

東京大学生産技術研究所 正員 ○中村 英夫
全 工 正員 工務 下田 公一

これまで道路の設計を合理化し、そのデータ処理過程を迅速にするため、航空写真測量と電子計算とこれに導入することを試みてきたが、その結果、労力と時間の大幅な節減と正確なデータ処理が可能であるとの結論に到達した。ただそこにはなおかつ一つの重要な、しかも多くの労力と時間を要する過程が残る。すなわち設計図の作製である。電子計算機の出カデータはデジタル形であり、設計データをデジタル形で表現することは、さらにそのデータをもとにこゝ何らかのデータ処理とみよつづいて行なう場合には便利である。しかし設計データは最終的には何らかの形で必ず図に表現されなければ人間の感覚に印象を付けることはできない。技術者は設計図を視覚的にとらえることにより、全体の構成を知り、それに基づく decision making を行なうのである。換言すれば電子計算機と人間の間の情報伝達手段として図が必要となる。

数値データを図に表現しなおすことを能率化し、また正確にするため数値制御製図装置を用いることを試み、その有用性を確かめるに至ったので、ここにその概略を報告するものである。

数値制御製図装置は入力されたデジタルデータにもとずき、パルスに変換し、これをパルスモータに送りペン軸の動きにのせるものである。

その動作過程をフローチャートで示すと図-1のようになる。ここに用いる装置はその中の一種である Numericon と称されるものでペン移動精度の高いものであって、設定精度は 0.02 mm/pulse である。描画には鳥口およびスライビングペンの取り付けが可能である。ペンの上げ下げ、描画速度、曲線の種類（直線近似、円弧近似）等はプログラムにより指令される。

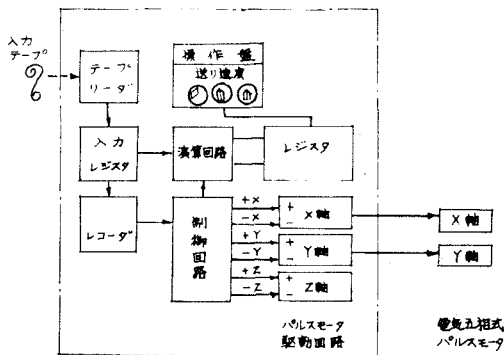


図 - 1

この装置は道路設計のあらゆる段階の製図に利用することによって、それが有効であるためには次の要件を備えた製図を行ないたい場合に限られよう。

- 1) この装置への入力データは電子計算機の出カデータであること。
- 2) 描く曲線は複雑であればある程この装置の相対的な有効性は増す。
- 3) 実をプリントするか、これらの実を縮が場合は実の数の多い時程有効である。
- 4) 図面の要求する精度が高いもの程効果的である。
- 5) 同じタイプの図面を多くつくる必要がある場合程効果は大きい。

これより考えて道路設計においてこの装置と有効に用いるに適した図としては

- ① 道路横断面図
- ② 平面線形図 特異インターチェンジ
- ③ 道路平面図 航空写真測量による断面測定のバースタッフ
- ④ 透視図
- ⑤ 鉄筋コンクリート擁壁、函渠、設計図

等であろう。これらの詳細については、その成果とともに、講義で説明を加えることにする。

またこの装置を用いることにより、これまで一方的に情報を抽出されるばかりであった航空写真に逆に他の情報を与えることが可能になる。その一例はすでに設計の完了した道路について、そのデータと写真に与え道路完成時の状態を示す立体写真の作製が可能となることである。これは写真のもつ傾きとレリーフを考慮に入れ、地上における座標値と写真上の座標値に変換したため、数値制御製図装置で写真上に描画するものであって次の計算過程を必要とする。

すなわち写真のもつ各軸のまわりの傾き κ, ψ, ω を補正すれば写真上 (x^*, y^*) の実は

$$x^{(1)} = \frac{x^* \sec \omega}{1 + \frac{y^*}{f} \tan \omega} \quad y^{(1)} = \frac{y^* - f \tan \omega}{1 + \frac{y^*}{f} \tan \omega}$$

$$x^{(2)} = \frac{x^{(1)} - f \tan \psi}{1 + \frac{y^{(1)}}{f} \tan \psi} \quad y^{(2)} = \frac{y^{(1)} \sec \psi}{1 + \frac{y^{(1)}}{f} \tan \psi}$$

$$x_i = x^{(2)} \cos \kappa - y^{(2)} \sin \kappa \quad y_i = y^{(2)} \cos \kappa - x^{(2)} \sin \kappa$$

と水平に傾きをなした写真座標 (x_i, y_i) に変換される。したがってこれに対応する地上の点の座標値 (X_i, Y_i, Z_i) が既知ならば

$$f^2 (X_0 - X_i)^2 + f^2 (Y_0 - Y_i)^2 - (Z_0 - Z_i)^2 (x_i^2 + y_i^2) = 0$$

但し f = カメラ焦点距離

を最小自乗法で解くことにより撮影中心 (X_0, Y_0, Z_0) が求められる。地上の点 (X_i, Y_i, Z_i) は $Z = Z_0$ なる基準水平面上では

$$X' = \frac{Z_0 - Z'}{Z_0 - Z} X \quad Y' = \frac{Z_0 - Z'}{Z_0 - Z} Y$$

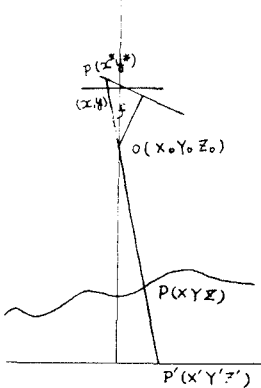


図-2

と表わし得るから、水平な写真座標 (x, y) と基準水平面座標 (X', Y') とは単に平面座標系の回転の問題に帰することになり

$$x = aX + bY + c$$

$$y = -bX + aY + d$$

の関係が成立する。かくして写真座標 (x^*, y^*) と地上座標 (X, Y, Z) の投影変換の関係が求められるから、任意の地上の点 $Q(X_0, Y_0, Z_0)$ は写真上に (x_0^*, y_0^*) として描くことが可能となる。