

蛇紋岩分布地域におけるのり面崩壊箇所の地質調査と対策工検討事例

基礎地盤コンサルタンツ株式会社 ○幸坂賢虎 久野高明

1. はじめに

一般的に「蛇紋岩」は片状剥離性を有し、吸水により粘土化しやすい性質を持ち、土木地質的にその分布と性状の把握が問題になる岩石である。

本事例は一般県道広木折原線の拡幅工事中に、掘削のり面に「蛇紋岩」が出現し、岩盤のり面崩壊が発生したことで工事が一時中断となった。なお、当該区間は調査未実施で施工されていた。本稿は、岩盤のり面崩壊の発生機構を把握し、対策工法検討に必要な基礎資料を得るため、地質調査及び路線測量を行い、調査結果を基にのり面工詳細設計を実施した事例を紹介するものである。



写真-1 岩盤崩壊状況 (埼玉県提供データ)

2. 地形地質概要

調査対象の県道は、荒川に注ぐ支流である円良田川の右岸に沿って設けられ、調査地は円良田川流域に位置する。図-1に調査地付近の地質図を示す。調査地の位置する関東山地北縁部には三波川帯構成岩類を基盤岩として、砂岩、礫岩など堆積岩からなる中期中新世の児玉層が三波川帯を覆って分布する。調査地には三波川ユニットの蛇紋岩と泥質片岩が分布する。



図-1 調査地付近の地質図 (5万分の1地質図幅「寄居」)

3. 調査方法

のり面詳細設計を行うにあたって現地の詳細な地質状

況を確認するため、6つの調査を行った。調査項目とそれぞれの目的を表-1に示す。

表-1 調査項目一覧表

調査項目	調査目的
地表地質踏査	調査地周辺の分布地質及び地質構成などの把握
機械ボーリング	岩盤のり面崩壊の発生機構及び地山状況の確認
標準貫入試験	調査地の地質状況・地質構成・締まり具合などの確認
ポアホールカメラ	地質分布、亀裂状況、地質構造などの把握
弾性波探査	崩壊地のゆるみ範囲の把握
室内岩石試験	岩盤の物理特性および力学特性の把握及び地山の強度比の確認

4. 調査結果

現地踏査の結果、調査地に分布する地質は、基盤岩として三波川帯の蛇紋岩と泥質片岩が分布し、被覆層として沖積層、崖錐堆積物及び盛土が分布することが判明した。調査地の地質構成表を表-2に示す。

表-2 地質構成表

地質時代	地層名	地質記号	土相/岩相	記事		
新生代	完新世	盛土	bk	礫混じり土	道路や宅地、農地の造成に伴い、人工的に盛り立てられたもの。泥質片岩を主体とした礫混じり土からなると考えられるが、層相は多様。	
		崖錐堆積物	dt	礫混じり土	沢部の谷頭や溪岸の崩壊などによって堆積した礫混じりの土からなり、山麓や沢部で緩傾斜面を形成して分布する。	
		沖積層	al	粘性土、砂質土、礫混じり土	河川沿い及び沢部に分布し、平坦面を形成する。礫、砂、泥から構成される。現河床堆積物も含む。	
中生代	ジュラ紀	三波川帯	泥質片岩	Ps	泥質片岩	黒色を呈し、乳白色石英を層状に介在して片理が発達する。岩片は千枚岩状を呈し、風化により片理面沿いで分離して片状に細分化しやすい。
		蛇紋岩	Sp	蛇紋岩	緑色を呈し特徴的な油脂光沢を有する。色調や硬さは多様で礫混じり粘土状を呈して軟質化したものから塊状硬質なものまで不均質。	

当該地域の地質平面図を図-2に示す。斜面には泥質片岩が広く分布し、蛇紋岩が限定的に分布する。当該地域における蛇紋岩は、黒色～緑色が認められ、その岩質は一様ではなく、礫混じり粘土状～葉片状と多様性に富む。当該地域における泥質片岩は、主に泥質岩起源の結晶片岩から構成され、明瞭な片理面を伴い、薄片状に乖離しやすい。また、蛇紋岩との岩相境界部は破碎角礫粘土状を呈し脆くなる (写真-2)。

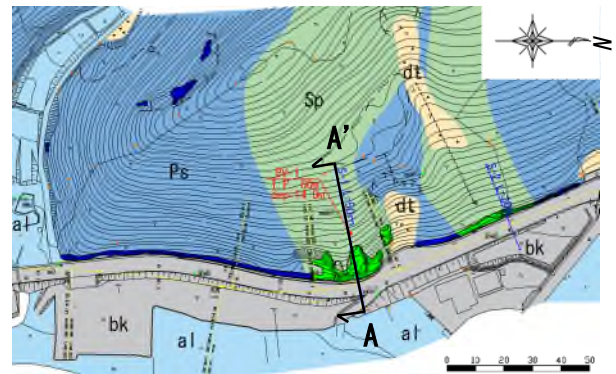


図-2 地質平面図

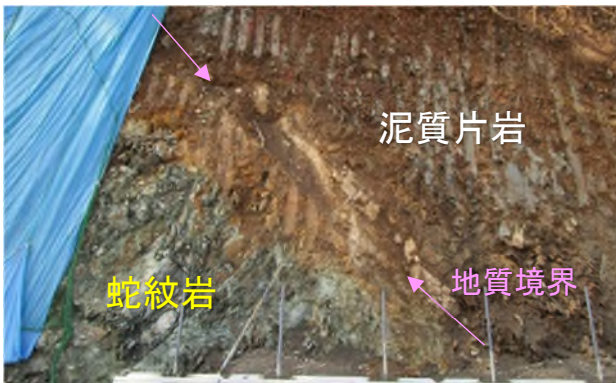


写真-2 蛇紋岩と泥質片岩の境界(令和4年5月18日撮影)

BV-1コア観察の結果、深度7.6mに分離面となり得る粘土挟在割れ目が確認された。ボアホールカメラ解析の結果、この粘土挟在割れ目の走向は N48W・57N であることが判明した。また、現地踏査により、現道沿いの露頭にて走向傾斜 N10W・10N の流れ盤となる分離面(片理面)が確認された。弾性波探査の結果、崩壊地背後で速度層のゆるやかな落ち込みが認められた。

5. 崩壊発生機構の推定

調査結果から崩壊斜面は、蛇紋岩の岩質の異なりと風化変質により複雑な岩質性状をとることが判明した。弾性波探査層落ち込み箇所は岩塊上～葉片状～角礫粘土状と状態の異なる岩質が複雑に分布すると推定した。

このように、不均質な蛇紋岩の分布に対して、のり面掘削による応力開放により地山のゆるみが発生し、掘削後の雨水による吸水膨張による強度低下が発生し、のり面崩壊が発生したと考えられる。

なお、コア観察及び現地踏査により確認された2つの分離面について、掘削などにより地山を緩ませた場合、この2つの分離面を結んだ椅子型岩盤崩壊が発生する可能性があるかと推定した。

想定地質断面図を図-3に示す。

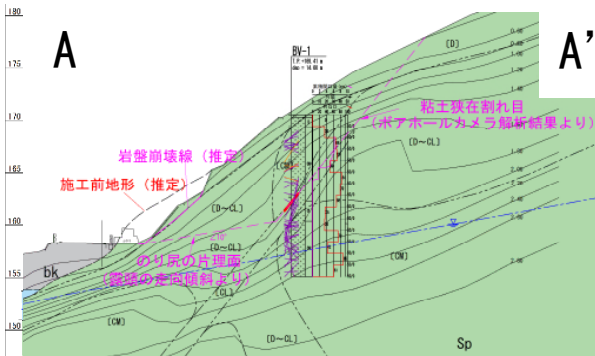


図-3 想定地質断面図

6. 対策工法選定

想定した背後斜面の崩壊規模は斜面高15m程度で、層厚5m程度と比較的規模が大きいことから、地すべり対策相当の対策工として検討を行うものとした。地質条件、崩壊形態、周辺影響などを考慮し検討した結果、グラウンドアンカー工を選定した。表-3に対策工選定表を示す。

表-3 対策工選定表

対策工		工法の適応性	評価
抑制工	排土工	当該斜面では当初計画時の切土中に崩壊が発生している履歴があるため、斜面内における大規模な排土が困難となる。	×
	押え盛土工	斜面株が施工中の計画道路であり、末端部への押え盛土により道路線形への影響が考えられる。	×
	グラウンドアンカー工	地すべり抑止としての効果が十分に期待でき、岩塊の中抜けに最も効果的な対策となる。	○
抑止工	杭工	地すべり抑止としての効果が十分に期待できるが、岩塊の中抜けに対して面的な対策を併用する必要がある。	×

7. アンカー工の設計

- ・当該斜面では、崩壊箇所周辺で縦横断に凹凸が認められる状態であり、アンカー及び受圧板の効果的な配置を行うため、切土による整形を行うものとした。切土勾配は標準法面勾配から風化岩相当の1:0.7に設定した。また、斜面尻に堆積した崩壊岩塊の除去やのり面の連続性確保を目的とし、計画道路端部の2.0m離れから切土を行う計画とした。
- ・当該のり面は蛇紋岩が分布する地盤であり、地盤内の岩質も均一ではない。硬質-堅硬な状態の地盤の連続性も想定できないため、すべり面に深にアンカーの定着を図る計画とする。
- ・定着層の周辺摩擦抵抗は、蛇紋岩の特性を踏まえスレーキング程度について乾湿繰り返し試験により評価し、周面摩擦抵抗は0.2N/mm²を採用した。
- ・当該斜面では、当初計画であるブロック積み擁壁施工に伴った切土整形時に斜面崩壊が発生した履歴がある。本計画においても切土整形後にアンカーの打設を行う施工順序となるため、斜面頭部の自然斜面に1段打設し、斜面の安定を図った後に切土整形部へのアンカー打設を行う計画とした。

以上の現場条件を踏まえ経済比較を行った結果、施工段数5段、水平間隔3.0m、打設角度25度を採用するものとした。図-4にアンカー工配置図を示す。

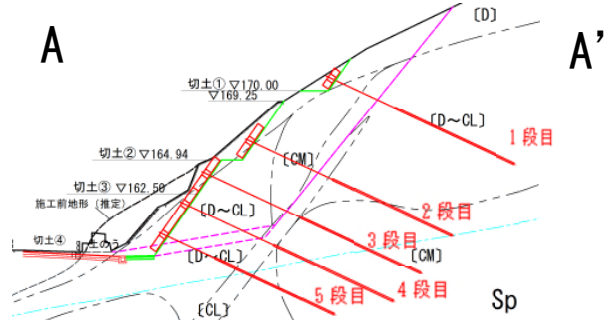


図-4 アンカー工配置図

8. おわりに

今回の崩壊は、土木工事で問題となる地質の一つである蛇紋岩が原因であった。事前に地質調査が行われ、蛇紋岩の分布と性状を把握できていれば、施工時に適切な対応を取ることができ、事業コストの損失を最小限に抑えることが出来たと考える。私は今回業務を経験して、事前の地質調査の重要性を学ぶことが出来た。