

新しい鋼構造物応力測定法(プローブ毎の出力特性の同一化)

中電技術コンサルタント(株) 正員○田村雄歩 中電技術コンサルタント(株) 岩上 明
中電技術コンサルタント(株) 正員 松岡 敬 広島工業大学 建設工学科 中山隆弘

1. はじめに

鋼構造物の健全度診断は目視及び歪ゲージ法による応力測定が一般的であるが、残留応力を含んだ全応力を求めるには応力開放という破壊的な方法をとらなければならない。また、仮に歪ゲージ法により負荷による応力のみを測定する場合でも、配線、塗膜除去、防錆処理などが必要で測定には熟練した技能と日数が必要である。これらの歪ゲージ法の弱点を補う測定方法として、磁気を用いた磁歪式応力測定法(磁歪法)がある。磁歪法では塗膜の上から直接鋼構造物の残留応力を含んだ全応力を測定することが可能で、「測定したい場所の応力をいつでも手軽に測れる。」という利点がある。当社ではこの全応力を非破壊で測定が可能であるという大きな長所を活用すべく、磁歪法の実構造物への適用を目指して研究を進めてきた。

磁歪式応力測定装置本体はほとんど誤差なく製作することが可能であるが、プローブは製作時の機械加工誤差により、同一の応力(MPa)が作用している場合でもプローブ毎の出力電圧(V)にバラツキが生じる。このバラツキは応力と出力電圧の関係(応力感度曲線)に影響するため、精度および互換性の面にやや課題を残していた。この対応策として、プローブ毎に、応力感度曲線を取る必要があった。

本報告では、このバラツキを減少させる機能を設けたことによるプローブ毎の成果について報告する。

2. 磁歪式応力測定装置

写真 2-1 に新規に開発した磁歪式応力測定装置を示す。本装置は応力を検出するためのプローブと本体および計測結果を処理するためのパソコンで構成されている。

3. 磁歪法の原理

鉄鋼などの強磁性体にコイルなどで磁場を加えると、鉄鋼は磁化され、それに伴って長さが変化する。鋼の場合は磁化にともない 3×10^{-6} 程度まで伸びる。この磁気歪現象の逆の効果として、鋼に引張応力を作用させて伸ばせばその方向に磁化し易くなり、圧縮応力の場合はこの現象は逆になる。この磁気異方性を検出して応力を測定する。対向する電磁石の一方を励磁極とし、これに直角方向を検出極とするプローブにより検出する。図 3-1 に応力検出用プローブの概要図を示す。



写真 2-1 磁歪式応力測定装置

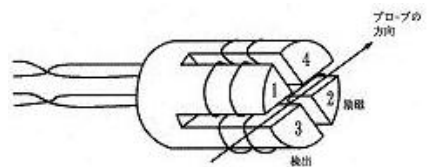


図 3-1 応力検出用プローブ

4. 実験概要

プローブは 1kHz 用(12φ)と 14Hz 用(16φ)の 2 種類(それぞれ 10 本ずつ)を用い、載荷荷重を 2 段階に変化させ、作用応力が 0MPa および 200MPa となる状態にし、プローブの出力電圧を測定した。(写真 4-1, 4-2 参照)



写真 4-1 実験装置

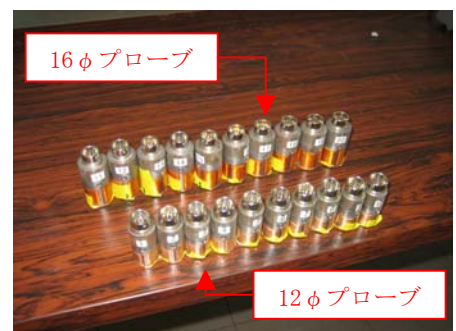


写真 4-2 16φプローブと 12φプローブ

キーワード 磁歪, 磁気歪, 応力, 測定, プローブ

連絡先 〒734-8510 広島県広島市南区出汐 2 丁目 3-30 中電技術コンサルタント(株) TEL082-256-3355

5. 研究成果

(1) 1kHz 用プローブ(12φ)

調整前と調整後の効果を評価するために、図 5-1 に出力電圧(V)と応力(MPa)の関係を図 5-2 に、応力(MPa)と誤差率(%)の関係を示す。

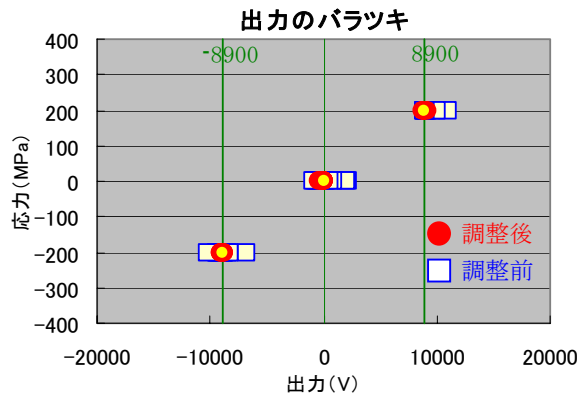


図 5-1 1kHz 用プローブ(12φ)

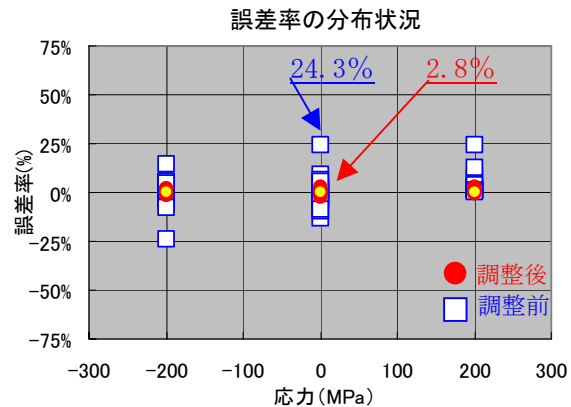


図 5-2 1kHz 用プローブ(12φ)

応力測定装置本体に設けた機能を用いて調整することにより、各応力状態における出力電圧のバラツキが減少し、誤差率が 24.3%から 2.8%にまで低減されたことがわかる。

(2) 14Hz 用プローブ(16φ)

調整前と調整後の効果を評価するために図 5-3 に出力電圧(V)と応力(MPa)の関係を図 5-4 に、応力(MPa)と誤差率(%)の関係を示す。

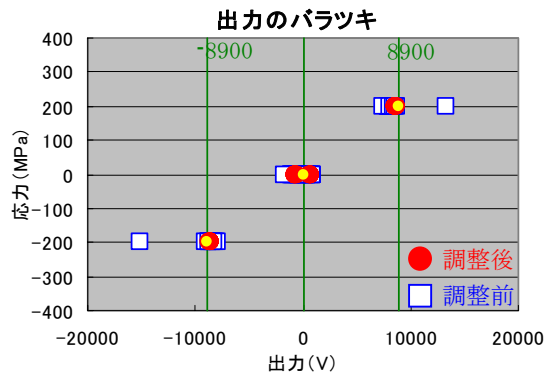


図 5-3 14Hz 用プローブ(16φ)

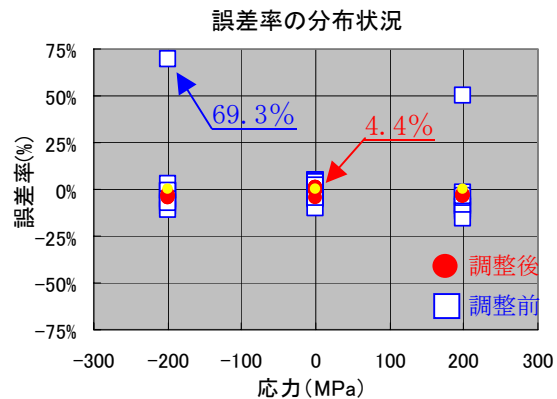


図 5-4 14Hz 用プローブ(16φ)

応力測定装置本体に設けた機能を用いて調整することにより、各応力状態における出力電圧のバラツキが減少し、誤差率が 69.3%から 4.4%にまで低減されたことがわかる。

6. まとめ

1kHz 用プローブ(12φ)および 14Hz 用のプローブ(16φ)ともに、応力測定装置本体内部に構築したバラツキを減少させる機能が有効であることがわかった。

従来の磁歪式応力測定装置による応力測定では、被測定材料毎に応力感度曲線が異なり、プローブ毎に応力に対する出力電圧の特性が異なるため、プローブ損傷時には被測定材料毎の応力感度曲線を取り直す必要があったが、前述の成果のとおり応力測定装置本体でバラツキを減少させることを可能としたことにより、プローブ毎に応力感度曲線を取り直すことが不要となった。

7. 今後の課題

新規に開発した装置には前述したプローブのバラツキを減少させる機能の他に、100Hz までの動的応力を測定する機能を追加した。今後は動的応力測定の有効性を評価する実験を行うとともに、実構造物への適用についても検討を進めてゆきたい。