

## グラウンドアンカーへの凍上対策に関する試験施工

土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○山木正彦, 佐藤厚子, 畠山 乃  
日特建設株式会社 正会員 池田 淳, 飯塚孝之  
日本基礎技術株式会社 正会員 中村 剛

## 1. はじめに

北海道のような寒冷地においては、グラウンドアンカー（以降 GA）がのり面の凍上により被災し、その機能が損なわれ、維持管理上の問題となっている。筆者らは GA の凍上に起因する損傷メカニズムを把握することを目的に、実物大実験を実施し、①GA は冬期に凍上力を受けることで、春期にその緊張力が低下することがある、②GA の自由長を長くする、定着荷重を小さくする、受圧面積を小さくすることで凍上力を抑制することができる、などを示している<sup>2)</sup>。ここでは、断熱対策に着目し、GA に作用する凍上力を抑制する対策工に関して実施した試験施工について紹介する。

## 2. 試験条件

試験は、積雪が少なく冬期の気温が低い北海道苫小牧市にある寒地土木研究所施工試験フィールドにて実施した。今回の調査期間における原位置の日平均気温と、12/1 以降の日平均気温の累積値を図 1 に示す。図中には各々の最低値を記している。苫小牧市の 10 年確率凍結指数は  $370^{\circ}\text{C} \cdot \text{day}^3$  であることを考えると、本計測期間は特別寒冷ではなかったといえる。また試験フィールド内は定期的に除雪を行い、積雪深は常時 10cm 以下となっている。

試験地盤は表層 90cm を凍上性の高い地盤材料（凍上速度  $U_h=0.78\text{mm/h}$  の砂礫質火山灰質粘性土）に置き換え、締固め度 99.8% で造成した（図 2 参照）。なお本試験では、試験条件の明確さや、施工性を考え、GA を水平地盤に垂直に施工している。

今回実施した GA の各種対策状況等を図 3 に示す（GA-2～6）。GA-2, 4, 5, 6 は同一の素材の受圧板（鋼製）で、各々断熱手法が異なる（ただし GA-2 のみ定着荷重が異なる）。GA-3 は受圧板そのものが他と異なり強化プラスチック発泡体でできている。

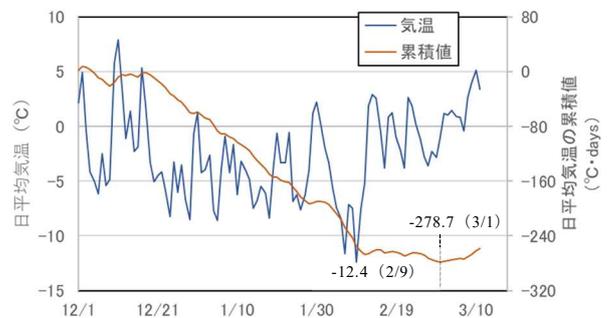


図 1 原位置の気象条件

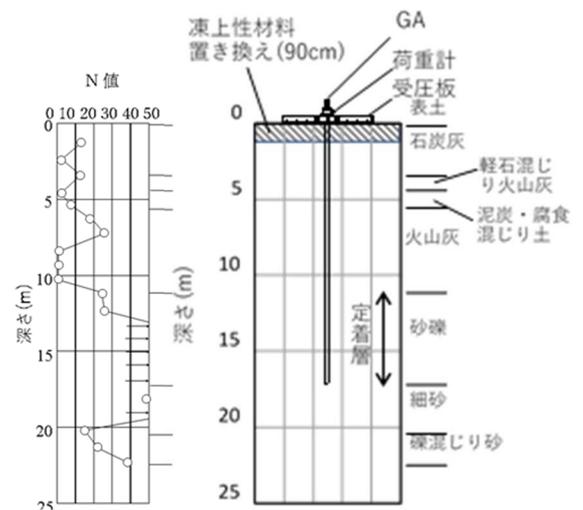


図 2 試験地盤

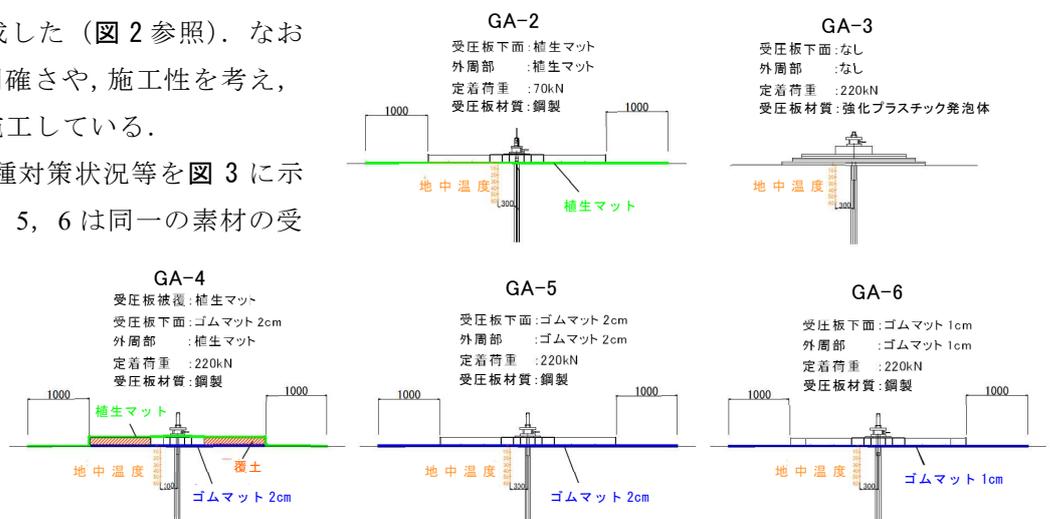


図 3 各種断熱対策を施したグラウンドアンカー（GA）の諸条件

キーワード：凍上、法面保護工、試験施工

連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34 TEL 011-841-1709

計測は GA に作用する凍上力として、受圧板と支圧板の間に荷重計を設置し、受圧板に作用する荷重を測定した。また試験地盤の凍結状況を把握するために、受圧板直下（アンカー体から 30cm の距離）に、表面から深さ方向に 10cm 間隔（地表面を含む）で地中温度の計測を行った。荷重と温度は 1 時間毎に自動計測を行っている。

### 3. 調査結果

#### 3.1 断熱効果

図 4 は各 GA 受圧板直下で測定した地中温度から算出した原位置における凍結深である。ここで凍結深は、地表面から深さ方向に 10cm 毎に計測した温度（日平均温度）を基に、温度勾配から 0°C の位置を推定し、地表面を基準にその位置を凍結深として示している。そのため厳密な意味で凍結深を表しているわけではないことに留意されたい。

この図より、今回設定した条件では、受圧板の素材が強化プラスチック発泡体である GA-3 が最も断熱効果が高く、凍結深が常時 0cm であることがわかる。なお GA-3 で測定した地中温度は地表面も含め一度もマイナス温度を記録しなかった。次いで、GA-4、GA-5、GA-2、GA-6 の順に凍結深が浅く、断熱効果が高いようである。

GA-5 と GA-6 の比較より、ゴムマットを 1cm 厚くすることで凍結深を 2~3 割程度低減することができ、また GA-2、GA-5、GA-6 の比較より、植生マットはゴムマット 1cm と 2cm の中間程度の断熱効果のようである。植生マットとゴムマットを組み合わせた GA-4（植生を考慮し受圧板のスペースに覆土している）は断熱効果が高く、景観を含め凍上対策手法として期待ができる。

#### 3.2 凍上抑制効果

図 5 は定着荷重が異なる GA-2 を除き、受圧板に作用する荷重（凍上力）を整理したものである。図 4 で示した凍結深の大小と凍上力の大小に相関が見られ、凍上力も GA-3、GA-4、GA-5、GA-6 の順に小さい。一方で図中にその日付を記しているが、凍結深が最大の日と凍上力が最大の日は一致せず、最大の凍上力の発現は凍結深が最大になった後に見られる。今後この原因について考察を深めたい。

また注目したいのが、算出した凍結深が 0 であった GA-3 においても荷重が増加し凍上力が作用していることである。これは、受圧板中央付近は断熱効果が高いが、そこから遠ざかると周囲からの冷気で地中が凍結し、凍上が生じていることが考えられる。現在、熱伝導解析により断熱効果の範囲等の検討を進めているため、いずれ断熱材の影響範囲についても報告したい。

### 4. まとめ

断熱により凍結深を低減することで、GA に作用する凍上力は確実に低減可能であることがわかった。引き続き熱伝導解析等により断熱の影響範囲等を定量的に示していく予定である。

【参考文献】1) 地盤工学会北海道支部凍上対策工の調査・設計法に関する研究委員会：斜面の凍上対策の調査・設計マニュアル（案），2016. 2) 池田淳，飯塚孝之，山木正彦，畠山乃，中村剛：グラウンドアンカーに作用する凍上力のフィールド実験，第 55 回地盤工学研究発表会，2020（投稿中）. 3) 日本道路協会：道路土工要綱，2009.

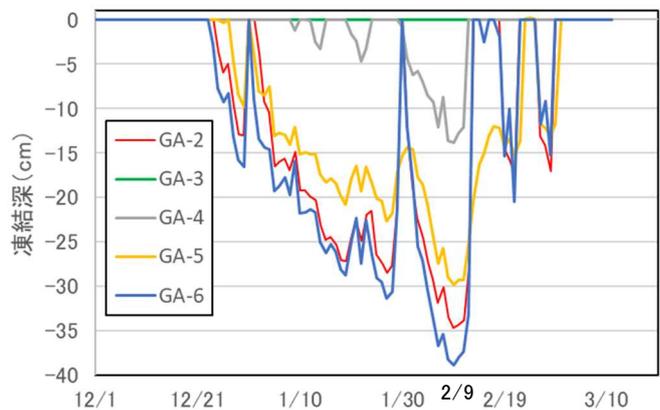


図 4 各 GA における凍結深の推移

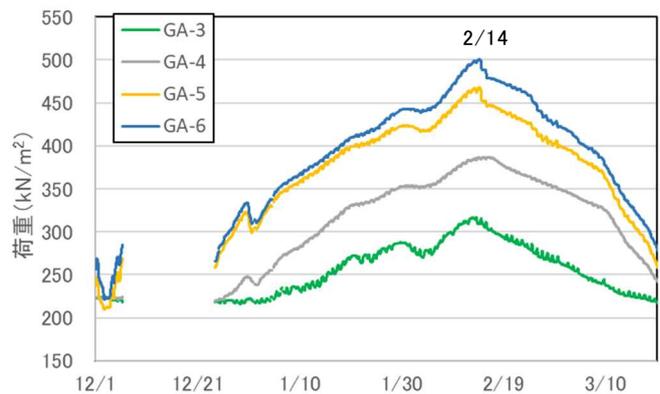


図 5 各 GA に作用する荷重（凍上力）