

日本大学 学生員 ○ 玉石 修介

日本大学 正会員 田口 三郎

1. はじめに

建設業に大型コンピュータが利用されるようになって既に20年近くなる。この使用により大規模かつ高度な技術計算や、膨大な事務計算の迅速な処理が可能となった。

近年パーソナルコンピュータとか、マイコンと呼ばれる超小型コンピュータ（以後マイクロコンピュータと呼ぶ）が登場し、あらゆる分野に利用され始めた。建設業としてその例外ではなく、事務所や作業所において、一般業務処理や工程管理の合理化、計画・監視システム・データの分析および機械制御など、管理面や技術面にも影響を与えている。

また、マイクロコンピュータ利用の特徴は、作業所や事務所に必要なデータを、それぞれに蓄積・管理し、目的に応じその場所で直ちに処理を行なえることである。即ち、大型コンピュータは、事務処理および技術計算の標準化を通して、組織全体の統一化および集中化と促進するものであるのに対し、マイクロコンピュータは、大型コンピュータシステムのネットワークの端末として利用もされるが、一方では、それぞれの場所においてスタンドアローンコンピュータとして対応する。換言すれば、必要に応じた分散処理を可能にするものである。これらのことが、建設業におけるマイクロコンピュータの利用と将来への発展の方向と考えられる。

W. A. DAWSONの報告（文献(2)）は、この点で一つの示唆を与えている。それは進歩の源泉となる若い中級技術者が、「自由」に使えるマイクロコンピュータを持つことの重要性を指摘している。マイクロコンピュータが組織の中央にある大型コンピュータの単なる端末としての機能だけに終わってはならない事を意味するものである。もしそうでないならば、端末と化したマイクロコンピュータを使用する技術者は、常に中央からの管理下にあるという意識が優先してしまい、失敗を恐れ、広い発展分野が考えられるにもかかわらず、その使用に対し十分な創造性が発揮されない可能性があるからである。

このような観点から本論文では、コンピュータ言語BASIC (*Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code*) によるPERT・CPMのプログラミングを取りあげた。

従来CPMは大型コンピュータにより計算されていたが、その使用に煩しては必ずしも自由でなく、データ入出力の方法や変更も容易ではない。これがマイクロコンピュータで計算が行えるならば、使用にあたっての自由度も高く、理論の実証性の評価が容易に検証されるようになることが重要である。手作業にてCPMの計算を行おうとしても、作業数が10以内程度の小さなものであっても、相当に面倒でかつ時間もかかるため、実用的な作業数を扱うことは實際上不可能に近いことである。

また、マイクロコンピュータの使用によってデータの入出力の方法が容易になったため、ラベリング法によるCPMの教育にも効果が大きいと考えられる。

2. CPM計算システムとフローチャート

CPMは工期の短縮による費用の増加を最小にするようなネットワーク即ち日程計画を求めるものである。この場合作業時間の縮小によるコストの増加の関数は線形であるとしている。

CPMの数学的モデルは文献(1)のP.90とP.208に記載されている。CPMの計算はプロジェクト遂行時間をパラメータとする線形計画法の形となり、これには文献(1)のP.208の「付録3」にあるプライマル・デュアル法による解法があるが、これはP.100にあるラベリング法に一致する。本論文はこれをプログラミングしたものである。

Fig-1はラベリング法によるCPM計算のシステムをフローチャート化したものである。データの入力は、キーボードからのものとプログラムに付加するDATA文からのものと2種類を用意したが外部記憶装置（フロッピーディスク、カセットテープ等）のファイルからの入力も可能である。PERT計算と一連のCPM計算の終了後、再計算が行える。

3. マイクロコンピュータのシステム

マイクロコンピュータとしてのハードウェアの構成はFig-2に示すようにCPU（中央処理ユニット）、64キロbyteのメインメモリ（リード・オンリー・メモリも含む）および各種インターフェース等を本体としプログラムやデータ コマンドを入力するためのキーボード、計算結果やプログラムなどを表示するモニター・ディスプレイ、必要に応じて計算結果などを印字するプリンター、プログラムやデータなどを記憶保存するためのカセットテープレコーダーであるとかミニ・フロッピー・ディスクドライブなどからなっている。

4. プログラム

4-1 プログラムサイズ・データサイズ

プログラムサイズは7キロbyte程度であり、これ以外のユーザズメモリの大部分が最大データサイズとなる。今回使用したマイクロコンピュータはユーザズメモリ18キロbyteであったため最大データサイズは10キロbyte程度となった。データをすべて整数型（2byte）とすることにより作業数は300余りまで扱える。

4-2 INPUT

データ入力はモニター・ディスプレイに表示された作業（以後アークもしくはアクティビティとも呼ぶ）番号に対応する前結合点（以後前ノードと呼ぶ）番号、後結合点（以後後ノードと呼ぶ）番号、標準作業日数、可能なだけ短縮を行った作業日数（以後特急作業日数と呼ぶ）、作業の短縮にともなう費用の増加を1日当りに換算したもの（以後費用勾配と呼ぶ）これらの5項目である。なお、作業の並び順はトポロジカル・オーダリングされたデータでなければならない。また、ダミー・アークの作業日

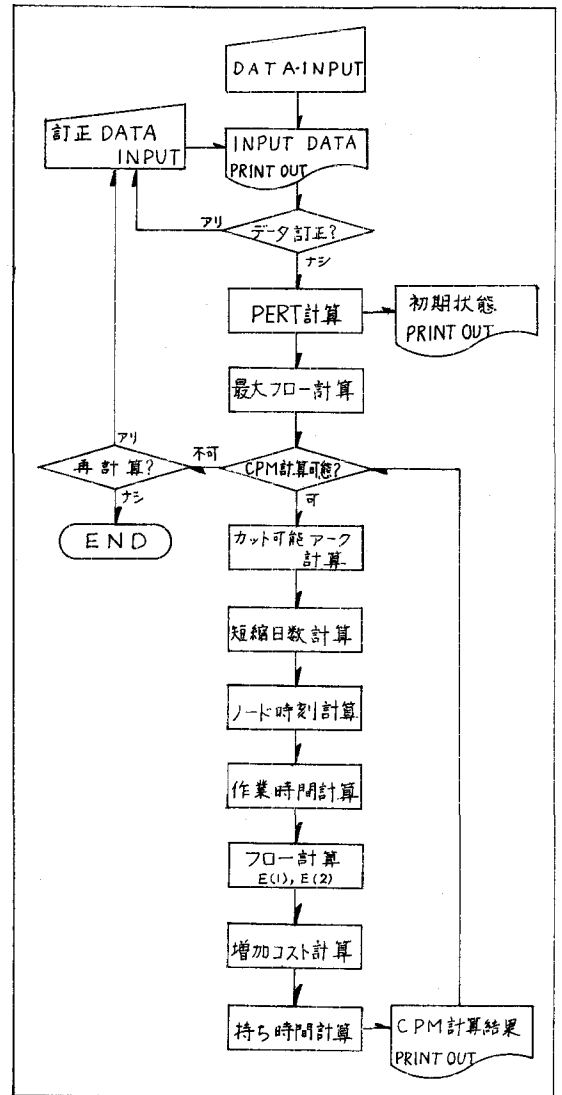


Fig-1 CPM計算フローチャート

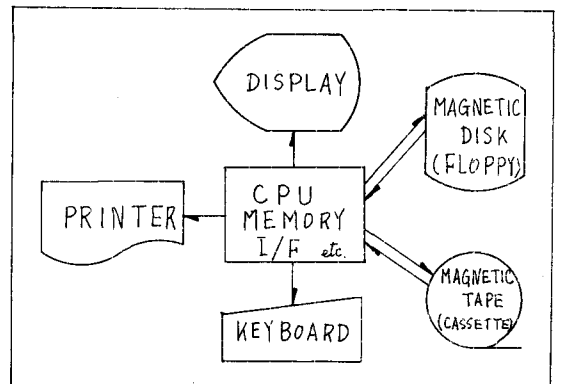


Fig-2 System of Micro Computer

数は標準、特急双方とも〇とし費用勾配は30000
 と入れる。標準、特急作業時間が同じ作業につ
 いても同様に費用勾配は30000を入力する。標準
 特急作業時間が同じである場合には自動的に費用
 勾配が30000になるようプログラムからのサポー
 トも行なっている。特に注意しなければならない
 のはアーク番号、ノード番号とも1より始まる
 正の連続した整数でなければならない。例とし
 て入力したデータのネットワークをFig-3にそ
 れぞれの数値をTable-1に示す。

4-3 OUTPUT

プリンターから出力するものはTable-1、
 Table-2、Table-3の3種であり、Table-1
 はデータ入力後データの確認を行わせるために出
 力したものである。Table-2は入力されたデ
 ータよりアーク、ノード各々の初期状態を計算し
 出力したもので左上のNO=0となっている。
 Table-3はCPM計算1ステップごとに出力さ
 れたものの1部であるオ2ステップを例として表
 わしたものである。Table-4はTable-3と
 同じフォーマットであるが、最終ステップを示すも
 ので最下行にENDとあるのはCPM計算が終了し
 たことを表わすものである。なお、一連のOU
 TPUTを利用しFig-4に費用曲線を示したも
 のでX軸の日は短縮ステップごと(0ステップ
 も含む)の最終ノードのノード時間をあてはめ、
 Y軸はTable中の最上段COST=の値を取った
 ものである。

4-4 OUTPUTの事項説明

アーク：作業番号を表わす

ノードI：そのアークと前のアークと結合する
 結合点番号

ノードJ：そのアークを後のアークと結合する
 結合点番号

ヒョージュン：標準作業時間数

トッキュー：特急作業時間数

ヒョウコーバイ：費用勾配

NO=：短縮段階(ステップ)

COST=：その短縮段階までの、標準状態の
 コストに上積せなければならない

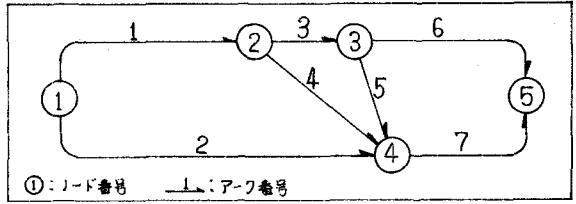


Fig-3 ネットワーク

アーク:ノードI:ノードJ:	ヒョージュン:	トッキュー:	ヒョウコーバイ:
1: 1: 2:	10:	6:	5:
2: 1: 4:	15:	10:	4:
3: 2: 3:	3:	2:	5:
4: 2: 4:	7:	4:	6:
5: 3: 4:	5:	3:	4:
6: 3: 5:	8:	6:	3:
7: 4: 5:	4:	2:	7:

Table-1 入力データ

NO= 0	COST= 0		
ノードI:ノードJ:コスト:			
1: 0:			
2: 10:			
3: 13:			
4: 18:			
5: 22:			
アーク:	ヒョージュン:	トッキュー:	ヒョウコーバイ:
1: 10:	10:	0:	4:
2: 18:	15:	3:	8:
3: 3:	3:	0:	1:
4: 8:	7:	1:	4:
5: 5:	5:	0:	2:
6: 9:	8:	1:	3:
7: 4:	4:	0:	2:

Table-2 初期状態

NO= 2	COST= 14	CO.IN.= 10	SHORT= 2
ノードI:ノードJ:コスト:			
1: 0:			
2: 8:			
3: 11:			
4: 15:			
5: 19:			
アーク:	ノードI:	ヒョージュン:	トッキュー:
1: 1:	8:	3:	-2:
2: 0:	15:	15:	0:
3: 0:	3:	3:	0:
4: 0:	7:	7:	0:
5: 0:	4:	4:	-1:
6: 0:	8:	8:	0:
7: 0:	4:	4:	0:

Table-3 オ2ステップ

NO= 7	COST= 67	CO.IN.= 17	SHORT= 1
ノードI:ノードJ:コスト:			
1: 0:			
2: 6:			
3: 8:			
4: 12:			
5: 14:			
アーク:	ノードI:	ヒョージュン:	トッキュー:
1: 0:	6:	6:	-4:
2: 1:	12:	12:	-3:
3: 0:	2:	2:	-1:
4: 1:	6:	6:	-1:
5: 1:	4:	4:	-1:
6: 1:	6:	6:	-2:
7: 0:	2:	2:	-2:
END			

Table-4 最終ステップ

い費用

CO. IN. = : その短縮段階において増加した費用

SHORT = : その短縮段階において短縮した時間
間(日数)

ノード = : ノード番号

ノード ジョク : オノードを0とし、そのノード
までの作業が完了する時間(日)

カット : その短縮段階において変更のあったアーク
には1、或いは-1を、そうでないもの
には0を与える。

モチジカン : そのアークが作業のため利用できる時
間数

サギョー ジカン : そのアークが実際に行なう作業時
間

E(1) : 標準作業時間数に対するフロート

E(2) : 特色作業時間数に対するフロート

5. データ変更機能の応用

同じ工事ではあるが、部分的にいくつかの工法が考えられ、それとともないネットワークも部分的に異なる場合がある。最初のデータ作成時に異なるネットワークの部分もダミー・アークとして加えにネットワークデータを入力する。一種類のネットワークでの計算終了後、データ変更機能を利用し、あらかじめダミーとしたアークに新しい値を与え、不必要なアークをダミー化し、異なったネットワークとして再計算を行う。

この操作のくり返しにより何種類もの工法、工程の試算を行なうことが可能となる。また、3点見積りの計算も行なうことができる。

6. まとめ

以上本プログラムを使用する場合の説明をしたが、その利用の目的は主として次のような点にある。

- 1) マイコンコンピュータを使用することによりPERT・CPMが自由に活用できるようになる。
- 2) 従来の作業所単位で行われていた工程管理において、より一歩高度化した管理が手軽に行える。
- 3) 教育の場においてCPMの演習では通算一つの例題を計算してみるしかなかったが、学生に自由に作らせたネットワークのデータから容易にCPMが求められ、ラベリング手法の予備を理解するのに充分役立つものである。

〈参考文献〉

- 1) 関根智明 : 「PERT・CPM」 日科技連 (1975)
- 2) "Small computer systems and their applications in construction" The Institution of Civil Engineers (1980)
- 3) 吉川和広 : 「土木計画とOR」 丸善 (1972)
- 4) 須永照雄 : 「PERT系のプログラミング」 朝倉書店 (1972)
- 5) 内田一郎 : 「土木計画学序説」 森北出版 (1979)
- 6) 玉石修介 : 「マイコン利用の現場工程管理」 社団法人日本機械土工協会報 1981, VOL.4~7 他

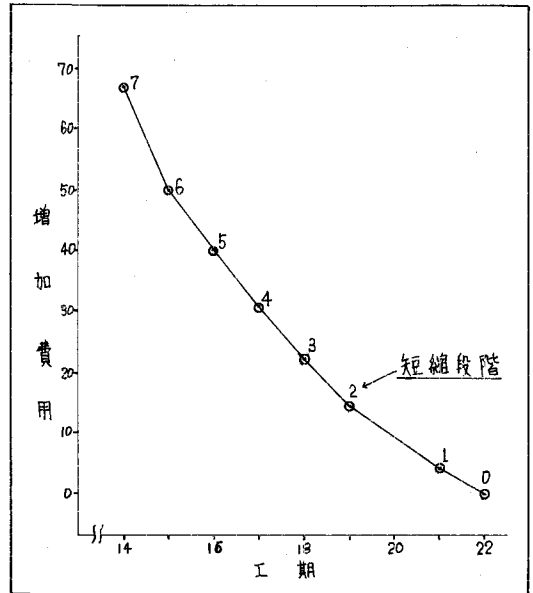


Fig-4 費用勾配