

レーザードップラ速度計を用いた継ぎ手部の損傷検出

○東京大学大学院工学系研究科 学生員 村田啓之
東京大学大学院工学系研究科 正会員 阿部雅人
東京大学大学院工学系研究科 フェロー 藤野陽三

1. はじめに

近年になり、我が国の社会基盤施設の劣化、老朽化が顕在化してきた。予算上の制約も併せて考えると、今後新規投資と既存の社会基盤施設の維持において信頼性が高く、かつ経済的な評価技術が重要となる。本研究では、その検査手法として、レーザードップラ速度計を用いた方法を提案する。レーザードップラ速度計による振動計測結果から得られた構造物の動特性に着目することで、信頼性、効率性に優れた損傷検出が可能であると考え、本研究では必要性の高さを考慮し、レーザードップラ速度計を用いて2面せん断突合せ継ぎ手により連結された鋼板の継ぎ手部の損傷検出を試みる。

2. 実験概要

レーザードップラ速度計はドップラ効果から対象物の振動を計測する光学機器である。この計測機器は、非接触に計測ができ、レーザー光の照射角度を変える事によって面的な情報が得られるという特徴を持つ。本研究で用いたレーザードップラ速度計の仕様を表1に、鋼板、連結板の寸法を図1、2に、鋼板の諸物性値を表2に示す。実構造物では継ぎ手部にモーメントが加わっていると考え、鋼板中央部に1965.7 [gf]の錘を吊るした。また計測時間の短縮と高次モード形の同定を目的として、スピーカーから出る音圧により非接触に加振を行った。本研究では、ボルトを緩める大きさを変化させて計測を行い、その損傷の大きさを同定する。各ケースの計測諸条件を表3に示す。

3. 計測結果

モードパラメータの同定には減衰を考慮した手法である The Eigensystem Realization Algorithm¹⁾を用いた。本研究で扱った摩擦接合の継ぎ手部では、鋼板の滑りによる局所減衰があると考えられる。そのため減衰を考慮したモードパラメータである位相に着目した。その結果、緩めた大きさを変えて計測した各ケースについて位相を比較すると、ボルトの緩めた大きさによって位相に差が生じることが分かった。

4. 損傷量の同定

ボルトの緩めた総量と連結板内の位相の差を考える。緩めたトルクの総量を考慮する理由は以下の考えに基づく。減衰が鋼板の滑りによるものであるとするとモードパラメータの変化が鋼板の全トルクに起因すると考えられること、更に本手法を実構造物に適用するとき、始めに鋼板全体として損傷を含むか否かの判断を行うことで検査時間の短縮すなわち効率性の向上を可能にすることである。

全てのケースについて得られたモードを用いて位相差の比較を行う。このとき連結板内で節となる490 [Hz]のモードに着目した(図3)。具体的には、連結板内の各点について損傷のない場合であるケースと比較し、位相差を連結板内で足し合わせる。それをボルトの緩めた総トルク量と比較する。連結板内の位相の変化と、緩めたボルトの大きさとの関係を図4に示す。この結果から、連結板内の位相差と緩んだボルトの総トルク量の定量的関係を得られた。

キーワード：レーザードップラ速度計、継ぎ手部、損傷検出、位相

連絡先：〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 Tel：03-5841-6099 Fax：03-5841-7454

5. まとめ

鋼板継ぎ手部は連結板内で節となるモードの位相を比較することにより、損傷の大きさを定量的に同定することができた。今後は実構造物における動特性と損傷との定量的関係を明らかにすることが課題である。

(参考文献)

1) Nuno, M.M. Maia, Julio, M.M. Silvia: 「Theoretical and Experimental Modal Analysis」, RESEARCH STUDIES PRESS LTD.

表1 レーザードップラ速度計の仕様

Laser Type	He-Ne Laser
波長	633 [nm]
レーザー出力/クラス	2.3 [nW]/ a
計測可能距離	30 [cm] ~ 100 [m]
分解能	0.5 [μ m/s]
計測可能周波数帯域	0 [Hz] ~ 35 [kHz]
レーザー照射角度	- 15 ~ 15 度

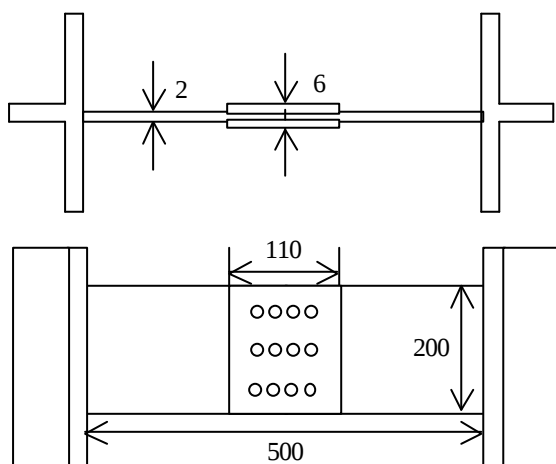


図1 供試体寸法 (単位は mm)

表2 鋼板の諸物性値

密度 [g/cm^3]	7.87
ヤング率 [MPa]	2.00×10^5
ポアソン比	0.33

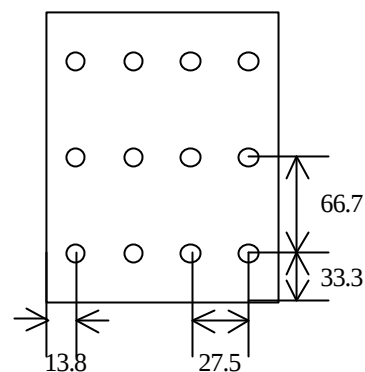


図2 連結板寸法 (単位は mm)

表3 計測諸条件

測定レンジ	5 [mm/s/V]
サンプリング周波数	20000 [Hz]
サンプリング回数	32768 [個]
各計測点での繰り返し数	50 [回]
計測点数	66 点 (横 11 × 縦 6)

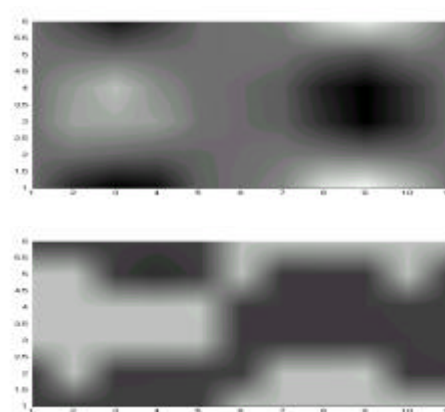


図3 振動モード形 (上) と位相 (下)

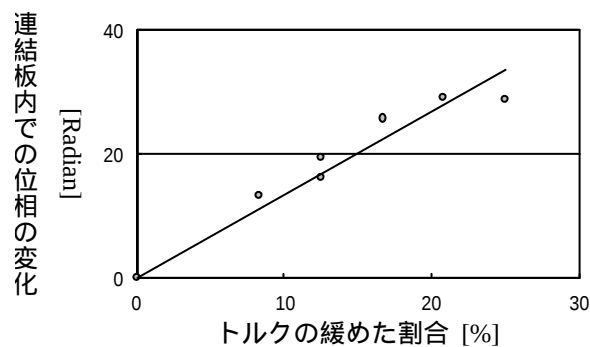


図4 緩めた大きさと位相の変化