

模擬橋脚を用いた洗掘モニタリング装置の機能確認試験

J R 東日本 正会員 ○木下 一孝
 J R 東日本 正会員 足立 啓二
 J R 東日本 正会員 加藤 健二

坂田電機株式会社 非会員 飯田 あゆ美
 (公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 渡邊 諭

1. はじめに

河川増水により橋脚基礎周辺の土砂が流出する洗掘は、橋脚の傾斜や沈下を生じさせ列車運行の安全を脅かす場合がある。当社では洗掘災害に対する安全性を向上させるため、洗掘の進行性を把握できるように橋脚根入れの状態を確認できる手法を検討してきた。そこで、橋脚の根入れと相関性が高い固有振動数に着目し、固有振動数を常時モニタリングする装置(以下、新装置)の開発に取り組んできた。

本稿では、模擬橋脚を用いて新装置の機能確認試験を実施したので、この試験とその結果について報告する。

2. 新装置の概要

新装置は、水平2軸の加速度を測定可能な加速度計1台を橋脚天端に設置し、常時微動による橋脚振動をサンプリング周波数200Hzで常時計測する仕様とした。また、固有振動数をモニタリングできるよう、これまで開発を行ってきたスペクトルピークを追跡するアルゴリズム¹⁾を組み込んだ。

以上の機能を有する新装置は、計測した加速度データをフーリエ変換し、スペクトルピークから固有振動数を5分毎に算定、出力することが可能である。

3. 機能確認試験

新装置のモニタリング機能を確認するため、模擬橋脚を用いて根入れを変化させる試験を実施した。以下に試験の概略を示す。

3. 1 模擬橋脚

図1に試験で用いた模擬橋脚の略図を示す。実橋脚の1/20スケールを想定したφ300mm×1,000mmのコンクリート製円柱を使用し、この天端中央に加速度計を設置した。

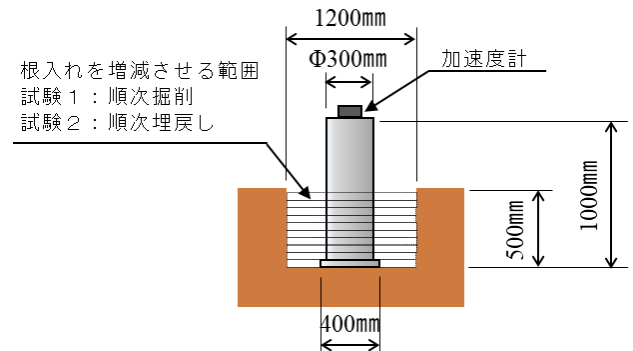


図1 模擬橋脚による試験略図

3. 2 試験内容

試験は2種類実施した。試験1は根入れ500mmの状態から根入れを0mmまで低下させる試験、試験2は根入れ0mmの状態から根入れを500mmまで増加させる試験である。試験中、加速度を常時計測し、新装置から出力される固有振動数を記録した。

新装置から得られる固有振動数の精度を検証するため、試験1、2ともに試験前後に衝撃振動試験(以下、IMPACT)を実施した。IMPACTは打撃によって外部から衝撃を与え励起された振動波形から固有振動数を求めるもので、精度が高く、鉄道橋脚の健全度診断に使用した実績も多い。試験2では(公財)鉄道総合技術研究所(以下、鉄道総研)が開発した固有振動数のモニタリング装置²⁾を併用し各計測機器で算定される固有振動数を比較する。なお、以下に示す3点に注意したうえで模擬橋脚を設置した。

- ① 根入れ部の拘束が小さいと模擬橋脚底面の回転ばねで固有振動数が決まり、根入れを変化させても固有振動数が変わらない可能性が懸念されたため、水平方向の拘束力が作用するよう模擬橋脚を土中に埋め込むことにした。埋込長は増

キーワード：模擬橋脚、洗掘対策、固有振動数、モニタリング

連絡先：埼玉県さいたま市北区日進町2-479 JR 東日本研究開発センター防災研究所 TEL048-651-2693

減させる根入れに合わせて 500mm とし、1,200mm×1,200mm の範囲の立坑を掘り、その中央に模擬橋脚を設置した (図 1)。なお、試験場所は水中ではない。

- ② ①と同様に、模擬橋脚の固有振動数に対して根入れの影響を高めるため、模擬橋脚を埋込む前に底面地盤を深さ方向に 300mm 程度緩め、底面の回転ばねの影響を相対的に小さくするようにした。
- ③ 底面の凹凸によりロッキング振動以外の不規則振動が生じないよう模擬橋脚設置時に現場打ちのフーチングを設け、底面の凹凸の影響を排除した。

4. 試験結果

表 1 に各計測機器で得られた固有振動数の結果を示す。表 1 から試験 1, 2 とも各計測機器の結果は同程度である。

図 2 に試験 1 で新装置により得られた固有振動数の変化を示す。縦軸は固有振動数、横軸は経過時間を示し、掘削中は着色した。図 2 から根入れの低下に追従して固有振動数が低下しており、掘削作業中の固有振動数も連続的に変化している。図 3 に試験 1 で計測された加速度波形から算出される加速度振幅スペクトルを根入れ毎に示す。図 3 から根入れの低下により、模擬橋脚の固有振動数を表すスペクトルピークが低周波側に移動し固有振動数が低下している。また根入れの低下とともにスペクトルピークが明瞭になっているが、これは根入れの低下により振幅が増加したためと考えられる。

図 4 に試験 2 で各計測機器により得られた固有振動数の結果を示す。根入れ毎の比較をしており、今回の試験条件では、各計測機器で得られる固有振動数の結果は概ね一致している。

以上の結果から新装置から求まる固有振動数の精度ならびに固有振動数の変化を追跡可能な機能を有していると考えられる。

5. まとめ

今回、新装置の機能確認を目的に模擬橋脚を用いた試験を実施した。その結果から、新装置を用いて橋脚の固有振動数を常時観測することで、洗掘の進行性を把握することが可能であると考えられる。

表 1 固有振動数測定結果

試験	根入れ	固有振動数		試験	根入れ	固有振動数		
		新装置	IMPACT			新装置	IMPACT	鉄道総研
1	500mm	24.0Hz	23.2Hz	2	500mm	22.9Hz	22.6Hz	22.6Hz
	0mm	10.7Hz	10.1Hz		0mm	11.9Hz	11.9Hz	12.1Hz

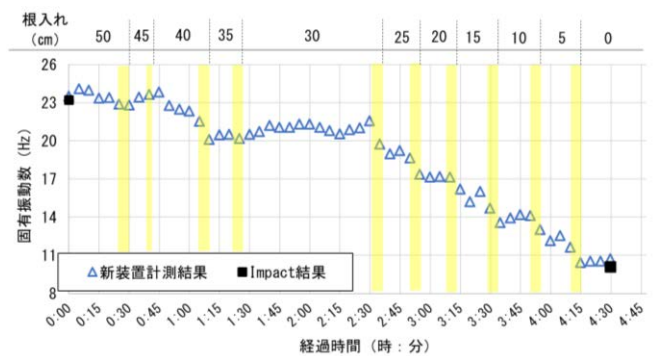


図 2 固有振動数の変化 (試験 1)

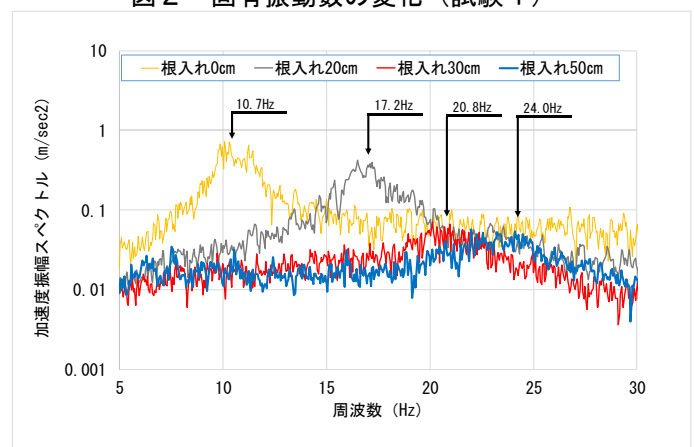


図 3 加速度振幅スペクトルの変化状況 (試験 1)

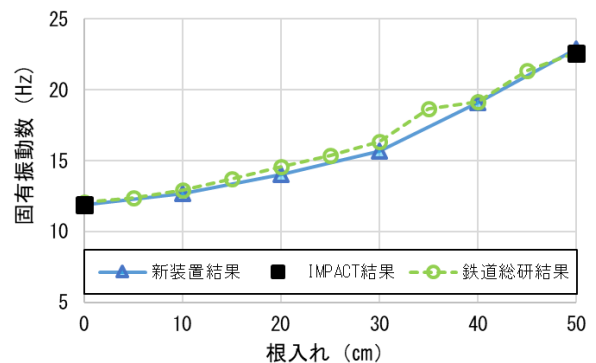


図 4 計測機器毎の固有振動数比較 (試験 2)

参考文献

- 1) 足立啓二, 加藤健二: 常時微動の長期計測による橋脚健全度評価手法の検証, 第 28 回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集, 2021
- 2) 樺健典, 内藤直人, 渡邊諭: 外乱作用化における河川橋脚の常時モニタリング, 土木学会論文集 F4, Vol.75, 2019