

グラウンドアンカーの残存引張力の一低下要因について

グラウンドアンカー 再緊張定着 残存引張力低下要因 (株)愛媛建設コンサルタント 正会員 増田 信  
 (株)愛媛建設コンサルタント 正会員 山本 温  
 (株)愛媛建設コンサルタント 正会員 ○坪田 沙希

1. はじめに

構造物や斜面の安定化のために多用されているグラウンドアンカー（以下、「アンカー」という）は、所要のアンカー性能を保持する必要があるが、供用期間中、定着時緊張力が維持されているアンカーはあまりなく、増減している事例が数多く見受けられる<sup>1)</sup>。アンカーの残存引張力が低下する要因は、主にテンドンのリラクゼーション、摩擦損失（自由長部）の経時移行、地盤のクリープ、テンドンとグラウト材との付着切れ、表層地盤の沈下などが挙げられる。

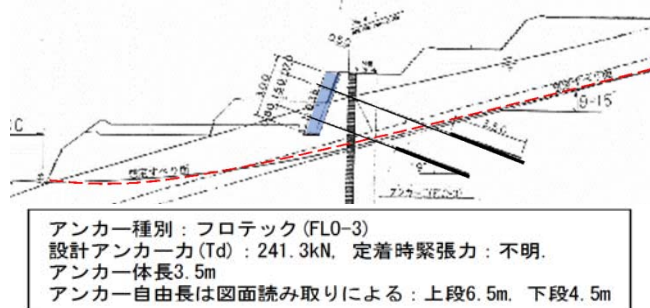


図-1 アンカー断面図とアンカー諸元

本論では、アンカー打設後、20年前後が経過し、アンカー健全度調査を実施し、アンカー本体の機能は維持しているものの、再緊張定着後、短期間で残存引張力の低下が発現した事例を報告する。

2. 当該アンカーの健全度調査の経緯

当該アンカーは、平成8～11年度に地すべり防止工として施工されたもので、その断面とアンカー諸元を図-1に示す。平成25年度に実施した砂防施設点検で、アンカープレートを手で回すことができる程度にまで緩んだ状態であるアンカーが散見され、設計アンカー力に対する残存引張力の比 (Rtd) は0～20%程度であった。その後、アンカー耐力確認試験により、全てのアンカー本体の機能は維持していると評価でき、再緊張定着を実施してアンカーの延命化を図った (表-1)。

表-1 アンカー健全性調査の経緯

年度	業務内容	結果	考察
平成25年	地すべり施設の点検	アンカーの不具合を発見	アンカー健全度調査を提案
平成26年	リフトオフ試験：18本	Rtd=0～20% 健全度許値「D」～「C」	他のアンカーも荷重がかかる可能性を想定 維持性能確認試験を提案
	引抜調査：1本	対策が必要と判断 設計アンカー力まで荷重がかかる	
平成27年	維持性能確認試験：4本	3本はアンカー機能は適性と判断 1本は、途中で引抜けた	他の箇所でも引抜ける可能性を危惧 全箇所アンカー耐力確認試験を提案
	引抜調査：1本	定着部からの引抜けを想定	
平成28年	アンカー耐力確認試験：89本	全箇所アンカー機能は適性と判断 全箇所くさびを交換	全箇所アンカー再利用 (延命化を図る) 待受け式の抑止効果の発揮を期待 アンカー緊張力を負担する受圧板面積からの必要支持力に対して地盤の許容支持力が不足
	簡易貫入試験 (L=20.3m)：7箇所	受圧板背面地盤はほとんどNd≤10	
	土層強度検査棒調査：36箇所	強度定数の推定	

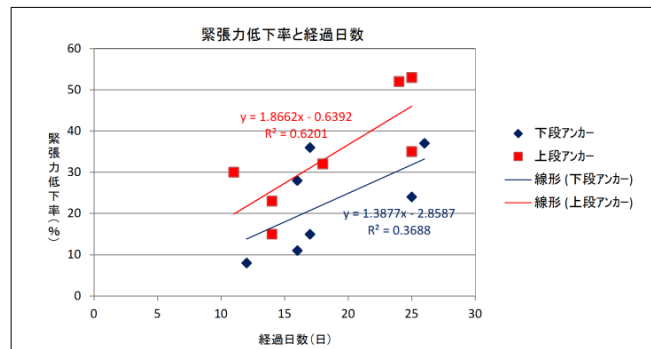


図-2 残存引張力の低下率と経過日数の関係

3. 再緊張定着後の残存引張力の低下とその要因

再緊張定着後、2～3週間後に再度リフトオフ試験を実施した (14本を対象)。その結果、残存引張力が再緊張定着力に対して約10～50%の低下が確認された。残存引張力の低下率と経過日数の関係を図-2に表す。同図より、上段アンカーの方が低下率は大きくなる傾向を示し、このような残存引張力の傾向が当該アンカー全体に当てはまるようなら、そう遠くない時期に当初 (平成25年) の不具合として発見された状態にまで残存引張力が低下することが想定された。しかし、アンカー機能が保持されていることから地すべりブロックの再活動に対しては、ある程度の変位を伴いながらアンカー抑止機能を発揮することが期待される。

残存引張力の低下要因は、先に述べたように種々の要因があげられる。本アンカーは、アンカー機能が適性であると判断されたことやアンカー耐力確認試験時にアンカー孔口や受圧板の目地から湧水量が増えたことなどから、受圧板背面地盤の強度不足により受圧板が沈下したことが主要因であると考えられた。

4. 受圧板背面地盤の調査と支持力

(1) 土層の強度定数

受圧板背面の地盤状況を把握するために、簡易貫入試験でNd値を取得しながら土層強度検査棒<sup>2)</sup> (以下、「土検棒」という) を使用して地表から0.5m間隔を原則として各深度の強度定数 (c, φ) を経験式法で求めた。地表部

On the factor decreasing the residual tensile force of the ground anchor

M.Masuda(1.Ehime Kensetsu Consultants).A.Yamamoto(1).S.Tsubota(1)

はGL-0.2m付近とし、礫の混入が多い深度もしくはNd値がNd>20となる深度は土検棒による調査を避けた。調査位置は、元の石積等を避けるため受圧板背面から2.0m前後離れた位置で7箇所を選定し、深度は受圧板の高さを考慮して、GL-3.0mとした。結果は図-3に示すように、背面地盤はほとんどNd≤10となり、上半部はNd≤5となる緩い地層で構成することが判明した。土質は、既往資料より粘性土優位層に相当する。

背面地盤においてNd値を10で区分し、それぞれに対応する強度定数(c, φ)を整理し、代表値(av-σ/2)を求めて表-2に示す。

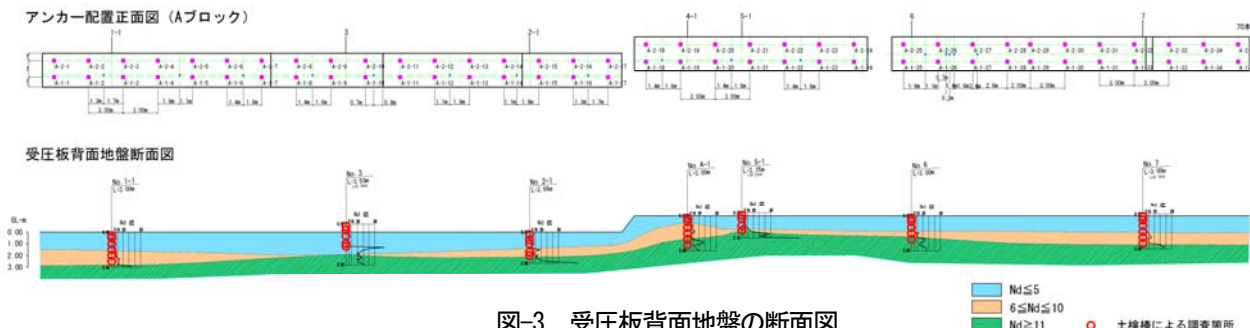


図-3 受圧板背面地盤の断面図

(2) 背面地盤の支持力

受圧板背面地盤は図-3に示すようにほぼNd値が10以下の土層で構成しており、その強度定数(表-2の採用値)

表-2 土層別に得られた強度定数の整理

Nd値	試験個数	c(kN/m <sup>2</sup> )				Φ(°)			
		範囲	平均値(av)	標準偏差(σ)	採用値	範囲	平均値(av)	標準偏差(σ)	採用値
0 ≤ Nd ≤ 10	26	1.0 ~ 11.1	5.5	2.9	4.1	12.9 ~ 41.2	32.6	7.3	29
10 < Nd	6	1.8 ~ 16.6	10.5	4.9	8.0	28.4 ~ 43.6	39.1	5.4	36.5

を利用して受圧板背面地盤の支持力を斜面上の基礎地盤の極限支持力の算出方法<sup>3)</sup>により求める。

受圧板周辺の地形状況は図-1に示してあり、アンカー傾角分だけ回転させると図-4のように考えることができる。この場合は、斜面上の擁壁において荷重端がのり肩にある状態(b=0)での極限支持力度(kN/m<sup>2</sup>)で次式より求める。なお、アンカーは受圧板に直角方向に打設されており、荷重の偏心は考慮しない(θ=0)。

$$q_{w0} = \alpha \cdot c \cdot N_c \cdot (c^*)^\lambda + \frac{1}{2} \cdot \beta \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot (B^*)^\mu$$

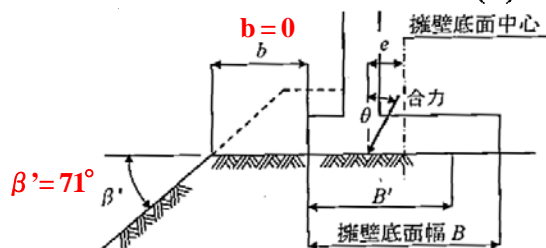


図-4 斜面上の前面余裕幅と有効載荷幅

表-3 支持力計算式のパラメーター設定

パラメーター	記号	数値	備考
基礎の形状係数(長方形) (B=3.0m, D=9.0m)	α	1.1	1+0.3B/D
	β	0.87	1-0.4B/D
基礎地盤の粘着力(kN/m <sup>2</sup> )	c	4.1	
基礎地盤の単位体積重量(kN/m <sup>3</sup> )	γ	9	(14*1.5+5*1.5)/3.0
擁壁底面幅	B	3	
支持力係数(β=60°の場合とする)	N <sub>c</sub>	7.8	tan θ = 0
	N <sub>γ</sub>	0	
寸法効果(λ, μ=-1/3)	(c <sup>*</sup> ) <sup>λ</sup>	1	c <sup>*</sup> =1
	(B <sup>*</sup> ) <sup>μ</sup>	0.69	B <sup>*</sup> =3.0

表-3の地盤の単位体積重量(γ)は、文献3)より「緩い粘性土」としてγ=14kN/m<sup>3</sup>とし、地下水位をGL-1.5mに設定して加重平均して求めた。支持力係数N<sub>γ</sub>は、β'=60°, φ=29°のときはマイナスとなるので0とした。

受圧板背面地盤の極限支持力度は、q<sub>w0</sub>=1.1×4.1×7.8×1+1/2×0.87×9×3×0×0.69=35 kN/m<sup>2</sup>を得る。アンカーの再緊張定着荷重はT<sub>0</sub>=150kN/本としたため、アンカー緊張力による受圧板の支圧荷重度はq<sub>t</sub>=150×2/3×3=33 kN/m<sup>2</sup>となり、地盤の極限支持力度と同等となるため、地盤の許容支持力度は短期的にも不足する結果となった。このことはアンカーの再緊張定着後、残存引張力が短期間に低下する現象を受圧板の沈み込みによると想定したことと調和的な結果を得たと考えられる。また、極限支持力の計算式からは、受圧板天端が緩傾斜面となる場合には、かなり支持力が低減される結果となった。

5. まとめ

当該アンカーの残存引張力が低下する一要因として受圧板背面地盤の支持力不足(地盤の強度不足, 受圧板背面の地形)に求められることを示した。一般に、アンカーを計画する際に既設の階段状地形を利用して受圧板を設置することがある。このような場合には、受圧板背面地盤に期待する支持力が得られないことが想定され、アンカーの維持管理の観点からも背面地盤の影響について十分な検討が必要である。

1) (独) 土木研究所, (社) 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  
 2) 土木研究所資料第4176号, 2010年7月: 土層強度検査棒による斜面の土層調査マニュアル(案)  
 3) (社) 日本道路協会: 道路土工 擁壁工指針(平成24年度版), 平成24年7月, p. 121-126