

道路土工の施工計画システム

建設省土木研究所 見波 潔

1. はじめに

道路建設工事における土工の計画を作成する際の特徴として次の事柄を挙げることができる。

(a) 計画上の変数となる土工機械の種類や投入台数、施工順序などに関する自由度が大きいため数多くの代替案を検討する必要があり、これに伴う計算量が膨大になること。

(b) 代替案を評価する際の項目が単一とは限らない場合があり、このようなときに望ましい計画案の抽出を客観的に行うのが困難なこと。

本システムは、道路建設工事の発注段階において上述したような問題に対処しながら効率的に土工計画を作成するのを支援することを目的として開発したものである。

2. システムの概要

本研究は、図-1に示すような土工計画作成プロセスを一つのシステムとしてとらえ、代替案の列挙および相互比較を行うことによって意志決定者に有益な情報を提供する方法を提案するものである。システムへの入力情報としては原地形・計画地形などを示した設計仕様や現場施工条件を考え、システムの操作変数として土量配分方法（工区の分割、運搬方向など）、投入資源量（土工機械の種類および投入台数）、施工順序などを考えた。なお、本研究では扱う工種を掘削、積み込み、運搬、敷ならし、締固めに限定しているが、必要に応じて付帯の工種を付加することも可能である。また、本システムではマイクロコンピュータを使用しており、各計画プロセスで現場条件や技術者の判断事項を容易に入力できるような対話型システムとしている。

3. 計画手法上の要点

3. 1. 土量配分計画作成プロセス

土量計算を行い、その結果に基づいて土量を配分するプロセスである。本システムでは、土量の分布状況、重要構造物の位置、工所用道路の位置などを

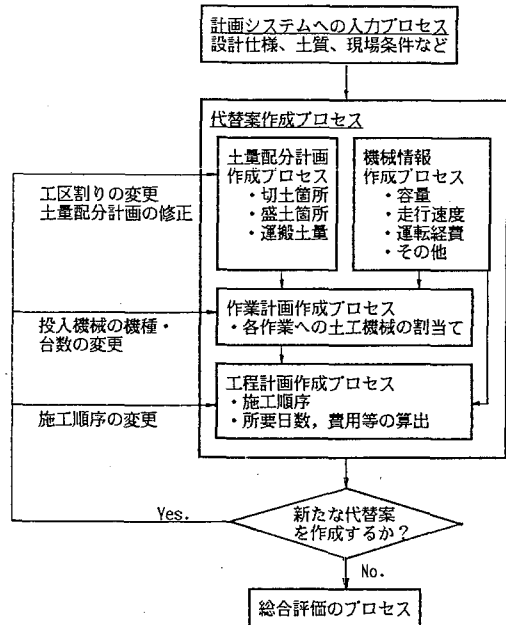


図-1 土工計画作成のプロセス

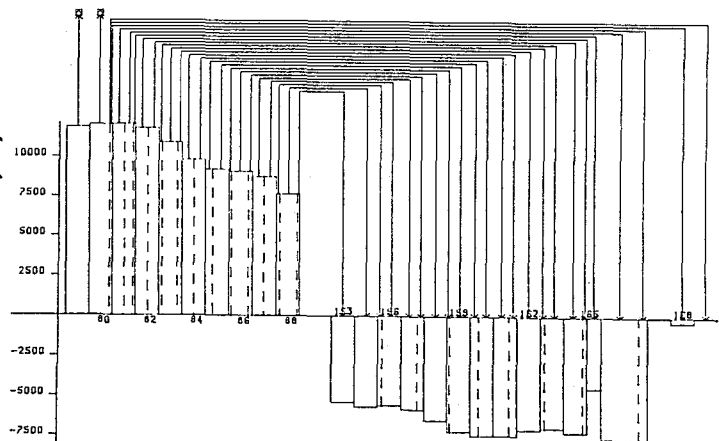


図-2 土量配分計画の出力例

考慮してユーザが計画対象区間を任意の数の工区に分割できるようになっており、分割されたそれぞれの工区内で自動的に土量配分を行う。土量配分の手法としては、一般に道路土工で用いられているマスカーブによる方法を準用している。すなわち、始めにマスカーブの極大、極小点を求め、これらを中心として順次配分を行っていく方法である。土量配分計画の出力例を図-2に示す。

3. 2. 工程計画作成プロセス

土量配分計画で得られる各作業（切土箇所、盛土箇所、運搬土量が明らかにされている）の順序関係を考慮して工程計画を作成するプロセスである。作業間の順序付けを行う場合、道路土工では施工空間は「線」としてとらえられるため、特殊な場合を除いて直列型の順序関係が基本となる。たとえば図-3に示す土量配分結果が得られている場合の作業A、Bを考えると、これらは施工空間が重複するため作業Aは作業Bの先行作業と考えるのが現実的である。一方、作業A、B、Cと作業D、Eをみると並列作業が可能であり、このような場合には計画立案者が並列作業を認めるか否かを判断し、その選択を入力するようにしている。この例で並列作業を認める場合には図-4に示すような工程ネットワークを設定して以降の計算を進めることになる。

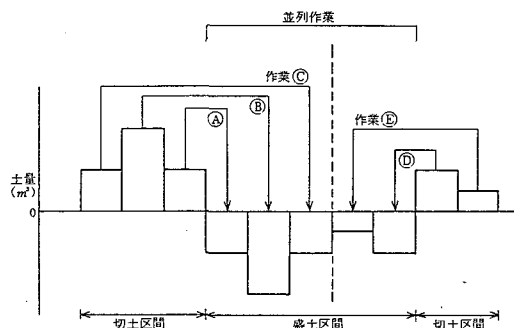


図-3 土量配分結果の例

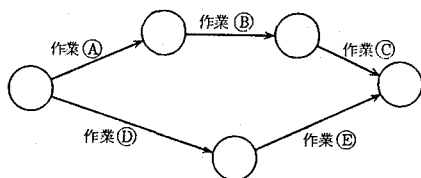


図-4 工程ネットワークの例

3. 3 総合評価のプロセス

いくつかの評価項目に基づいて代替案を評価し、望ましい計画案を抽出するプロセスである。従来は意志決定者の判断にゆだねられていた部分であるが、ここでは多属性効用関数により求められる効用値に基づいて代替案の順位付けを行い、意志決定を支援することを考えている。多属性効用関数は次式に示されるように、j番目の属性の指標 X_j に対して標準化された効用関数 $V_j(X_j)$ を考え、それらの一次結合式として表されるものである。この式が成立するためには意志決定者の各指標に対する選好が独立であることが仮定される必要がある。

$$V(V_1, V_2, \dots, V_n) = \sum_{j=1}^n \lambda_j V_j(X_j)$$

$$V_j(\text{最悪の } X_j) = 0, \quad V_j(\text{最善の } X_j) = 1$$

$$0 < \lambda_j < 1 \quad (j=1, 2, \dots, n)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

なお、評価項目として工期、工費、施工時の騒音の3つを取上げた場合の計算事例については文献1)を参照されたい。

4. おわりに

本研究は土工計画作成の一連のプロセスを対象としてシステム化を試みたものであるが、研究段階として小型コンピュータを用いたためにいくつかの制約を受け、各プロセスの計画精度が不均衡にならざるを得ない点もあった。今後は現場への適用性の検討も含めてシステムの改善を図りたいと考えている。

<参考文献>

- 1) 見波、嶋津、足立：道路土工における施工計画のシステム化に関する研究、土木学会第39回年次学術講演会講演概要集第4部、pp.111-112、昭和59年10月。
- 2) 見波、味生、吉田：マイクロコンピュータによる道路土工計画システムの開発、第9回電算機利用に関するシンポジウム講演概要集、昭和59年10月。