

磁歪式応力計測法の鋼橋への適用に関する研究 （第7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1）

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 ○川合 一嘉
三菱重工業 広島研究所***** 正会員 柳沢 栄一

1. まえがき

筆者らは、橋梁の全応力を塗装上から測定できる可能性がある磁歪法⁽¹⁾を橋梁の応力測定に適用する方法を検討している。既報では、実橋の製作・据付の各段階において応力変化が測定できることを確認し、応力推定法などを検討、さらに動的応力測定・実橋鋼材応力測定の検討を行ってきた。⁽²⁾本報では、昭和30年代の古い鋼橋材の死荷重応力測定について検討した結果を報告する。尚、本測定は（財）道路保全技術センター道路構造物保全技術センター道路構造物保全研究会が実施した「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. 計測対象

測定橋梁：一般国道16号（旧）上江橋

（鋼単純下路式曲弦ワーレントラス）昭和32年竣工

3. 測定結果及び考察

本鋼材の磁歪感度は近年のSS材と同一であると仮定して応力値を算出した。

(1) 上弦材

1例として図-2に上弦材（上流側U4上面）の測定結果を示す。上面部では、リベット近傍の計測点のみ高い引張応力となり、板幅の中央部では広い範囲で圧縮残留応力となっていた。リベット部で見られた高い引張応力は、締結時の熱影響や締め付け力などにより、局部的に発生している引張残留応力に対応しているものと考えられる。リベットの影響がない板幅中央部では全て圧縮側の応力値を示したことから本部材の死荷重応力は圧縮応力となっているものと推定される。このように、磁歪法では鋼材の加工履歴と外力との両方を含めた全応力に対応した値が得られている。次に、表面層のリベットの影響を除去するため、深さ約2mmほどグライ

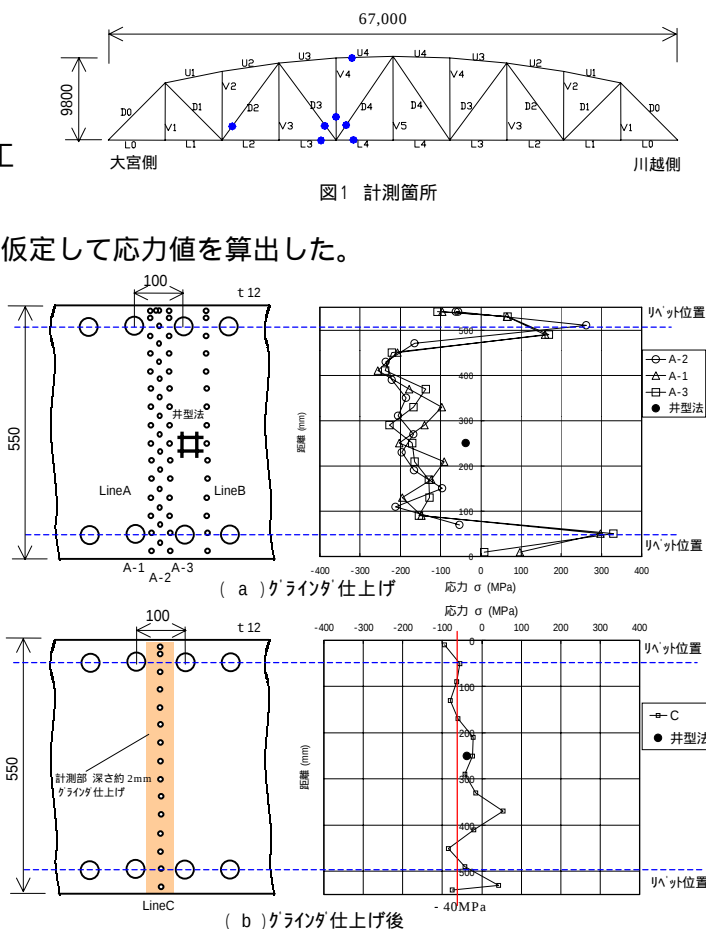


図2 上弦材（上流側・U4）のグライダ仕上げ前後の測定結果

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 TEL 048-663-4265 FAX 048-663-8403
** 〒112-0004 東京都文京区後楽2-3-21 TEL 03-5803-7017 FAX 03-5803-7020
*** 〒100-8315 東京都千代田区丸の内2-5-1 TEL 03-3212-9045 FAX 03-3212-9833
**** 〒108-0041 東京都港区芝5-34-6 TEL 03-3451-4980 FAX 03-3451-4239
***** 〒733-8553 広島市西区観音新町4-6-22 TEL 082-294-9825 FAX 082-294-9179

ング仕上げにより掘り込み全応力を測定した。結果は、仕上げ前と比較して応力レベルが大幅に低下した。また、リベット部に対応した引張応力が殆ど見られなくなっていることがわかる。また、井型法とも非常によく対応した応力値となった。このことから、本鋼板の表層には内部とはかなり異なった応力が分布していた可能性があり、表面層を除去することで加工層の影響の少ない測定が可能となったものと考えられる。同時に、表面を削り込んだことで、リベット収縮時に発生した鋼板表面の引張残留応力をかなり開放した可能性がある。側面部では幅 150mm の板部材の中央にリベット 2 列が千鳥状に締結されており、その応力分布は、リベットに近いほど応力値が引張側となる傾向があり、鋼材の加工履歴に対応した結果を示した。

(2) 下弦材

上弦材で見られた傾向と同様に、リベット位置に対応する箇所は何れも高い引張応力となっていた。引張応力は、リベットが密に配置されている板の両端側のほうが千鳥状に配置された板中央部よりも高い値となり、リベットが密なほど残留応力の影響が大きいことがわかった。上弦材と同様に表面層の除去により残留応力の影響が殆ど見られなくなり、部材に発生している平均レベルの応力値を評価可能となった。

(3) 斜材、垂直材

斜材は 2 本のチャンネル材 ($L-250 \times 90 \times 9 \times 13$)、垂直材は、4 本の不等辺アングル材 ($L-100 \times 75 \times 10$) で構成されており、応力分布は何れも両端の曲げ加工部で高い引張残留応力を示した。寸法の小さい形鋼では、塑性加工による残留応力があり、その影響範囲が全幅に対して大きな割合となる為、残留応力が測定結果に大きく影響してくるものと考えられる。

(4) 床桁

支間中央部付近の床桁は板材を溶接により 型に組んだものである。ウェブ上下端に高い引張応力があり、ウェブ高さ方向には上側が圧縮、下側が引張の曲げ応力が分布していた。これらは、前者が溶接による引張り残留応力を、後者が死荷重による曲げ応力分布を反映しているものと考えられる。このように、圧延鋼板の場合には形鋼のような強加工を受けていないため、磁歪法での測定結果は死荷重応力を反映した応力分布となる。フランジ部については非常に乱れた残留応力分布となった。これは板端部には板切断の、板中央部にはウェブの溶接の影響を受けているものと考えられる。なお、図示していない測定結果は、当日紹介する。

4. まとめ

これまで示した通り、古い鋼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、製作時の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。これより、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以下の 2 つの課題があるといえる。

表面残留応力の影響の考慮、除去

磁歪法での測定結果は、塗装上からとグラインダ仕上げ後の測定値とでは絶対値レベルがかなり異なっている。鋼板表面には、鋼板製造時の影響及びリベット締結時の熱影響やリベットの締付け力により、表面に残留応力が発生しているものと考えられる。このため磁歪法、井型法ともにその影響を考慮あるいは除去して測定する必要がある。

古い鋼板の磁歪感度の確認

本鋼材の降伏点は 200MPa 程度と予想されるのに対し、測定結果は最大で 300MPa 程度となっている。これには鋼板表面の応力状態の違いだけではなく、本鋼材の製造年代が古く、近年 S S 材との磁歪感度の違いも影響しているものと考えられる。そこで、本鋼材を実験室に持ち帰り磁歪感度特性の検討を実施したので、第 8 報⁽³⁾にて報告する。

【参考文献】

- (1) 安福, 他; 磁気プローブによる溶接部残留応力分布の測定, 非破壊検査, Vol35, No.11, pp.805-810 (1986)
- (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 1~5 報), 土木学会第 54~56 回年次学術講演会
- (3) 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 8 報), 土木学会第 57 回年次学術講演会, (2002)