚振動と河川水位の自動計測が1ヶ月間程度可能であること。
- ②設置撤去が簡易（半日程度）に行えること。
- ③橋脚上の設置スペースや運搬を考慮し、可能な限りコンパクトであること。
- ④列車振動や降雨、気温に対する耐久性があること。

まず、簡易に設置撤去が可能な測定システムにするために、電源には蓄電池を使用し設置撤去や設置スペースの確保が困難な太陽電池等の充電機器は使用しないこととした。また、蓄電池は設置撤去や運搬の労力を考慮して、なるべく小型のものが望ましいと考えられる。したがって、測定システムの稼働期間を長くするために、測定システムの構成については消費電力が小さい機器を使用する必要がある。そこで、振動センサには常時通電が必要な加速度計ではなく速度計を使用することとした。また、測定システムの制御や測定データの記録保存はノートパソコンよりも省電力で振動に強いPDAを使用し、測定データの記録保存は耐久性と消費電力の面から駆動部のないコンパクトフラッシュメモリカード(CFカード)を使用することとした。水位計については、設置が簡易で流下物等による破損の恐れがない非接触タイプを採用し、水面の測距が可能な超音波距離計を使用することとした。

3. 橋脚振動自動測定システムの仕様

橋脚振動自動測定システムは橋脚天端における振動（2箇所）と河川水位を任意に設定した測定間隔および測定時間で自動測定するものである。本測定システムはセンサ部と計測データ処理部とで構成される。測定システム全体の構成を図1に測定システム全体の外観を図2に示す。

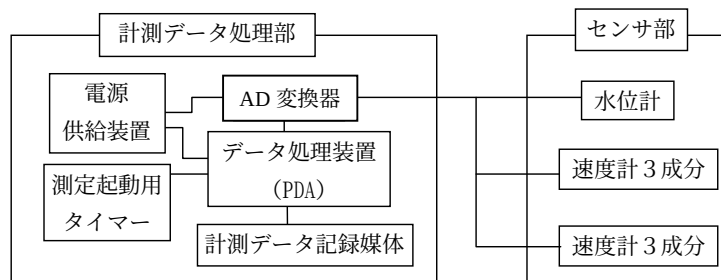


図1 橋脚振動自動測定システムの構成

キーワード 橋脚, 河川増水, 洗掘, 常時微動, 自動測定

連絡先 〒185-8540 東京都分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7263

（１）センサ部

センサ部は、速度計 2 台および水位計 1 台で構成している。

①速度計

速度計はサーボ型速度計を使用した。1 台で水平直交 2 方向および上下方向の 3 成分を同時に測定でき、その感度は 1.0V/cm/sec で測定可能な振動数範囲は 0.5Hz～18Hz である。速度計は橋脚天端の上流側および下流側に 1 台ずつ設置する。

②水位計

距離検出方式は超音波で発信ユニット、受信ユニット分離型である。検知距離の上限は 8.0m で分解能は 1.0cm である。水位計は橋りょうの橋側歩道の手摺等に設置する。

（２）計測データ処理部

計測データ処理部は橋脚天端に設置する。

①A/D 変換部

A/D 変換器の分解能は 24bit である。アナログバッファアンプの利得は 0dB または 40dB から選択し、ローパスフィルターは 20Hz または 40Hz から選択する。また、サンプリング周波数は 50Hz～200Hz までの範囲で設定可能である。

②データ処理装置（図 3 参照）

データ処理装置には、測定システムの制御および測定データ収録部として PDA を採用した。データ処理装置は測定データを記録保存するとともに、現地でモニターする機能を有している。なお、測定データの記録媒体にはコンパクトフラッシュカード 1GB を採用した。

③測定起動用タイマー

測定システムの起動を制御するタイマーで、測定間隔は 1 分～4096 分、測定時間は 1 秒～4096 秒の範囲で選択する。

④電源供給装置

小型シール式バッテリー（密閉型メンテナンスフリー）を採用した。容量は 40Ah で公称電圧は 12V である。なお、過放電防止のため電圧が 11.5V まで低下した場合には測定システムが停止する。

4. 実橋脚における自動測定

本測定システムを 3 基の実橋脚に設置して稼働状態の確認を実施した。図 4 に設置状況、表 1 に測定システムの設定条件を示す。その結果、測定システムの平均稼働日数は約 4 週間であり、振動データは全ての測定時間で正常に記録ができた。

5. おわりに

設置撤去が簡易に行える可搬型の橋脚振動自動測定システムを試作し、実橋脚で正常に稼働することを確認した。今後は水位計の改修や稼働日数延伸の改良を加えて、複数の橋脚において融雪期の増水時および梅雨や台風による増水時の橋脚振動測定を実施する予定である。

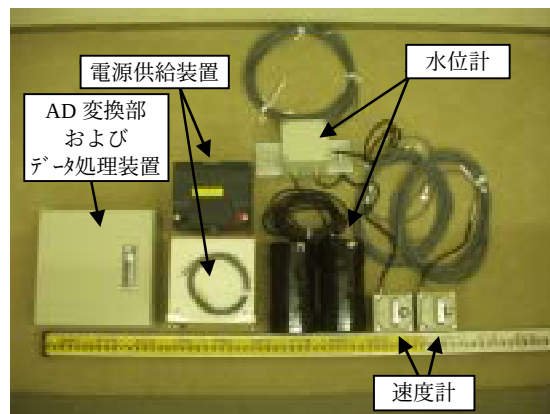


図 2 橋脚振動自動測定システムの外観

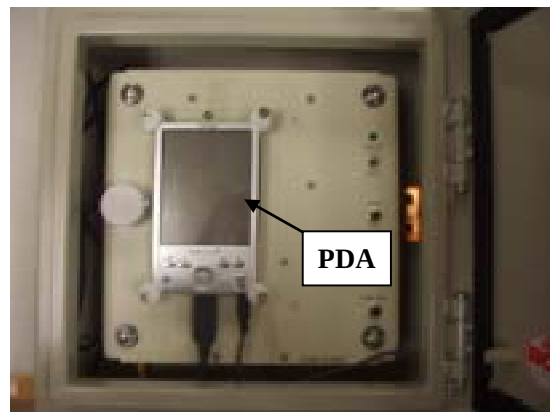


図 3 データ処理装置

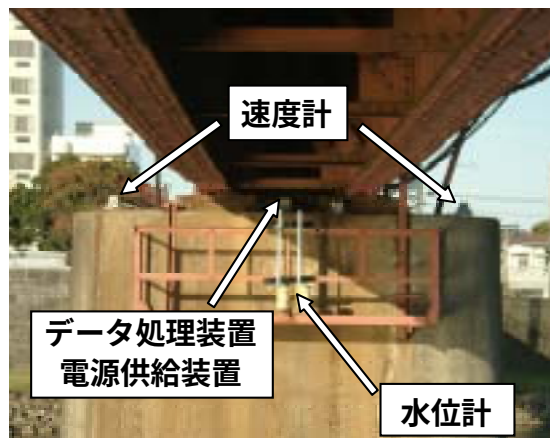


図 4 橋脚振動自動測定システムの設置例

表 1 実橋脚における自動測定の測定条件

設置期間 (稼働日数)	A 橋脚：H15.12.10～H16.1.14（29 日） B 橋脚：H16.1.14～H16.2.17（28 日） C 橋脚：H16.2.17～H16.3.12（25 日）		
	測定間隔	60 分	測定時間 300 秒
	アンプ倍率	0dB	フィルター ローパス 20Hz
サンプリング 周波数	100Hz	測定データの 容量	18.6MB/日