

グラウンドアンカー工の維持管理に関する実物大試験

日特建設株式会社 正会員 ○池田 淳、非会員 飯塚 孝之
土木研究所寒地土木研究所 正会員 山木 正彦、林 宏親、佐藤 厚子

1. はじめに

斜面安定、地すべりなどの対策としてグラウンドアンカー（以下 GA と称する）工は全国の各地域で広く採用されている。積雪寒冷地域においても同様に用いられているが、背面地盤の凍上による変状や損傷、受圧構造物の破損などが確認されている。それらによって斜面などの安定性の機能が低下することが問題視されており、維持管理上の課題となっている。GA の維持管理として日常的な点検は重要であり、目視点検によって GA、受圧構造物、周辺地盤の変状を把握することが基本となる。しかし、法面上の GA に対する目視点検は、構造物や植生などの影響によって確認できる範囲は限られる。

急傾斜地や地すべり危険箇所などの管理方法として、自動監視する斜面崩壊感知（傾斜）センサーが用いられている。その技術を応用し、GA や受圧構造物等の変状を把握することができるか実物大の試験を行った。

本報告は、その結果をまとめたものである。

2. 試験方法

2.1 試験地盤

試験地盤は、図-1 に示す層の 90cm を凍上性の高い火山灰質粘性土（凍上速度 $U_h=0.78\text{mm/h}$ ）に置き換え、締固め度 99.8% で造成している。

2.2 原位置の気象条件

2020 年度の原位置の日平均気温($^{\circ}\text{C}$)と日平均気温の累積値($^{\circ}\text{C}\cdot\text{days}$)を図-2 に示す。本期間における凍結指数は $516^{\circ}\text{C}\cdot\text{days}$ 程度であった。

2.3 グラウンドアンカーの諸元と設置方向

GA は引張型クサビナット定着方式(PC 鋼より線 $\phi 15.2\text{mm}\times 1$ 本)を水平に造成した試験地盤に鉛直方向に施工している。表-1、図-3 に GA の諸元を示す。GA に作用する凍上力は、受圧板と支圧板の間に設置した荷重計により計測している。受圧構造物として鋼製受圧板を使用した。定着荷重は、鋼線が凍上力によって破断、変状を確認することを目的として、2019 年度は GA の許容引張力 $0.6T_{us}$ 付近である 140kN 、2020 年度は降伏引張力 T_{ys} 付近である 220kN で定着し試験を開始した。また試験状況の確認のため動画撮影も行った。

2.4 傾斜センサーの諸元と設置方法

一般的に、凍上力を計測するためには特殊なロードセルの設置を必要とするなど手間と費用を要する。そこ

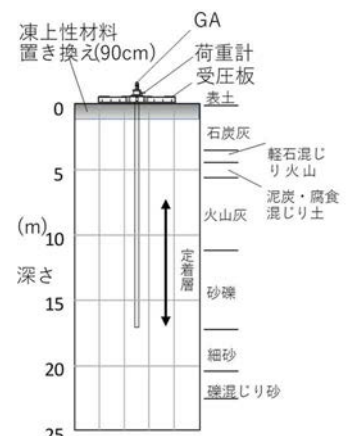


図-1 試験地盤

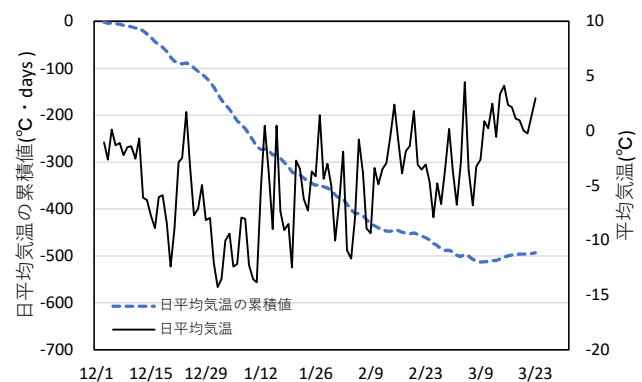


図-2 原位置の気象条件

表-1 GA の諸元

アンカー仕様	定着荷重 (kN)		許容引張力 $0.6T_{us}$ (kN)	降伏引張力 T_{ys} (kN)	極限引張力 T_{us} (kN)		自由長 (m)	定着長 (m)	受圧構造	
	2019年度	2020年度	JIS	JIS	JIS	試験値			独立受圧板	受圧面積 (m ²)
PC鋼より線 $\phi 15.2\times 1$ 本	140	220	156.6	222	261	283	7.0	10.0	鋼製	3.13

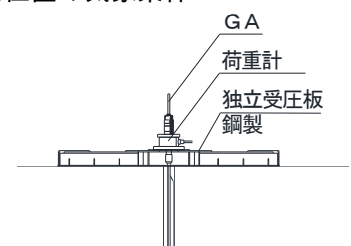


図-3 GA の配置

キーワード グラウンドアンカー、維持管理、凍上

連絡先 〒004-0041 北海道札幌市厚別区大谷地東4丁目2番20号 日特建設(株)札幌支店 TEL011-801-3611

で、安価で簡易なモニタリングシステムとして、小型で高精度な MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を活用した傾斜センサー (中央開発製、商品名: 感太郎) を使用した¹⁾。この傾斜センサーを受圧板に設置し、微小な傾斜角の変化を計測することで、受圧板の微小な変状を把握できる。写真-1 に設置状況、図-4 にセンサーの配置図をそれぞれ示す。傾斜センサーは受圧板の中心部に 2 箇所設置した。傾斜センサーは、インターネットを介して自動的に伝送されるデータを配信するとともに現地計測機器を遠隔地から制御することができるシステムと組み合わせることで、計測データを Web 上で常時確認することが可能である。

3. 試験結果

試験は、2019 年度と 2020 年度の 2 シーズンに渡って実施した。図-5 に GA 荷重の推移を示す。2 シーズンとも、定着後一時的に荷重が低下するが、時間の経過に伴い荷重が増加し、受圧板に凍上力が作用していることがわかる。2019 年度は凍上力により荷重の増加する傾向を確認し、GA の破断を確認するため、極限引張力まで再緊張を行った。その後、塑性域までは達したが破断までは確認できなかった。2020 年度は 2019 年度の荷重推移をもとに初期の定着荷重を 220kN と設定した。その結果、2020 年度の 2 月 7 日時点で荷重の急激な低下を確認した。図-6 は傾斜角の Web 上で確認された計測データであるが、2 月 7 日 12:00 頃に大きな変位が生じていることがわかる。その時間帯を動画により確認したところ、GA が破断している状況を確認することができた。

図-7 に 2019 年度、2020 年度の荷重推移と傾斜角の推移を示す。いずれも GA 荷重の増加に従い、X 軸がマイナス方向に動いている。これは、凍上現象により GA が引っ張られ、受圧板が反っている挙動を示している。2020 年度は 2 月 7 日に破断が発生し、傾斜センサーでもその挙動も捉えている。2019 年度は 2 月 15 日以降 GA 荷重が減少する傾向にあり、これに伴い傾斜センサー K2 の傾斜角は受圧板の変形が少なくなる傾向を示しており、これは凍上していた地盤が融解している状況を捉えたものと考えられる。

4. おわりに

安価で高精度な傾斜センサーで、凍上現象による GA や受圧構造物の変状の把握の可否を確認するために実物大の試験を行った。その結果、傾斜センサーで GA の変状および受圧板の微小な挙動を捉えられることが確認できた。これにより GA の維持管理として、荷重計に変えて、安価である傾斜センサーが、荷重の変化、受圧板の変状、頭部の変位、損傷、破断などの異常を把握するために適用できる可能性があるものと考えられる。

謝辞)傾斜センサーの使用及び計測結果の解釈にあたっては中央開発株式会社の王寺秀介氏に支援を頂きました。この場を借りて深く御礼申し上げます。

1)王寺秀介他：斜面对策施設の凍上被害に対する新たなモニタリングシステムの開発,第 73 回年次学術講演会,2018

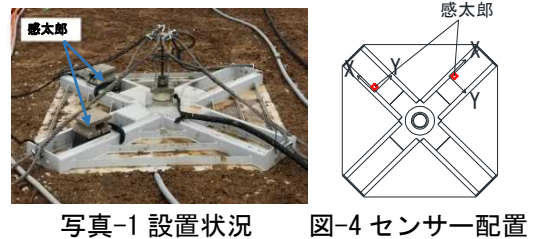


写真-1 設置状況

図-4 センサー配置

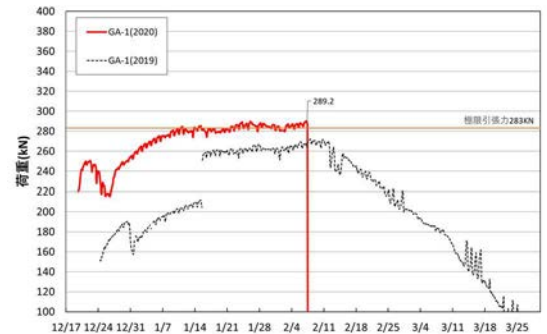


図-5 荷重の推移

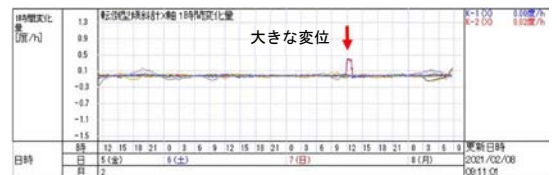
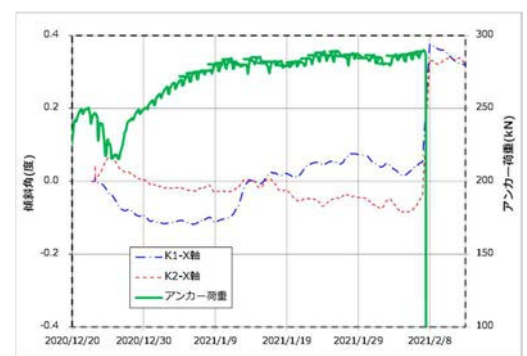
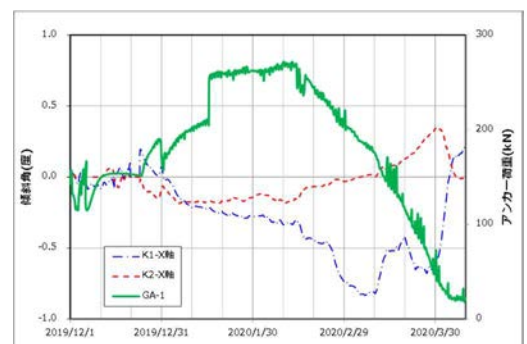


図-6 傾斜角の推移(Web画面)



2019 年度



2020 年度

図-7 GA 荷重と傾斜角の推移