

グラフィック・ディスプレイを用いた土地利用計画システムへのアプローチ

株式会社 大林組 村田 稔
正会員 ○浜 嶋 鉦一郎

1. ま え が き

電算機を用いた粗造成計画の手法には、丸安、村井^{1)~4)}らによる土地造成の最適解を求める手法や浜嶋^{5),6)}による計画盤モデルを用いた造成計画高決定方法がある。これらは、いずれも造成条件を満足するような造成計画高を土工量バランスを考慮して決定することができる点で、電算機利用のメリットは大きいと考えられる。

しかしながら、当社におけるプログラム利用状況を見るかぎりでは、あまり利用されていないのが実情である。

この理由を考えてみると、電算機利用は、土工量バランスというメリットがある半面、インプットデータを作成しなければならないとかバッチ処理による待ち時間が長いとか、また最終結果の図面作成は手作業によらなければならないとかの問題点を含んでいる。また、粗造成のレイアウトは構造設計計算と比較するとかなり高い芸術性をもっており、図面が真黒になるほど何回も描き直すことが一般的である。そのために、特に電算機を用いなければならない場合を除いては、設計者はその利用を敬遠しがちである。

そこで、上記の問題点をいくつか解決し、有効利用を図るために、グラフィック・ディスプレイ装置を導入して、対話形式による土地利用計画システムを開発することにした。現在、本システムを開発中ではあるが、その概要を紹介することにする。

2. 本システムの構成

本システムは以下のサブシステムから構成されている。

(1) 地形認識サブシステム

地形認識に必要なグラフや解析図を表示するもので、地形認識グラフ・斜面方向図・斜面勾配図・流水系統図・可視領域図・透視図等がある。

(2) 土地利用計画サブシステム

計画地面積・戸数密度の想定により計画人口規模

を算出し、それに対応する施設計画と宅地計画を行って、土地利用構成表を作成するものである。これは、粗造成計画や道路網計画とフィードバックさせながら決定される。

(3) 粗造成計画サブシステム

本システムの中心となるサブシステムである。現地形の部分的な変更を土工量と変更等高線の表示によって、対話形式で計画案を作成していくものである。

(4) 道路網計画サブシステム

粗造成計画案が作成された後、モデル化された道路網タイプを用いて道路網図を作成する。

(5) 表示支援サブシステム

計画高を表示する等高線プログラムと景観分析のための透視図プログラムがある。

3. 粗造成計画

従来の手法の大きなメリットは、土工量バランスを自動的に行うことである。これは、計画高コンター修正に伴う計画高の読み取りと土工量計算をほとんど無くして、大きな省力効果を発揮できるからである。

しかしながら、よく考えてみると土工量をバランスさせるための繰り返し計算回数は、人間の場合ではそれほど多くは要らない。電算機では、確実に解を出すために、やむなく少しずつ条件を変更して、何回も繰り返さなければならないのである。

ここで提案する対話形式は、この人間の優れた判断力で土工量バランスさせることとして、自動化のメリットを除外することにした。その代わりに、バッチ処理による待ち時間、不要な繰り返し計算時間をなくすることができる。また、インプット・データも軽減できるし、設計者の思考過程をそのまま表現することができるので、融通性が増加し、きめ細かい計画案を作成することが可能となる。従来の手法と比較すると設計者に決定権が渡されて、電算機は全くの道具となったといえることができる。

(1) 計画盤モデルの採用

造成計画案は、ある範囲内で平面的あるいは曲面的な形状をしており、これらの部分的な計画盤を小計画盤とよぶとすれば、造成計画盤全体は、いくつかの小計画盤の組み合わせによって構成される。

計画盤モデルは、これらの小計画盤を作成するもので、幾何学的形状をした8種類のモデルがある。

(2) 小計画盤指定データ

- ・ 計算境界点の平面座標
- ・ 計画盤モデルの指定 — 計画盤モデルの種類・斜面方向・斜面勾配・計画高基準座標と標高
- ・ 切盛法面計算の指定
- ・ 計画高決定の方法 — 盛土盤計算・切土盤計算混合計算

(3) 対話手順

- ・ 現況地形のメッシュデータをインプットする。
- ・ (現況地形の等高線を画面に表示させる。)
- ・ 小計画盤を指定する。
- ・ (小計画盤の等高線と計算境界線を現況地形に重ねて表示させる。)
- ・ (変更分の土工量と現況地形からの全体土工量を表示させる。)
- ・ この変更が適切かどうかを判断する。
- ・ 適切でないとき、データを変更して再計算する。
- ・ 適切なときは、つぎの小計画盤を指定する。

これらの操作によって、計画イメージを順次形成していくことができる。

さらに、メッシュデータの管理機能としてはつぎのようなことができる。

- ・ 小計画盤をインプットする過程で、計画高のメッシュデータが順次変更される。
- ・ 適当に変更した段階で、計画高データを保存して現況データまたは前のデータと置きかえる。
- ・ この時点で全体の画像を最新データで表示する。
- ・ 土工量バランスした計画高データは保存する。

4. 道路網計画

道路網の自動計算プログラムは、今まで発表されていないと思われるが、一般的には、各道路交点の座標を他の既知の交点からの関連データで1つずつ計算するものである。これには、交点座標を求めるために交点数に近いデータ枚数と、路線を指定する

ために路線数の2倍程度のデータ枚数が必要である。この方法では、対話形式で道路網を作成することは困難である。

そこで、図-1のような道路網タイプを作成し、必要な街区の個数とか寸法をデータとして与えることによって、多くの交点を含む道路網形状を指定できるようにした。各道路網タイプは、基準点と基準方向が決められており、指定された基準点の座標を中心にして、基準方向からの回転によって作図される。また、各タイプは、道路の始点、終点等の特定の位置における座標と道路方向を記憶できるので、連続させる場合には、その位置の番号を指定することによって、基準点座標と道路方向のインプットを省略できるように考えられている。

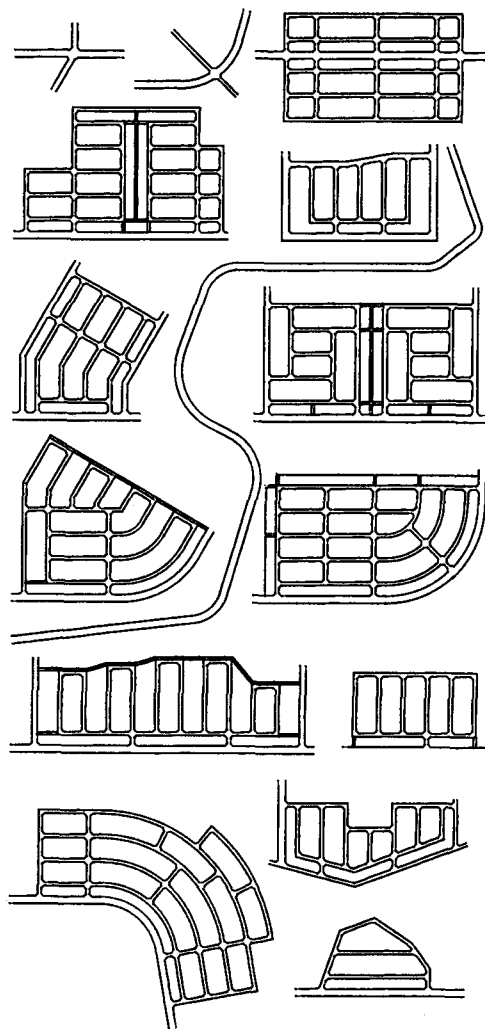


図-1 道路網タイプ

5. 表示支援サブシステム

粗造成計画を対話形式で行うには、現況地形および変更された計画盤を表示するための等高線プログラムや視覚的に検討するための透視図プログラムが支援プログラムとして必要である。そして、対話システムでは、計算時間を短くすることが大切である。それは、計算時間が長ければ、経済的にシステムを利用できなくなることも考えられるし、対話そのものの機能が保てなくなるからである。理想的には、信号待ち程度の計算時間で表示されることが望ましい。

(1) 簡易等高線プログラム

従来の等高線プログラムは、より精密に描くために作成されたもので、計算時間は長い。そのため、とてもこの対話システムに使用することはできない。ここでは、計画段階に用いるということと、ディスプレイの小さな画面に表示するということで、直線的な等高線にして、人間がイメージを補正するように考えている。

この等高線の精度は、指定によって、1メッシュの4分の1、8分の1、16分の1が計算できる。

従来のプログラムとの計算時間の比較では約4分の1の時間で計算できることがわかった。IBMシステム/370モデル138を使用して、35×40のメッシュデータを計算したところ、5mコンターと10mコンターでは、このプログラムは、70秒と48秒となったのに対して、従来のプログラムは、308秒と204秒であり、4.4倍と4.3倍であった。

(2) 透視図プログラム

透視図の作成は、一般的に隠線消去を行うのに計算時間を要する。ここでは、その操作を必要としないように考えている。その手順は、まずメッシュ点が視点からみて可視領域か不可視領域かの判定を行う。透視図は、視線方向と直角方向の断面線で表示する方式を採用するが、断面上の点が可視領域にあるのか不可視領域にあるかは、先に計算されているのですぐに判定が可能であり、可視領域にある場合はその点を投影することにする。断面線はこれらの点を結べばよい。これによって、部分的には、わずかの重複は避けられないが、全体としてはほとんど影響がみられない。特に、計画盤の透視図は、地形の入り込みが減少するので、見映えは良くなる。

6. 実施例

写真1～6は、造成計画過程を、グラフィック・ディスプレイに表示したものである。この計画ではメッシュ間隔20m、メッシュサイズ80×90、約4,000点のメッシュデータを用いている。そして、計画面積は128haで、標高の最低と最高は15mと215mの急な地形である。なお、この写真は、プロットデータをディスプレイに表示したものである。

写真1は、5mコンターの現況等高線にメッシュラインを重ねたものである。

写真2は、任意の五角形、六角形をした計算境界内を小計画盤として計算した後の等高線である。4か所を同時に表示している。

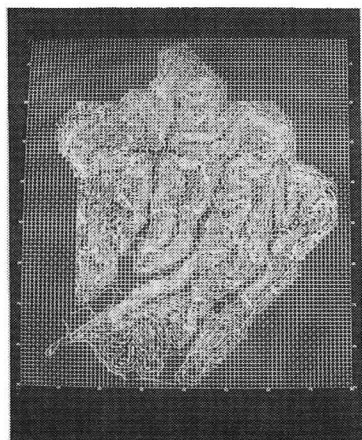


写真 1

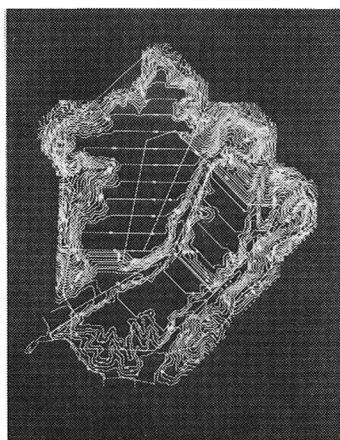


写真 2

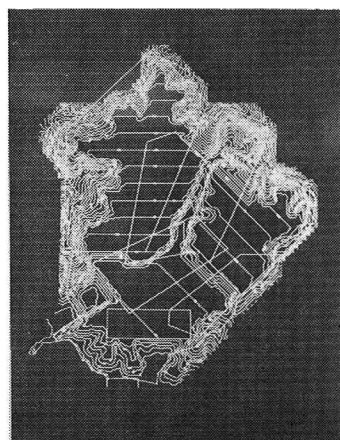


写真 3

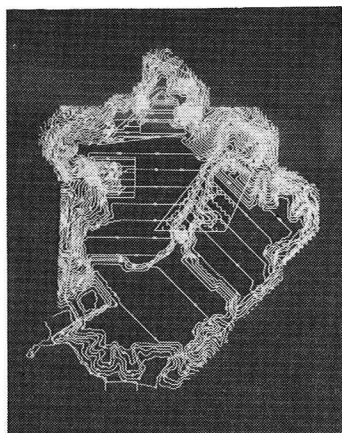


写真 4

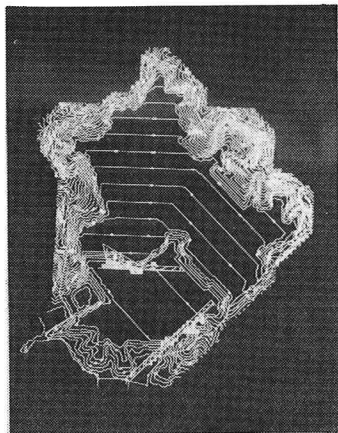


写真 5

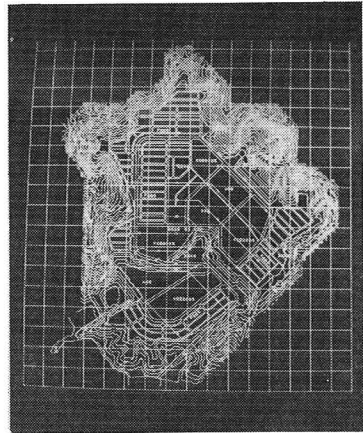


写真 6

(切土量 = 632.8 万 m^3 , 盛土量 = 538.3 万 m^3)

写真 3 は、左上の盛土盤と切土盤の高さを 5 m 下げて、真中右から下にかけて 4 か所の盛土盤を作成し、さらに洪水調整池を作成している。

(切土量 = 680.5 万 m^3 , 盛土量 = 683.5 万 m^3)

写真 4 は、左上の造成地を、尾根の出っ張りを切ることによって整形している。また、左上と右上の計画盤を接続させるように盛土範囲を指定している。そして、この画面は今までと違って、前の計画等高線に変更部分が 2 m コンターで表示されている。写真 2 と 3 は、判別しにくいので省略しているが、通常はこうに表示されるので、その結果と土工量とで、造成の良し悪しを判断することができる。

(切土量 = 756.3 万 m^3 , 盛土量 = 745.3 万 m^3)

写真 5 は、進入道路の計画を行っている。これで約 1 % 程度の切盛差で土工量バランスに近づいている。

(切土量 = 760.1 万 m^3 , 盛土量 = 754.9 万 m^3)

写真 6 は、粗造成計画案に道路網を重ねて、土地利用の名称を表示したものである。これに使用した道路網タイプは、36 個であり、カード枚数に換算すれば約 90 枚である。ちなみに、交点数は、225 点である。

7. あとがき

粗造成計画や道路計画を対話式システムで行うためには、計算方法や表示方法に多くの問題がある。ここでは、計算方法はできるだけ手作業に近い方法を採用し、表示方法では経済性を優先させることに

した。これらが、対話式システムを可能にするアプローチとなる。

これからの開発作業は、実際の対話方式のやり方の段階に入るが、常にユーザーの立場に立ったシステムの開発を念頭に置かねばならないと考えている。

参考文献

- 1) 丸安隆和・村井俊治・平井 憲・高橋永次：シミュレーションモデルを用いたアースデザインに関する研究（第一報），生産研究，第 23 巻，第 4 号，pp. 23 ~ 29，1971. 4.
- 2) 丸安隆和・村井俊治・小宮山澄夫：シミュレーションモデルを用いたアースデザインに関する研究（第二報），生産研究，第 23 巻，第 5 号，pp. 39 ~ 44，1971. 5.
- 3) 丸安隆和・村井俊治・栗原京子：シミュレーションモデルを用いたアースデザインに関する研究（第三報），生産研究，第 24 巻，第 7 号，pp. 27 ~ 31，1972. 7.
- 4) 丸安隆和・村井俊治・栗原京子：シミュレーションモデルを用いたアースデザインに関する研究（第四報），生産研究，第 24 巻，第 7 号，pp. 32 ~ 36，1972. 7.
- 5) 浜嶋鉦一郎：電算機による土地造成計画案の作成，第 2 回電算機利用に関するシンポジウム講演概要，pp. 29 ~ 32，1977. 11.
- 6) 浜嶋鉦一郎：計画盤モデルを用いた造成計画の研究，土木学会論文報告集，第 284 号，pp. 105 ~ 115，1979. 4.