

# グラウンドアンカーの残存緊張力評価に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：令和元～令和3

担当チーム：施工技術チーム

研究担当者：間瀬利明、近藤益央、小出央人

## 【要旨】

グラウンドアンカー(以下、アンカーと呼ぶ)は施工後 25 年以上のアンカーが急速に増加し、道路斜面ではアンカーの施工実績が特に多いことから、変状が急増することが懸念される。西日本豪雨や北海道胆振東部地震等においては、アンカーが設置されたのり面では、アンカーの抑止効果により大規模崩壊を免れた事例が多くある。

変状が起こる前に顕在化した要因・損傷に対して対応を怠ると部材の落下等により第三者被害につながるおそれがあるとともに、既存のアンカーが破断してしまう前に、顕在化した要因・損傷に対して道路管理者が適切に対応することが望まれている。

本研究では、リフトオフ試験で得られる残存緊張力に着目し、リフトオフ試験結果に影響を及ぼす要因の抽出を行うと共に、その成果を取りまとめ、「グラウンドアンカー維持管理マニュアル」に反映させた。

キーワード：グラウンドアンカー、維持管理、残存緊張力、調査方法、リフトオフ試験

## 1. はじめに

アンカーは、 tendon、アンカーヘッド、アンカーキャップ等で構成され、健全性評価の一つの指標である残存緊張力では、 tendon に作用している緊張力が破断に対してどれだけの余裕があるのか判定することが可能である。さらに、のり面内の緊張力分布から斜面の変状形態を確認することも可能である。また、残存緊張力を測定するリフトオフ試験では、アンカーの残存緊張力以外にも換算自由長を求めることができ、地盤内部ですべり等が発生しているか否かを判定することが可能である。

本研究では、リフトオフ試験で得られる残存緊張力に着目し、リフトオフ試験結果に影響を及ぼす要因の抽出を行った。また、残存緊張力を適切に評価できる試験方法を構築することを目的として、様々なアンカー設置条件を再現した実物大実験を実施して、得られた荷重変位曲線をパターン分類することで、アンカーの健全性評価手法の検討を試みた。

## 2. リフトオフ試験による残存緊張力に及ぼす要因の検討

### 2.1 リフトオフ試験結果のバラつきの要因の検討・分析

リフトオフ試験は図-1 に示すように、アンカーヘッド(定着具)をジョイントカップラーと呼ばれる連結装置で固定し、油圧ジャッキで引き上げ、アンカーヘッ

ドが支圧板から浮き上がるリフトオフした状態の荷重を計測するものである。この時、ジャッキに注入する

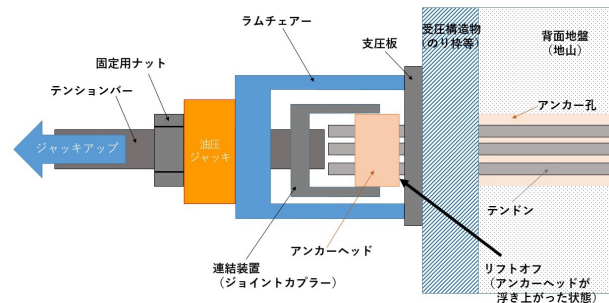


図-1 リフトオフ試験のイメージ図

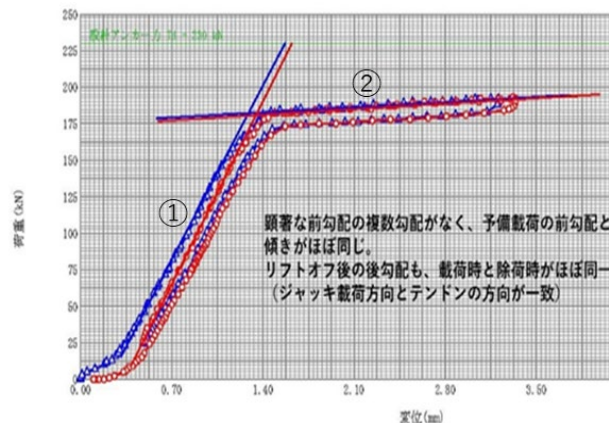
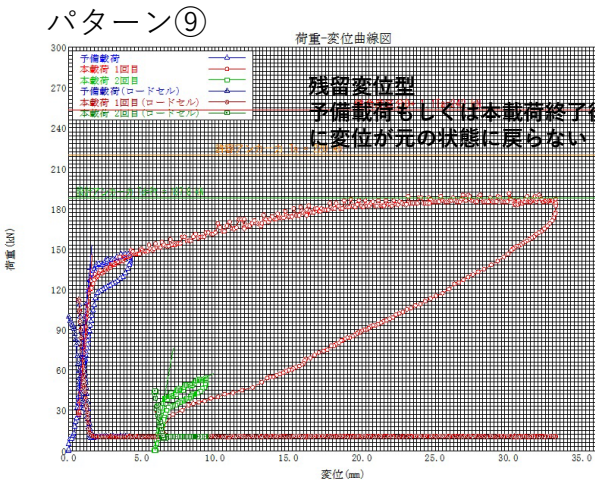
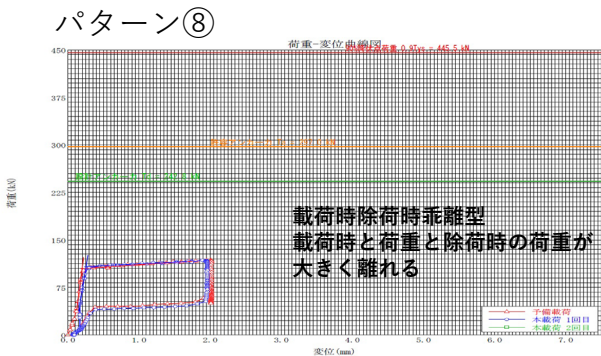
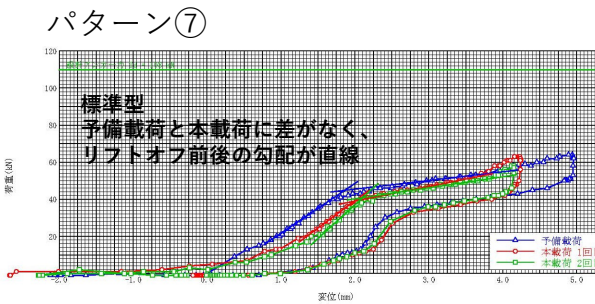
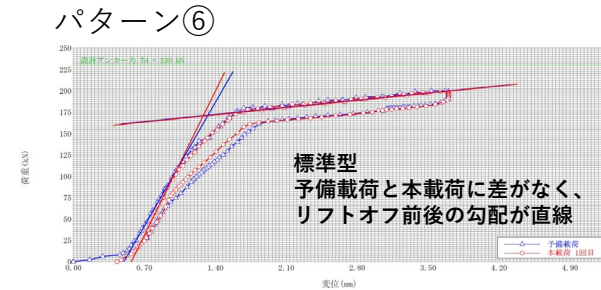
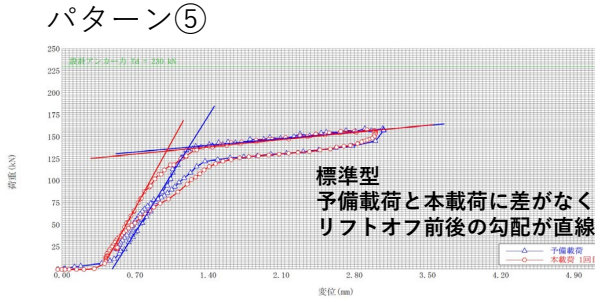
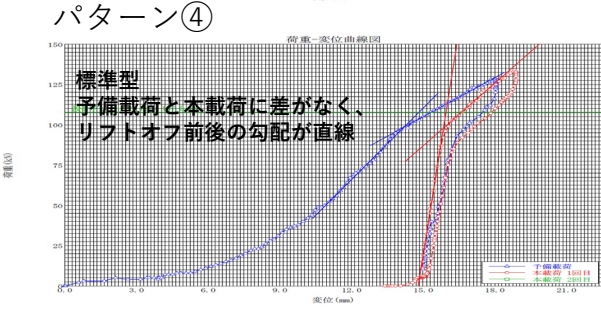
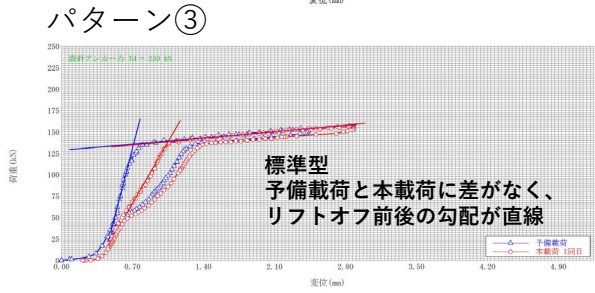
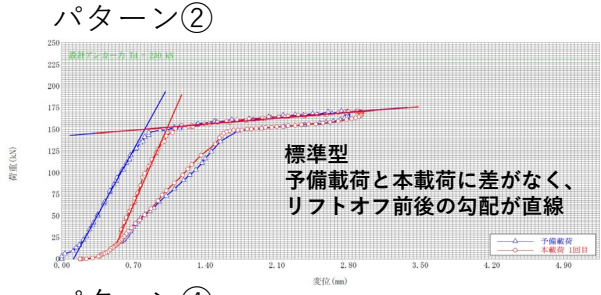
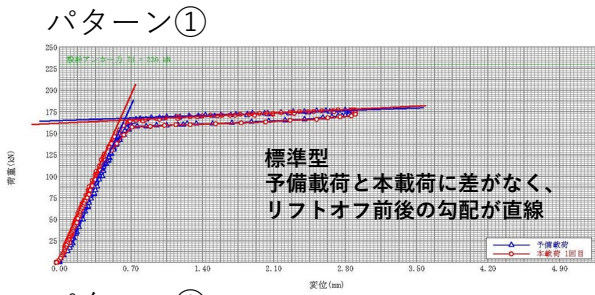


図-2 リフトオフ試験で得られる荷重変位関係



赤線：予備载荷  
青線：本载荷 1 回目  
緑線：本载荷 2 回目

図-3 荷重変位曲線のパターン分類



油圧を計測すれば載荷荷重を、ジャッキ頭部に変位計を取り付ければジャッキの伸び出し変位を計測することが出来る。このように計測した荷重と変位の関係は図-2のようになる。同図に示した①の領域は、アンカーヘッドが支圧板から浮き上がるまでを表しており、アンカーヘッドに取り付けた治具の剛性により決まるものである。アンカーヘッドが支圧板から浮き上がると、同図に示した②の領域は地中部のアンカーの特性を表す。したがって、①の領域の接線勾配と②の領域の接線勾配の交点がリフトオフ荷重と呼ばれ残存緊張力として計測できる。さらに、アンカー材の剛性は既知であるので②の領域の接線勾配から地中部のアンカー自由長を算出することもできる。

同一のアンカーに対して実施したリフトオフ試験結果で、荷重変位曲線のパターンが異なることは理論的にない。もし、異なるパターンが現れた場合には、アンカーの状態による差ではなく、ジャッキの設置方法等の試験方法による影響であると考えられる。また、同一のり面に設置されたアンカーの場合、同一規格であっても、アンカーの定着状況、アンカー自由長の違いや背面地盤が同一ではない等、異なる荷重変位曲線のパターンが発生する可能性がある。

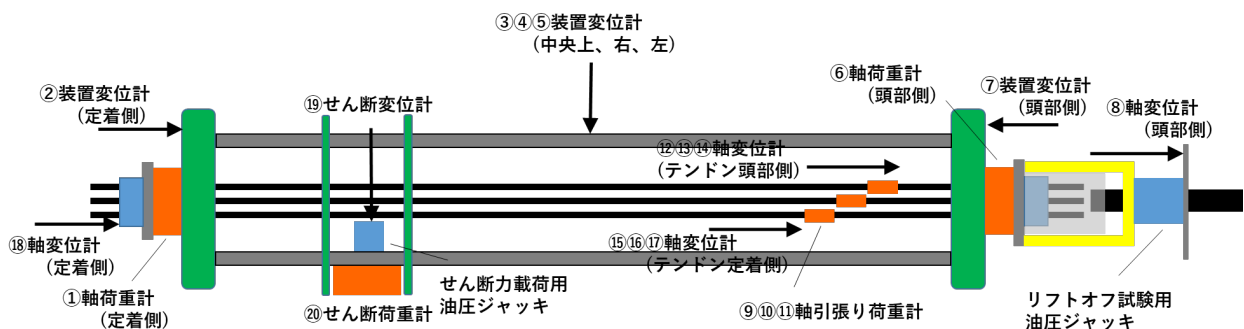
そこで、図-3に示すように、現場で実施したリフトオフ試験結果で、その荷重変位曲線に特徴のあるパターンがあることが分かった。パターンの違いは、試験を実施したアンカーの外見上で判断できない状態を表していると考え、荷重変位曲線を9つのパターンに分類し、それらの発生要因を想定した。すなわち、荷重変位曲線のパターンから、そのアンカーの見えない状態を推測できることになる。そのため、発生要因を工学的に説明できるパターンについては、アンカー載荷装置で想定した要因を再現し、同じような荷重変位曲線パターンが再現できるか確認するとともに、設置

した荷重計での計測結果と載荷ジャッキによる計測荷重とを比較し、リフトオフ試験による残存緊張力についても検討した。

## 2.2 試験方法以外の要因によるリフトオフ試験結果のバラツキの要因の検討・分析

図-2に示したように、①の領域はアンカーヘッドが支圧板から浮き上がるまでの特性を表しており、②の領域は地中部のアンカー特性を表している。例えば図-3に示したパターン⑦のように②の領域で勾配が変化するのは、当初はアンカー自由長全体で伸びていたが、アンカー孔曲がり等により途中でテンドンがアンカー孔と接触し、テンドンの変位がアンカー孔との接触位置より浅い範囲に限定され、本来のアンカー自由長より短い見かけの自由長となったと想定できる。このようにパターン①の荷重変位曲線が得られれば良いが、それ以外のパターンの荷重変位曲線となった場合には、外見上ではわからないが、施工されたアンカーの状態を示していると考えられる。もちろん、アンカーの状態以外にも、試験方法に問題がある場合も考えられ、分類したパターンとなる要因を明確にすることで、アンカーの健全度評価のみならず、試験結果の信頼性向上にもつながる。

図-3のパターン⑥に示すような①の領域で勾配が変化するのは、アンカーヘッドの重心位置に荷重が作用していないことから、テンションバー等の載荷領域で剛性の変化があったことを表すと想定される。ここで想定される状況としては、複数本のテンドンが用いられているアンカーで、個々のテンドンに作用している緊張力にバラつきがある場合である。これは、載荷初期の段階では全てのテンドンに均等に載荷荷重が伝達されているが、載荷が進むと残留緊張力の少ないテンドンから順次リフトオフし、微妙な片浮き状態になっていると考えられる。



注：計測機器名の前に付けた丸付き数字は収録時のチャンネル番号・ケーブル番号・センサー番号を示す

図-4 アンカー載荷試験装置を用いた偏芯載荷試験概要図

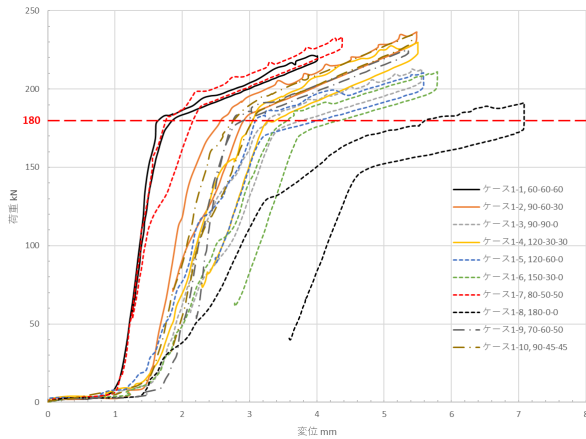


図-5 偏芯载荷実験結果

表-1 実験ケース

実験ケース	テンドン①	テンドン②	テンドン③
ケース1-1	60kN	60kN	60kN
ケース1-2	90kN	60kN	30kN
ケース1-3	90kN	90kN	0kN
ケース1-4	120kN	30kN	30kN
ケース1-5	120kN	60kN	0kN
ケース1-6	150kN	30kN	0kN
ケース1-7	80kN	50kN	50kN
ケース1-8	180kN	0kN	0kN
ケース1-9	70kN	60kN	50kN
ケース1-10	90kN	45kN	45kN



①定着直後のアンカー



②余分な余長をカット



③キャップを取り付け

写真-1 アンカー余長状況

そこでアンカー载荷装置に緊張力を様々な状態に変えた载荷実験を実施した。実験では図-4 に示した载荷装置に3本のテンドンを設置し、個々の緊張力を把握するために引張型の荷重計で計測を行った。複数のテ

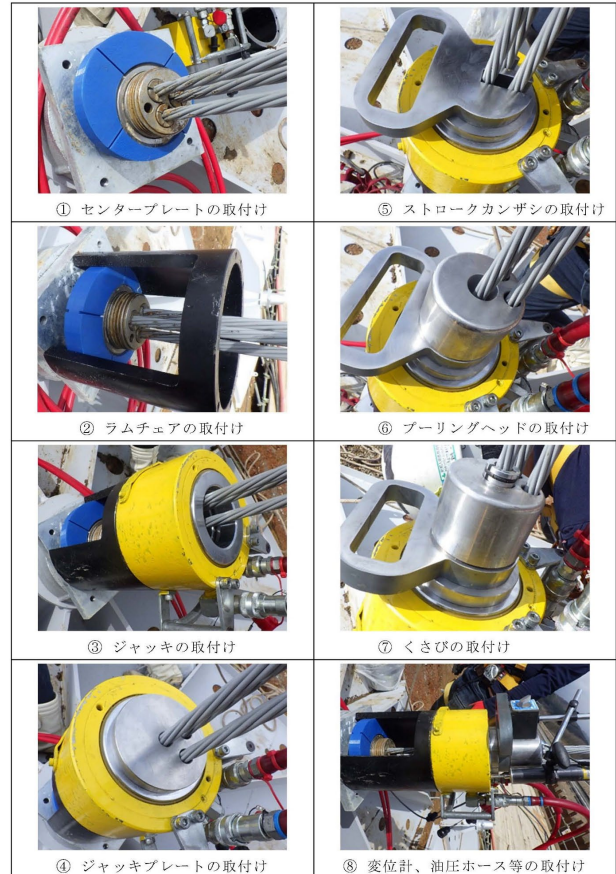


写真-2 調査手順

ンドンが用いられたアンカーの残存緊張力は、個々の緊張力の合力が残存緊張力となる。図-5 に示した3本の緊張力を60kNと全て同じにして行ったケース1-1(標準)では前勾配(図-2 で示した領域①)から後勾配(図-2 で示した領域②)に移行しており、前勾配と後勾配の接線交点から求める残存緊張力(リフトオフ荷重)は3本のテンドン緊張力の合力である180kNとなっている。これに対して、3本の緊張力の合力は180kNではあるが、導入緊張力を80kN, 50kN, 50kNとしたケース1-7では、領域①と領域②の間に別の勾配をもった線が発生する。このような曲線は、载荷時よりも除荷時の方が明瞭に表れていることがわかる。また、導入緊張力を180kN, 0kN, 0kNとしたケース1-8では、領域①の勾配がケース1-1や1-7と異なっており、残存緊張力(リフトオフ荷重)も小さくなっていることがわかる。このような、個々の緊張力を変化させて、合力として残存緊張力を求めると、緊張力分布によっては正しい残存緊張力を評価できないことがわかる。

また、既設アンカーの定着緊張力のバラつきについて調査した。調査は松江自動車道高野IC下り線出口ランプ部に設置されているアンカーに対してリフトオ

表-2 定着時緊張のバラつき調査結果

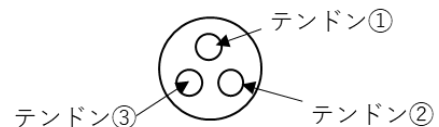
アンカーNo.	作業前 <sup>(※1)</sup> 残存緊張力	1本ごとの残存緊張力 <sup>(※2)</sup>			作業後 <sup>(※4)</sup> 残存緊張力
		テンドン No.	1本ごと	合計 <sup>(※3)</sup>	
7 段目-26	226	①	69	229	222
		②	80		
		③	80		
7 段目-27	198	①	67	202	195
		②	71		
		③	64		
7 段目-28	204	①	74	208	202
		②	64		
		③	70		

(※1) テンドン1本ごとの試験を実施する前のアンカー全体の残存緊張力

(※2) テンドン①,②,③それぞれに測定した残存緊張力

(※3) テンドン①,②,③の合計

(※4) テンドン1本ごとの試験を実施した後のアンカー全体の残存緊張力



フ試験を実施し、テンドン間の定着緊張力差を調査した。アンカー定着時には大型のジャッキが用いられるため、写真-1の①に示すように長い余長を有している。しかし、写真-1の③に示すように、アンカーキャップを設置して、防錆処理を行うため、写真-1の②に示すように余長を短くする。そのため、余長が短くなると特殊治具を使用しても1本毎のリフトオフ試験を実施することが出来ないため、アンカー定着後で余長カットを行う前のアンカーで定着緊張力のバラつきについて調査した。複数本のテンドンを同時に定着させる方法としては、各施工業者が独自のアタッチメントにより、同時にクサビを挿入するシステムを使用しており、基本的には同じ緊張力になるとされている。

今回の調査に当たっては、リフトオフ試験を行うテンドンが、ジャッキ中心位置にセット出来るように写真-2の①に示すセンタープレートを作成し、ジャッキ中心で載荷出来るように工夫し、写真-2に示す手順で実施した。また、テンドン単位でリフトオフ試験を実施するとクサビが緩んで、緊張力が低下する可能性があることから、調査実施前及び実施後に通常のリフトオフ試験を実施して、残存緊張力の変化についても確認した。調査を実施したアンカーの設計アンカー力は255.5kNで、定着時緊張力も同じである。調査日は定着日の数日後であったため、表-2に示した作業前リフトオフ試験では定着時緊張力を下回っていた。これは、アンカーに緊張力(荷重)を作用させたことにより、背面地盤が圧縮され、発生した沈下より緊張力が低下したためと考えられる。アンカー全体の残存緊張力は、

テンドンの合計緊張力となるが、若干の差が生じているが、これは計測誤差の範囲内と考えられる。同一アンカーでのテンドン毎の緊張力に着目すると、アンカーによってバラつきは異なるものの、最大値・最小値でみると10~14%のバラつきがあった。今回のバラつきは施工時のバラつきと考えられる。アンカーの健全性調査においては、クサビとテンドンの噛み合わせ不良により、一部のテンドンが引き込まれている事例もあり、このような場合には緊張力が低下して、テンドン毎のバラつきが大きくなることも考えられる。

次に、図-3のパターン⑧に示したリフトオフ試験時の荷重の載荷時と除荷時の履歴経路が大きく異なる場合について検討した。このような履歴経路となる論理的な根拠はないが、アンカー軸と支圧板が直角に定着されていない場合に現れるものと言われている。模擬的に支圧板と載荷装置の間にプレートを挟んで、アンカー軸と支圧板が直角にならないようにしてリフトオフ試験を実施したところ、載荷時と除荷時の履歴経路が大きく異なることを再現できたので、角度誤差の影響について今後検討することとしている。

### 3. 残存緊張力に関する検討

#### 3.1 残存緊張力の評価方法に関する検討

アンカーの残存緊張力は一般的にはリフトオフ試験結果から求められている。そのほかの方法としては荷重計によるモニタリング、アンカー自由長部の共振振動数から残存緊張力を評価する方法、支圧板や定着具に生じる応力分布をX線回折により応力推定する手法、





番号	名称	内容
①	制御用 PC	測定制御用の PC です。取扱は PC の取扱説明書に従ってください。
②	CTS03 デバイス	AD 変換機です。測定データを PC へ取り込みます。
③	接続コード	ハンマを CTS03 デバイスに接続します。
④	グリップ	ハンマ保持用グリップです。グリップ以外を保持した状態で打撃しないでください。
⑤	キャップ	センサー保護キャップです。キャップで打撃しないでください。
⑥	打撃面	打撃対象物をこの面で打撃します。

図-6 ボルトテスター (CTS-03) 概要図



写真-3 ボルトテスターによる調査状況

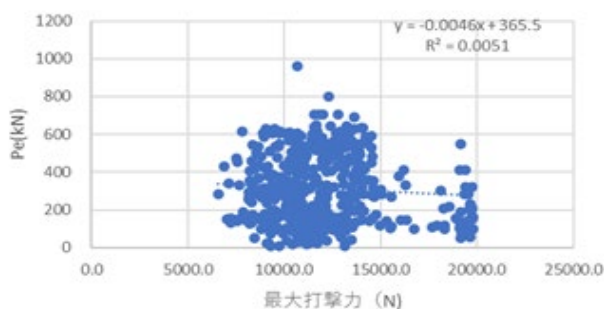


図-7 残存緊張力と最大打撃力との関係

光ファイバーを埋め込んだアンカーで光ファイバーの発生歪みから緊張力を測定する方法等が提案されている。切土のり面に施工される場合には、そのり面勾配は急峻ではないが、自然斜面や良質岩盤の切土部では、その傾斜が急峻であり、試験機材の運搬が作業性に大きく影響する。そこで、アンカーボルトのゆるみ確認等に用いられているボルトテスター(図-6 参照)を

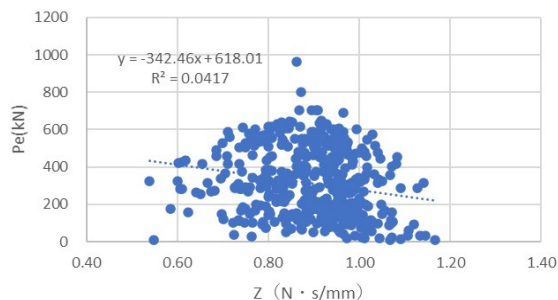


図-8 残存緊張力と機械インピーダンスとの関係

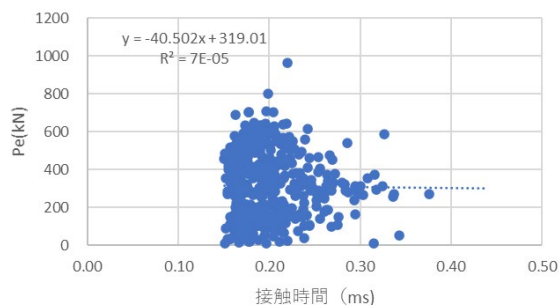


図-9 残存緊張力と接触時間との関係

アンカー緊張力調査に活用できないか検討した。ボルトテスターは衝撃加速度計を内蔵したハンマでボルト、ナットを打撃して、そのときの反力の時間波形を測定する装置である。あと施工アンカーボルトの健全性調査、プラントや鋼橋のボルトの緩みの検知、ナットの緩みの検知等に広く使われている。一般的な打音検査では点検者の主観に頼るため精度に差が出る、測定データが残らない等の問題があり、ボルトテスターによる調査では記録が残る試験法として評価を受けている。

リフトオフ試験が実施されている現場において、写真-5のように支圧板をボルトテスターで打撃し、リフトオフ試験結果と比較検討した。

異なる 6 タイプ 463 本のアンカーについて検討を行った。ボルトテスターによる調査結果は最大打撃力、機械インピーダンス及び接触時間とリフトオフ試験で得られている残存緊張力についてそれぞれの相関関係を検証した。残存緊張力と最大打撃力との関係を図-7に、残存緊張力と機械インピーダンスとの関係を図-8に、残存緊張力と接触時間との関係を図-9にそれぞれ示す。これらによれば、残存緊張力との間には相関関係は見られなかった。そこで、打撃波形に着目して検討を行った。図-10に示した打撃波形は残存緊張力が定着時緊張力程度のアンカーの試験結果である。試験を実施したアンカーにより波形の形状は異なるも

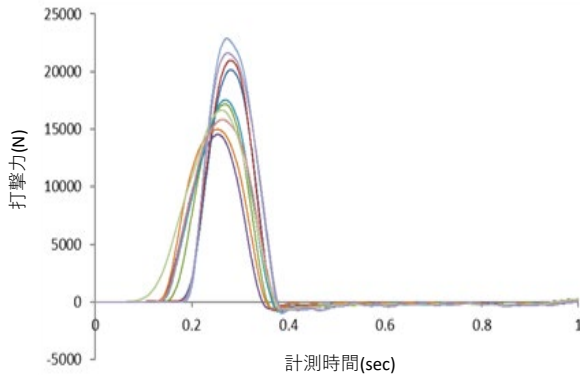


図-10 打撃波形（定着時緊張力程度）

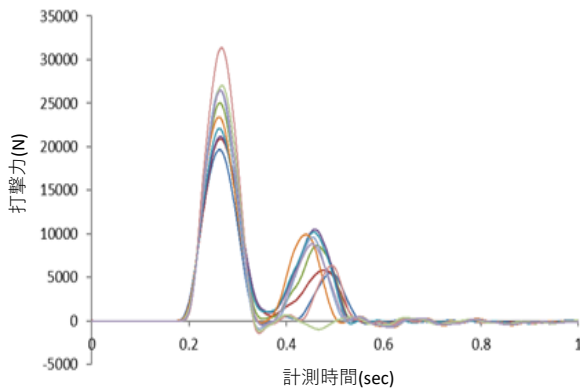


図-11 打撃波形（定着緊張力の50%以下）

の、ほぼ左右対称で1山の形状となっている。それに対して残存緊張力が定着緊張力の50%以下に低下しているアンカーの試験波形は、図-11に示すように2山波形になっていることがわかる。これは、ボルトテスターが本来目的としているボルトのゆるみ同様に、支圧板に作用する残存緊張力が下がることにより、支圧板と受圧構造物との接触圧力、すなわち支圧板の浮き(ボルトのゆるみと同様)を表しているものと考えられる。

この結果から、ボルトテスターを用いた打撃検査により残存緊張力の測定は出来ないものの、残存緊張力が定着緊張力の50%以下に低下しているアンカーについては、リフトオフ試験をしなくても判定が出来ることから、リフトオフ試験を面的に実施する際に、事前にボルトテスターによる打撃調査を実施することで、リフトオフ試験を実施するアンカーの選定に効果的であることがわかった。

#### 4. 残存緊張力を適切に評価できる試験方法の構築

##### 4.1 残存緊張力の精度向上

2. リフトオフ試験による残存緊張力に及ぼす要因の検討で示したように、リフトオフ試験結果から得ら

れる残存緊張力は、荷重変位曲線のパターンによってはリフトオフ荷重の決定方法の見直しが必要となる場合があることが分かった。例えば、複数テンドンのアンカーの場合、図-3のパターン⑥で示した領域①の前勾配に2つの勾配がある。このようなパターンは図-5に示したとおり、偏芯載荷実験のケース1-4のようにテンドン毎の緊張力が大きく異なる場合に再現されており、その時の残存緊張力(リフトオフ荷重)が各テンドンの合計残留緊張力の小さくなる場合がある。また、複数本のテンドンで構成されていたアンカーで、テンドンの破断やクサビの噛み合わせ不良によりテンドンが引き込まれた場合に当たるケース1-8では、残存緊張力(リフトオフ荷重)はテンドンの残存緊張力を大きく下回った。

このようなことから、リフトオフ試験の荷重変位曲線からアンカーの状態を推定し、その状況に応じた適切な評価法により残存緊張力を求める必要があることが分かった。しかし、3本テンドン用のアンカーヘッドに2本しか使用されていない場合であっても、荷重変位曲線が異なる場合があり、どのような状況の場合にどのパターンかの荷重変位曲線になるのか、さらに詳細な検討が必要である。

また、残存緊張力の精度を評価する上で重要なのはアンカーの健全性である。アンカーの緊張力が低下している場合には、アンカー体(基盤層での定着部)の抜け出しも懸念される。従来は、アンカーの健全性を確認するために性能確認試験が用いられていたが、維持性能確認試験はアンカー緊張力を完全に除荷して、段階的に設計アンカー力の1.5倍でテンドン降伏応力の0.9倍以内を上限に設定して行われるものである。しかし、アンカーヘッド部のテンドン余長が短いために緊張力を除荷すると、応力解放により短くなったテンドンがアンカー孔内に入りてしまい再緊張が出来なくなったり、多段階載荷で一定時間荷重保持するため試験時間が長くなったりして、実際に実施される場合が少ない。災害等でのり面調査を行い、残存緊張力が低下したアンカーが見つかった場合、アンカーは健全で単純に残存緊張力が低下しているのか、アンカーが引き抜けを起こして残存緊張力が低下しているのかを把握することは重要である。

さらに、残存緊張力が低いアンカーに対しては、引き抜けによる緊張力低下か否かを判定することが重要である。しかし、維持性能確認試験では、緊張力を除荷する必要があると、多サイクル載荷のため試験時間が長くなることなどが、試験実施の障害となっていた。

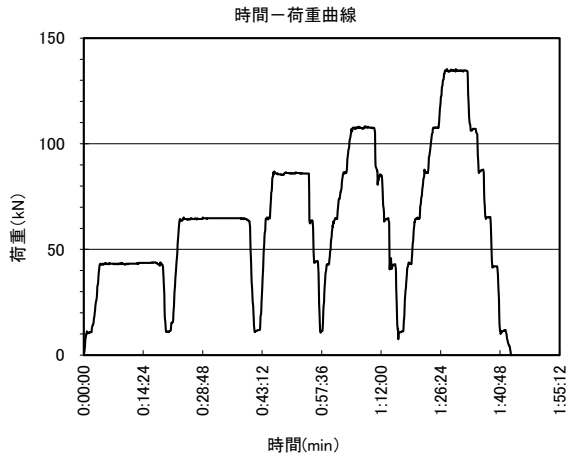


図-12 多サイクル試験結果

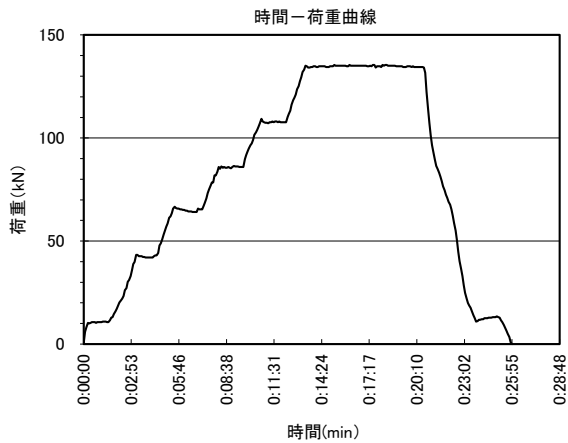


図-13 単サイクル試験結果

そこで、アンカー緊張力を除荷することなく、単サイクルの単調載荷で行う簡易維持性能確認試験を提案した。従前の多サイクル載荷の場合、図-12 に示したように試験時間だけでも 1 時間 40 分程度を要したのに対して、単サイクル試験の図-13 では 25 分程度と試験時間の短縮がはかれ、荷重保持確認も行えることを確認した。さらに、簡易維持性能確認試験では、緊張力を除荷せず、緊張力が作用している状態から試験を開始するため、緊張力除荷の作業を省略できる。多くのアンカーではテンドン余長が短いため、緊張力を除荷するとテンドンがアンカー孔内に引き込まれ、再緊張が出来ないが、緊張力を除荷しないことで、この問題も解決される。簡易維持性能確認試験は緊張力が作用している状態から設計アンカー力の 1.2 倍かつテンドン降伏応力の 0.9 倍以内とし、このため使用する油圧ジャッキはストロークが短いものでも試験が可能になる。荷重保持している段階で、荷重の低下やアンカーの変位に変化があれば、定着部からの抜け出しが容易

に判定できることから、「グラウンドアンカー維持管理マニュアル」に新しい健全性調査法として提案した。

#### 4.2 リフトオフ試験から得られる残存緊張力以外の健全性評価指標の抽出

リフトオフ試験で得られる荷重変位曲線の領域②は、地中部のアンカー自由長の状況を示している。従って、領域②で勾配が変化する場合にはアンカー孔の穴曲がり等により見かけのアンカー自由長が変化していることを表す。また、4.1 で記したように領域①で勾配が変化する場合には、残存緊張力の合力がアンカーヘッドの重心位置からずれた状態で作用していることが分かった。また、図-3 のパターン⑧に示したようにリフトオフ後の荷重載荷時と除荷時の履歴経路が大きく異なる場合には、アンカー軸と支圧板が直角にセットされていないことも過去の検証でわかっている。

このように、リフトオフ試験ではリフトオフ荷重以外にもアンカーの健全性、施工の不具合を評価する指標を荷重変位曲線から入手できる可能性があることが分かった。

#### 5. まとめ

本研究で得られた成果は下記のとおりである。

- 1) アンカーの健全性調査として実施されるリフトオフ試験では、残存緊張力であるリフトオフ荷重と見かけの自由長を算出しているが、リフトオフ試験時の荷重変位曲線から様々な情報が得られる可能性が分かった。
- 2) リフトオフ試験の荷重変位曲線で、リフトオフする前に荷重変位曲線の勾配が変化する場合、アンカー緊張力の合力がアンカーヘッド中心位置からずれていることが分かった。
- 3) 複数本のテンドンが使用されているアンカーで、それぞれのテンドン緊張力が大きくバラついている場合には、従来法で求めたリフトオフ荷重は、アンカーの残存緊張力を低く評価する可能性があることが分かった。
- 4) リフトオフ試験でリフトオフ後の載荷時と除荷時の履歴経路が大きく異なる場合には、アンカー軸と支圧板が直角にセットされていない可能性があり、従来法で求めたリフトオフ荷重は、アンカーの残存緊張力を高く評価する可能性があることが分かった。
- 5) ボルトテスターの打音検査で、残存緊張力との簡易測定を試みたが、試験結果と残存緊張力には相関関係がなかった。



- 6) ボルトテスターを用いた打音検査で、打撃応答波形に2山波形が現れる場合には、残存緊張力が定着時緊張力の50%以下に低下している可能性がある。
- 7) リフトオフ試験で得られる荷重変位曲線のパターンによりリフトオフ荷重の決定方法を見直す可能性のあることがわかった。今後、様々な条件下で実験的な検証を行い、健全性評価手法の確立が必要である。
- 8) アンカー定着部からの抜け出しを容易に判定できる簡易維持性能確認試験を提案し、「グラウンドアンカー維持管理マニュアル」に反映させた。

### 参考文献

- 1) 土木研究所、日本アンカー協会：グラウンドアンカー維持管理マニュアル、鹿島出版会、166p.、2008.7
- 2) 土木研究所、日本アンカー協会、三重大学、高速道路総合技術研究所：グラウンドアンカー維持管理マニュアル、技報堂出版、356p.、2020.9
- 3) 近藤益央、宮武裕昭：グラウンドアンカーのすべり抑制効果、土木技術資料、Vol.61-5、pp.22-25、2019.5
- 4) 山下健太郎、境 友昭、極檀邦夫、池端宏太：衝撃弾性波を用いたあと施工アンカーボルトの健全性調査、第68回土木学会年次学術講演大会講演概要集、部門VI、pp.205-206、2013.9
- 5) 岡本 真、久保元樹、久保 元、境 友昭：打撃によるケミカルアンカーボルトの非破壊健全性試験方法、第5回コンクリート構造物の非破壊検査シンポジウム、pp.248-248、2015.8
- 6) 久保元樹、久保 元、金田重夫、境 友昭：機械インピーダンス法による後施工アンカーの健全性診断、第68回土木学会年次学術講演大会講演概要集、部門VI、pp.207-208、2013.9
- 7) 酒井俊典、宮武裕昭、近藤益央、藤田智弘、西田洋介、山下英二、横田憲将：のり面におけるアンカー施工に伴うアンカー荷重変化、第54回地盤工学研究発表会、pp.1333-1334、2019.7
- 8) 平松良太、酒井俊典、宮武裕昭、近藤益央、小出央人、西田洋介、田口浩史、高梨俊行、東 豊一、山下英二：アンカー施工に伴うアンカー荷重変化と健全性調査結果、第55回地盤工学研究発表会、23-9-1-01、2020.7
- 9) 名波一輝、斎藤秀樹、山崎 充、八嶋 厚、田住哲志、村田芳信、荻谷敬三、青池邦夫、曾根好徳：振動を用いたグラウンドアンカー残存緊張力非破壊測定法の実用化（1）、第55回地盤工学研究発表会、23-9-2-03、2020.7

# RESEARCH ON TENSION EVALUATION OF GROUND ANCHOR

Research Period: FY2019-2021

Research Team: Construction Technology Research Team,  
Geology and Geotechnical Engineering  
Research Group

Author: MABUCHI Toshiaki  
KONDOH Masuo  
KOIDE Hiroto

Ground anchors are often used on road slopes. In the Heavy rain in July 2018 and 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake, there are many cases where large-scale collapse was avoided due to the deterrent effect of the ground anchors on the slopes.

Failure to respond to changes that have become apparent before the deformation occurs may lead to damage to a third party due to dropping of members or the like. And it is desired that the road manager appropriately responds to the factors and damages that have become apparent before the ground anchor breaks.

In this research, we focused on the residual tension obtained in the lift-off test, extracted the factors that affect the lift-off test results, summarized the results, and reflected them in the "Ground Anchor Maintenance Manual".

Keywords: Ground Anchor, Inspection and Maintenance, Residual Tension, Investigation Method, Lift-off Test