

I - 85

ALSを用いた岩盤座標計測に関する実験と考察

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(平成9年3月)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、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、現状では有効な観測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、従来より行われている“点”による観測を“面的”に捕らえる岩盤モニタリングの新しいセンサー、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、その内の一つと位置づける目的で自動壁面三次元測定装置(Autoscanning Laser System)について岩盤変状計測における特性と有効性を探るための観測を行った経過を述べるものである。

2. ALS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来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、鉛直方向、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. ALSの主な仕様

機種	:	100型	300型	1000型
測距範囲				
反射鏡なし	:	80m	400m	1000m
反射鏡(最大)	:	3.5Km	10.0Km	3.5Km
計測時間	:	1.0秒	0.4秒	0.5～5秒
測距分解能	:	1cm	2cm	10cm
測距精度	:	± 2 cm	± 4 cm	± 20 cm

Experimental and Remarks on Rockface Profiling with ALS

by Hideshi MIYAZAKI, Yukio GOTO, Ryoji KAWASE, Kenji NAKAI and Takeshi SIMADA

4. 観測壁面の三次元的表現

観測対象の急崖斜面をALS-300型を用いて測定した座標（ x ， y ， z ）より三次元的に表したものを図-1に示す。これから述べる変状観測方法についてはこの壁面が変状を示していないことを前提にこの壁面を観測したデータを基にしている。

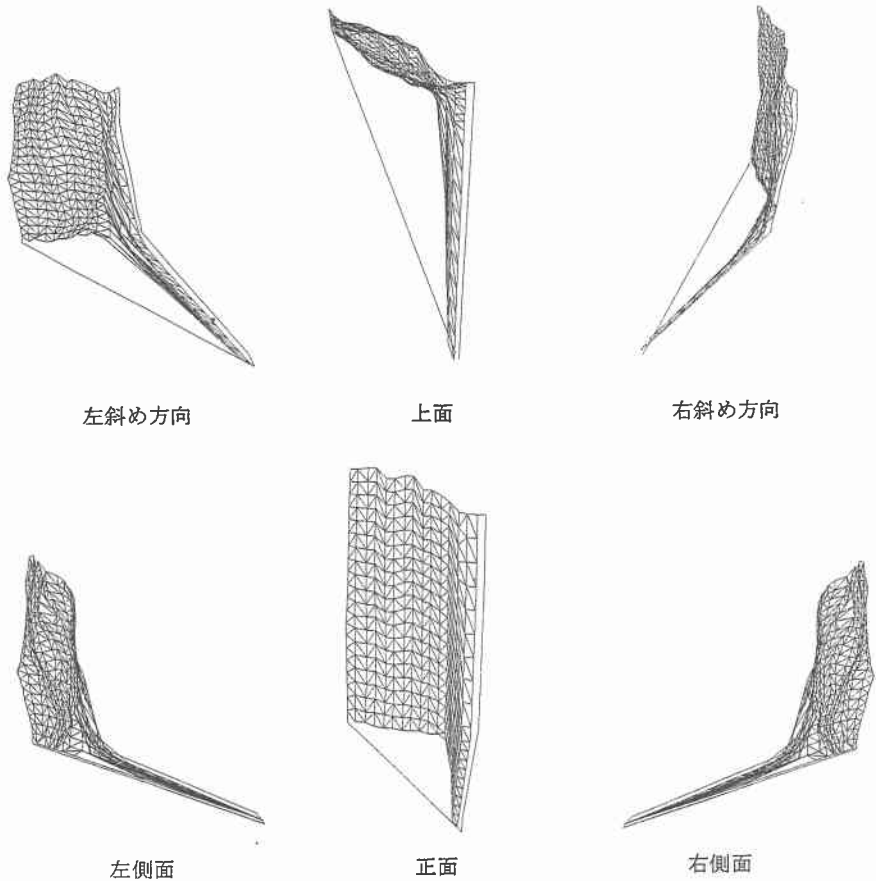


図-1 観測壁面の三次元表示

5. 変状観測方法について

壁面の変状を求める考え方として2.で述べた原理から図-2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。

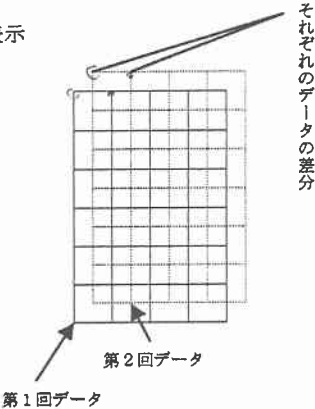


図-2 メッシュ座標点

5-1. 単独点での観測

メッシュ座標の個々の座標点の測定値の差分で求める方法をとった。

この場合、図-3のような壁面状態にあるような時、機器のもつ特性（観測法）により $\angle\theta$ 相当量の誤差が発生する。この誤差がALSのもつ測定値以上（ $\pm 4\text{ cm}$ ）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のオーダーになり単独点でのデータ処理法は有用ではなかった。

5-2. 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。結果のグラフを図-4に示す。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。

そこで、平均値データを図-5, 6の考え方で測定時間間隔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-7に示す。

図-5, 6の考え方は、図-5のように任意直線上にある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状の傾向としてみなすことが出来る。また、図-6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-7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。

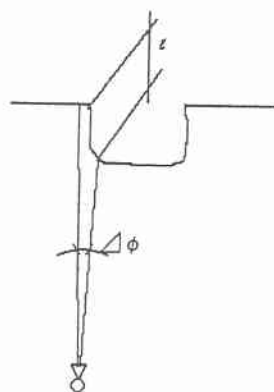


図-3 誤差要因

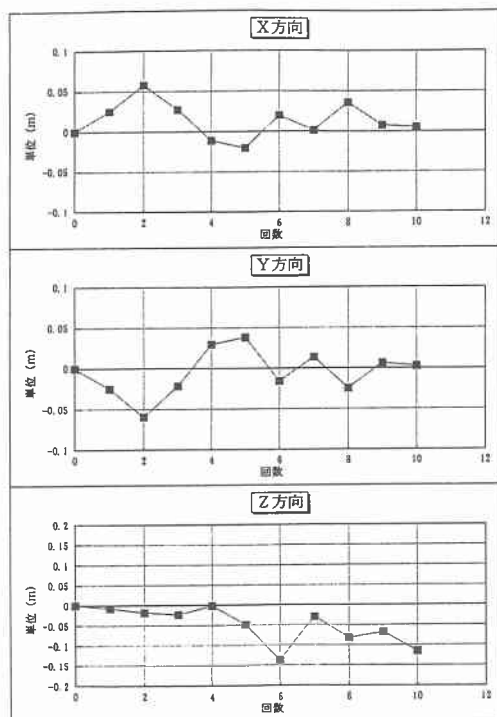


図-4 観測毎の平均値

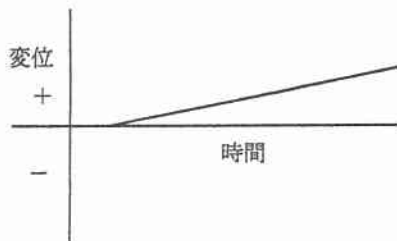


図-5 安定状態

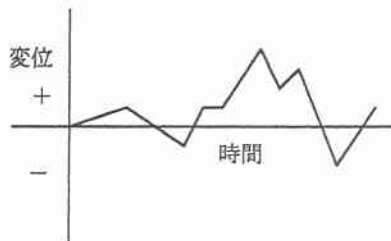


図-6 測定誤差が大きい

6. まとめ

A L S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、変状～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る。

①座標点の初期点、最終点の設定が人為的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の補正法。

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。

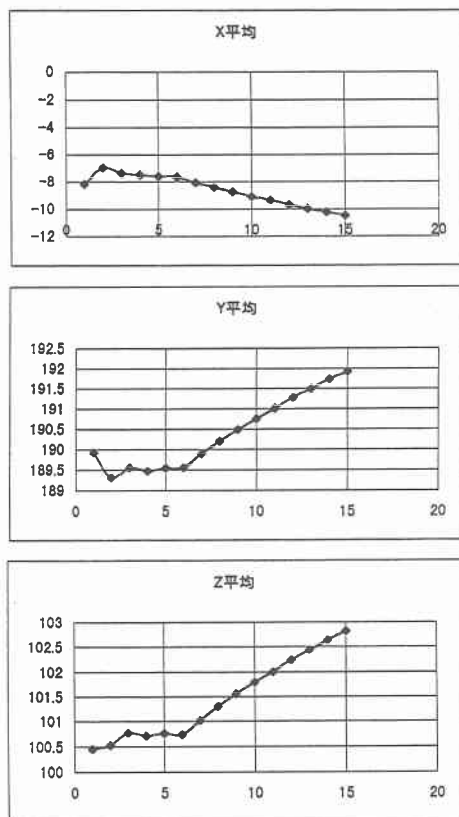


図-7 平均値の累積