

—DTMの土木計画への応用—

○德山 孝義

我々は、道路計画に限らず大規模な土木計画設計は、計画プロセス（調査測量による現況の把握→プランニング・解析・設計→計画・設計の質の評価→代替案の比較検討・・・繰返し）をシステムティックに連続処理出来るならば計画・設計は迅速化され、それによって数多くの代替案の比較検討、一案に対するプランニングの深化が現実的に可能となり、ある条件下での合理的・客観的で質の高い最適な計画・設計が行われるとかわがわ考えていた。この計画・設計のシステム化に対する技術的な隘路は、測量（地形等のデータの採取）と計画設計との断絶・分離にあると考へ、我々は両者をドッキングさせることに腐心し、航空写真より地形図を作成する業務の中で自動的に地形を数値化し磁気テープに採取するシステムを完成した。我々はその採取された数値地形をオリジナルDTMと称し、以降電算処理に適する様に格子点標高値に変換したものを設計用DTMと称しているが、昨年度の本シンポジウムにおいて、そのDTMの採取法、DTMの加工、変換とその精度、DTMの計画設計への応用について成果を発表した。以来、我々はDTMの土木計画への応用として道路計画設計のシステム化を進めているが、今回は道路のルート選定をコンピュータによって自動的に実行せようとした一試作について発表する。

道路の設計過程を図-2に示す。この図は、銭ヶ谷山岳地の工事用道路の概略設計科目開発したシステムを表わしたものである。図中のペーパーロケーションとは、ベテランの設計者が種々のルート選定のための条件を考へるから、平面上にコントロールポイントを定め、フリーハンドにより地形図上に道路の線引きをすることである。この後に線引きされた主要点の平面座標が読み取られ、図中の運用方法

実体図化機 (A-10)

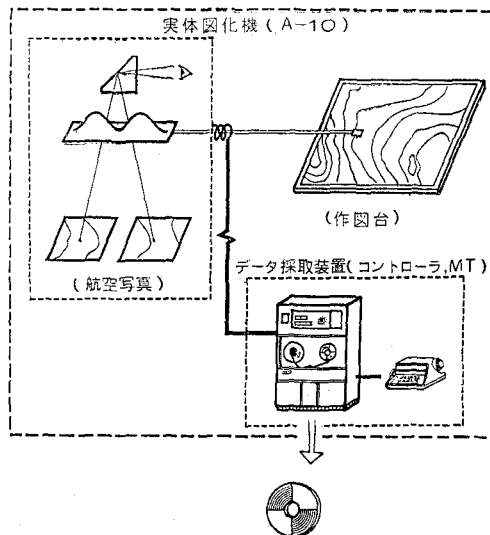


图-1

[illegible]

图-2

この位置より入力データとして与えられる。計画の段階においては、複数の比較ルートが設定されるのが普通であり、それぞれのルートに対して概略設計を行ない工事費が見積られ最適な路線が選定される。本システムにおいては、電算機の中に随意に参照できる地形図、すなわち、CADMを持っているので、上記のペーパーロケーションの作業過程をシステム化出来れば、設計者が扱うデータは、純粋に設計条件データのみとなり、比較ルートの検討が時間的にも、手数的にも容易になると思われる。我々はこのような考えに基づき以降に述べる方式でルート自動選定のシステム化を試みた。この場合、入力データとしては、始点・終点およびコントロールポイントが図中の運用方法1の位置より入力される。ただし本方式によって自動作成されたルートに対して設計者の意図が自由に反映出来るように、作成されたルートを保存して置き、その一部が任意に修正出来るようにした。

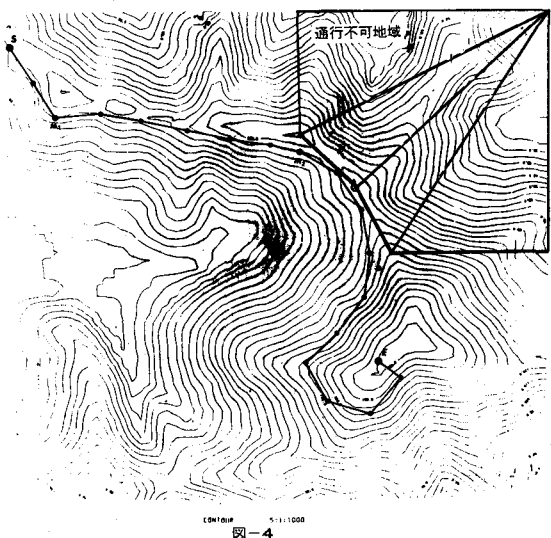
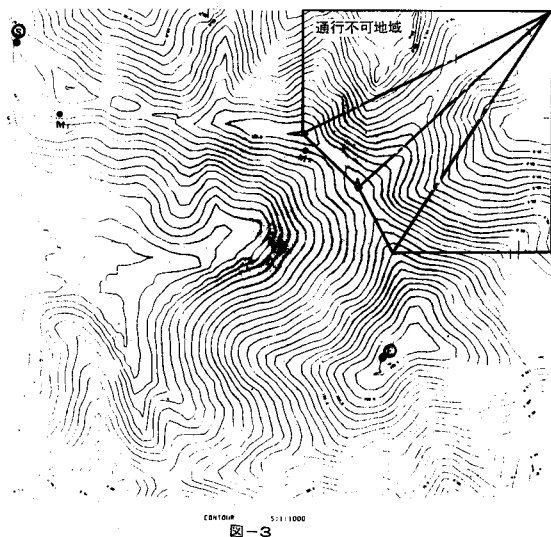
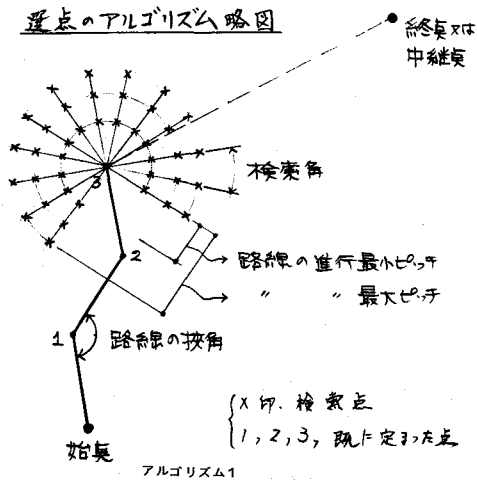
3. ルート自動選定のアルゴリズム

我々の行った試作においては、自動選定の為の目的関数としては、設計条件を満足するなかで道路延長を極力短くする事とした。考慮する主要な設計条件は、通行不可地域、最大縦断勾配、横断方向の最大地形勾配、ルート・最小夹角、一度で進める最大距離と最小距離、始点、終点、通過点（中継点）である。右図は選点のアルゴリズムを示す概略図である。図を簡単に説明すると、

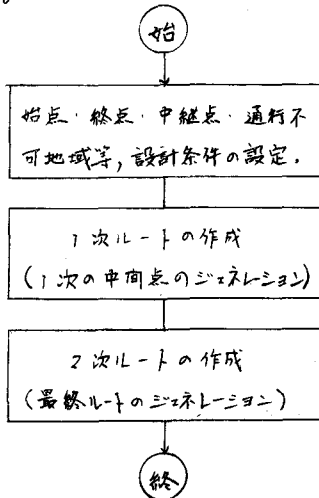
- ① 点3において、折山線の最小距離から最大距離まで等分した同心円を描く。
- ② 点3において、検索角により同心円を等分割する。
- ③ ①②の交点である図上X点を選点の候補点（検索点）とする。
- ④ 検索点が通行不可地域内の点、最大縦断勾配以上の勾配を持つ点、および現地地形の横断方向の傾斜角が制限以上の点を棄却される。
- ⑤ 残った点の中で一番勾配が大きく、終点に近い点が点4として採用される。

基本的なアルゴリズムは上記①～⑤であり、この方

選点のアルゴリズム略図



法を繰り返しながら、自動的ルートを生じネー
トする。処理過程を下の流れ図と図-3、図-4、図-5、
に示す。



i). 図-3の説明

この段階では、S(始点)、E(終点)、 M_i (中継点) $i=1, 2, \dots$ と通行不可地域だけが存在する。ただし、S、E点のみの場合もある。ここで言う中継点とは、その点の近傍を道路は通るのが好ましいが、必ずしもその点を経由する必要はない。(コントロールポイントを想定)

ii). 図-4の説明

これは1次ルートが作成された図である。この段階では、始点・中継点・終点という点データと線データに変換し、2次ルートの為の新たな中継点を作成する。すなわち、1次ルートにおける折れ点は、2次ルートにおいてはすべて中継点と同等の意味を持つ事になる。

iii). 図-5の説明

この図が求められた最終の自動選定ルート図である。この段階において入力によって指示されている縦断勾配、横断方向の地形の傾斜角等の設計条件はすべて満足している。

4. まとめ

図-6、図-7は設計者がペーパー上に表示した平面図とその縦断図に本方式により自動選定されたルートの平面と縦断を重ねて描いた図である。

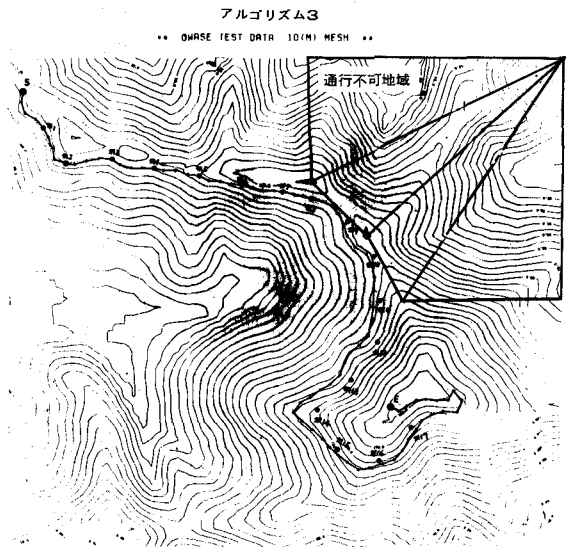


図-5

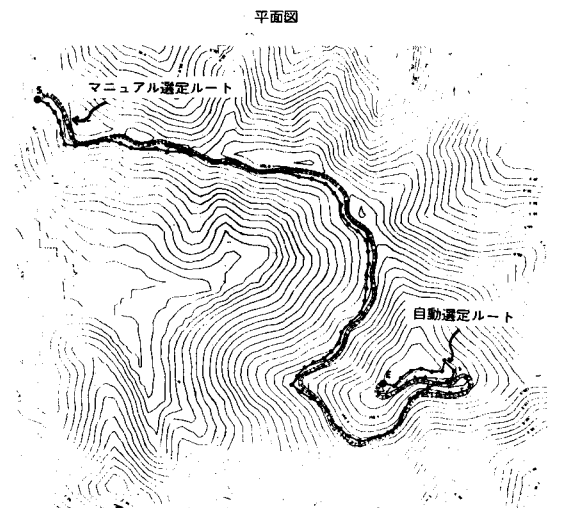


図-6

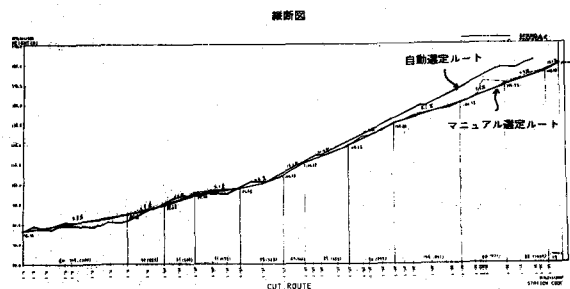


図-7

図から分かるように、ベテランの設計者が描いたルートと自動選定で得られたルートは非常によく一致した。重ねがきされた縦断面図は自動選定ルートの方が道路延長距離が短いことを示している。道路延長距離は、すなわち、工事費に比例する。人間が最良と考えて選んだ路線も、この様な手段を使うことにより手早くチェックすることが出来る。人手で行う場合、面倒であるが故に最適解への追求はおろそかにされる事が多々あるが、この様な手段、システムが計画・設計の質の向上に少しでも役立てば幸いである。本方式では、現況地盤に沿う様な場合の道路を対象としており、比較的単純な地形において十分実用に耐える結果を得た。ただし、地形が複雑になった時途中に構造物を設定する場合等の適用には不十分である。今後は、構造物等についても電算機内に持っている地形により適宜に設定する事が出来るよう改良を加えたいと考えている。

ふりがえてみるに、1966年国際写真測量学会の行事の一つとして特に「写真測量の土木工学および一般工学への応用」に関する国際シンポジウムが東京で開催されたのを契機として、写真測量と電子計算機の組み合わせによる道路の自動設計が一躍脚光をあげ、将来への期待をいだかせた。この時、写真測量を土木計画・設計に利用するに当って、最も重要なことは、「実用的、かつ経済的なDTMなどの様として作るか」と言う点である事が指摘された。以後10年有りの歳月が経過し、この間多数の研究・試作が行われてきたが、DTMの作成においても、その利用においてもいぜんかなりの問題が残っているように思われる。我々は微々たる力ではあるが本問題を地道に追求して行きたいと思う。

最後に、本研究の機会を与えて下さった日本電信電話公社建築局関係各位及び、本問題について指導をいただいた当研究所所長 飯部正博士に謝意を表します。

参考文献：・土木学会誌 52-3 「写真測量技術の新しい道路設計手法への応用」 丸岡 隆和
・土木学会誌 52-3 「道路の自動設計」

Prof. Dr. H. Kasper

・写真測量とリモートセンシング 1/76
「計画設計のシステム化へのアプローチ」
萩原靖久 他.