

# 構造物振動の非接触測定装置

鉄道では、構造物の経年劣化や地震による損傷を振動測定で検査する手法が用いられています。その振動測定による構造物検査を、より簡単かつ安全に実施可能にするために、レーザドップラ速度計(LDV)に改良を加え、構造物の平時の極微小な振動も、離れた場所から非接触測定できる装置を開発しました(図1)。

構造物が劣化あるいは損傷すると、一般にその固有振動数(構造物が最も揺れやすい振動数)が低下します。振動測定による構造物検査では、この固有振動数を診断の指標として用います。従来、構造物の固有振動数は、起振器で揺すったり、錘をぶついたりして人為的に発生させた構造物の振動を利用して検出してきましたが、常時微動と呼ばれる平時の極微小な振動を感度の高いセンサで測定してスペクトル分析すれば、人為的な加振無しでも構造物の固有振動数を検出できます。この常時微動を非接触測定できるようにすれば、構造物へのセンサの取り付けと加振が不要になり、構造物の振動測定検査作業の効率を大幅に改善できます。

しかし、構造物

の常時微動の非接触測定には解決すべき課題がありました。LDVは、測定対象にレーザ光を照射してその反射光を受光し、ドップラ効果による反射光の周波数変化から測定対象の速度を検出するため、得られる速度はセンサと測定対象間の相対速度です。振幅が数 $\mu\text{m}$ 程度の非常に微小な常時微動を測定する場合には、地盤振動や風などの外乱によって引き起こされるLDVのセンサの振動が無視できず、構造物の振動の測定精度が低下します。そこで、LDVのセンサ本体の振動を測定する補正センサをLDVに取り付け、その記録を用いてLDVの記録を補正する手法(図2)を提案しました。図3は、実構造物の常時微動測定から得られた構造物の振動波形とフーリエスペクトルです。提案手法によって、LDVの振動に起因するノイズが除去され、構造物の固有振動数(3.6Hz)の検出が容易になりました。

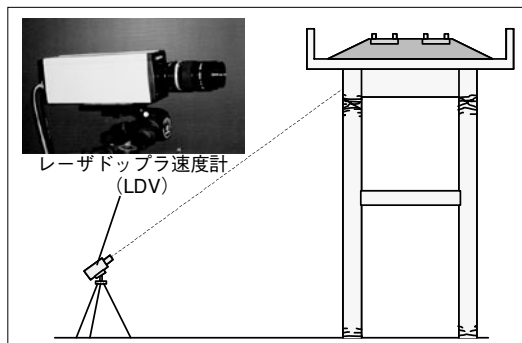


図1 LDVによる構造物振動の非接触測定

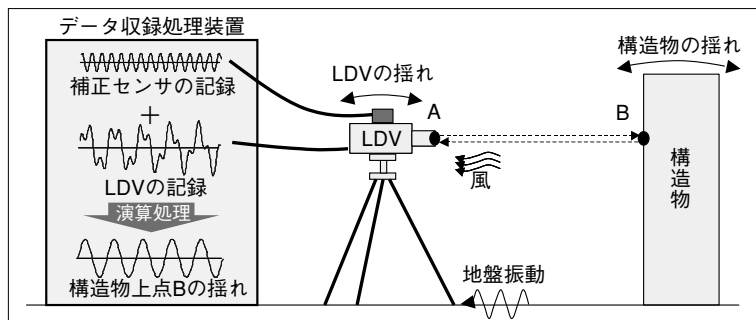


図2 LDVの揺れによるノイズの補正

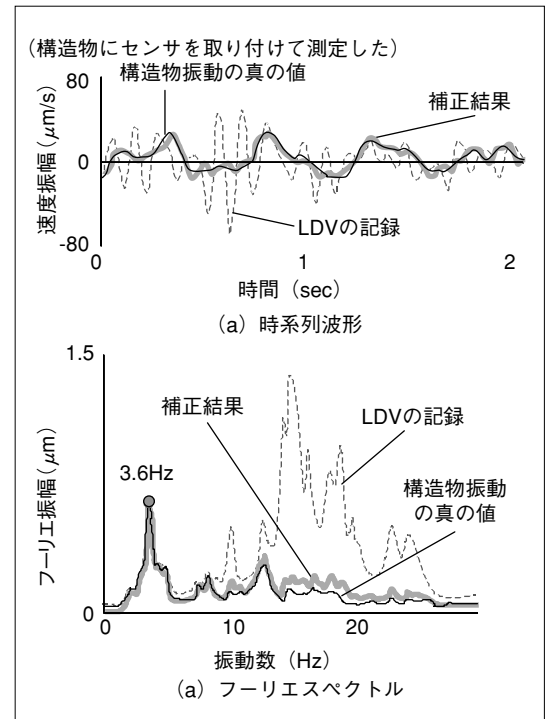


図3 提案手法による補正の効果

## 発明余話

鉄道の地震対策に、振動測定を効果的に活用するための研究を遂行する過程で得た、様々な現地測定体験から、振動測定作業の安全性と効率性の向上(図4)が必要であると感じ、この装置の開発を思い立ちました。

兵庫県南部地震のように構造物被害が甚大な地震の被害調査の際には、被災程度が著しく余震などで倒壊しそうな構造物の付近で振動測定作業を実施しなければならないこともありました。そのようなときには、最善の安全対策を採りつつも「今、大きな余震が来たら大変なことになるぞ…」という思いが頭をよぎりました。また、平時の振動測定作業においても、高い橋脚の天端などの危険箇所へのセンサの設置作業は、極度の緊張を伴うものでした。このような不安を検査作業に従事される方々に抱かせないためには、危ない場所に近寄らずに振動を測定できる装置の開発が不可欠であると考えました。

また、新幹線の高架橋上で振動測定する場合、列車運行中は線路に立ち入れないため、夜間に他の保守作業や保守用車の動向を気をつけながら気ぜわしく作業

### 《権利メモ》

発明の名称：構造物の振動特性の非接触計測による同定方法及び装置

概要：構造物にセンサを取り付けずに微動を非接触計測にすることにより構造物の固有振動数や固有振動モードなどの振動特性を同定する。

出願番号：特願 2002-355051 (2002.12.6)

公開番号：特開 2004-184377 (2004.7.2)

総発明者：上半 文昭

を実施しなければなりません。日中に作業する場合は高所作業車などを手配して、高架橋に外側からセンサを取り付けます。柱の振動モード(揺れの形)の調査などを目的として、多点の同時測定を行う場合には、多くのセンサの取り付けとコード類の配線に測定時間の大半を奪われました。これらの問題を解決して振動測定作業の効率を向上するためにも、今回提案したような装置が必要でした。

測定装置の開発に当たっては、構造物の常時微動測定に適した測定レンジを持ったLDVの開発、および、LDVと補正センサの周波数特性と位相の調整に苦心しました。現在も、測定装置の軽量小型化および測定手法の改善に取り組んでおり、実用システムの完成を目ざしています。

(鉄道力学研究部 構造力学 上半文昭)

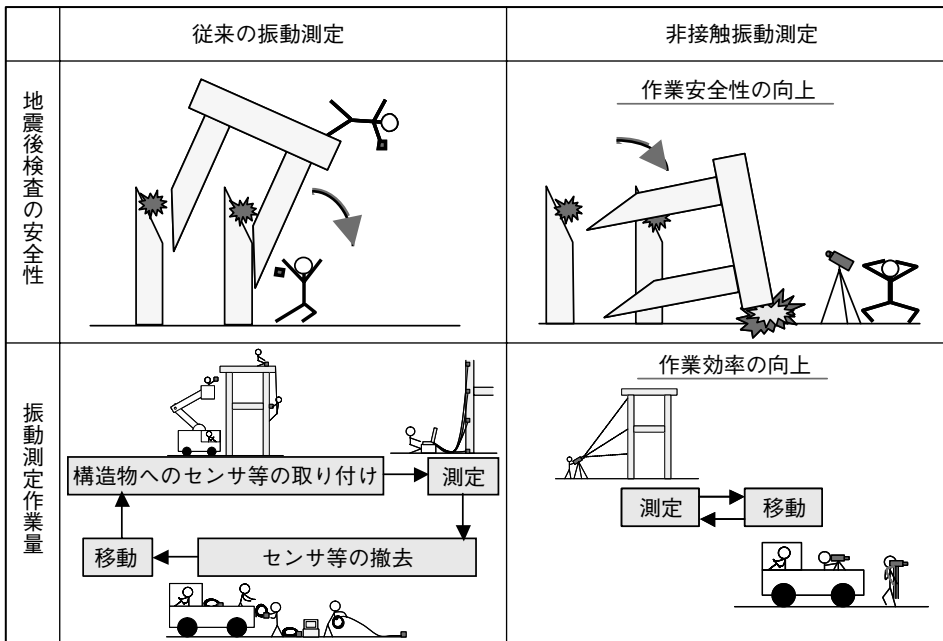


図4 非接触振動測定手法の導入効果

※記事に関するお問合せ先  
 情報管理部(知的財産)  
 NTT: 042-573-7220  
 JR: 053-7220