

# レーザドップラー振動計による非接触でのケーブル張力測定技術

福井康大\*1

\*1 神鋼検査サービス(株) 技術部

まえがき = 昨今、道路やトンネル、橋梁などの社会インフラ設備の老朽化が深刻な問題となっている。とくに高度経済成長期に集中的に整備されたインフラが、今後急速に老朽化することが懸念されている<sup>1)</sup>。ケーブルで橋桁を支える斜張橋や吊り橋は、ケーブル張替えに多大なコストが発生することや、高所であるがゆえに近接目視点検が困難な箇所があることなどが課題として挙げられている。また、国内には約1,000橋<sup>2)</sup>が存在し、建設後20年以上経過したものは約500橋<sup>3)</sup>存在しているため、検査計測や保守、長寿命化への取り組みが求められている。このようなニーズの高まりに応えるために、当社(神鋼検査サービス株式会社)では新たな手法として、レーザドップラー振動計を利用した非接触型のケーブル張力測定技術を提案している。本技術を用いることで、斜張橋の点検において、ケーブルの劣化状況を問わずケーブル張力の計測が可能となる。よって、本技術は橋梁全体の状態やケーブルの変状を把握する一助としてお客様に活用いただくことができる。

## 1. 測定原理

本技術は、斜張橋のケーブルやPC橋の外ケーブルなどのケーブルに対して、レーザドップラー振動計(図1)を用いている。この振動計は離れた場所からケーブルに接触せずにケーブルの振動を計測できる。そのデータをもとにFFT解析を行い、ケーブル固有振動数を算出する。張力算出は、株式会社神戸製鋼所が開発した以下の張力算出式を適用する<sup>3)</sup>。

$$f_i^2 = \frac{\pi^2 EI}{4\rho AL^4} i^4 + \frac{T}{4\rho AL^2} i^2$$

ここに、 $i$  : モード次数、 $f_i$  : 固有振動数、 $EI$  : 曲げ剛性、 $T$  : 張力、 $\rho A$  : 単位重量、 $L$  : ケーブル長さである。これにより得られた複数の固有振動数とその次数、既知のケーブルの長さ、単位重量からケーブル張力を求めることができる。

## 2. 特徴

従来方法では、ケーブルに加速度計を取り付けることで振動を計測していた。また、ハンマーなどによりケーブルに打撃を加えて振動を強制的に発生させる方法が使われている。本技術はレーザドップラー振動計を用いて非接触での計測を行うことが可能であり、ケーブルに



図1 レーザドップラー振動計 (短距離タイプ)



図2 レーザドップラー振動計 (長距離タイプ)

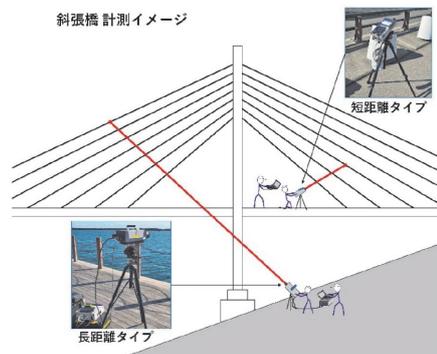


図3 計測イメージ

加速度計を取り付ける必要がない。また、車両の通行や風による橋梁の常時微動での計測を行うことができる。以上のことから、加速度計の取り付けや強制加振のための車線規制など手間を省くことが可能となった。

また、レーザドップラー振動計には2種類あり、短距離タイプ(図1)は最大15 m、長距離タイプ(図2)は最大550 mの距離まで離れて計測可能である。短距離タイプは橋の歩道や中央分離帯などからケーブルにレーザを当てる方法である。長距離タイプは橋全体を見渡せる河川敷や港の埠頭など離れた場所から計測ができる方法である(図3)。よって、長距離タイプは災害時の安全確認にも有効な手法と言える。

## 参考文献

- 1) 国土交通省. 社会資本の老朽化対策情報ポータルサイト インフラメンテナンス情報, 2016. [https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/02research/02\\_01.html](https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/02research/02_01.html). (参照2025-05-16)
- 2) 国土交通省. 道路統計年報2024 橋梁の現況. <https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2024/nenpo03.html>. (参照2025-05-16)
- 3) 山極伊知郎ほか. R&D神戸製鋼技報. 1999, Vol.49, No.2, p.12-15.

脚注) 一般社団法人 日本橋梁建設協会「橋梁年鑑データベース2024」から推定した数である。