

表面処理の影響を受けにくい磁氣的応力測定法の実橋への適用

駒井鉄工	正会員	○佐藤悠樹
長岡技術科学大学	正会員	宮下 剛 長井正嗣
中日本高速道路	正会員	稲葉尚文 矢吹太一
長岡技術科学大学	学生会員	永田賢康

1. はじめに

鋼材の残留応力を含む全応力を非破壊で測定する手法として、応力によって誘起される磁気異方性を利用する磁氣的応力測定法（以下、磁歪法）がある¹⁾。従来の方法では表面処理の影響を受けやすいという欠点を有していたが、インピーダンスを規格化した校正曲線を利用して、表面処理の影響を受けにくい測定法が確立された²⁾。そこで、この手法の現場計測への適用性を把握するため、実橋梁において計測を行うこととした。



図1 御殿場高架橋

2. 磁歪法の測定原理

磁歪法では被測定物に対して磁気異方性検出センサ（以下、プローブ）を測定対象物に当てて測定を行う。今回の測定で用いたプローブは、直径20mm、高さ45mmであり、内部には4つのコイルが巻かれている。鋼板に引張応力が作用すると、磁気ひずみ効果のため引張応力の方向には磁化しやすく、引張方向に垂直方向では磁化しにくくなる。圧縮応力の場合にはこの関係が逆になる。すなわち応力により磁気異方性が生ずる。磁歪法の測定にはこの関係を利用する。出力される主応力差の分離には、光弾性の分野で使用されるせん断応力差積分法を使用する。

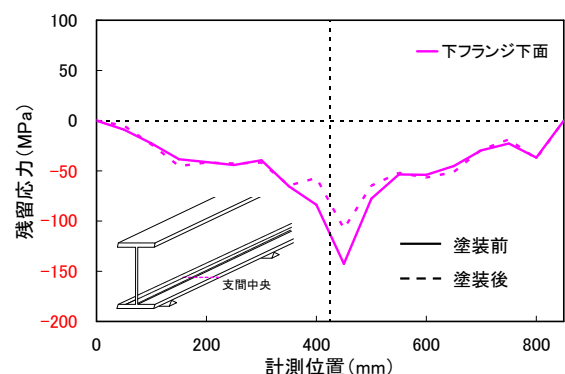


図2 塗装前後での応力分布の比較

発生する支間中央部での下フランジとした。下フランジの幅は850mmである。橋軸方向の応力を評価する。

(2) 計測結果

図2において、塗装前後での計測結果を比較すると、計測結果の再現性が確認される。計測誤差は、一般に磁歪法の計測誤差とされる $\pm 20\text{MPa}$ の範囲内となっている。

3-2. 御殿場ジャンクションCランプ橋

計測対象とした橋梁は、橋長618.9mの鋼14径間連続2主桁橋である。計測は架設時において行い、設計計算との比較を行うこととした。

3. 実橋梁計測

3-1. 御殿場高架橋

計測の対象とした橋梁は、図1に示す橋長712.0mの鋼14径間連続合成鈹桁橋である。計測は仮組み時に、塗装前後で行い、表面処理の違いによる計測結果の比較を行うこととした。

(1) 計測位置

計測断面は、連続桁において正の曲げモーメントが

キーワード：磁歪法、表面処理、応力測定、インピーダンス、校正曲線

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 環境・建設系 TEL 0258-47-9641

(1) 計測位置

計測断面は、連続桁において正の曲げモーメントが発生する支間中央部の下フランジ下面とウェブとした。下フランジの幅は 750mm, ウェブ高さは 2,708mm であり、橋軸方向の応力を評価する。

(2) 計測結果

計測時は、舗装を除いた死荷重のみが作用する状態であった。図 4 に、支間中央における下フランジの応力分布を示す。計測対象とした位置は連続桁において正の曲げモーメントが作用する領域であり、下フランジ下縁には引張応力が分布する。磁歪法により算出された応力も同様の結果を示しており、計測方法、応力算出方法に問題がないと言える。

設計計算書における下フランジ下縁の応力は 91.3N/mm^2 であり、図中では橙色の破線で示している。計測結果の平均値(青色の破線)は、 56.3N/mm^2 であり、約 35N/mm^2 の誤差を生じる結果となった。この理由として、残留応力による影響が考えられる。

図 5 は、支間中央におけるウェブの応力分布を示している。縦軸の計測位置とは、上フランジ側からの距離を表す。計測対象とした位置は、連続桁において正の曲げモーメントが作用する領域であり、ウェブには、中立軸を中心に、上フランジ側で圧縮応力が、下フランジ側で引張応力が分布する。磁歪法により算出された応力も同様の傾向を示していることが分かる。

ここで、設計計算書によるウェブ上縁の応力は -92.8N/mm^2 、下縁の応力は 84.0N/mm^2 であり、図中では橙色の破線で示している。磁歪法の計測結果から、平均値(青色の破線)を求めると、ウェブ上縁および下縁の応力は $\pm 104.4\text{N/mm}^2$ となり、それぞれの誤差が -11.6N/mm^2 、 20.4N/mm^2 と良好な一致が見られた。しかしながら、この結果は残留応力を含んだ状態での結果であり、今後、再検証が必要と考える。

4. まとめ

本研究では、表面処理の影響を受けにくい磁氣的応力測定法の実橋への適用性について検討した。その結果、塗装の厚い個所や、出力電圧の大きくなる溶接部近傍、応力レベルの大きくなる位置などでは、誤差が生じやすくなるものの、全体的な応力分布の傾向を非破壊でかつ安全に把握できるものと言える。



図 3 御殿場ジャンクション C ランプ橋

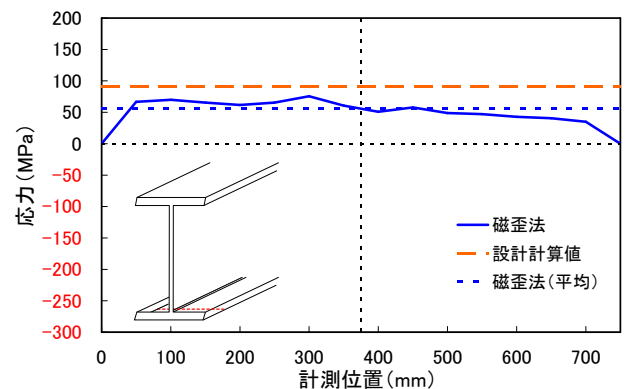


図 4 支間中央下フランジの応力分布

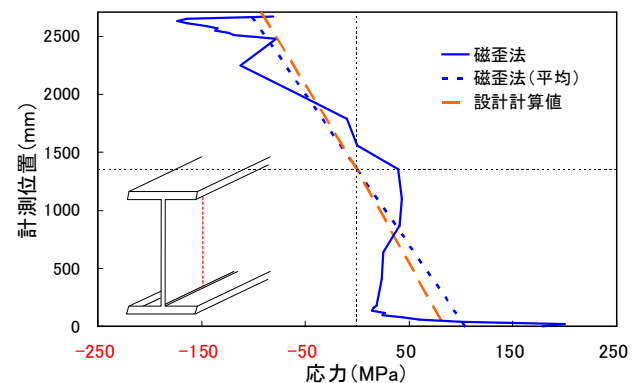


図 5 支間中央ウェブの応力分布

謝辞

現場計測では、片山ストラテック(株)の夏秋氏、藤井氏、木村氏、並びに(株)東京鐵骨橋梁の平山氏、木村氏のご協力を賜りました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 安福精一, 藤井堅, 末宗仁吉, 境禎明, 村井亮介, 池田誠, 黒瀬義幸: 磁気を用いた鋼構造物の応力測定, 橋梁と基礎, 6月号, pp.33-38, 2001.
- 2) 佐藤悠樹, 宮下剛, 長井正嗣, 安福精一, 奥井義昭, 松岡敬, 池田誠: 表面処理の影響を受けにくい磁氣的残留応力の測定方法, 土木学会第 64 回年次学術講演会, CD-ROM, 2009.