長崎大学 大学院 学生会員 〇本田航 ㈱高速道路総合技術研究所 正会員 岩吹啓史

#### 1.はじめに

膨大なインフラ構造物を効率的かつ効果的に点 検・検査する技術の開発が急務となっている.その ような中で,我々は数年前から遠隔非接触計測が可 能なレーザードップラー速度計<sup>1)</sup>(以下,LDV)(写 真1)を用いた振動計測に関する研究を行っている. LDV 計測にはレーザ照射ターゲットして再帰反射 用シールを用いるが,設置が困難な場合がある.ま た,通常の計測では一つのターゲットで多方向の振 動計測が困難である.

そこで、本研究では上述する問題点を解決するために、異種レーザ照射ターゲットを用いた新しい振動計測の検討を行った.

## 2.実橋梁概要

対象実橋梁は,支間長約 35m,橋長 350m,幅員 10mの10径間連続非合成鋼2主桁橋(写真2)であ り,計測対象区間は S4PD10~Y1PD1 とした.橋梁 平面図を図1に示す.振動モードの算出を目的とし て,図2に示す a1~c3 まで計9点の計測点を床版 に,d1~d4 まで計4点の計測点を横桁の下フランジ 下部に設定した.



図2 計測点概略図(左:平面図 右:断面図)

長崎大学 大学院 正会員 森田千尋,出水享,松田浩 中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京㈱ 非会員 安田英明

> 計測はサンプリング周波数 500Hz とし、車両規制な どを行わず一般車両のランダムな加振状態で行った.

#### 3.計測結果

## 3.1 振動モード算定

c1 点でのフーリエスペクトル図を図3に示す.他の計測点でも同様な卓越振動数が検出され,それぞれ 3.2Hz, 11.8Hz であった.

計測から得られた 3.2Hz, 11.8Hz における a 列~c 列の固有振動モードと各計測列(a 列~c 列)の振動モ ードを橋軸直角方向の振幅比で結合して得られた全 体モードを図 4 に示す.図 4 には解析ソフト Marc<sup>2)</sup> を用いた振動解析の結果(3.2Hz)も併せて示す.解 析結果と計測結果を比較するとモード形状が概ね一 致していることがわかり,LDV を用いた振動モード 算定の有効性が確認できた.





# 3.2 レーザ照射ターゲットの検討 I

設置困難な箇所を計測する場合のターゲットの検 討を行った.今回はスプレータイプと塗料タイプ(写 真3)を用い,シールタイプと比較を行った.比較は 卓越振動数とb列の振動モード形状で行った.

卓越振動数はどのタイプも 3.2Hz, 11.8Hz で検出 された.各タイプの1次,2次モードを図5に示す. 3.2Hz での1次モード,11.8Hz での2次モードとも にシールタイプに近いモード形状が算定された.よ って,スプレー・塗料タイプは1次モード,2次モ ード共にシールタイプに近い形状が算定されること がわかった.

# 3.3 レーザ照射ターゲットの検討Ⅱ

桁下からでは検出が困難な橋軸直角方向の振動が 計測可能か検証した.反射ターゲットは三角形の2 面にシールを貼付した立体ターゲット(写真4)と した.計測にはLDVを2台使用し,同期計測をっ た.そして,構造物の垂直・水平の振動を立体ター ゲットの垂直方向の速度変化として計測した.計測 方法を図6に示す.水平振動の場合,LDV1は反射 したレーザー光の波長が入射光よりも長く検出さ れ,LDV2は波長が短く検出される.これらの速度 波形を減算すると水平振動の速度が算出されると推 測した.波形処理方法を表1に示す.計測点は図2 に示すd列の4点とし,同点には比較のため加速度 計も設置した.

加速度計と波形処理を行った LDV の計測結果か ら算出した d2 点でのフーリエスペクトル図(図 7) は概ね一致していた.また,他の3点でも同様の結 果が得られた.図7より橋軸直角方向の卓越振動数 は3.5Hz付近であることがわかった.ここで3次元 モデルの解析結果で3.5Hz付近の桁部の振動モード を図8に示す.この図8は主桁・横桁のみを拡大表 示させた3次元モデルの平面図である.解析結果か らも3.5Hz付近で橋軸直角方向の振動モードが確認 できた.

#### 4.まとめ

- ・振動モード算定における LDV の有効性が確認で きた.
- ・スプレー・塗料は1次2次共にシールに近い振動
  モード形状が算定された.
- ・三角ターゲット,波形処理を使用することで橋軸
  直角方向の振動が桁下から計測できた.

#### 参考文献

- 1)上半文昭:構造物診断用非接触振動測定システム「Uドップラー」の開発,鉄道総研報告,第21巻,第12号, pp.17-22,2007.12.
- 2)  $\hat{M}SC$  Software : MSC.Marc 2008 rl VolumeA $\sim$ E, 2008



写真3 レーザ照射ターゲット



図5 ターゲット別振動モード計測結果



表1 波形処理方法

構造物	波長		油 由 址 形 加 理
振動方向	LDV1	LDV2	迷皮仮形処埋
橋軸直角方向	長	短	減算
橋軸鉛直方向	短	短	加算

mm/sec<sup>2</sup> sec



図7 フーリエスペクトル図(橋軸直角方向)

