

## CADシステムを利用した土地造成計画

株式会社オオバ 正員 ○向後隆道

株式会社オオバ 邨山 茂

### 1. はじめに

近年の計算機利用技術、とりわけCAD/CAMシステムの進展は目覚ましいものがある。CADシステムが電機回路設計、機械設計など種々の分野での設計に利用されているが、土木分野では扱う対象がデータ量の多い地形であったり、単品生産であるなどの理由で現在まであまり利用されていないのが現状である。

土木分野のうち土地造成および道路の計画への三次元CADシステムの利用について報告する。

### 2. システムの概要

使用しているCADシステムは、インターグラフ社製IGDS-300であり、CPUはVAX-11である。EDP部門とは別のCPUを使用している。

入力装置として、A/N端末、漢字端末、グラフィック端末、デジタイザ、オートデジタイザなどを利用している。グラフィック端末は2台のグラフィックディスプレイとデジタイザ、キーボードからなる。2台のディスプレイは片方に全体を表示し、もう一方に一部を表示するという使用法が可能である。これは、特に大規模開発のように扱う地形が広範囲にわたるときなどには便利である。

出力装置としては、静電プロッター、ペンプロッター、カラーハードコピーなどを利用している。

### 3. DTMの作成

計算機で地形を扱うためには、数値地形モデル(Digital Terrain Model:DTM)を作成することが必要である。DTM作成は航空測量の成果あるいは地形図の入力によって行う。航空測量成果は点の座標(x, y, z)を磁気テープで入手できる。地形図の入力にはデジタイザ、オートデジタイザを利用している。これらの入力法のうち、もっとも利用頻度の高いものはデジタイザである。その理由は地形図は容易に入手できることとデジタイザよりもオートデジタイザの方が現在のところ費用が多少割高なことである。オートデジタイザの利用には、等高線を切れ目なくつないでおく、不必要なものを消しておくなどの前処理が必要である。また、処理の終わったものについても、たとえば等高線に属性(標高値)を付加する、不要な図形を消すなどの後処理が必要である。特にグラフィック端末を多用することに問題がある。オートデジタイザの効率的な利用は今後の課題として検討中である。

デジタイザからの入力は主にパソコンと組合せて使用している。等高線をなぞることにより等間隔で点をひろい、等高線上の点の座標値(x, y, z)をそのままファイルに書き込む。このとき、パソコンによって若干の修正を行ないフロッピーディスクに書き込む。そのフロッピーディスクのファイルをホストコンピュータに転送する。したがって、入力する場所はCADシステムの近くでなくともよく、遠隔地の支店でDTMのデータの入力することもできる。

さらに、このままではデータ量が多いのでデータ量を少なくするために三角形あるいは四角形の数値地形モデル（DTM）を作成する。三角形のDTMは等高線上の点情報をそのままあるいは任意の間隔で結合し作成する。四角形のDTMは等高線上の点情報からメッシュの交点の標高値を補間・内挿し作成する。この現況地形のDTMを用いて、斜面方向・勾配、流域面積等の地形分析を行うことができる。四角形のDTMは、データ量が小さくなるが地形の再現性に難がある。三角形のDTMは入力データをほぼ正確に再現するがデータ量が多い。2種類のDTMを場合により使い分けている。地形が平坦な場合には三角形のDTMの方が良く地形を再現できるようである。図-1に入力した等高線を図-2に三角形のDTM、図-3に四角形のDTMの例を示した。

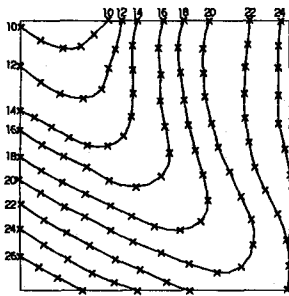


図-1

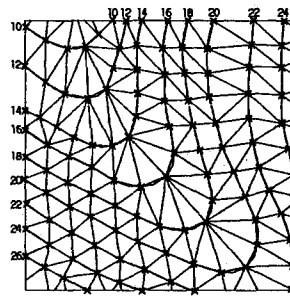


図-2

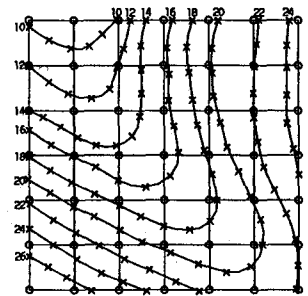


図-3

#### 4. 土地造成計画

社会経済条件や環境条件などの変化により、土地造成計画の策定には視点を変えて種々の代替案を作成し、最善の計画案を選定することが要求されている。この要求に対しCADシステムを利用することによって迅速に計画を作成し対応することができる。

ここでは、土地造成の基本計画への三次元CADの適用について述べる。CADシステムでの計画作業は現況地形の数値地形モデル上で計画案を入力することである。この処理は、つぎの通りである。まず、任意の多角形を複数個入力し、その面積を計測する。つぎにその多角形の形状

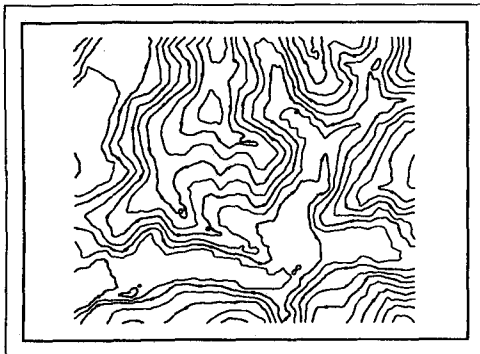


図-4

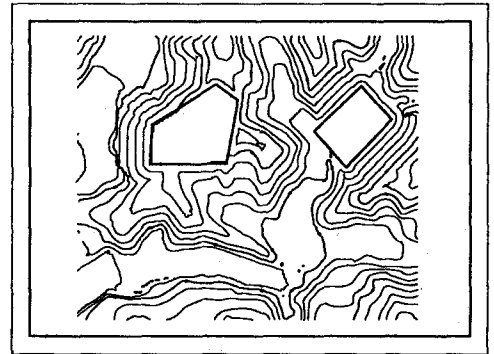


図-5

を変更する、あるいは、面積を変えずに形状を変更する、または形状を変えずに面積を変更するなどの作業を行う。これが、ゾーニングである。計画高を入力し、その後切盛法勾配を入力し計画数値地形モデルを作成する。この時点で長大法面ができるかどうかをチェックし、点高法による土工量計算を行う。その結果、土工量と土工バランスとを考慮して造成計画案の修正を行ない、再び土工量計算をくり返し、造成計画案を決定する。図-4に現況の等高線を図-5に計画の等高線の例を示した。

さらに、計画案の景観検討を行ないプレゼンテーション用の資料を作成する。

## 5. 道路計画

道路計画においても、数値地形モデル上で計画作業を行うことは土地造成計画と同様である。道路の計画は、平面線形、縦断線形、断面形状、切盛法勾配の順に入力する。平面形状は、1 P点を図上あるいはディスプレイ上で位置を指定することによって入力し、各1 P点ごとにカーブデータを入力することによって決定される。つぎに縦断線形も同様に入力する。断面形状は標準断面をディスプレイ上で作成し、それを各測点ごとに配置する。さらに、切盛法面の勾配を入力することによって、道路計画の数値地形モデルが作成される。この後、平均断面法による土工量計算を行う。

結果の出力は、道路縦断図、道路横断図、土量計算結果、マスカープなどである。図-6に道路縦断図を図-7に道路横断図の例を示した。

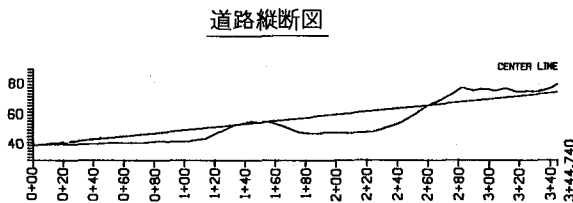


図-6

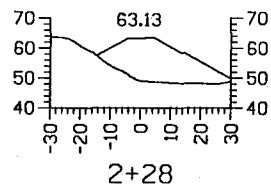


図-7

## 6. 景観検討

土地造成計画において、景観検討は模型、透視図、フォトモンタージュなどによって行われてきた。これらの手法は時間と費用がかかるために計画最終案についてのみ行われることが多く、計画案作成中の検討は困難であった。しかし、三次元CADシステムを利用することにより、計画作業に用いたDTMをそのまま景観検討のデータとして用いることができる。したがって、計画・設計のどのステージでも容易に景観検討を行うことができ、今までと比較するとコストは小さく短時間でできる。計画データの細かさによってはまちなみ景観デザインも行うことができる。

景観検討は等角投影法あるいは不等角投影法（透視図）により、隠線処理、隠面処理（カラーシェーディング）のいずれかの処理を行う。このときに、不等角投影法の場合は視点、主対象を指定し、視角も入力する。隠線処理による景観検討の例を図-8、9に示した。カラーシェーディングの場合には出力としてビデオ、スライド、写真、カラーハードコピー、OHPフィルムなどがあり、その都度使い分けている。

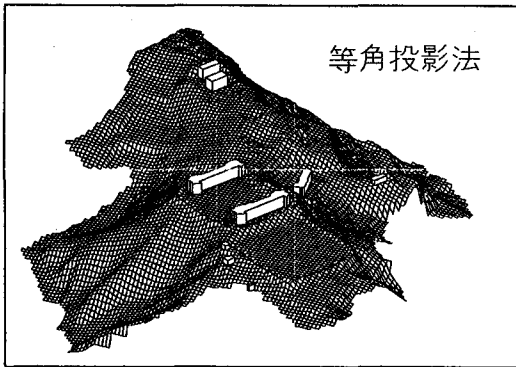


図-8

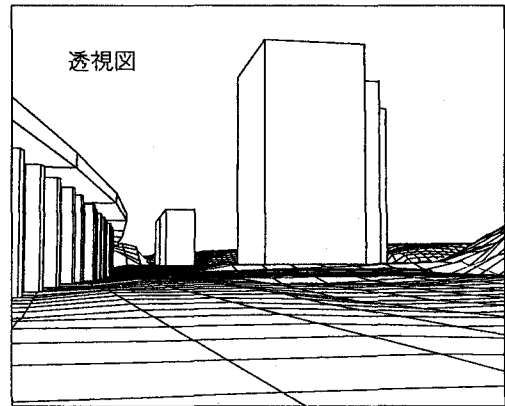


図-9

## 7. お わ り に

本稿では三次元CADシステムの土地造成計画への適用例について述べた。CADシステムを土地造成あるいは計画に用いることの利点は

- 現況地形のDTMを一度作成すると、そのDTM上で迅速に計画案を作成し、土工量計算までの比較検討を何回でもくり返すことができる。
- 本来、図形情報である土地造成の平面形状、道路線形を図形のまま入力し、計画作業が行える。
- 出力の図形情報も座標値あるいは図面ではなく、視点を任意の位置に置き任意の方向から見たものを出力できる。
- 入力情報を修正することが用意であるのでパラメトリックな検討をくり返すことができる。
- 地形分析、計画案作成、地形景観の検討まで一貫して行うことができるので作業の無駄が少ない。
- プレゼンテーションの資料として利用できる。これは、単に施主と計画担当者との間のものだけでなく、計画担当者間においても画面を見ることにより計画案を概観することができ、特に技術者以外の事業関係者たとえば周辺住民に対しても今までの図面（平面図、断面図、透視図）よりもよりわかりやすい資料となり得る。

などである。

現在、CADシステムは、すべての設計者が何の準備もなく簡単に使いこなせる道具にはなっていない。ある程度の習熟が必要とされる。使い方によってはかえって面倒なものになることもあるので、従来の手作業による設計手法にくわえて、コンピュータ処理に適した手法を考案する必要があると考えられる。