

EM センサーによる張力管理計測事例（その2）

— 西九州自動車道 グランドアンカー張力管理 —

(株)計測リサーチコンサルタント 正会員 ○高橋 洋一
 (株)計測リサーチコンサルタント 徐 光太
 (株)計測リサーチコンサルタント 久保 良雅

(株)計測リサーチコンサルタント 宮本 則幸
 (株)計測リサーチコンサルタント 佐々木義則
 (株)計測リサーチコンサルタント 新宅 行英

1. はじめに

鋼材に発生している実応力を測定する技術として、EM (Elasto-Magnetic) センサーが開発された。EMセンサーは、鋼材の磁気特性を検出することでその応力を算定するものである。ここでは、このセンサーを使用して、西九州自動車道の切土斜面（写真-1）に設置されたグラウンドアンカーの張力管理を行なった事例について報告するものである。

2. EMセンサーの概要

EMセンサーは、図-1のように2種類のコイルと温度センサーから構成される。2種類のコイルは、測定時パルス的に電流を印加する1次コイルと、この時の被測定体の磁気特性を検出する2次コイルである。計測は、この2次コイルに発生した誘導電流から得られる透磁率、及び温度センサーからの温度を測定する。

鋼材のような強磁性体には磁気特性として、磁界の強さ H (A/m) と磁束密度 B (T) がヒステリシス曲線として表される。この時の比が透磁率 μ である。
$$\mu = B / H$$

鋼材の特性として、この透磁率 μ と温度 T および応力 σ との関係は(1)式で精度よく表す事ができる。

$$\mu(\sigma, T) = \mu(0, 0) + m_1 \sigma + m_2 \sigma^2 + \alpha T \quad \dots (1)$$

予めキャリブレーションによって関係定数を求めておけば、測定から得られる透磁率 μ と温度 T から鋼材の実応力が求められる。

3. 現場状況及び設置方法

事例現場は、長崎自動車道 武雄 JCT から佐世保を結ぶ西九州自動車道 13.8KP の上り線である。この付近の地山は継続的に変状の計測が行なわれている。設置箇所は法面上段部（測点 No8）と中段部（測点 No5）の2箇所で、今回はリフトオフ試験に合わせて既設アンカーに EM センサーを設置した。アンカーは7本スラットより線（ $\phi 12.7\text{mm}$ ）が3本から成り、その各々に計6個の EM センサーをセットした。（写真-2） 設置方法は導入張力を一旦除荷した後、既設アンカーと定着シュー部内の新設アンカー（約 60cm）をカプラーで接続し、EM センサーを挿入したのち、定着シューを取り付け油圧ジャッキで張力の導入を行なった。緊張荷重は 25.4 t f である。

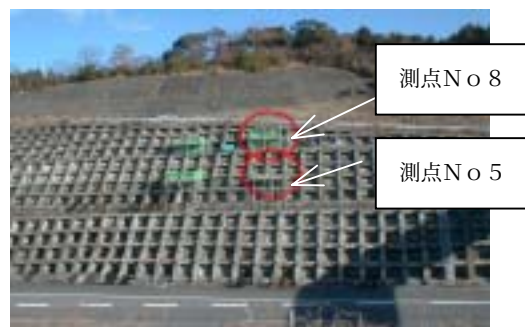


写真-1 設置斜面

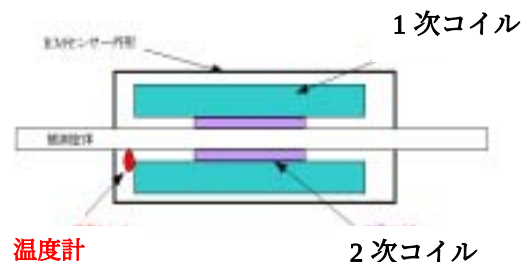


図-1 EM センサー断面図

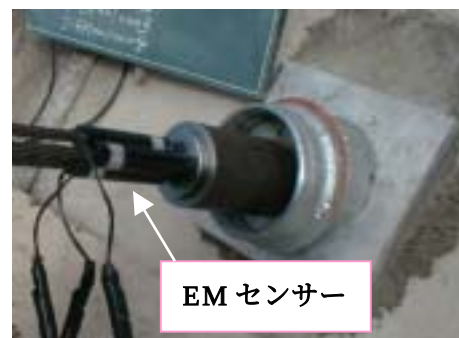


写真-2 EM センサー設置状況

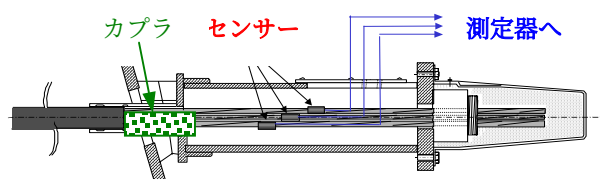


図-2 定着シュー断面図

キーワード EM センサー, 張力測定, グラウンドアンカー, 磁歪法

連絡先 〒732-0029 広島市東区福田1丁目665-1 (株)計測リサーチコンサルタント TEL082-899-5471

4. 計測結果及び考察

計測結果を表-1、図-3、図-4に示す。

計測は、設置後約1年半実施している。導入時の緊張力は1年後も保持されており、ケーブルのリラクゼーションについては殆ど認められないと言える。これは、既設アンカーの再緊張であるため地中既設部分に新しいリラクゼーションが無かったためと考えられる。

しかし、経年変化を考察すると、2月の冬期には、測点 N05、測点 N08 とともに約 24.5tf、8月の夏期には、約 23.7tf の測定値となっている。夏冬の約 20℃の温度変化によって、最大約 1.4tf の荷重変動が認められた。これは温度変化に伴なう地山の膨張収縮による張力変化であると考えられる。

次に、導入予定の緊張荷重が 25.4tf に対して、測点 N05、測点 N08 とともに約 1tf 低い荷重値となっている。これは、油圧ジャッキの停止から定着クサビの固定作業時におこるセットロスの影響があったためと考えられる。

また、クサビ定着の場合、どうしてもクサビの食い込みなどの違いからストランドごとにかかる荷重分担が均一でないことが推測されている。両測点ともに3本のケーブルに最大で約 1tf のばらつきが測定されており、EMセンサーはこの現象を正確に捉える事ができたものと考えられる。測定時の温度については、冬期は約 0℃～17℃ 夏期には約 27℃～41℃と幅が生じている。これは測定時刻が早朝や午後と、時間差があったために直射日光による影響がでたものと考えられる。

5. まとめ

EMセンサーはアンカーの張力管理に充分有用であった。しかし、法面全体の安定性を評価する場合には、地山そのものの挙動と合わせて評価する必要があると考えられる。また、法面の安定性を恒常的に管理するためには、今後も定期的な測定が必要であると考えられる。



写真-3 設置完了状況

表-1 測定データ一覧表

測定日	5-1 tf	5-2 tf	5-3 tf	合計 tf	温度 ℃	8-1 tf	8-2 tf	8-3 tf	合計 tf	温度 ℃
2001/2/8						7.6	8.6	8.1	24.4	13.8
2001/2/15	7.9	8.9	7.8	24.5	12.6	7.7	8.7	8.2	24.5	0.3
2001/2/22	7.7	8.8	7.7	24.2	17.4	7.6	8.5	8.1	24.2	17.3
2001/3/8	7.8	8.8	7.8	24.3	1.7	7.5	8.5	8.0	24.0	-2.3
2001/3/15	7.8	8.8	7.7	24.3	9.1	7.6	8.6	8.1	24.2	8.3
2001/8/11	7.6	8.5	7.6	23.8	27.3	7.5	8.4	7.2	23.1	27.7
2001/11/8	7.6	8.5	7.6	23.7	22.1	7.4	8.3	7.9	23.7	22.8
2001/12/21	7.7	8.6	7.7	23.9	7.2	7.5	8.4	8.0	23.9	6.9
2002/2/6	7.9	8.8	7.8	24.5	6.7	7.7	8.7	8.2	24.6	7.0
2002/8/1	7.6	8.5	7.6	23.7	41.5	7.5	8.4	7.9	23.8	41.5

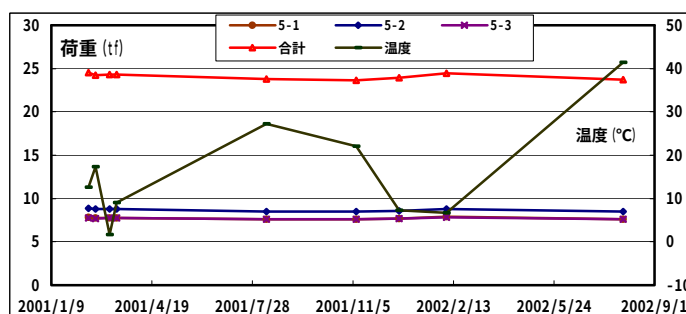


図-3 測点N05測定データ

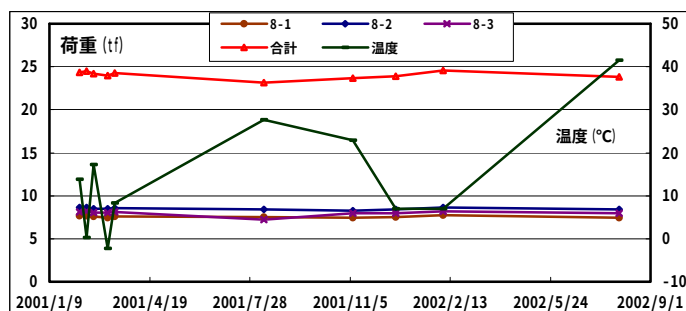


図-4 測点N08測定データ

【謝辞】 本業務を実施するにあたり多大なるご協力を頂いた日本道路公団 福岡技術事務所及び佐賀管理事務所の皆様に謝意を表します。

参考文献

- ・黒川章二, 羅黄順, Ming, L. Wang, 嶋野慶次: EMセンサによるプレストレス力の計測 第57回全国大会年次学術講演会
- ・羅黄順: EMセンサによるPC鋼材の実応力測定, PC技術協会論文集, Vol.43, No. 6, pp.99-103, November 2001
- ・久保和子, 宮本則幸, 佐藤亜樹男: EMセンサー適用事例の紹介, 第37回地盤工学会発表会