

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

建設省工本研究所 正員 見液 黎
(株) 構造計画研究所 味生 成
○ “ 有田 善虎

1. はじめに

道路の建設工事における土工の施工計画（以後、土工計画とよぶ）を合理的に立案することは、土工にかかわる費用が道路建設工事費のかなりの部分を占めている現状からみて、道路事業を効率的に遂行する上できわめて重要である。しかも、土工の大規模化にともなう施工の迅速化が要求されると同時に、施工時の環境問題（騒音、振動等）について配慮しなければならないケースが増えており、このことが土工計画の重要性を高めるとともに計画立案上の問題をより一層複雑なものにしている。

従来、この種のシステム化には、計算センターに設置された大型コンピュータを利用することが多かったが、この方法では、入力手間の多さ、処理ターンアラウンドタイムの遅さ、計算センター側とのやりとりの面倒さ、経費などの理由から手軽にシステムを利用することが難しかった。一方、近年、LSI技術の向上によりマイクロコンピュータ等の小型コンピュータが飛躍的に発展し、価格も年々低下し、コストパフォーマンスの点でも利点はますます高まってきており、現場事務所に設置して単独に使用される機会が増えてきている。

この様なコンピュータ環境の変化に対応して、土工工事の施工計画の合理化のため、現場事務所で単独に機能することのできる土工計画システムの開発を試みることは、意義のあることであると考え、マイクロコンピュータを利用した道路土工計画システムの開発を試みた。

本システムは、道路土工における施工計画作成のプロセスを1つのシステムとしてとらえ、計画代替案の列举及び、相互比較を行なうことによって、意思決定者に有益な情報を提供しうるシステムである。

本システムでは数多くの代替案を扱い、コンピュータによる処理が可能な部分については積極的に利用し、計画精度の向上と計画立案の迅速化を図る事を目標とした。

本報告は、以上の考え方に基いて開発した土工計画システムの概要を述べるとともに、事例計算を通して本システムが有効に機能することを確かめたので、その結果を報告するものである。

2. 土工計画システム

2.1 土工計画システムの概要

本システムは、図1に示すように、設計仕様や現場施工条件などを入力情報とし、土量配分方法、土工機械の機種・投入台数などを操作変数として、工期・工費などを算出し、代替案を客観的に評価するためのシステムである。以下プロセスの概要を述べる。

① 計画システムの入カプロセス

システムの入カ情報として、自然情報・設計情報・社会情報が考えられるが、本研究ではこれらの情報を入力与件として直接与えることとし、他のプロセスからのフィードバックについては考えていない。

② 土工機械選定のための情報作成プロセス

各運土作業に土工機械を割当てるための情報作成、本研究では標準的な土工機械を選びそれらについて走行速度・容量等の情報をデータファイルとして保持し、工期・工費の算定に必要な情報を提供する。

③ 土量配分計画作成プロセス

各測定の切土・盛土量及び土取場、土捨て場の位置及び土量を入力与件とした合理的な土量配分計画の作成

と、運土作業の内容の明確化。本研究では、土積図(マスカープ)による方法で計画対象区間といくつかの工区に分割し、それぞれの工区内で土量を配分する。

④ 作業計画作成プロセス

土量配分計画の結果に基づき、土工機械を割当てた作業計画の作成。本研究では土工機械の機種、投入台数、運搬距離の範囲を工区ごとに入力し、同一工区内で同時作業が可能な運土作業については、投入された台数を作業量に応じて自動的に割当てる。

⑤ 工程計画作成プロセス

各作業の順序関係を考慮した工程計画の作成。本研究では運搬路の位置的に重ならない作業については、運搬距離の短い作業から順次実施することにより実行の可能性を保つという仮定を置き工程計画を作成する。

⑥ 総合評価プロセス

ある評価基準のもとで計画代替案を総合的に評価する。一般に評価基準としては、工事の迅速性、経済性、環境保全、品質、実行可能性、安全性など種々の項目が考えられるが、本研究では、多属性効用理論を適用して効用値にもとづく代替案の順位付けを試みたが、今回は評価項目として工期、工費、騒音を入力として評価する実験をしてみた。

2.2 ソフトウェアの構成

前節に示した土工計画プロセスをシステム化するためのソフトウェア構成について述べる。

本システムでは図1に示した各計画プロセスからデータファイルの使用あるいは、システムへの入出力の利便性を考慮して図2に示すようなサブシステムを構成した。

2.3 ハードウェアの構成

本システムでは、前節に述べた理由により、マイクロコンピュータを利用することとし、ここでは実験的に図3に示すようなハードウェアを利用した。

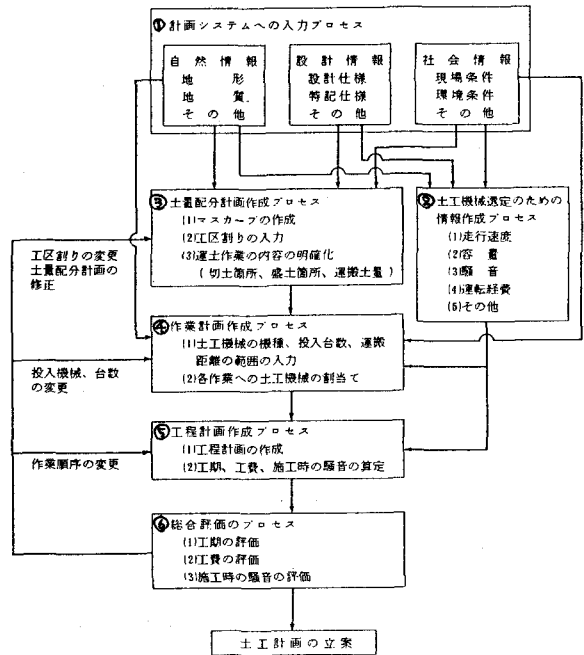


図1 土工計画システムへプロセスフロー

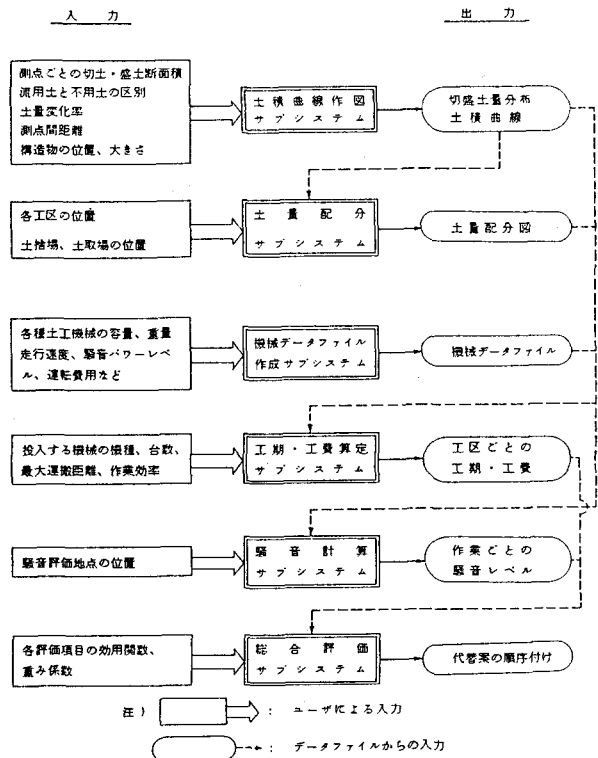


図2 サブシステムへ入出力項目

2.4 システム開発の技術的ポイント

図2に示した内容を前述したようなマイクロコンピュータシステムで稼働させる場合のシステム開発上の技術的ポイントは以下の3点であった。

① 小さい記憶容量に対応すること

本研究で利用したマイクロコンピュータのユーザが使用できる領域は8KBであり、プログラムおよびデータの領域もこの範囲で収めなければならない。このためにプログラムはサブシステム単位に分割し、プログラム自身から別プログラムを呼び出す方法によってあたかも1本のプログラムのように使用できるようにし、利用の便を図った。

② 対話性を損なわないこと

プログラムからの質問形式、メニュー選択形式および省略値入力形式によりデータを入力する方法を採用。ユーザが入力時に混乱を生じないよう、又入力時間が極力少なくなるよう工夫した。

③ 出力を見やすくすること

出力項目を利用者が選択できるようにし、また、フォーマティングルーチンを機械語で組み、出力値の小数点の位置を合わせるなどの配慮を行った。

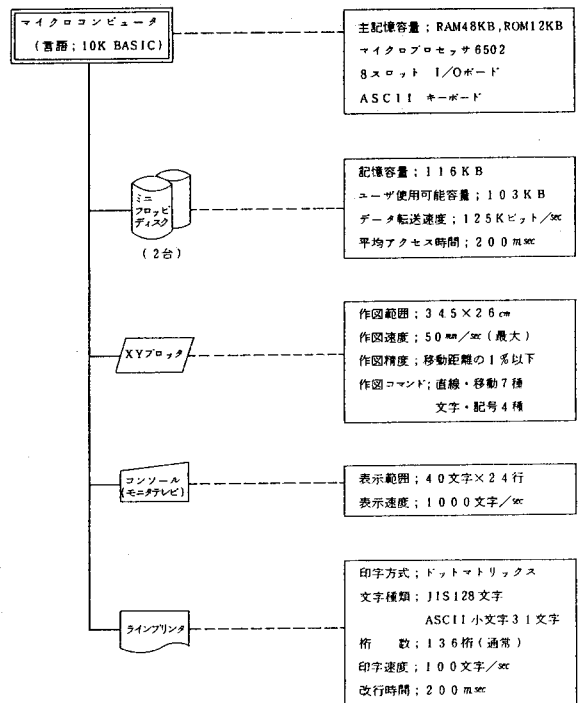


図3 ハードウェア構成

3 ケーススタディ

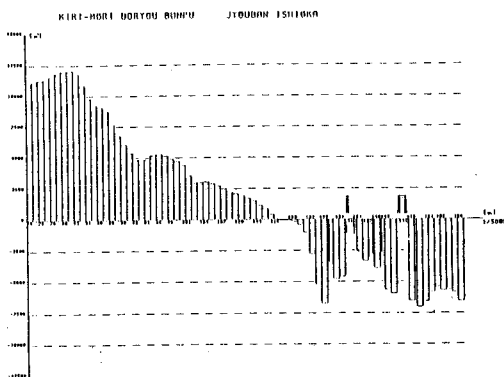
3.1 対象工事の概要

片側2車線の高速道路建設工事のほかで、工事延長約3.2kmの工事区を適用の対象にとりあげた。

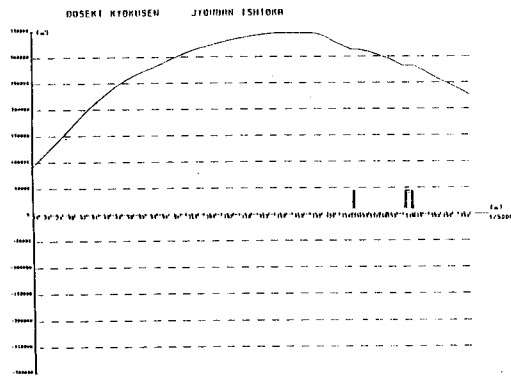
この工事区内には橋梁が4ヶ所あり、トンネルはない。原地形および設計仕様から求められる切土量は、工事区全体で約62万 m^3 、盛土量は約46万 m^3 である。切土された土は工事区内での盛土材料として流用されるが、なおかつ残った土については土捨て場あるいは他の工事区へ運搬されるものと見做す。

3.2 出力例

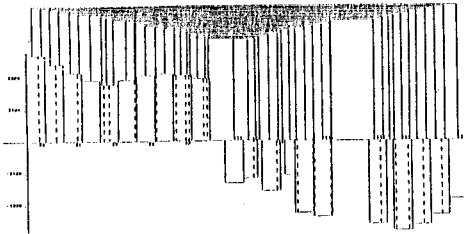
① 切盛土量分布図



② 土積曲線図



DORTON HATOUN JUDITH ISHIOKA KOUKU NO. : 4



LA

④ 山積圖

[illegible][illegible]

⑤ 機械データファイル

BULLDOZER (MACHINE DATA, BL)

	1	2	3	4	5
CAPACITY (H ²)	0.99	1.19	1.79	3.09	4.29
WEIGHT (PS)	5.89	8.29	11.49	21.29	25.29
POWER (HP)	7.89	9.29	12.49	14.09	18.09
VELOCITY (F)	42.09	42.09	50.09	58.09	58.09
GEAR-TO-TOOTH (H/H)	117.09	124.09	124.09	167.09	167.09
WIDTH (H)	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
POWER LEVEL (DB)	9.09	9.09	9.09	9.59	9.69
POWER LEVEL (CO)	102.09	110.09	110.09	110.09	115.09
VELOCITY (M/H)	5900.09	7000.09	7700.09	9200.09	12700.09

PAGE TWO (MACHINE DATA - BH)

	1	2	3	4	5
CAPACITY (MT)	0.20	0.40	0.60	0.90	1.20
WEIGHT (TON)	9.50	11.90	18.50	23.50	28.50
PUMP (PS)	62.00	90.00	105.00	155.00	210.00
POWER LEVEL (DB)	105.00	110.00	110.00	119.00	115.00
COST (GEN/H)	5900.00	7000.00	8500.00	10400.00	16200.00

TRCOTER SHOEL (C) (MACHINE DATA-TC)

	1	2	3	4	5
CAPACITY (M ³)	0.80	1.20	1.40	1.80	2.20
WEIGHT (TON)	7.10	10.80	12.90	17.70	20.70
POWER (PS)	57.00	90.00	110.00	140.00	200.00
POWER LEVEL (DB)	105.00	110.00	110.00	110.00	115.00
COST (YEN/H)	6000.00	7000.00	7700.00	9200.00	11500.00

⑥ 総合評価

ATTRIBUTES=	TERM	COST	MAX	LEVEL
ALTERNATIVES:				

```

PLAN1 4 1.65 84.79 1
U= (.471) (.95714171) (0) (.087146417) (1)

PLAN2 2.5 15.60 89.79 2
U= (.282) (.949892062) (.170498996) (.646264462) (0)

PLAN3 2.5 88.5 89.79 1.5
U= (.8071) (.97764957) (.8795277817) (.646264462) (.49979988842)

PLAN4 1.5 5.82 89.79 1
U= (.91181) (1) (.998222061) (.646264462) (.771045098)

PLAN5 1.5 57.6 94.79 1.5
U= (.77479) (1) (1) (0) (1) (.49979988842)

PLAN6 12 1658 79.76 1
U= (.2999) (0) (0) (1) (1) (1)

PLAN7 10 15.60 84.76 1
U= (.466) (.62126448) (.190498996) (.797818857) (1)

PLAN8 5.4979 882 84.76 1
U= (.8988) (.0605157674) (.8782277817) (.907818857) (1)

PLAN9 2.5 5.82 84.76 1
U= (.975) (.949892062) (.998222061) (.907818857) (1)

PLAN10 2.5 57.6 89.76 1.5
U= (.8712) (.977649757) (1) (1) (.671264499) (.49979988842)

```

3.3 考察

本研究では8ビットのマイクロコンピュータを用いたどの程度の事が可能であるのかを探るために記述されているマイクロコンピュータの言語(BASIC)がインタプリタ形式なので処理速度が遅い。30万程度のA3版印刷ペンプロッタの出力スピードが遅い(1枚約20分)、1枚ずつ用紙を取り替えないといけない等の問題があったが、対話形式による入力や出力に工夫を加えて現場技術者にとって割合に使いやすいシステムとすることができた。

本ケースでは工事延長3.2km、切土盛土工間数170、施工機械種類数5、代替架12ケースとしたが、各プロセスに要した概略時間を以下に示す。

入力アロセス 1H 切込分布図・土留曲線作成アロセス 2.5H 土量配分アロセス(5区間) 3H
機械データーファイル作成アロセス 0.5H 工期工費算定アロセス 1H 騒音計算アロセス 0.5H
総合評価アロセス(12代替案) 1.5H

4. おわりに

本研究で用いたマイクロコンピュータシステムでは、記憶容量、ディスク容量に限度があるため、必ずしも十分な機能を持たせることができなかったが、今後はさらに高性能のマイクロコンピュータ利用での記憶容量等の限界の向上、BASICコンパイラによる処理速度の向上を図り、また実際の工事への適用を通してシステムの発展を図りたいと考えている。