

グラウンドアンカー工の品質向上を目的とした緊張力管理実績

国土交通省 中国地方整備局 高梁川・小田川緊急治水対策河川事務所 阿部貴史
鹿島建設(株) 正会員 秋田 伸 林 高德 ○船水雄太 山谷健介

1. はじめに

小田川付替え南山掘削工事（以下、当工事）では、切替え河川を新たに構築するため、切土量約 92 万 m³、高さ約 63mの地山を掘削した。切土法面は、工事完成後に整備される道路を境にその上部の法高約 50m、法面段数 8 段の長大法面となり、法面安定のためにグラウンドアンカー工（以下、アンカー）を施工した。本稿ではアンカーは地盤のクリープ変形や定着部の緩みによって緊張力低下が懸念されたため、品質向上を目的に実施した緊張力管理手法について報告する。

2. 工事及び法面工の概要

図-1, 2 に南山の平面図, 断面図を示す。南山は堆積岩となる砂岩と粘板岩が主体であり、切土法面方向に流れ盤となっていた。各法面には法面補強工として鉄筋挿入工, 加えて 3～5 段目法面にはアンカー工により法面補強を施工した。アンカーは、L=20～25mを 300 本施工した。アンカーの仕様を表-1 に示す。

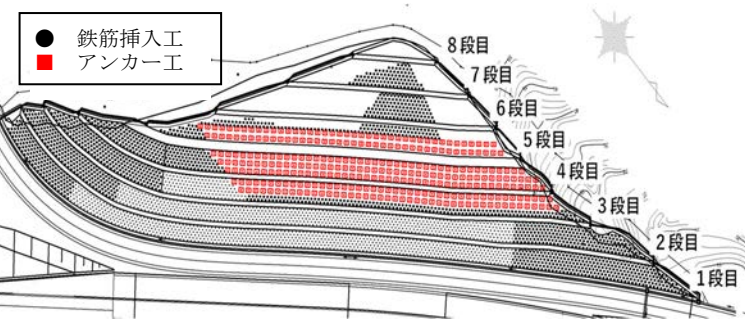


図-1 南山平面図

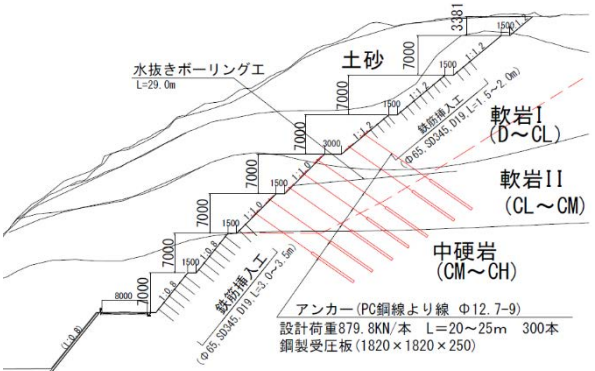


図-2 南山標準断面図

3. 緊張力管理実績

3.1 緊張力管理全体フロー

図-3にアンカー工の緊張力管理全体フローを示す。

3.2 長期試験

長期試験では適切な定着時緊張力の決定に向け、地盤特性に応じてアンカーに作用しているテンドンの残存引張力が時間の経過とともに減少する緊張力を求める。アンカーの定着位置は、粘板岩層と砂岩層を対象として、試験はそれぞれの定着層において各1本、計2本を実施した。

試験は、公益社団法人地盤工学会『グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説』および一般社団法人日本アンカー協会『グラウンドアンカー設計施工マニュアル』に準じて行った。長期試験に先立ち1サイクル方式で設計アンカー力の1.1倍まで段階的に載荷し、試験アンカーの見掛けのばね定数（Ka'）を求めた。その後再度段階的に載荷し、設計アンカー力の1.1倍で保持したまま7～10日間の計測を行った。

3.2-1 長期試験実績

アンカー定着から3年後を供用開始と仮定して、それぞれについて3年後に設計アン

表-1 アンカー仕様

アンカー工法	KTBアンカー
設計アンカー力	879.8kN
定着長	9.0m
鋼線仕様	Φ12.7mm×9本
削孔径	135mm
配置間隔	3.0m
施工本数	300本
定着機構	くさび+ナット定着

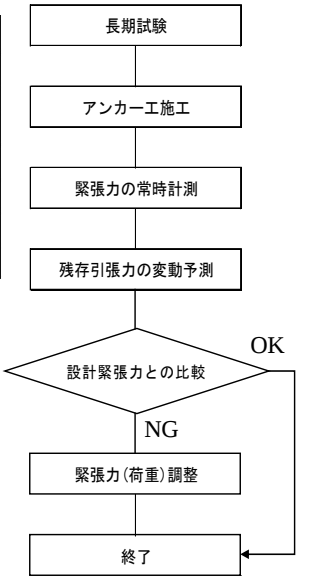


図-3 全体フロー

キーワード グラウンドアンカー工法、残存引張力、アンカー力長期試験、アンカー荷重調整

連絡先 〒732-0814 広島県広島市南区段原南 1-3-53 鹿島建設(株)中国支店土木部 TEL 082-553-7900

カー力Td=879.8kNとなるように定着時緊張力を設定した。
このとき、**図-4**に示す**式(1)**にしたがって残存引張り力から反力盤（＝受圧板）の沈下による影響を取り除くことで、アンカー定着部周辺地盤のクリープや鋼線のリラクセーション等、アンカーに起因する残存引張り力の低下のみを考慮した低下係数である。検討の結果、Ra=12.72kN/minとなり、これを用いて**式(2)**により定着から供用開始までの経過時間teを3年とした残存引張力を求めた。**表-2**にその結果を示す。アンカーの本施工では、定着層が粘板岩と砂岩の互層になっている可能性等を考慮して、締付力が大きくなるようにPt=958.6kNに定着時緊張力を統一した。なお、本施工のアンカーは、引渡し前に荷重調整ができるように頭部処理を行わずに養生した。

3.3 緊張力の常時計測実績

300本中、13箇所のアンカー緊張力を常時計測した。大きな荷重低下は定着直後～1ヶ月程度で発生していた。この初期の荷重低下は地盤のクリープ変形や鋼材のリラクセーションの影響が主体と推察される。その後、残存引張力は約1年の時間をかけて徐々に収束した。また、外気温と概ね調和した荷重変動を計測した。**表-3**に残存引張力の月間平均値を示す。全てが概ね設計アンカー力Td（＝879.8kN）に収束していた。年間で10kN程度の変動はあるものの、設定した低下係数Ra=12.72kN/minの妥当性を確認することができた。

表-3 残存引張力の月間平均値（2022年11月）

年・月	外気温 平均℃	残存引張り力Pe (kN/本) の月間平均値									
		5-3	5-4	5-5	4-2	4-3	4-4	3-2	3-3	3-4	全体平均
2022年11月	9.1	874.7	879.2	846.5	883.8	897.1	851.7	911.2	898.5	865.5	878.7

一方、設計アンカー力を下回る荷重計もあった。当該箇所は法肩に近く、アンカー受圧板の設置地盤が土砂主体であったこと、設定した低下係数には受圧板の沈下による影響分を取り除いていることが要因と考えられた。

3.4 残存引張り力変動予測実績

クリープによる変動量、外気温による変動量を予測することで収束までの残存引張り力の変動量(低下量)を**式(3)**より予測し、再緊張の判定を行った。設計アンカー力を下回れば再緊張と判定し、再緊張が必要な荷重計は9箇所中6箇所となった。

3.5 再緊張時の定着時緊張力検討

再緊張時の定着時緊張力を**式(4)**により算出した。**表-4**に再緊張時の定着時緊張力の算出結果を示す。最大値である荷重計5-5の903kNを切り上げた910kN/本とし再緊張を実施した。

4. まとめ

当工事では、緊張力が徐々に低下するアンカーに対して、緊張力の

低下量を長期試験結果から予測し、定着時緊張力に上乗せする管理を実施した。その結果、工事引渡し時点での残存引張り力はすべて設計アンカー力を満足することができた。本稿で紹介した緊張力管理手法が今後同様の工事の一助となれば幸いである。

本管理手法の留意点として、定着時緊張力（及び目標とする残存引張り力）は、適用基準や設計思想に応じて適切に設定し、施工に反映する必要がある。また、再緊張にあたり、頭部処理をせずテンドン（鋼線）等を長期間存置（今回、最長2.5年）することとなり、養生期間中は頭部の状況が確認できないため、入念な防錆養生が必要となる。

$$Ra = R_0 - R_g \quad \cdots \text{式(1)}$$

ここに、
R₀：時間 t₁～時間 t₂における残存引張り力の低下係数（kN/min）
R_g：反力盤の沈下による残存引張り力の低下係数（kN/min）
R_a：アンカーに起因する残存引張り力の低下係数（kN/min）

$$Pe = Pt - Ralogt_e \quad \cdots \text{式(2)}$$

ここに、P_e：残存引張り力（kN）
P_t：定着時緊張力（kN）

図-4 残存引張り力算出式³⁾

表-2 定着時緊張力の設定値

長期試験No.	対象定着層	低下係数 Ra(kN/min)	定着時緊張力 Pt (kN)	3年後の残存引張り の補正值Pe(kN)
No.1	粘板岩	12.72	958.62	879.80
No.2	砂岩	9.15	936.51	879.80

$$P_{min} = Pe - \Delta P1 - \Delta P2 \quad \cdots \text{式(3)}$$

P_{min}：収束後最小引張り力
Pe：残存引張り力月間平均の最新値
ΔP1：クリープによる変動量
ΔP2：外気温による変動量

$$Pe' = Td + \Delta P1 + \Delta P2 \quad \cdots \text{式(4)}$$

Pe'：再緊張時の定着時緊張力
Td：設計アンカー力(=879.8kN/本)
ΔP1：クリープによる変動量
ΔP2：外気温による変動

表-4 再緊張時の定着時緊張力

荷重計		5-3	5-4	5-5	4-2	4-4	3-4
設計アンカー力	Td (kN/本)	879.8	879.8	879.8	879.8	879.8	879.8
クリープによる変動量	ΔP1 (kN)	0.0	0.0	10.7	1.2	8.1	9.0
外気温による変動量	ΔP2 (kN)	11.0	12.6	12.5	10.5	11.5	13.7
再緊張時緊張力	Pe' (kN)	891	892	903	891	899	902