

既設グラウンドアンカーへの荷重計設置技術の開発

Development of an equipment to install a load-cell in a ground-anchor

酒井 俊典¹⁾ 藤原 優²⁾ 常川 善弘³⁾
Toshinori SAKAI¹⁾ Yu Fujiwara²⁾ Yoshihiro TSUNEKAWA³⁾

グラウンドアンカー 荷重計、着脱技術、維持管理

1. はじめに

グラウンドアンカー工法(以下、アンカー)は、1957年に日本に導入されて以降、地すべり対策あるいは切土のり面の安定といった目的で多くの施工が行われてきている¹⁾。アンカーは、アンカー体、引張り部、アンカー頭部で構成され、アンカー体をグラウト等で定着させた後、引張り部に緊張力を作用させ、アンカー頭部で固定する構造となっている²⁾。アンカーが施工されたのり面は、アンカーに作用する緊張力による引留め効果および締付け効果によって安定性を保っているため、斜面の安定性を確保する上で、アンカーに作用する緊張力を適切に評価することが重要である。アンカーの緊張力を評価する方法として、アンカーに設置された荷重計等により荷重変化をモニタリングする方法や、ジャッキを用いてアンカーの残存引張り力を求めるリフトオフ試験などがある。道路等の建設にあたり切土等を行う場合、のり面の安定性を確認するため、施工段階で一部のアンカーに対して荷重計を設置し、定期的に残存引張り力の計測が行われる³⁾。ところで、屋外で風雨等の厳しい自然条件下にさらされる荷重計は、時間の経過に伴いその機能が低下することが考えられるものの、アンカーに設置された機器を交換することは容易で

はない。また、のり面のアンカーの多くのアンカーには荷重計が設置されておらず、現場状況等の変化により荷重計測が必要になった場合、荷重計が設置されていないアンカーに対して新たに設置することは困難である。このため、これらのアンカーに対しては、リフトオフ試験を実施して残存引張り力を求めることとなる。しかし、リフトオフ試験による計測は計測時の緊張力の確認であり、アンカー緊張力のモニタリングは行えない。これに対し、荷重計による計測は、アンカー緊張力の経時変化を求めることが可能で、維持管理において重要なデータとなることから、適切な位置に荷重計を容易に着脱出来る技術が求められている。現在専用の荷重計を用いたアンカーへの荷重計設置方法が提案されているものの⁴⁾、設置にあたり大がかりな作業が必要となる。そこで、著者らは、アンカー維持管理の向上を目的に、SAAM ジャッキを用い比較的簡便に既設アンカーに対し、各種荷重計測機器の後付け設置・撤去が行える技術開発を行った。本論ではその内容について報告する。

2. 既設アンカーへの荷重計の設置

現在、既設アンカーに設置された荷重計を交換する場合、アンカー頭部ナットなどの定

1) 三重大学大学院生物資源学研究科 Graduate School of Bioresources, Mie University
2) (株)高速道路総合技術研究所 Nippon Expressway Research Institute
3) (株)相愛 Co. Ltd Soai

着具を取外し、導入されている緊張力を解放する必要がある。このため、荷重計の再設置時にはストロークの長い大型で重いセンターホール型ジャッキ等を用いて再緊張する必要がある、大がかりな作業となる。また、荷重計が設置されていない既設アンカーへの荷重計の設置においては、アンカーに導入されている緊張力を解放する必要があることに加え、場合によっては荷重計を設置するための余長が不足する事も考えられる。さらに、アンカーが過緊張状態にある場合には、緊張力を解放することによって引張り材が地中に引き込まれることも考えられる。そこで、本手法はこれらの点を考慮し、既設アンカーの緊張力を解放することなく荷重計を着脱できる方法となっている。

既設アンカーへの荷重計の設置にあたり、アンカーへの緊張力の導入には、図-1 に示すリフトオフ試験用に開発された小型・軽量のSAAM ジャッキを用いる⁵⁾。アンカーは、アンカー頭部の定着方式により、くさび定着タイプ、くさびナット併用定着タイプ、ナット定着タイプに分類される。これら定着方式に対する荷重計設置においては、各定着方式に対応するアジャスターを使用する。各定着方式に対するアジャスターの設置は、図-2 に示すように、ナット定着タイプおよびくさびナット



図-1 SAAM ジャッキ

併用定着タイプの場合には、それぞれマンション余長およびねじ切り加工された頭部に直接アジャスターを設置するのに対し、頭部にねじ切りのないくさび定着タイプの場合には、再緊張用のアンカー頭部をテンドン余長にくさびで固定し、これにアジャスターを設置する。荷重計の設置は、アジャスター設置後、台座の上に荷重計を設置し、支圧板を設け、SAAM ジャッキによって緊張力を導入させ、新設ナットにより所定の荷重で定着させる。なお、ナット定着タイプの場合には、アンカー頭部を緩めることが可能なため、緊張力の調整を行うことができるものの、くさび定着タイプおよびくさびナット併用定着タイプの場合、アンカー頭部のくさびを緩めることが困難なため、リフトオフ荷重より若干高い荷重で定着させ、支圧板とアンカー頭部との隙間を設ける必要がある。設置した荷重計を除去する場合は、設置とは逆の手順により、既設の定着具で再度定着させ、その上で新設の定着具および荷重計を取外す。

3. 既設アンカーへの荷重計着脱と荷重計測

まず、ナット定着タイプの既設アンカーへの荷重計の着脱結果について示す。対象としたアンカーは、SEEE 工法の F-50TA で、設計アンカー力は 297kN、アンカー長 15.5m、定

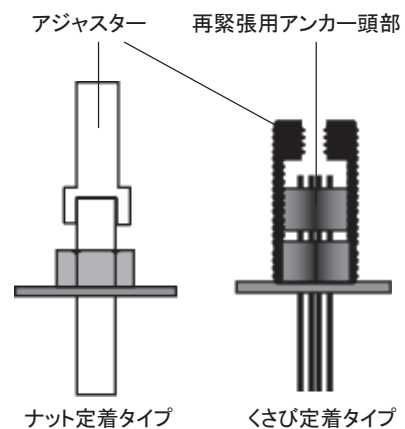


図-2 アジャスターの設置状況

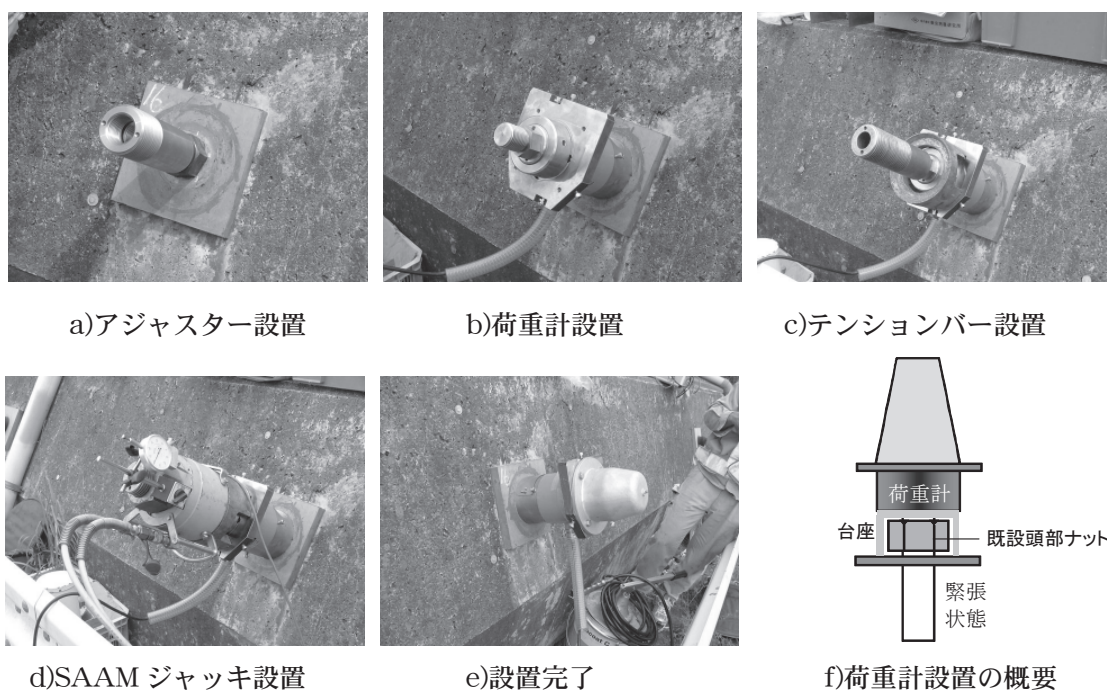


図-3 ナット定着タイプの荷重計設置状況

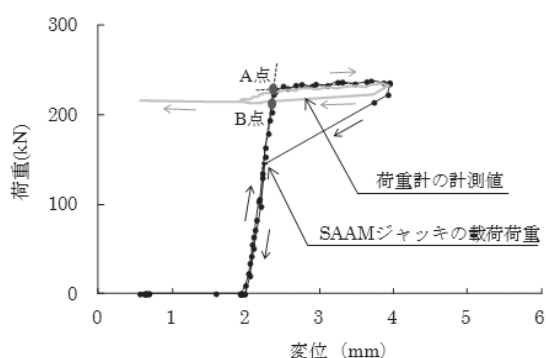


図-4 リフトオフ試験結果 (SEEE, 50TA)

着長 3.0m である。アンカーに設置した荷重計は、東京測器社製 KCE-1MNA である。本アンカーにおいて荷重計設置前に実施したリフトオフ試験により求めた残存引張り力は 225kN であった。対象アンカーへの荷重計の設置状況を図-3 に示す。設置にあたり、頭部キャップを取り外し、まず SAAM ジャッキによるリフトオフ試験を実施し、設置時点のアンカーの残存引張り力を計測する。その後、

アジャスター、台座を設け、荷重計を設置する。次に、SAAM ジャッキにより所定の緊張力を導入して既設の止めナットを浮かせ、最後に、新設の止めナットで定着させた後、支圧板とアンカー頭部に隙間を設けるため、既設の止めナットを緩める。図-4 に荷重計設置後のリフトオフ試験結果を示す。荷重計により求まる計測値 218kN に対し、接線法 (交点法) により求まる計測値は 231kN とその差は 13kN であった。本アンカーは、荷重計設置後約 1 ヶ月間荷重計測を行い、その後設置時より若干高い緊張力を導入して新設の止めナットを緩め、既設の止めナットで定着させて荷重計の撤去を行った。

次に、くさび定着タイプの既設アンカーへの荷重計の着脱結果について示す。対象としたアンカーは VSL 工法の E5-4 で、設計アンカー力は 406kN、アンカー長 33.4m、定着長 4.6m である。アンカーに設置した荷重計は、共和電業製 BLW-A-1MN である。本アンカーにおいて荷重計設置前に実施したリフトオフ

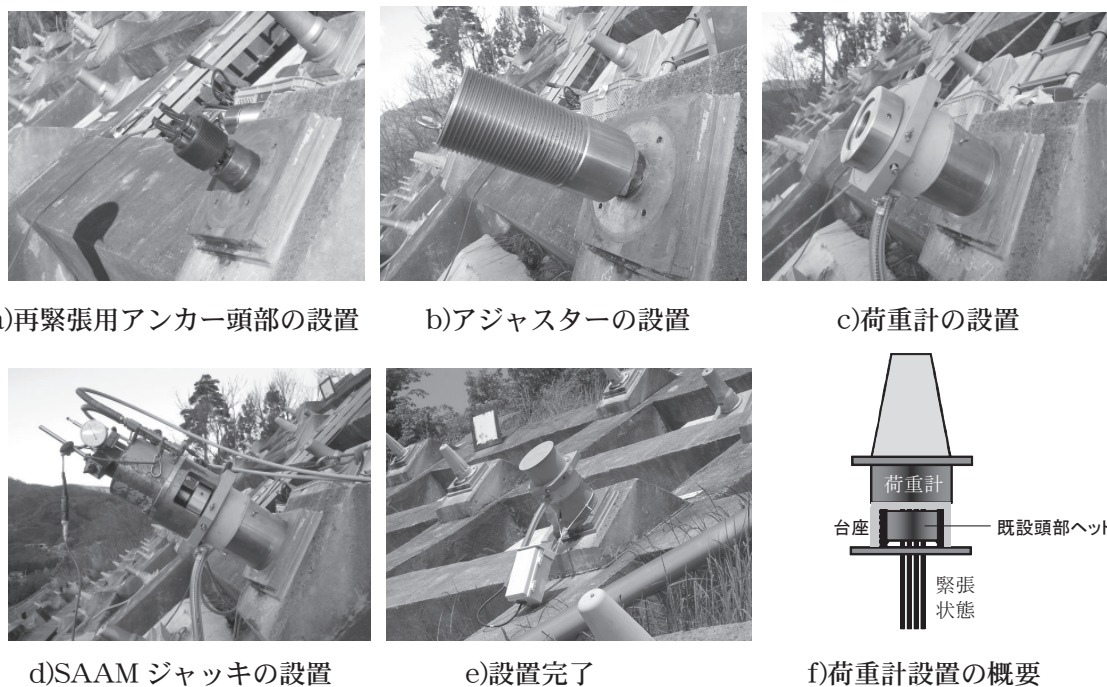


図-5 くさび定着タイプの荷重計設置状況

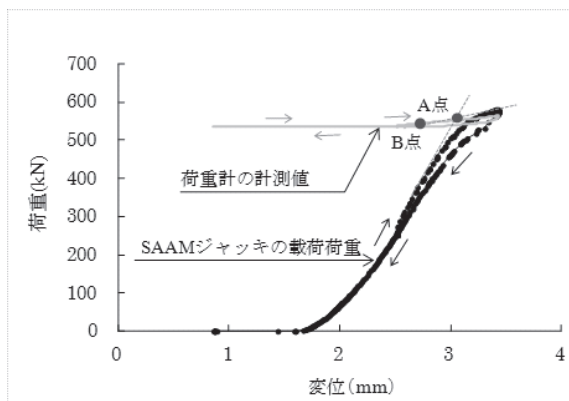
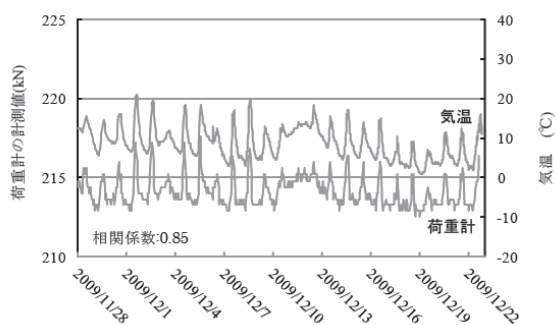


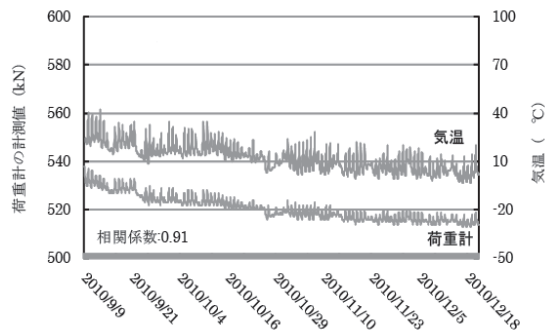
図-6 リフトオフ試験結果(VSL,E5-4)

試験により求めた残存引張り力は538kNであった。対象アンカーへの荷重計の設置状況を図-5に示す。設置にあたり、頭部キャップを取り外し、まずSAAMジャッキによるリフトオフ試験を実施し、設置時点のアンカーの残存引張り力を計測する。その後、テンドン余長部分に外周がねじ切りされた再緊張用アンカー頭部を設置し、これにアジャスター設置した後、台座を設け、荷重計を設置する。次に、SAAMジャッキにより所定の緊張力を導

入してアンカー頭部を浮かせ、最後に、新設の止めナットで定着させる。くさび定着タイプのアンカーの場合、定着具を緩めることが困難なため、現在の定着荷重より若干高い緊張力を導入し、既設アンカー頭部を浮かせ隙間を空けておくことが必要になる。なお、くさびナット併用定着タイプのアンカーの場合、アンカー頭部がねじ切りされているため、再緊張用アンカー頭部の設置は必要なく、直接アンカー頭部とアジャスターを接続することが可能である。図-6に荷重計設置後のリフトオフ試験結果を示す。荷重計により求められる計測値564kNに対し、接線法(交点法)により求められる計測値は537kNとその差は27kNであった。本アンカーの場合、既設アンカー頭部を浮かせ隙間を設ける必要があるため、荷重計設置前の残存引張り力より30kN程度高い緊張力で定着させている。本アンカーは、荷重計設置後約1ヶ月間荷重計測を行い、その後設置時より若干高い緊張力を導入して新設の止めナットを取り外し、アンカー頭部



a) ナット定着タイプ (SEEE, 50TA)



b) くさび定着タイプ(VSL,E5-4)

図-7 荷重計測定値と気温



図-8 Mリングの設置状況

を定着させて荷重計の撤去を行った。

荷重計を設置した両アンカーに対し、荷重計設置後から荷重計撤去までの約1ヶ月間、荷重計の計測とあわせKNラボラトリーズ製の温度センサーによる気温測定も行った。図-7は、両アンカーにおける荷重計を撤去するまでの約1ヶ月間の荷重計計測値と気温との関係を示したものである。両試験とも、荷重計設置時および荷重計撤去時にリフトオフ試験を実施し、リフトオフ試験による残存引張り力と荷重計の計測値を比較し、両者に大きな差は認められず、荷重計が正常に機能していたことを確認している。ところで、荷重計撤去までの1ヶ月間の気温と荷重計計測値の変化は、両試験結果とも相関が高く、相関係数はくさび定着アンカーで0.85、くさびナット併用タイプで0.91であった。

さらに、ひずみゲージ式荷重計以外の測定機器の既設アンカーへの設置について検証を行うため、長期耐久性に優れたMリング⁶⁾を用い、ナット定着タイプのアンカーを対象に荷重計の着脱について検討を行った。その結果、図-8に示すように問題なく設置できることが明らかとなった。

4. おわりに

供用中のアンカーの維持管理の向上を目的に、SAAM ジャッキを用い簡便に既設アンカーに対して荷重計等のモニタリング機器の後付け設置・除去ができる技術の開発を行い、その適用について検討を行った。その結果、ナット定着タイプ、くさびナット併用タイプ、および余長があるくさびタイプのアンカーに対し、荷重計あるいはMリング等の荷重測定機器を既設アンカーに比較的容易に着脱できることが明らかとなった。

本手法を用いることで、のり面における任意のアンカーに対し比較的容易に既製の荷重計等の設置が可能となり、例えば変状等が見られるのり面に対し、アンカー緊張力の面的調査結果を基に⁷⁾、適切な位置に荷重計を設置し、アンカー緊張力の経時変化をモニタリングすることで、より適切なアンカーのり面の維持管理を行えるものと考えられる。また、荷重計による荷重値と気温との相関は高く、維持管理を行う場合、荷重計の計測値は

気温の影響を受けることを考慮した上で評価を行うことが必要であることが明らかとなった。

今後は、現在対応できていないテンドン余長の短いアンカーへの対応を含め、既設アンカーへの荷重計等の着脱技術のさらなる改善を行うとともに、荷重計測定値が気温と相関が高い理由についての検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) グラウンドアンカー維持管理マニュアル, 鹿島出版会(2008)
- 2) グラウンドアンカー設計・施工基準, 同解説, 地盤工学会(2012)
- 3) 藤原優・竹本将・横田聖哉・酒井俊典・常川義弘: 高速道路におけるグラウンドアンカーの維持管理への取組み, 基礎工, Vol. 38(9), 32-36(2010)
- 4) 既設アンカーモニタリングシステム運用マニュアル, 土木研究所資料(2009)
- 5) グラウンドアンカー工保全のための SAAM ジャッキを用いたリフトオフ試験マニュアル(案), (社) 全国地質調査業協会連合会(2008)
- 6) 明石達雄・内田純二・小島秀範: Mリングを用いたグラウンドアンカー緊張力の長期計測の検証, 第 64 回土木学会年次学術講演会講演概要集, 109-110(2010)
- 7) SAAM ジャッキを用いた既設アンカーのり面の面的調査マニュアル(案), SAAM ジャッキを用いた効果的なアンカーのり面の保全手法の開発委員会(2010)