

非接触振動測定による橋梁振動対策の一検討

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 ○岩吹啓史

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 長船寿一

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 中崎邦夫

中日本ハイウェイエンジニアリング東京 (株) 非会員 安田英明

1. はじめに

高速道路等の沿道住民から環境に関する苦情が寄せられており、橋梁部からの騒音・振動・低周波音に関するものが近年多くなってきている。この苦情の原因を分析し対策を検討するためには、発生要因となる周波数を特定することが必要であり、橋梁の振動モード把握が重要となる。従来、構造物の振動測定は有線式の振動計（VM）を使用するため、測定の準備や撤去に多くの時間と費用を費やしてきた。そこで、最近では構造物ヘルスマonitoringの分野において遠隔から非接触で測定が可能であるレーザドップラ速度計（LDV）を用いた測定法が開発され¹⁾²⁾、実橋梁への適用について検討されている³⁾。

本研究は、測定の労力とコスト及び高所作業の危険性を低減することを目標とし、環境測定における LDV 活用の可能性を確認するため、道路交通振動が原因で苦情が発生している橋梁において、LDV による橋梁振動測定を行い、苦情内容と橋梁振動の因果関係について検証した。

2. 室内実験

VM と LDV の測定精度について検証した。圧電式の振動加速度ピックアップを鋼板に設置し、ピックアップの頂端部を LDV で測定しながら、鋼板に振動を加え 10 秒間の同期測定を行った。両装置を比較するため物理量は速度で統一し、時刻歴波形を図 1 に、相関を示す散布図を図 2 に、周波数特性（FFT 分析）を図 3 に示す。図 1 より振幅に相違が見られるものの振動による入力信号の時刻歴応答が概ね一致していること、図 2 よりその相関が高いことが分かる。同様に、図 3 では卓越周波数がよく一致していることが分かる。橋梁振動の測定と分析では、LDV を用いても支障がないと判断できる。

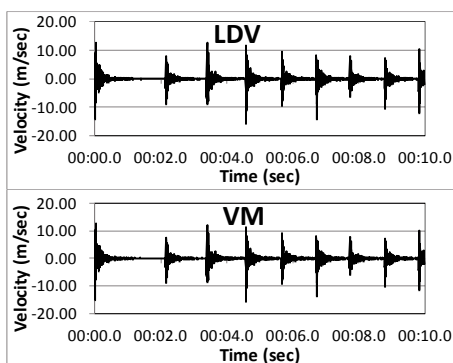


図 1 時刻歴波形

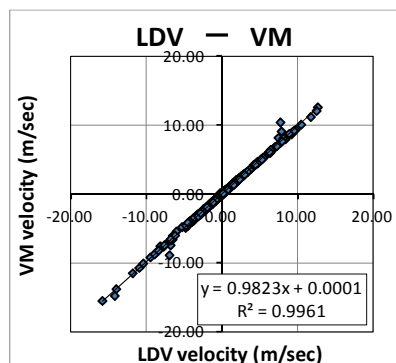


図 2 相関図

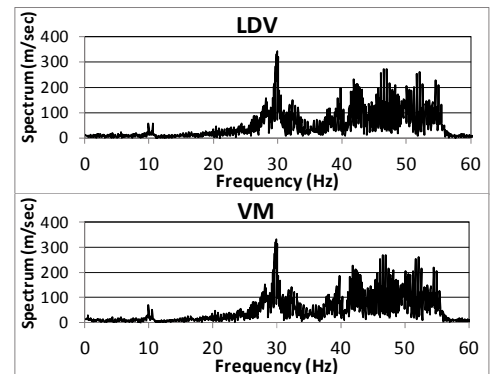


図 3 周波数特性（FFT 分析）

3. 振動問題

振動苦情の原因を推定するため、鋼 4 主桁桁橋で測定を行った。測定点は、主桁 1 径間を橋軸方向に 4 分割した位置 5 箇所とし、主桁下フランジ下面を LDV で、主桁下フランジ上面を VM で測定した。

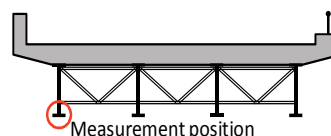


図 4 断面図（橋軸直角）

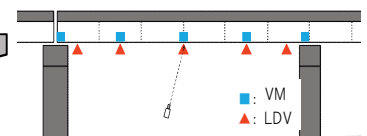


図 5 断面図（橋軸）

振動モードを図 6 に示す。LDV は速度で、VM は振動加速度で算出したが、共に 3.0Hz で振動一次モード、11.5Hz で振動二次モードを確認した。

キーワード 測定, LDV, レーザドップラ速度計, 振動, 低周波音

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1 TEL 042-791-1655 FAX 042-791-1099

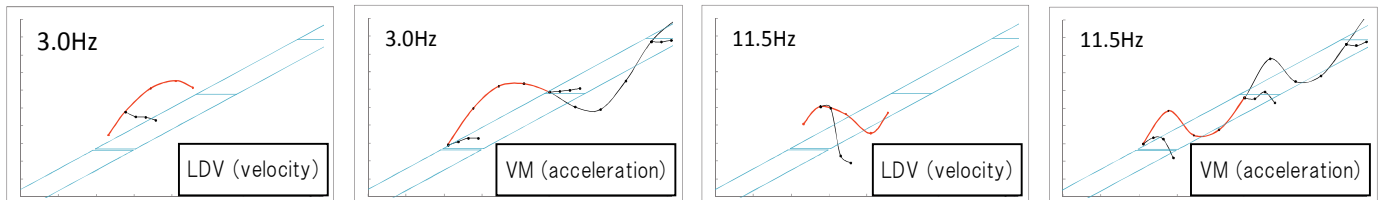


図6 振動モード

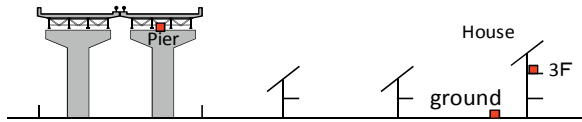
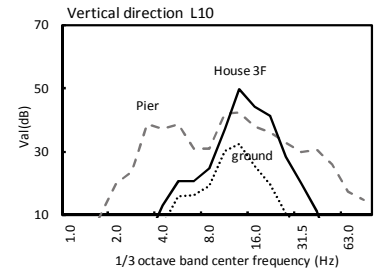


図7 測定位置図

対象家屋内は、橋脚上端と同時に VM で鉛直方向を測定した(図7)．周波数特性(1/3OctBand 分析)を図8に示す．卓越周波数が橋梁振動と一致していることが分かる．以上より、橋梁の振動二次モードである 11.5Hz の振動が家屋に伝播し、苦情の発生要因となっている可能性を示唆している．

図8 周波数特性
(1/3OctBand 分析)

4. 低周波音問題

次に、別橋梁で低周波音苦情の原因を推定するため、鋼3径間連続2主桁桁橋の1径間で測定を行った．LDVで橋軸方向を3列測定し、3次元で振動モードを算出した．結果を図9に示す．3.0Hzで振動一次モード、12.0Hzで振動二次モードを確認した．

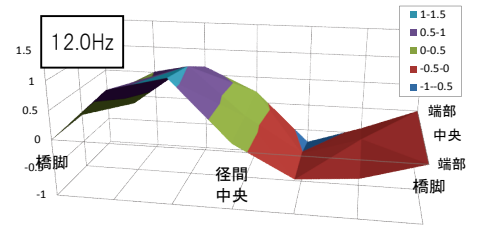
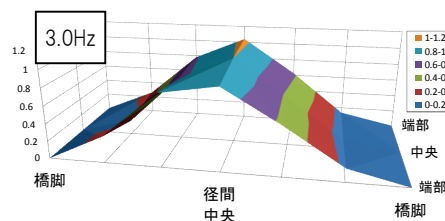


図9 振動モード

この橋梁に大型試験車両(245kN)を走行させ、対象家屋の建具付近の低周波音圧レベルと同時に LDV で建具振動速

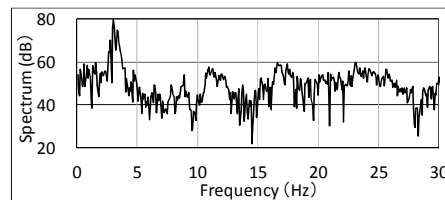


図10 周波数特性(音圧レベル)

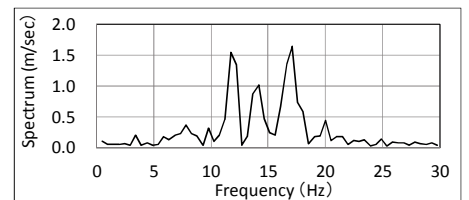


図11 周波数特性(建具振動)

度を測定した．周波数特性(FFT 分析)を図10及び図11に示す．低周波音圧レベルと建具振動速度共に、振動二次モードの 12.0Hz 付近で卓越していることが分かる．以上より、橋梁の 12.0Hz の振動が低周波音として放出され、空気が振動することで家屋に伝搬している可能性を示唆している．

5. まとめ

LDV を用いた橋梁振動対策の検討は、VM と同等の精度で行えることが分かった．LDV は測定対象物に照射ターゲット設置するが、一度設置すると繰り返し測定が容易で、効率的な対策効果の検証が可能である．LDV の測定は、従来の有線式 VM の測定よりも省力化を図ることができ、円滑な道路事業の推進に寄与できるものとする．

本研究の LDV を用いた橋梁振動測定では、長崎大学松田研究室及び森田研究室の皆様にご協力やご助言を賜った．ここに感謝の意を表し、厚く御礼申し上げる．

参考文献

- 1) 依田秀則．レーザードップラー速度計を用いた実験的モード解析．土木学会第 54 回年次学術講演会，1999．
- 2) 上半文昭．鉄道構造物の振動診断を目的とした非接触微動測定法の開発．土木学会地震工学論文集，2003．
- 3) 長島和輝．遠隔非接触振動計測の測定手法及び実橋梁への適用に関する検討．土木学会第 70 回年次学術講演会，2015．