

VI-155

磁歪式応力測定法の実構造物への適用化研究

下フランジを想定した平板での計測

中電技術コンサルタント(株) 正会員 織田卓哉

中電技術コンサルタント(株) 正会員 松岡 敬

中電技術コンサルタント(株) 正会員 岩上 明

中電技術コンサルタント(株) 正会員 池田 誠

岡山大学 理学部

安福精一

鋼のように強磁性体に引張り応力が作用するとその方向に磁化しやすく、それと直角方向には磁化しにくくなる磁気異方性を利用して、その出力を得て応力を測定する磁歪式応力測定法の実用化に向けて研究を行っている。すでに材料、板厚、表面処理の違いによる応力感度特性について調査を行っているが^{※1, 2}その結果ショットブラストによる鋼板の酸化皮膜除去により、表面組織がつぶされ、圧縮を受けて感度特性は、酸化皮膜を除去しないものと比較して約 1/2 になっていることが判明した。これら特性をふまえ、引張り応力を受ける単純 I 桁橋の下フランジを想定した平板での実験結果について報告する。

1. 試験方法

単純 I 桁橋の製作は、2 枚のフランジと 1 枚のウェブで構成されているが、フランジはウェブとの溶接接合で内側に変形する。これを防止するために、溶接による変形量に見合った逆歪をプレスで与え、溶接後平らにする方法が取られている。歪取りは他に溶接後、プレスでとる方法もある。今回は前者の溶接前に予歪を与える方法で加工された試験片幅(200mm)の中央に隅肉溶接の代わりの線溶接を行った。溶接後の試験片、およびビード形状、溶け込み状況を写真-1, 2 に示す。

1) 試験体: 200×12×1220 3 体
SS400 ショットブラスト+プライマー処理 図-1
端面機械切削

2) 溶接法: 炭酸ガスシールド溶接
ワイヤ $\phi 1.2\text{mm}$ MG50

3) 溶接条件: 電流 270~280A 電圧 32V
速度 37.5cm/min

4) 磁歪試験器: A-1 写真-3

5) 試験機: 50t 油圧万能疲労試験機
(島津製作所製) 写真-4

6) 試験管環境: 大気中・室温

7) 制御方式: 荷重制御

8) 計測器: 静ひずみ計: TDS-301
(東京測器研究所製)

9) 磁歪式応力測定法およびひずみゲージ法による計測は

① 無負荷時(試験前後)の計測

② 引張り試験を行い、500 kgf/cm² ごとに計測を最大 2000 kgf/cm² まで行った。

なお、500 kgf/cm² ごとの計測は試験片 No.1 のみで、試験片 No.2, 3 については 1000 kgf/cm² ごとの計測とした。荷重負荷要領を図-2 に示す。

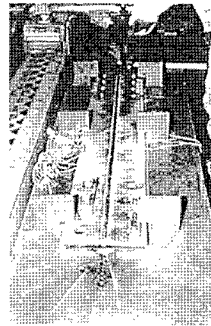


写真-1

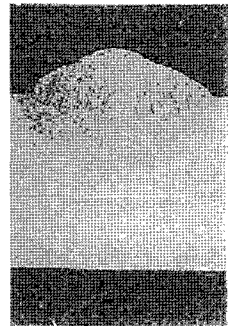


写真-2

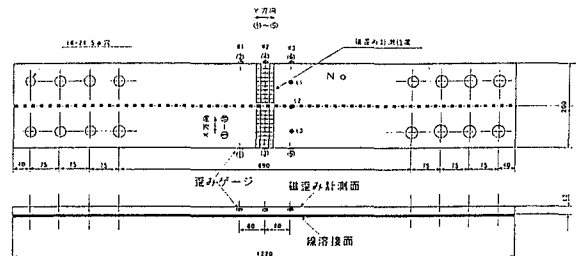


図-1 使用ゲージ: FLA-5-11-5LT, G.F (東京測器製)

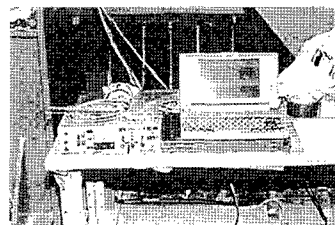


写真-3

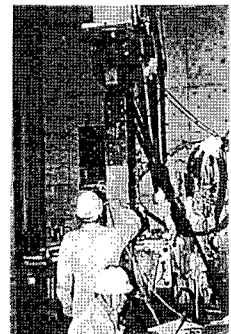


写真-4

キーワード: 磁歪式応力測定法, 応力測定, 非破壊, 残留応力, 鋼構造物

連絡先: 中電技術コンサルタント(株) 〒734-8510 広島市南区出汐 2-3-30 TEL 082-256-3355

2. 試験結果

1) 無負荷時の応力

工場製作段階では、ガス加工、組み立て、溶接歪み取りなどの加工に伴い、種々の残留応力が発生する。その様子を図-3に示す。図の横軸が試験体の幅であり、縦軸に試験体の長手方向の応力を示している。初期値は、ほぼゼロに近い値である。次のステップである逆歪を加えた段階では、W型の残留応力が発生した。次に、試験体の中央部に線溶接を行うことにより、中央部には降伏点に近い凸型、すなわち、中央付近に高い引張り応力、端に近い側には圧縮応力が発生している。

これらのことは、歪ゲージを利用し応力開放により残留応力を求める方法でも確認されている。※3次に、平板に片面溶接を行ったためにそりが発生したので、プレスを使いそり直しを行ったが、その影響は少ないものであった。

2) 残留応力材への引張り試験

前項で示した荷重負荷要領により載荷し、各ステップごとに、磁歪式応力測定法により試験体の長手方向の応力を幅全体について計測した結果を図-4に示す。

試験結果からは、残留応力の高い箇所は、引張り応力が加わってもほとんど変化せず、周辺応力が高くなり、ある一定値を超えると全体に応力が高くなる傾向にある。また、除荷過程においては、載荷過程とほぼ同一の応力レベルで降下するが、最終除荷に近くなると中央の最も高い応力は40%程度、応力が緩和されている。

3. まとめ

歪ゲージ法は、一般的によく利用されているが、ゲージを貼り付けた段階を応力レベルゼロとして計測を始める。実構造物では、加工、組み立て、溶接、歪み取り、架設段階で種々の応力が加わる。また、これらの構造物を供用している段階においても、地盤沈下や衝突、あるいは地震等により構造物に変化があった場合に、現在の応力を計測することが必要になる。従来これらの応力を定量的に計測する場合には、歪ゲージを貼り、部分的あるいは全開放により、応力を弛緩する方法で計測を行っている。これらは手間がかかり構造物そのものを傷つける。これに変わる方法で簡易に計測が可能であれば、今後増加する多くの鋼構造物の健全度診断に役立つものと考えている。

今回の試験はその一步となるもので、引き続きH鋼（ロール材、ビルドアップ材）、実橋での計測を実施している。

実験に当たっては、広島大学工学部 4 類 藤井助教授、藤枝技官および菱明技研 森本氏にお世話になりました。

参考資料

※1「磁歪法による応力測定の実用化のための基礎研究」

第 49 回平成 9 年度土木学会中国支部研究発表会 池田誠、松岡敬、岩上明、安福精一

※2「磁氣的応力測定に与えるショットブラストの影響」(社)日本非破壊検査協会

平成 9 年度秋季大会 安福精一、松永圭樹、股春浩、田中英次、田辺博起、池田誠、松岡敬

※3 溶接変形と残留応力 産報 木原博、増淵興一 P106

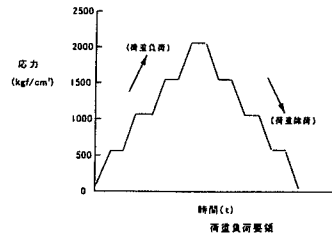


図-2

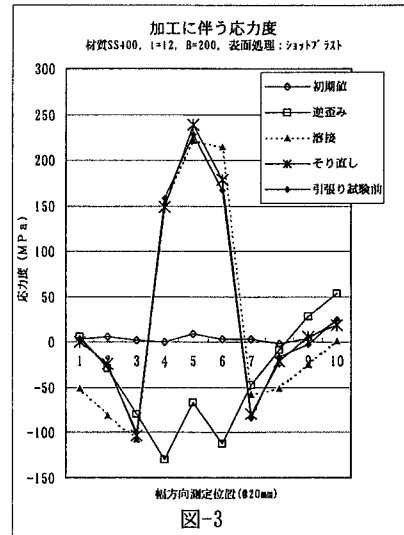


図-3

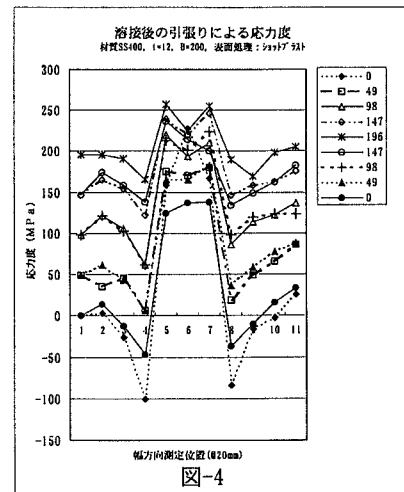


図-4