

変質安山岩の膨張性地山に起因した道路のり面変状の変状予測と対策工提案

大日本ダイヤコンサルタント(株) ○村上 卓矢, 半田 義人, 福島 剛

1. はじめに

九州地方に広く分布する新第三紀の火山岩は、熱水変質によりしばしば変質帯を形成しており、それらは、膨潤性粘土鉱物に起因する膨張や強度低下など工学的な問題を有する。本論文は、熱水変質を強く受けた変質安山岩が分布する切土法面を対象にアンカーリフトオフ試験、ボーリング調査、吸水膨張試験、X線回析分析の結果から変状要因を特定し、今後の変状予測と対策工の検討を行ったものである。

2. 法面変状状況の概要

(1) 供用前の変状と調査内容

対象の切土は、施工中に変質を被る安山岩部で盤ぶくれが発生しており、盤ぶくれによる斜面崩壊を抑止するため、SEEE アンカー工による対策が行われた。しかし、その後も変状の進行が認められ、アンカーリフトオフ試験によりアンカー荷重の増大が確認されたことから、耐酸性・耐熱性に優れる NM アンカー工の増し打ちが実施された (図-1)。

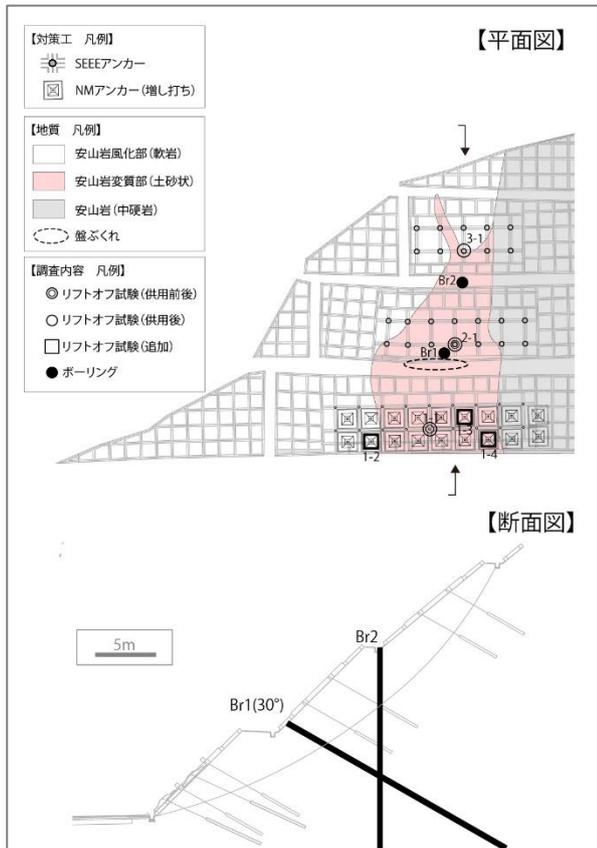


図-1 切土斜面の地質状況と調査概要図

(2) 供用後の変状と調査内容

供用後、斜面点検において亀裂拡大や小段の隆起といった変状が認められたことから、盤ぶくれの進行が予測されたため、追加のリフトオフ試験やボーリング調査、吸水膨張試験、X線回析分析を実施した。

3. 各種調査結果

(1) アンカーリフトオフ試験

グラウンドアンカー工の健全性を評価するため、対象にリフトオフ試験を実施した。その結果、孔番1-3で健全度D以上の過緊張を確認した (表-1)。

表-1 リフトオフ試験結果(過去結果含む)

孔番	タイプ	試験時期	リフトオフ荷重(kN)	設計アンカー力(kN)	健全度
1-1	SEEE	供用前	170	101.5	D
		供用後	199over	101.5	E
1-2	NM	今回	340	270.9	B
1-3	NM	今回	393over (最大試験荷重)	270.9	D over
1-4	NM	今回	311	270.9	B
2-1	SEEE	供用前	185	101.5	C
		供用後	199over	101.5	E
3-1	SEEE	供用後	103	101.5	B

(2) X線回析分析

ボーリング調査による採取したコアを対象にX線回析分析を実施した。その結果、膨潤性粘土鉱物であるスメクタイトの含有が確認された。スメクタイトの含有量はチャートのピークから定性的な含有量の区分を行った (表-2)。

(3) 吸水膨張試験(JGS2121-2021)

ボーリング調査により採取した岩石を対象に吸水膨張試験を実施した。その結果、スメクタイト中量程度のBr1孔の1.85~2.00mの試料では23.11kN/m²の膨張圧が認められた。一方、地表付近でスメクタイトを多量に含む試料では膨張圧は0~4.21kN/m²であった (表-2)。

表-2 X線回析分析結果と岩石膨張圧試験結果

孔名	試験深度(m)	吸水膨張応力(kN/m ²)	スメクタイト(量)	コア判定の変質	岩級
Br 1	0.35 ~ 0.40	0.00	多量	h4(強変質)	D
	0.45 ~ 0.60	4.21	多量	h4(強変質)	D
	1.85 ~ 2.00	23.11	中量	h3(中変質)	D
	4.80 ~ 4.90	1.05	微量	h2(弱変質)	CL
Br 2	3.00 ~ 3.10	2.25	中量	h3(中変質)	CL
	4.00 ~ 4.15	1.10	極微量	h3(中変質)	CL
	4.75 ~ 4.85	1.07	中量	h3(中変質)	CL
	6.85 ~ 6.95	0.00	微量	h2(弱変質)	CL

4. 変状要因の検討と今後の変状予測

(1) 変状要因

吸水膨張応力は、Br1孔の1.85～2.00mの試料で最も高く23.11kN/m²であった。既設アンカーは3.0mピッチで打設されていることから、アンカー1本にかかる膨張圧は、3.0m×3.0m×23.11 kN/m²=208.0kN以上と想定される。この荷重は、過緊張状態であったNMアンカーの過緊張を発生させるには十分な値である。したがって、斜面に発生している変状の主な要因は、スメクタイトを含む膨張性粘土の含有とその膨張変化による地盤の盤ぶくれであると判断した。

(2) 今後の変状予測

膨張量は岩盤の吸水率に依存し、吸水率の増加は、乾湿の繰り返しにより増加することが入佐ら(1984)¹⁾で報告されている(図-2)。

上記を考慮すると、最も膨張圧が高いBr1孔の1.85～2.00mの試料はD級岩盤であることから、湿潤と乾燥を繰り返し、土砂状となったことで吸水しやすい岩盤状況であったと考えられる。一方、地表付近の試料はスメクタイトの含有量に関わらず膨張圧が低いため、地表付近は膨張が収束傾向にあると判断できる。これは、地表付近では地表から浸透する降雨の影響により、既に膨張しきった状態にあると考えられる。

スメクタイトの含有量が多い区間は地表付近であり、地表付近の岩盤は膨張が収束傾向にあることから、今後発生する膨張圧は、Br1孔の1.85～2.00mで確認された23.11 kN/m²程度と推定した。

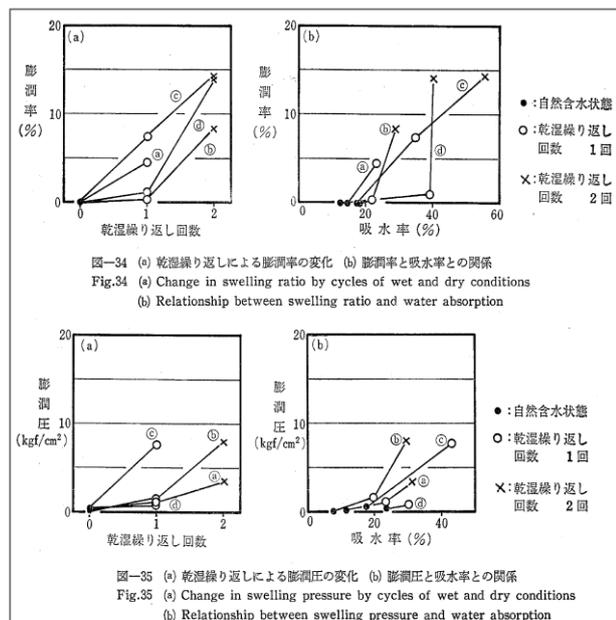


図-2 乾湿繰り返しによる膨張率の変化¹⁾

5. 対策工の検討

検討する対策工検討にあたっては以下を考慮した。

- ①23.11 kN/m²の膨張圧が作用しても問題ない構造とすること
- ②今後の膨張圧の変化により想定より大きな荷重が作用しても、対応が可能な計画とすること
- ③既設の対策工を考慮した対策工であること

以上を考慮し、法面安定化対策として既存対策工のグラウンドアンカー工を生かしたアンカーの増し打ちを提案した。増し打ちアンカーは、膨張圧の増加にも対応した許容アンカー力に余裕をもったアンカーの設置、さらなる増し打ちが必要になる可能性も考慮した追加対策を行なえる余地を残したものとした(図-3)。

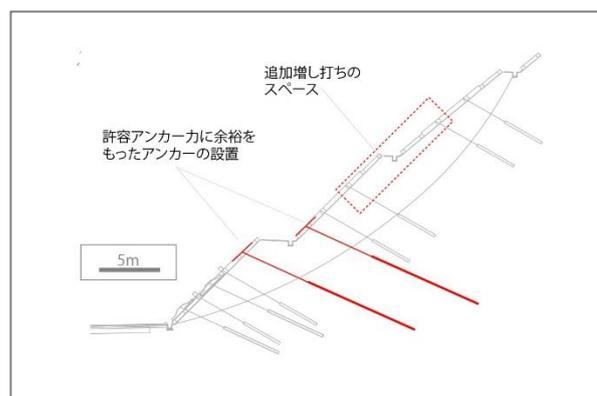


図-3 調査概要図

6. まとめ

切土斜面の変状とアンカー工の過緊張は、本調査解析の結果、スメクタイトを含む膨張性粘土の含有とその膨張変化による地盤の盤ぶくれが要因であることが判明した。

膨潤性粘土鉱物と膨張圧は、入佐ら(1984)¹⁾で報告されているように、湿潤と乾燥を繰り返すによる増加もあり、吸水膨張試験で得られる膨張圧は、風化進行による膨張圧増加の可能性は否定できない。

そのため、対策工の検討においては、湿潤乾燥による膨張圧の変化と、さらなる追加対策工を考慮し、アンカーの増し打ちを提案した。

《引用・参考文献》

- 1) 入佐純治, 麓秀夫, 満弘之 (1984): グリーントフ地域における土木構造物の変状と岩石物性値について, 応用地質調査事務所年報, No. 6., pp. 69-84.