

既設アンカー緊張力モニタリングシステム (Aki-Mos) を用いたアンカーの維持管理手法 の紹介

歳藤 修一

ライト工業株式会社 西日本支社 技術営業部 (〒564-0063大阪府吹田市江坂町1-16-8)

道路法面を安定化させる抑止工としてグラウンドアンカー工（以下アンカーという）が用いられているが、導入以来50年余りの年月が経過し、道路資産を有効に活用するために今後の維持管理や長寿命化が重要である。これを受けて産官学連携プロジェクト「アンカー工設置のり面の健全性評価に関する研究会（以下アンカー研究会という）」としてアンカー設置法面の健全性評価について2008年度から2010年度の3年間研究を行っており、その後もアンカー荷重のモニタリングを継続している。本発表では、約3年間のアンカー荷重モニタリングの結果や既設アンカーに設置できる新しい荷重計を使用したアンカーの維持管理手法を紹介する。

キーワード 維持管理, Aki-Mos, モニタリング

1. はじめに

アンカーは1957年に、はじめて日本に導入されて以来、道路法面の抑止工や地すべりの安定化工として様々用途で使用されており、道路を安全に供用するための重要な構造物である。

しかしながら、「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説;地盤工学会」が出版された1990年（平成2年）以前に施工されたアンカー（以後旧タイプアンカーという）は、防食を重要視していなかったため、アンカー体の腐食・劣化等によりアンカー体が破損し、飛び出す現象などが見られ、交通障害を招くことが指摘されている。

今後も道路資産を有効に活用してゆくためには、旧タイプアンカーを含めたアンカーの維持管理と補修を効果的に行うことが重要である。

2. 旧タイプアンカーの現状

(1) 現地の概要

アンカー研究会は2008年からの3年間にわたり、近畿圏のアンカーの実態と研究フィールドにおける旧タイプアンカーの調査を行った。

主な調査対象となったのはA法面で、1988年（昭和63年）頃にアンカーが施工されている。（表-1参照）

アンカー研究会の調査により、調査地の地質は軟岩部

がほとんど存在せず、土砂部（風化頁岩）と硬岩部（頁岩、礫岩、凝灰岩）分布していることが分かった。弾性波探査の結果で断層破碎帯の分布も確認されている。

表-1 アンカー諸元

工法名称	ゲビンデスタープ工法
規 格	総ネジPC鋼棒 φ23mm
	自由長 Lf=5.0~9.0m
	定着長 La=3.0m アンカー長 L=8.0~12.0m
設計荷重	受圧構造物の規格から 80kN 以下と推定される。
受圧構造物	吹付法砕工 □300-2.0m×2.0m 許容最大設計アンカー力 約80kN

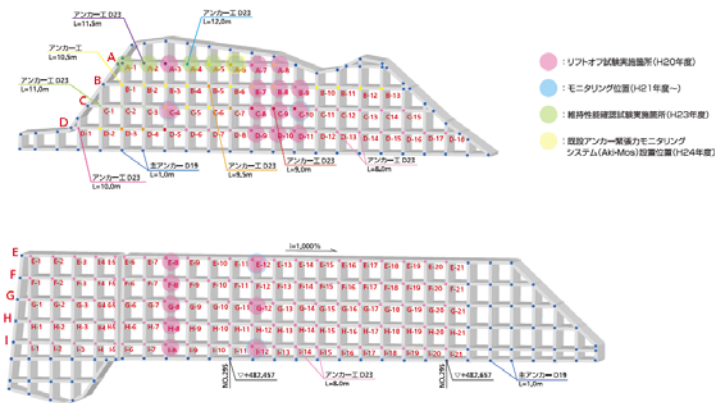


図-2 A法面調査位置図

(2) 現地調査の結果

アンカー工の維持管理は、アンカー頭部や頭部背面の目視点検が中心であり、アンカー機能を確認する場合には、リフトオフ試験が用いられる。

リフトオフ試験は、油圧ジャッキを使用してテンドン接続具を介してアンカーの残存荷重を確認する試験で、荷重-変位量曲線の変化点から残存荷重を得る。

アンカー研究会においてもリフトオフ試験を実施して、アンカーの残存荷重を把握した際に、次のような課題が明らかになった。

a) 残存荷重の減少

リフトオフ試験によって得られた残存荷重は、約25～80kNとバラツキのある結果となった。特に、最下段のI列に大きい荷重が集中していた。吹付法砕工の許容応力が約80kNであることから、施工時に設計アンカー力で定着した荷重が残存しているのか、定着後に荷重が増加したかの判断はできない。またI列以外のリフトオフ試験荷重で25kN程度のアンカー（B-8, H-8）は、全体の平均に比べ荷重が低いことから、荷重が減少した可能性がある。

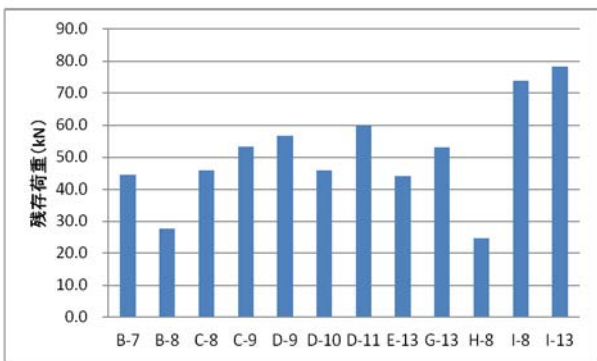


図-3 リフトオフ試験結果 (2008年度)

b) その後の対応

アンカーの残存荷重が減少した原因を把握するために、アンカー荷重の継続的なモニタリングを実施して、アンカー荷重の経年変化を調査した。

3. アンカー荷重モニタリング

アンカー研究会でアンカー荷重の継続的なモニタリングを実施した結果について報告する。モニタリング期間は2009年4月から2011年12月までである。

(1) モニタリングの概要

モニタリングを実施したアンカーは法面の上段2本 (C4, C-10) と下段2本 (E-12, I-12) の合計4本である。アンカー荷重のモニタリングに使用した荷重計は以下の理由により油圧ディスク式荷重計を採用した。

- ①軽量であり法面作業が容易であること。

- ②価格が比較的安価であること。

- ③アンカーの種類と問わず設置可能であること。

- ④荷重計の厚みが薄いため余長の短いアンカーでも設置が可能であること。

アンカーに設置した荷重計をデジタル歪み測定器に接続して、3時間毎のアンカー荷重の計測を実施した。

ただし油圧ディスク式荷重計を設置する際に荷重を除荷して、再緊張している。



写真-1 荷重計設置状況

(2) モニタリング結果と考察

アンカー荷重のモニタリング結果を図4に示す。

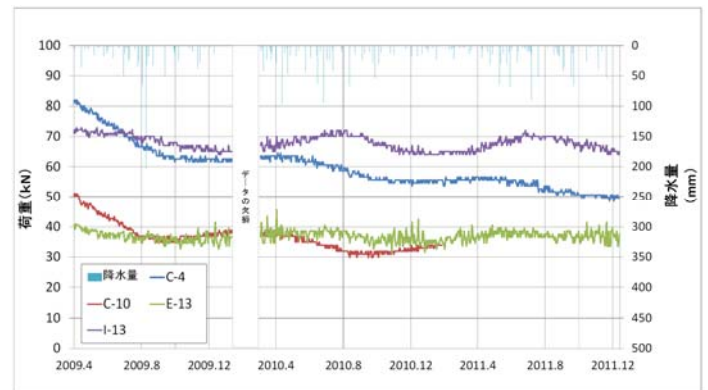


図-4 モニタリング結果

a) 考察

2009年4月から2011年12月まで行ったアンカー荷重のモニタリングでは次のような事項が確認されており、その考察をまとめる。

事象①：上段のアンカー（C4, C-10）の荷重がモニタリング直後から荷重低下（C4で約20kN）している。

考察①：のり面上段に分布する崖錐堆積物の地山の強度が低いため、緊張後の表層土のクリープ現象により荷重が減少したことも考えられるが、受圧構造物や地山の変状が確認されていないことからアンカー定着部でのクリープであると推察される。

事象②：下段のアンカー（E-13, I-13）では、気温が高くなる夏期にアンカー荷重が大きくなり、気温が低くなる冬季にアンカー荷重が小さくなる特徴が見られるが、C4では冬季に荷重変動がなく夏期に荷重が低下している。

考察②：夏期にアンカー荷重が大きくなり、冬季にアンカー荷重が小さくなる要因については明らかでないが、アンカー工では一般的に見られる現象である。これに比べC4ではE-13、I-13のアンカー荷重が大きくなる時期に荷重が低下していることから、気温の変化ではなくアンカー体定着部がクリープしているものと推察される。

事象③：上段のアンカーの内、特にC4では計測期間を通じて荷重が減少傾向にあり、残存率が小さくなっている。

表-2 モニタリング荷重の減少率 (2009.4~2011.12)

アンカー孔番	モニタリング開始荷重 (kN)	計測値 kN (kN)	残存率 (%)
C-4	82.5	49.6	60.1
C-10	51.6	33.9 (~2011.1)	65.7
E-13	40.5	37.6	92.8
I-13	71.7	65.1	90.8

考察③：減少率が経過観察により対策の必要性を検討する残存率 (50~80%) にあり、今後の荷重低下に注意する必要がある。

b) その後の対応

約3年間のモニタリングの結果、最大40%の荷重が低下していることが分かった。そこで、今後の維持管理の検討資料とするため、更に継続してモニタリングを行うこととした。

4. Aki-Mosの旧タイプアンカーへの適用事例

(1) Aki-Mosの概要

2011年度にA列の5本のアンカー (A-1, A-2, A-4, A-5, A-6) について、維持性能確認試験を実施した。その結果A-6において、最大試験荷重は一定時間保持できたが、弾性変位量が急激に大きくなる現象が見られた。また塑性変位量も他アンカーに比べ大きいことから、アンカーの機能に不安があることがわかった。

そこで今後のアンカー荷重の変動を調査するために追加モニタリングを実施することになった。

近年「独立行政法人 土木研究所」から特殊な緊張治具と専用のアンカー荷重計を使用することで既設アンカーに設置・取替が可能な荷重計「既設アンカー緊張力モニタリングシステム (Aki-Mos)」 (以下Aki-Mosという) が開発されており、これを採用した。

(2) Aki-Mosの構成

Aki-Mosは既設アンカーに後から取り付けられることが特徴で、荷重計が故障した場合でも容易に取り替える

ことができる。

a) 緊張治具

緊張治具は既設アンカーに荷重計を取り付けるためのもので、アンカー本体を繋ぐ「ジョイントスリーブ」、ジャッキとジョイントスリーブを繋ぐ「テンションスリーブ」、荷重計に荷重を伝達させる「定着ナット」があり、これに緊張器具 (油圧ジャッキ、ラムチェア、テンションロッド、テンションナット) を組み合わせる。

b) 荷重計

Aki-Mosに使用する荷重計はセンターホール型で、荷重計の内径は既設アンカーヘッドが入る大きさとしている。荷重計には、ひずみゲージ式、差動トランス式、油圧式があり、本件ではひずみゲージ式を使用した。

(3) Aki-Mosの適用事例

旧タイプアンカー (ゲビンデスターブ工法 φ23) にAki-Mosを適用するにあたり、これまでの既存のシステム (PC鋼線用) が使用できなかったことから、現場のアンカー状況 (頭部余長) 確認し、専用のジョイントスリーブ、テンションスリーブを製作した。(図-5参照)

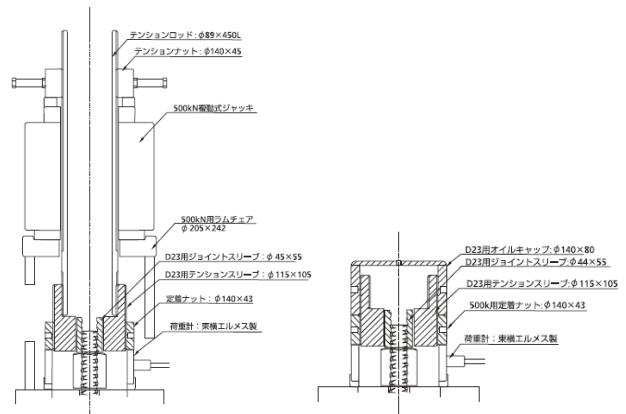


図-5 鋼棒タイプへの適用

以下に、Aki-Mosの取り付け手順を示す。



写真-2 ジョイントスリーブ・荷重計の設置



写真3 テンションスリーブの設置



写真8 オイルキャップの設置



写真4 定着ナットの設置



写真5 テンションロッドの設置



写真6 油圧ジャッキの取り付け



写真7 リフトオフ確認後の定着ナットの締め付け

(3) 検証

既設アンカーヘッドからAki-Mosへの荷重移行は比較的スムーズに行うことができた。旧タイプアンカーには鋼棒タイプのものが多いため、今後の維持管理に有用な技術であると思われる。

5. 今後の取り組み

アンカー荷重を長期間にわたりモニタリングすることで、アンカーの経年変化を把握することができ、アンカーの長寿命化に向けた補修計画を策定することができる。

現在もアンカー荷重のモニタリングを継続しており、新たに設置したAki-Mosの計測結果を含めて、定期的なデータの回収と分析を行って今後の維持管理に役立てたい。

既設アンカーは施工時の初期導入荷重が不明であることが多く、正確な荷重の増減を確認するためにも、施工記録の保存が重要である。最近では電子納品に加えて、アンカー頭部キャップに施工記録を入力したICタグ設置するなど取り組みが始まっており、荷重モニタリングを合わせて実施すれば、アンカーの維持管理に有用であると考えられる。

6. まとめ

旧タイプアンカー荷重のモニタリング事例について報告した。このような取り組みはまだ少ないが、今後モニタリング適用事例を増やした上で、近畿圏の旧タイプアンカーの健全性の調査に活用できると考える。

謝辞：本研究に際して、国土交通省 近畿地方整備局姫路河川国道事務所には多大なご指導をいただき、ここに記して謝辞を申し上げます。