

設計者の思考過程を考慮した対話形式による造成計画

INTERACTIVE EARTH DESIGN WITH CONSIDERATION OF
DESIGNER'S THINKING PROCESS

浜嶋 敏一郎*・板橋 瑩 二**

By Koichiro HAMAJIMA and Eiji ITABASHI

1. ま え が き

電算機を利用した土地造成計画手法については、1971年に丸安、村井^{1)・2)}らにより発表され、最小自乗法によるシミュレーションモデルを用いた土地造成の最適解を求める方法がある。その後、浜嶋^{3)・4)}は、設計者の造成計画イメージを的確に表現した計画盤高を決定することが、重要でありかつ実際的であるという観点から計画盤モデルを用いた計画手法を提案した。

これらの手法の共通点は、設計者の指定した造成計画条件に基づき、土工量がバランスする計画盤高を自動的に決定することにより、膨大な土工量の繰返し計算をなくし、計画作業の効率向上を図ることである。しかしながら、まだまだ設計者が満足できるものでなく、改善の余地が残されている。たとえば前者については、緩やかな丘陵地を対象とし土工量を最少とする最適計画案の作成は可能であるが、造成境界付近の切盛のり面処理が不完全であり実施計画案として使用しにくい点が残されている。また、計画案作成が電算機任せとなり設計者の多様な意図が十分反映できない。後者については、土工量バランスの自動計算の実行時の条件は、切盛土工量の差がある許容範囲内に入るように、つまり、設計者の造成計画イメージを大きく崩さぬ範囲内で自動計算することを前提としている。したがって、その範囲内に入る計画イメージを決定するためには試行錯誤を余儀なくされる。また、自動的に土工量をバランスさせる方法は、計画盤モデルのすべてのデータについて、初期設定された勾配条件を変化させるため、変更したくない計画盤の変更も起こり得る。したがって、厳密な計画案を作成する場合には自動的に土工量をバランスさせずに、入力した勾配条件で土工量がバランスするまでデータ変更および

試算を繰り返さなければならない。

粗造成計画における電算機利用の重要なポイントは、いかに設計者の思考過程を考慮するかであろう。粗造成計画に必要な作業時間は、計画規模が小さなものでも1週間、大規模な計画では1か月以上も必要となる。この中での作業を大きく分けると、地形変更のイメージ創り、すなわち創造的思考過程と、地形変更形状を表現する等高線図の作図あるいは土工量計算等の機械的処理過程とがある。

造成計画イメージの思考過程では、造成の用途に応じた地形変更を考えながらも、勘により変更部分の土工量を推測し、順次作業を推し進めていくため、不確かな情報に基づく作業を進めることとなり、最終的には必ずしも作成された計画案が土工量のバランスを満足しているとは限らない。そこで、数回の計画変更が必要となる。したがって、経験的な勘に基づいた計画作業には、相当な無駄が含まれている。

そこで、著者らは、計画盤モデルによる造成計画手法を発展させ、対話形式により計画作業を行うものを理想的な計画方法と考えた。この方法の特徴は、計画条件を与えたら最終結果が求められるという形式ではなく、設計者が手作業で行う個々の地形変更ごとに設計者の計画イメージを簡単に表現し、関連事項を確認しながら、作業を進められる点にある。つまり、部分的な地形変更の段階で、正確な土工量の情報を与え、さらに地形形状を等高線図や鳥瞰図で表現できるようにし、地形変更の評価をすみやかに可能とするものである。これにより、現在または次の地形変更に対する土工量の予測時間が短縮され、結果に対する判断、新しい造成計画イメージ創造という本質的な思考作業を主体に計画作業を行うことが可能となる。

最近、電算機の高速度化により処理時間が非常に速くなるとともにタイム・シェアリング・システムが普及し、その端末機として図形表示装置の使用が一般化しつつあ

* 正会員 工修 (株)大林組電子計算センター

** (株)大林組電子計算センター大阪電算課課長

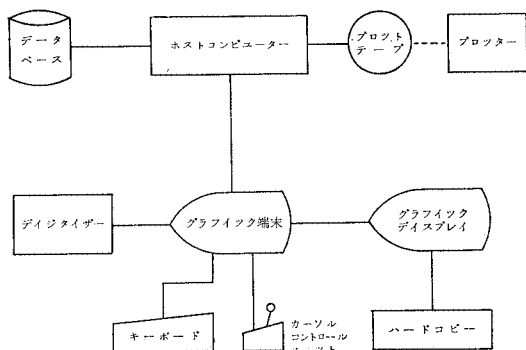


図-1 機器構成

る。

本論文では、図形表示装置を有効に利用し、人間の優れた判断能力と電算機の処理能力を一体化し、また設計者の思考過程に沿った造成計画手法を作成し、さらに景観評価を同時に行うことができる造成計画の処理システムを提案する。以下にその必要性とシステム作成時の考慮点について述べ、同時に当システムの全体について記述する。

2. 対話システムによる造成計画

(1) 図形処理システムの概要

ここで用いる機器は、図-1に示されるようにオンライン制御されたキャラクター・ディスプレイ、グラフィック・ディスプレイおよびハードコピー、カーソル・コントロール・ユニット、ディジタイザーの各種入出力機器とオフラインで処理されるプロッターで構成されている。

ディジタイザーは、造成対象地域のメッシュデータ作成時に平面座標の読取りに用いるほか、敷地境界点の入力、さらに造成計画では地形変更範囲の座標入力にも常時使用される。グラフィック・ディスプレイは、ディジタイザーによる入力データの表示と等高線図や透視図の表示、またカーソル・コントロール・ユニットにより、グラフィック画面から地形変更範囲の入力、表示画面の拡大表示指定などに用いられる。キャラクター・ディスプレイは、以上の操作の制御および入出力データの数値表示に使う。

以上の機器を使用した対話型システムの作成では、図形や数値による多様なチェック機能を用意し、視覚的な判断によりデータエラーを最小限とすることのほか、計画途中での妥当性を判断する場合にも有効な機能を用意する。これらは計画作業を迅速に行うための必須機能である。

さらに、対話形式で入力したデータを外部ファイルに保存し安全性を確保すると同時に、データ変更および再計算を容易に行えるよう計画すべきである。

(2) 従来の方法(計画盤モデルを用いた造成計画)

この方法は、本論文で提案する方法の基本的な考え方となっているものである。設計者が造成計画案を作成する過程は次のように考えられる。

- ① 現況地形を認識する。
- ② 地形形状、現況植生、開発基本構想等により造成形式を決定する(全面的な造成、ひな段造成、自然を部分的に残す造成)。
- ③ 全体の造成計画イメージを描く。
- ④ 造成計画イメージをその造成形状により、いくつかの部分に分割する。
- ⑤ それぞれの部分で簡単な幾何形状をした小計画盤(部分的な計画盤をこのようによぶ)を作成する。
- ⑥ 各小計画盤の接続状況を決定する。
- ⑦ 造成部分と現況部分の境界を明らかにする。
- ⑧ 造成コンター図を作成して土工量計算を行う。
- ⑨ 土工量がバランスしない場合は、造成コンター図を修正した後、再度土工量計算を繰り返す。

以上の作成手順を検討した結果、計画盤モデルという幾何形状をした小計画盤をモデル化したものを用いて、造成計画案を作成する方法を考案した。計画盤モデルは、平面計画盤、放物線断面計画盤、3種類の曲面計画盤、開扇状計画盤、2段連続平面計画盤、段違い平面計画盤と名付けた8種類のタイプを考えた。

計画盤モデルを用いた造成計画の方法は、本論文での提案方法の基本であるので具体的に述べる。

全体造成計画盤をいくつかの小計画盤に分割した後、それぞれの計画範囲を任意形状の多角形の頂点座標で指定する。次に、その小計画盤に適した計画盤モデルを当てはめ、その基準点座標、斜面方向および斜面勾配を指定することにより、計算範囲内の仮の計画盤高が自動計算される。地形変更は、切土か盛土のいずれかであり、設計者は大体別々に考えていく。そこで、小計画盤を切土計画盤、盛土計画盤または混合計画盤という区分に分けた。これで、現況高さとは仮の計画盤高を比較すれば、そのメッシュ点の高さ変更の可否を判定することができる。その結果、小計画盤内での地形変更境界を容易に計算することができる。このように計画盤の高さを決定すると同時に、平面計画盤では計算境界線をのり尻またはのり肩とした切盛りの面を自動的に計算できるようにしている。

全体計画高は、おのおのの小計画盤を順次計算して決定される。さらに、土工量計算の結果として土工量バラ

ンス条件を満足しない場合は、バランスさせるための土工量を各小計画盤に配分し、小計画盤ごとに配分された土工量を満足させるように造成勾配を増減させる。この方法によると、土工量をバランスさせるには、平均3～4回の繰返し計算が必要となる。

(3) 対話型システムによる造成計画の考え方

地形変更の最適解を電算機で自動的に求めることはあまりにも制約条件が多い。その点人間は、すばらしい判断力を持ち、多くの情報からの確かな判断を下すことができる。また、最終計画案は、一、二の計画案で決定されるものでなく、改善を積み重ねたよりよい計画案を創り出す過程でおのずと決定されるものである。造成計画の理想的手法は、この点を踏まえて、人間を計画案作成の主体とし、設計者の思考過程に準じた地形変更作業の中で、機械的作業を電算機に処理させ、設計者の総合的な評価を容易にできるための正確な情報を即時的に与える方法であろう。

本来設計者は手作業でも、2～3回の試行錯誤を繰り返すことで土工量をバランスさせることが可能であり、しかも、全体計画盤を変更せずに局部地形の変更で全体を調整できる判断能力をもっている。これに対し、すべてを機械で自動的に処理しようとする、土工量はバランスさせ得ても不必要な変更までを行い、全体として満足できぬ結果となる場合も起こり得る。そこで、設計者の思考過程において、その場その場で必要とされる作業だけを電算機で即時的に処理させ、その結果を即断できるような土工量を表示したり、地形形状を等高線、または鳥瞰図で表示し、それを人間が検討するというマンマシンシステムを可能とさせる設計手段を試みることにした。設計者の造成計画イメージを電算機に伝達し具体化するには、前述したように計画盤モデルを採用する。それは、対話形式により部分的な地形変更を順次進めていく場合、この単純な基本モデルの使用が適しているからである。丸安、村井らの方法は計画地全体を対象としているため部分的な変更作業には使用しにくいものと考えられる。

以下に設計者の思考過程に対応する具体的な方法について述べる。

グラフィック画面には現況地形またはある程度変更が進められた計画盤の等高線図を表示し、これから変更したい範囲を画面上またはディジタイザ上の現況地形図から入力する。次に、その範囲の形状を計画盤モデルを用いて作業内容を指示し、土工量を計算させる。その結果、即座に切盛土工量を表示し必要ならばこの変更で計算された地形部分の等高線図を表示させる。これらにより、想定したイメージの可否の判断を行い、満足できぬ

場合には指定した形状の変更と再計算を指示し、また結果がよければ次の地形変更を進める。同様な地形変更を繰り返しながら計画案を作成していく。土工量バランスは、人間の判断により条件変更しながら行うこととしているが、局部的な土工量については自動決定させている。これはあくまで設計者の想定する範囲内での自動化であり、従来の考え方とは異なる。

従来の手作業は勘に頼りながら計画作業を進めなければならず、計画上の判断には熟練した経験が必要であった。しかし、このシステムでは設計者のイメージの妥当性をその場その場で、適切な計算結果に従って判断できるため、次のステップへの確実な対応が可能となる。したがって、主観的判断により作成された計画案を長時間検討し、最終的にその切土量と盛土量の計算結果がまったく整合しないという無駄な計画作業が防止できる。

さらに、計画段階や決定された計画案に対し、透視図による景観評価を随時可能とし、よりよい計画案作成の支援を行うことも可能となる。

(4) 対話システムとして要求される条件

設計段階での思考の連続性は計画作業を対話システムとして機能させるための基本条件であり、そのためには、操作手順が単純明瞭であり処理時間が短いことが要求される。電算機の分担する計算処理時間は手作業との比較での速さではなく、その待ち時間の長さが心理的に思考の連続性を遮断しない範囲になければならぬ。この範囲を越える場合は、作業能率が大幅に低下し、システムの有意性が半減する。通常、対話システムにおける一つのキー操作に対する処理時間は電算機に対する心理的な期待時間を考えると、長くても2秒程度、理想的には1秒内外が許容限度とされています。しかし、処理内容により処理速度に対する期待感は異なり、データ入力や簡単な計算に対しては前記のごとく期待し、一方等高線図や透視図などの長時間の計算処理に対しては、多少の待ち時間はがまんできる。設計者の待ち時間に対するいらだちを緩和する1つの方法として、計画規模や計算条件により予想待ち時間を明示することとしている。以下で述べる処理時間は、IBM 4341 プロセッサ (4MB) を使用した場合のものである。

a) 操作性について

最終的な計画案を作成するまでには、手作業と同様な方法をとるかぎり計算変更作業が繰り返し発生する。これに対処するため、計画案作成のための諸機能(計算データの作成、実行、データ検索、データ変更、再計算等)および入力データや途中計画案の保全のための機能等が必要である。

これらの機能を容易に選択し操作する方法として機能

選択メニュー方式を採用している。この方式によればすべての機能を独立させかつ階層構造化することにより、計画作業のプロセスの選択を自由に進めることが可能となり、操作が単純明解となる。機能操作に要する時間は長くても1〜2秒であり対話機能を十分満足させられる。

b) 計画高の計算方法

計画盤モデルによる計画高決定のための処理時間は非常に短い。それは繰返し計算を含まず、かつ計算範囲内の各格子点の高さは、基準点座標と斜面の方向およびその勾配から簡単に計算できるからであり、土工量計算を含めても計算時間は非常に短くなる。計画盤の計算条件を入力後、土工量が表示されるまでの時間は長い場合で2〜3秒である。

c) 等高線図作成プログラム

メッシュデータから等高線図を表示させるための処理時間は計画高の計算時間よりもはるかに長くかかる。待ち時間を短くしなければならぬのは特にこの等高線図表示部分である。等高線図は計算時間だけでなく、表示データ量も多いため画面への表示時間だけでも相当な時間を要する。

一般的に等高線図作成プログラムは、手書きに近い滑らかな曲線を描く目的をもって作成されており、これをそのまま対話システムに適用すると計算時間および表示時間が長くなり、さらにプログラム実行に必要な記憶容量にも悪影響を及ぼす。したがって、ここでは等高線図として計画作業に必要最小限の表示内容をもち、さらに処理時間が短く対話システムとして十分機能するプログラムが必須となる。

このプログラムのアルゴリズムは次のとおりである。計算に要する記憶容量上の制限から、全体領域を10メッシュ×10メッシュのブロックごとに分割して計算する。さらに各格子点間を4分割または8分割に細分し、新たな分割格子点の高さを比例配分により計算する。8分割の場合は、4分割と比較して精度は2倍となるが計算時間も約2倍となる。さて、指定した等高線間隔により各分割格子点の高さを切り捨て処理し、近似した等高線高さに変更する。さらに等高線の境界となる格子点を選び出し、その他の格子点の値を0とすると、メッシュデータの行列内に点イメージの等高線図が作成される。この点データから線データを作成する方法をさらに述べる。ある等高線の番号をもつ格子点の周囲8方向には必ず同一等高線の格子点が存在するから、右回りに順に探せば隣の格子点が求められる。一度通った格子点に逆戻りしないようにその格子点の値は0とする。ただし、最後の格子点は0としない。これは出発点も0となりおり最後と最初を結ぶことができないので、再度出発点

から逆回りで最後の格子点と結ばせるためである。また閉塞しない等高線の場合は、この逆回りの点探しが必要である。こうして、分割格子点を直線で結ぶ等高線が作成される。この方法は単純で、場合により線が途切れたりするが、計画作業に支障のない精度が短時間で得られる。たとえば、メッシュ間隔が10mで4分割の場合、最小格子点間隔が2.5mとなり、切土勾配が1:1.5とすると格子点間の高度差は1.7mとなり、2mコンターの等高線を描くことが可能である。また、最大規模の例としてメッシュサイズが100×100で、このうち計画範囲の占める割合が7割程度のデータについて5m間隔等高線で描く場合、計算および表示のための待ち時間は約2分であり、通常の等高線作画の場合の約1/5となる。したがって、これ以下の計画規模では、対話システムとしての条件は満足できる。

d) 透視図作成プログラム

ここでは、中心線投影法による透視図を用いているが、やはり等高線図と同様に、計算時間を短くする方法を考える必要がある。透視図の作成では、一般的に隠線消去を行うが、この操作に要する計算時間は大きく、相当の割合を占める。そこで、以下の方法により隠線消去の代わりとした。まず、ある視点から眺めたときに視界に含まれる各メッシュ点が、可視点か不可視点かの判定計算を行う。続いて、視線方向に対して直角方向の断面線を平面に投影させる。このとき断面線を構成する点がある点、その点を囲む4点の格子点により可視領域にあるのか不可視領域にあるのかを判別し、不可視領域にある点は断面線の表示から除くという処理を行う。この方法によると、部分的な重複は避けられぬ場合もあるが、全体としては問題が少ない。特に造成部分が大半を占める計画高データについては重複箇所が少なくなる。計算処理時間は、等高線図と同一データの場合約1分半であり、対話機能として使用し得るものである。

3. メッシュデータの作成方法

造成計画に必要な切盛土工量計算、等高線図および透視図の作成には、通常計画対象地域を適当な間隔の正方形格子に分割したメッシュデータを用いる。メッシュデータの最も原始的な作成方法は、地形図上で各格子点の現況地形高さを人間の目で読み取り、入力データとする方法であるが、この作業は単調かつ膨大な量のデータとなるため適当な機器を用いてより迅速に正確なデータを採取する方法が考えられている。以下に従来行われている方法を列挙する。

① 格子点での平面座標を機械で入力し、高さは人間が読み取り入力する方法。あるいは、任意のランダムな

点の平面座標と高さを同様にして入力する方法。

② 地形図上の等高線をたどり、その高さに対する平面上のランダムな位置の点での平面座標を機械で入力する方法。

③ 格子断面上で地形の変化点位置を機械で入力し、高さを人間が読み取り入力する方法。

これらのメッシュデータ作成方法の特徴は、平面座標を機械に読み取らせて、高さデータを効率よく入力していること。さらに、それぞれの方法に適したメッシュ変換処理を行っていることである。作成されたメッシュデータはそれぞれの方法により精度も異なるため使用上注意を要する。

メッシュデータ作成方法の評価は、使用目的を満足させる精度を保有しているか否かであり、要求された精度をもつデータをいかに迅速かつ経済的に作成できるかである。ここで、精度の基準としての格子点の高さは人間が地形図から読み取る数値を基本値であると仮定する。

ここでは特に経済性と精度を考慮したメッシュデータ作成方法について述べる。メッシュデータ作成に必要な装置として、電算機とオンラインで接続された座標読取装置を使用することとする。

データの読取方法は、横方向の格子線上で交差する等高線の交点座標を座標読取装置で入力するとともに、キャラクター画面からの高さ制御データを与え平面座標値と同時に高さデータを自動計算する方法を採用した。各格子点の高さは、その両端にあるこれらのデータを使用して比例配分により計算される。次に入力する等高線高さの計算方法について述べる。

図-2 に示されるように地形断面の一般形状は、上り下りが交互に続くもので、ある等高線から一定間隔で増減する等高線の高さは、初期値と増減値さえわかれば容易に計算できる。したがって、操作効率を高めるために、上りのあとは下り、下りのあとは上りとなるように初期値と増減値を制御し、途中での変更操作を少なくしている。また、精度的には、誤差の生じやすい尾根部分、谷部分、また格子線と等高線が平行状態に近づくような地形形状に対処するために、細かな増減間隔を選べるようにする必要がある。そこで、[尾根]→[下り斜面]→[谷]→[上り斜面]→[尾根] というサイクルに対して、増減値を、 $[(-1.0\text{ m})] \rightarrow [(-5.0\text{ m})] \rightarrow [(-1.0\text{ m}) \rightarrow$

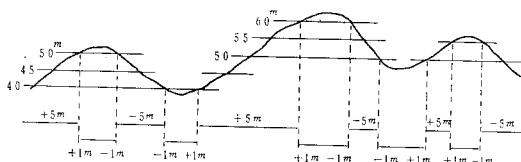


図-2 地形断面の一般形状

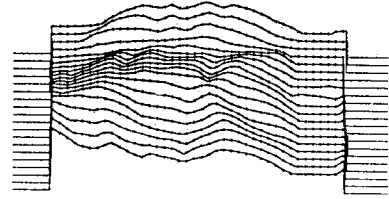


図-3 断面図によるチェック表示

$(+1.0\text{ m}) \rightarrow [(+5.0\text{ m})] \rightarrow [(+1.0\text{ m}) \rightarrow (-1.0\text{ m})]$ となるように設定している。もちろん、部分的には、数値変更が必要となる場合も生じる。

格子点高さは、2点間の比例配分により計算されるので、精度を保つためには2点間が直線とみなせる等高線間隔を選択することが重要となる。作業者が、メッシュ変換の方法を十分認識すればより高い精度のデータを得ることができる。

経済性については、数値の読取作業量が少なく機械的操作が多いので、処理速度が速いこととメッシュ変換の方法が簡単のため計算処理費が少なくてすむ。その他の利点は、各断面でのデータ入力後に、グラフィック画面に入力データとメッシュ変換値を図形表示させることにより、入力操作の妥当性を容易に検討できること、また順番に一方方向に向かって入力するのでデータの読み落しが少ないこと等である。図-3 はグラフィック画面に表示された断面図とメッシュ変換点の例である。

以上の点から総合的に判断するとこの方法は従来の方法と比較して高品質のメッシュデータを迅速に作成できるものであるといえる。

4. 造成計画の対話方法

電算機との対話には、機能選択メニュー方式を用いており各計算機能は任意に実行が可能である。造成計画に準備された機能は図-4 に示すとおりである。以下にその内容について概説する。

(1) 基準メッシュデータの指定と等高線表示

基準メッシュデータとは一連の地形変更作業を開始するときのデータで、グラフィック画面に等高線表示する対象となる。この指定は次の4種類の利用法が考えられる。

(a) 現況高地形データ：造成計画開始のとき、または再計算のときに指定する。

(b) 現時点の計画高データ：ある程度地形が変更された状態で、変更地形の等高線を画面に表示させる場合に指定する。

(c) 前回の基準データ：ある基準メッシュデータで計画変更を進めたが、それ以後の変更が気に入らぬ場合

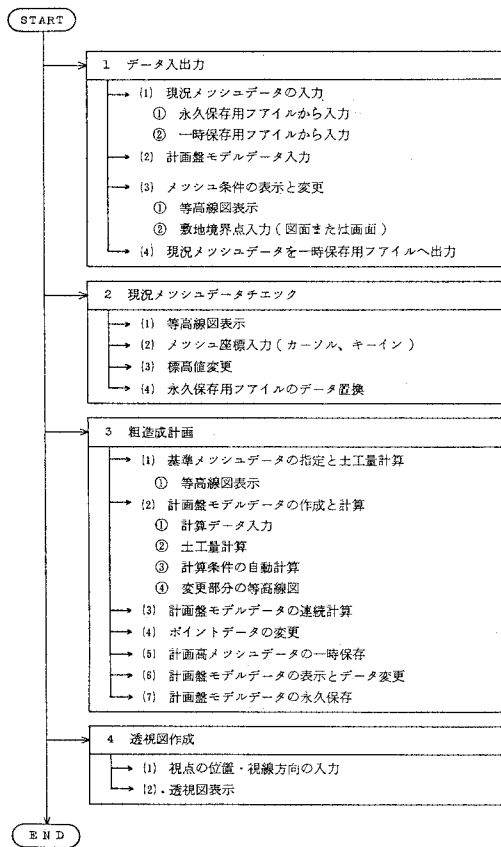


図-4 造成計画の対話機能

に、再度その時点に戻って作業を行うときに指定する。

(d) 計画高保存データ：計画案データあるいは計画途中の段階でのデータが保存されている場合、再度その計画高メッシュデータと呼び出して使用するとき指定する。

等高線図の表示コンターは、その都度指定できるので、新規の場合は細かな等高線、再計算のときは粗い等高線というように経済的な指定が可能である。このとき、必要であれば敷地境界線、メッシュラインをも画面上に同時表示できる。また、それぞれのデータの切盛土工量と地形が変更された部分の面積も同時に表示される。写真-1, 2 は、5m コンターの等高線図と敷地境界線を現況地形および計画地形について表示したものである。

(2) 計画盤モデルのデータの作成と地形変更

計画盤モデルの種類は、前述したとおりである。ここでのデータ作成は3段階で進めるようになっている。

(a) 第1段階：データ番号、計画盤の選択(切土計画盤、盛土計画盤、混合計画盤)、計画盤モデルのタイプ指定。



写真-1 現況地形の等高線図

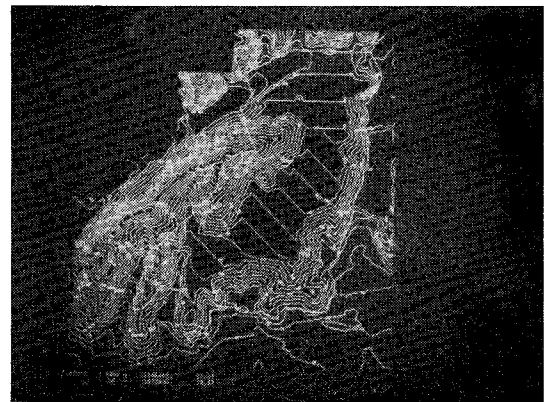
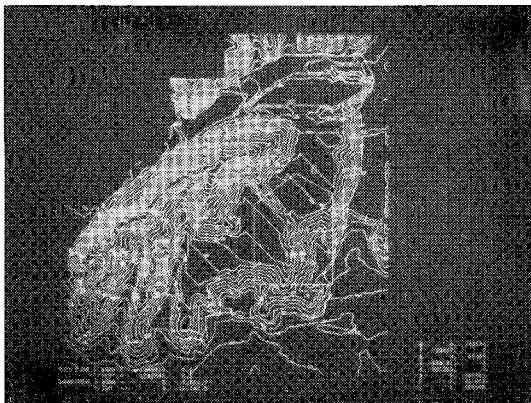


写真-2 計画地形の等高線図

(b) 第2段階：指定された計画盤モデルタイプに必要な基準点座標、斜面方向および勾配の指定。

(c) 第3段階：計算範囲(多角形の頂点座標で指定)、切盛のり面の自動計算の有無、のり面勾配の指定。計算範囲の指定では数値を直接入力する方法のほかにグラフィック画面または座標読取装置に設置した地形図から入力する方法もある。計算範囲が入力されると座標値表示はもちろん等高線表示に重ねて多角形が図形表示される。

入力データの確認が終わると、計画高計算および土工量計算を行わせる。ここで、切土量については、地質条件による切盛変化率により換算して計算される。土工量は、今回の計算による変更土工量と前回までの切盛土工量とが別々に表示される。これにより、設計者は計算データの採用の可否を判断していく。採用する場合は、必要があれば変更された部分のみの計画高等等高線図を2mコンターで重ねて表示することも可能である。計算データを変更する場合は、再度第1段階に戻り入力データの変更により再計算を繰り返せばよい。写真-3は、ある計画段階で次の計画盤モデルデータを指定し計算した例である。画面右側の番号と数値は、各計画盤モデルデー



写真一3 計算範囲の指定と土工量計算結果

タの切盛土工量を示している。

(3) 土工量バランスの方法

現状の切盛土工量を考慮しながら順次造成計画を進め、最終的に土工量をバランスさせるためには、全体を眺めたりして、適当な計画盤に着目して、その計算条件を変更して再計算を行えばよい。しかし、この作業をより迅速にかつ効果的に進めるために、自動決定による4種類の計算方法を準備した。これは、局所的な計算範囲内で使用するものであり、指定した土工量を指定した精度内に納まるように計算条件を決定し計画盤高を計算するものである。このとき、計算の都合上計算条件の変更範囲(目標値)を設定する必要がある。

(a) 斜面勾配の増減による方法：現在の勾配から目標勾配まで、その勾配差の10分の1の増減値で変化させ、その指定土工量に近い値となったらさらに勾配差の100分の1の増減値で変化させて精度を満足させる。

(b) 斜面方向の変更による方法：斜面勾配と同様の方法で目標方向まで近づけるように斜面方向を変化させる。

(c) 基準点高さの上下による方法：斜面方向および斜面勾配を一定とし、基準点の高さを目標高さまで上下させ指定土工量に近似させる。

(d) 計算範囲を指定する切盛境界線の変更による方法：計画盤の条件は変更せずに、境界線を平行移動させ、その結果生じる切盛土工量の増減により、指定土工量に近似させる。

従来の方法による土工量バランス計算では、計画の意図に関係なく全体の計算条件をすべて変更していたが、ここでは任意の部分だけを対象として設計者の考えの中で変更を進めることができる。また、この方法は最終的土工量バランスのためだけでなく、計画途中でも計算条件の検討に利用でき効率よく計画作業を行うことができる。

(4) 計算データの表示と修正

すでに作成したデータの確認や修正のためにキャラクター画面にその内容を表示し、必要があれば変更していく。基準点座標や斜面勾配値の変更であれば、この機能により変更作業は簡単になる。数多い計算データの表示を迅速に処理するために、データ番号での指定による直接検索およびデータ番号順での順次検索を可能とし、さらに前後データの表示、表示打ち切り等の工夫が必須となる。

(5) 計算データの連続実行および計算範囲の表示

前項のデータ修正だけではその変更結果を知ることができない。また、再計算のとき、ある計画段階へ戻るときなど、各計算データを前記(2)の方法で個別に実行させていくのでは時間がかかるため、迅速に計算処理させる必要が生ずる。そのため、計算データ番号だけの指定により一連の計算を一括して行わせる機能をもたせている。このようにできるだけ操作を単純化する機能をもたせることは、システムの柔軟性を確保するうえで重要な点であろう。

また計算機能以外に、指定したデータ番号の計算範囲だけを表示させることも可能であり、データチェック機能として計画案を検討するために必要となる。

計画盤モデルを用いることにより計画高決定時間を短縮できるため、(4)の修正機能を用いて基準点高さや斜面勾配条件の変更を行い、本節の実行および表示機能によりただちに計算結果を得ることができる。これは、全体の計画検討には非常に便利となる。しかも、従来計画高の全メッシュデータを保存してきたが、この手法では計画盤モデルデータさえ保存しておけば容易に再現できるので大量データの保存スペースを減少させる効果も生じた。

(6) ポイントデータの変更

計画盤モデルデータで表現できない細部の変更は、1点ずつ地形変更を可能にする機能が要求される。

(7) 計画高メッシュデータの保存

計画案として完成された状態を保存し再度利用する場合、また計画高データを他のシステムで利用する場合に必要となる機能である。

(8) 計算データの外部保存

対話形式により順次作成される入力データの安全性と永久保存のために適時この機能を用いることが必要となる。

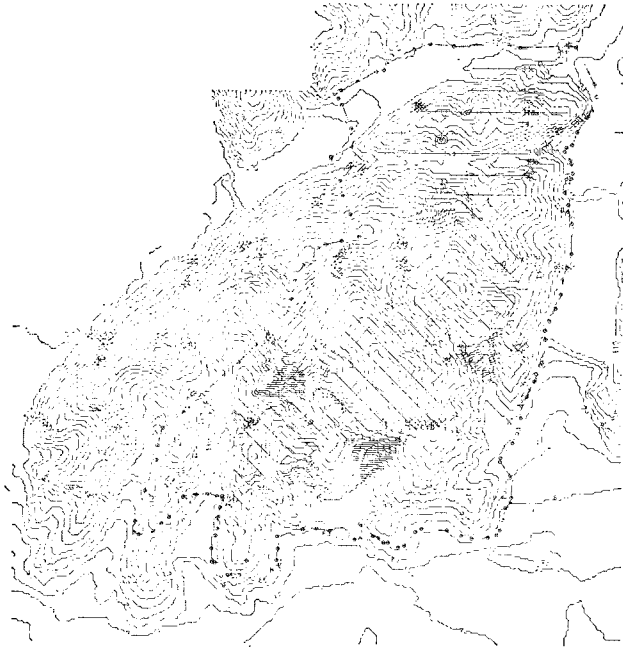


図-5 プロッターによる等高線図

(9) プロッター図の作成

作成された計画案は、グラフィック画面のハードコピー、さらにプロッター図として出力する。その内容は、現況地形および計画地形の等高線図、敷地境界線、メッシュ線、さらに切盛土ののり尻、のり肩線等であり、それぞれ出力の有無とプロットペンの色分けを指定できるように設定されている。図-5 に現況地形と計画地形を同時に描いた等高線図を示す。

5. 景観評価

宅地開発には、域内の景観はもとより域外の道路および既存住宅地からの景観が重要な問題として発生する場合が多い。そのため、よりよい計画案を作成するため、あるいは地域への説明資料として、計画案の理解しやすい手法として透視図の作成が必要不可欠となろう。さらに計画作業のいかなる段階でもその利用が可能となれば、比較検討により質の高い計画案を作成できる。

ここでは、透視図作成機能を造成計画の中に含め、現況地形および計画段階の地形について、いつでも景観評価を可能としている。地上または上空など任意地点から任意方向への透視図が作成可能である。図-6, 7 では、このような例として現況地形と計画案の透視図を示した。

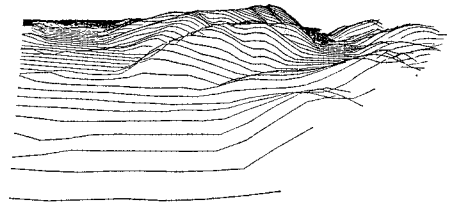


図-6 現況地形の透視図

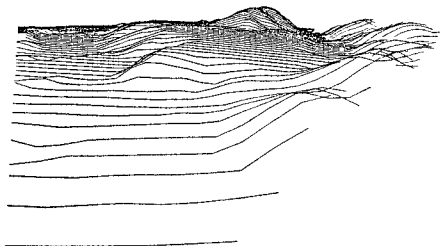


図-7 計画地形の透視図

6. あとがき

著者らは、土地造成計画案の設計にあたり、設計者の思考過程を表現しながら、計画作業を進める計画システムを提案した。この手法の特徴をまとめると以下ようになる。

(1) メッシュデータの作成に際して、座標読取装置を用いた格子線上の等高線データの読み取りとメッシュ変換の方法について述べた。この方法を用いると、高精度のメッシュデータを経済的に得られる。

(2) 計画盤モデルの利用方法を改善し、粗造成計画作業を電算機主導型から人間主導型に発展させた。これにより多様性のある計画案を容易に作成できるようにした。

(3) 計画案は部分的な地形変更により作成されていくが、その都度土工量を把握できるため、条件の判定が正確となり、また次段階の判断の確信度が高められる。そのため、作業のやり直しなど無駄な計画時間が減少し、省力効果が大きくなった。

(4) 座標データを読取装置により入力可能となったため、従来多かった座標データの入力エラーが減少するとともに作業時間が大幅に短縮された。

(5) 局部的な変更の際に、指定した土工量を満足させる計画盤条件を自動的に計算させることができるので、全体の土工量をバランスさせることが容易である。

(6) 計画案が効率的に作成できること、透視図による景観評価が同時に行えることなどにより、計画案の決定に十分な検討が行えるので、計画案の質を高めることが可能となった。

(7) 図形画面に設計者の計画イメージが表示される

ので、複数設計者による共同作業が可能である。また、第三者への計画案の説明が効果的に行えるようになった。

最後に、本論文の作成にあたり、(株)大林組 村田 稔氏には、終始適切なるご指導とご助言をいただいた。また、名古屋大学名誉教授、現・摂南大学 成岡昌夫教授から貴重なご指導とご鞭撻を賜った。ここに記して感謝の意を表します。

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) 村井俊治：宅地造成計画の最適化，施工技術，第4巻，第11号，pp. 8～15, 1971-12.
- 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（第三報），生産研究，第24巻，第7号，pp. 27～31, 1972-7.
- 5) 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.
- 6) 浜嶋敏一郎：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.
- 7) 浜嶋敏一郎：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.
- 8) 村田 稔・浜嶋敏一郎：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，第5回電算機利用に関するシンポジウム講演概要，pp. 39～42, 1980-10.
- 9) 村田 稔・浜嶋敏一郎：グラフィック・ディスプレイを用いた土地造成計画，第6回電算機利用に関するシンポジウム講演概要，pp. 49～52, 1981-10.
- 10) 浜嶋敏一郎：対話形式による宅地造成計画システム，第20回IBMユーザーシンポジウム論文集，pp. 79～106, 1982-6.

(1982.3.29・受付)