

PERT手法によるダムの

工事計画について

名古屋大学工学部 正会員 毛利正光

◇ 大学院 学生員 ○ 杉野尚夫

§ 1. PERT, CPMについて

ネットワーク手法は数多く開発されているが、その中で代表的なものはPERT、CPMのふたつの手法であつて、両者は相前後して、1958年ごろに完成されている。

これらの手法が国内で利用されはじめたのは、つい最近のことであるにもかかわらず、非常な勢で広がりつつある。

PERT, CPMは、どちらも、ネットワークを土台にしているという点では共通であるが、前者が主として時間的な管理を強調しているのに対し、後者は時間のほかに費用問題を取りあつかひ、パラメトリック・リニア・プログラミングを使つて最適解を求める点で異なつてゐる。

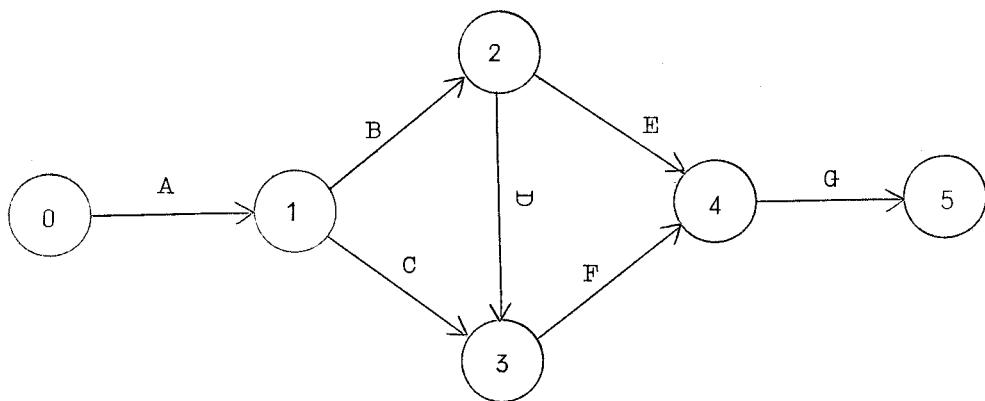


図 - 1

一般に、ネットワークと呼ばれるのはマルと矢線で描かれた図-1のようなものをいう、図中、矢線は作業を表わし、マルが作業と作業との結合点となつてゐる。そして、マルに入ってくる矢線の作業が全部終了した後でないとそのマルから出ていく矢線の作業が開始できないという制約条件をもつものとする。この矢線をアクティビティと呼び、マルに番号の入つた

印をイベントと呼ぶ。

任意のアクティビティ (i, j) をとつた場合、このアクティビティの余裕時間 (トータルフロート) は次式で表わされる。

$$\text{トータルフロート} = [t_j^L - t_i^E] - T_{ij} \quad \dots\dots(1)$$

ここに t_j^L : イベント j の最遅完了時刻

t_i^E : イベント i の最早開始時刻

T_{ij} : アクティビティ (i, j) の所要時間

次に、このトータルフロート = 0 のアクティビティすなわち、余裕時間のないアクティビティを結びあわせると、必ず開始イベントから最終イベントにいたる径路を 1 本以上つくることができる。この径路の上にのつた各アクティビティの所要時間を加えると、全体の工期になる。すなわち、この径路が時間的に一番長い径路であつて、工期を規定している径路である。この径路をクリティカルパスという。

C P M ではこれにコストの問題を入れて考える。いまコストスロープ C_{ij} を次のように定義する。

$$C_{ij} = \frac{M_{ij} - m_{ij}}{D_{ij} - d_{ij}} \quad \dots\dots(2)$$

ここに M_{ij} : 標準費用

m_{ij} : 特急費用

D_{ij} : 標準所要時間

d_{ij} : 特急所要時間

与えられた時刻に対して費用を最小にするスケジュールを求めることは、問題を定式化するため、各アクティビティの費用を所要時間の一次関数で表示して線型計画法の問題として解くことができる。この数字的手法は一般に完了時刻入をパラメーターとする線型計画法の問題となる。すなわち、結果だけを示すと C P M の解は、

制約条件

$$0 \leq d_{ij} \leq x_{ij} \leq D_{ij} < \infty \quad \dots\dots(3)$$

$$x_{ij} \leq t_j - t_i \quad \dots\dots(4)$$

$$t_0 = 0 \quad \dots\dots (5)$$

$$t_n = \lambda \quad \dots\dots (6)$$

のもとで

$$P(\lambda) = \min \sum (-C_{ij} X_{ij} + K_{ij}) \quad \dots\dots (7)$$

または

$$P(\lambda) = \max \sum C_{ij} X_{ij} \quad \dots\dots (8)$$

を求めることになる。

ここで X_{ij} ; アクティビティ遂行所要時間

$$K_{ij} ; \frac{m_{ij} \cdot D_{ij} - M_{ij} \cdot d_{ij}}{D_{ij} - d_{ij}}$$

これは、 λ を与えれば X, t を変数とし式(7)式(8)を目的関数とする線型計画法の問題である。したがって、 λ を変えてこの線型計画法の問題を解けば、 λ に対応する最適の計画工程費用 $P(\lambda)$ とそのためのスケジュールを求めることができる。

§ 2. 適用例

上記のネットワーク手法を三重県伊坂ダム建設工事に適用した例について、考察してみる。伊坂ダムは有効貯水量 350 万トンのアースダムで、総工費は約 6.5 億円の規模である。

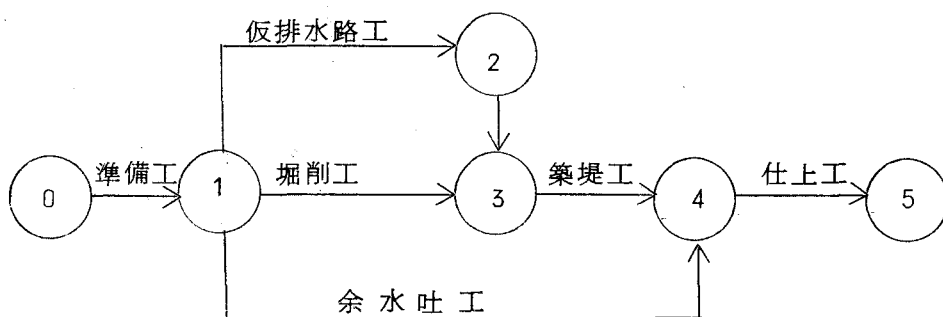


図-2

図-2に示したのが、その骨組ネットワークであるが、実際の計算は、イベント数 115、アクティビティ数 187まで細分したネットワークでおこなつ

た。なお、計算は電子計算機NEAC2203を使用した。インプットデータとしては、アクティビティの前後のイベント番号と所要時間だけでよく、最早開始時刻、最遅完了時刻、余裕時間をアウトプットさせた。

その結果、工期は696日で、クリティカルパスは1本（途中1部において2本）求められた。なお、時間見積は1点見積を用いた。

CPMは、余水吐放流工の部分のみを対象にして適用した。

その結果、工期51日から31日まで短縮可能であつて、従来の方法より費用の点で約5%が節約できることがわかつた。

計算の結果得られたプロジェクトコストカーブ（費用工期曲線）を図-3に示す。

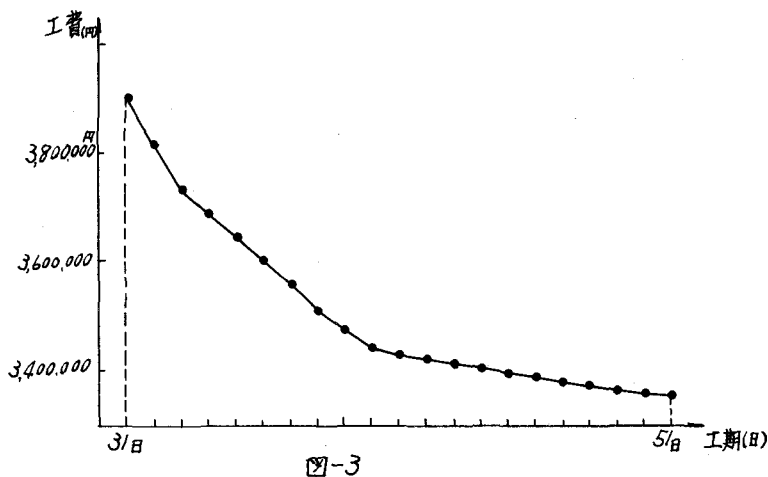


図-3

ネットワーク手法は多くの利点をもつが、実際に適用するについて種々の困難な点が明らかにされてきた。それらのうち、主要ないくつかを簡単に以下に列挙するが、これらの諸問題については、今後続けて研究解決して行きたい。

- 1) ネットワークが計画全体を完全に反映しているかどうかの問題
- 技術者の経験をどうやつてとり入れていくか。

2) 時間見積の方法、その精度

ー雨天障害などの不確定要素の取り扱い

3) アクティビティの独立性

ーあるアクティビティの所要時間短縮が他のアクティビティに影響を及ぼさないか。

4) コストスロープの直線近似

ー実際には直線でない場合が多い。

5) 計算機の容量

ーCPMを線型計画法により解く場合、アクティビティ数を m 、イベント数を n とすると変数は $(4m+n)$ 個になる。したがって、イベントが1000個ある場合は約7,000個の変数をもつ線型画の問題を解くことになつて、大容量の電子計算機でないこと無理であると考えられる。

以 上