

寒冷地域の自然斜面における鉄筋挿入工法の凍上現象とその影響(2)

(株)北海道技術コンサルタント 神原 孝義, ○岩倉 徹
 日鐵建材工業(株) 岩佐 直人, 池田 武穂
 (財)林業土木施設研究所 井上 孝人

1. はじめに

凍上現象とは、地盤が凍結する時に地中にアイスレンズ(氷の層)が形成され、アイスレンズの厚さの分だけ地面が持ち上がる現象である(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、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、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が現状である。

このような背景から、鉄筋挿入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、平成14年度から鉄筋挿入補強土工法に関する凍上調査²⁾を行っており、その観測結果を報告する。

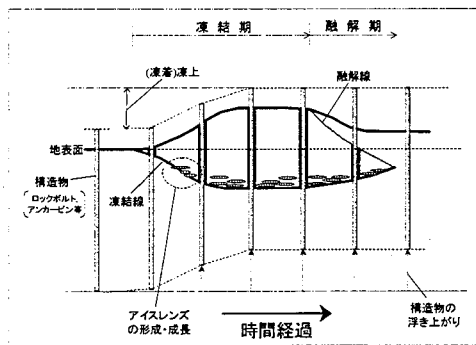


図1. 構造物の凍上の概念図

2. 観測地・観測内容

平成14年度にも観測を行った北海道東部の音更町(42°56'N, 143°12'E)に加え、細粒分が多く、地山の凍上性が高いと考えられる網走市(41°54'N, 140°58'E)において観測を行った。鉄筋挿入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)。この鉄筋挿入工法は、多くの樹木が残存可能であり、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、土壌水分量、地山・鉄筋挿入工の変位量、凍上力、鉄筋の歪量である。観測

期間は両地区とも平成15年10月下旬から平成16年4月下旬までのおよそ6ヶ月である。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要素である。そこで音更では観測地点周辺を除雪した条件(除雪条件)と、積雪を残したままの条件(積雪条件)の観測を行い、凍上に対する積雪の影響を検討した。

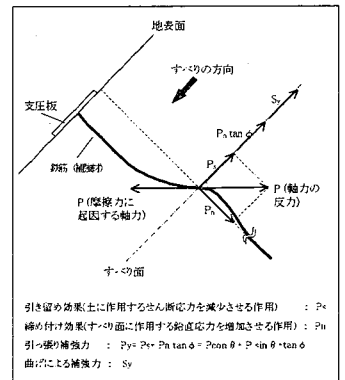


図2. 補強力発生概念図³⁾

3. 観測結果

①気温・地中温度の推移

平成15年度冬期の音更・網走の冬期気温の推移を図3に示す。音更・網走ともに、平成15年度冬期は過去10年間の中では温暖な冬期であった。日平均気温は、音更では-5℃~-15℃、網走では0℃~-10℃で推移した。図4に音更・網走の凍結深の推移を示す。音更の除雪条件と網走の凍結深を比較すると、最大凍結深はそれぞれ95cm、49cmであり、気温の低い音更の凍結深が大きかった。音更の除雪条件と積雪条件の凍結深を比較すると、12月上旬までの凍結深は両者の差異は小さいが、12月中旬以降、積雪深が増加すると積雪条件の凍結面の進行は停止し、除雪条件との差が大きくなった。なお、音更の12月中旬の積雪深は35~40cm、最大積雪深は111cmであった。

②地山・鉄筋挿入工の変位量の推移

図5に音更・網走の地山変位量の推移を示す。音更の除雪条件と積雪条件を比較すると、積雪深が小さい12月上旬の変位量に、両者の間に大きな差異は認められないが、12月中旬以降、両者の差が大きくなった。最大変位量はそれぞれ55mm、24mmであった。網走の地山の変位傾向は音更とは異なり、時間経過と共に単調に増加している。網走の最大変位量は40mmであった。図6に音更・網走の鉄筋挿入工の変位量を示す。音更の除雪条件と積雪条件の変位を

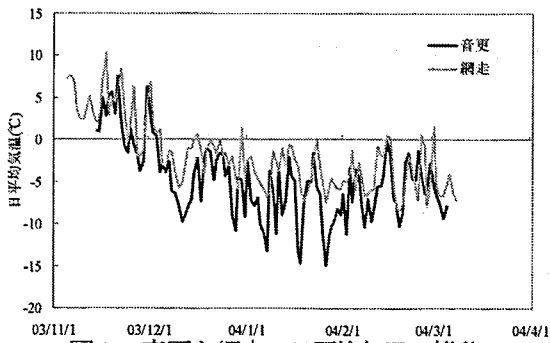


図3. 音更と網走の日平均気温の推移

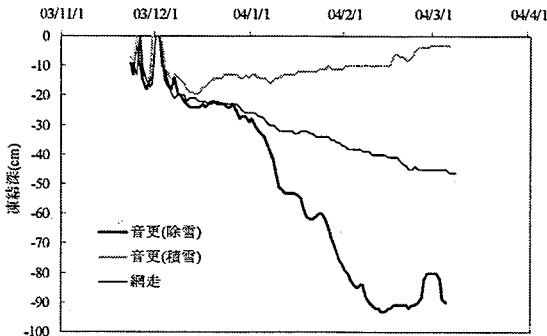


図4. 音更と網走の凍結深の推移

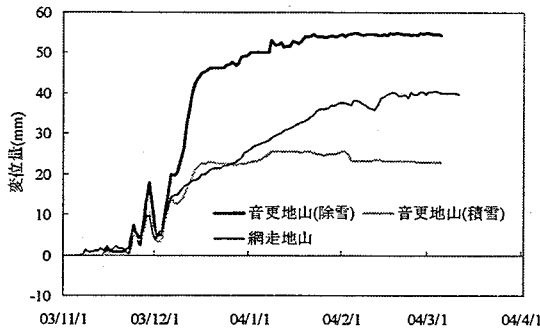


図5. 地山変位量の推移

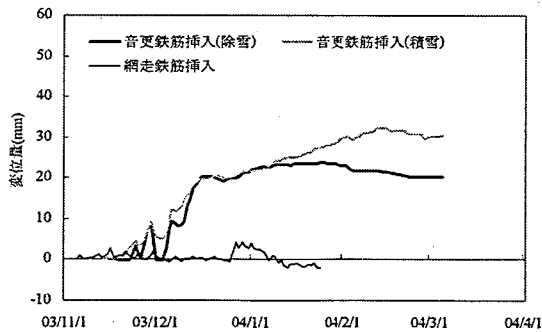


図6. 鉄筋挿入工の変位量の推移

比較すると、両者はほぼ同じ傾向であり、最大変位量は除雪条件では24mm、積雪条件では30mmであった。

積雪は大気と地山との間で断熱効果を発揮すると考えられているが、積雪が断熱効果を発揮するためにはある程度の積雪深が必要であり、その積雪深は、本観測結果では35～40cmであると推定される。なお音更では積雪条件でも変位が認められた原因は、十分な積雪深となる前に凍結が始まり、凍上が発生したことが原因と考えられる。

網走の鉄筋挿入工は、12月下旬にわずかに変位が認めら

れたが、音更と比較すると変位は小さかった。

図2で示したとおり、鉄筋挿入補強土工法の補強力は、地山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。凍上による鉄筋挿入工の変位は、地山と補強材との間の付着が切れ、補強力の低下が起こっている可能性を示している。

③凍上力の推移

図7に音更・網走の凍上力の推移を示す。音更の凍上力は12月上旬に最大となり、その値は11.2kNであった。網走の凍上力は1月中旬までは音更と同程度の値であったが、1月下旬から急激に増加し、最大凍上力は54kNとなった。

網走と音更の凍上力を比較すると、音更の凍上力の方が小さいが、鉄筋挿入工の変位量は音更の方が大きかった。音更の鉄筋挿入工は平成8年に施工されたものであり、施工後、凍結・融解の作用を繰り返し受けることで、地山と補強材の周面摩擦力が徐々に低下した可能性があり、小さな凍上力でも変位が生じる状態であったと考えられる。

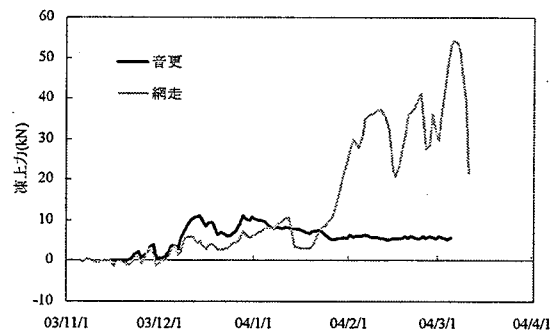


図7. 音更(除雪)と網走の凍上力の推移

4. まとめ

北海道東部に位置する音更町と網走市における鉄筋挿入工法の凍上調査の結果、音更の鉄筋挿入工の変位が確認された。このような鉄筋挿入工の変位は、地盤に対する補強力の低下を招く可能性がある。また、音更において積雪条件でも変位が発生したことから、自然状態の斜面でも除雪条件と同様、凍上による補強力の低下が起こる可能性があることが示された。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), 寒冷地ののり面保護, 土木技術資料, Vol.22, No.8
- 2) 井上ら(2003), 寒冷地域の自然斜面における鉄筋挿入工法の凍上現象とその影響, 平成15年度砂防学会研究発表会概要集
- 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