

(9) 3次元地形データの
道路概略設計システムへの適用
AN APPLICATION OF THREE DIMENSIONAL TOPOGRAPHIC DATA TO GENERAL ROAD DESIGN

安達 誠* 田中 隆司** 広兼 道幸*** 西 邦正****
Makoto ADACHI, Takashi TANAKA, Michiyuki HIROKANE, Kunimasa NISHI

At present, as to the general road design, the specialist judged from subjective view-points to select control points and does road alignment planning. Hence a design method using objective view-points has not been established. The design is largely dependent on the engineer's individual experience-wise knowledge. In the present research, the popular surveying technology on collection of three dimensional topographic digital data is applied to an integrated system that can perform from collection of topographic informations to road alignment planning. Here the topographic data are obtained not in mesh patterns but in detailed forms matching to the site as derived from photographs using analytical plotter. Moreover, considering the attribute data as control points, road alignment planning, road design and landscape forecasting are conducted. And the system for optimum road alignment selection is constructed.

Key Words: attribute data, digital mapping system, highway routing, expert system, computer aided design

1. まえがき

従来より、コンピュータを用いて土木関連の計画・設計を行う上で、最も重要かつ困難とされてきた地形情報の処理技術は、3次元CADにより実用化されてきた。しかし、ここで使用する3次元地形データを取得するためには、ディジタイザやイメージスキャナーでコンピュータに入力しているため、多大な時間と労力を必要としているのが実状である。

また、道路概略設計においては、コントロールポイントを地形図上で専門技術者が主観的に判断し、路線の計画を行っている。そのため、客観的な設計手法は確立されておらず、技術者個人の経験的知識に大きく依存していると言える。

道路の設計を効率化するための研究はいくつか行われており、それらは、路線選定に関する研究と路線整形に関する研究に大別される。これらの中で、枝村ら¹⁾は、メッシュ状に置換した地形やコントロールポイントなどの情報を使い、熟練技術者と同等の路線選定を迅速に行い、その整形・評価を行うことができるシステムを開発している。しかし、この研究も含めたこれまでの研究では、設計作業の前処理である各種データ（地形・地質データなど）の入力や、後処理である設計図書（設計図・数量計算書など）の出力に配慮がなされたシステムとなっていない。すなわち、設計に関する作業の効率化のためには、これらの軽視されが

*	復建調査設計(株)	第一事業部	(〒731 広島市東区光町2-10-11)
**	復建調査設計(株)	技術研究所	(〒731 広島市東区光町2-10-11)
***	(株)エフ・ケー開発センター		(〒731 広島市東区光町2-10-11)
****	復建調査設計(株)	技術研究所	(〒731 広島市東区光町2-10-11)

ちな前処理から後処理までの一貫したシステムの構築が重要であると考える。

本研究では、地形情報の取得から路線計画までを一貫して行うことができるシステムに、測量分野において注目をあつめている地形情報のディジタル化による3次元データの取得技術の応用を試みた。ここで、地形情報はメッシュ状ではなく、解析図化機により写真から任意に取得している。さらに、取得したデータに付随している属性情報をコントロールポイントとして考慮することで、路線計画、道路設計および景観予測を行い、最適な路線選定を行うことができるシステムを構築した。

2. 3次元地形データの作成

近年、写真測量の技術は本来の目的である地図作成だけでなく、地盤の計測管理^{2) 3)}、斜面災害の復旧工法選定^{4) 5)}、RC部材の損傷診断等に応用されており、航空写真だけでなく地上写真の利用も試みられている。このような技術に着目し、本研究では航空写真をもとに解析図化機を使って得られる3次元地形データを、路線計画、道路設計および景観予測を行うために、そのままの形でシステムに導入した。これらのデータは、地形情報（座標値と標高値）だけでなく、表-1に一部示すように多岐にわたる属性情報をレイヤーに分類して持っている。なお本来は、地図から取得できる全ての属性情報を考慮して道路設計を行うことが望まれるが、作業の効率を考慮すると必ずしも望ましいとはいいがたい。そして、どのような属性がシステムを構築する上で有効であるのかについては明確な評価基準がない。そこで、ここでは筆者らが重要であると考えた、地形、道路、河川、田畑および建物という5つの属性を考慮することとした。図-1は本研究で対象とした数値地形図であり、5つの属性を持つ地形情報を図化している。

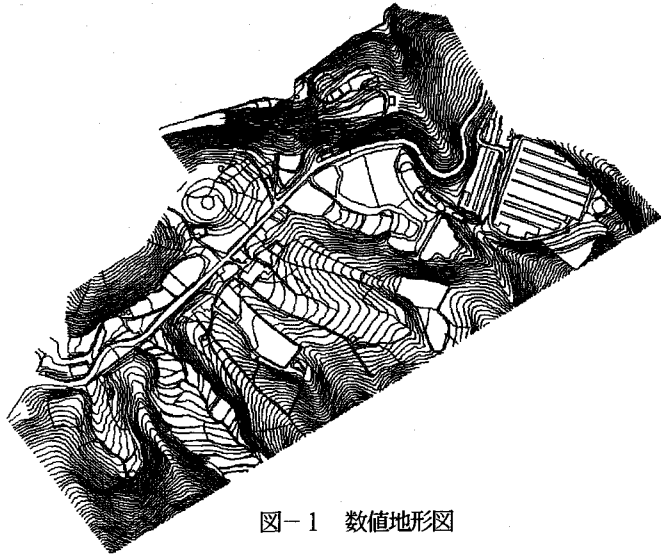


図-1 数値地形図

表-1 3次元地形データが持つ属性データの一例

レイヤー	名称	ライン ナンバー	シンボル ナンバー	レイヤー	名称	ライン ナンバー	シンボル ナンバー	レイヤー	名称	ライン ナンバー	シンボル ナンバー
道路	真幅道路	110		構図	へい	310	514 515 516	マンホール	共同溝 ガス 水道		891
	軽車道	111									892
	歩道	112		植生	植生界 田 畑 果樹園	510		基準点	三角点 水準点		910
	高架部	113									911
建物	建物 堅牢建物	210 211		地形	計曲線 主曲線 間曲線	710 711 712		鉄道	線路	601	
諸地	空地 墓地										810 811
河川	河川	410		目標物	記念碑 電柱 煙突		831 832 833	建物記号	神社 学校 病院 警察署 火薬庫		801
	用水路	411									802
	石積	412									803
											804
											805

3. 3次元地形データを用いた路線計画

本研究で構築したシステムによる路線計画の流れを図-2に示す。路線の計画に際しては基本的に走行性および経済性の観点から、まず始終点間を直線で結ぶことを考えている。次に、その最短経路から左右30度の範囲内を対象として、その中に含まれるコントロールポイントから路線の迂回方法を判断している。

このシステムでは、まず始めに設計速度と始終点を入力すると、図-3に示すように、入力された始終点を結ぶ最短経路と直行する横断面図がコントロールポイントを含んだ任意の位置で作成される。次に、作成された横断面図において、仮定された道路の計画高より算出された土量と最短経路に対する迂回率により適合度を判定する。ここで適合度とは、路線の選定される可能性が最も高い場合を1.0、最も低い場合を0.0として表されたものである。従って、コントロールポイントがある部分の適合度は0.0と判断している。土量に対する適合度は、現地形の高さが設計速度より決定できる計画高さの範囲外にある場合は土工が必要であり、その時の土量は1:1の勾配で切土あるいは盛土を行った場合の面積で判断し、その面積が大きいほど適合度の値は小さく設定した。また、迂回率に対する適合度は、始終点を結ぶ直線からどの程度迂回しているかで判断し、直線で結んだ路線の距離に比べ、コントロールポイントを避けた路線の距離が長いほど適合度の値は小さく設定した。土量と迂回率の重みづけ（有意に判断をすべき項目の度合い）については、路線の性格（地形、設計速度等）に

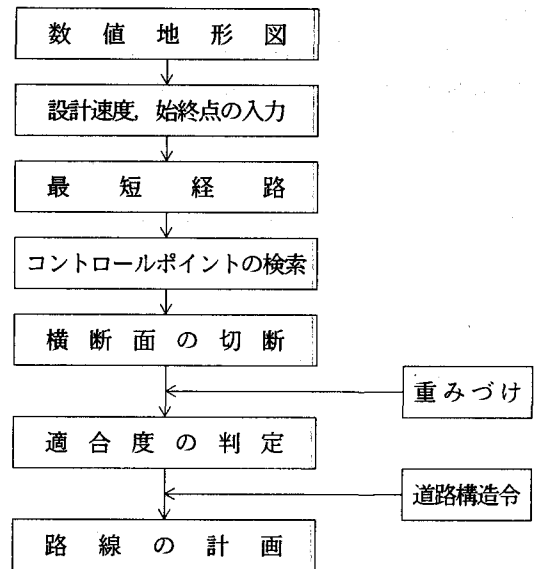


図-2 路線計画のフロー

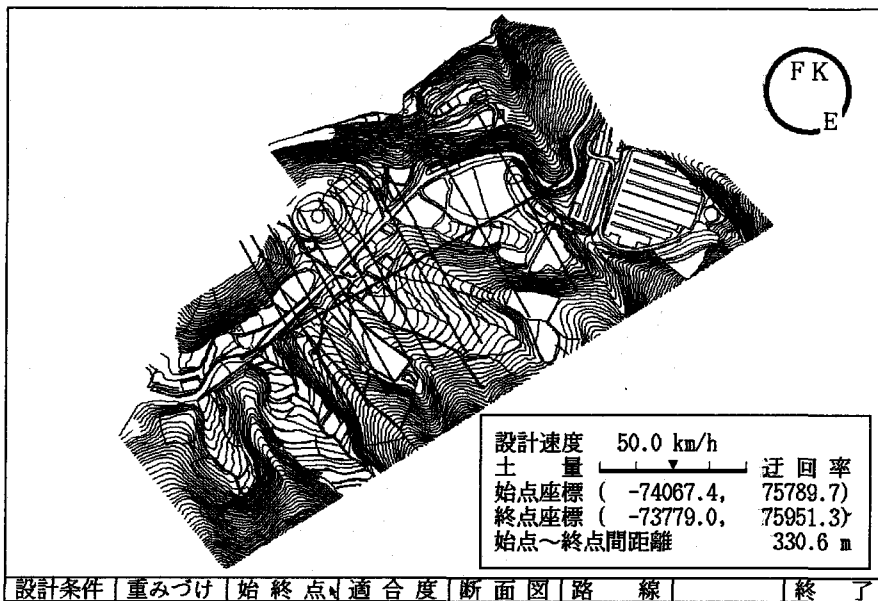


図-3 設計速度、始終点の設定と重みづけ

より任意に設定することができ、この重みを使って個々の条件に対する適合度を加重平均して、各横断面に対する総合的な適合度を判定している。図-4に適合度の判定結果の例を示す。判定された各断面の適合度が高い範囲を道路構造令⁶⁾に準拠して結ぶことにより、図-5に示すように条件に適した複数の路線を計画することができる。

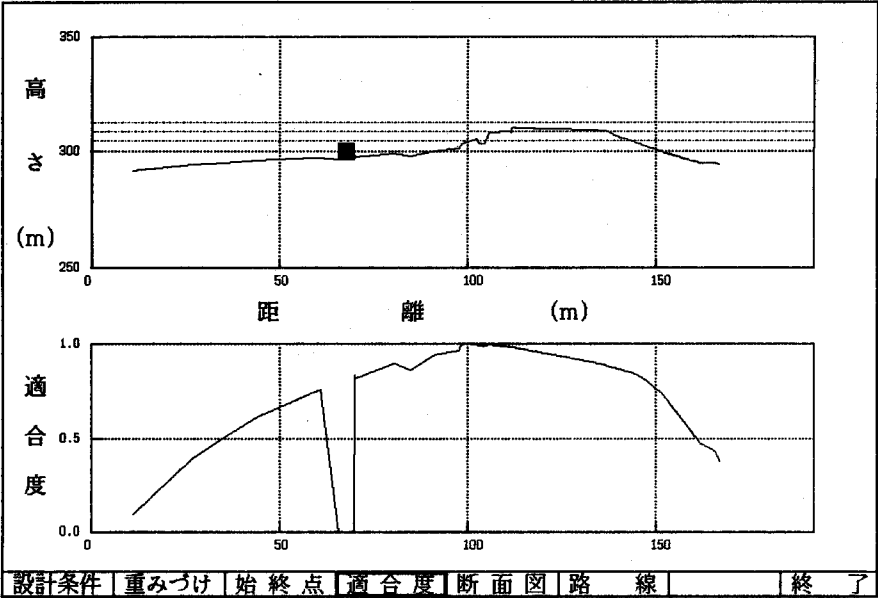


図-4 横断面と適合度の判定

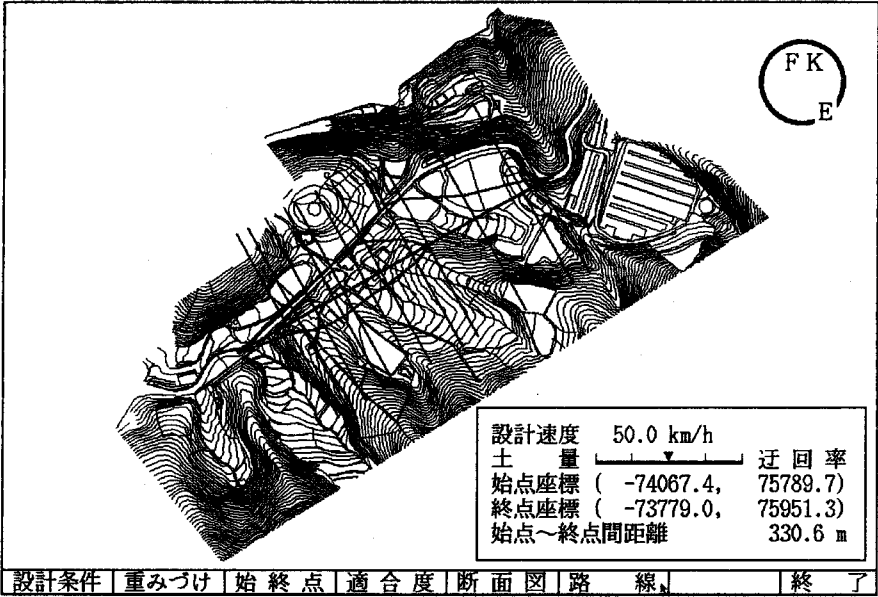


図-5 路線計画

4. 3次元地形データを用いた道路設計と景観予測

道路概略設計システムを利用して作成した計画路線の平面図を図-6に示す。この他にも、このシステムを利用することにより、縦断面図、横断面図および各種数量計算書の出力が可能である。これらの設計図書はシステムから同じデータを使って得ることができるので、路線選定結果の妥当性を容易に確認するために利用することができる。

さらに、前述のデータを利用すれば、計画路線が完成した際の景観予測を、図-7に示すように視覚的に出力することができるため、設計結果の評価を総合的に行うことができる。これらのことは、道路設計業務の効率化にも大きく寄与するものであると考えられる。

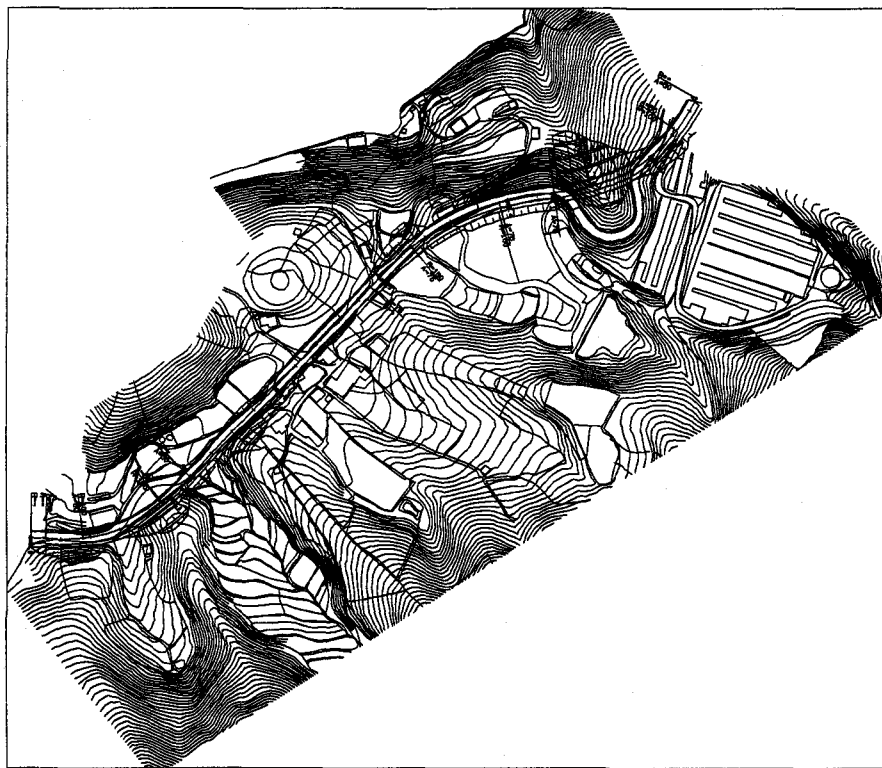


図-6 平面図

5. あとがき

コントロールポイントは3次元地形データが持つ属性データの中から必要な数だけ選ぶことが可能であるが、本研究ではまず建物だけを考慮して路線を計画することとした。また、適合度も今回は土量と迂回率のみで判定した。しかし、コントロールポイントとしては家屋以外にも設計条件によっては多数の項目が考えられるので、それらの項目についても考慮することができるシステムとしていく必要がある。そして、適合度については客観的に設定できる判定基準も同様の考え方で適宜考慮すれば、さらに信頼性が高い路線計画を行うことができると考えられる。

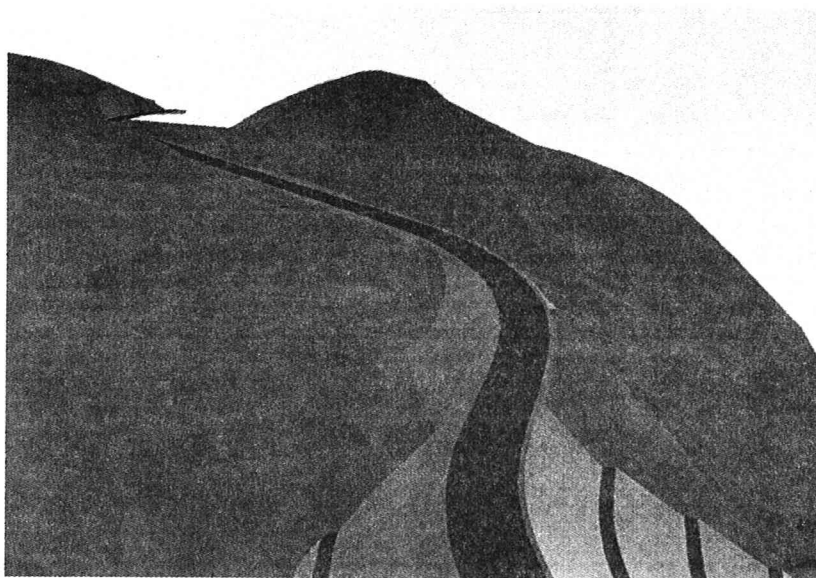


図-7 道路完成後の景観予測

参考文献

- 1) 枝村俊郎・長尾克宏・笹川耕司, 道路路線計画システムの開発, 土木学会論文集, No.464/IV-19, pp. 83-90, 1993.
- 2) 田中隆司・常澄治義, 航空写真による計測管理への応用と処理に関する研究, A P A, No.52-14, pp. 97-104, 1992.
- 3) 杉森邦夫・田中隆司・和賀 晃・江崎豊充, 沖合い人工島の埋立施工管理における数値図化システムの適用, 土木学会第48回年次学術講演会講演概要集, VI-223, pp. 466-467, 1993.
- 4) 田中隆司・西 邦正・山田義満・福田直三, 数値図化システムの土砂災害復旧対策への応用, 第28回土質工学研究発表会講演概要集, C-7, pp. 191-192, 1993. 6.
- 5) 佐々木浩・広兼道幸・西 邦正・田中隆司・福田直三, 写真情報を用いた土砂災害復旧工法の設計支援システムについて, 土木学会第48回年次学術講演会講演概要集, VI-55, pp. 130-131, 1993.
- 6) 道路構造令の解説と運用, 社団法人日本道路協会, 1983.