

P E R T による工程計画システムとその実証例について

㈱ 鴻池組 正員 西野久二郎

㈱ 鴻池組 正員 ○松尾俊一

1. はじめに

私達は建設業における土木構造物の施工段階のマネジメント活動に電算機を道具として導入する方法を検討してきました。このマネジメントの対象となる土木工事は完全な個別生産であるため、まず各工事プロジェクト単位のいわばミクロなマネジメント活動が非常に重要であることは論をまたないと思われます。また一方、全社的な立場にたてば一工事プロジェクトという微視的最適性の追求でなく全工事プロジェクトを集積した巨視的な全体最適性の追求を行うべきであり、そのためのマクロなマネジメントが必要になるのも当然であろうと思われます。

私達はこのマクロなマネジメントとミクロなマネジメントに対して、別々にE D P (E l e c t r o n i c D a t a P r o c e s s i n g) の導入を考えてきました。具体的にはミクロなマネジメントにおいては各工事プロジェクトの工程とコストの計画および実績データの収集整理に注目し、マクロなマネジメントにおいては保有資源の有効利用という観点から各工事プロジェクトへの資源配分の調整に注目してE D P システムの開発を進めておりますが、ここではそのうちミクロなマネジメントレベルの工程の計画に電算機を導入した“P E R T による工程計画システム”について報告します。

2 土木工事の工程計画

土木工事の施工地点は各工事プロジェクト毎に異なり屋外で施工されるため、地形・土質・気象などの自然条件によつて大きく左右されます。また受注生産であるため、各工事プロジェクトの内容や規模もそれぞれ異なり多様性に富んでいます。すなわち、土木工事プロジェクトの施工段階には不確定な要素が非常に多いと言え、その工程計画には特に変化に対する柔軟性、適応性が要求されることになるわけであります。また土木工事の工程計画に対する評価要素は複数個存在し、それら評価要素間の相反もあり最も合目的な工程計画を選ぶ一般的なアルゴリズムの作成は困難と言えます。

そこで私達は土木工事プロジェクトの工程計画のE D P 化にあたり完全な自動化を目標とせず必要な時点で人間が介入し過去の経験を生かしたり総合的な判断を下したりできるマンマシンシステムとしました。すなわち、機械にはアルゴリズムミツクな機能を受け持たせ、その結果の情報を人間が判断しやすい形で供給せしめ、人間はこの情報をもとに創造的な判断を下すヒューリスティックな機能を分担しようというわけであります。具体的には、①不確定要素の影響その他によつて計画と実績にズレが生じた時に計画の修正が容易に行えること ②工程計画に人間の意志、判断が組み込めること ③マンマシンのインターフェイス、すなわち人間と電算機のコミュニケーションが円滑に行なえること の点に留意してシステムの設計を行いました。

3 PERTによる工程計画システム

さて、“PERTによる工程計画システム”のフローは図-1に示す如くであり、大きく4つのモジュールで構成されています。すなわち、まず工事そのものを分析してその工事がどのような作業の組合せで成立つものを明らかにする“工事分析段階”，最初の工程計画案を作り上げる“初期計画作成段階”，初期計画をもとにして実施計画を選び出す“実施計画選択段階”，および工事が進むにつれて計画と実績にズレが生じてきたときに計画を更新する“フォローアップ段階”の4つのモジュールであります。

1) 工事分析段階

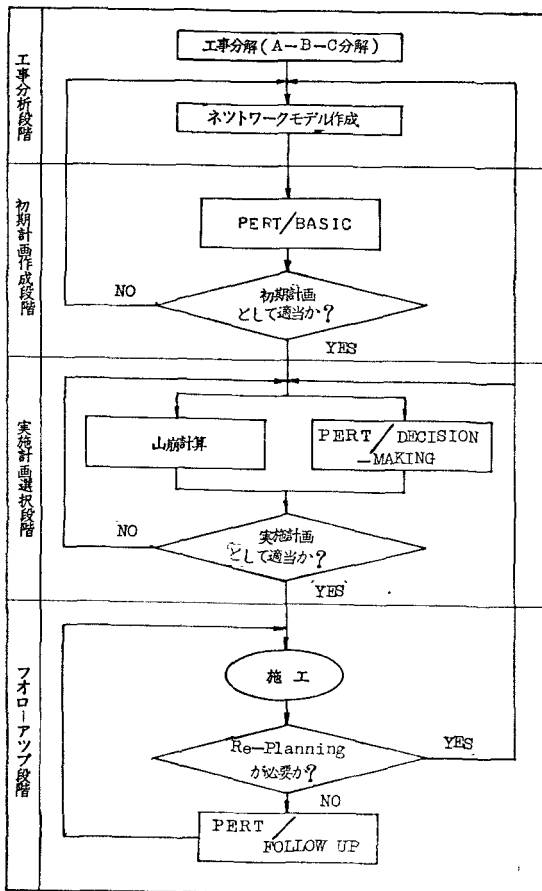
ある工事プロジェクトの工程計画をたてようとするばまずその工事プロジェクトを分解してその工事を構成する作業を明らかにする必要がありますが、ここではこの工事分解の方法として“A-B-C分解”というものを採用しています。すなわち“A-B-C分解”とは工事プロジェクトをツリー構造に分解し、工事を構成する各作業を3つの3桁のコードの組合せで表現しようとするものであり、その1番目のコードをA、2番目のコードをB、3番目のコードをCと呼ぶわけです。このA-B-C分解の仕方は各工事プロジェクトの性質や施工の形体、管理方法などに応じてその工事プロジェクトに最も適するようにすればよいし、またどの程度詳細に分解するかという問題も同様であります。

ともかくこのような方法で分解された作業、すなわちA-B-C作業を以下の工程計画の単位作業と考え次にこのA-B-C作業をアクティビティとして順序づけを行ない工程のネットワークモデルを作成するわけです。

2) 初期計画作成段階

次のステップはインプットデータを作成して電算機にPERT計算をさせてアウトプットを得る段階であります。ここでは特に人間と電算機とのインターフェイスに留意しました。具体的にはインプットにおいてはPERT計算のもとになる各アクティビティの所要日数、所要人工数を直接インプットする方法だけでなく、標準歩掛、作業量などとの組合せにより自動的に算出することかできます。またアウトプットにおいてはネットワーク工程表の自動図化を行なったり、職種、仮設材などの山積状況については時系列の山積クラブとともに山積量の度数分布図も描くようになって

図-1 “PERTによる工程計画システム”フロー図



います。このようにインプットの簡素化、アウトプットの図形化によつてマンマシンコミュニケーションの円滑化を図つたわけであります。

なお、ここでのアウトプットとしてはいわゆるPERT計算のESスケジュール（各アクティビティを最早開始日（Earliest Start Time）で開始するスケジュール）のみを考えています。各アクティビティは所要日数の見積り違いがない限りPERT計算で求めた最早開始日より早く開始することはできないか後へずらすことはできます。すなわちESスケジュールは各アクティビティを可能な限り最も早く開始する場合のスケジュールであるということができ、これをもとに任意のいくつかのアクティビティの開始日を適当日数だけ遅らせたものも工程計画の代替案（Alternative）になりえるわけです。このようにESスケジュールは代替案作成の出発点となるスケジュールであると言えるのでこれを初期計画と呼ぶことにします。

3) 実施計画選択段階

次に初期計画をもとにいくつかの代替案を作成し最も合目的な工程計画を実施計画として選ぶのがこの段階であります。代替案作成は

- ・初期計画の職種、仮設材山積グラフに著しいピークがある場合には職種や仮設材の投入量に制限を設けることによつて自動的に山崩計算によつてその制限内に収まるスケジュールを作成する。
- ・初期計画のネットワーク工程表や山積グラフを参考にし、その工事の特殊性、現場の事情などから総合的に判断して人間がその意志によつてアクティビティの開始日やアクティビティ相互の時間的關係をインプットすることにより人間の意志のはいつた工程計画代替案を作成する。

この場合具体的には、時間の経過をもつが実作業のない架空のアクティビティ（これをD/M-アクティビティと呼ぶ）をつけ加えてPERT計算をさせることになる。
の2つの方法、あるいはその組合せによつて行うことができます。

このような方法でいくつかの代替案を作成し、それらをネットワーク工程表や山積グラフによつて人間が総合的に評価し、最も合目的な代替案を選び出して、それを実施計画とするわけであります。

4) フォローアップ段階

実施計画をもとに工事が進められても計画と実績にズレが生じるのが通常であります。もし、大幅に計画を変更する必要がある時には再計画（Replanning）ということになるわけですが、単なる工程のズレという場合には現時点の進捗状況をインプットするだけで自動的にフォローアップされた新しい工程計画を作成することができます。

4 む す び

以上のように私達は土木工事プロジェクトの工程計画に電算機を導入することにより、マンマシンの工程計画システムを開発して来ましたが、実際の土木工事プロジェクトにこのシステムを適用した事例については講演時にスライドを用いて報告します。