

Ⅲ-A425

常時微動を利用した橋脚の異常検知法の試み

J R 東日本 安全研究所 正会員 田母神 宗幸

J R 東日本 安全研究所 正会員 田中 淳一

共和電業 計測エンジニアリング本部 坂田 光児

1. はじめに

橋梁を維持管理して行く上で、荷重を支持地盤に伝達する下部構造物（橋台、橋脚）の変状を把握することは重要である。下部構造物の変状の内、特に橋脚の洗掘による支持力の低下は、上部工を巻き込んだ急激な変形を起こす恐れがあり、列車運行の安全確保上その把握が必要となる。

常設型の監視装置を橋梁に設置して、常時無人で橋脚の異常検知を行う装置を開発する一貫として、常時微動を利用した橋脚の異常検知法についての現地試験をおこなったので報告する。

2. 橋脚の異常検知に用いる指標

橋脚の異常検知法として、橋脚の固有振動数の変化を捉えることに着目した。橋脚の固有振動数の測定法としては、起振機や打撃によって測定時に強制外力を与える方法があるが、本研究の目的とする常時無人監視を行うためには、全ての橋脚に起振機や打撃装置を設置する必要があるがコスト面で実用的でない。

そこで、強制外力の代わりに常時微動を用いることとした。

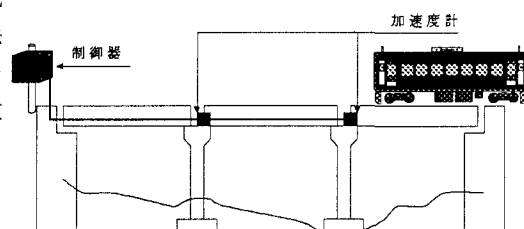


図1 常時微動による異常検知装置イメージ

3. 試験目的

常時微動による橋脚の固有振動数の測定はこれまでも行われているが¹⁾、それらは交通振動等のノイズが測定に影響しないように、ノイズの少ない時期を選んで測定されている。本試験では、常時監視という検知装置の性格上、ノイズに影響されずに固有振動数を計測できることが必要と考え、あえて日中にノイズが発生する環境下で計測できるか確認することを目的とした。

4. 試験方法

試験を行ったのは表1に示す3橋脚で、いずれも洪水時に局所洗掘が発生することが危惧されている。

試験は、鉄道の既設橋脚で健全度判定に用いられている衝撃振動試験²⁾で得られる固有振動数と、常時微動による計測から得られる卓越振動数を比較することにより行なうこととした。

常時微動による測定では、図2のようにサーボ型加速度計（容量1G）を橋脚天端に橋軸方向、橋軸直角方向それぞれに設置すると共に、列車通過時に固有振動数が測定できるか検討するために、動ひずみ加速度計（容量5G）を設置した。計測装置のシステムブロック図を図3に示す。

表1 試験を実施した橋脚の緒元

測定橋脚	基礎形式	支持地盤	躯体高	根入れ	構造
○橋梁2P	直接	砂礫	12.1m	6.6m	石積造
H橋梁(下)1P	直接	砂礫	10.0m	4.9m	石積造
H橋梁(上)1P	直接	砂礫	11.6m	6.4m	RC造

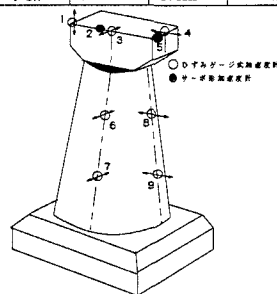


図2 加速度計 設置位置

キーワード : 常時微動 固有振動数 洗掘

連絡先 : 東京都千代田区有楽町 2-10-1 東京交通会館 7 階 J R 東日本 安全研究所

Tel 03-3211-1118

FAX 03-5219-8678

測定は加速度変換器からのアナログ信号を、動ひずみ測定器及びコンディショナを介してA/D変換器によりデジタル化して収録するものとした。このとき、橋脚の1次固有振動数付近（20 Hz以下）の振動レベルの測定精度を高めるために30 Hzのローパスフィルターを掛けた。また、A/D変換器のサンプリング間隔は0.005秒とし、1回の計測時間を45分とした。

5. 試験結果

常時微動の測定中には、ダンプトラックの通過や隣接線の列車通過等がノイズとして取り込まれた。そこで、これらノイズの影響を除去するために45分間の測定データを40秒毎にフーリエスペクトルを求め、67波のフーリエスペクトルを時間軸で加算平均した。この処理により、継続的な橋脚の固有振動数成分を引き立たせることができる。

図4に加算平均スペクトルを0.24 Hz毎に移動平均して平滑化したものと、衝撃振動試験のフーリエスペクトルを比較したものを示す。図のように、橋脚の固有振動数付近の周波数における振幅特性は比較的良く一致した。ノイズの発生する状況下においても常時微動によって橋脚の固有振動数を判別できる可能性が有る。

列車通過時についても同様に加算平均スペクトルを求めたが、列車通過時のものは常時微動に現れる卓越周期以外の周波数成分にもレベルの大きなものが含まれ、橋脚固有振動数のピークを判別することは難しいことがわかった。

6. 今後の課題

今後の課題として、以下のことが考えられる。

- ・橋脚の固有振動数によるスペクトルのピーク形状の確認をより容易にできるようにするため、常時微動の加算平均フーリエスペクトルにおいて、地盤加速度等の入力周波数成分の影響を伝達関数により補正する方法等が考えられる。
- ・洗掘による異常検知を対象とした場合、洪水流中での計測となる。洪水流により大きな動水圧が橋脚に作用した場合に計測が可能か否かの検討が必要である。
- ・無人監視システムとするためには、固有振動数の変化を人為的手段によらず、機械によって判断する手法を検討する必要がある。

参考文献 1)中村 豊 他 常時微動を用いた新しい橋脚健全度評価法の提案(鉄道総研報告 Vol.8, No.5, 94.5)
2)西村 昭彦 他 既設橋梁橋脚の健全度判定法に関する研究(鉄道総研報告 Vol.3, No.8, 89.8)

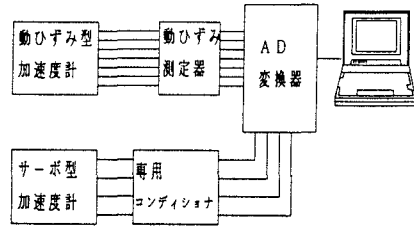


図3 計測システムブロック図

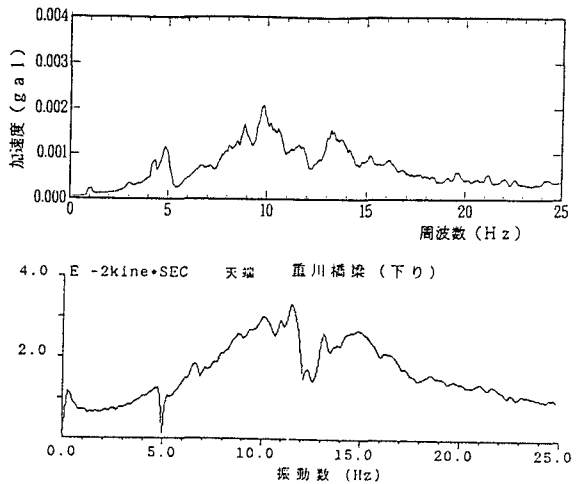


図4 常時微動と衝撃振動試験のフーリエスペクトル

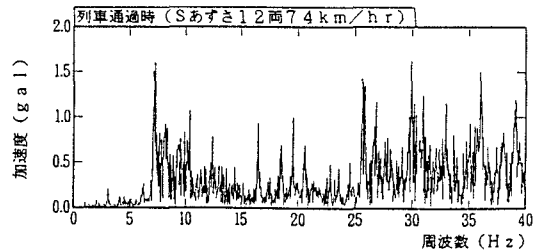


図5 列車通過時におけるフーリエスペクトル