

極限周面摩擦抵抗値の設定について、 地質調査結果と引き抜き試験結果の比較事例

株式会社興和 ○土屋 香織, 中村 浩, 目黒 雅也
南魚沼地域振興局農林振興部森林施設課 島田 光幸
株式会社飯塚建設 本山 義昭

1. はじめに

グラウンドアンカーを計画する際は、設計定数として極限周面摩擦抵抗値（以下 τ 値と表記）を設定する必要がある。一般的には地質調査結果から地盤状況に応じた一般値をもって推定するが、第三紀の泥岩などは地盤状況に応じた一般値よりも、実際には小さい値であることが多いとされている。本稿では地質調査結果により求められる推定値と、施工時に実施したアンカーの引き抜き試験により求められた実際の τ 値を対比した一例を紹介する。

2. 地質調査結果

(1)調査地概要

調査地は十日町市松之山地域にある斜面で、新第三紀中新世須川層の塊状泥岩の分布域である。斜面は約 45° の勾配で、斜面内には泥岩が露岩している。対象となる斜面では、雪崩予防柵工が計画されており、その基礎形式としてアンカー工が計画されていた。

ここではアンカー工打設位置の地盤状況を把握することを目的として調査ボーリングを実施した。

(2)ボーリング調査結果

調査は鉛直方向に $L=8.0m$ のオールコアボーリング、標準貫入試験を実施した。写真-1 に採取したボーリングコアを示す。

調査の結果、深度 $2.0m$ より基岩である須川層塊状泥岩が出現し、深度 $7m$ 以深では N 値 50 以上の亀裂がほぼ無く、新鮮と評価できる泥岩の分布を確認した。図-1 に推定地質断面図を示すが、調査の結果、当地に分布する地層は、表土 (T1)、強風化凝灰岩 (sw-tf)、風化泥岩 (w-Ms)、泥岩 (Ms) の4層に区分した。



写真-1 ボーリングコア写真

(3) τ 値の推定

調査の結果、表-1 に示す一般値を参考に地層区分毎に τ 値を設定し、設定した τ 値を表-3 に取りまとめる。こ

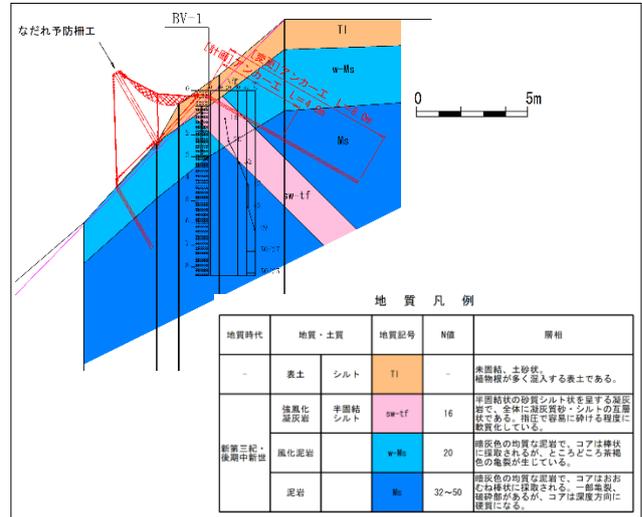


図-1 推定地質断面図

ここでは表土 (T1) 層は軟質なため周面摩擦抵抗が期待できないと判断し、設定対象から除外した。強風化凝灰岩 (sw-tf) 層、風化泥岩 (w-Ms) 層はコアの状態から半固結状の粘性土相当と判断し、 $\tau=1.0c$ (c : 粘着力) により求められる値を採用した。泥岩 (Ms) 層はコアの状態が全体に亀裂のほぼ無い棒状で採取され、 N 値も比較的大きくなるため、軟岩相当の値も考えられるが、経験的に当地のような第三紀の泥岩は τ 値が小さいと言われていることから、ここでは風化岩 ($\tau=0.6\sim 1.0N/mm^2$) 相当の最低値 $0.6N/mm^2$ を採用した。

表-1 アンカーの極限周面摩擦抵抗の一般値¹⁾

地盤の種類		摩擦抵抗(MN/m ²)
岩盤	硬岩	1.50~2.50
	軟岩	1.00~1.50
	風化岩	0.60~1.00
	土丹	0.60~1.20
砂礫	N値	10
		20
		30
		40
		50
砂	N値	10
		20
		30
		40
		50
粘性		1.0c (cは粘着力)

注1) 加圧注入アンカーに対するデータを統計的に整理したものである。
注2) 本解説表については、本解説を十分に理解のうえ、取扱いに注意する必要がある。
注3) 蛇紋岩・第三紀泥岩・凝灰岩等の場合は、岩質区分から示される最小値よりもさらに小さい摩擦抵抗しか得られない場合がある(付録6-5参照)。

3. アンカー引き抜き試験結果

アンカーの引き抜き試験とは、施工に際し設計定数等を確認するために行う試験で、設計値と同規格の試験用アンカーを現地に打設し、「引き抜ける際の緊張力」または「設

計荷重に対して引き抜けないこと」を確認するための試験である。

当地においては、計画段階で設定されたアンカーの規格より、以下に示す試験用アンカーを使用した。試験は他サイクルで段階的に載荷していき、その際のアンカー頭部の変位量を記録する。

【基本試験用アンカー諸元】

- ・周面摩擦抵抗値: $\tau = 0.60 \text{ N/mm}^2$ (現地状況より風化岩相当)
- ・アンカー全長 : $L = 4.0 \text{ m}$
(自由長 2.5m, アンカー体長 1.5m)
- ・試験アンカー力: 255.0kN

表-2 基本試験結果

荷重段階	(kN)	(Mp)	各荷重段階における弾性変位量の推定値 (mm)				弾性変位量
			上限値	中央値	下限値		
初期荷重	25.5	2.9					
第1サイクル	51.0	5.8	1.68	1.53	1.38	0.95	
第2サイクル	76.5	8.7	3.37	3.06	2.75	2.40	
第3サイクル	102.0	11.6	5.05	4.59	4.13	4.20	
第4サイクル	127.5	14.4	6.73	6.12	5.51	*	
第5サイクル	178.5	20.0	10.10	9.18	8.26		
第6サイクル	229.5	25.8	13.46	12.24	11.02		
第7サイクル	255.0	28.7	15.15	13.77	12.39		

試験の結果、第4サイクルの127.5kNまで載荷した所、荷重が保持できなくなり、アンカーの引き抜けを確認した。以上より、102.0kNを本試験の定着荷重(アンカーが健全な状態を保てる値)とし、試験結果から τ 値及び本施工アンカーの定着長を算出する。

$$\tau = (\text{定着荷重} \times 1000) / (\pi \times Da \times La) \quad \dots \text{式-1}$$

$$= (102.0 \text{ kN} \times 1000) / (\pi \times 115 \text{ mm} \times 1500 \text{ mm})$$

$$= 0.19 \text{ N/mm}^2$$

ここで、 τ : 周面摩擦抵抗値 (N/mm^2)
 Da : 削孔径 (mm)
 La : アンカー体長 (mm)

$$La = (Td \times Fs) / (\pi \times Da \times \tau) \quad \dots \text{式-2}$$

$$= (280.6 \text{ kN} \times 1.8) / (\pi \times 115 \text{ mm} \times 0.19 \text{ N/mm}^2)$$

$$= 7.36 \text{ m} \quad \therefore \text{アンカー体長 } 8.0 \text{ m}$$

ここで、 Td : 設計荷重 (kN)
 Fs : 安全係数

試験により、アンカー定着部の τ 値は 0.19 N/mm^2 、必要アンカー体長は8mと算定された。

4. 地質調査結果と引き抜き試験結果の比較

表-3に計画時、地質調査時、基本試験結果による τ 値を示す。当地においては計画から地質調査においてもアンカー一定着部の泥岩は風化岩相当の周面摩擦抵抗が期待できると評価していたが、引き抜き試験により $\tau = 0.19 \text{ N/mm}^2$ と非常に小さい値であることが判明した。これは粘性土相当の値($\tau = 0.16 \text{ N/mm}^2$)に近く、当地のような固結した岩盤とみられる地質状況においても実際には粘性土程度の周面摩擦抵抗しか期待できないという結果となった。また、新潟県の第三紀の地層において実施された引き抜き試験の結果を工事担当者から聞き取りし、 τ 値の実測値の一例を図-2に取りまとめた。これによると、第三紀層における τ 値は、とりわけ堆積岩層において、 $0.1 \sim 0.4 \text{ N/mm}^2$ の範

囲に多く分布していることがわかる。さらに、図-3に地質年代と周面摩擦抵抗の関係¹⁾を示すが、これによると第三紀層における τ 値は、ほとんどが 0.6 N/mm^2 以下であることがわかる。以上より、こういった第三紀層については表-1に示す周面摩擦抵抗の一般値は当てはまらず、岩盤であっても、砂礫や砂、粘性土相当の値も考慮して設定する必要があると考えられる。

表-3 τ 値一覧

地質名	設計N値	概略設計時	極限周面摩擦係数 τ (N/mm^2)		試験値
			地質調査時		
強風化凝灰岩	sw-tf	16	0.08	粘性土相当 $1.0 \times c$ ($c=86 \text{ kN/m}^2$)	-
風化泥岩	w-Ms	20	0.09	粘性土相当 $1.0 \times c$ ($c=99 \text{ kN/m}^2$)	0.19
泥岩	Ms	47	0.60 (0.16)	風化岩相当 (参考粘性土相当 $1.0 \times c$) ($c=167 \text{ kN/m}^2$)	

※粘着力cはN値相関式より算定

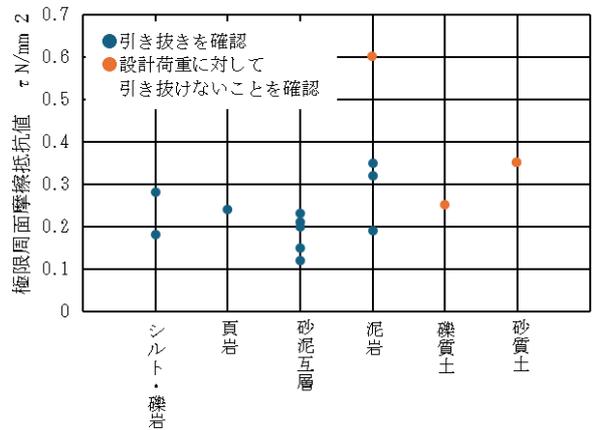


図-2 新潟県の第三紀層における周面摩擦抵抗値



図-3 地質年代と周面摩擦抵抗の関係¹⁾

5. まとめ

アンカー工計画の際、想定する τ 値が実際の値よりも小さいことで、施工時の手戻りや、予期せぬ事業費の増額につながるケースがしばしばみられる。特に第三紀層については岩盤であっても粘性土程度の周面摩擦抵抗しか期待できない場合もあるため、 τ 値を設定する際には地盤の形成年代やボーリングコアの状態に十分注意して設定する必要がある。

《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. 78, 159