

III-283

デジタルプロッタによるトンネル 切り羽の計測

福山大学 正 服部 進
アジア航測 内田 修, 嶋本孝平

1. はじめに

トンネル掘削工事の間、切り羽の形状を常に計測しておくことは、掘削の精度を点検するために必要であり、また後の工事のための重要な資料になる。切り羽の形状計測は従来の写真測量で技術的には可能であっても、計測に許される時間の制約や測量会社へ委託しなければならないことからくる制約のため部分的にしかならなかった。

最近この問題はデジタル画像を使った図化機(デジタルプロッタ, DP)を使うことで解決できる環境になってきた。すなわち従来の解析図化機に変わり、計算機のディスプレイに表示した立体画像を観測しながら標定から計測、図化までを実行するものである。DPは地形測量だけでなく、下に述べる理由によって土木現場計測の重要な手段として利用できるものと考えている。

1) CADとの接続性が良いので、対象の3次元座標計測、対象形状のグラフィック表示、設計値との比較などが容易に実行できる。2) 従来の図化機と異なり、機動性が良く機械のメンテナンスが不要なので現場向きである。3) メニュー方式で作業をブラックボックス化でき、また座標の自動計測などの画像処理技術を使えるため写真測量を深く知らない技術者が容易に利用できる。

この報文は現在開発中のDPを紹介するとともに、これをトンネル切り羽の形状計測に用いたときの結果を示すものである。

2. トンネル切り羽の形状計測システム

われわれのDP(AUTO-3D)は本来空中写真のデジタル画像から数値地形モデルを半自動的に作ることを目的としていて、EWS(SUN-3)上に実現したものである。立体画像を画面に表示してマニュアルで3次元計測できるとともに、計算によるマッチングで自動計測を実行することができる。トンネル切り羽の計測にはさらにいくつかの開発、改良が必要であった。

AUTO-3Dは自動計測を主たる機能として設計してある。その切り羽計測でのプログラム構成を主なものについて次に示す。これらの前処理はすべてメニューの選択をするだけで実行できる。

(前処理) 1対の写真のAD変換、標定、epipolar線に沿う再サンプリング(y視差の除去)。画像は現在のところ通常の写真画像を使っていて、AD変換が必要であるが実用上はCCDカメラを使うことになろう。その場合はカメラキャリブレーションのプログラムも必要になる(開発中)。

(本処理) 自動、およびマニュアルによる3次元座標計測、自動計測で誤った対応点の訂正。自動計測の手続きは省略するが、Coarse-to-fine法に依っている(内田 1990)。自動計測では現在のところ左右の画像が不連続になっているところ(occlusion)では正しく計測できない。画像のすべてをマニュアル計測することもできるが、実用上は自動計測の後、画像を立体視して誤りを補正するのが能率的である。またトンネル切り羽では断面形状以外に岩盤の傾斜方向や断層の位置などを図化する必要がある。これらは画像を立体視して簡単に計測できる。

(後処理) 等高線の描画、透視図の描画、設計値との重ね合わせ、正射投影図の作成。断面形状はいろいろ

な表現方法で表現できる。

図1に切り羽の立体画像を示した(トンネル直径約6m, カメラはHasselblad 500 ELM、分解画素幅は25 μ m)。標定のために基準点を載せたボールを配置しているが、実用には自動計測の邪魔になるので縮尺の基準のみをおくことになろう。自動計測の結果対応づけられた点の対を図2に示した(部分拡大)。図上およそ8画素ごと(最高4画素ごと)に対応点が求められている。

3. 今後の課題

1) 現在のAUTO-3DにはCADの機能が弱いので市販のCADと連結し、DPをCADの環境の中で動かす(すなわち独立した図化機ではなくCADの3次元ディジタイザとみなす)のが望ましい。2) AUTO-3DはデスクトップEWS上に実現していて、トンネル内へ持ち込むには防塵したラップトップ型が必要である。

参考文献

内田 修, 嶋本 考平, 那須 充: 精密自動3次元計測システム(AUTO-3D), 土木学会第45回年次学術講演会, 1990

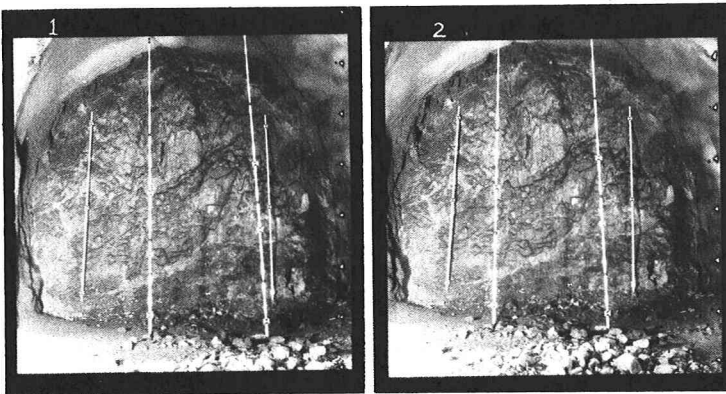


図1 トンネル切り羽の立体写真(原寸フィルム 55mm x 55mm)

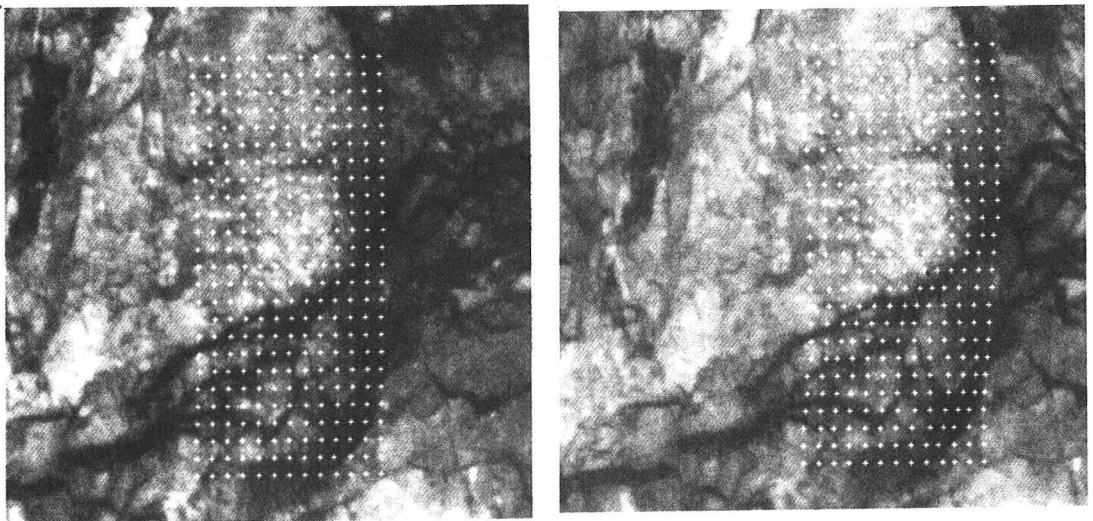


図2 自動計測によって得られた対応点对
対応点は対象空間座標系で正方格子を作る。画像上約8画素間隔