

VI-8 グラウンドアンカー緊張力モニタリング手法の開発

日本道路公団四国支社高松技術事務所	正会員	○大西	邦晃
〃	正会員	吉田	幸信
〃	学生会員	内田	純二
三菱重工業㈱	正会員	中出	収

1. はじめに

グラウンドアンカー（以下、「アンカー」という）は、地すべり地や不安定なり面の安定性を確保するための抑止工として、道路やダムをはじめ、数多くの社会資本整備事業や開発事業などで採用されている。この対策工の原理は、アンカーに導入される緊張力により、地山深部の安定領域に不安定土塊を定着させるものである。しかし、この緊張力は、地山の圧密やPCケーブルのリラクセーションにより、時間の経過とともに低下することが知られている。また、地震や降雨の影響により土塊が滑動した場合、緊張力は増加する場合もある。維持管理面では、アンカー自体が地山に埋設されているため、PCケーブルに錆が発生したり、断面欠損を生じているなどの劣化状況を地表から点検することが、極めて困難である。断面欠損による劣化は、アンカーの破断を生じる危険があり、のり面崩壊、第三者災害に発展する可能性を含んでいる。以上より、地すべりやのり面の安定性・安全性を維持管理するためには、アンカー緊張力が所定のレベルで保持されているかどうかを、定期点検することが大変重要となる。

このような状況を踏まえ、JH四国支社高松技術事務所では、アンカーの緊張力を簡便に測定できる手法を開発した。この手法は、簡易かつ高精度での緊張力測定ができるうえ、長期安定性を有し、ランニングコストも不要である。このことから、アンカーの維持管理手法として非常に有効なものと言える。本稿では、その開発内容・施工状況を報告する。

2. 新しい緊張力測定手法の開発

2. 1 従来のモニタリング手法

現在、アンカーの緊張力を測定する手法としては、リフトオフ試験やロードセルによる測定が一般的である。

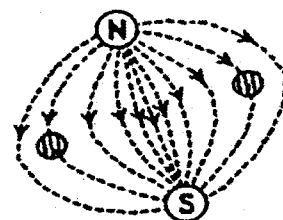
リフトオフ試験では、緊張力測定作業のために、重機と3～4名程度の作業員が必要となる。そして、頭部キャップの取り外し・再設置や防錆剤の再充填が必要となるため、1日に測定できる本数は少ない。つまり、リフトオフ試験は、測定の度に相応の費用が必要となるうえ、機動性に欠けるため、日常的に活用するモニタリング手法としては適切でない。

ロードセルによる測定では、アンカー頭部にあらかじめ設置しているロードセルにより緊張力を測定する。この手法は、簡易に緊張力を測定可能であるが、ロードセルの寿命がアンカーの供用期間よりもはるかに短いため、耐久性・安定性に欠ける問題がある。

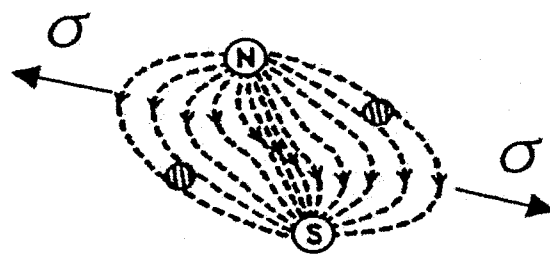
2. 2 新しい測定手法

新しい測定手法（以下、「本手法」という）は、磁性体に発生している応力状態を、透磁率の変化から読み取る「磁歪法」を活用した技術である。磁性体は、その応力状態によって透磁率が変化する性質を有する。本技術は、この性質を利用し、透磁率の変化から、磁性体に作用する応力すなわちアンカーの緊張力を求めるものである。（図—1「透磁率の変化」参照）

本手法では、アンカーの頭部定着部に、緊張力測定のための介装部材（以下「Mリング」という。）を設置し、緊張力によってMリングに生じる応力状態の変化を測定し、その値から緊張力を求める。Mリング



無応力状態では磁束密度が規則的配置



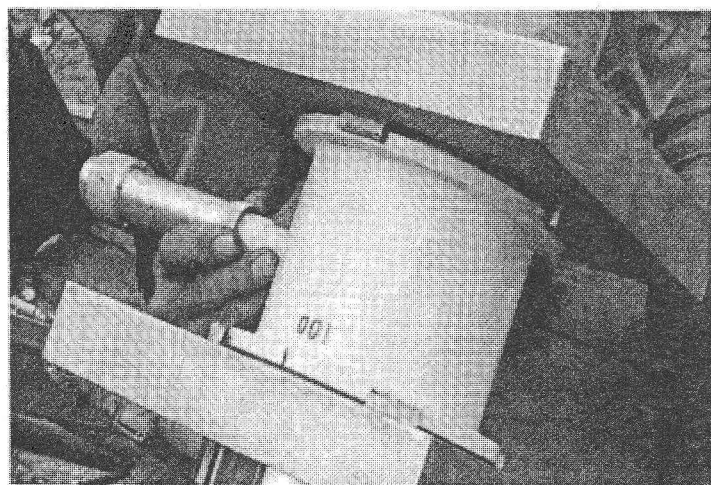
応力状態では磁束密度が乱れる

図—1 透磁率の変化

は、ひずみゲージなどの計器を取り付けたものではなく、特殊鋼を機械加工により製作した部材である。そのため、経年による性能低下も無く、長期的に安定であり、半永久的に使用できる。よって、機器更新費用が発生せず、ランニングコストも不要である。Mリングは、既存のアンカータイプに広く対応できるものであり、汎用性が高く、緊張力モニタリング計器としての価値は高いと考えられる。

2. 3 本手法の特徴

本手法による緊張力の測定方法について説明する。図一2に、Mリングの設置状況（本手法による緊張力測定状況）を示す。計器の設置については、ロードセルを設置する場合と同じで、アンカーを定着する際、Mリングをアンカープレートにより挟み込む形で、頭部定着部に設置しておく。緊張力を測定する時は、専用の計測端子を介装部材の側面に接触させ、そこに発生している透磁率変化を測定し、その値から緊張力を求める。測定時間は、アンカー1本あたり5分程度で、測定作業も非常に単純であり、熟練を必要としない。よって、誰でも簡単に測定できる。



図一2 Mリング設置状況

本手法は、①長期安定性（地質条件や気象条件によらず長期に安定な計器）、②独創性（アンカーの偏心荷重をモニタリングできる）、③高精度、④簡便性（計測作業は簡単かつ短時間）、⑤汎用性（アンカータイプを選ばない）、⑥施工性（設置作業は簡単）—などの特徴を有している。

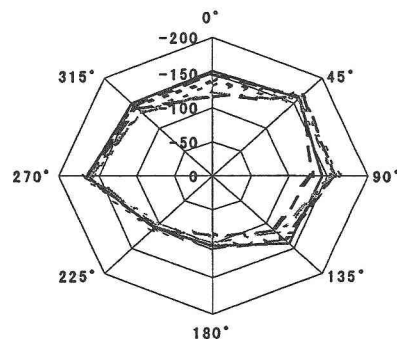
特に、長期安定性において、アンカーは、安定で安全な状態を長期にわたり保持しなくてはならない。よって、その緊張力を計測する計器についても、長期的に安定であることが望ましく、本手法の持つ耐久性は、従来計器に比べ圧倒的優位であり、大きな長所となる。

また、独創性において、頭部定着部に作用する偏荷重のモニタリングが可能であることは、緊張力のモニタリングにおいて大変重要である。一般に、アンカーの頭部定着部は、ケーブルの非対称配置、定着時の偏心などの影響から、偏荷重が作用している。本手法では、緊張力の測定結果を「図一3 偏荷重モニタリング」に示す八角形の応力分布図で確認できる。この八角形は、アンカーの頭部定着部に作用している偏荷重状態を表している。アンカーの管理段階においては、この応力分布形状を継続して比較することにより、複数配置したケーブルのうち、1本が破断したり、断面欠損などで張力バランスが変化した状態を把握することが可能である。これは、緊張力モニタリングにより得られる情報を充実させ、アンカーの健全度評価精度を大幅に向上させるものである。

3. 現地検証結果と今後の予定

JHでは、本手法によるアンカーの緊張力モニタリング（試験施工）を、全国の現場で実施中である。

今後は、これらの取組みを通じ、新しい計測手法としての完成度を高め、マニュアルの整備などを行い、広く採用して頂けるよう検討を進める予定である。



図一3 偏荷重モニタリング