

SAAM ジャッキを用いたアンカー残存引張り力の調査方法

A Way of Pulling Test for Ground Anchor Using SAAM Jack

酒 井 俊 典 (さかい としのり)

三重大学大学院教授 生物資源学研究科

福 田 雄 治 (ふくだ ゆうじ)

㈱相愛 事業本部 プロジェクトマネジャー

常 川 善 弘 (つねかわ よしひろ)

三重大学大学院生 生物資源学研究科

永 野 正 展 (ながの まさのぶ)

高知工科大学特任教授 社会マネジメント研究所

1. はじめに

グラウンドアンカー工は、昭和30年頃から、擁壁や斜面の安定性の確保、地すべり防止、構造物の補強等における有効な工法として広く利用されてきている。近年、これらのアンカーに対し、防食性の問題が指摘され、種々の技術改良によって、平成2年からはいわゆる永久アンカーに改良され、平成8～16年の期間だけで2万件以上の施工実績が報告されている¹⁾。しかし、永久アンカーとして施工されたアンカーであっても、既に施工から十数年の年月を経たものがあり、老朽化が進展していることが考えられる。グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説²⁾では、「責任技術者が定期的に点検、観測および計測を行い、必要に応じて再緊張、アンカーの増打ちあるいは緊張力緩和などの適切な対策を講じる」ことが求められている。現在、アンカーの維持管理においては、主に目視、打音による健全度の調査が行われているものの、アンカーは部材の大部分が地盤に埋設されており、地盤内において機能が低下したとしても地表面で即座に変状が現れにくく、異常が確認できないことが考えられるため、アンカーの健全度を評価する上で、目視、打音による点検調査に加え、既設アンカーの残存引張り力を適切に評価することも求められている。現在、アンカーの残存引張り力を評価する方法として、センターホール型ジャッキを用いたリフトオフ試験が実施されている。センターホール型ジャッキは、新規施工時の定着・緊張、維持管理時のリフトオフ試験、あるいは再緊張・除荷といった多くの機能を有しているため、機器が大きく重く、足場の仮設、クレーン等による搬入・撤去、場合によっては道路の通行規制が必要となり、リフトオフ試験を実施する場合大掛かりとなる問題がある。このため、アンカー健全度を評価する上でのリフトオフ試験は、法面全体の5～10%程度のアンカーを対象とした調査が基本とされており²⁾、十分でないことが考えられる。大窪ら³⁾はグラウンドアンカーの維持管理において、法面全体の安定性を効率的に把握する点検技術の必要性、およびアンカーされた法面に対して迅速に対応が行える効率的な点検手法の開発の必要性を述べている。

著者ら⁴⁾は、アンカー健全度評価にとって重要な残存引張り力を迅速に求めることを目的に、リフトオフ試験

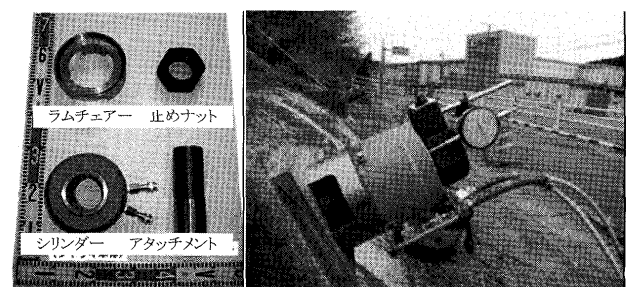
に特化し、大幅な小型・軽量化を図った SAAM ジャッキの開発を行い、本機が従来のセンターホール型ジャッキと同等の性能を持ち、迅速にリフトオフ試験を実施できることを明らかにした。本論では、SAAM ジャッキを使用し、さらに迅速に多くのアンカーに対しリフトオフ試験が実施できるよう、リフトオフ試験時間短縮のための載荷方法について検討を行った上で、2 調査地点を対象に既設アンカーのリフトオフ試験を実施し、作業性の検討、および法面の残存引張り力の面的調査を行った結果についての報告を行う。

2. SAAM ジャッキの概要

写真—1 に SAAM ジャッキとその装着状況を示す。また、表—1 は、使用能力600 kN における、本機と従来のセンターホール型ジャッキ (SEEE 工法専用緊張機器) との比較を示したものである。

従来のセンターホール型ジャッキは、重量が560 N であるのに対し、本機の重量は298 N と軽量で、さらに237 N のシリンダー部と61 N のラムチェアー部に分離することが可能なため、人力で容易に持ち運びが行える。

写真—2 に本機のアンカーへの装着状況を示す。装着は、まずアタッチメントをテンドン余長 (あるいは定着具) に螺合した後、ラムチェアー、シリンダーの順に装



写真—1 SAAM ジャッキの構成部品と装着状況

表—1 SAAM ジャッキと従来ジャッキの比較 (600 kN 用)

種 類	SAAMジャッキ	従来ジャッキ
最大使用荷重 (kN)	618	590
最大ストローク (mm)	10	200
重量 (N)	298	560
構成	シリンダー(237N)とラムチェアー(61N)は分離。	シリンダーとラムチェアーは一体。

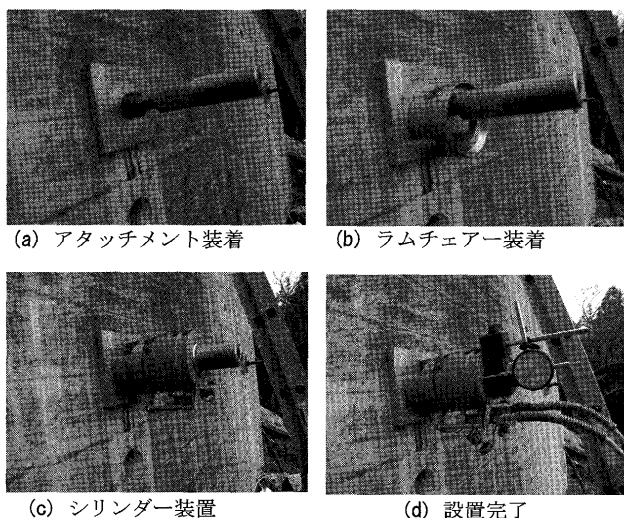


写真-2 SAAM ジャッキと装着手順

着し、最後に止めナットで固定するのみである。また、本機は、アタッチメントを変更することによって、ナット定着方式のアンカーだけでなく、クサビ定着方式のアンカーに対しても試験を実施できる。

3. リフトオフ試験時の載荷方法の検討

リフトオフ試験は、すでに定着したアンカーに対し、リフトオフした瞬間がジャッキ荷重とアンカー緊張力が釣り合った状態であることを考慮して、残存引張り力を求める試験である。このため、試験時に緊張力が直接アンカー定着部に伝達される引張り試験と異なり、緊張力が直接定着部に伝達されていないため、引張り試験に準じた速度⁵⁾より早い載荷速度で試験を行っても、残存引張り力に大きな影響はないものと考えられる。そこで、室内および現場に設置されたアンカーを対象に、異なる載荷方法によるリフトオフ試験を実施し、載荷方法が残存引張り力に及ぼす影響について検討を行い、SAAM ジャッキを用いたリフトオフ試験における載荷方法について検討を行った。リフトオフ試験の載荷方法は、計画最大荷重まで、1分、2分、5分、10分間で連続的に載荷を行う方法と、グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説における品質保証試験に準じた載荷方法となる計画最大荷重を10段階に分け、各段階毎に1分間保持を行う段階載荷の5種類について行った。写真-3に室内実験および現場実験の状況を示す。室内実験は、(株)エスイー山口工場で行い、実験に使用した引張り材は、 $L=4.8$ m (F60UA) で、試験は平面型引張り試験機を用いて実施した。施工時の定着時緊張力は200 kNである。現場実験で対象としたアンカーは、スーパーフロテックアンカー (SFL-3) で、定着部の岩質は結晶片岩、アンカーの自由長および定着長はそれぞれ18.3 m、4.5 mで、施工時の定着時緊張力は437 kNである。

図-1に室内実験および現地実験における結果を示す。連続載荷、段階載荷のいずれも変位-荷重関係に大きな差は見られず、載荷方法および載荷速度が残存引張り力に及ぼす影響は考慮しなくて良いと考えられる。このた

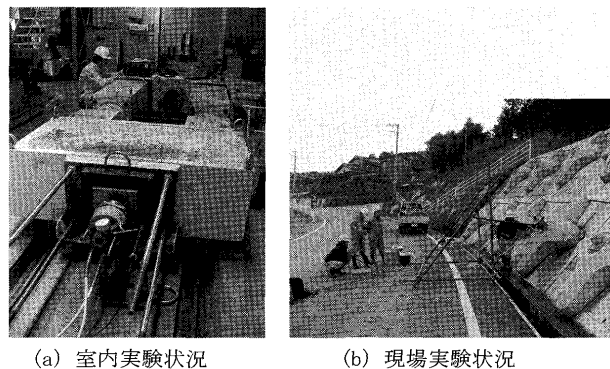


写真-3 室内および現場実験状況 (リフトオフ試験)

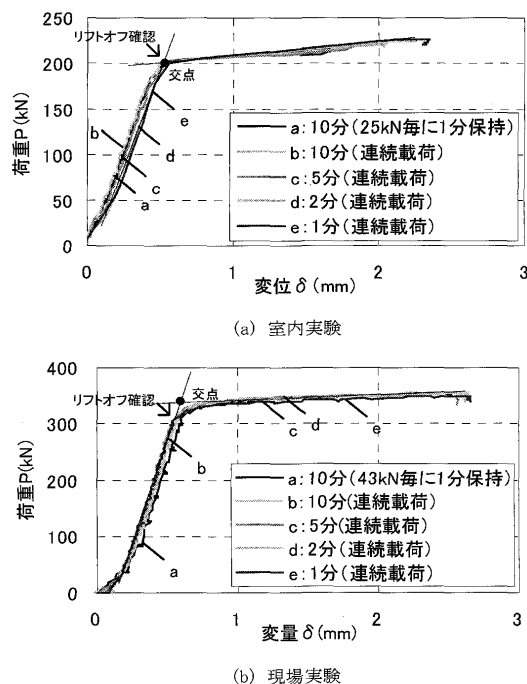


図-1 リフトオフ試験における変位-荷重関係

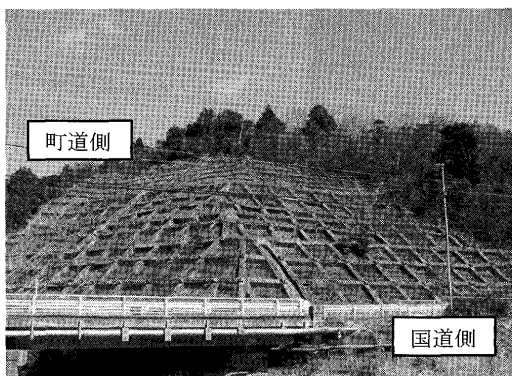
め、SAAM ジャッキを用いたリフトオフ試験の載荷方法は、計画最大荷重まで5分程度の連続載荷とすることとした。ところで、残存引張り力は、図-1に示すリフトオフ試験における変位-荷重関係から求まるリフトオフ前後の近似直線の交点で求めるとされている⁵⁾。室内実験では、変位-荷重関係においてリフトオフ直後に折れ曲がり、近似直線の交点により求まる荷重と、目視によりリフトオフが確認された時の荷重と一致するものの、現場実験では、リフトオフ直後に荷重-変位関係は折れ曲がらず、リフトオフ付近で曲線を描き、近似直線の交点により求まる荷重と、目視によりリフトオフが確認された時の荷重とは一致しない。

4. リフトオフ試験の状況

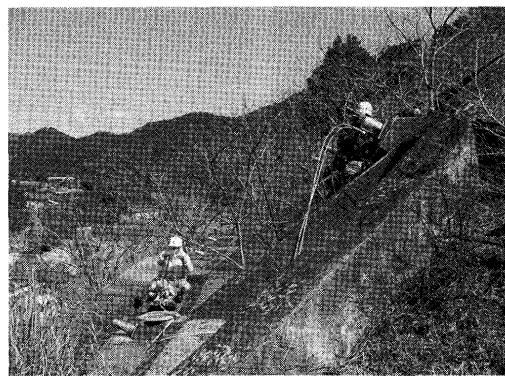
SAAM ジャッキを使用し、計画最大荷重まで5分程度の連続載荷によるリフトオフ試験を、写真-4に示す2調査地点の既設アンカーについて実施した。

調査地点Aは、平成3年から4年にかけて、吹付砕工に施工されたアンカーで、アンカー定着部の地質は砂岩礫岩互層、自由長は4.0~20.5 m、定着長は5.5 mで

報 告



(a) 調査地点 A

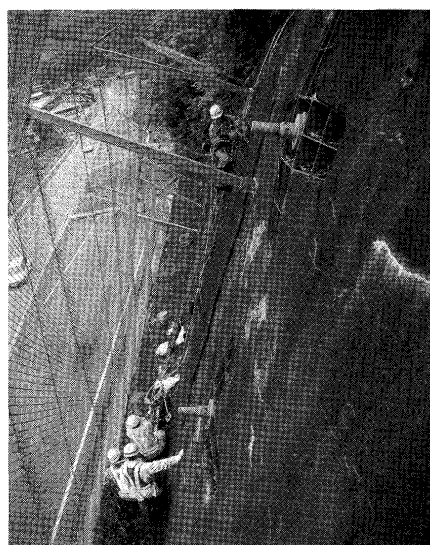


(a) 調査地点 A での試験状況



(b) 調査地点 B

写真—4 調査地点全景



(b) 調査地点 B での試験状況

写真—5 リフトオフ試験状況

ある。本地点は、法面に146本のSEEEアンカー（F50TA）が施工され、このうち62本のアンカーについてリフトオフ試験を行った。設計アンカー力は、国道側法面が260 kN、町道側法面が243 kNとなっている。なお、施工時の定着時緊張力は不明である。

調査地点 B は、平成14年度にコンクリート吹付工に施工されたアンカーで、定着部の地質は砂岩泥岩互層、自由長は4.0～5.5 m、定着長は3.0 m である。本地点は、法面に18本のSEEE アンカー（F70UA）が施工され、リフトオフ試験は、法面に設置された18本すべてのアンカーについて行った。なお、本地点の設計アンカー力および施工時の定着時緊張力は、それぞれ398 kN, 199 kN である。

調査地点 A および B における試験状況を写真—5 に示す。調査地点 A は、勾配が1:1.3と比較的緩やかな法面にアンカーが設置されているものの、高所に設置されているものが多く、従来のセンターホール型ジャッキを用いたリフトオフ試験では、足場の仮設、クレーンによる試験機器の搬入・撤去、およびこれに伴う通行規制が必要になると考えられる。これに対し、SAAM ジャッキを使用した今回の試験では、人力での搬入・撤去が可能であるため、通行規制を伴わず、迅速に試験を行うことができ、62本のアンカーの調査を2日間で実施することが可能であった。

調査地点 B は、勾配が1:0.5と急法面で、かつ高所に多数のアンカーが設置されているとともに、前面に防護用ネットが施工されているため、従来のセンターホー

ル型ジャッキを用いたリフトオフ試験では、足場の仮設、クレーンによる試験機器の搬入・撤去等が困難であると考えられる。これに対し、SAAM ジャッキを使用した今回の試験では、人力での搬入・撤去が行えるため、18本全数のアンカーの調査を1日で実施することが可能であった。

5. 残存引張り力の面的分布状態

調査地点 A において146本中62本のアンカーを、調査地点 B 地点において全数18本のアンカーについてリフトオフ試験を実施し残存引張り力の調査を行った。この結果を基に、法面の引張り力残存率の面的分布状態を求め、その結果を図—2 に示す。なお、ここでの残存引張り力は、従来から行われているリフトオフ試験における変位-荷重関係から求まるリフトオフ前後の近似直線の交点により求めた荷重とした⁵⁾。

調査地点 A は、設置されたアンカーの施工時の定着時緊張力は不明であるが、設計アンカー力に対する引張り力残存率（（残存引張り力／設計アンカー力）×100％）を求めてみると、30～50％程度を示すものが多く、一部は30％未満まで低下しているものが存在した。また、設計アンカー力に対し120％以上の過緊張状態となって

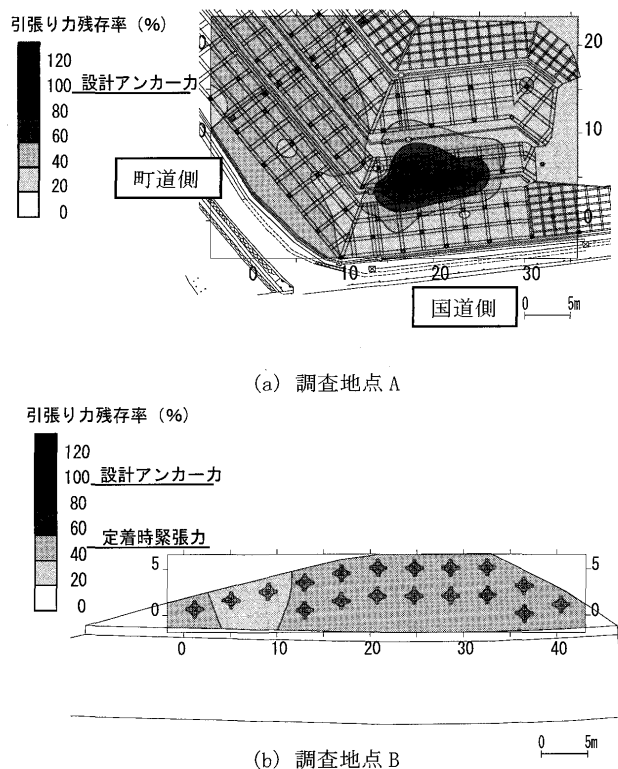


図-2 法面の引張り残存率分布状態

いるアンカーも存在し、本法面における残存引張り力は、緊張力低下および過緊張が混在し、一様な分布を示さないことが明らかとなった。調査地点 B は、設置されたアンカーの定着時緊張力が設計アンカー力の 50% 程度の待ち受け効果を期待した施工が行われており、今回の調査による引張り力残存率の結果も、法面でおおむね設計アンカー力の 50% 程度を示す分布となり、ほぼ定着時の緊張力が維持できていることが明らかとなった。

6. おわりに

SAAM ジャッキを用いたリフトオフ試験における載荷速度の検討を行った上で、2 調査地点においてリフトオフ試験を実施し、作業性について検討を行うとともに、法面の残存引張り力の面的分布状態を求めた。その結果、以下のことが明らかとなった。

- ① 計画最大荷重まで 1 分間程度の早い速度でリフトオフ試験を実施しても、荷重-変位関係に大きな差は見られず、SAAM ジャッキを用いて残存引張り力を求める場合、載荷速度、載荷方法の影響は考慮しなくてもよいと考えられる。しかし、リフトオフ試験時に載荷速度を速める場合、アンカーに問題

が生じた場合の対処、あるいは残存引張り力を越えて過剰な速度で載荷する危険性等の問題が考えられるため、載荷方法の決定にあたっては、現場状況を考慮した上で、これらの点に対する十分な考慮が必要であるものと考えられる。

- ② SAAM ジャッキを使用することにより、人力で機器の搬入・撤去が可能となり、クレーンの使用、足場仮設、通行規制等を実施する必要がなく、急斜面で防護用ネットがあり、従来のセンターホール型ジャッキではリフトオフ試験が困難な場所においても、迅速に試験が実施できることが明らかとなった。
- ③ 2 調査地点において、SAAM ジャッキを用いて計画最大荷重まで 5 分程度の連続載荷によるリフトオフ試験を実施し、その作業性の確認を行った結果、多くのアンカーに対し迅速にリフトオフ試験が実施でき、法面における残存引張り力の面的分布を求めることが可能となった。また、調査により求めた残存引張り力から引張り力残存率の面的分布を求めた結果、調査地点 B については、おおむね定着時緊張力と等しい分布を示したものの、調査地点 A については、残存引張り力の低下、過緊張などのアンカーが混在し、同一法面において残存引張り力が一様な分布を示さない実態が明らかとなった。

今後、他の調査地点も含め、施工時の地質状況等と残存引張り力との関連について検討するとともに、アンカー残存引張り力分布が一様とならない原因について検討を行う予定である。

本研究を進めるにあたり、国土交通省中部地方整備局三重河川国道事務所、紀勢国道事務所、㈱エスイーにご協力いただきました。記して深謝致します。

参考文献

- 1) ㈱日本アンカー協会ホームページ, http://www.japan-anchor.or.jp/01syokai/page_index.htm
- 2) グラウンドアンカー設計・施工基準, 同解説 地盤工学会, 2003.
- 3) 大窪克己・藤岡一頼・竹本 将: 高速道路における土構造物の維持管理, 土と基礎, Vol. 56, No. 2, pp. 2~3, 2008.
- 4) 酒井俊典・福田雄治・中村和弘・竹家宏治: 小型・軽量新型アンカーメンテナンスジャッキの開発, 土と基礎, Vol. 55, No. 4, pp. 39~41, 2007.
- 5) グラウンドアンカー技術協会編: グラウンドアンカー工法設計施工指針 森北出版, 1996.

(原稿受理 2008.4.30)