

鉄筋およびタイロッドに作用する応力測定に関する基礎的研究

清水建設(株)技術研究所	正会員	○滝本和志
清水建設(株)技術研究所	非会員	高橋圭一
清水建設(株)技術研究所	正会員	田中博一
清水建設(株)土木事業本部	フェロー会員	野口恒久

1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物や港湾構造物などの維持管理において、構造物中の鉄筋や鋼矢板を支えるタイロッドに作用する応力状態を把握することは、構造物の現状を正確に把握するために非常に重要である。鉄筋やタイロッドに作用する応力の測定方法としては、応力弛緩法が考えられるが、破壊試験であるため、現場に適用することは非常に困難であるのが現状である。そこで、本研究では、切断することなく、鉄筋やタイロッドに作用する応力を測定する方法として、磁歪法および電磁超音波共鳴法の2種類の測定方法を取り上げ、その適用性を検討するために、写真1に示すような引張応力を導入した異形鉄筋およびタイロッドを用いた基礎的な実験を実施した。



写真1 応力測定状況

2. 実験概要

2. 1 磁歪法

(1) 測定原理 磁歪法は、磁歪センサを測定対象物上において測定するものであり、応力が作用した際に、透磁率が引張応力方向にわずかに大きくなり、磁気異方性を生じる現象を応用した方法¹⁾である。

(2) 測定手順 測定対象は D32、D51 およびφ60mm のタイロッドとした。鉄筋に導入する応力は最大を 300MPa 程度、タイロッドに導入する応力は最大 240MPa 程度として 50MPa ごとに磁歪法により測定を行った。なお、異形鉄筋は、磁歪センサが鉄筋表面と接する必要があるため、予め測定する箇所の節をグラインダにより研削した。応力の導入は万能試験機を用いて行い、所定の応力になった時点で磁気異方性を測定した。

2. 2 電磁超音波共鳴法

(1) 測定原理 電磁超音波共鳴法は、応力が作用した際に音速変化、音響異方性が生じる現象を応用した方法であり、電磁超音波センサ (EMAT) を用いることにより、高精度で測定することが知られている。EMAT は永久磁石とコイルで構成され、発生する微弱な信号を共振法を利用して受信し、伝播速度ではなく共鳴周波数から測定する方法である。

(2) 測定手順 測定対象は D51 およびφ60mm のタイロッドとした。鉄筋に導入する応力は最大を 300MPa 程度、タイロッドに導入する応力は最大 240MPa 程度として 50MPa ごとに電磁超音波共鳴法により測定を行った。なお、異形鉄筋は、EMAT が鉄筋表面と接する必要があるため、予め測定する箇所の節をグラインダにより研削した。応力の導入は万能試験機を用いて行い、所定の応力になった時点で電磁超音波共鳴法による測定を行った。

3. 試験結果および考察

3. 1 磁歪法

磁歪法による測定結果を図1及び図2に示す。D32 および D51 は、引張応力が大きくなるにつれ磁気異方性がほぼ直線的に大きくなり、高い相関性が認められたが、D51 は 150MPa 程度以下で、負荷時と比べて除

キーワード 異形鉄筋、タイロッド、磁歪法、電磁超音波共鳴法、引張応力

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 TEL 03-3820-6962

荷時の磁気異方性が小さくなった。一方、タイロッドについては、引張応力が大きくなるにつれ磁気異方性が大きくなる傾向が認められたものの、降伏点に近づくにつれて磁気異方性が鈍化する傾向が認められた。以上より、磁歪法については、異形鉄筋およびタイロッドともに引張応力を測定できる可能性が認められたが、タイロッドより異形鉄筋の方が適用可能性が高いと考えられる。

3. 2 電磁超音波共鳴法

電磁超音波共鳴法による測定結果を図3及び図4に示す。D51とタイロッドともに、引張応力が大きくなるにしたがって音響異方性は直線的に小さくなる傾向があり、非常に高い相関性が認められた。D51とタイロッドを比較すると、D51は負荷時と除荷時で多少のばらつきが生じたのに対し、タイロッドは非常にばらつきが少なかった。D51については、測定箇所の節を研削した影響を受けている可能性が考えられる。以上より、異形鉄筋およびタイロッドともに電磁超音波共鳴法により引張応力を測定できる可能性が認められたが、タイロッドの方が異形鉄筋より精度良く測定できるものと考えられる。

4. まとめ

本研究の範囲で得られた知見を以下に示す。

- (1) 磁歪法、電磁超音波共鳴法のいずれについても異形鉄筋およびタイロッドに作用する引張応力を測定する可能性が示された。
- (2) 磁歪法については、タイロッドより異形鉄筋の方が適用可能性が高いと考えられる。
- (3) 電磁超音波共鳴法については、異形鉄筋およびタイロッドともに適用性が高いと考えられる。
- (4) 磁歪法、電磁超音波共鳴法のいずれについても、現場に適用するためには、鋼材の種類や径の影響を把握する必要があると考えられる。

【参考文献】

1) 境禎明ほか：磁気異方性を利用した応力測定法による橋梁部材の応力測定、土木学会第52回年次学術講演会第VI部門、pp.314-315、1999

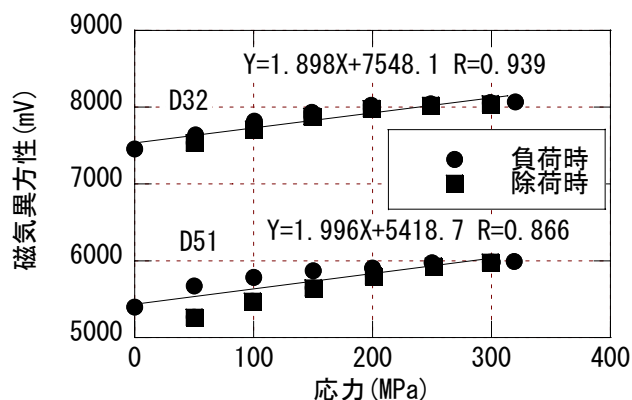


図1 磁歪法による測定結果（鉄筋）

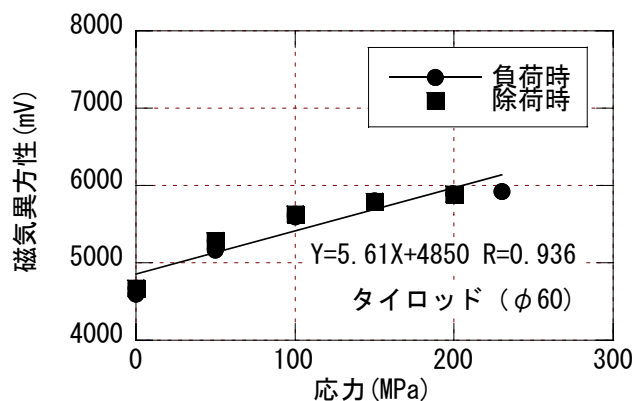


図2 磁歪法による測定結果（タイロッド）

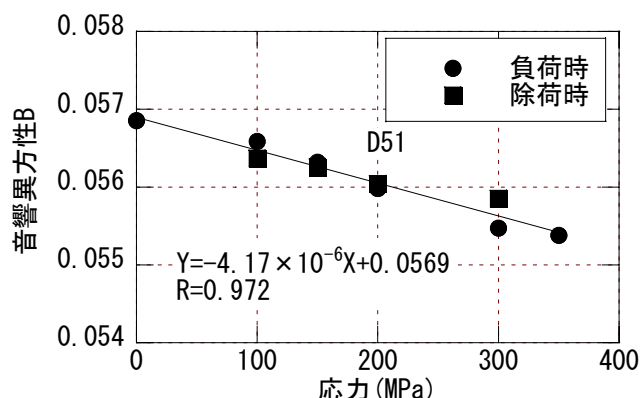


図3 電磁超音波共鳴法による測定結果（鉄筋）

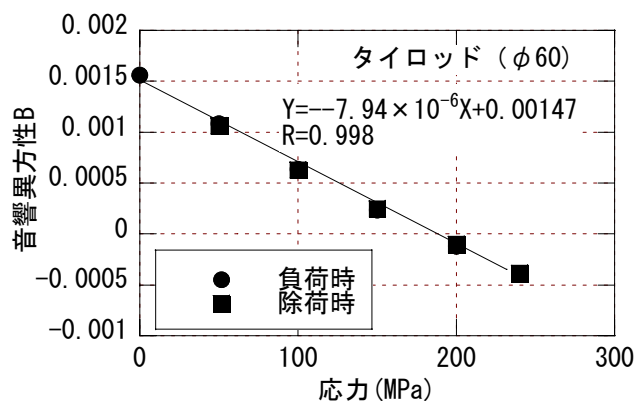


図4 電磁超音波共鳴法による測定結果（タイロッド）