

【CO48】

アンカー施設の頭部補修に伴う除荷・再緊張荷重の設定方法検討事例

株式会社エイト日本技術開発 井上 勇太

1. はじめに

アンカー工は、昭和 51 年（1976 年）に基準が作成され地盤補強工法として使用され始めた。導入初期に施工された施設では、施工後 20～60 年経過しているものもあり、その性能・機能の低下が確認される等、保全対象への影響が懸念される状況となっている。斜面对策施設は年々増加しており、既存対策施設の機能低下を防止し、所定の機能および性能を長期に渡り維持し続けるための長寿命化計画を策定し、これを目的とした定期点検・健全度調査等が実施されている。本発表ではアンカー付き法枠施設の健全度調査結果を基にした健全性評価・補修補強方法検討業務において、施工当時の設計資料が十分に現存しないアンカー施設について頭部部材交換に伴う除荷・再緊張荷重の設定方法を検討した事例を紹介する。

2. 課題

健全度調査の結果、本施設はテンドン余長部、定着具・支圧板に全体的に錆が認められたものの、著しく健全性を損なっている箇所は確認されなかったため、部分的な部材交換・補修対策が妥当と判断された。アンカー頭部については錆等で劣化した頭部部材を交換する頭部補修工が計画された。アンカーは引張材の一端を地盤内で定着させ、引張材に緊張力を導入し、反対側を地表で固定することで、斜面崩壊等に対して締め付け効果及び引き留め効果を期待した構造物である。よって頭部補修工ではアンカー緊張力を除荷してから頭部部材の交換作業をし、交換後に再緊張させる必要がある。ここで再緊張荷重を設定する際、一般的には施工当時のしゅん工図書や設計資料を参考にすることが本業務ではそれらが不足しており、施工時に導入した緊張力が分からないという条件があった。また全アンカー数の20%相当でリフトオフ試験を実施したところ、通常リフトオフ試験ではリラクゼーションに伴うアンカー鋼材許容値に対する荷重の低下が見られるが、本業務ではリフトオフ荷重（残存荷重）のばらつきが大きい結果となった。以上から本業務では施工時に導入した緊張力が分からない条件で再緊張定着荷重をどのように設定するかが課題であった。



図1 アンカー頭部の錆状況

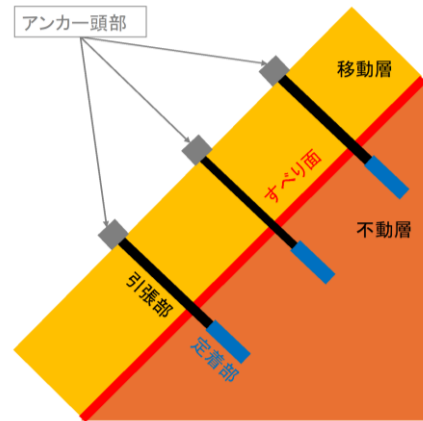


図2 グラウンドアンカー模式図

3. 再緊張荷重の設定方法

図4は「グラウンドアンカー設計施工基準・同解説」¹⁾においてアンカー定着時緊張力の設定方法について「定着時緊張力を設計アンカー力の100%に設定するケース」と「定着時緊張力を $F_s=1.1$ 程度以上となるように設定するケース」の2ケースを記述したものの抜粋である。(1) 変状が発生し、設計アンカー力の100%の荷重がかかっても保持出来るか(2) 現状の残存荷重で施設外観に変状が見られないか(3) すべり形状は再緊張荷重の低減が可能な形状をしているか(4) 地質状況は再緊張荷重の低減が可能な状況であるかを着目とし、本業務地は「定着時緊張力を $F_s=1.1$ 程度以上となるように設定するケース」に該当すると判断した。その根拠を下記の(1)～(4)に示す。

(1) 維持性能確認試験の結果

維持性能確認とは荷重と変位量の関係からテンドンの引張強さやアンカーの引抜力、拘束力が設計アンカー力以上に確保されているかなどの健全性を確認する試験である。5段階の多サイクル方式で荷重をかけ、荷重-変位曲線、弾性・塑性変位曲線を作成するものである。維持性能確認試験を実施した全アンカーで塑性変位差は正常値(6.0mm)を若干超過する値が認められたものの、最大試

表1 リフトオフ試験結果一覧表

行NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
列NO									
H	?	?							
G	?	109.9							
F	?	?				128.2			
E							63.2	?	?
D								?	?
C								?	134.6
B									
A			200.1	?	?	?			

※ 全アンカー本数 27 本
 リフトオフ試験本数 5 本
 リフトオフ最大荷重 200.1 kN (設計荷重の 71.7%)
 リフトオフ最小荷重 63.2 kN (設計荷重の 22.6%)
 リフトオフ平均荷重 127.2 kN (設計荷重の 45.6%)
 アンカー設計荷重 279.2 kN

験荷重での荷重保持を確認でき、弾性変位曲線は理論伸び量の±10%の内の規定値に収まり、弾性変位曲線にも折れは認められず、アンカーの再緊張・定着に問題ないと評価できた。

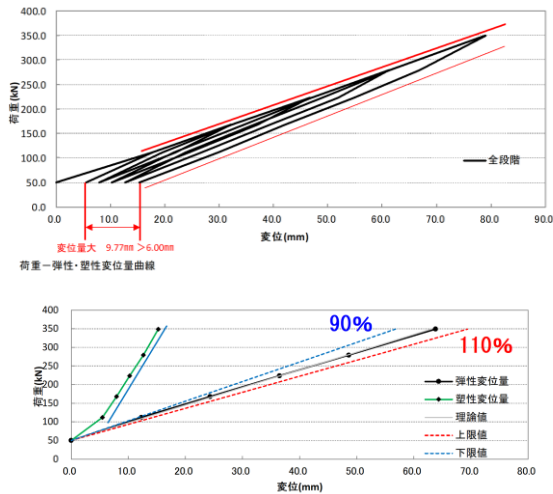


図3 維持性能試験の結果例

(2) 外観調査の結果

外観調査において地山の変動を示唆する変状は認められなかったため、リフトオフ試験で確認された現時点での引張荷重強度平均で再緊張定着荷重の低減が可能と判断した。なお表1から引張荷重強度平均は設計アンカー力の約50%であった。

(3) 想定されるアンカーの効果

図5を参考にする、すべり形状は比較的すべり勾配の緩い椅子型の形状をしていることから、主に引き留め効果を期待したアンカーであると想定される。引き留め効果は地山にある程度変状が発生してからアンカー力が作用する効果であるため、設計アンカー力に対して再緊張荷重の低減が可能と考えられる。

(4) 地質状況

図5よりアンカー自由長部は比較的軟質な火山灰質の礫層 (vwWG) ~ 風化礫岩 (wWG) の分布が想定され、アンカー頭部の地盤が塑性変形する可能性がある。またアンカー定着層も深いことから締め付け力が分散されてすべり面に伝達しない恐れがある。

- <定着時緊張力を設計アンカー力の100%に設定するケース>
- ① アンカーとすべり面のなす角 (β) が 90° に近い場合。
 - ② 破壊形態が崩壊性地盤 (表層崩壊や流盤) やトップリングの場合
 - ③ 初生すべりなどですべり面が発生することですべり面強度が大幅に低下する場合
 - ④ すべり面が明確でない場合
 - ⑤ すべりが発生することで、アンカーに過度のせん断力が作用する場合
 - ⑥ 設計上、締め付け効果だけで設計されたアンカーの場合
- <定着時緊張力を $F_s=1.1$ 程度以上となるように設定するケース>
- ① 大きな荷重を与えた場合に、アンカー頭部の地盤が塑性変形する可能性がある崩積土や強風化岩などの地すべりの場合
 - ② すべり面の位置が深く、締め付け力が分散されてすべり面に伝達されない可能性のある場合
 - ③ 地表面の凍上が想定される場合
 - ④ 設計上、引き留め効果だけで設計されたアンカーで受圧構造物の変形を抑制したい場合

図4 定着時緊張力の設定方法¹⁾

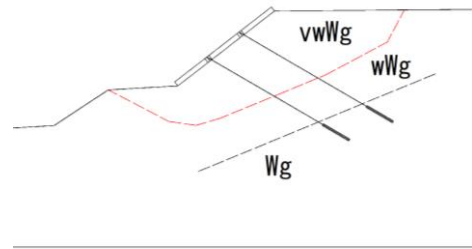


図5 アンカー工断面図(竣工図書改変)

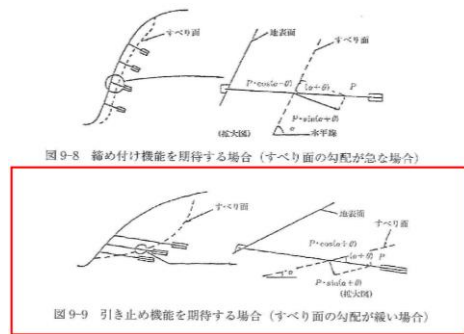


図6 アンカーの機能(締め付け・待ち受け効果)²⁾

4. まとめ

本発表ではアンカー付き法枠施設の健全度調査結果を基にした健全性評価・補修補強方法検討業務において、施工当時の設計資料が十分に現存しないアンカー施設について頭部部材交換に伴う除荷・再緊張荷重の設定方法を検討した事例を紹介した。(1)維持性能試験の結果(2)外観調査の結果(3)想定されるアンカーの効果(4)地質状況の4項目を根拠に「定着時緊張力を $F_s=1.1$ 程度以上となるように設定するケース」に相当すると判断した。また全アンカー数の20%相当でのリフトオフ試験結果であるもののリフトオフ荷重平均は設計アンカー力の約50%であった。よって対策前の安全率を $F_s=1.0$ 、対策後の計画安全率を $F_{sp}=1.2$ と仮定した場合、 $F_s=1.1$ となるアンカー緊張力=設計アンカー力 ($T_d=279.2\text{kN}$) $\times 50\%=139.6\text{kN}$ を再緊張荷重に設定した。

課題として、アンカー全本数分リフトオフ試験を実施した上で再緊張荷重を設定することが望ましいが、本業務ではリフトオフ試験を全アンカー数の20%相当で実施したのみで再緊張荷重を設定している点が挙げられる。今後の補修設計段階では全本数についてリフトオフ試験を実施することを提案し、全アンカーでのリフトオフ荷重平均を求めることで最適な再緊張荷重を設定することが望ましいと考えられる。

《引用・参考文献》

- 1) グラウンドアンカー設計施工基準・同解説 (2012) : 公益社団法人地盤工学会, pp. 167.
- 2) 新・斜面崩壊防止工事の設計と実例 (2019) : 一般社団法人全国治水砂防協会, pp. 247-248.