

## 7 アンカー工に対する詳細調査の実施事例

※「地すべり防止施設の機能保全の手引き～アンカー工編～（平成27年7月）」の巻末資料より採録したものである。

## 1 調査概要

ここで紹介するアンカー工の詳細調査の事例は、本手引き作成にあたり試行的に実施されたものである。

調査対象とした施設は、同じ地すべりブロック内に異なる時期に施工された 2 種類のアンカー工で、概査において頭部の緩み（プレートが人力で回転する）等の異状が認められた。ただし、概査に先立って実施した日常点検では、全ての施設で「異常なし」と判断されており、歩行目視点検だけでは施設の異常が判断しにくい状況にあった。また、これらの施設では、設計や施工に係る資料が十分には揃っていない。

概査の結果から、頭部の緩みが確認されたアンカーの周辺のアンカーが過緊張になっている可能性が示唆されたことから、「頭部露出調査」「リフトオフ試験」を実施し、部材の状態と残存引張り力を調べた。また、頭部が緩んだ原因を調べるために、今回はさらに、テンドンの状態やアンカー体の地盤への付着状況を確認する目的で「頭部背面調査」「維持性能確認試験」を行った。

「頭部露出調査」等の結果、部材の劣化や損傷は認められず、維持機能は保持されていた。一方「リフトオフ試験」の結果、過緊張は確認されず、テンドンの飛び出しや地すべり活動の兆候は確認されなかった。ただ、残存引張り力の低下傾向が全体にみられ、その大きさにもばらつきが見られた。また、「維持性能確認試験」を実施した 3 本のアンカーの内、2 本は引っ張り力を加えて引き続き供用できることが確認できたが、1 本で試験中に引抜けが生じるなど、課題が見られた。

## 2 対象箇所

対象とした場所は、本州の寒冷地に位置し、新第三紀の砂岩泥岩互層が分布している。周辺には、地すべり地形が比較的多く分布し、地すべり防止区域も多い。調査対象となったアンカー工は、人家の裏にある傾斜 40° 程度の斜面に施工されたもので、平成 9 年に 91 本が施工され、隣接する斜面で平成 14 年に 14 本が施工されている。



図 2-1 対象箇所に設置されたアンカー

アンカーは、縦 4m×横 4mの等間隔で配置され、頭部には角度調整のための台座が付けられている。なお、受圧構造物としては吹付砕工が採用されている。

法枠背面では表土の侵食が生じており、一部は空洞が形成されていた。なお、対象法面が位置する地すべりブロック周辺では、新たな地山の変状等は認められず、地すべり活動は停止しているものと判断された。



図 2-2 吹付法枠工背面の空洞部

### 3 概査結果と調査計画

概査結果では、2 施設 105 本のアンカーのうち、23 本で「プレートが人力で回転可能」の状態にあり、アンカー頭部の緩み（残存引張り力の喪失）があると考えられた。また、「頭部キャップ周辺での防錆油漏れによる汚れ」が 9 本で確認され施設の劣化も懸念されたため、「詳細調査が必要」との判定結果となった（図 3-1）。

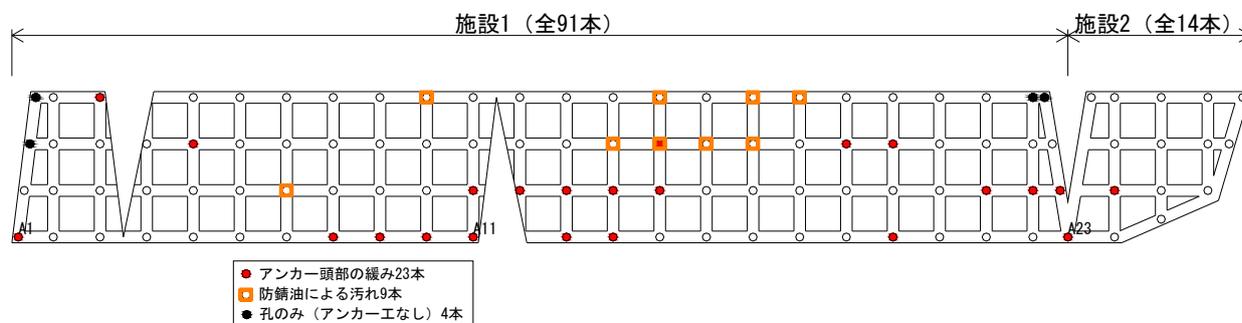


図 3-1 概査結果による異常の分布

上記の結果から、以下の点に着目して詳細調査を計画した。

①特定範囲に集中するアンカー頭部の緩みの分布

アンカー頭部の緩みは、法面の中央下部や施設1と施設2の境界付近に偏在し、その分の負荷が周辺のアンカーに荷重の増加として及んでいる可能性が考えられた。

②頭部キャップからの防錆油漏れ

頭部キャップから防錆油が漏れていることから、テンドン（PC 鋼より線）の腐食や頭部定着具の劣化が懸念された。

③アンカー定着部の付着状態

アンカー頭部の緩みが一定範囲で生じた原因の一つとして、アンカー定着部のグラウトもしくは定着している基盤の劣化によって摩擦抵抗が小さくなり引抜けが生じている可能性が考えられた。

当施設では、上記の点を踏まえ「頭部露出調査」等によって部材の状態を確認するとともに、概査では異常が見られなかったアンカーを対象に「リフトオフ試験」を行って、残存引張り力の大きさとその分布を確認することとした（図 3-2）。

さらにアンカーに過緊張状態がないことを確認した上で、頭部の緩んだアンカーの一部で「維持性能確認試験」を併用して、アンカー定着部と基盤の付着状態についても確認した（図 3-3）。

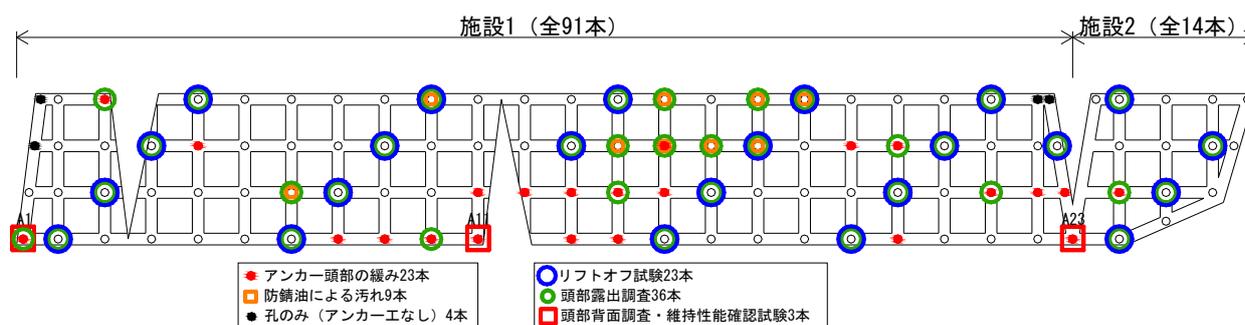


図 3-2 詳細調査計画

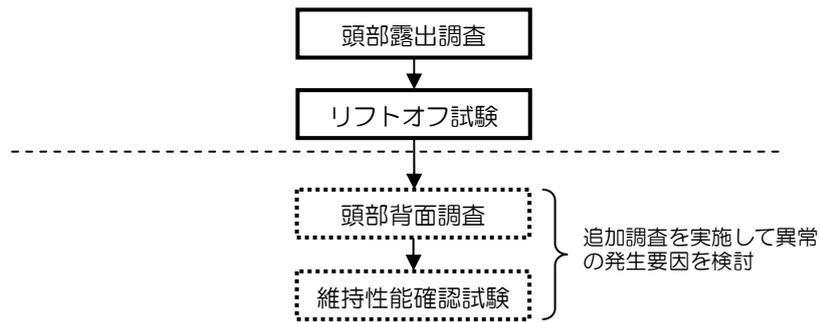


図 3-3 詳細調査の流れ

## 4 詳細調査の結果

### (1) リフトオフ試験まで

「頭部露出調査」を行った結果、対象施設のアンカーに腐食や劣化・損傷など、維持性能が顕著に低下している傾向は認められず、ほぼ健全な状態であることが確認された（図 4-1）。なお、法面の右側（施設1の右側と施設2）のアンカーは、PC 鋼より線が2本、左側（施設1の左側）のアンカーは3本の規格であることがわかった。



図 4-1 頭部露出調査例

リフトオフ試験は、法面全体の残存引張り力の大きさと分布の傾向が分かるように実施箇所を配置した（図 3-2）。

アンカーの荷重に関する資料がないため、計測した残存引張り力を、当初の設計・施工条件と比較して評価することはできないが、降伏引張り力（ $T_{ys}$ ）に対する残存引張り力の比でみると2～40%の範囲にあり、全体に低めの値で、その分布も不均一となっていることが認められた（図 4-3）。

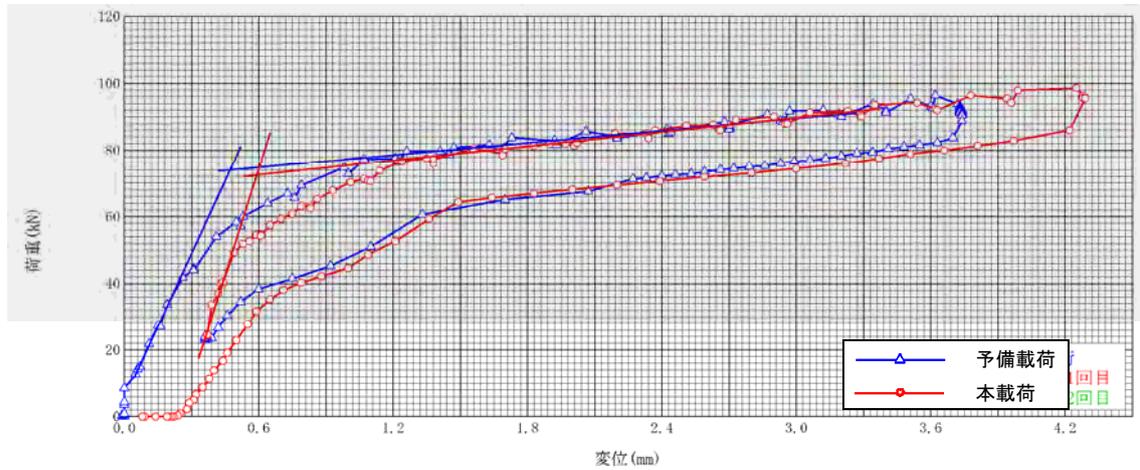


図 4-2 リフトオフ試験結果例 (D9 地点の荷重—変位置曲線図)

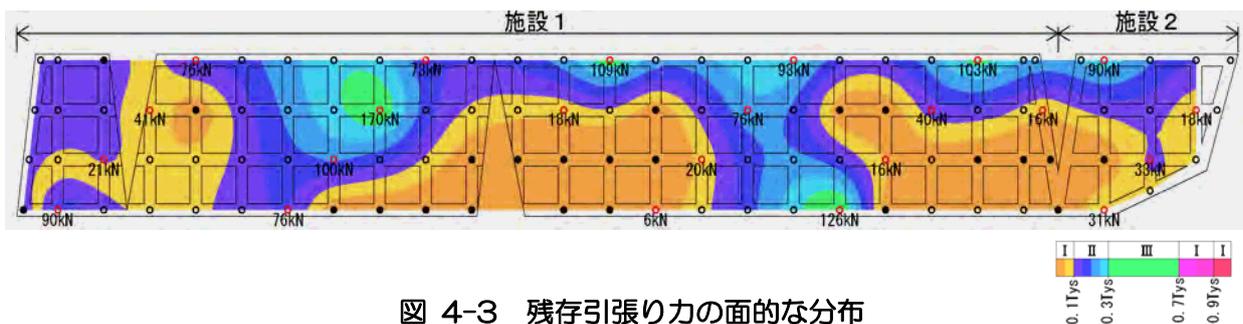


図 4-3 残存引張り力の面的な分布  
(リフトオフ試験実施箇所のデータから作成)



図 4-4 リフトオフ試験 (小型軽量ジャッキ使用)

## (2) 追加調査

「頭部背面調査」を行った結果、アンカー機能が低下している状況は認められず、テンドンの劣化などは見られなかった（図 4-5）。



図 4-5 頭部背面調査例

維持性能確認試験は、主としてアンカー定着部の付着状態（地盤とグラウトの周面摩擦抵抗が発揮されるか）を確認する目的で実施した。試験時の最大荷重の設定は、設計アンカー力が把握できた施設2を参考に、A23 ではその値に 1.25 を乗じた値を目安とした。A1 及び A10 では設計アンカー力が不明であったため、テンドンの降伏荷重に 0.9 を乗じた値を目安に試験最大荷重を設定した。

試験を行った結果、施設中央（A10）と右側（A23）のアンカー工では試験最大荷重まで載荷ができ再緊張が可能であることなどが確認できたが、施設左端（A1）のアンカー工では試験途中でテンドンの引き抜けが生じた。

## 5 まとめ

アンカー工の詳細調査の結果、対象施設ではテンドンや頭部定着部材自体の劣化・損傷等がないこと、過緊張状態にないことから、現時点ではアンカーの飛び出しの恐れが小さいこと等が確認された。一方、全体に残存引張り力の値が小さいことも認められた。また、一部で吹付法砕工背面の侵食が確認された。残存引張り力ではらつきがあったことから、侵食による影響などが想定される。また、アンカー定着部と地盤の付着が十分でない箇所が一部確認された。

上記の結果から、対象とした施設は今後対策を検討すべきと考えられる。



## 8 アンカー工の機能回復事例

※「地すべり防止施設の機能保全の手引き～アンカー工編～（平成 27 年 7 月）」の巻末資料より採録したものである。



## 1 アンカー工の維持管理における対策手法

アンカーは、持続的に緊張荷重を与えることが求められており、それぞれの部材を組み合わせで一つのシステムをつくっている。

そのため、維持管理における対策手法は、①緊張荷重の調整、②劣化部材の補修・補強（機能向上）が主たる対策となる。また、応急的な対応として、③テンドンの飛散防止対策などを行い、第三者被害防止を図ることも検討される。

なお、維持管理における対策を検討する際は、異常に至った要因も踏まえ、必要であれば要因除去も併せて実施することが望ましい。

## 2 対策手法の事例

### 2.1 緊張荷重の調整

地すべり地に設置されたアンカーの緊張荷重は、初期に導入された荷重が常に一定であることはなく、気象条件や設置環境により増減を繰り返している。こうした荷重増減は、気温などによる周期的な変動の他に、テンドンや受圧構造物の劣化等による影響、アンカー設置地盤の風化や地表部の凍上による影響で変化することが知られている。また、地すべり地では、想定していなかったすべりなどの影響により、荷重が増加することがある。

以下の事例は、アンカーが設置された道路のり面で、吹付工の変状拡大が認められたことから、詳細調査を実施して荷重調整を行ったものである。

詳細調査としてリフトオフ試験を実施した結果、残存引張り力が設計アンカー力の20%近くまで低下していることが明らかとなり、荷重調整（再緊張）による対応をとっている。

ここでは、荷重調整後にモニタリングを実施しているが、残存引張り力はその後も徐々に低下し、設計アンカー力の40%程度で安定している。

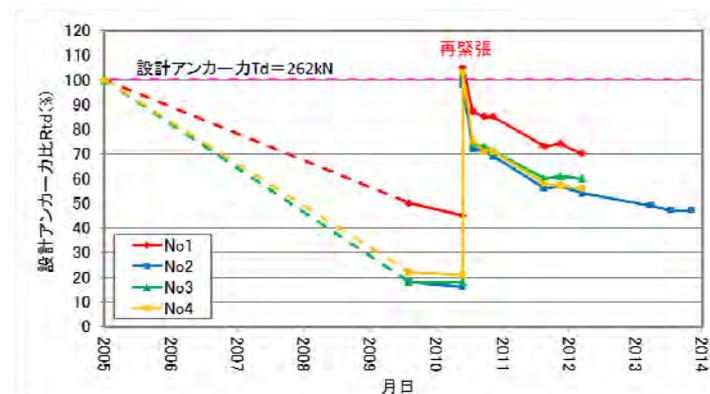
残存引張り力が減少した原因については、吹付工背面の土砂の流出・空洞化が考えられている。



アンカー周辺の吹付工の変状



小型軽量ジャッキによるリフトオフ試験



再緊張後の残存引張り力の変化

図 2-1 アンカー荷重調整事例

「グラウンドアンカーのり面の維持管理調査事例について」、全地連「技術フォーラム 2014」より抜粋

## 2.2 劣化部材の補修・補強（機能向上）

アンカーは、複数の部材の組み合わせで構成されている。そのため、補修・補強対策は部材の交換が主たる処置となる。また、ここでの目的は維持機能の継続もしくは向上であり、主要材料である鋼材の腐食対策を念頭に行うことが多い。

なお、ここでは以下の点に留意する必要がある。

- 新設時のアンカーとは異なる部材が必要になることがある。
- 緊張力が解除できないと交換が困難な部材がある。
- 防食機能が十分でないアンカー（例えば旧タイプアンカー）は、水密性を確保した構造にすることが原則である。

### ①頭部保護

頭部保護は、損傷を受けやすい部材である。頭部キャップは、交換が容易であるが、頭部コンクリートの場合は、原則として頭部キャップに付け替える必要がある。付け替えについては、手引きの「頭部露出調査」に示す頭部コンクリートの場合の頭部処理に準じて行う。

### ②防錆油

防錆油が頭部キャップ等から漏洩している場合があるが、このようなときには防錆油を補充する必要がある。なお、防錆油に劣化がある場合には、除去した後に再度充填する。また、防錆油の漏洩は頭部キャップにあるOリングなど止水部材の劣化も考えられるため、あわせて交換対象とする。

### ③プレート

腐食の程度が大きい場合は、腐食環境を考慮して適切な防食処理を施した部材に交換する。交換は、緊張力が解除できる場合に適用できる。

なお、余長が短い場合には図 2-2 に示すプレートを採用することもある。

左図は、支圧板に直接くさびを設置するように加工されている。右図は支圧板にネジ加工を施して、支圧板中にアンカーヘッドを埋め込むものである。どちらもアンカーヘッド高さ分の余長が確保されるようになっている。



左：テーパプレートにくさび用の穴を設置したアンカーヘッド一体型支圧板事例  
右：支圧板にネジ穴加工を行い、そこにネジ式のアンカーヘッドを取り付けた事例

**図 2-2 必要余長が短いアンカーで設置されたプレート**

末吉達郎（2010）：「既設アンカーの補修・補強事例」  
基礎工 vol.38, No.9, pp.61-64

#### ④定着具

アンカーヘッドやくさびなどは腐食による劣化が見られる。軽度の腐食であれば錆落とし・錆止めなどで対処可能であるが、程度が大きければ交換を検討する。なお、定着具の発錆は防食性の低下を示唆する現象であり、施設への深刻なダメージにつながる可能性があることから、原因究明が必須である。部材交換は、緊張力が解除できる場合に適用できる。

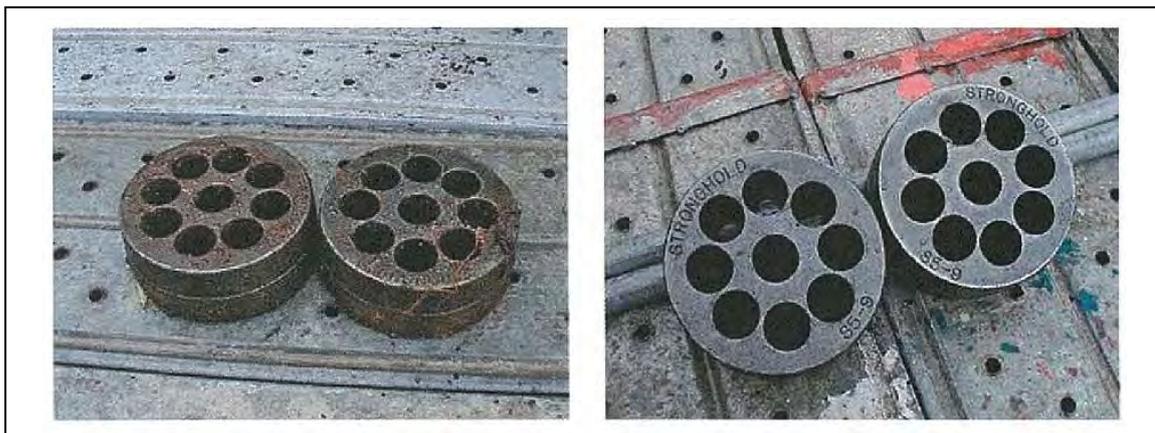


図 2-3 アンカーヘッドの錆落とし

出典：独立行政法人土木研究所・社団法人日本アンカー協会 共編『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』、鹿島出版会(2008),p109

### ⑤ 頭部背面部

頭部背面部は、テンドンの破断事例が多い箇所と言われており、水密性を確保した構造とする必要がある。

頭部背面の構造は工法によって異なるが、それぞれの構造で必要な止水部材の状態やシール状況に応じて対処する。部材交換は、緊張力が解除できる場合に適用できる。

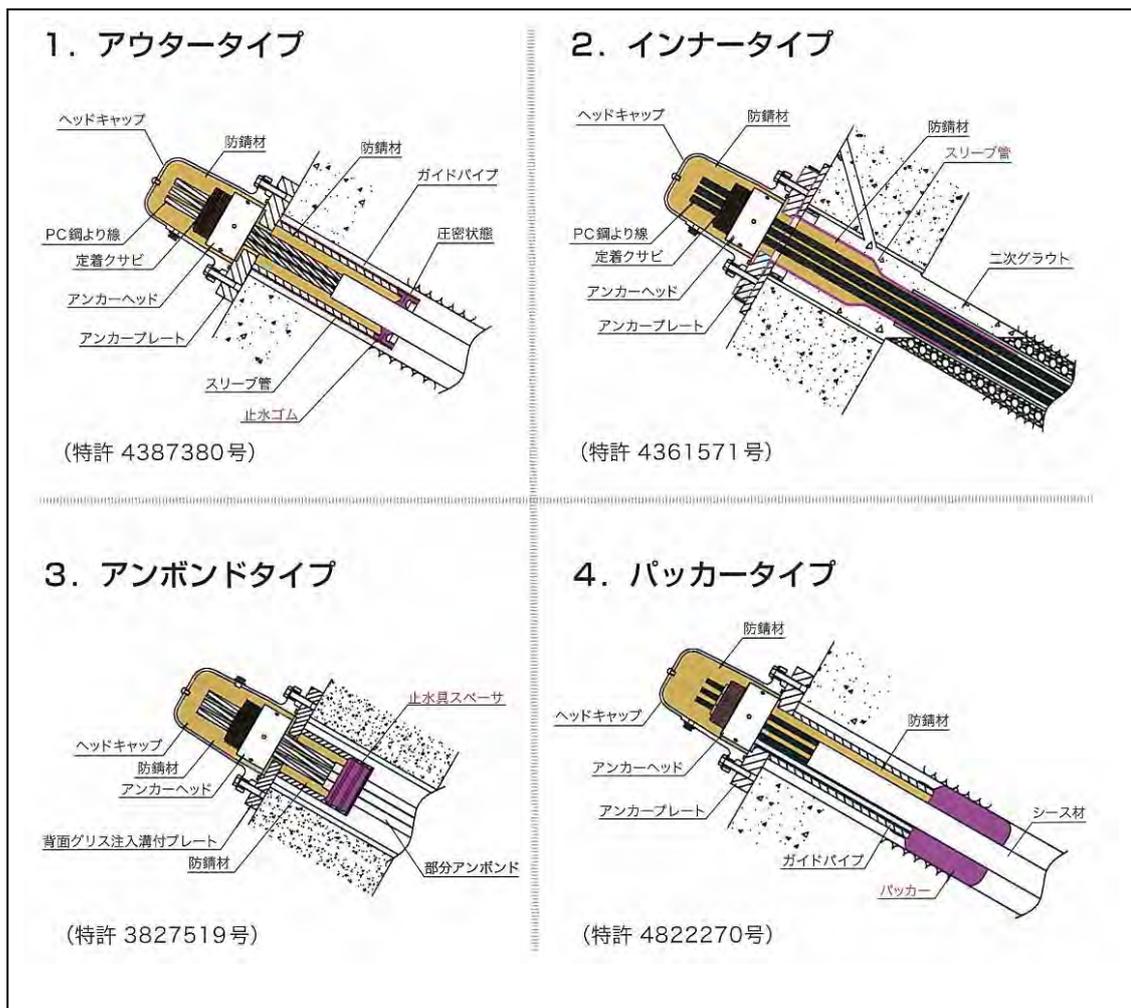


図 2-4 頭部背面の止水対策の例

弘和産業(株)：「グラウンドアンカー維持管理技術」カタログ

山形県寒河江ダム貯水池法面では、アンカー頭部背面の防食機能を高めるため、スライドシース付アンカープレートに既設のシース部分に被せることで、外部からの水の浸入を防ぎ防食機能を高めている。

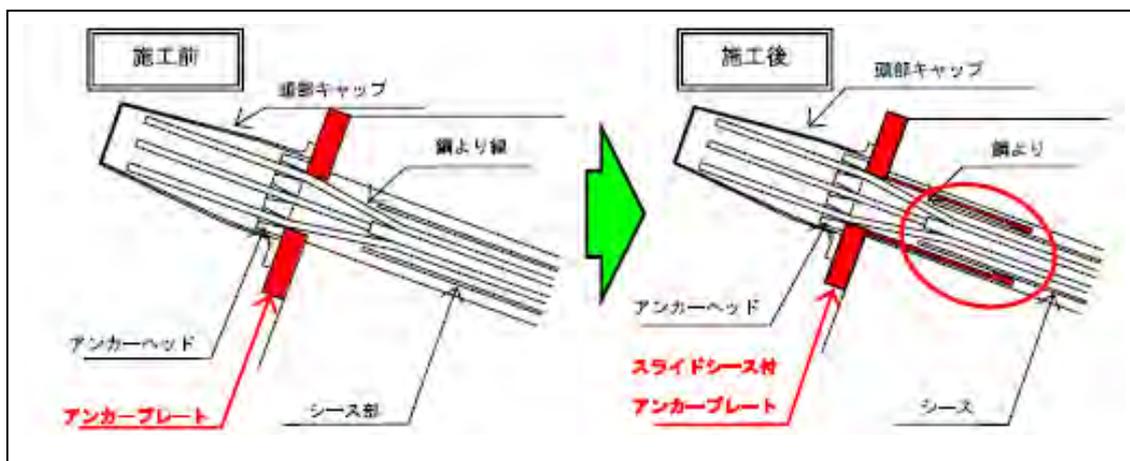


図 2-5 寒河江ダムにおける頭部背面の止水対策事例

畠山徹・他（2007）：「貯水池法面における既設 PC アンカーの補修について」、東北地方整備局技術研究発表会

### 2.3 テンドンの飛散防止対策（応急対応）

テンドンの飛び出し、落下等が認められた場合などで、施設周辺に対する安全性を確保する必要性があると判断された場合に、緊急対策として飛散防止対策を行うことがある。これは、施設の長寿命化のために計画されるものではなく、安全性の観点から設置されるものであり、飛散防止対策を実施した後は、速やかに原因の究明を行い、対策を施すことが重要である。また、飛散したアンカーは、既にその機能を喪失しているため、この対応が後手に回ると、斜面そのものの不安定化や周囲にある施設の機能喪失を助長する恐れがあることに留意しなければならない。

アンカー頭部の状況は現地によって個々に違うため、飛散防止対策は状況に即して適切に計画する必要がある。



図 2-6 テンドンの飛び出し防止対策の例

弘和産業(株)：「グラウンドアンカー維持管理技術」カタログ

## 2.4 アンカーの再設置（更新）

アンカーの機能が完全に喪失し、回復する見込みがない場合は、周辺への安全性等も踏まえて、必要な対策を検討する。この場合、アンカー工以外の地すべり対策工が有効となる場合もあるが、設置条件等から対策工として再度アンカー工を選択する場合もある。

アンカー工による対策が有効となった場合は、詳細調査などから得られる情報も考慮して当初計画を見直し、現地にあった計画をする必要がある。

以下の事例は農道法面でテンドンが破断し、受圧構造物が落下したため、アンカーの再設置が行われたものである。



図 2-7 再設置されたアンカーの例



図 2-8 受圧構造物落下箇所状況



図 2-9 テンドンの破断状況

アンカーの再設置に当たっては、頭部露出調査とリフトオフ試験を実施し、周辺のアンカーに異常がないことを確認した上で、対象のものだけに限って再設置する計画としている。また、設計や地盤には問題がなかったとの判断を踏まえて、新設のアンカーは、当初の設計から打設角度だけを変えて行われた。

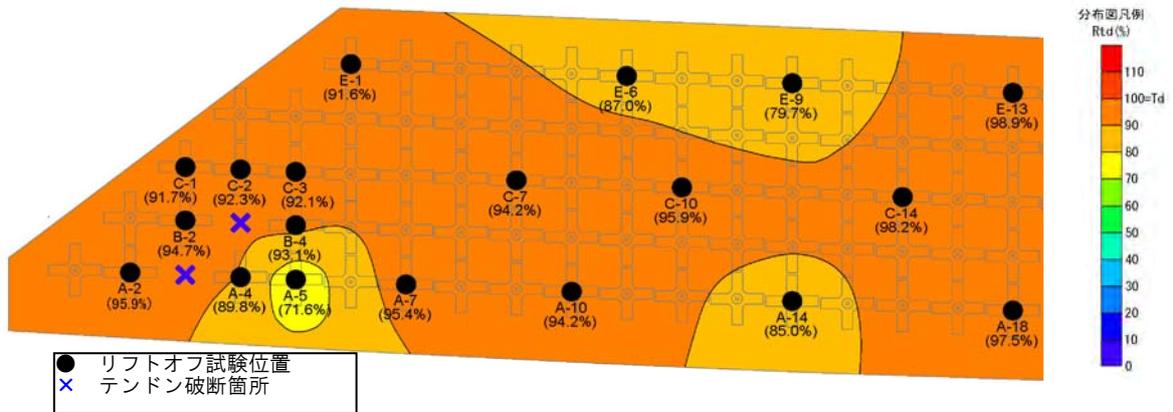


図 2-10 リフトオフ試験（面的調査）結果  
（残存引張り力の設計アンカー力比）

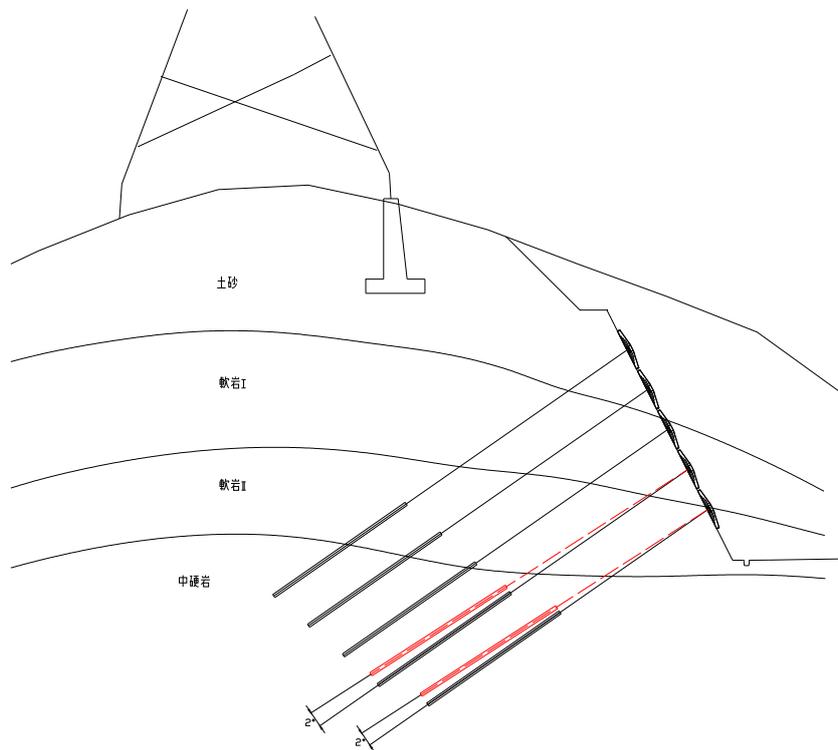


図 2-11 アンカー工断面図（打設角度変更）

