

東海道新幹線富士川橋りょう橋脚基礎の健全性評価について

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○有馬隆介
正会員 齋藤 修

1. 背景と目的

東海道新幹線では、大雨等で河川増水が認められた場合、河岸で新幹線橋りょうの桁下水位を観測し、規制水位に達した場合は列車の運転規制を行っている。特に洪水時に洗掘の可能性のある橋りょうでは、衝撃振動試験により橋脚の固有振動数を把握し、運転規制解除の判断をしている。この衝撃振動試験を用いた運転規制解除の判断は、関¹⁾の研究に基づき導入した経緯がある。この衝撃振動試験は、重錘を橋脚天端線路直角方向に打撃し IMPACTⅢシステムを活用して固有振動数を特定するが、重錘設置等その準備作業に時間を要することから、ダウンタイム短縮に向けた工夫として、洗掘の恐れのある河川橋脚に予め重錘に相当する加振器を設置している。しかし、この衝撃振動試験は、近傍の河岸から継続的に観測している河川水位の上昇傾向が収まり、且つ、風・雨が収まった状態であることを確認したのちに実施することとなるため、時間を要している。このような背景も踏まえ、当社では鉄道総合技術研究所が開発した「橋脚基礎健全性評価システム（以下、システム）」を活用することにより、リアルタイムに橋脚の健全性を確認する手法について試行・検証を進めており、本稿ではその状況について中間報告する。

2. 橋脚健全性評価システムと機器設置概要

当該システムは、河川増水時には流水の影響で橋脚が低水時に比べて大きく振動することに着目し、衝撃振動試験等によって予め橋脚の固有振動数が分かっているならば、橋脚の微動から固有振動数を特定できるという概念で開発されたものである。システム構成は、橋脚上に設置する現地システム部と、計測データや条件設定ファイルを収納するサーバ及びサーバに接続可能な制御監視部（PC）からなり、それぞれインターネット回線を通じてデータの共有が図られている。現地システム部は橋脚上に設置する速度センサ、水位計、計測処理

装置、サーバとのデータ伝送用通信端末、電源部から構成されている。今回の計測では、富士川橋りょう橋脚天端上に流下方向に対して上流側と下流側の各1か所に速度センサ（3成分）を設置した（図1）。また、電源部、計測処理装置についても同様に橋脚天端上に設置し、風雨を凌ぐためコンテナ内に収め、さらに新幹線高圧活線下ということも考慮し、ノイズ対策としてシールドを施した。



図1. 現地状況と速度センサ

3. 測定概要・実績

当該システムには、隔測モードと常測モードの2つのモードが備わっており、河川水位の状況等に応じて、遠隔でモード変更が可能となっている。

今回の計測では、2時間間隔に設定した隔測モードを基本測定として、降雨状況等に応じて常測モードに変更した。また、測定データは、約80秒間のデータを1セットとして、10秒間隔にスライドさせながらデータを蓄積・分析していく構成となっており、監視用専用端末ではその分析結果であるフーリエ変換波形に加え、予め設定した周波数帯域中の1つのピーク値を表示・確認できるようになっている。測定は平成22年8月から平成23年3月までの7ヶ月間実施したが、測定期間中、新幹線の運転規制を伴うような降雨が富士川流域で発生しなかったため、検証の最終目的である河川増水時のデータは取得できなかった。

キーワード：橋脚微動、衝撃振動、富士川

連絡先：〒420-0851 静岡市葵区黒金町29番地 東海旅客鉄道（株） 静岡新幹線構造物検査センター Tel:054-282-8116

4. データ分析結果

リアルタイムに橋脚の健全性を把握するためには、列車通過時をはじめとしたノイズデータを除外する必要がある。しかし遠隔ゆえにその判断が難しく、その実現に向けた課題は多い。そこで、現時点で運転規制を伴うような増水時のデータ取得には至っていないものの、システム活用の方角性を見極めるために、今回取得した低水時データの分析を以下の手順で行った。

1) 時刻歴データ、スペクトル分析の実施

オリジナルデータから 80 秒毎に 8,192 個のデータを抽出し、線路直角方向の時刻歴波形データを作成するとともに、個々のデータについてスムージング処理を加えたスペクトル分析(図 2)を実施し、卓越する上位 10 ピーク周波数を読み取った。

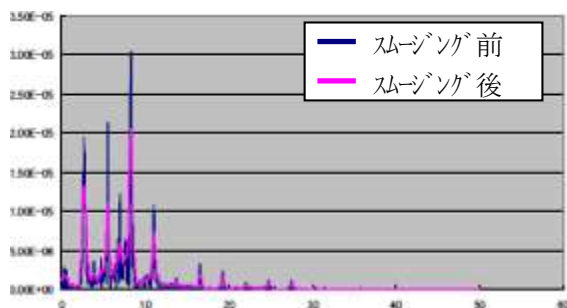


図 2. スペクトル分析結果例

2) ノイズデータの除外

鉛直方向の時刻歴データを振動加速度レベル (VAL) に変換し、30dB 以上に該当するデータを列車通過時等のノイズデータとして除外した。

3) 卓越周波数の時刻歴変化グラフの作成

前項までの分析をもとに、ノイズデータ除外前後における卓越周波数の時刻歴変化グラフを図 3、図 4 に示す。これは、平成 22 年 10 月 10 日の新幹線運行時間帯 (6 時から 24 時まで) において常測モードで測定したものである。いずれのグラフも卓越周波数のピークと思われる帯域毎に分類されているが、ノイズ除去後の方がよりバラツキが少なくなり、帯域が狭まっていることがわかる。ここで、当該橋脚の低水時の固有振動数は、図 5 に示す衝撃振動試験結果から位相差 0 度となる 6.2Hz であるが、その帯域も明瞭に取得できていることがわかり、今後この周波数帯域に着目して増水時の検証を進めていく予定である。

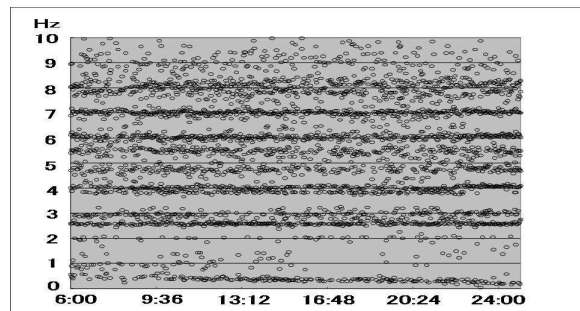


図 3. 卓越周波数時刻歴変化 (ノイズ除去前)

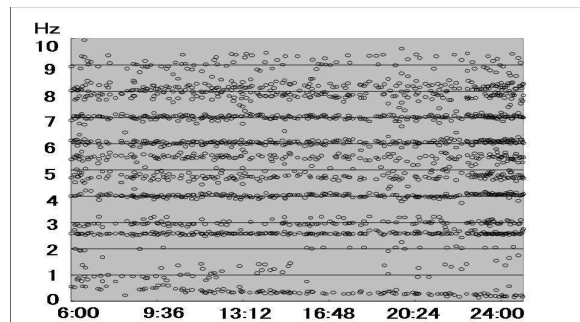


図 4. 卓越周波数時刻歴変化 (ノイズ除去後)

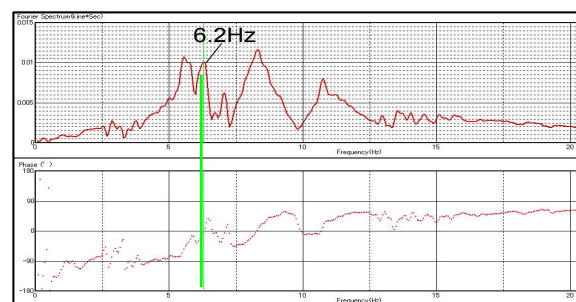


図 5. 衝撃振動試験結果 (富士川)

5. おわりに

鉄道総研が開発した「橋脚基礎健全度評価システム」を活用して新幹線富士川橋梁の健全性の確認を行った。現時点で最終目標である増水時のデータ取得に至っていないが、低水時データをもとに、列車通過時等のノイズデータを除外することができた。また、富士川橋りょうの橋脚の固有振動数を含む帯域をシステム取得データから抽出することができたため、今後この帯域に着目して増水時の変化を見極める検証を進めていく。最後に、鉄道総合技術研究所佐溝様はじめ、解析にご協力下さった中央開発株式会社鈴木様に謝意を表する。

参考文献

- 1) 関雅樹：固有振動数に着目した東海道新幹線構造物の維持管理システムに関する研究，2001.10
- 2) 佐溝昌彦：増水時における橋脚の洗掘に備える 2009.9RRR