

メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）
 研究期間：平 26～平 30
 担当チーム：地質・地盤研究グループ（施工技術）
 研究担当者：宮武裕昭、近藤益央、藤田智弘、
 横山一輝

【要旨】

我が国のグラウンドアンカーの本格的な設置は 1957 年からで、特に 1988 年に地盤工学会(当時は土質工学会)が「グラウンドアンカー設計・施工基準」で二重防食を義務づけてからは、急速に設置箇所が増加した。そのため、今後は施工後 25 年以上のアンカーが急速に増加し、道路斜面に施工されたグラウンドアンカーの変状が急増することが懸念される。2012 年 12 月 2 日に発生した笹子トンネル天井板崩落事故の後、グラウンドアンカーは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ため、道路ストック総点検での対象構造物となった。

本研究は、メンテナンスサイクルに対応した、簡便で点検者の技量に左右されないアンカーの損傷要因を見つけるための点検方法、アンカーの損傷を検知する健全性調査方法の提案を目的として実施する。

キーワード：グラウンドアンカー、点検、維持管理、メンテナンスサイクル

1. はじめに

社会資本整備審議会道路分科会が、「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」¹⁾を 2014 年 4 月に取りまとめた。そのなかで、高度経済成長期に一齐に建設された道路ストックの老朽化は進行を続け、今や危機のレベルは危険水域に達しており、一齐に危機が表面化すればもはや対応は不可能となるため、一刻も早く本格的なメンテナンス体制を構築しなければならないと提言している。つまり、「荒廃するニッポン」が始まる前に、一刻も早く本格的なメンテナンス体制を構築しなければならず、そのために国は、「道路管理者に対して厳しく点検を義務化」し、「産学官の予算・人材・技術のリソースをすべて投入する総力戦の体制を構築」し、「政治、報道検閲、世論の理解と支持をえる努力」を実行するよう提言している。

道路構造物の計画的な維持管理は、点検→診断→措置→記録→(次の点検)というメンテナンスサイクルの構築が不可欠である²⁾。道路土工構造物については、構造物の機能に支障をきたす懸念がある損傷を検出した場合、道路交通への影響等を踏まえ、点検、モニタリング、通行規制等を行いつつ、当面の安全を確保している。その理由は、①一般的に道路土工構造物は、経年的に緩やかな外形変化を伴いながら安定化すると考えられ、外形変化を単純に機能低下と診断することは適切でないこと、②大規模崩壊の場合においても、緩やかに損傷が進行し、

最終的に崩壊に至る場合が多く、これら損傷の初期段階の損傷を検出して措置を講じることができれば大規模崩壊を防ぐことができること、さらに③これらの損傷メカニズムが未解明であることがあげられる。

メンテナンスサイクルにおける点検では、定期的に繰り返し点検を実施することで、初期段階の損傷を早期に検知し、その損傷及び損傷の要因が機能低下につながる前に適切に診断・措置するような事後対応的な維持管理を実施すべきである。そのためには、効果的・効率的な点検・診断方法の確立が必要である。

現行のグラウンドアンカー（以下、アンカーと略）の維持管理は、目視を主体とする日常点検等を実施し、機能不全が懸念される損傷が検出された場合は、健全性調査を実施し、必要に応じて措置を施す³⁾。健全性調査は、頭部詳細調査やリフトオフ試験等を現場状況に応じて実

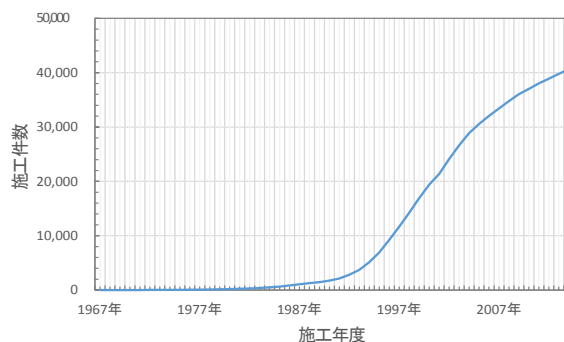


図-1.1 グラウンドアンカーの施工実績

施するが、調査には機材運搬等の手間と時間がかかり、アンカーの場所によっては調査が困難な場合もある。そこで、本研究は、メンテナンスサイクルに対応した、簡便で人的技量に左右されないアンカーの損傷要因を見つけるための点検方法、アンカーの損傷を検知する健全性調査方法の提案を目的として実施する。本年度は、グラウンドアンカーの損傷要因を見つけるための点検手法の検討、グラウンドアンカーの損傷を検知する健全性調査方法の検討を行った。

2. グラウンドアンカーの損傷要因を見つけるための点検手法の検討

2.1 アンカーの点検結果の整理と事例分析

平成 25 年度に全国で実施された道路ストック総点検におけるアンカーの点検結果(直轄国道分)を整理した。実施された点検結果は調査記録表としてまとめて記録されていたが、損傷の見落としや、点検忘れ、構造物区分の間違い等がしばしば見られたため、アンカー以外の調査記録表も確認し、442 箇所のアンカーを抽出した。これらの調査記録表を基にアンカーの損傷及び損傷につながる要因の発生状況を事例分析した。

道路ストック総点検では第三者被害の防止を目的としていたことから、近接目視や打音検査等による点検が行われており、背面調査やリフトオフ試験等の健全性調査は行われていない。なお、今回点検では、アンカーの設置目的や設置本数等については点検データに含まれていないため、点検記録表に記載はない。そのため、今回の事例分析ではアンカー本数ではなく箇所数で分析を行った。また、アンカータイプについても記載がないため、点検記録表の写真から判断した。さらに、損傷等については、調査記録表に記載されている点検結果だけに頼らず、添付写真により損傷等について再検討した。

事例分析したアンカーをタイプ別にみると、**図-2.1**に示すように二重防食が施されていない旧タイプアンカー

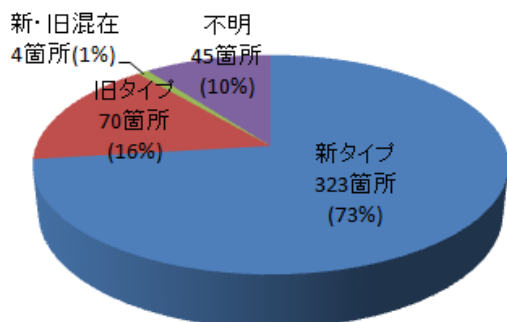
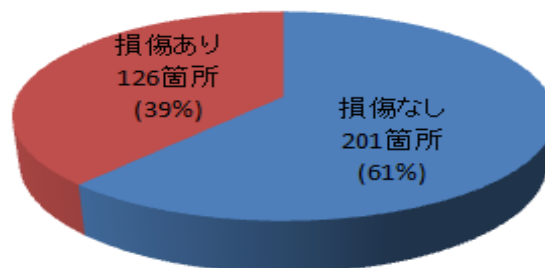
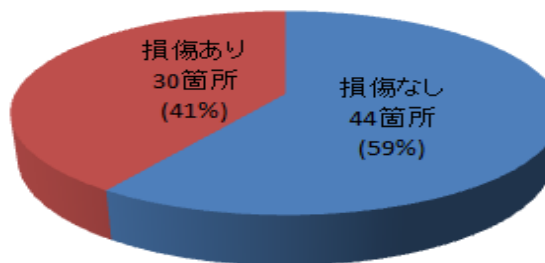


図-2.1 事例分析したアンカーのタイプ別

が 70 箇所(16%)、二重防食が施されている新タイプアンカーが 323 箇所(73%)、旧タイプアンカーと新タイプアンカーが混在するのが 4 箇所(1%)、植生等によりアンカータイプが判断できなかったのが 45 箇所(10%)であった。旧タイプアンカーのみの箇所と旧タイプアンカーと新タイプアンカーが混在する箇所を合わせると 74 箇所

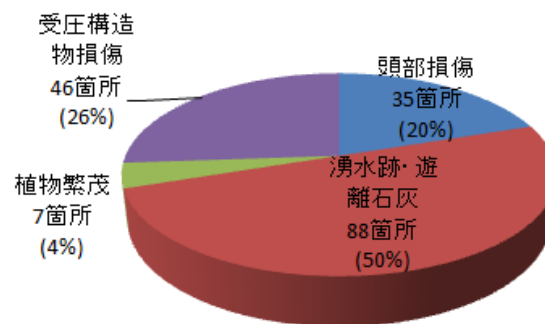


(a) 新タイプアンカー

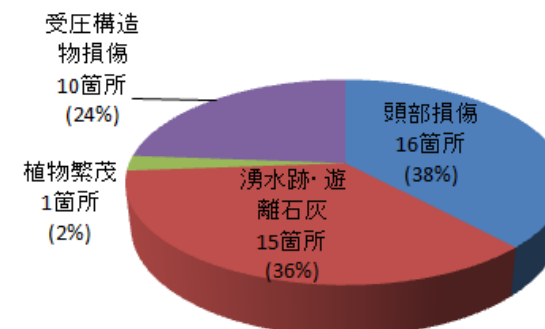


(b) 旧タイプアンカー

図-2.2 損傷の有無



(a) 新タイプアンカー



(b) 旧タイプアンカー

図-2.3 損傷の区分



写真-2.1 新タイプアンカーの頭部損傷事例



写真-2.2 湧水跡の事例

(17%)となる。図-1.1に示した年度別施工件数では、1988年以前に施工されたアンカーを旧タイプアンカーと定義すると、全体に占める旧タイプアンカーの比率は約5%となる。アンカー施工件数から推定した旧タイプアンカーの比率(約5%)と、今回の分析対象全体に占める旧タイプアンカーの比率(17%)を比較すると今回の分析対象の比率が高かった。また、分析結果から、アンカー及びアンカーの受圧構造物に損傷がみられたのは、新タイプアンカー、旧タイプアンカーともに約40%であり、新旧アンカーによる比率には差がなかった。

旧タイプアンカーでは損傷箇所には占める頭部損傷の比率が38%と新タイプアンカーの20%を大きく上回っている。旧タイプアンカーでの頭部損傷は頭部コンクリートの劣化やアンカーの飛び出し等により、頭部コンクリートに浮きが生じたり、クラックが発生したりしているものである。新タイプアンカーで頭部損傷が確認された点検記録表を確認すると、積雪寒冷地が多く含まれていた。頭部損傷が確認された箇所を再調査したところ、

写真-2.1のように除排雪作業により損傷したと思われる箇所が多かった。路側帯には道路上から除雪された雪とのり面上部に設置された雪崩予防柵から除雪された雪がのり面下部を堆雪場所として使用することが多い。雪崩予防柵からの除雪は作業員による人力作業が基本であるが、作業従事者の確保困難な状況、作業者の安全確保等の観点から機械施工も取り入れられている。また、堆

雪場所からの排雪にあたってはバックホウが使用されることが多く、除排雪の機械作業によりり面最下段部に設置されたアンカーキャップが損傷しているものと推測される。その他には落石によりアンカーキャップが損傷している事例もあった。

新タイプアンカーでは損傷パターンに占める湧水跡・遊離石灰の比率が50%と旧タイプアンカーの36%を大きく上回っている。新タイプアンカーの湧水跡・遊離石灰の比率が高い原因は特定されていないが、新タイプアンカーの場合にはアンカー背面に地下水が存在するとシース管外部を伝わって受圧構造物表面に流れ出す場合があり、これも原因の1つではないかと思われる。また、写真-2.2に示すように地下水のみでなく背面土も伴って湧出するケースが多い。新タイプアンカーは二重防食が施されているので湧水等によりテンドンが腐食の可能性は低いが、アンカー孔にテンドンを挿入際にすれ等が原因で防食材が傷つけられ、防食効果が低下している場合も想定されるので、湧水跡が確認されるアンカーのり面では排水孔を設置する等の対策を講じる必要がある。これに対して旧タイプアンカーでは遊離石灰の比率が高くなっている。これは、旧タイプアンカーの場合アンカー頭部に頭部コンクリートを使用することが多く、この頭部コンクリートの劣化により発生したクラック等から侵入した雨水等により、コンクリートに含まれる石灰が湧出することが多いためと考えられる。

2.2 熱赤外線カメラを用いた点検方法の検討

近年、熱赤外線カメラを利用した吹付のり面の背面空洞や湿潤等の状態を判定する調査（以下、熱赤外線映像法と略）が実施され、吹付のり面の老朽化診断として他の診断方法と比べ、効率的・簡易であり、高所作業のリスクも軽減できる有効な調査方法であるとされている⁴⁾。アンカーのり面では、外観目視点検等の結果から健全性調査の必要性を判断しているが、外観目視点検だけでは外観には現れない異常を見逃してしまう恐れがある。そこで、アンカー一部背面に存在する湧水の有無を効率的・簡易に検出する点検方法として熱赤外線映像法の適用を試みた。

アンカーの破断は、アンカーの損傷の最終状態であり、斜面・構造物抑止の機能不全のみならず、第三者災害にもつながる。そのため、破断要因を早期に検出し、状態が悪化する前に処置を施す必要がある。アンカーの破断を引き起こす要因の一つは鋼線の錆であり、その錆の誘因は水である。このため、湧水の存在はアンカー破断の重要な要因の一つと考えられる。受圧構造物背面に湧水



写真-2.3 ポータブル型熱赤外線カメラ

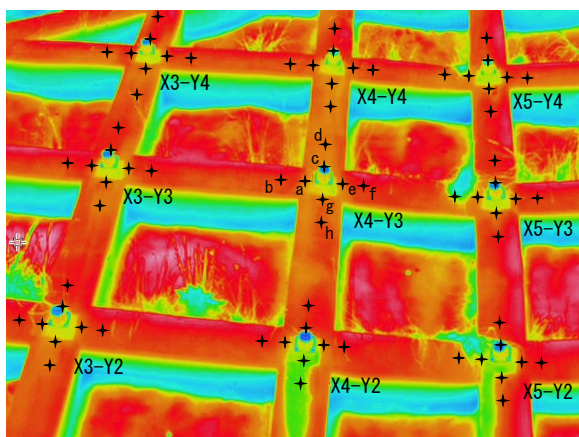


図-2.4 温度計測位置の設定



写真-2.4 計測のり面の可視画像

がある場合には、湧水の影響による受圧構造物の表面温度に差が生じることが考えられる。そこでアンカーのり面を熱赤外線カメラで撮影し、受圧構造物周辺の表面温度を計測し、受圧構造物背面の状態を検討した。

アンカーキャップ中心から等距離になるように、上下左右に受圧板直近と受圧板幅分離れた位置の2点ずつ、計8点を9本のアンカーに対して設定した。温度計測位置を図-2.4に示す。写真-2.4と図-2.4では撮影時間が異なるためアンカーキャップ影の影響がないような計測画像データを用いた。それでも、のり枠に繁茂した植物の影響で温度計測に影響が出る場合には、その箇所での計測結果は用いないこととした。図-2.4に示したように、

表-2.1 受圧構造物の表面温度

	a	b	c	d	e	f	g	h	d/g
X3-Y2	40.7	43.8	-	44.7	41.0	43.6	39.7	41.8	1.13
X3-Y3	41.6	43.1	-	44.2	39.8	44.7	40.0	40.9	1.11
X3-Y4	40.5	42.0	-	44.6	39.7	43.4	40.5	41.8	1.10
X4-Y2	38.4	43.2	-	43.7	39.6	44.6	33.7	34.5	1.30
X4-Y3	38.1	43.1	-	40.6	39.6	44.3	40.7	42.3	1.00
X4-Y4	40.4	42.4	-	44.5	41.0	43.6	40.0	40.2	1.11
X5-Y2	34.9	41.8	-	44.3	40.1	45.1	38.7	41.1	1.15
X5-Y3	39.6	-	-	43.8	41.1	43.8	40.2	44.3	1.09
X5-Y4	38.9	41.4	-	43.6	39.3	42.5	38.5	44.5	1.13

表-2.2 アンカーキャップ中央と受圧構造物の表面温度

	a	b	c	c'	d	e	f	g	h	外層平均/c
X3-Y2	40.7	43.8	-	25.7	44.7	41.0	43.6	39.7	41.8	1.69
X3-Y3	41.6	43.1	-	25.6	44.2	39.8	44.7	40.0	40.9	1.69
X3-Y4	40.5	42.0	-	25.1	44.6	39.7	43.4	40.5	41.8	1.71
X4-Y2	38.4	43.2	-	24.4	43.7	39.6	44.6	33.7	34.5	1.70
X4-Y3	38.1	43.1	-	25.4	40.6	39.6	44.3	40.7	42.3	1.68
X4-Y4	40.4	42.4	-	28.7	44.5	41.0	43.6	40.0	40.2	1.49
X5-Y2	34.9	41.8	-	25.1	44.3	40.1	45.1	38.7	41.1	1.72
X5-Y3	39.6	40.2	-	25.4	43.8	41.1	43.8	40.2	44.3	1.69
X5-Y4	38.9	41.4	-	29.4	43.6	39.3	42.5	38.5	44.5	1.46



写真-2.5 アンカー頭部の状況(X5-Y4)

アンカーキャップ直上の位置cは、のり面下方からの撮影のためにアンカーキャップと重なるため、全てのアンカーでデータとして使用しなかった。

表-2.1に計測した受圧構造物の表面温度を示す。設定した8点のなかで、受圧構造物の表面温度で湧水による影響を最も受けやすいのが、受圧板直下の位置gである。それに対して湧水による影響を最も受けにくいのが、受圧板最上部の位置dである。そこで、温度計測した9本のアンカーに対して温度計測位置の違いによる温度比d/gを比較すると、目視でも湧水が確認できるアンカー(X4-Y2)の温度比d/gは1.30であり、他のアンカーと比較(1.00~1.15)して大きな値となっている。今回調査を行ったアンカーのり面は受圧構造物(のり枠)が厚く、受圧構造物背面に湧水が存在していても、その影響が表面に現れにくい構造であると考えられる。従って、温度計測位置で湧水がある場合には温度比d/gが大きくなるが、近くに湧水があっても、その量が少なければ受圧構造物の表面温度としては現れにくいものと推定される。

また、アンカーキャップ中央付近を位置c'とし、最外周の4点(b, d, f, h)の平均値との温度比である外周温度平均値/c'を表-2.2に示す。湧水が目視で確認されるアンカー(X4-Y2)は24.4℃と最も低く、その他のアンカーキャップ中央の温度は約25℃であった。しかし、アンカー(X4-Y4, X5-Y4)の2本はアンカーキャップ中央の温度が約29℃と高くなっていた。アンカー(X5-Y4)は写真-2.5に示すように、キャップ内に湧水はなかったが、アンカーヘッドには少しではあるが錆が確認されている。今回の調査では全ての頭部詳細調査を行っていないので、アンカー(X5-Y4)以外のアンカーキャップ内の湧水の有無は不明であるが、アンカーキャップ中央の温度が低い場合には、キャップ内が湧水で満たされている可能性があると考えられる。

3. グラウンドアンカーの損傷を検知する健全性調査方法の検討

3.1 内視鏡カメラを用いたアンカーの背面調査方法の検討

グラウンドアンカー維持管理マニュアル³⁾では、「アンカーの点検により健全性調査が必要と判定されたアンカーを対象に健全性調査を実施して、より詳細にアンカーの状態を確認し健全性を評価するものとする」としている。表-3.1に示す健全性調査および試験方法については、対象とするアンカーの状態や現場条件などを考慮して適切な手法を選定することとなっている。

アンカーの損傷事例として報告される鋼線破断は、頭部背面で破断している場合がしばしば見られ、頭部背面調査はアンカーの健全性診断のため重要な調査の1つであると考えられる。しかし頭部背面調査を実施するためには、写真-3.1に示すように、緊張力除荷のための十分な再緊張余長が必要であることや、緊張力を完全に除荷してアンカーヘッドを取り外す必要があったり、調査後に再緊張を行う必要があったりと、時間と手間やコストが掛かる等のデメリットがある。そこで、頭部背面に内視鏡カメラを挿入して、カメラ映像で内部状況を把握することを試みた。

調査は、前述の調査地①と調査地②のアンカーのり面2地点で実施した。調査項目は、外観目視調査、頭部詳細調査、リフトオフ試験、頭部背面調査を実施し、頭部背面調査は目視調査と内視鏡カメラ調査の2種の方法で行った。調査地のアンカー諸元と頭部背面調査数量を表-2に示す。内視鏡カメラは写真-3.2に示す工業用ビデオスコープ(スコープ外径φ4mm、挿入長2.0m)を使用

表-3.1 健全性調査として行う調査・試験例

調査・試験名称	調査方法	調査項目	主な使用機器	仮設など	備考
頭部詳細調査	頭部目視調査	浮上り、破損状況 遊離石灰	ハンマー		緊張力解除前
	頭部露出調査	鋼材、定着具の腐食状況 防錆油の充填・変質状況	電動ビック スパナなど	電力設備 はつりカスなど飛散防止	〃
防錆油性状調査	目視調査 専門試験場	防錆油の性状	各種試験装置		緊張力解除前 緊張力解除後
超音波探傷試験		PC鋼材の探傷	超音波探傷器 探触子、パソコン ディスクグラインダー	電力設備	緊張力解除前 緊張力解除後
リフトオフ試験		残存引張り力 変位特性	センターホールジャッキ または特殊ジャッキ 変位量測定装置	電力設備 テンドンなど飛散防止	緊張力解除前
頭部背面調査	緊張力解除	-	センターホールジャッキ ジャッキチェアー、テンションバーなど特殊治具	電力設備 テンドンなど飛散防止	
	目視調査	PC鋼材の腐食状況 支圧板背面調査 防錆油の充填状況			緊張力解除後
アンカー維持性能確認試験	緊張力解除後1サイクル確認試験	アンカー耐力 変位特性	センターホールジャッキ ジャッキチェアー、テンションバーなど特殊治具 変位量測定装置	電力設備 テンドンなど飛散防止	〃



写真-3.1 アンカーの再緊張余長の例

表-3.2 内視鏡カメラによる調査アンカー諸元と調査数量

	アンカー規格	施工時期(年度)	設計荷重(kN)	頭部余長(mm)	調査数量(本)
調査地①	FLO-1	H11~12	107.8	200	5
調査地②	KTB K5-5H	H17	479.0	30	3



写真-3.2 使用した内視鏡カメラ

した。

調査結果一覧表を表-3.2に示す。調査地①ではアンカー5本に対して頭部背面調査を実施した。アンカー3本(アンカー孔番X15-Y1, X16-Y2, X19-Y7)については、頭部詳細調査及びリフトオフ試験を実施し、その後に緊張力を除荷して定着具を取り外して目視調査する従来法と、孔内へ内視鏡カメラを挿入して調査する内視鏡カメラ法と2種類を行った。また写真-3.3に示すように、支圧板と受圧構造物との間に隙間があるアンカー2



- ・カメラを挿入しやすくするためガイド管等のツールを使用。
- ・カメラ操作や挿入にはある程度テクニックが必要である。

写真-3.3 内視鏡カメラ挿入状況 (調査地①)

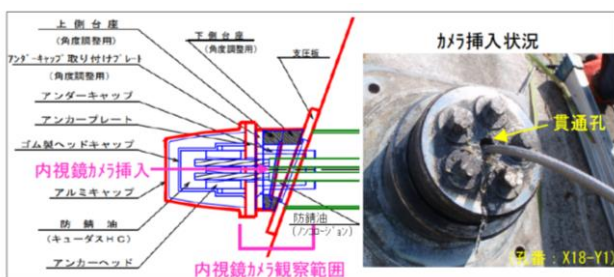
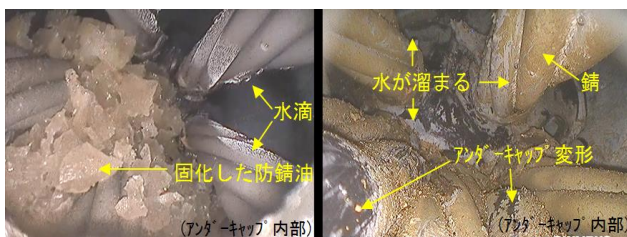


図-3.1 調査地②アンカーの内視鏡カメラ挿入位置



(a) 調査地① 孔番 X13-Y1



(b) 調査地② 孔番 X18-Y

写真-3.4 アンカーの内視鏡カメラ画像

本 (アンカー孔番 X13-Y1、X22-Y2) については、緊張力を除荷せずにその隙間から内視鏡カメラを挿入して調査を行った。頭部背面調査結果から、緊張力を除荷し定着具を取り外して調査した3本のアンカーについては、いずれのアンカーにおいても、頭部背面でジョイントシースが破損していること、防錆油 (止水樹脂) が無いことを、目視調査と内視鏡カメラ調査の両方で確認した。また、緊張力を除荷せずに支圧板と受圧構造物との間の

表-3.3 健全性調査結果と内視鏡カメラ調査結果の一覧表

調査地① 調査結果				
アンカー番	外観目視	頭部詳細調査	リフト試験	背面調査 (内視鏡カメラ)
X13-Y1	支圧板がずれてのり粒との間に隙間がある	未調査	未調査	ジョイントシース割れ、防錆油無し、鋼線錆無し、孔口150cm深で土砂が堆積
X15-Y1	損傷無し	損傷無し	残存引張力: 22kN 設計アカー力比: 20.4%	ジョイントシース割れ、防錆油無し、鋼線錆無し、孔口30cm深でクラウテッド
X16-Y2	支圧板下のり粒割れ	防錆油の漏れ	残存引張力: 98kN 設計アカー力比: 91.8%	ジョイントシース割れ、防錆油無し、鋼線錆無し、孔口30cm深でクラウテッド
X19-Y7	孔口から遊離石灰	損傷無し	残存引張力: 76kN 設計アカー力比: 70.5%	ジョイントシース割れ、防錆油無し、鋼線錆無し、孔口30cm深でクラウテッド
X22-Y2	支圧板がのり粒にめり込み、孔口から植物莖	未調査	残存引張力: 58kN 設計アカー力比: 53.8%	孔口付近で孔内に堆積した土砂にぶつかって、以降挿入不能
調査地② 調査結果				
アンカー番	外観目視	頭部詳細調査	リフト試験	背面調査 (内視鏡カメラ)
X4-Y0	損傷無し	未調査	未調査	アンダーキャップ内白濁した湧水滞留、防錆油未確認、鋼線錆無し、アンダーキャップ底部土砂堆積
X18-Y0	損傷無し	未調査	未調査	アンダーキャップ内水溜まり、防錆油が固塊状に (半透明) に固化、鋼線錆無し、アンダーキャップ変形
X18-Y1	損傷無し	変形は無いが、キャップ内湧水滞留	残存引張力: 282kN 設計アカー力比: 50.9%	アンダーキャップ内湧水滞留、防錆油が固塊状に (半透明) に固化、鋼線錆有り、アンダーキャップ底部に錆ミ状のものが見える

隙間から内視鏡カメラを挿入して頭部背面調査を実施した X13-Y1 のアンカーも、写真-3.4 (調査地①) のように前述の3本と同様の損傷を確認した。X13-Y1 のアンカー同様に、緊張力を除荷せずに支圧板と受圧構造物との隙間から内視鏡カメラの挿入を試みた X22-Y2 のアンカーは、孔口付近で外部から侵入した土砂 (グラウト材ではない) により、それ以降の挿入ができなかった。

調査地②の頭部背面調査については再緊張余長が短く緊張力の除荷が不可能であったため、図-3.1 に示すようにアンカーヘッド中央の貫通孔 (防食材注入孔) から内視鏡カメラを挿入して調査を実施した。図-3.2 に示したアンカー頭部詳細のように、アンダーキャップが取り外せないため、今回の調査ではアンカーキャップ内の状態を内視鏡カメラで観察した。調査を実施した3本のアンカーは外観目視点検では損傷は確認されず、健全性調査の対象とはならないアンカーであったが、写真-3.5 (調査地②) に示すように3本全てでアンダーキャップ内の湧水または水滴を確認した。また、2本のアンカーにおいて防錆油 (防食防錆弾性シール材) の固化や、鋼線の錆を確認した。

5. まとめ

平成 27 年度の研究内容から次のことが明らかになった。

- ・アンカーを適切に点検するためには、アンカーの点検箇所や損傷事例を写真等を用いた点検マニュアルが必要であり、点検者の技量等により点検結果に差が生じないようにする必要があると考えられる。

- ・熱赤外線カメラ画像から、アンカーキャップ中央と受圧構造物の温度比でキャップ内湧水の有無について検証できる可能性がある。しかし、湧水で満たされているアンカーキャップを検証していないので、さらにデータを蓄積する必要がある。
- ・湧水の影響を受けやすいアンカー孔直下での受圧構造物温度とアンカー上部での受圧構造物温度との比で、表面に現れている湧水の有無は判定できるが、背面に存在している湧水の有無については確認できなかった。受圧構造物が吹付のり面のモルタルに比べて厚いため、背面に湧水が存在していても、表面温度に与える影響が少ないものと考えられる。
- ・内視鏡カメラを用いた背面調査により、外観目視や頭部詳細調査ではわからないアンカー背面の損傷を、頭部背面調査の目視観察と同様に確認することができた。
- ・緊張力を除荷せずに内視鏡カメラを挿入することにより、外観目視から確認できない頭部背面の損傷を発見することができ、通常の頭部背面調査と比べても、除荷および再緊張の時間と手間を省くことができることがわかった。
- ・内視鏡カメラは装置も軽量であるので、ジャッキ等の大掛かりな運搬作業も伴わず、アンカーの頭部背面調査における使用は有効な手段であると考えられる。
- ・今回の調査では、貫通孔（防食材注入孔）を用いてカメラ挿入を行ったが、全てのアンカーヘッドに今回のような貫通孔（防食材注入孔）がある訳ではないため、様々なアンカーヘッドタイプに対して検討する必要がある。

ラによるグラウンドアンカーのり面の観察、2016.9、第71回年次学術講演会論文集

- 7) 横山一輝、近藤益央、藤田智弘、宮武裕昭、酒井俊典：内視鏡カメラを用いたグラウンドアンカーの背面調査について、2016.9、第51回地盤工学研究発表会論文集
- 8) 地盤工学会：グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説、2012
- 9) 高梨俊行、岩垂真一、近藤益央、藤田智弘、酒井俊典：地震被災を受けたグラウンドアンカーの調査事例について、2016.9、第51回地盤工学研究発表会論文集
- 10) 平松良太、山下英二、酒井俊典、近藤益央、藤田智弘、田口浩史、高梨俊行、常川善弘：グラウンドアンカーの外観目視からの健全性予測、2016.9、第51回地盤工学研究発表会論文集
- 11) 常川善弘、酒井俊典、近藤益央、藤田智弘、横山一輝、高梨俊行、田口浩史、山下英二：グラウンドアンカー工の効果的な維持管理に関する検討、2016.9、第71回年次学術講演会論文集

参考文献

- 1) 社会資本整備審議会道路分科会：「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」、2014
- 2) 社会資本整備審議会道路分科会道路メンテナンス技術小委員会：「道路のメンテナンスサイクルの構築に向けて」、2013
- 3) 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、2008
- 4) 土木研究所：熱赤外線映像法による吹付のり面老朽化診断マニュアル、1996
- 5) 近藤益央、宮武裕昭、藤田智弘：グラウンドアンカーの損傷事例分析について、2015.9、第50回地盤工学研究発表会論文集
- 6) 横山一輝、近藤益央、藤田智弘、宮武裕昭：熱赤外線カメ

A Study on the Maintenance Technique of Ground Anchor Corresponding to the Maintenance Cycle

Abstract : The ground anchor construction in Japan was from 1957, but the number of construction increased rapidly after 1988. There is the ground anchor constructed before 1990 more than 25 years after setting. It is necessary for these ground anchors to carry out appropriate maintenance. Many civil engineers, interest has it for the maintenance of the ground anchor. When we neglect check and the repair of the ground anchor, human damage may occur by the breaks of the anchor. The anchor manager detects the slight damage, and it is necessary to take a step before an anchor function decreases. We examined a check method to find the damage factor of the ground anchor, the soundness survey by ground anchor method to detect the damage this year.

Key words : ground anchor, inspection, maintenance, maintenance cycle