

VI-347

ALSを用いた岩盤座標計測に関する実験と改良に関する考察

計測技販（株）	正員	宮崎 英司
計測技販（株）	正員	後藤 雪夫
（株）構研エンジニアリング	正員	川瀬 良司
北海道開発局開発土木研究所	正員	中井 健司
北海道開発局開発土木研究所	正員	島田 武

1. はじめに

近年、大規模な岩盤崩落対策が道路防災上の重要な課題とされているが、土木学会の「大規模岩盤崩落技術検討委員会」の提言（1997. 3）においても指摘されているとおり、岩盤崩落現象に関する調査・観測の実例が少なく、その為に岩盤崩落に至る岩盤の挙動の基礎データが不足しており、現状では有効な管理手法が確立されていない。

このことから著者らは大規模岩盤崩落予知を目指して、従来からの手法“点”による観測を“面”的に捕らえる方法を応用した新しいセンサー、システムの研究と開発を進めているところである。

ここで紹介するのは、この過程においてノンプリズム自動壁面三次元測定装置（*Autoscanning Laser System*）で、実際の急崖斜面を観測し、その計測データについての処理法を検討した結果と今後のいくつかの改良について述べるものである。

2. ノンプリズム自動壁面三次元測定装置の測定原理と特徴

自らの座標（X, Y, Z）から任意点の座標X, Y, Zを知るために、本機から連続的に発射されるレーザーパルス光が目標物に反射され帰ってくるまでの時間を計測して距離を測定、又ヨークには水平角と鉛直角測定用のセンサーが内蔵されており水平で $0 \sim 360^\circ$ 、鉛直で $-60^\circ \sim +85^\circ$ の範囲内で回転させることにより水平角度、鉛直角度を求めている。

自動スキャニング方法はヨーク内のサーボモーターで上下、左右に微動させることにより、壁面を水平方向、鉛直方法、又はその両方向に一定角度あるいは一定の距離を与えてメッシュ状に計測できる。

この際、目標物には反射鏡等を設置する必要がないこと、夜間や雨、雪の中で使用可能なことから、急崖斜面などの様にターゲットを持って立ち入ることのできない危険な現場等に有用と考えられる。

3. 変状観測データ処理方法について

三次元的画像処理で広大な壁面の微少な変状を観測するのは不可能であることから、壁面の変状を観測する考え方として2. で述べた原理から図-1で示すメッシュ座標の観測値で整理する方法で考えることとした。

3-1. 単独点での観測

メッシュ座標の個々の座標点の測定値を観測回ごとの差分で求める方法をとった。この場合、図-2のような壁面状態にあるような時、現状の機器のもつ特性と観測方法から $\angle\theta$ 相当量の誤差が発生する。この誤差がALSのもつ測距精度以上（ $\pm 4 \text{ cm}$ ）になった時、観測の信頼度を失う。実際の測定データでは数10 cmのオーダになり単独点でのデータ処理法は有用ではなかった。

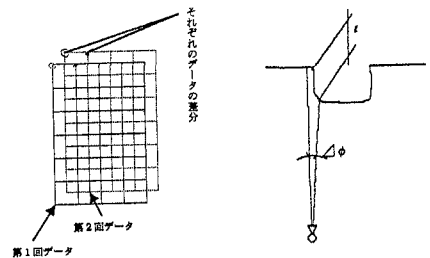


図-1 メッシュ座標点 図-2 観測誤差要因

キーワード：岩盤崩落、ノンプリズム測定器、三次元壁面計測

〒065-0020 札幌市東区北20条東15丁目3-1 TEL(011)-731-2489 FAX(011)-731-2469

3-2. 面的な観測

単独点での観測の問題点をなくす方法として、観測ごとにメッシュ座標全てのX、Y、Zのデータの平均値を求めてその変化を観測して行くことにした。この結果をみると単独点の場合よりバラツキは1桁オーダー小さくなったが、計測器誤差の中に入るにいたらなかった。

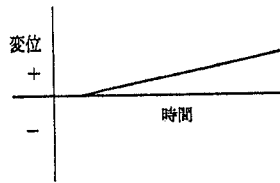


図-3 安定状態

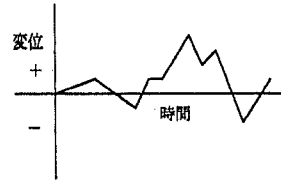


図-4 測定誤差が大きい

そこで、平均値データを図-3、4の考え方で測定時間毎で累積する方法をとることにした。連続多数回の観測を行い、1時間ごとの移動平均を行って累積したグラフを図-5に示す。図-3、4の考え方は、図-3のように任意直線上に平均データの累積値があるときは、安定した壁面状態にあり、任意直線上から外れたとき変位の傾向としてみなすことが出来る。また、図-4のようにランダムに外れるときは平均データの信頼性は失われる。

図-5のグラフについては最初の6時間目までと、その後について壁面の測定面積を変えたために生じた勾配の変化であるが、機器誤差を含みながらもX、Y、Zとも任意直線上に平均データが累積されておりこの処理法は有用と考えられる。

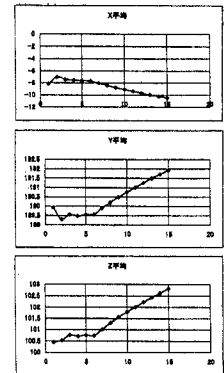


図-5 平均値の累積

4. まとめと今後の課題

ALSを用いた岩盤座標計測のデータ処理法について以上のようにいくつかの試みを行ったが、現状においては全ての座標点計測値の時間ごと平均値の累積勾配を求める方法が有用と考えられるが、データを時間ごとに平均化するので、変位～崩落に至る時間が短い場合は問題が残る。

その他、今後の課題としては以下の点があげられる。

- ① 座標点の初期点、最終点の設定が視準望遠鏡による人為的設定であるため測定回ごとに人的誤差が生じる問題
- ② 反射のない点（空）など無効点が欠測となるため平均値を求めるための数値的補正法
- ③ 光学的計測であるため、温度・湿度、あるいは日射・日照量による岩盤そのものの動きと計測器の特性の関係

以上の問題点の解決方法として図-6のように現在デジタルビデオカメラ、パーソナルコンピュータ、スポットレーザの併用により以下の試みを行っており、より精度の高い測定結果が得られるものと期待している。

- ① リモートコントロールが可能なことから三次元測定装置のキーボードをコンピュータCRT上で操作可能にする。
- ② 現状の視準望遠鏡に加えて100倍程度のズームが可能なビデオカメラを装着、コンピュータ画面上でビデオ画面がライブで見ることができる。
- ③ 以上の利点はコンピュータ画面上で視準十字線とスポットレーザ光の中心線を重ねて視準測定する事ができ視準する部分の倍率を上げて、測定回ごとの人的誤差、座標軸ズレ等が防げる。
- ④ 図-7のようにコンピュータ画面上でスポットレーザ光を移動させ視準しながら測定ができる。又、自動測定したい枠を決めて線で結合し枠内を指定した間隔でスキャンさせることができる。
- ⑤ ビデオカメラの映像が観測データと同時保存でき、観測したデータのイメージを具体化できる。

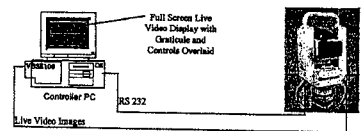


図-6 パーソナルコンピュータとビデオカメラの併用

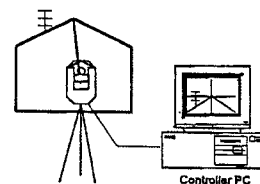


図-7 指定点の枠決め