

VI-156

磁歪式応力測定法の実構造物への適用化研究

H型鋼での計測

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 松岡 敬

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 池田 誠

岡山大学 理学部

安福精一

鋼等強磁性体の引張応力の作用方向に磁化しやすくなる磁化異方性を利用し、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。実構造物への適用化研究の第一歩として、単純I桁橋の下フランジを想定した平板実験を実施した。その結果、製造工程で加わる種々の残留応力を、非破壊である程度容易に捉えることが可能であることが判明した。

続けて、小型の梁を実験材料に選定し、その特性を捉えることにした。試験体は、市販の溶接構造用圧延型鋼のH鋼と、工場で製作した溶接によるH梁である。工場製作の鋼板端面はガス切断の熱影響を除くために機械切削した材料を使用している。

1. 試験方法

試験に用いる材料は、材質、フランジ厚さ、幅は平板実験で用いたものと同一とした。梁の高さは200mmとし、梁の長さは2000mmとした。試験は4点曲げ試験とし支間1600mm、純曲げ区間を600mmとした。図-1に試験体寸法、4点曲げ試験要領を示す。写真-1は出来上がった試験体の外観を示す。

1) 試験体

① 溶接構造用圧延型鋼H鋼

寸法: 200H×200W×2000H×8/12

材質: SS400 端面機械切削

表面処理: ショットブラスト+プライマー

② 溶接接合のH鋼

寸法: 200H×200W×2000H×8/12

材質: SS400

表面処理: ショットブラスト+プライマー

溶接法: 炭酸ガスシールド溶接

ワイヤー φ1.2mm MG50

溶接条件: 電流 265A 電圧 29.0V

速度 40.0 cm/min

隅肉溶接脚長: 6mm

フランジの溶接変形防止法: 逆歪法

2) 試験方法

荷重の負荷は4点曲げ方式により行った。応力測定方法は磁歪式応力測定法、歪ゲージ法の2種類の計測を行った。

応力計測位置は図-1の▲に示すが、支間中央部の純曲げ区間と曲げせん断を受ける支点と載荷点の中間部の計3箇所を計測した。

① 試験機: 100t 油圧万能疲労試験機

(東京衝機製造所製)

② 試験環境: 大気中・室温

③ 制御方式: 荷重制御

④ 磁歪測定器: A-1

⑤ 静歪測定器: TDS-301

(東京測器研究所製)

図-2に荷重と歪ゲージによる応力の1例を示す。

荷重設定は、純曲げ区間の下フランジ応力が500 kgf/cm² ごと最大2000 kgf/cm² になるように荷重制御を行い計測を行った。

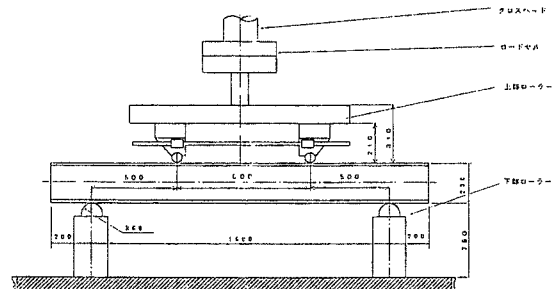


図-1

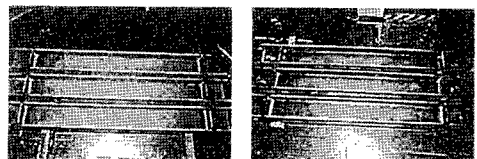


写真-1

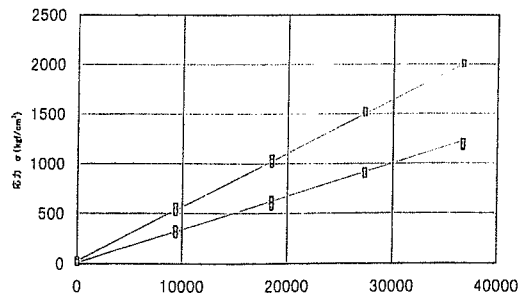


図-2

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) 溶接構造用型鋼H鋼（ロールH）

計測は、フランジ表面があばた状で計測が不安定となったため、プライマーを厚塗りし平滑度を保ち計測を行っている。

図-3 に計測結果を示すが、溶接接合のH鋼に比べて初期の応力はいびつな形をしている。これは鉄鋼メーカーにおける条鋼圧延機による圧延過程の熱履歴に関係するものと考えられる。荷重変化に対しては、ほぼ初期の応力に平行に応力レベルが上がり下がりしている。最大値は 315MPa 平均値は 246MPa であった。

2) 溶接接合のH鋼

溶接で接合されたH鋼は、表面は平坦であり計測も安定しており、無処置で計測を行っている。

図-4 に計測結果を示すが、先に平板に線溶接を行い計測したものに類似している。初期応力は、フランジ中央部の溶接線部（計測位置 5）に高い引張り応力が発生しており、フランジの両端部に近い側は圧縮応力が発生している。初期応力の最大値は、引張り側で 153MPa、圧縮側で-186MPa であり、平板溶接に比べ引張り応力では低くなり、圧縮応力側では高くなっている。引張り側での応力の低下は、隅肉溶接による入熱量が線溶接に比べ約 20%低下していることによるものと考えられる。

荷重の変化に対しては、平板で計測したものに近い応力の変化が見られるが、初期応力のピーク値が平板に比べ低いために、98MPa 以上の荷重になるとピーク値も上昇が見られる。200MPa における最大値は（計測位置 6）321MPa であり、この時の平均値は 256MPa であった。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、中央の最も高い応力およびフランジ端部に近い圧縮応力の高い応力は、平板同様に緩和される傾向にある。

図-5 は溶接接合のH鋼の曲げとせん断を受けるC点について計測した結果である。A点（純曲げ）の測定結果と異なりフランジ中央部（計測位置 6）が突出した無載荷時の残留応力分布形状と平行な形状で載荷荷重に対応する応力の上下がある。

3. まとめ

磁歪式応力測定法による応力測定は、初期応力を含めた全荷重の変化に追従して応力を計測できる魅力がある。部分的に応力の高い個所が存在しても、構造物が破壊に至ることは、静的には少なくとも無いと思われるが、脆性破壊や疲労問題を取り扱う場合には、何らかの配慮が必要と思われる。

