

八戸周辺の切土斜面における表層崩壊のメカニズムについて*

八戸工業大学大学院 盛 健太郎
 八戸工業大学 坂下 光
 八戸工業大学 橋詰 豊
 八戸工業大学大学院 金子 賢治

1. はじめに

八戸周辺には高館ロームと呼ばれる火山灰質粘性土を代表として粘着性の高い特殊土が広く堆積している。土木工事による掘削や切土法面整形工程の際に、張芝や種子吹付け工などの風化のための法面保護工のみが施されている斜面が多く存在しており、竣工からあまり時間が経過していないにもかかわらず著しく表層部分が劣化し、ごく浅い表層崩壊が発生している箇所があるといった報告がされている (図-1)。

粘性土地盤の切土斜面が崩壊する形態として底部破壊や斜面先破壊があげられるが、これらはすべり面が深い位置にみられる崩壊であり、報告されている表層崩壊の形態とは異なると考えられる。

風化には、物理的作用や化学的作用など様々な要因があるが、八戸周辺の切土斜面においては、比較的短い期間で表層が劣化して表層崩壊が確認されたと考えられる箇所が多数存在する。また、八戸周辺に広く堆積している高館ロームは、凍上作用を受けやすい土として知られている。そこで、表層崩壊が短期間のうちに発生したのは凍上現象による劣化が原因であるという仮説を立てた。凍上現象が起きる主な要因としては土質 (粒度)、間隙水、地中温度等があげられる¹⁾²⁾³⁾。八戸地域は冬期の気温が低く、1月、2月の日

平均気温は摂氏 0℃を下回るような気候であり、凍上により道路や法枠ブロック等に被害が確認されている。これらをふまえ本研究では、表層崩壊のメカニズムを考察することを目的として、地元のコンサルタント協会の協力のもと八戸周辺の切土斜面を対象として、まず現地調査スクリーニングを行った。そして表層崩壊が確認された現場から乱さない試料 (不攪乱試料) を採取し、基礎的な物理試験及び強度試験を行った。



図-1 表層崩壊が確認された現場



図-2 現地調査実施地 (概略)

*On the Mechanism of Surface Collapse on the Cut Slope nearby Hachinohe Area by Kentaro Mori, Hikaru Sakashita, Yutaka Hashizume and Kenji Kaneko.

2. 調査及び実験の概要

地元のコンサルタント協会に調査スクリーニングを依頼し、表層崩壊が確認された現場の状況を整理し、地権者からの合意を得られかつ調査可能な箇所について現地調査を行った。不攪乱試料を採取した現場の概略図を図-2 に示す。現地調査の際には簡易動的コーン貫入試験を行い、換算 N 値及び換算一軸圧縮強さ q_u 値を算定している。また、地表面の変位を測定するための変位観測杭と地中温度測定のためのセンサー設置し、それぞれ一定期間ごとに計測・記録を行っている。地中温度と表面変位測定の概要を図-3 に示す。地表面の変位は、トータルステーションを用いて観測用固定点から変状が確認された法面と変状が確認されていない法面について月 2 回程度計測する。温度データロガーは地表面から垂直方向に 300mm の位置と地表面付近に設置した。温度データロガー設置の概要図を図-4 に示す。また、変位と温度の測定は 2018 年 5 月頃まで継続的に行うことにしている。

調査現場から基礎的な物理試験及び強度試験に用いるための土の不攪乱試料を採取し、基礎的な物理試験及び強度試験を行った。試験項目は、土粒子の密度試験、粒度試験、液性限界・塑性限界試験、一軸圧縮試験である。なお、一軸圧縮試験に用いる供試体は、不攪乱状態を維持するように丁寧にシンウォールチューブより採取し、その後マイターボックス、ワイヤソーを用いて直径 5cm、高さ 10cm の円柱状に切削形成した。

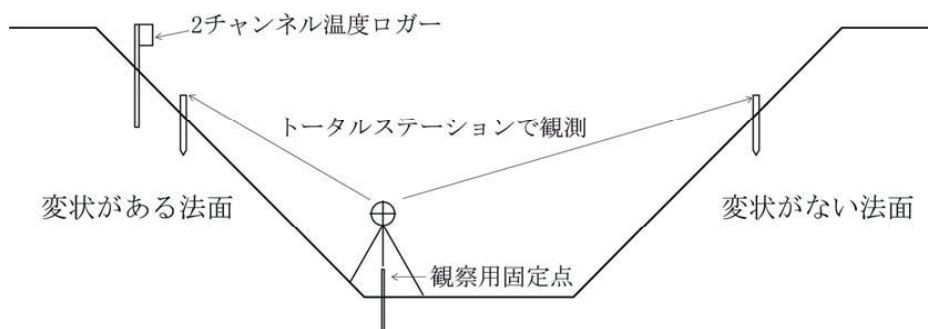


図-3 地中温度・表面変位計測の概要図

3. 現地調査の結果

現地調査の項目と現地の状況を表-1 に示す。当初凍上の影響を受けやすいと考えていた南向き法面だけでなく、北向き法面でも表層崩壊が確認された。簡易動的コーン貫入試験より得られた貫入深さと換算 N 値及び換算一軸圧縮強さ（換算 q_u 値）の関係をそれぞれ図-5、6 に示す。貫入深さは、斜面表面から垂直方向の距離に換算している。全現場において地表面からの貫入深さが深くなるにつれて換算 N 値及び換算 q_u 値が大きくなる傾向にある。施工から年月が経過したことにより、地表面が露出した状態

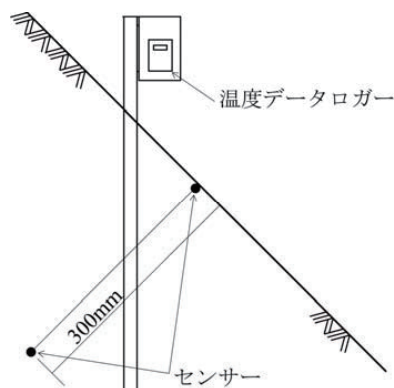


図-4 温度データロガーの概要図

の法面では冬期に凍上した地盤が春期に融解する現象が繰り返し発生することにより、表層付近の地盤が脆くなるためではないかと考えられる。

表-1 現地調査の項目と現場の状況

No.	調査地		法面向き	現場の状況
1	十和田市	両泉寺伝法寺線 A	北向き	浅い表層崩壊
2	十和田市	両泉寺伝法寺線 B	北向き	浅い表層崩壊
3	南部町	櫛引上名久井三戸線	北向き 南向き	道路左右両側が崩壊
4	三戸町	三戸広域農道	北向き 南向き	道路左右両側が崩壊
5	六戸町	高森・館野線	東向き 西向き	道路左右両側が崩壊

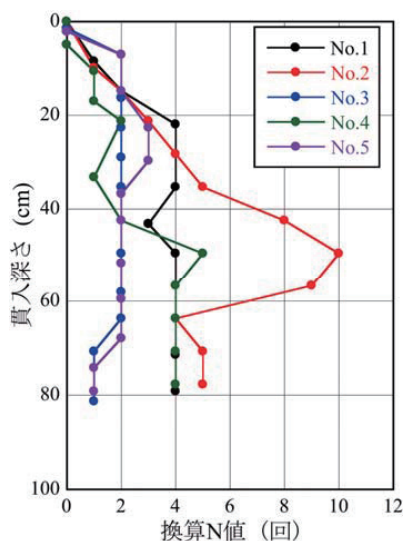


図-5 貫入深さと換算 N 値の関係

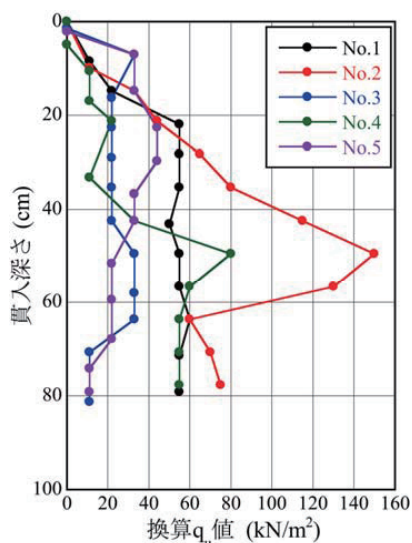


図-6 貫入深さと換算 q_u 値の関係

4. 室内試験結果

各種室内試験結果を表-2に、粒径加積曲線を図-7に示す。図-7には、フィンランド道路局で提案されている凍上性判定の図⁴⁾も併記している。粒度試験より、No.1、2、5の試料については細粒分が多く含まれていることがわかる。細粒分が比較的少ない No.4 の試料については、一軸圧縮試験に用いる供試体のトリミング作業ができない状態であったため、試験を実施できなかった。図中の領域1と2（ただし、領域2は毛管高さ1m以上の場合）については、凍上性があるものとされている。本実験ではNo.1、2、5の試料については細粒分が多く含まれており、領域1、2に重なる部分が多いことから凍上性があると考えられる。ただし、これは簡易的な判定であるため、採取した試料について実際に凍上試験を行い検討していく必要がある。

表-2 室内試験結果一覧

試験項目	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
細粒分(%)	47.37	49.49	18.42	11.87	46.64
土粒子の密度(g/cm ³)	2.610	2.670	2.682	2.559	2.579
自然含水比(%)	57.9	68.3	100.4	72.3	128.8
液性限界(%)	47.00	53.62	44.33	72.09	57.14
塑性限界(%)	28.81	34.17	35.56	59.35	43.30
塑性指数(-)	18.2	19.4	8.8	12.7	13.8
一軸圧縮強さ(kN/m ²)	53.78	60.34	46.60	-	49.60

5. おわりに

現地調査の際に行った簡易動的コーン貫入試験から、表層崩壊が確認された現場では、法面表面付近の地点では深い地点よりも換算N値及び換算 q_u 値が小さい結果となった。調査した現場では、施工完了当時から地山が露出した状態であったために、凍上及び融解現象が繰り返し作用することにより著しく劣化した表層部が大雨等の影響で崩壊したのではないかと考えられる。そのため、凍上作用を受けやすい土質であると判定される現場については、何らかの凍上対策工を施す必要があるのではないかと考えられる。

また、アイスレンズができて地表面が隆起・変形していく凍上現象の影響だけでなく、凍結及び融解現象の繰り返しによる影響にも注視して、表層崩壊のメカニズムについて考察していく必要がある。

今後は、凍上試験を実施し詳細な凍上性の判定を行っていく予定である。また、現地調査から、南向き斜面以外でも表層崩壊が発生していることから、等高線・地質等から判断した地下水移動方向の関係や道路の向き等といった現場の地形条件も加えて検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 橋詰豊, 小山直輝, 濱中寿夫, 石井大悟, 金子賢治, 野田英彦: ジオセルと断熱材を用いた切土凍上抑制工法の原位置試験, ジオシンセティックス論文集, Vol.30, pp.163-173, 2015.
- 2) 寒地土木研究所 寒地地盤チーム: 凍上被害を回避する切土小段排水の検討と凍上メカニズムについて, 2010.
- 3) (社)地盤工学会北海道支部 斜面の凍上被害と対策に関する研究委員会: 斜面の凍上被害と対策のガイドライン, 2010.
- 4) 櫻庭満, 西川純: 凍上速度による土の凍上性判定方法, 地盤工学会, 土の凍結と室内凍上試験方法に関するシンポジウム発表論文集, pp.23-26, 2001.

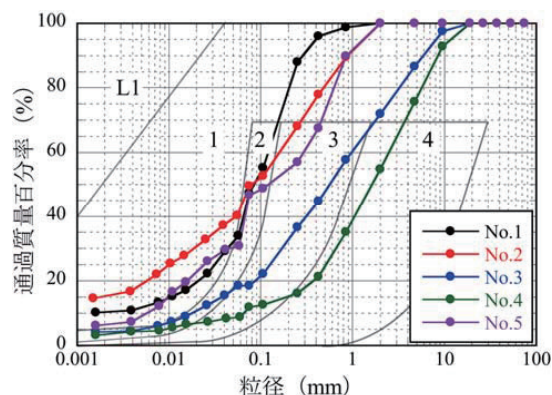


図-7 粒径加積曲線