

増水時における橋脚基礎の健全性評価システム

河川増水時には流水の影響で橋脚周りの地盤が掘られる現象、いわゆる洗掘（せんくつ）が起こることがあり、これによって、橋脚が倒れたり傾いたりする場合があります。このため、鉄道事業者は橋脚周りの地盤が掘られ難くする防護工を設けたり、増水時の列車の安全を確保するため河川の水位に応じて列車の運行を停止するなど（運転規制）の措置をとります。しかし、増水している時には橋脚周りの地盤の状態を直接確認することはできないため、目視で橋脚基礎の健全性を判断することはきわめて困難です。そこで、橋脚のわずかな振動（微動）を測り、その振動の変化から増水時における橋脚基礎の健全性を定量的に評価するシステムの開発を進めてきました。

従来から、橋脚周りの地盤の状態が橋脚の揺れ具合（振動性状）に影響することは知られています。特に、橋脚が揺れやすい特定の振動数（固有振動数）と橋脚基礎の健全性には密接な関係があることが分かっています。そのため、平常時における橋脚基礎の健全性を調べる方法として、橋脚に強制的に衝撃力を与えて橋脚の固有振動数を求める試験（衝撃振動試験）が広く活用されています。一方、橋脚で測定した微動からは橋脚の固有振動数を特定することがきわめて難しいと言われてきました。しかし、増水時の橋脚の微動に着目して現地計測および実験を行った結果、増水時には流水の影響で低水時に比べて橋脚が大きく振動し、衝撃振動試験によって予め橋脚の固有振動数が分かっていたら、橋脚の微動からでも固有振動数を特定できることが分かりました。これらのことから、微動から求めた橋脚の固有振動数を増水時における橋脚基礎の健全性評価の指標とすることができることがわかりました。

そこで、橋脚天端（上面）に設置して微動を計測する「振動センサ」、計測の制御・データの保存・評価・結果の送信を行う「計測処理装置」、河川水位を計測する「水位計」および評価結果を受信・表示する「表示装置」で構成される橋脚基礎の健全性評価システムを試作しました（図1）。これらの機器はバッテリーで駆動し、設置に際して電源設備などを必要としません。

この評価システムは、①橋脚天端に設置した振動センサで橋脚の微動を測定し、②測定した微動から橋脚の固有振動数を自動的に算定し、③その固有振動数と橋脚基礎の状態に応じてあらかじめ定めた基準の値とを比較することで橋脚基礎の健全性をリアルタイムに評価し、列車運行の可否の判断を支援します（図2）。評価結果は、「表示装置」に無線伝送が可能なため、増水中の橋梁上での作業を軽減することができ、作業員の安全が向上します。

なお、本研究は国土交通省補助金を受けて実施しました。

（防災技術研究部 地盤防災 佐溝昌彦）

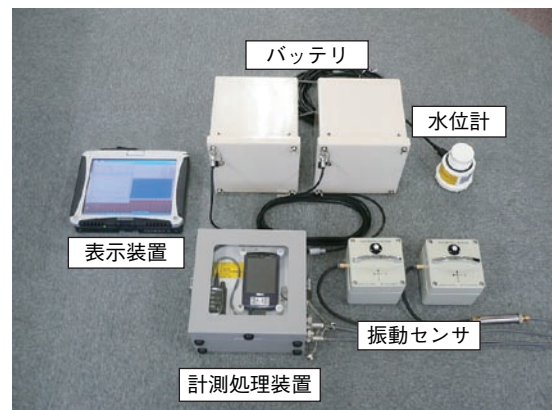


図1 試作した橋脚基礎の健全性評価システム

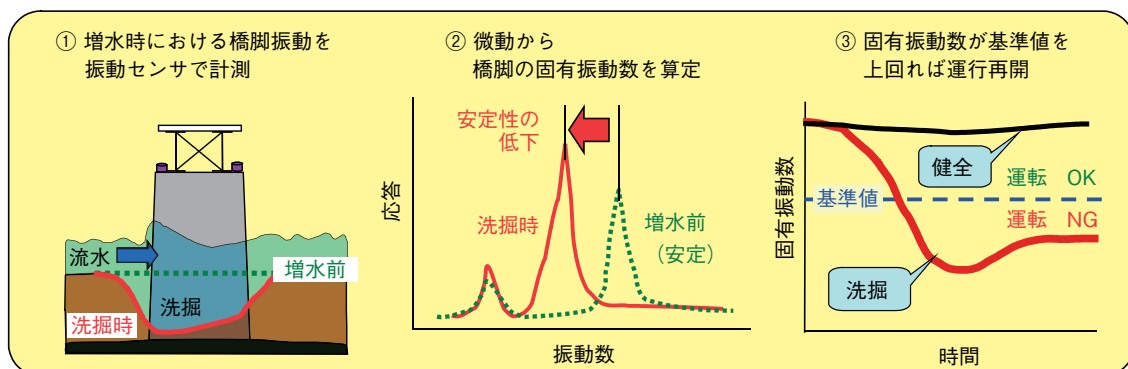


図2 増水時における橋脚基礎の健全性判定の考え方