

III-34

レーザー距離計を用いた簡易的変位計測 システムの構築と適用

日本大学工学部 正員 田野 久貴

まえがき

本文は、様々な現場から多くのデータを収集するためには、装置の簡便さが一つのポイントと考えて構築中の手法のうち、レーザー距離計を用いた事例を報告するものである。「極めて小さい変位のうちに、岩盤は崩落する」一般に言われている。地滑りに比べると岩盤が不安定に至るまでの変位速度は明らかに小さいと思われるが、全くその兆候がないとは言えない。簡便さを追求すると測定長さの単位はmmのオーダーとならざるを得ない。したがって、僅かな変位の兆候を捉えるにはその分、観測期間を充分長くとる必要がある。これが具体的に1年あるいは数年なのか、明らかではない。本文ではトンネルの側壁間変位に適用した事例を報告する。

1. レーザー距離計とその測定方法

用いたレーザー距離計の仕様を表1示す。仕様によれば40mまでは精度±1.5mmである。反射板等を用いれば100mは計測可能である。ただし、レーザー光は距離とともに拡散する、すなわち、光束の直径は拡大するので凹凸のある表面の場合は、その直径内の平均距離ということになる。ちなみに、50mで長径約40mm程度である。標点間距離を計測するには、メジャーを直接当てて測る以外には測量器械を用いるのが一般的である。この場合、例えば反射プリズムの設置点が、目的の測点そのものであるということはまれであり、何らかの方法で補正する必要がある。また、三角測量の原理で標点間の距離を求めるためには基線の両端の角度が必要である。距離の精度に比較すると、遠距離の場合は角度の精度が大きく影響する。そこで、これらの間接測定に対して、標点間を直接測ることとした。これを図1(b)に模式的に示す。すなわち、レーザー距離計の後端を一方の標点に当て、これを基点にもう一方の標点を視準するという方法である。ターゲットを狙って発射ボタンを押せば、液晶に距離が表示される。基準回との差をとれば、前回からの変位が直ちに求められる。パソコンと連動させれば、前回との差を直ちに表示することができる。また、この場合発射ボタンを押さずにレーザーを発射可能であるので、測定の誤りや手ぶれを除くことができる。

2. 観測結果と考察

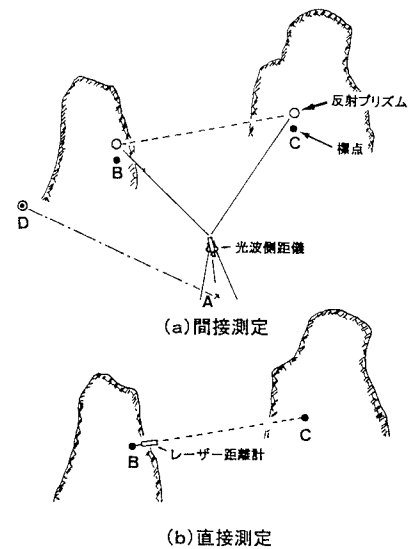


図1 標点BとCの間の距離の測定方法

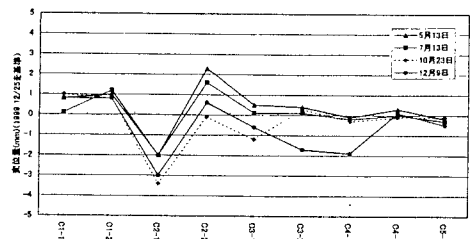


図2 Cトンネルの側壁間の相対変位

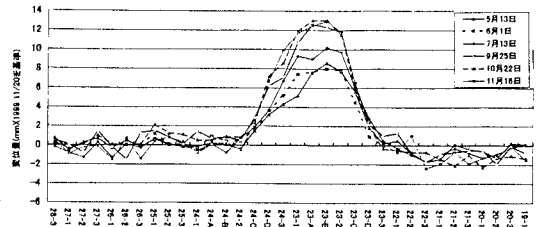


図3 Dトンネルの側壁間の相対変位

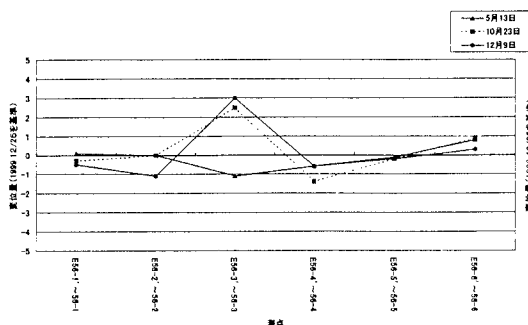


図4 Eトンネルの側壁間の相対変位

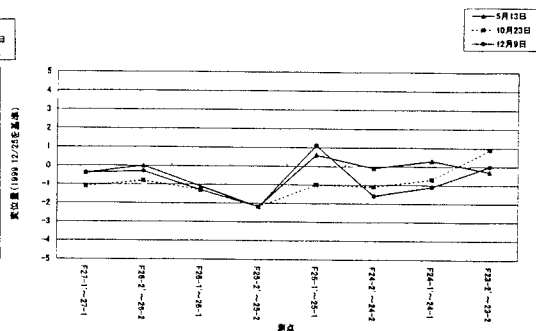


図5 Fトンネルの側壁間の相対変位

ある地方国道のほぼ連続する六つのトンネル(A～F)のうち、四つ(C～F)のトンネルの内空変位測定にその適用を試みた。Dトンネルは2年間、C、E及びFトンネルは1年間の計測である。トンネルの横断方向側壁間に金属小片をそれぞれ接着し、前述のようにして同一標点間を10回測定し平均値を求めた。標点位置はトンネルの各セグメント打ち継ぎ目を挟んでトンネル軸線方向に左右30cm、道路(側道)面から上方に50cmと、それぞれ設定した。各セグメント長はトンネルによって必ずしも同一ではないので、側壁面上の標点間距離は、トンネルによってやや異なる。以下示す図では横軸はトンネル軸方向を示すが、各測点の間隔は実距離との正確な比では示されていない。平成11年11月を基準とした同12年11月までの測定結果を示す。

1) Cトンネル(図2)は全長約70mの短いトンネルである。5月までにC1とC2の間で逆方向に総計約5mmの食い違いが生じている。これはその後次第に戻っているが、C2-1側はそのまま残留する傾向にある(拡大を正として表現している)。2) Eトンネル(図3)はE56-3で基準回から約3mmの側壁間の拡大変位が生じている。5月に側壁間がやや縮小する傾向から、一転して拡大方向へ約4mm変化している。3) Dトンネル(図4)は測定区間のほぼ中央の、隣接する二つのセグメントにまたがって大きく変形し、側壁間が次第に開いていることがわかる。昨年末から5月までの約5か月間で最大8mm、その後の6か月間で約5mmであるから春季に比較的大きく変形している。5月以後、変形速度の大きな領域がセグメント23中央から24へと移動していることがわかる。4) Fトンネル(図5)ではF25のセグメントの両側で、縮小と拡大の逆モードが観察される。これらの変動の中にはライニングの温度変化の要素や地山の地下水位等の影響が含まれていると考えられる。これらは可逆的な季節変動であるので、これらのトンネルでも変位の戻っているものはこの影響と考えている。

あとがき

トンネル側壁間変位を光波側距儀等で計測した経験はないので、本方法と比較できないが指定された2点間の直接の距離を求めると言う点では、本方法の方が優れている可能性がある。スカラー変位であり、トンネル全体が平行移動している場合は検出出来ないが、簡易的な監視方法としては十分な精度を有していると考えられる。Dトンネル以外のトンネルにおける変位がすべて可逆的なものか、また、幾つか観察される残留変位がさらに増大傾向を示すかは見守る必要がある。簡便であることは経費の縮減につながり、その分長く測定を継続すれば、トンネル覆工の管理・補修のデータとして役に立つと考えられる。

現在、岩盤変位の計測にも本方法を適用中であり、機会をあらためて報告したい。計測・データー整理に当研究室のゼミ生諸氏に助力頂いたことを記し、ここに謝意を表する。