

磁歪式応力計測法の鋼橋への適用に関する研究 (第8報：昭和30年代の古い鋼橋材の応力測定結果に関する検討その2)

国土交通省東京国道工事事務所（旧大宮国道工事事務所*）	星野 辰雄
財）道路保全技術センター**	正会員 野村 直茂
三菱重工業 鉄構建設事業本部***	正会員 中谷 眞二
三菱重工業 維持補修技術センター****	正会員 岡 俊蔵
三菱重工業 広島研究所*****	正会員 村井 亮介

1. まえがき

前報で示した通り，昭和30年代の古い鋼橋材に磁歪法を適用すると，内在応力の傾向は良く把握できるものの，表面残留応力の影響を大きく受けた応力値となることがある。今回のように古い鋼材で作られた鋼橋の死荷重応力を評価する際には 表面残留応力の影響の考慮，除去 古い鋼板の磁歪感度の確認の2つの課題があるといえる。そこで，本鋼材を実験室に持ち帰り磁歪感度特性の確認を実施したので，以下に報告する。本試験は（財）道路保全技術センター道路構造物保全研究会実施の「既設橋梁の耐久性・耐荷性評価」の一部として実施したものである。

2. 上江橋鋼材の磁歪感度特性

本鋼材の磁歪感度を確認するため，現地より持ち帰った弦材の幅方向のほぼ中央部より，上弦材(上流側 U4)及び下弦材(上流側 L4)について各1枚板状の試験片を切出し，2000kN 万能試験機により負荷し，鋼板に作用する応力と磁歪出力電圧の関係を求めた。上弦材(上流側 U4)について，グラインダ仕上げなしの場合において作用応力と磁歪出力電圧の関係を調べた結果を図1に，グラインダ仕上げした場合を図2に示す。この結果，上江橋に用いられている古い鋼材の磁歪感度には，以下の特徴があることが分かった。

近年の SM 材は磁歪感度がある程度の応力範囲で一定であるが，本鋼材は作用応力に対して磁歪出力電圧が曲線的に変化する傾向にある。従って，測定応力レベルに合せて感度を設定する必要がある。

表面には製造時に起因すると思われる引張残留応力が存在しているが，これを補正すればグラインダ有無の磁歪感度はほぼ重なり，鋼材自体の磁歪感度には表面と内部であまり差は見られないようである。

上江橋材について応力と磁歪出力が直線の部分で磁気歪感度を取り，通常，測定に用いている近年の SS400 材データと比較したところ，上江橋鋼材の方が磁気歪出力が大きい。

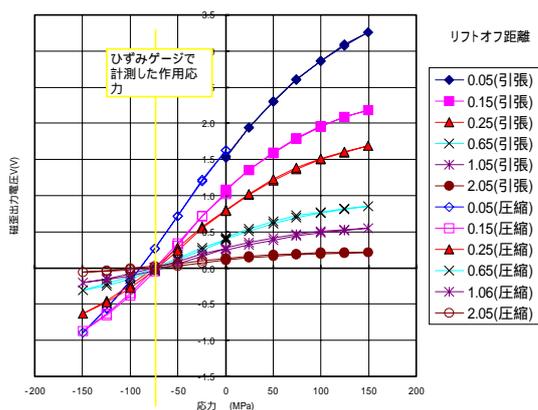


図1 作用応力と磁歪出力電圧の関係(グラインダ仕上げなし)

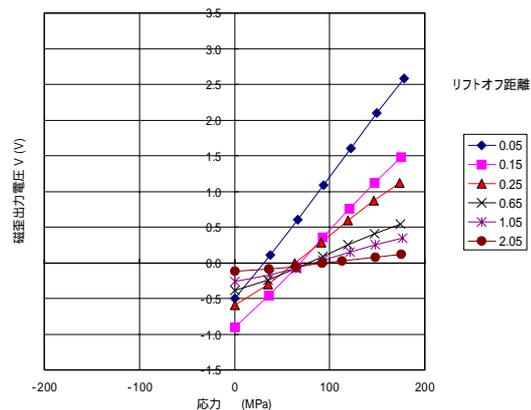


図2 作用応力と磁歪出力電圧の関係(グラインダ仕上げあり)

キーワード 橋梁，鋼橋，応力測定，磁歪法，実橋，試験

連絡先	* 〒330-8649 さいたま市吉野町 1 - 435	T E L 048-663-4265	F A X 048-663-8403
	** 〒112-0004 東京都文京区後楽 2 - 3 - 21	T E L 03-5803-7017	F A X 03-5803-7020
	*** 〒100-8315 東京都千代田区丸の内 2 - 5 - 1	T E L 03-3212-9045	F A X 03-3212-9833
	**** 〒108-0041 東京都港区芝 5 - 34 - 6	T E L 03-3451-4980	F A X 03-3451-4239
	***** 〒733-8553 広島市西区観音新町 4 - 6 - 22	T E L 082-294-9825	F A X 082-294-9179

3. 作用応力レベルを考慮した磁歪感度の設定

本鋼材では、磁歪出力電圧と作用応力の比で定義される磁歪感度は、応力測定範囲内で変化するため、作用応力レベルを考慮する必要がある。そこで、グラインダ仕上なしの場合におけるひずみゲージで測定した死荷重応力と開放時応力 0MPa（仮定値）の間の平均磁歪出力電圧より磁歪感度を求め、その結果を図3に示す。図中のインピーダンスはリフトオフ距離の関数で、センサと鋼板表面の距離とで決まる値である。図中には近年の材料（SS400材）の磁歪感度も示すが、今回求めた感度は何れも近年材よりもかなり高めとなっている。

4. 磁歪応力測定結果の見直し

現地計測結果並びに切断した桁を持ち帰り、同一箇所を再計測し、上記の磁歪感度を用いてデータ処理した結果について、上弦材の例を図4に示す。グラインダ仕上なし部で応力測定した結果、リベット部近傍ではリベット締結時の影響と思われる約 200MPa 程度の降伏点近い圧縮残留応力が見られる。部材の幅方向中央部では桁撤去前後での応力の差分は約 100MPa となり、ひずみゲージで求めた死荷重応力-75MPa に近い値となっている。グラインダ仕上上部についても、同様に桁撤去前後での差分は約 105MPa と、ひずみゲージで求めた死荷重応力-75MPa と同傾向となり、妥当な計測結果となっている。下弦材についても同様の検討をおこなっており、ひずみゲージによる測定値と近い結果を得ている。このように、作用応力レベルに合った磁歪感度を用いることで、磁歪法で測定した桁撤去前後の応力変化は、ひずみゲージの値と良い対応を示すようになった。尚、材料製造時の残留応力のため、死荷重応力が無い状態である撤去後の測定結果は必ずしも 0MPa 近傍にはなっておらず、今回の計測結果だけでは死荷重応力は推定できていない。とりあえずの解決法として、少数箇所について応力開放法で死荷重応力を測定し、磁歪法との対応をチェックすることが考えられる。

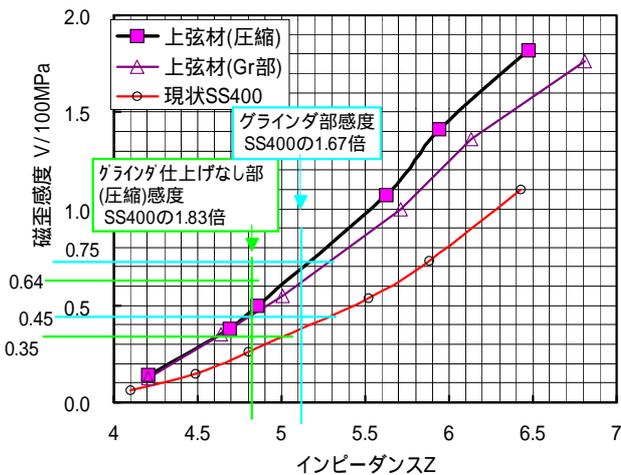


図3 作用応力レベルを考慮した磁歪感度

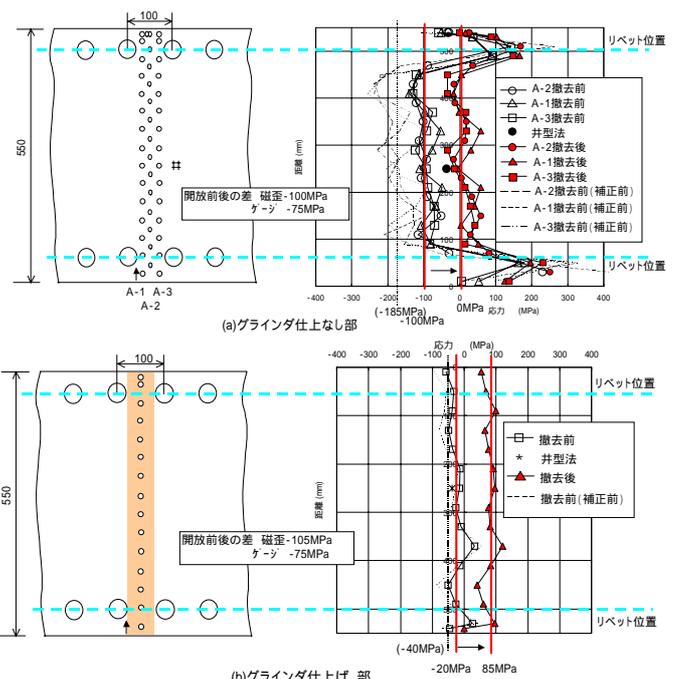


図4 上弦材(上流側・U4)の測定結果

5. まとめ

上江橋は昭和 30 年代に製作された古いトラス橋である。上江橋が撤去される機会を利用し、鋼材入手による磁気歪感度や表面残留応力の調査を行い、古い鋼材の磁歪特性の把握と適切な測定方法について検討した。その結果、古い鋼材について、作用応力レベルと磁歪出力のデータを持っておき、実橋作用応力レベルを設計資料等を参考に設定することで、測定に適した磁歪感度を設定できることが分かった。今後、橋梁撤去の機会などを利用して古い鋼材を収集し、本研究成果が有効かどうかを検証していく必要がある。

【参考文献】

- (1) 村井, 他; 磁歪式応力測定法の鋼橋への適用に関する研究 (第1報)、土木学会第54回年次学術講演会、pp.306-307 (1999)
- (2) 村井, 他; 磁歪式応力測定法の鋼橋への適用に関する研究 (第5報)、土木学会第56回年次学術講演会、(2001)