

# グラウンドアンカーの延命化と残存引張り力の低下要因について

(株)愛媛建設コンサルタント ○山本 温, 増田 信

## 1. はじめに

砂防施設点検において、地すべり対策として施工されたグラウンドアンカー（以下、アンカー）の頭部キャップに浮上がりや頭部背面からの遊離石灰等が散見された（写真-1）。そのため、地すべり防止施設としてのアンカー機能を喪失し、斜面が不安定化していることが懸念された。このことから、アンカーの健全性調査としてリフトオフ試験<sup>1)</sup>、アンカー抜き取り調査、維持性能確認試験<sup>2)</sup>を実施した。その結果を受けて、アンカー耐力確認試験および、くさび（アンカーウェッジ）の交換と再緊張定着工を行い、既設アンカーの延命化を図った。また、再緊張定着後、短期間で残存引張り力の低下が発現したため、受圧板背面地盤に対して土層強度検査棒を実施し、低下要因を調査した事例を報告する。



写真-1 調査地の全景

## 2. アンカー工の概要

アンカーは受圧板（コンクリート擁壁による連続板）に2段×35列で70本が施工されている。既往資料調査では、工事資料は不明で設計資料から、フロテック（FL0-3）、設計アンカー力（ $T_d$ ）：241.3kN、定着時緊張力：不明、アンカー体長：3.5m、アンカー自由長は図面読み取りにより上段6.5m、下段4.5mとなる。

地すべりブロックの規模は幅約140m、縦約55m、想定すべり面深度は3~4m程度である（写真-1、図-1参照）。擁壁背後の地盤は $N$ 値5以下と緩く、基盤岩は主に風化泥岩が分布する。頭部キャップの変状は、浮上がりや遊離石灰が多数見られ、なかにはアンカープレートを人力で回転可能なものもあった（写真-1）。なお、砂防施設点検で行われた目視を主とする点検では不具合があると認めら

れなかったが、直接、手で回したり、ハンマー打診によりアンカープレートの弛みが発見された。

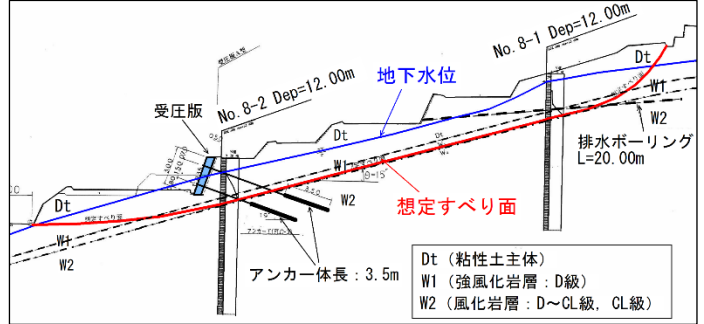


図-1 既往断面図

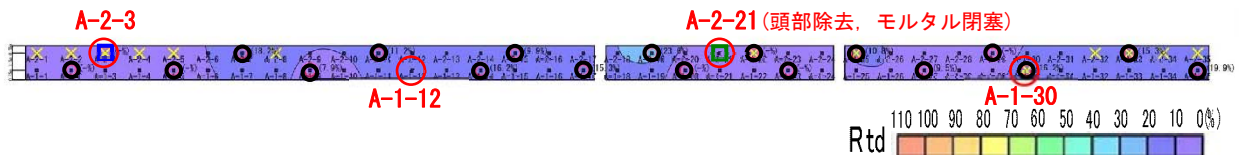
## 3. アンカー健全性調査の経緯

平成26年~28年度にかけて段階的に実施した調査の内容と概略の結果をアンカー健全度調査の経緯として表-1に示す。各試験位置は図-2の $R_{td}$ （残存引張り力/設計アンカー力比）分布図に示す。

表-1 当箇所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	$R_{td}=0\sim 20\%$ 健全度評価：「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
	抜き取り調査：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本はアンカー機能が適性と判断 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 全箇所のアンカー耐力確認試験を提案
	抜き取り調査：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：69本	全箇所アンカー機能が適性と判断。全箇所できさびを交換	全箇所のアンカー再利用（延命化を図る） 待受け式の抑止効果の発揮を期待
		ただし、緊張力の低下傾向を確認	
	簡易貫入試験：7箇所（ $L=20.3m$ ）	受圧板背面地盤はほとんど $N_d \leq 10$	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
	土層強度検査棒調査：36箇所	強度定数の推定	

リフトオフ試験では $R_{td}$ は20%以下に低下し、アンカーは抑止機能を失っていた。また、アンカー抜き取り調査では荷重増加に伴う見掛けの変位量（理論変位量の1.5倍）は大きい、設計アンカー力の緊張力を維持できず、引き抜くことができなかった。そのため、アンカー機能に懸念は残るが、既設アンカーは再利用の可能性がある



○...リフトオフ試験【H26】、□...アンカー抜き取り調査【H26】、○...維持性能確認試験【H27】、  
□...アンカー抜き取り調査【H27】、全70本の内1本(A-2-21)は頭部除去を除く69本...アンカー耐力確認試験

図-2  $R_{td}$ 分布図(H26のリフトオフ試験結果)

と考えられた。そこで、アンカー性能を評価するために、抽出試験として維持性能確認試験を4箇所で行った結果、4本の内1本(A-2-21)はアンカー機能に不具合があることが判明した。不具合箇所をアンカー抜き取り調査を実施し、75cm程度を引き抜いたが、これ以上引き抜くことが困難であったため、テンドンを受圧板上面で切断し、アンカー孔口をモルタル閉塞した。

#### 4. アンカー耐力確認試験

維持性能確認試験(多サイクル)の結果から、その他のアンカーにも不具合箇所が内在する可能性が考えられたため、A-2-21箇所を除く、残りの全本数69本に対して、小型軽量のSAAMジャッキを用いてアンカー耐力確認試験(単サイクル)を実施した。

##### (1) 試験方法

試験は基準書<sup>3)</sup>を参考に、載荷方法は単サイクル試験とし、最大試験荷重302kN(1.25Td)で5分間の荷重保持を原則とした。

##### (2) 試験結果の判定基準

試験の判定基準は、確認試験(品質保証試験)<sup>3)</sup>の判定項目を参考に、以下の3項目を判定基準として設定した。

- ①最大試験荷重に対して安全であるかどうか。
  - ・最大試験荷重に耐えられれば適性と判定する。
- ②変位量-荷重関係が適性かどうか。
  - ・変位量-荷重曲線において、変位量-荷重曲線が弾性的な形状を示す場合には適性と判定する。
- ③アンカーの変位
  - ・最大試験荷重で荷重保持(5分)内の2~5分間で変位が0.2mm以下なら適性と判定する。0.2mm以上の場合、荷重保持時間を10分以上に延長し、クリープ係数が2.0mm以下を確認する。

##### (3) 試験結果と評価

試験結果は、全てのアンカーで3項目の判定基準を満足し、アンカー機能は適性であると判断された。試験結果の代表例として、図-3の荷重-変位量曲線図を示す。アンカー全本数69本はくさびの交換を行い、再緊張定着工(150kN前後)を実施した。なお、再緊張定着工では、受圧板背面地盤の支持力不足が一要因と考えられるアンカー緊張力の低下が認められた。

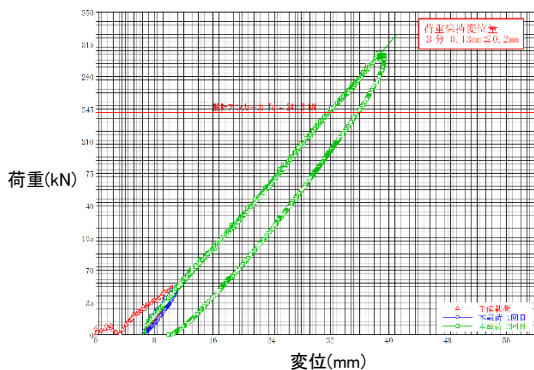


図-3 荷重-変位曲線図(A-1-24)

#### 5. 受圧板背面地盤の調査と支持力

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>4)</sup>を使用して、強度定数(c, φ)を経験式法で求めた。調査の結果は、受圧板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(既往資料より粘性土優位に相当)で構成することが判明した。その強度定数(表-2の採用値)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>5)</sup>により求めた。

表-2 土層別に得られた強度定数

Nd値	試験回数	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

極限支持力は、 $q_{b0}=35\text{kN/m}^2$ を得た。アンカーの再緊張定着荷重は $T_0=150\text{kN/本}$ としたため、受圧板の支圧荷重は $q_t=150 \times 2/3 \times 3=33\text{kN/m}^2$ が想定され、地盤の許容支持力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。

#### 6. アンカーのり面の健全性評価

全本数69本のアンカー機能は維持できており、69本のくさびを交換したことで、さらに腐食に対しても、より長期的に対応でき、アンカー機能の延命化が図れたものとする。再緊張定着工では緊張力の低下が認められたが、今後、諸条件の変化により当該地すべりブロックが変動しても、待受け式でアンカー機能を発現して、抑止効果は発揮できるものとする。

#### 7. おわりに

アンカー点検では、目視点検では不具合が生じていても見落とすことがあり、アンカープレートを直接、手で回したり、ハンマー打診による点検が望まれる。

最大試験荷重が600kN以下の既設アンカーに対して、り面の健全性・アンカー機能の評価・アンカーの延命化までの、アンカーの維持管理を小型軽量のSAAMジャッキで対応可能な事例を示した。

既設アンカーは様々な要因により緊張力が低下していることがあるが、アンカー性能を評価することで、既設アンカーの延命化を図ることができる。

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に起因することを示した。アンカーの設置では、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と考える。

#### 8. 謝辞

アンカーアセットマネジメント研究会には適切な助言をいただいた。ここに謝意を表します。

#### 《引用・参考文献》

- 1) アンカーアセットマネジメント研究会：SAAMシステムを用いた既設アンカーのり面の面的評価マニュアル(案)，2018年1月
- 2) 土木研究所・日本アンカー協会共著：グラウンドアンカー維持管理マニュアル，2008年，3月
- 3) 地盤工学会：グラウンドアンカー設計・施工基準，同解説，2012年5月
- 4) 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)
- 5) (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. p. 121-126