

宅地造成計画設計システムの開発をめざして

日本住宅公団 長沢 靖之 土屋 邦彦
横道計画研究所 占部 孝三 徳山 為義

1. はじめに

宅地造成設計は、自然の形質を改造し、住環境として十分な条件を備えた自然条件を作り出す技術である。土地利用計画等の基本構想に従って、在来の自然条件と建設後に作り出される環境とを対応せしめ、その相互関係を考察しつつ、造成計画・設計を進めるわけであるが、その基本は、標高、地質、水系、植生等、龐大な地形情報を正確に採取することである。それに基づき、設計者は、計画規模、周辺状況に応じて平面計画を想定し、予想土工量、予想運土計画、付帯工事等に対して、工事費試算を行うわけであるが、それは大変な労力と時間を要する。それは、造成計画に対する自然地形データの拾い作業の龐大さ(図-1)、計画に際して考慮しなければならない要素・設計手順の多さ、複雑さに起因する。最近の様に計画が大規模化すると、従来の手作業と設計者の勘による設計方法では、作業効率、精度とも良くない上、十分満足出来る試算をくり返すことも事実上不可能である。それ故、公団内部では、早くから、設計方法の改善、システム化が要望され、昭和46年より、宅地造成計画設計システムが順次開発され、現在に至っている。その全体像を、図-2に示すが、今回は、造成敷地領域内の道路と宅盤の高さを平面計画に従い、切盛土量のバランスを見ながら、最適に決めることを目的としているサブシステム「EMPS(Earth Moving Planning System)」と、決定された詳細な平面計画に対する土工量算定と、土量配分計画の最適解を求めることを目的としているサブシステム「EMES(Earth Moving Estimation System)」について紹介する。

2. システム各論

① システムの概要

EMPSサブシステムは、切盛土量のバランスをみながら地盤の縦横断高を決定し、擁壁および法面の位置、高さ、および道路の高さ、縦断勾配を決定するほか、排水勾配、日照条件なども考慮しながら、敷地の有効面積を最大とする最適解を求めるのが本サブシステムの目的である。EMESサブシステムは、EMPS

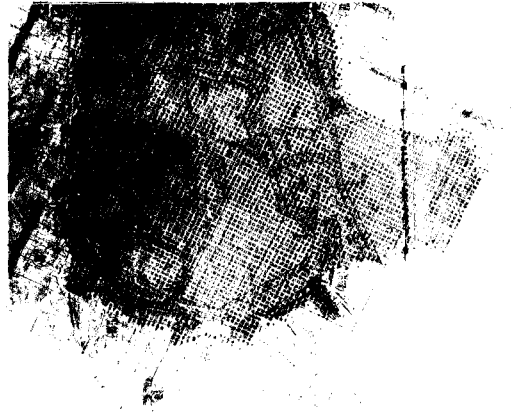
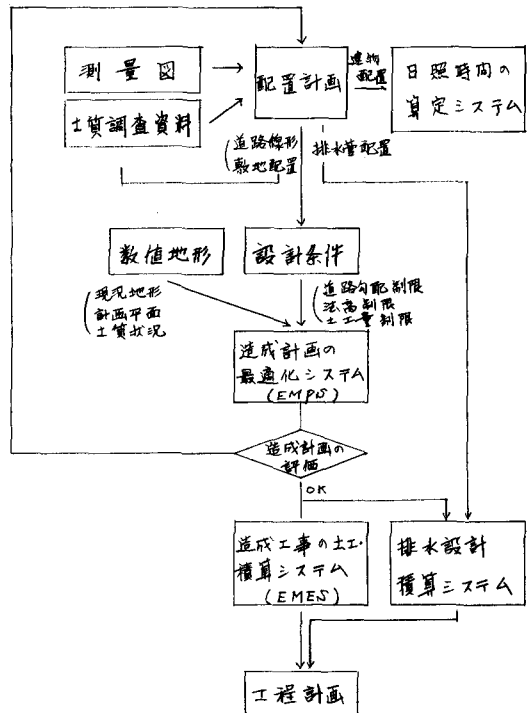


図-1 地形図



注: ; 既設システム

図-2 造成計画のプロセス

によって得られた解をもとに作成された図面以後の作業を電算処理するもので、土量計算、土の運土計画、道路、擁壁、法面等の求積計算、建設機械の適合機種選定および経費を計算するものである。EMESサブシステムの特長は、土の運土計画は、線形計画法の輸送問題というO・R手法を用いて、切土区域から盛土区域への運搬を工区、工期を考慮しながら、通行不能区域を避け、また、指定ルートを通り、運搬する運土計画の最適解を求める。土量のバランス計算では、敷地全体に敷均す全面収斂と指定敷地のみにて処分する指定収斂による土量計算を行ない、敷地設計高の修正が行なえるように工夫されている。

② システムの詳細

1) EMP/Sサブシステム 本サブシステムは、図-3に示すように、大きく、道路設計部分と敷地設計部分の二つに分けられる。本サブシステムは、まず、設計条件として、道路中心線と造成区画領域が、平面計画のもとに入力される(図-4)。そして、道路の標高と勾配は出来るだけ原地盤にそって設定する。この道路の縦断は入力した制限勾配の範囲で収まるよう修正が施される。次に、この道路に入力された固定点を基準にとり各造成区画の平均高さを近似的に誘導する。これより各区画間の高低差を知り、高低差の制限を越えたものについては、適正な差を保つように修正を行なう。道路と敷地の関係は、一意的には定まらないが、原則として道路は敷地より低いし、入力したある一定高さ以下であれば、道路の方が高いケースも許した。この調整はすべて敷地高の上げ下げで行う。縦断計画がほぼ完了すると、道路の幅、法の設置などによる領域の変更、新設を行う。法高は土質工学的に安定な法高を計算する。この後、造成面積の計算、土量の計算を行ない、土量バランスを考慮する場合は、土量の過不足が入力した制限量に近似的に一致するまで計画高の上げ下げを行う。図-5はこうして得られた計画平面図である。

2) EMESサブシステム 本サブシステムは、図-6に示すように、三つのモジュールによって構成されている。それは、土量計算、配分計画、建設機械積算モジュールである。本サブシステムは、まず、設計条件として、縦横トメッシュを入れた地形図(図-

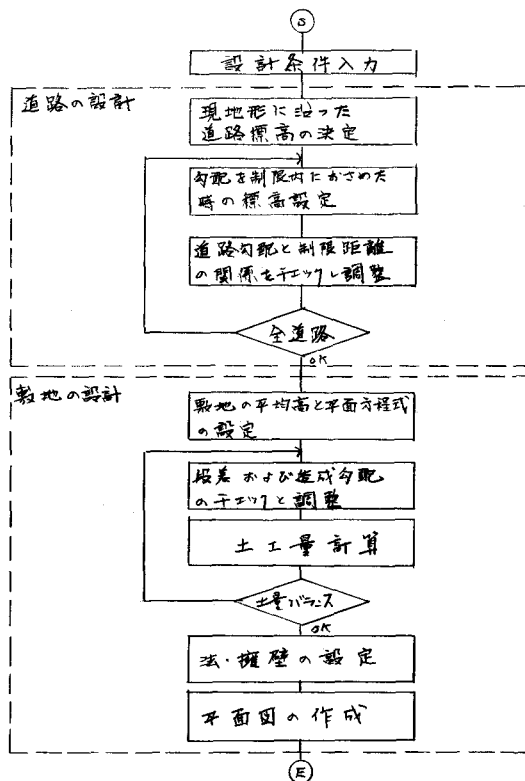


図-3 EMP/Sのシステムフロー

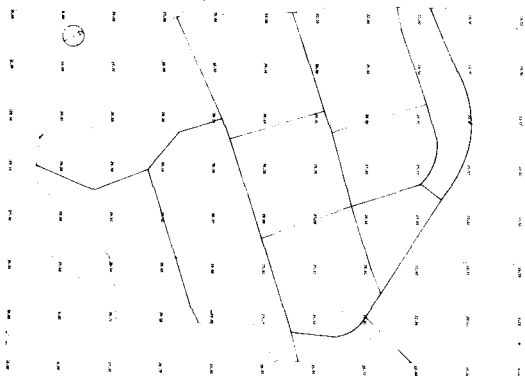


図-4 EMP/Sの入力

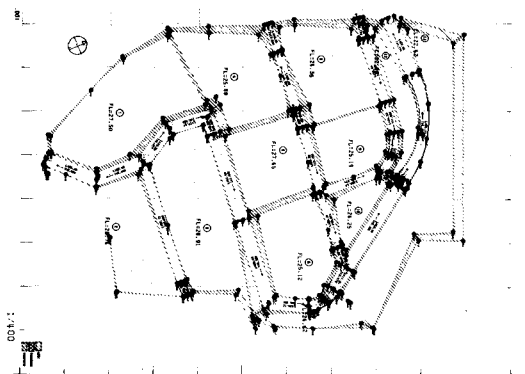


図-5 EMP/Sの出力

1) から拾われた現地盤高を入力する。敷地、道路、法面、擁壁の各領域は、X、Y、Z座標で表わされる点群として入力するが、それぞれ傾きをもった平面とみなし、これらの平面の方程式より、各格子の計画高を内挿する。これより、四角柱方式によって切盛土工量の計算を行う。この際、環状方向、平面方向に最大の値まで土質を考慮、土量変化率による土量の換算も行う。運土計画は、切土すべから盛土重心までの距離をコストとして計算する。 $(コスト) \times (運土量)$ が最小になるような運土計画である。このとき、内工期による優先順位と、通行不能領域の迂回の考慮がけられている。運土計画の結果、運土距離と運土量が与えられ、これを距離別に分類して、それぞれの距離に対応する運搬機種を選定し、その機種による、必要時間、必要経費を積算する。図-7に示した図は、配分計画による土量配分図である。

3. まとめ

我々が意図している宅地造成計画システムは、図-2に示した様な構成になっていて、開発は、序々に行われてきたものであり、現在、一貫したトータルシステムとして機能している。すなわち、現在、各サブシステムは、独立に運用されている。造成計画の基本計画・設計時に使用されるEMPS、実施設計時に使用されるEMESとも、設計作業の効率化、設計精度の向上、設計手法の標準化などに果たした役割は大きい。しかしながら、システム開発当初に期待した成果が十分に発揮されなかった点も多々あった。期待に反した点は、①入力データ量が多いため、設計者の利用する意欲を損った点、②計画レベルで使用するシステムとしては、機能を豊富にしすぎたため、計算時間などの運用面で障害が現われたことなどである。一般に、設計プログラムは、設計条件や設計の要因が多く、且つ、設計者の意志が各人各様であつて、最適自動設計を目指しても、実用に耐えられない場合が多い。我々が目指している一貫設計システムもこの点を考慮して、設計プログラムに全てをまかせるのではなく、あくまでも、設計者に対して、使用したい時に、簡単に使用でき、且つ、設計のための適切な判断資料を、タイムリーに出せる実用システムとして、完成させていきたいと思っている。

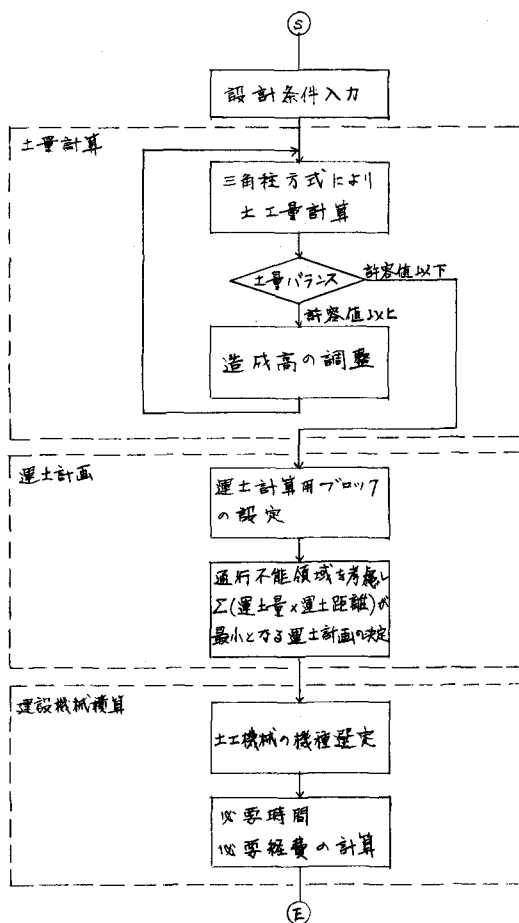


図-6 EMESのシステムフロー



図-7 土量配分図