

## 8 岩盤斜面計測における温度補正の一事例

土木研究所 急傾斜地崩壊研究室 門間 敬一 小嶋 伸一 ○高木 登  
株式会社ダイヤコンサルタント 上北 孝

### 1. はじめに

岩盤斜面の変状機構や規模の調査・解析、安定性の評価、崩壊の予知予測をおこなう上で、その変状計測に関わる技術の確立は必要不可欠である。計測技術には機器の選定、配置（設置位置と配置密度）、設置方法など現地調査結果から予想される崩壊形態や崩壊範囲に対して最適となるための技術と、取得した計測データの処理（分析・解釈）方法に関する技術がある。前者は、専門技術者による詳細な現地調査や地質調査結果に基づく経験的判断によるところが大きい。また、後者に至っては、計測事例そのものが少なく、さらに実際に不安定化を示す挙動データを取得した事例は希である。

建設省では平成8年度から、いくつかの岩盤斜面について、計測技術の確立、崩壊メカニズム、崩壊前兆現象、予知予測手法の検討を目的とした岩盤斜面計測を実施している。

### 2. 研究の目的

岩盤斜面の安定性を評価する基礎資料の一つとなる計器計測値には、実際の地盤の変動以外に、気象・温度・潮汐等の影響・センサーの特性に応じた計測誤差が含まれており、計測値からこれらを取り除いた真の計測値に基づいて解釈及び評価を行う必要がある。しかし、これらの影響の除去方法が未だ確立されていないのが現状である。本研究では、真の計測値（実際の岩盤斜面挙動）の抽出を目的とし、ここでは計測値分析方法の一事例を紹介する。

### 3. 分析方法

まず、実計測値の特徴・意味を解釈した上で簡易モデルを作成した。このモデル中での抽出を試行し、その方法を実計測値へ適用した。

実計測値は、大分県日田郡の第四紀更新世・阿蘇火山碎屑岩類に属すると考えられる、溶結凝灰岩からなる岩盤斜面において計測中の表面亀裂変位計計測データ（1998年1月1日～12月31日：毎時データ）である。表-1に分析に用いた計測機器の仕様を示す。

	①亀裂変位計	②温度計
メーカー名	東京測器研究所	山里産業
型番	KG-5A	RMB-100SX
測定レンジ	0～5mm	-200～100℃
計器分解能	0.00125mm	0.1℃

表-1 計測機器の仕様

亀裂変位計(CX-6)・外気温(TS-1)の年間変動状況(1998.1.1～1998.12.31)

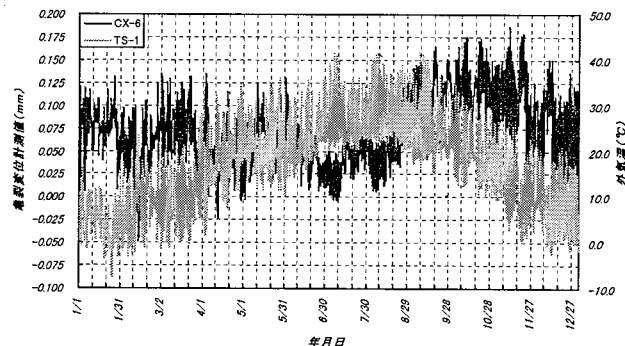


図-1 亀裂変位計測結果経時グラフ

### 4. 分析結果

#### 4.1 実計測値に見られる特徴

図-1に亀裂変位計計測結果の経時変動グラフを示す。図中には外気温の変動状況も示している。また、図-2には亀裂変位と温度の相関図からその散布状況に着目し、月単位のデータ群としてのシフト状況を示した。これらから以下の特徴がうかがえる。

- ①計測データには、大小のばらつきは見られるが、短波長の明瞭な日周期変動が見られる。
- ②温度相関図から、月単位のデータ群は温度に対して明瞭な逆相関関係を示す。
- ③月単位のデータ群はループ状にシフトし、これから年周期的な挙動を見ることができる。

#### 4.2 簡易モデルの作成及び分析

実計測値に見られる特徴を踏まえた上で、計測値に影響を与える要素とその特性を以下のようにとらえ、簡易モデルを作成した。

実計測値は、影響要素として「i) 計測器センサーの温度特性、ii) 計測機器取付金具の温度特性、iii) 設置岩盤表面の温度特性（熱膨張収縮）、iv) 岩盤（ブロックとして）の温度変化による挙動」を考慮し、これらの総和として表される。また、その特性として「i)～iii)の要素は外気温変化に対して敏感にตอบสนองし、計測値の日周期変動（上記①、②）として表される。これに対し、iv)は年周期変動（上記③）として表される。」と解釈した。

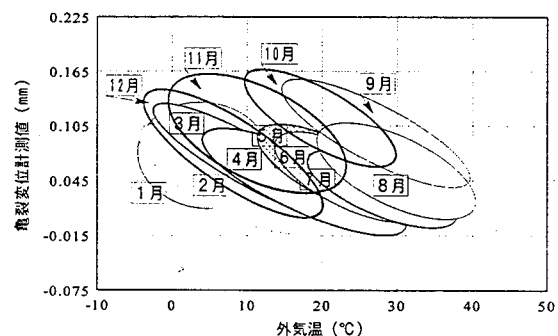


図-2 月単位データ群の年間移動状況図

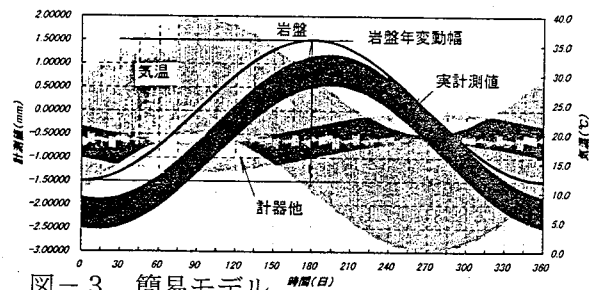


図-3 簡易モデル

図-3にモデルを示す。「計器他」の変動はi)~iii)を含み、気温に対して日周期・年周期ともに逆相関を示す。

「岩盤」(ブロック)の変動はiv)に相当し、年周期変動のみである。そして「実計測値」とは、「計器他」と「岩盤」の変動の和として表される。ここでは「実計測値」から「計器他」を取り除き、「岩盤」の変動を抽出する。

ある気温(定温度:例えば15℃、20℃、25℃)に着目し、その気温における「実計測値」を抽出すると、この値は岩盤の年周期変動の影響を受けた経時変化を示す。これを異なる気温において行うと、「実計測値」は等しい振幅を保ちながら上下にシフトする(図-4)。この温度差当りの「実計測値の差」(シフト量)は「計器他」の当該温度差当りの変動幅に等しい。

すなわち、ある時間における「岩盤」の挙動値は、

$$\text{「岩盤」の挙動値} = \text{「実計測値」} - (\text{「その時間の気温」} \times \text{「単位温度当りの計器他の変動幅」})$$

として抽出が可能である。

### 4.3 実際の変位計測データへの適用結果

上記の手法を実際の亀裂変位計測データに対して適用した(図-5)。温度・亀裂変位量ともに日変動幅にばらつきが大きく、結果、温度差5℃当りの計測値の差にもある程度のばらつきが見られることが解る。この平均値を「単位温度当りの計器他の変動幅」として、変位計測データから差し引き図-6に示した。これを図-1と比較すると、「計器他」の逆相関を示す日周期変動要素を除去したことによって、比較的明瞭な年周期変動を見ることが出来る。しかも、図-7の「計器他の温度特性補正前後」の温度相関図は、補正後データの明瞭な正相関関係を示している。

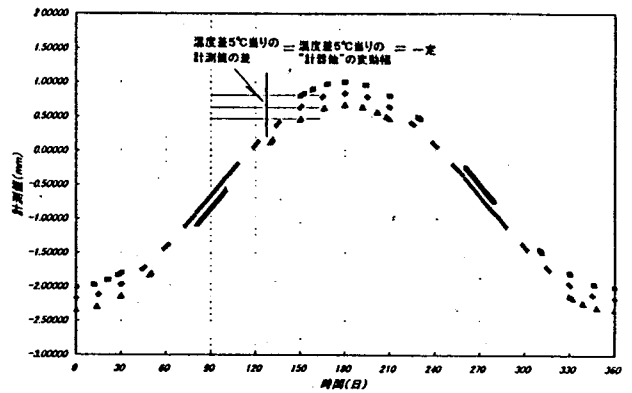


図-4 定温度における実計測値の経時変化(モデル)

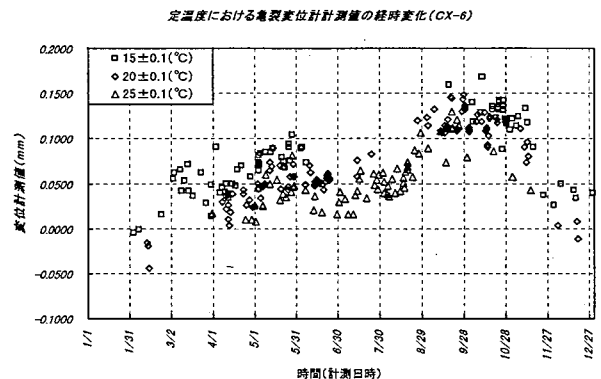


図-5 定温度における実計測値の経時変化

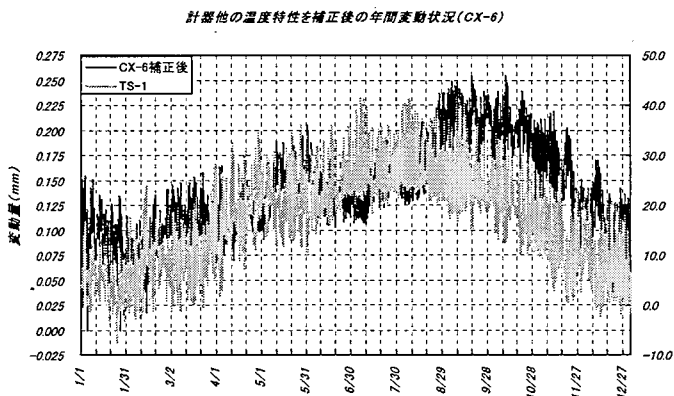


図-6 計器他の温度特性を除いた年間変動状況

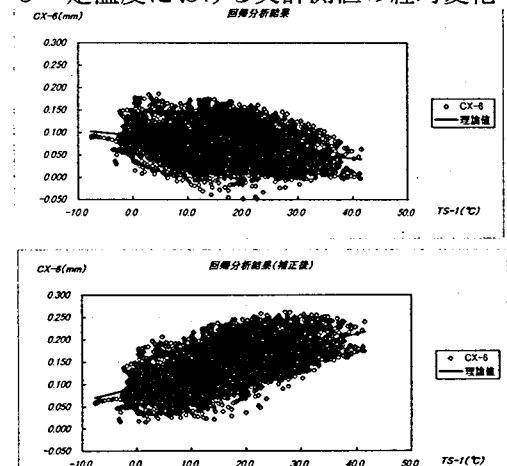


図-7 計器他の温度特性補正前後の温度相関図  
上段:補正前 下段:補正後

## 5. まとめ

実計測データを「日周期変動の卓越する要素」と「年周期変動を示す要素」に分解し、前者を「計器他の温度特性」、後者を「岩盤の挙動」として解釈した。これを簡易モデルを用いて「岩盤の挙動」を抽出する方法を試行し、実計測データに適用した。

その結果、実計測データは逆相関の日周期変動の影響を強く受けており、岩盤の真の挙動(量よりむしろ温度応答特性)の把握には、この補正が不可欠であることを示すことができたと考えている。

## 6. 今後の課題

今回の補正方法及び補正結果は、現状、その有効性・妥当性について検証されていない。

従って、今後の大きな課題として以下が挙げられる。

- ①得られた結果の妥当性の検証:不安定化挙動を示す岩盤斜面での計測データ取得が望まれる。この斜面状況、亀裂の方向性・開口状況や伸展状況などの実現象や、他機器の計測値との関連付け・整合性を検証して、初めてその有効性・妥当性を検証することができる。
- ②他の機種・機器への適用性の検討:今回行った計測データの補正は、岩盤斜面計測システムにおいて、亀裂変位計という一機器の一機種についてのみ実施したものである。従って、他の計測機器への適用性の検討が必要である。