

切土斜面の凍上抑制に関する現地実験

八戸工業大学 学生会員 佐藤 崇
 八戸工業大学 学生会員 佐藤 雄太
 八戸工業大学 正会員 鈴木久美子
 八戸工業大学 正会員 金子 賢治
 八戸工業大学 正会員 熊谷 浩二



写真-1 凍上発生現場

1. はじめに

寒冷地では、道路等の凍上に加えて、切土の表層にも凍上が発生し、グラウンドアンカー工などに被害をもたらしている。写真-1は実際に凍上が発生した現場である。この現場では、斜面下部の防草のために敷設したコンクリートブロックが波打ち、これを押さえるためのアンカーが浮き上がっている。斜面表層に凍上が起こると水平な地盤とは異なり、斜面に対して垂直に隆起した土が融解時には重力の影響を受け鉛直下向きに移動する。したがって、道路などの水平な地盤で生じる凍上による変形と異なり永久的な変形となる。このような状態で放置しておくことは斜面の崩壊に繋がる可能性があることから、早急に対策を検討する必要がある。

これまででは、道路等の凍上現象あるいは凍上抑制については多くの研究が行なわれてきた^{1),2)}。また、擁壁や補強土等に対する凍上現象についても幾つかの研究が実施されている^{3),4)}。しかしながら、切土斜面に対する凍上については、その対策も含めてそれほど研究されていない。凍上の抑制には温度制御、地盤の置換、水の制御の3つの方法が有効な手段である⁵⁾。地盤の置換は、実際の道路工事現場において凍上の発生しにくい地盤材料に置き換える方法である。また、水の制御は地下水等の供給をできるだけ抑え、凍上しにくい状態にする方法である。地盤の置換や水の制御は、主に道路の凍上抑制に採用されている方法であるが、切土斜面において地盤の置換や水の制御を行なうことは、コスト面や施工性の観点から非常に困難な場合が多いことは明きらかである。したがって、切土斜面の凍上対策としては温度の制御を考えることが経済的かつ効率的であり、合理的であると考えられる。

表-1 現地試験ケース

ケース	断熱材	アンカー
1	なし	鉄(斜面に垂直)
2	なし	鉄(鉛直下向き)
3	なし	プラスチック(斜面に垂直)
4	なし	U字アンカー(斜面に垂直)
5	断熱材 5mm	プラスチック(斜面に垂直)
6	断熱材 10mm	プラスチック(斜面に垂直)

本研究では、切土斜面の合理的な凍上抑制工法の開発を目指して、表面に断熱材を敷設することによる凍上抑制手法について、立花ら⁶⁾が行った室内試験の結果を参考に、実際に施工した斜面における現地試験の結果について報告する。

2. 現地計測

現地計測に用いた実験ケースを表-1に示す。勾配を1:1.5の斜面において、斜面と平行の方向1.8m×横方向3.0mの範囲を1ケースの領域とし、切土斜面の防草のために設置するコンクリートパネルを施工した。写真-2は施工現場の写真である。コンクリートパネルと土の間にはすべてのケースで防草シートが設置されており、断熱材を使用する場合にはパネルと防草シートの間に設置する。アンカーの長さは250mmとし、鉄製のアンカーとプラスチック製のアンカーとU字アンカーピンを使用した。また、ケース2の場合にはアンカーを鉛直下向きに設置している。ケース4では、製品と防草シートを一体化させて防草シート部分をU字アンカーピンで固定している。凍上による変位を測定

Key Words: 凍上抑制, 切土, 現地計測

〒031-8501 青森県八戸市妙字大開 88 - 1 八戸工業大学大学院 土木工学専攻 TEL 0178-25-3111 (代表)



写真-2 現地計測現場

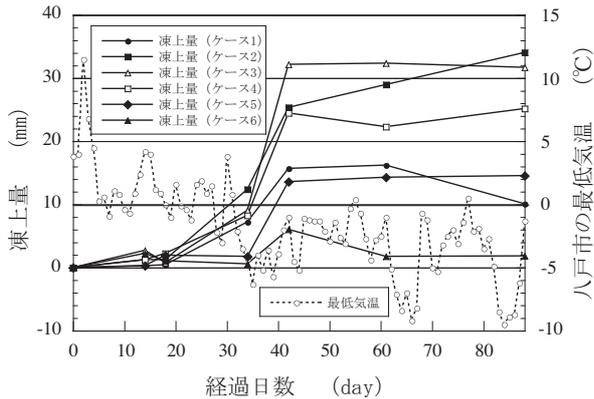


図-1 経過日数と凍上量・最低気温の関係

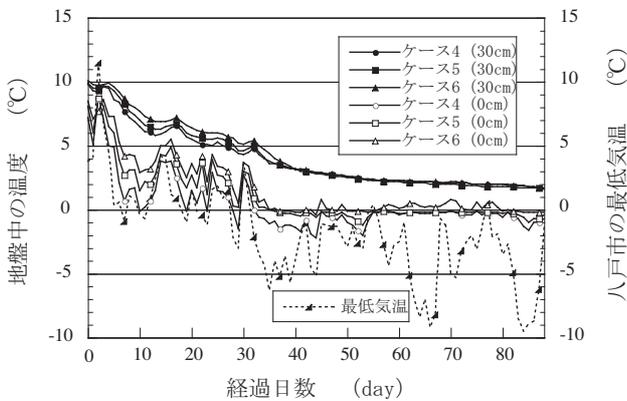


図-2 経過日数と地盤中の温度・最低気温の関係

する方法として、デジタル写真を使用した写真測量を行い斜面の変位を測定する。1 ケースに 5 カ所のポイントをもうけ、施工した日の数値とそのポイントとの差から斜面に鉛直な変位を凍上量として算出する。また、ケース 4, 5, 6 には地盤表面から 0cm と 30cm の位置に温度計を設置し、地盤中の温度変化を計測した。

3. 現地計測結果

測量による計測から得られた経過日数と斜面に対して鉛直上向きの変位量(凍上量)・最低気温の関係を図-1 に示す。図-1 は、中心箇所のポイントの変位を計

測したものである。写真による測量は、施工日から平成 22 年 2 月 8 日までの 7 回行った。図-1 から、施工からの経過日数が 30 日程度から各ケースで変位量が増加していることがわかる。この時、八戸市の最低気温が 0 を下回る日が続いていることから凍上による変位だということがわかる。写真による計測では数 mm の誤差が生じるが、ケース 1~4 よりも断熱材を使用したケース 5, 6 の方が変位凍上量が抑えられていることがわかる。また、断熱材が厚いケース 6 がより凍上量が少なく凍上抑制効果が大きいことがわかる。次にアンカーの影響としては、鉄製のアンカーよりプラスチック製のアンカーを使用したケースの方が凍上量を抑制していることがわかる。図-2 に地盤表面から 0cm と 30cm の位置の温度と最低気温の関係を示す。図-2 から、断熱材を使用しないケース 4 よりも断熱材を使用しているケース 5, 6 の方が地盤中の温度低下を抑制していることがわかる。断熱材の厚さの設定等については現場の気候等に基づいて設定する必要があるが、断熱材を用いることで切土の凍上抑制に効果大きいことが現地計測からも確認された。

4. おわりに

本研究では、室内凍上試験で確認されたデータを基に、切土斜面での現地実験を行った。施工からの経過日数が 30 日程度から各ケースで変位量が増加していた。これは、八戸市の最低気温が 0 を下回る日が続いていることから凍上による変位だということがわかった。断熱材の厚さの設定等については現場の気候等に基づいて設定する必要があるが、断熱材を用いることで切土の凍上抑制に効果大きいことが現地計測からも確認された。

参考文献

- 1) 福田誠・小川正二・亀井健史, 1988, Segregation Potential 理論による原位置凍上量予測, 土木学会論文集 400/III-10, pp. 253-259.
- 2) 小川正二・亀井健史・福田誠・佐々木嘉仁, 1987, 粘性土地盤における凍上現象に関する基礎的研究, 土木学会論文集 382/III-7, pp.149-156.
- 3) 鈴木 輝之・宇野 裕教・澤田 正剛・安達 謙二, 2000, 多数アンカー式補強土壁の背面凍結と凍結土圧, 土木学会論文集 III-50, pp.281-290.
- 4) 名久井保, 2000, 凍結作用を受けた火山灰質粘性土の工学的特性に関する研究, 八戸工業大学博士学位論文.
- 5) 川上房義: 土質力学第 7 版, 森北出版, 2007.
- 6) 立花大地, 佐藤雄太, 金子賢治, 熊谷浩二: 切土斜面の凍上抑制に対する断熱材およびアンカーの影響, 土木学会第 64 回年次講演会, 2009.