

# 磁歪式応力測定法の鋼橋への適用に関する研究 (第3報：工場で製作中の桁の応力分布)

|               |      |       |
|---------------|------|-------|
| 三菱重工業広島研究所*   | 正会員  | 村井 亮介 |
| 三菱重工業広島研究所*   | 正会員  | 柳沢 栄一 |
| 三菱重工業広島製作所**  | 正会員  | 岡 俊蔵  |
| 三菱重工工事技術本部*** | フェロー | 勝野 壽男 |
| 岡山大学理学部****   |      | 安福 精一 |

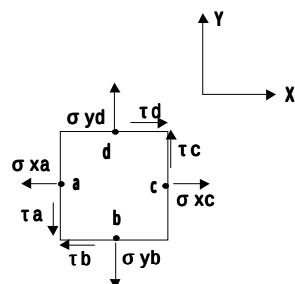
## 1. まえがき

著者らは、塗装上から容易に応力の絶対値が測定できる可能性がある磁歪法<sup>(1)</sup>を橋梁の健全度診断に適用する研究を進めている。昨年度の発表では、実橋据付各段階の測定試験を行い、磁歪法で測定した応力差はひずみゲージ、設計計算値と良く合うことを確認した<sup>(2), (3)</sup>。今回は、測定データの後処理方法を検討して1軸応力+せん断応力状態の応力絶対値を推定できるようにし、工場で製作中の溶接 桁の残留応力分布を調べた結果を報告する。

## 2. 1軸応力状態を仮定した内在応力推定方法

磁歪法では主応力差とその角度が得られる。このデータに対して、板端の端面直角方向の応力を0と仮定してせん断応力差積分法を適用して応力絶対値を求める方法が提案されており、実験室レベルでは良い結果を得ている<sup>(4)</sup>。昨年の実橋測定時にこの方法を試みたが、部材端がガスカットされており端面近傍にかなり急勾配の残留応力分布があるため、せん断応力差積分法をそのまま用いると精度に問題があることが分った<sup>(2)</sup>。

図1に示す2次元面内における微小要素の力の釣合いは(1)~(3)式ようになる。磁歪法の出力から得られるのは $\sigma_1 - \sigma_2$ と $\theta$ であるから、 $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ と $\tau$ を確定するには未知数がひとつ多すぎる。そこで、橋梁の応力状態は1軸+せん断が支配的な部材も多いことから、かなり大胆な仮定ではあるが板幅方向の応力( $\sigma_x$ )を0とし、 $\sigma_y$ と $\tau$ のみの応力状態と尝试してみた。この仮定が成立つ応力場であれば、(2)式と(3)式から橋軸方向応力 $\sigma_y$ とせん断応力 $\tau$ を算出することができることになる。



$$\sigma_{xc} = \sigma_{xa} + (\tau_b - \tau_d)$$

$$\sigma_y = \sigma_x - (\sigma_1 - \sigma_2) \cos 2\theta$$

各点において

$$\tau = -1/2(\sigma_1 - \sigma_2) \sin 2\theta$$

$$\sigma_y = \sigma_x - (\sigma_1 - \sigma_2) \cos 2\theta$$

## 3. 溶接桁の残留応力推定結果

図1 2次元面内における微小要素の力の釣合い

溶接残留応力の推定結果として、図2に示す 桁の例を以下に示す。橋軸方向応力とせん断応力のみと仮定して推定しているが、従来の知見に合う結果が得られている。これらの図は橋軸方向の応力を示す。主な結果は以下のとおりである。

キーワード：橋梁、鋼橋、応力、測定、磁歪法、実橋、試験、残留応力

\* 〒733-8553 広島市西区観音新町 4-6-22 TEL 082-294-9825、FAX 082-294-9179

\*\* 〒734-8642 広島市中区江波沖町 5-1 TEL 082-292-3124、FAX 082-294-1428

\*\*\* 〒108-0014 東京都港区芝 5-34-6 TEL 03-3451-4761、FAX 03-3451-4692

\*\*\*\* 〒700-0082 岡山市津島中 2-1-1 TEL 086-251-8484

下フランジについては、図3に示すように中央のウェブ溶接部、端面のガスカット部の影響で、全幅にわたって残留応力が存在しており、その値にも変化が大きい。

ウェブについては、図4に示すように上下フランジやスチフナの溶接部で高い残留応力が発生しているが、その他の箇所は低い。

ウェブには局部的に熱を入れて歪取りをしている箇所があり、この近傍は図5に示すように複雑な応力分布となっている。

これらの結果を模式図にすると、図6のようになる。これより、既設橋の死荷重応力など内在応力を推定したい場合には、溶接残留応力の影響の小さいウェブが測定箇所の有力候補ではないかと考える。なお、昨年の合鶴橋では下フランジ幅が700mmと広いため、残留応力の影響のない箇所が存在した<sup>(2)</sup>。このように、幅が広い場合には下フランジも測定箇所の候補となり得る。発表当日は、他の例についても紹介する。

なお、2章で述べたように本推定結果は1軸応力+せん断応力のみと仮定して求めているため、応力値の精度については別途検証する必要がある。

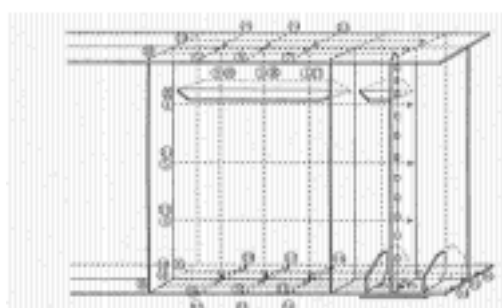


図2 測定した桁と測定位置

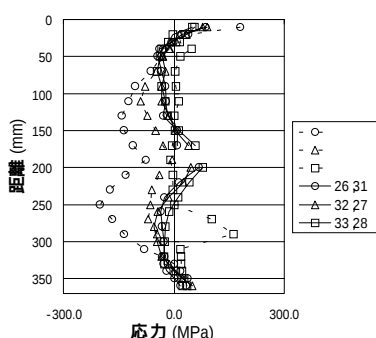


図3 下フランジの測定結果

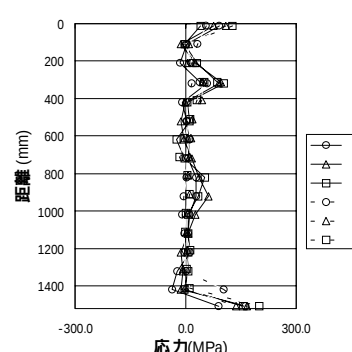


図4 ウェブの測定結果

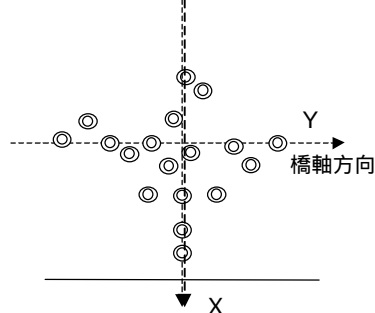


図5 歪取り箇所とその応力状態

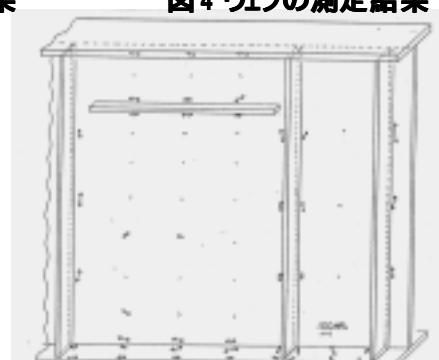
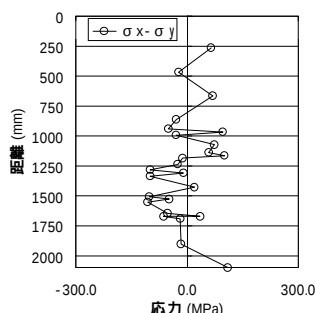


図6 残留応力分布の模式図

#### 4.まとめ

磁歪法で得られた測定値の後処理方法を検討し、1軸応力+せん断応力状態を仮定することにより内在応力分布が概略推定できるようにした。本方法を用いて工場内で製作中の溶接 桁を測定し、残留応力分布状況ならびに死荷重応力等を推定する場合の測定位置候補について検討した。

なお、今回の結果は1軸応力+せん断応力状態を仮定したデータ処理を行っている関係で、応力値については別途検証する必要がある、主に応力分布状態について考察した。今後はこれらのデータを参考にして、実橋の内在応力の直接測定化に向け、磁歪法の適用化研究をさらに進めて行きたい。

#### [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 Vol.35、No11、pp805-810、(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報:製作据付各段階における応力変化の測定) 土木学会第54回年次学術講演会講演概要集、pp.306-307、(1999)
- (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2報:測定値と設計計算値の対応) 土木学会第54回年次学術講演会講演概要集、pp.308-309、(1999)