

## グラウンドアンカー緊張力モニタリング装置の開発

日本道路公団 正会員 吉田 幸信  
 同上 正会員 内田 純二  
 同上 正会員 大西 邦晃

三菱重工業(株) 正会員 岡 俊蔵  
 同上 正会員 中出 収

### 1. はじめに

斜面やのり面の安定化を図るために、グラウンドアンカー工法が多数用いられている。施工されたアンカーについてはほとんどその張力をモニタリングする手法がなく、施工後の地盤の移動やアンカーケーブルの腐食その他の要因によってアンカー緊張力が変化することを確認することができない状況にある。現在では緊張力監視手法として、予め設置されているロードセルによる方法、リフトオフテストを行う方法、がある。しかし、前者ではロードセルの耐久性が、後者では現地施工時間・費用を多大に必要とするためより簡便に、かつ長期にわたって監視できる技術へのニーズが高くなっている。そこで筆者らは、グラウンドアンカーの緊張力を測定する方法として磁歪法を利用した非破壊モニタリング装置を開発したのでここに報告する。 図-1 に装置を設置した概要図を示す。

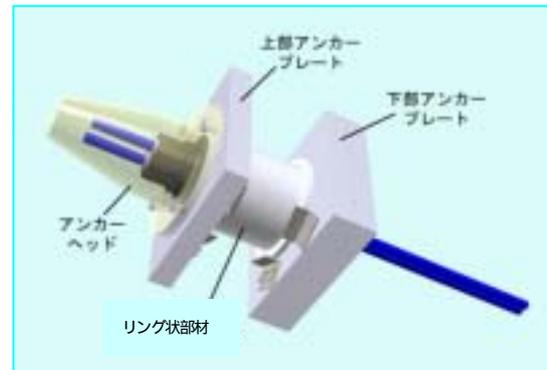


図-1 設置概要図

### 2. 測定原理

鋼材にひずみが作用すると、ひずみの方向と大きさに応じて透磁率が変化する（図-2：Villari 効果）。励磁コイルと検出コイルを組合せたプローブを回転させて測定すると透磁率の異方性による磁場の歪を電圧として検出でき、これを解析することで主応力差とその方向が分かる<sup>1)</sup>。磁歪法で検出する電圧  $V$  は、磁性体に作用している主応力  $\sigma_1, \sigma_2$  及び  $\theta$  とプローブのなす角  $\alpha$  との間に、次式の関係がある。

$$V = K_{100} \cdot (\sigma_1 - \sigma_2) \cdot \cos 2\alpha \quad \text{(式-A)}$$

ここで、 $K_{100}$ は磁気ひずみ感度で、応力と出力電圧を関係づける係数であり、予め対象とする材料で感度曲線を

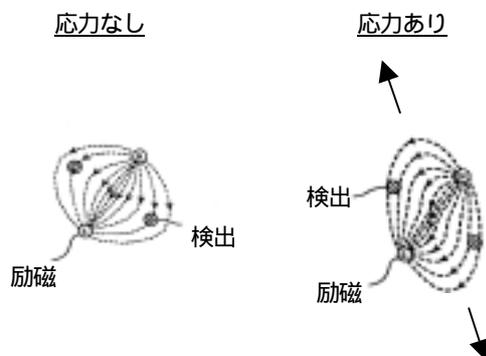


図-2 測定原理 (Villari 効果)

求めておく。これより、電圧  $V$  の振幅が最大 ( $V_{max}$ ) となるときの  $\alpha$  が主応力方向、 $V_{max}$  が主応力差 ( $\sigma_1 - \sigma_2$ ) に相当する出力になり、主応力差とその角度を決定できる。

### 3. 測定システム概要

#### 3.1 磁歪法適用の問題点と解決策

磁歪法は、測定部位の局所的な全応力を電気的出力として検出する。従って計測部材の加工時の残留応力や大荷重载荷による応力分布の乱れなどが、測定精度に大きな影響を及ぼす。これらの問題点を解決し測定装置として高精度を保証するため、以下のような開発を実施した。

- (1) リング状部材の開発：アンカーの緊張力が作用した状態で安定した応力分布特性を示し、かつヒステリシスの小さな磁気ひずみ感度特性を有する部材を開発。素材はSCM440材を選定。
- (2) 加工法の開発：加工時の残留応力を除去するための熱処理手法を開発。



写真-1 リング状部材

#### 3.2 測定システム

計測緊張力測定システムは、アンカー定着部に挿入されるリング状部材（写真-1）と専用の計測装置（写真-2）から構成される。

キーワード：グラウンドアンカー、非破壊検査、磁歪法、緊張力モニタリング

連絡先：三菱重工業 広島製作所

〒730-8642 広島市中区江波沖町 5 番 1 号 Tel:082-292-3124 Fax:082-294-1428



現地にはリング状部材が取り付けられているだけで、その他の電気信号ケーブルなどの電気配線、電源設備が皆無であり、アンカーヘッドなどと同等の数十年単位の耐久性がある。また、アンカーヘッドと支圧板（アンカープレート）との間に装着するためアンカータイプを選ばず任意の形式に対応可能である。

計測は、リング状部材の外周面8箇所専用プローブを接触させ張力計測を行う。写真-3に現地測定状況を示す。全周計測することで、偏心荷重状態を把握することが可能となり張力変動のほかストランドの部分異常による張力バランスの変化をモニタリングすることが可能である。

#### 4. 現地計測結果

開発した測定装置をアンカーの新設現場において設置し、その計測精度、長期安定性を検証した。計測は平成13年9月17日から平成14年12月5日までの約一年以上にわたり計4回の計測を実施した。結果を図-3,4に示す。

このケースではリング状部材の45度方向に相対的に偏心荷重された状態を示しているが、1回目から4回目まで同様の傾向を示しており健全であると判定できる。

図-4にはロードセルとの比較を示すが、ロードセル計測値に対し全体的に5%以内の計測データが得られており、高精度を保持していることがわかる。

#### 5. まとめ

本開発で得られた成果を以下にまとめる。

- (1) リング部材の設置により精度良く磁気ひずみを検出して緊張力を求められる。
- (2) 挿入部材自体に配線、電源が不要となり、数10年スパンの長期監視に適している。
- (3) 偏心荷重がある場合でも、緊張力が正確に評価できる。

#### 参考文献

- 1) 安福 他「磁気プローブによる溶接残留応力分布の測定」非破壊検査、vol.35,NO.11, pp.805-pp.810, 1986.

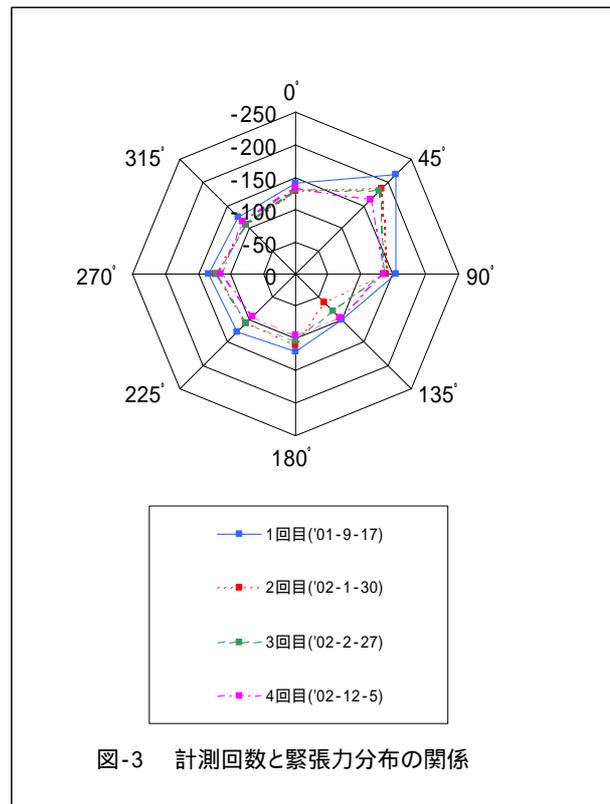


図-3 計測回数と緊張力分布の関係

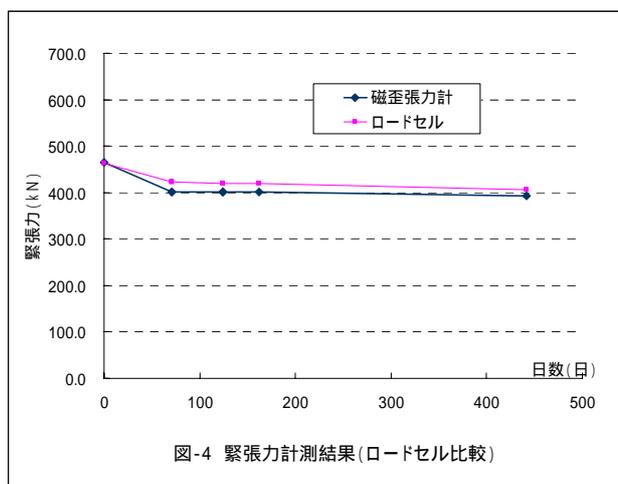


図-4 緊張力計測結果（ロードセル比較）