

磁氣的応力測定法の実橋梁に対する適用性の検証

長岡技術科学大学	学生会員	○三浦謙介	永田賢康
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	渡辺 剛
東京鐵骨橋梁	正会員	木村啓作	平山繁幸

1. はじめに

従来の橋梁の維持管理では、目視検査や打音検査が主として行われているが、検査実施者の主観に大きく左右されるものであり、定性的な面が否めない。また、橋梁の現況性能を迅速に把握し、評価するための物理量としては、応力が望ましい。その理由としては、設計応力度との直接的な比較が可能となるからである。

従来の応力測定では、一般にひずみゲージが利用される。しかし、ひずみゲージによる方法では、塗装を除去して対象物に直接貼り付けなければならず、また、貼付後の相対的な変化量しか検出することができない。

一方、磁氣的応力測定法（以下、磁歪法）¹⁾は、応力によって誘起される磁気異方性を利用するため、鋼材の全応力を非破壊で測定することが可能である。ここで、磁歪法が測定対象の表面処理の影響を受けやすいという点に対しては、文献 2)で確立した方法を利用する。

本研究では、磁歪法の精度ならびに実橋梁への適用性について検討するために、架設中の橋梁に対して、各架設工程で磁歪法による応力計測を実施した。

2. 磁歪法について

磁歪法では、プローブ状の磁気異方性検出センサを測定対象物に押し当てて測定を行う。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 つのコイルがある。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角には磁化しやすく、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。



写真1 御殿場高架橋（桁架設時）

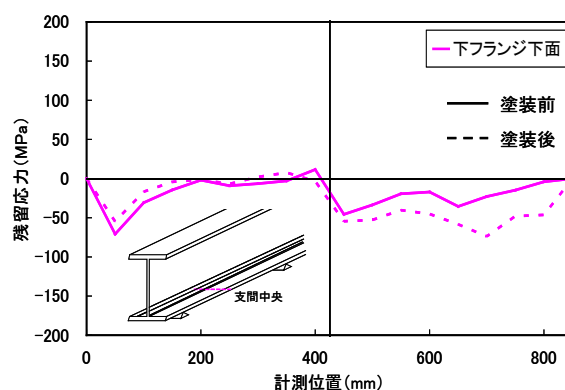


図1 塗装前後での応力分布の比較

磁歪法の測定では、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。

3. 実橋梁計測

(1) 対象橋梁および計測位置

計測の対象橋梁は、写真1に示す橋長 712.0m の鋼 14 径間連続合成 I 桁橋である。仮組み時の塗装前後、現場での桁・底钢板架設時、床版コンクリート打設時および壁高欄コンクリート打設時に計測を行い、表面処理の違いによる計測結果の比較と各架設工程で導入される応力値と設計計算値との比較を行うこ

キーワード：維持管理，磁歪法，表面処理，応力測定，計測方法

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

とした。

計測断面は、連続桁において正曲げモーメントが発生する支間中央部での下フランジ下縁とした(図1)。下フランジの諸元は、鋼材が SM520C-H、幅が 850mm、厚さが 41mm である。評価する応力は橋軸方向とし、橋軸直角方向に、磁歪法の計測点を 16 点設けた。さらに、検証用のひずみゲージを磁歪法の計測点付近に 2 枚貼付した。

(2) 計測結果

まず、塗装前後に磁歪法による計測を行い、文献2)の方法を検証する。図1より、塗装前後で計測された応力には差が見られるものの、両者は概ね良好な一致を示している。計測誤差は、一般に磁歪法の誤差とされる $\pm 20\text{MPa}$ の範囲内¹⁾であり、磁歪法は塗装上から応力を計測することが可能と言える。

次に、桁・底鋼板架設時、床版コンクリート打設時ならびに壁高欄コンクリート打設時に応力分布を計測する。図2に架設工程ごとの応力分布を示す。同図より、架設工程が進むにつれて応力分布が全体的に上方(引張側)へ推移していることが分かる。これは、計測した値は残留応力と作用荷重による付加応力の合計となり、架設工程の進行とともに付加応力が増加したためである。

表1と図3に、各架設ステップの設計計算値、磁歪法による計測値、ひずみゲージによる計測値を示す。ここで、設計計算値には、設計計算書の下フランジ下縁の応力値を採用した。また、磁歪法とひずみゲージの計測値は、温度補正を行っている。いずれの値も、架設工程に応じた傾向は一致しており、磁歪法による計測値はひずみゲージの計測値と比較して 5MPa 以下の相違となっている。

4. まとめ

本研究では、架設が進められている橋梁の各架設工程に応じて、磁歪法による応力計測を行い、磁歪法の実橋梁に対する適用性について検討した。

その結果、文献2)で開発した表面処理の影響を受けにくい計測手法を利用することで、実橋梁においても塗装上から応力計測が可能となった。また、各架設工程の設計計算値、磁歪法による計測値、ひずみゲージによる計測値を比較すると、いずれの値も傾向は一致しており、磁歪法による計測値はひずみ

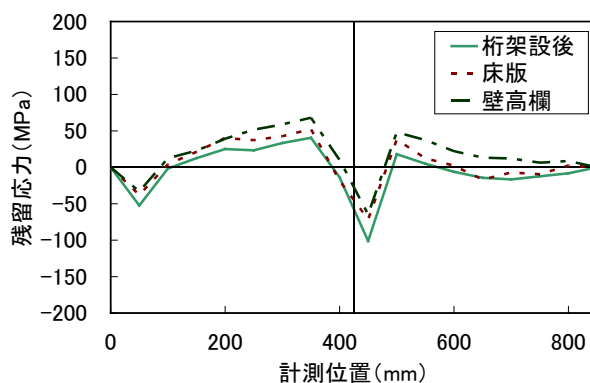


図2 架設工程ごとの応力分布計測結果

表1 各架設工程の応力値 (MPa)

架設工程	設計計算値	磁歪法*	ひずみゲージ**
桁・底鋼板架設	9.9	11.8	8.2
床版コンクリート打設	28.8	27.6	25.8
壁高欄コンクリート打設	33.2	39.4	35.1

* 16箇所計測点の平均値

** 2箇所計測点の平均値

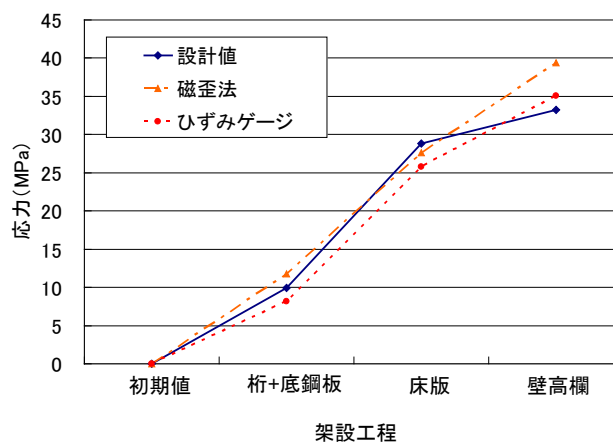


図3 計測結果と設計計算値の比較

ゲージの計測値と比較して 5MPa 以下の相違となった。このことから、実橋の維持管理に対する磁歪法の適用性に関して、期待が持てると言える。

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気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.