

磁歪法を用いた鋼橋の応力計測の簡易化に関する研究

建設構造研究室 三浦謙介
指導教官 長井正嗣

1. はじめに

周知の通り、既設鋼橋の経年劣化が急速に進行している。既設鋼橋を合理的かつ適切に維持管理するためには、これらの残存耐荷力を定量的に把握する必要がある¹⁾。既設鋼橋の残存耐荷力を解析的に検討する際には、鋼部材の残留応力分布を適切に設定する必要がある。しかし、既設鋼橋の残留応力分布は不明な点が多く、計測により明らかにする必要がある。そこで本研究では、残留応力を含む全応力を非破壊で計測できる非破壊手法の1つである、磁歪法²⁾に着目した。

磁歪法では、計測される主応力の方向が明確でない場合、1つの計測点においてセンサを45°ずつ回転させて4回計測する必要がある(4方向測定)。主応力方向が明確な場合には、4方向のうち主応力方向の1成分だけを計測するだけでよい(1方向測定)。このことから、4方向計測では、計測点数が多くならざるを得ず、計測に時間がかかり、多大な労力が必要とされる。

2. 研究目的

そこで、本研究では、残留応力の分布形状と主応力方向が事前にある程度明らかとなっている鋼部材を対象として、磁歪法による応力計測の簡易化を目的とする。

3. 磁歪法の簡易化の検討

本研究で対象とする鋼部材は、箱形断面部材とする。箱形断面部材の残留応力は部材軸方向に卓越することから、1方向測定が可能となる。また、幅厚比が20以上となると、残留応力の分布形状が台形になることが知られている³⁾。このため、分布形状の対称性を仮定すると、計測点数を最低3点まで減少させることが可能となる(図1)。そこで、撤去された鋼トラス橋の箱形断面斜材を対象に、機械式切断法と磁歪法の簡易手法による、残留応力計測を実施した。両者の計測結果を図2の(a),(b)に示す。

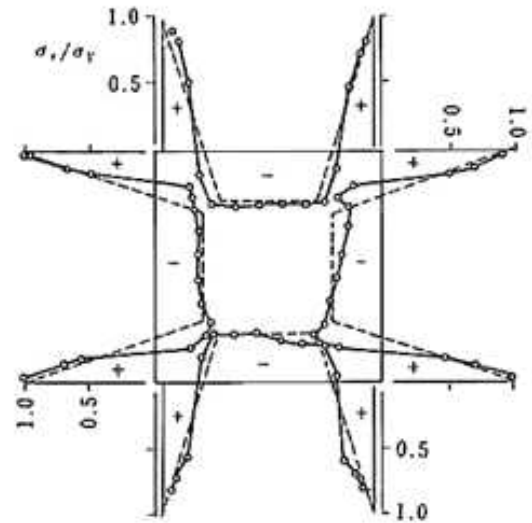
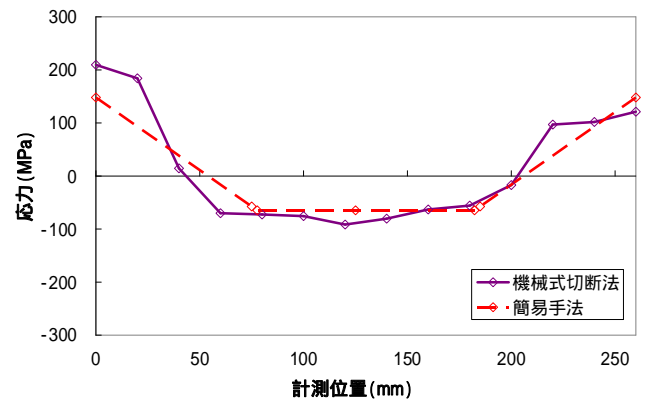
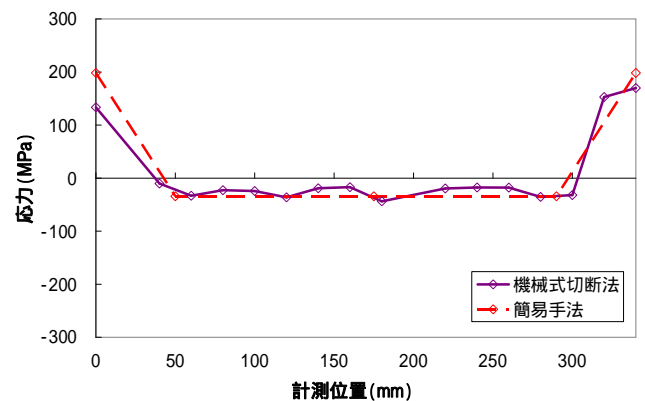


図1 箱形断面部材の一般的な残留応力分布



(a) 下面



(b) 左面

図2 計測された残留応力分布

磁歪法の簡易手法では、圧縮残留応力が最大となる部材中央部1点と、端部から最大圧縮残留応力が生じるまでの任意の2点の計3点を計測した。機械式切断法と簡易手法で得られた残留応力分布は良好な一致を示し、簡易手法の適用性が示された。しかし、簡易手法の適用では、主応力が部材軸方向に卓越することが前提条件となる。そこで、仮定した主応力角の誤差が計測結果に与える影響について感度解析を実施した。図3に結果を示す。計測された主応力角に対して $\pm 30^\circ$ の誤差を考慮したところ、 $\pm 10^\circ$ の範囲に収まれば、簡易手法の誤差が磁歪法の計測誤差とされる20MPa以下となることを確認した⁴⁾。よって、簡易手法の適用条件として、部材軸方向に対する主応力角の誤差が $\pm 10^\circ$ 以内となる条件を課す。このチェックは、簡易手法の各計測点で4方向計測を実施すれば良い。

4. 簡易手法の適用性の検証

簡易手法の適用性をさらに検証するために、他の撤去橋梁の箱形断面部材に対して、適用を試みた。本部材は、前項で示した簡易手法の適用条件である、幅厚比および主応力角の条件を満足している。そこで、磁歪法の簡易手法と機械式切断法による残留応力計測を実施した。両者の計測結果を図4の(a)、(b)に示す。残留応力分布形状が良好な一致を示していることから、簡易手法の妥当性が示された。

5. まとめおよび今後の課題

磁歪法による応力計測の簡易化を目的として、磁歪法の簡易手法を検討した。ここで提案する簡易手法とは、箱形断面部材を対象とした1方向計測による3点計測である。提案手法の妥当性を検証するために、撤去部材を機械式切断法と簡易手法による残留応力計測を実施した。両者は良好な一致を示し、簡易手法の妥当性を確認した。

今後の課題として、簡易手法の適用対象を箱形断面部材のみではなく、橋梁形式として広く採用されている鉸桁橋のI型断面部材へと拡張することがあげられる。

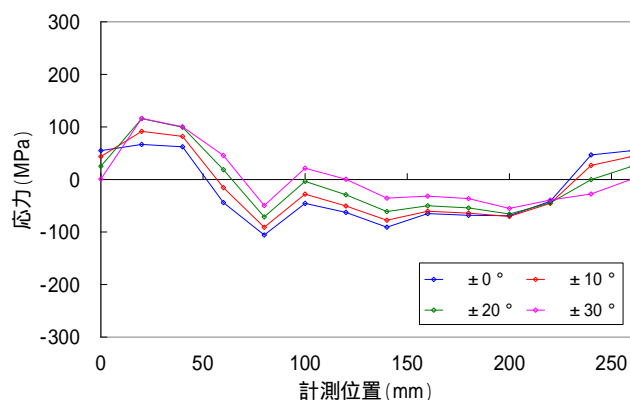
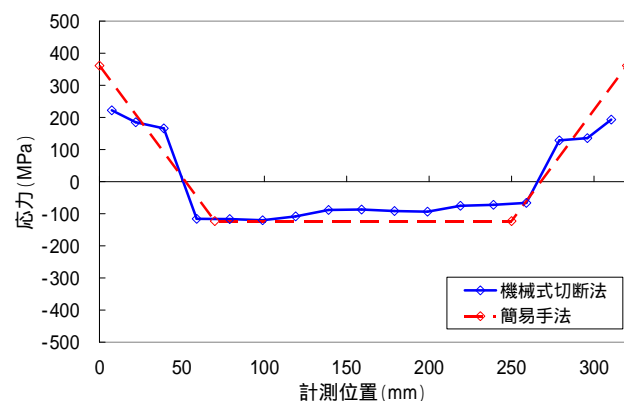
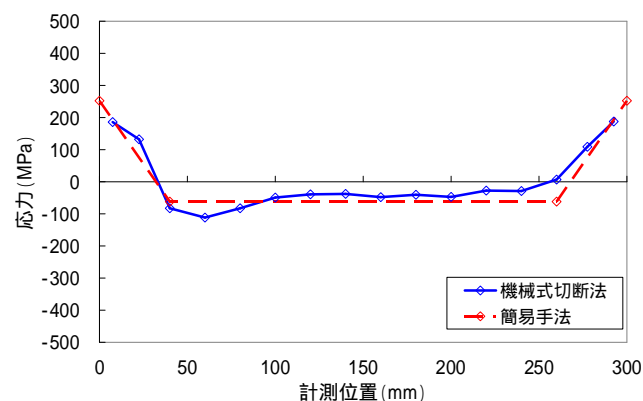


図3 主応力角の感度解析(上面)



(a) 左面



(b) 上面

図4 簡易手法の検証結果

参考文献

- 1) 腐食した鋼構造物の耐久性照査マニュアル, 土木学会, 2009.
- 2) 安福精一, 磯野敏雄: 磁気プローブによる溶接残留応力分布の測定, 非破壊検査, Vol.35, No.11, pp.805-810.
- 3) 座屈設計ガイドライン, 土木学会, 1987.
- 4) 殷 春浩, 安福精一: 磁氣的応力測定における応力感度に関する研究, 非破壊検査, 第49巻第1号, pp.41-45, 2000