

不可視レーザー光を用いた新しいLDVによる斜張橋ケーブルの振動計測 —舞鶴クレインブリッジでの計測事例—

長岡技術科学大学 学生会員 ○稲葉将吾 同左 正会員 宮下剛
舞鶴工業高等専門学校 正会員 玉田和也
ポリテックジャパン 羽倉守人

1. はじめに

舞鶴クレインブリッジは橋長 672m, 中央径間長 350m を有する鋼 3 径間連続斜張橋である。総幅員は 11m で片側に歩道を有しており、ケーブルは 2 面吊りで合計 48 本のケーブルで構成されている(図 1)。本橋は、火力発電所建設のための工専用道路として 1999 年に完成し、現在は市道として舞鶴市が管理している。

これまで、本橋におけるケーブルの張力計測は、平成 11 年と平成 17 年に実施されたが、それ以降は実施されていない。地方自治体では、効率的に橋梁の状況を把握することが可能な手法が求められており、平成 22 年にハンディタイプのレーザードップラー速度計(以下、LDV)を利用して、全ケーブルの振動計測を実施した¹⁾。その結果、10 年間でケーブル張力の測定値に多少の変動は見られるものの、その原因は雪や温度の影響程度であることが分かった。

文献 1) で使用した LDV は、He-Ne レーザーを光源とする従来タイプのものである。仕様上の計測可能距離は 30m であるため、計測装置一式を台車に乗せてケーブル付近に移動させ、そこからケーブルに向けてレーザーを照射することで計測を実施した。全 48 本のケーブルを計測するのに要した時間は、約 3 時間であった。

本研究では、斜張橋ケーブルの振動計測をさらに効率化させるために、不可視レーザー光を用いた新しい LDV の適用性について検討することとした。この LDV は、従来の LDV と比較して、レーザー光源の波長が赤外光よりも長く、不可視光で長距離計測を実現する点に特徴がある。スペックは、最大計測距離が 150m、計測レンジが 0.4mm/s/V~100mm/s/V*、周波数帯域が DC~5kHz* である(*プロトタイプ仕様のため変更される可能性があります)。レーザーの安全基準はクラス 1 であり、屋外計測にも問題はない。また、従来の LDV とは異なり、計測対象の表面が黒色となる場合でも、反射テープの貼付など特別な表面処理を必要とせずに計測することが可能である。この理由として、レーザー



図1 舞鶴クレインブリッジ

出力の増加、レンズ口径の増大、レーザー波長が長くなったことによる物質反射率の増大などが挙げられる。ただし、レーザー光を肉眼で直接確認できないため、焦点合わせは、ヘッドに内蔵されたカメラにより PC 上で行う。

2. 計測概要

計測日時は 2010 年 9 月 9 日 AM5 時 50 分~AM6 時 40 分、天候は晴れであった。LDV を含む計測システム一式を、図 2 に示す P1 主塔付近の歩道に据え置き、ここから、図 2 で C1~C12 と示した車道側と歩道側にある全 24 本のケーブルを計測することにした。図 3 に、計測状況を示す。ケーブルの表面色は白で、ディンプルなどはなく、ケーブル表面に反射テープを貼付するなどの特別な処理を行っていない。また、ケーブルを特別に加振することもしていない。計測の設定条件として、LDV の計測レンジを 10mm/s/V、サンプリング周波数を 200Hz とした。

3. 計測結果

図 4 に、計測結果の一例を示す。パワースペクトルを見ると、1 次の固有振動数を基本振動数として、その整数倍の固有振動数が現れていることが分かる。また、0.5Hz 以下の低周波数領域の成分を見ると、全体系の振動に起因すると思われる振動数成分(0.33Hz)が確認される。図 5 に、同定された固有振動数を各ケーブルに

キーワード：レーザー、橋梁、ケーブル、張力、振動、計測

連絡先：〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 TEL 0258-47-9641

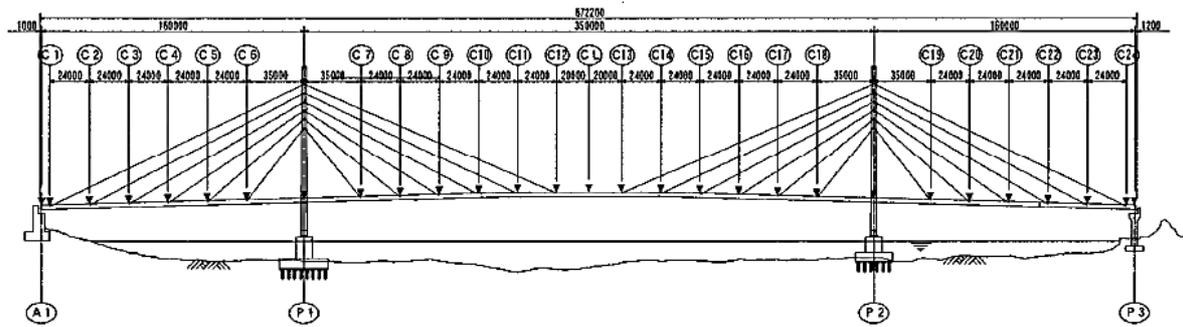
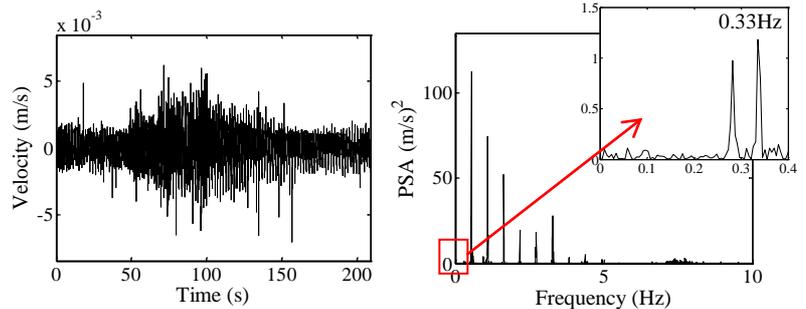


図2 計測対象ケーブル



図3 計測状況



(a) 時刻歴波形

(b) パワースペクトル

図4 計測結果の一例(車道側C1)

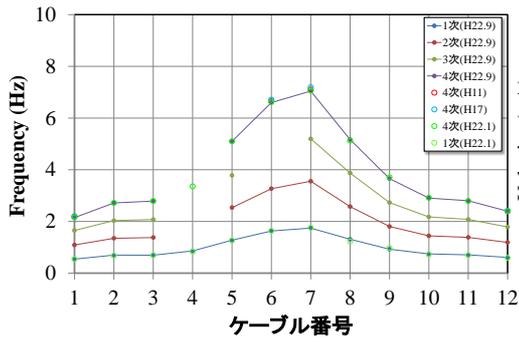
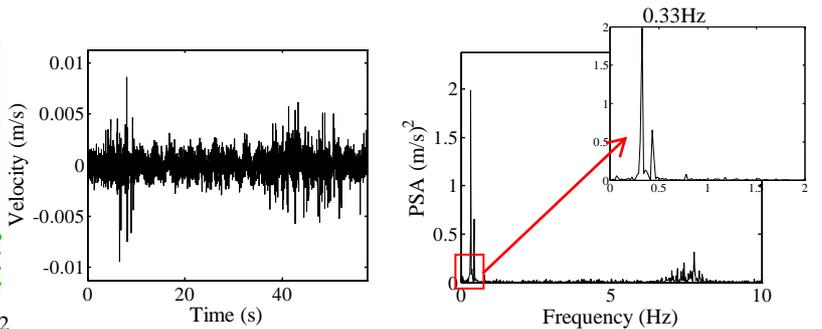


図5 固有振動数の同定結果(歩道側)



(a) 時刻歴波形

(b) パワースペクトル

図6 長距離計測の検討結果(計測距離: 約500m)

ついて示す。同図には、平成11年、平成17年、平成22年に得られている固有振動数を合わせて示す。今回の計測では、ケーブルの励振状況から同定されていない固有振動数もあるが、同定された成分に関しては、過去の計測値と良好な一致を示している。

また、ケーブル計測の前日に、長距離計測の検討を目的として、図2のC1ケーブルの位置に計測システム一式を設置し、P2主塔の計測を行った。このときの計測距離は約500mである。レーザー照射位置は主塔上部とし、計測面に対して特別な処理は行っていない。図6に計測結果を示す。この日は、舞鶴市上空を台風が通過しており、風が特に強かったということもあるが、図6(a)に示す時刻歴波形の信号レベルは小さいものの、図4(b)に示す全体系に起因する0.33Hzの成分を確認することができる。これより、仕様の範囲を超えた超長

距離計測の可能性が示唆される。

4. まとめ

本研究では、地方自治体が管理する橋梁の現況把握を効率化することを念頭に置き、不可視レーザー光を用いた新しいLDVを利用して、斜張橋(舞鶴クレインブリッジ)のケーブルの振動計測を実施した。

計測対象とした全24本のケーブルを計測するのに要した時間は1時間弱であった。これは、従来のLDVと比較して、レーザー光の波長を長くし、さらにレーザーの出力を大きくすることで、計測面の特別な処理を必要とせず、長距離計測が可能となったことが大きい。

参考文献

1) 玉田ら:健全度評価のための斜張橋ケーブルの振動計測, 第65回土木学会年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, 2010.