

デジタル写真計測による岩盤斜面の長期変状観測

大成基礎設計株式会社 正会員 ○廣田 雅彦
 大成基礎設計株式会社 柏井 善夫
 NTT インフラネット 後藤 哲雄

1. はじめに

1996年2月10日に発生した古平町豊浜トンネルの岩盤崩落事故以来、岩盤斜面の点検と監視体制の強化および岩盤崩落の予知・予測に関する研究が各方面で推進されている。しかし、重要区間を除いては目視点検を主体としたのり面点検が従来どおりの方法で行われているのが実情である。目視点検を主体とした点検では、定性的な評価に基づいて岩盤斜面の危険度を判定するため、対策工の必要度、優先順位などを合理的に決定することは容易ではない。ここでは、定量的な評価指標の一つとして、岩盤の変位量を定期的なデジタル写真計測によって求める手法について報告する。

2. デジタル写真計測の方法

デジタル写真計測は、デジタル写真に写されたターゲットの三次元座標を求める技術であり、その手順は、図-1に示すとおりである。

(1) 反射ターゲットの設置

円形の反射ターゲットを不動点と観測点に設置する。反射ターゲットは微小なガラス球を配列した構造になっており、長期的に風雨に曝すと均一な反射性能が維持できない可能性がある。このため、観測間隔が長い場合には取り外せるネジ留め方式としている。また、解析上、12個以上のターゲットを配置することが必要である。

第1回目の撮影では、E0デバイスと呼ばれる既知の座標値を持つターゲットを配置した器具を配置し、絶対座標系の基準とする。また、長さの基準として検定済みのスケールバーを配置する。

第2回目以降の撮影では、第1回目で求めた不動点のターゲットを基準として解析する。

(2) デジタル写真の撮影

使用するデジタルカメラは、焦点距離、絞り、シャッタースピードを手動で設定出来ることが条件となる。今回の測定例では、CANON EOS D-30を使用した。撮影は、意図的に露出不足の状態でストロボを使用し、反射ターゲットからの反射光を強調した画像を得る。

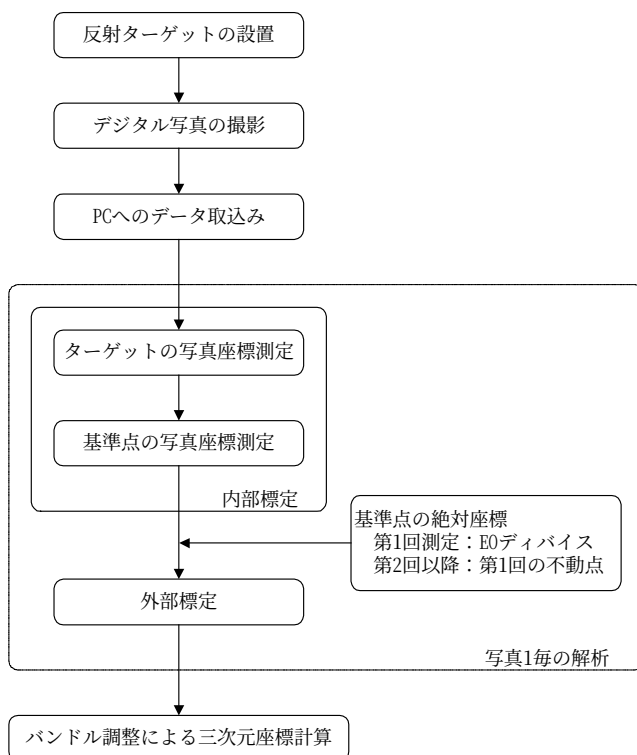


図-1 デジタル写真計測の手順

高精度の解析結果を得るためには、1枚の写真に12個以上のターゲットが写っていることと、

キーワード：デジタル写真、写真計測、精密写真測量、岩盤斜面、変状観測

連絡先：〒409-0112 山梨県北都留郡上野原町上野原 8154-59

大成基礎設計株式会社 技術研究所 TEL.0554-62-2880 FAX.0554-62-2770

各ターゲットについて様々な角度と距離からデジタル写真が撮影されていることが必要である。この条件を満たすために、全部のターゲットがカメラの視野に入る場合で6枚以上、ターゲット配置が広範で一部しかカメラの視野に取りこめない場合には、数十枚の写真を撮影する。

(3) コンピュータへのデータ取込み

パーソナルコンピュータ(PC)のデータ取込みは、USB ケーブルまたはメモリーカードを経由して行う。

(4) 解析

解析は、各写真についてターゲットと E0 デバイスの中心座標の計算を行う内部標定と、カメラ位置を決定する外部標定をおこなった後、バンドル調整によって三次元座標を求める。ターゲットの中心座標は、図-2に示すようにターゲット円周上の画素の感光度から計算する。これによって画素の大きさの 1/10 程度の精度での中心座標が得られる。また、バンドル調整の過程で、カメラのラジアルディストーションとディセンタライズディストーションに対する補正が自動的に行われる。

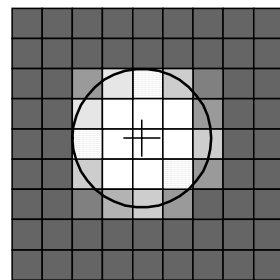


図-2 中心座標の計算

3. 観測結果

図-3 に示す地方道に近接する岩盤のり面においてデジタル写真計測による長期変状観測を行った。最大撮影距離を 30m 以内とし、 $\phi 40\text{mm}$ の反射ターゲットを 21 個配置した。2001 年 7 月 8 日と 2002 年 2 月 17 日の間の亀裂間の変位量は、+0.3mm であった。各々の測定における解析誤差は 0.1mm 以内である。

4. 観測結果の評価

現地において同時に継続している光ファイバセンサによる変状観測結果では、気温あるいは日照時間の変化に対応した $\pm 1\text{mm}$ 程度の日較差が観測されている。デジタル写真計測で得られた +0.3mm は、この日較差以内の値であり、岩盤に有意な変位は無いと判定される。

5. まとめ

岩盤斜面の安定性に関する定量的な評価指標の一つとしてデジタル写真計測による長期変状計測を行い、現在も継続中である。計測結果は、別途測定された日較差より小さい値を示しており、評価指標として十分堪え得る精度が得られている。のり面点検と並行してデジタル写真計測を定期的を実施することによって、定量的指標を含んだ長期的なり面管理ができる可能性が開けた。すなわち、期間変動量の多少によってのり面の危険度をランク付けし、対策の緊急度を判定する新たな指標の一つが出来る可能性がある。現在、3 箇所の岩盤斜面において測定を継続しており、より多くの測定値を蓄積して、危険度判定との関係を追及していきたい。この計測を行うに当たってご指導をいただいたメルボルン大学の Clive S Fraser 教授に、謝意を表します。



図-3 岩盤斜面におけるデジタル写真計測。矢印の先端にターゲットが配置されている。写真中央に左上から右下に見える直線が同時に行っている光ファイバ計測。

【参考文献】

・村木広和、田中成典、古田均編著、北川悦司、野田肇共著、

デジカメ活用によるデジタル写真測量入門、森北出版、2001 年 3 月 31 日発行