

(財)林業土木施設研究所

井上 孝人

日鐵建材工業(株)

岩佐 直人, 井原 千恵美

(株)北海道技術コンサルタント

神原 孝義, ○岩倉 徹

1. はじめに

土が凍結すると、土壤水が未凍結側から凍結線に集積し、土中に氷の層(アイスレンズ)が形成される。凍上は、このアイスレンズ形成の際に、水が体積膨張し地面を持上げる現象である(図1参照)。北海道等の寒冷地域では凍上現象はあらゆる地域で発生しており、融解期の地盤脆弱化による斜面崩壊¹⁾、凍結・融解に伴う表層土砂の移動・流出²⁾、凍着凍上による構造物の浮き上がり等様々な被害を及ぼしている。急傾斜地の斜面安定対策工も、凍上により被害を受けてきたが、その具体的な対策は、ほとんど行なわれていない。また自然斜面における斜面安定対策工の凍上に関する研究例も少なく、対策を図る上で基礎とするデータ自体が少ないので現状である。

このような背景から、鉄筋挿入補強工法の凍上対策を図る上での基礎データを得ることを目的に、鉄筋挿入補強工法が施工された自然斜面において行なった凍上観測結果について報告する。

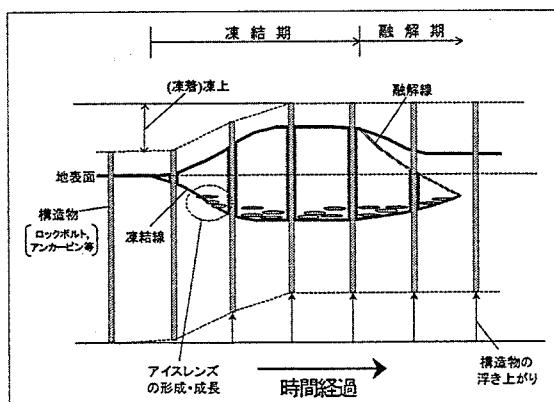


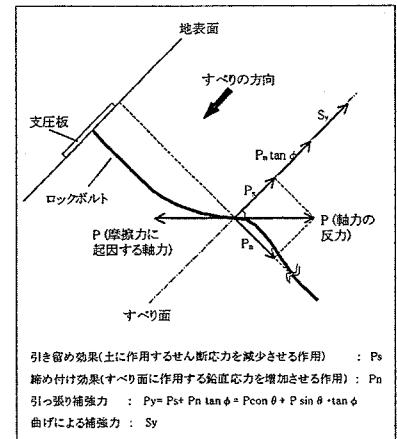
図1. 構造物の凍上の概念図

2. 観測地・観測内容

観測地は、北海道南部の南茅部町(41°54' N, 140°58' E)と、北海道東部の音更町(42°56' N, 143°12' E)で、北海道の温暖地と寒冷地を対象とした。鉄筋挿入補強工法は、自然斜面に長さ3~5mの鉄筋(補強材)を挿入し、斜面安定を図る工法である(図2参照)。樹木の多くを残存可能な工法であり、近年環境や景観に配慮した緑の斜面づくりの一環として、全国各地で採用

されている。観測項目

は両地区共通で、気温、地中温度、土壤水分量、地山・ロックbolt、支圧板の変位量、凍上力、ロックbolt歪量である。観測期間は、両地区とも平成14年11月中旬から平成15年4月下旬までのおよ

図2. 補強力発生概念図³⁾

そ6ヶ月である。観測データは、データロガーで1時間間隔で収録した。なお、積雪は、地盤に対して断熱材として作用し、地盤の熱環境を左右する。そのため、本観測では観測地点周辺を除雪し、地盤や構造物に対して凍上が発生しやすい条件で観測を行なった。

3. 観測結果

①気温の推移

音更・南茅部の日平均気温を図3に示す。音更のH14冬期の日平均気温は概ね-5°C~10°Cであった。また最低気温は-23°Cであり、極めて寒冷な気候である。したがって地盤の凍結深も大きく、最大凍結深は1mに達した。南茅部のH14冬期の日平均気温は0°C~5°Cの範囲内、最低気温は-8.3°Cであり、音更と比較すると温暖である。なお、南茅部の最大凍結深はおよそ40cmであった。

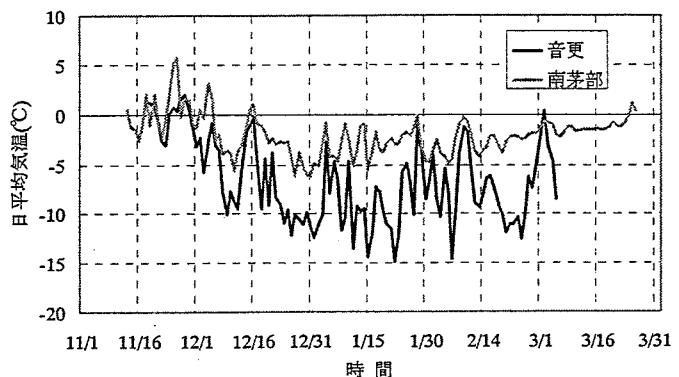


図3. 日平均気温の推移

②地山・ロックボルトの変位量の推移

音更・南茅部における地山の変位量を図4に、ロックボルトの変位量を図5に示す。音更・南茅部の地山の最大変位量は、それぞれ40mm、24mmであった。音更の地山変位量は、12月初旬まで急激に増加しているが、中旬以降はほぼ一定となった。この地山変位の変化点は、地盤凍結深が30cmの時期に対応している。これは音更の土質が、30cm以深で礫分が多く凍上性の低い土質であることが原因と考えられる。ロックボルトにも変位が認められ、最大変位量は音更では13mm、南茅部では4mmであった。

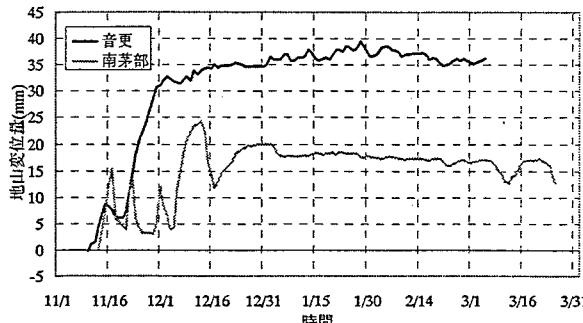


図4. 地山変位量の推移

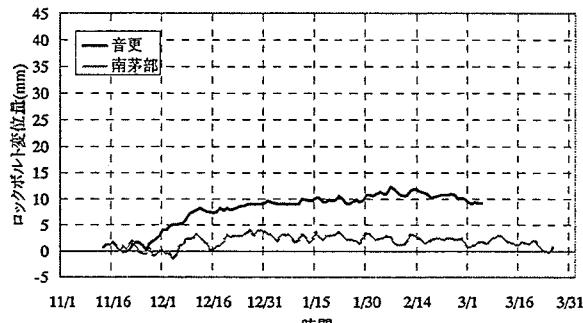


図5. ロックボルト変位量の推移

③凍上力の推移

音更・南茅部において測定した凍上力を図6に示す。凍上力とは、凍上している地盤が構造物に対して及ぼす力であり、今回の観測では、地盤が支圧板を押し上げる力を測定した。音更・南茅部の最大凍上力は、それぞれ11.0kN、9.5kNであった。

4. 鉄筋挿入補強土工法に対する凍上の影響

音更・南茅部の両地区とも、ロックボルトに変位が生じているが、この観測された変位量は、以下の成分により構成されているものと考えられる。

- (1) 凍着凍上による変位量
- (2) 変位量測定のための基準点変位(見かけの変位量)
- (3) ロックボルト自身の伸びによる変位量

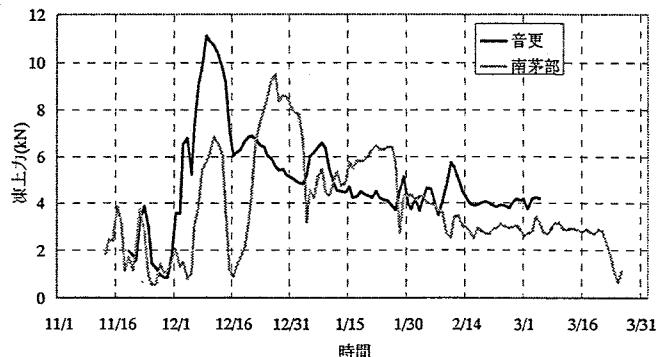


図6. 凍上力の推移

ここで、音更のロックボルト変位量に対する、各成分の影響度を評価する。成分(2)は、基準点の標高を測量により測定した結果、凍上期でも1mm程度であり、ロックボルト変位量に対する影響は微小である。成分(3)は、ロックボルトに取り付けた歪ゲージによる歪量から求められ、最大でも0.6mm程度で、観測された変位量に対する影響は小さい。したがって、ロックボルト変位量の主成分は成分(1)、すなわち凍上によるロックボルトの引き抜きであると考えられる。図2で示したとおり、鉄筋挿入補強土工法の補強力は、地盤と、地盤と補強材との周面摩擦力によって発生する補強力が重要である。凍上によるロックボルトの引き抜きは、地盤と補強材との間の付着が切れ、補強力の低下が起こる可能性を示していると考えられる。

5.まとめ

北海道の音更・南茅部で施工された、鉄筋挿入補強土工法の凍上観測結果から、両地区においてロックボルトに変位が観測された。また凍上力は音更で11.0kN、南茅部で9.5kNであった。このような凍上によるロックボルトの引き抜きは、地盤に対する補強力の低下を招く可能性があり、鉄筋挿入補強土工法に対して、凍上による変位の発生を抑える対策が必要と考えられる。今後は凍上観測を継続するとともに、観測結果の鉄筋挿入補強土工法の計画・設計への反映等、凍上対策を検討していく予定である。

[参考文献]

- 1) 佐々木(1980), 寒冷地のり面保護, 土木技術資料, Vol.22, No.8.
- 2) 曽根(2000),「室内実験による融解凍結を伴う斜面物質移動に関する研究」,平成11~12年度文部省科学研究費補助金(基礎研究C2)研究成果報告書.
- 3) 中村ら(2001), 自然斜面に適用した鉄筋挿入工法の設計法に関する検討, 平成13年度砂防学会研究発表会概要集