

傾斜センサーを利用した構造物挙動のモニタリング事例

中央開発株式会社 折原浩平

1. はじめに

崩壊する恐れのある斜面において傾斜センサーを設置する場合、通常は地中に埋設して設置する。しかし、近年はニーズ増大により、設置が多様化しており、各種構造物の表面に設置する事例が増加している。この場合で問題となるのは、温度変化による影響である。傾斜センサー自身は温度補正をしており、温度による影響を減少させているが、設置周囲の構造物の体積変化により、傾斜角度の測定値に影響を及ぼすことが懸念される。今回は構造物の表面に傾斜センサーを設置した事例を5つ紹介し、一部の事例で温度変化による影響をどのように対処し、観測を実施しているのかを述べる。

2. 事例紹介

(1) 法枠

寒冷地における法枠の凍上被害の有無や挙動を観測するため、法枠に傾斜センサーを設置した。傾斜センサーは鉄製プレートをアンカーボルトで法枠に固定した（写真-1）。設置後は、直射日光や積雪の影響を防ぐためにプラスチック製の箱と断熱シートで覆った。

観測結果としては、これまでに凍上に起因するような変化は認められていない。



写真-1 法枠への設置状況

(2) 道路盛土の擁壁

路面沈下と谷側滑動がみられる市道でコンクリート擁壁の挙動を観測するために傾斜センサーを設置した（写真-2）。傾斜センサーは、擁壁天端コンクリートに鉄製のL型のプレートをアンカーボルトで固定し、このプレートにネジで取り付けた。設置後は、獣害や接触防止、積雪の影響や直射日光の影響を防ぐために鉄製のカバーと断熱シートで覆った。

観測結果としては、温度変化の影響も少しみられたが、安定した結果が得られた。



写真-2 擁壁への設置状況

(3) 仮設防護柵

国道および鉄道に沿う斜面の崩壊現場に応急設置された仮設防護柵において、その挙動を観測するために設置した。傾斜センサーはJ型の鉄製プレートをH鋼に接着剤と万力で固定し、このプレートにネジで取り付けた（写真-3）。設置後は、直射日光の影響を防ぐために鉄製のカバーと断熱シートで覆った。

観測結果としては、対策工事や鉄道の振動によるブレを除けば、長期的に安定した結果が得られた。



写真-3 仮設防護柵への設置状況

(4) 仮設土留め

国道に面する斜面の崩壊現場に応急設置された仮設土留めの挙動を観測するため、仮設土留めのH鋼に傾斜センサーを設置した（写真-4）。傾斜センサーは、まずH鋼の上端にJ型の鉄製プレートを接着剤と万力で固定し、このプレートにネジで取り付けた（写真-5）。設置後は、獣害や工事中の接触防止、また直射日光を防ぐために鉄製のカバーと断熱シートで覆った。

観測結果としては、温度変化の影響がみられるものとなっていた（図-1）。傾斜角度とセンサー温度の経時変化を比較すると明確に正の相関を示したため（図-2）、傾斜

角度と温度の相関から求められる回帰直線を用いて、温度から予測される角度（推定角度と呼ぶ）を求めた。そこで、実際の角度（実角度と呼ぶ）と推定角度の差をとることによって（図-3）、変状が発生した場合は、プラス側に継続して増大すると考えられたため観測項目に追加した。図-3に示す観測結果から長期的な変状は発生していないと考えられる。



写真-4 仮設土留めの全景



写真-5 仮設土留めへの設置状況

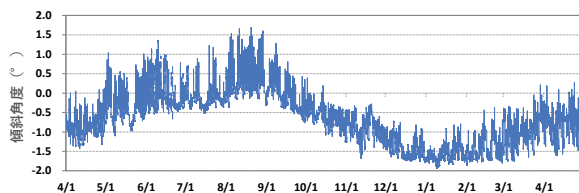


図-1 傾斜角度の観測結果(X軸)

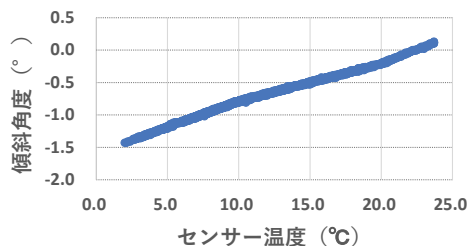


図-2 傾斜角度とセンサー温度

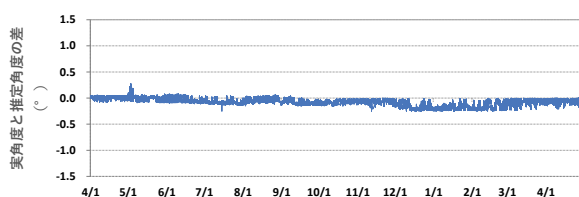


図-3 実角度と推定角度の差(X軸)

(5) 石垣

はらみ出しの変状が認められる石垣において、その挙動を観測するために傾斜センサーを設置した。傾斜センサーの周囲および底面を石膏で固め、さらに両面テープ等で石垣に固定し、設置した(写真-6)。設置後は、直射日光を防ぐために断熱シートで覆った。

観測結果としては、温度変化の影響がみられるものとなっており、傾斜角度とセンサー温度の経時変化には相関関係がみられた。そこで(2)の仮設土留めのときと同様に、実角度と推定角度の差を用いて観測を行った(図-4)。実角度と推定角度の差からは長期的に安定していることが考えられる。



写真-6 石垣への設置状況

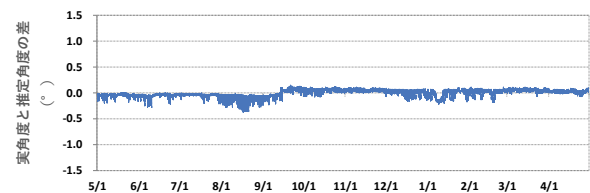


図-4 実角度と推定角度の差(X軸)

3. まとめ

構造物に傾斜センサーを設置する場合は、温度変化の影響による傾斜角度の変化に注意する必要がある。現在、その影響を低減させるために、傾斜センサーを設置する際に鉄製のカバーや断熱シートで覆う対策を実施している。また、傾斜角度と温度に顕著な相関関係が示される場合には、温度データを用いて補正することで構造物の挙動を観測することが可能と考えられる。

4. おわりに

土木工事の安全管理の観点から仮設構造物に傾斜センサーを設置する業務はこれから増加していくことが考えられる。また、構造物の老朽化進行の観点から橋脚や道路の擁壁などに設置するニーズも増加すると考えられる。このため、これらの事例を参考にして臨機応変に工夫して対応していく所存である。