

対話形式による総括工程計画支援システムについて

Master Scheduling System Based On Interactive Mode

榎鴻池組 折田利昭*
榎鴻池組 ○ 村林 篤*

By Tosiaki ORITA , and Atsushi MURABAYASHI

工事マネジメントの中心的要素である工程計画の立案を支援するためのシステムを、パソコンを用いて作成した。総括工程計画の立案支援を目的とし、工程の表現方法として座標式工程表を採用している。類似工事などを参考に入力されたデータから、管理的順序の立案に関する知識を用いて基本案が作成される。これをもとに、立案者はパソコンのグラフィック機能を用いて編集を対話的に行うことで、データの修正を行い計画の立案・評価を進める。編集機能の中には、作業区域や時間の干渉の有無を判定し、表示により立案者に知らせる機能を持たせており、実行可能性の評価を行うことができる。また総合評価のために、座標式工程表以外にバーチャートを併記した出来高曲線を表示する機能があり、より正確な判断が可能である。

【キーワード】総括工程計画、座標式工程表、対話形式

1. はじめに

工事マネジメントにおいては工程計画・管理はその中心的業務であり、合理的な計画の立案が工事遂行の鍵といえる。

これまで筆者らは、工程計画の立案支援を行うためのシステムとして、ホストコンピュータ上で動作する工程計画立案支援システム、および作業の分解レベルを部位とする総括工程計画を対象としたパソコン上で動作するシステムも開発し、適用している。

しかし、これらはいずれもネットワーク手法をベースとしたものであり、ネットワークの表現が適さない工種、部分に対しては、ネットワーク表現に合わせた形すなわち基本であるアクティビティに分割あるいは統合して利用しているのが現状である。

そこで、上述の課題を解消することが計画作成にあたっては重要であると考え、座標式工程表と結合させ、さらにパソコンの特徴であるグラフィック機

能やユーザーインターフェイスを利用した対話形式による総括工程計画支援システムを開発した。

2. システムの前提整理

総括工程計画支援システムにおいて重要な機能は、

- ①複数の代替案を迅速に立案できること、
- ②それらの案の正確な評価が行えること、
- があげられる。

①に対しては、これまで資機材の運用順序という代替案作成の基本的要素については、ネットワーク手法を利用したシステムが有効であることを実証している¹⁾。しかし、実際における計画立案作業特に総括工程計画の段階では、途中までの工程を考慮して後続のアクティビティを分割あるいは統合し、適切な工程計画を立案していく方法をとることがある。すなわち、途中でアクティビティに関するデータを修正する方法であり、これは対話形式による必要がある。

②に対しては、従来は工期面による評価のみであ

* 本社技術研究所

(〒541 大阪市東区北久宝寺町 4-27)

り、原価面での評価が不足している。したがって、総合的な評価が行えるようにする必要がある。

さらに、代替案立案を工事担当者に委ねていることから、代替案の範囲が個人の経験に左右され、客観的な評価とならないおそれがある。したがって、何らかの評価基準となる基本案を提供する必要がある。

3. システム化の方針

(1) 対話形式の方針

従来のネットワーク手法を土台としたシステムでは、計算プロセスの前に工事完成にいたるすべてのアクティビティに関しての属性（特に、ブロック区分ごとの施工量）を設定する必要があり、計算途中での設定は不可能である。さて、対話形式とする場合、工程表に表された情報で位置情報が重要な要素となる。それを表現する図表として以下の特徴を有する座標式工程表があり、広く利用されている。^{2) 3) 4)}

座標式工程表は縦軸に工事の期間、横軸に計画に沿った位置をとり、この座標上に作業をプロットした図表である。作業のつながりや、時間・位置に関する作業の間隔を明確に表すことができる。水平または垂直方向に繰返しが多い線形の作業や、作業の接続、施工速度、施工区域などの制約条件のある工事を表すのが容易である。

しかし、座標式の場合、計算を行うのではなく割り付けていく方法のため重点管理工程を明示することができない等の欠点がある。これは、PERT計算でいうところの前進計算に該当し、計算が終了した時点においてはネットワーク手法におけるアクティビティが設定されたと考えることができる。したがって、アクティビティとして保存すれば後退計算も可能な状態となり、フロートの計算は可能となる。

また、前述したように資機材の運用順序設定にあたっては、ネットワーク手法を利用する方が良い点を踏まえ、座標式とネットワーク手法とを結合させたシステムとすることにした。

(2) 総合的な評価の方針

工期面に関しては、工程表から評価が可能である。いま、原価面に関しては、施工法等純技術的な面については別途の検討すなわち工法選択エキスパートシステム等が必要であり、本システムでは、資機材

の運用すなわち準備数、運用順序の原価的側面の評価を対象と考えている。

さて、道路工事の工程計画についてはバナナカーブによる評価方法があり、また田坂らの研究⁵⁾においても出来高曲線の形状が工程計画の評価へ利用可能という結果が得られている。

さらに、原価と関連する資金収支計画においては、出来高曲線をもとに立案される。

これらのことから総合評価の一部として出来高曲線の算出を組み込むこととした。なお、出来高曲線では工種ごとのバーチャートの併記が一般的であり、本システムにおいても両者を扱うことにした。

(3) 基本案提供の方針

ここでは、最適な案を提供することを目的とせず、客観的な評価の基準として一つの案を提供することが必要と考えている。

したがって、一般的に考えられる案の提供であり、それには工事を構成する作業内容に関する知識とそれらの順序に関する知識が必要となる。

いま、順序については技術的順序と管理的順序いわゆる運用順序に分類でき、運用順序においてはより経験的な知識が必要と考えられる。

そこで、作業内容と技術的順序に関しては検索可能なWBS構造を基本とし、運用順序に関する知識を利用した基本案提示の機能を組み込むこととした。

4. システムの全体概要

(1) システムの概略フロー

本システムは総括工程計画立案を支援するものであり、上述の方針にしたがって諸機能を組み込んでいる。ここでは、一般的な手順を示すこととする。

はじめに、類似工事などのデータを参考に作業内容、技術的順序をガイダンス方式でデータを入力する。その入力データをもとに、標準となる運用順序が推論され、基本案が画面に出力される。その画面から立案者が実行可能性、工期面および原価面を評価し、対話しながら修正を繰り返すことにより適切な案とすることになる。システム全体の流れをフロー図として示すと図-1のようになる。

いま、その出力には、図-2に示す座標式工程表と、図-3に示す工種別バーチャートを重ね書きし

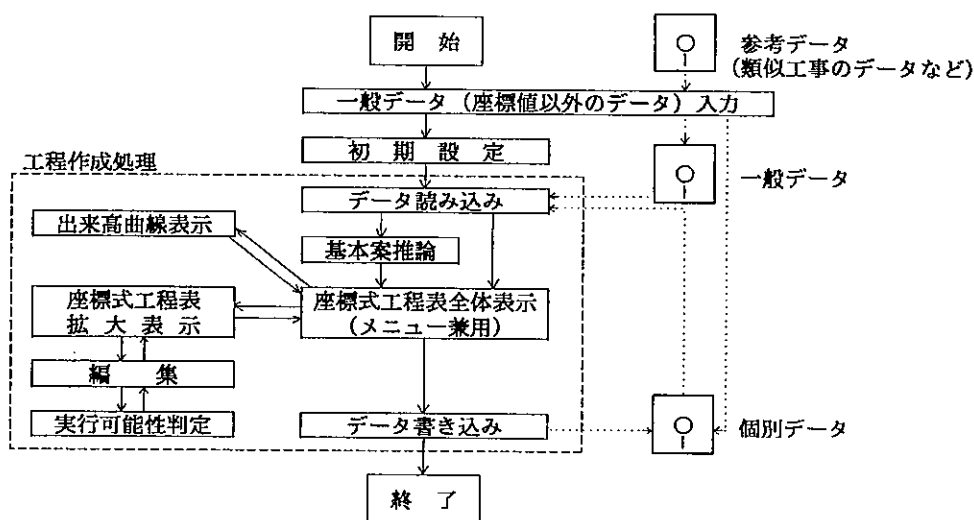


図-1 システムの概略フロー

た出来高曲線の図がある。

これら2つの図を同時に表示させることは、パソコンの機能・表示能力の上で問題があり、2つの図は別々に表示するものとしている。なお、座標式工程表では対話形式でデータと図は連動して修正できるが、出来高曲線の図はデータからグラフへの一方的な表示としている。

(2) 機器構成

座標式工程表においては、作業は斜線または矩形で表示される。なお、これより以降ではそれぞれを「線」「箱」と呼ぶ。

本システムでは「線」「箱」の図形出力ならびにその図形への修正作業という対話型処理への対応が重要となり、画面に関する機能がハードウェアに要求される。

いま、対象とする総括工程において、工程面の評価から最少単位として週あるいは旬程度を立案者が識別できることが必要と考えられる。

ここで、PC-9801の640×400ドットでは、識別が困難と考えられ、使用可能な2画面を上下に連続したものとして扱うスクロール機能を持たせている。

例えば、工期を4年とした工程表の場合、旬すなわち10日間で約5ドットとなり、十分識別可能となっている。

また、グラフィック画面との対話における入力機

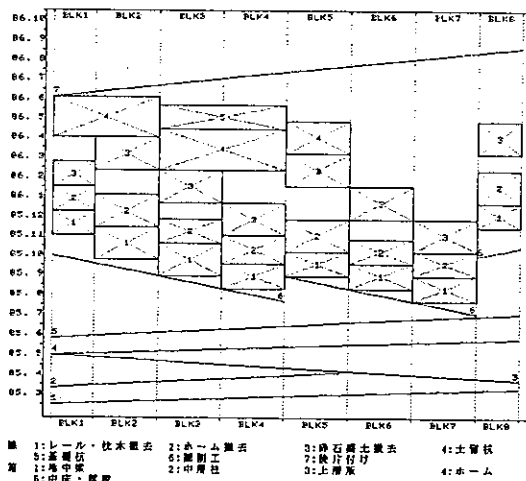


図-2 座標式工程表の出力例

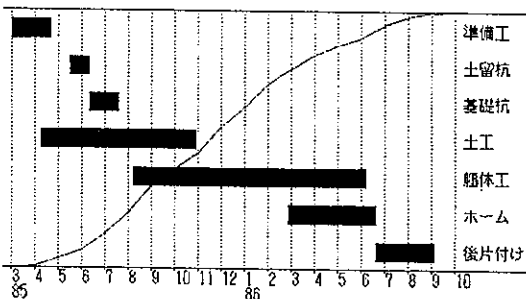
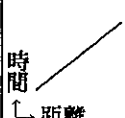
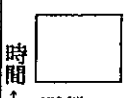
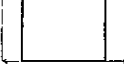


図-3 バーチャートと出来高曲線の出力例

ここでは、前者のようなものを時間的干渉、後者のようなものを空間的干渉と分けて扱っている。座標式工程表上では表-1のように表している。

表-1 時間的干渉と空間的干渉

	干渉なし	時間的干渉	空間的干渉
「線」			
「箱」			

7. 基本案の提示

工事担当者は、与えられた工期を満足させる機械台数、仮設材料の準備数等およびそれらの運用順序の基本案を、工程表に表す前に経験的知識より構想しており、その構想を工程表に表現しつつ修正していると考えられる。

いま、修正については後述する対話形式で行うことにしており、その基本案を提示することにしている。ここで、基本案を提示するための知識としては、

- ① 工事を構成する主要工程に関する知識
 - ② ブロック、部位分割に関する知識
 - ③ 資機材運用に関する知識
- が必要である。

しかし、本システムでは、①、②については類似工事を参考としたガイダンス方式で入力させる方法としている。そこで、③に関する知識だけを組み込めばよいことになる。

さて、③に関する知識を、

- i. 一般的な準備数に関する知識
- ii. 運用開始場所に関する知識
- iii. 運用順序に関する知識

に分類し、それぞれの設定に対して利用することにより組み合わせ案を限定させている。

提示される基本案としては、自動的に設定された運用順序等を基にして工程の計算を行い、その結果が工期を満足する案としている。

8. 対話形式の概要

データの修正には、工程全体を表示する画面よりさらに細かな表示が要求されるため、必要な部分を拡大し、以下の修正が容易に行えるようにしている。

(1) 作業期間の移動・変更

修正作業の一般的な方法として、作業期間の前後への移動すなわち座標上での上下移動および期間の変更が考えられる。

修正する作業は個別に扱うこととしており、その指定は線の場合は両端の点、箱の場合は4つの頂点のうちいずれかの近傍をディスプレイ上でマウスを用いてクリックし、その後移動先をマウスで指定して修正できるようにしている。

(2) 作業の統合・分割

計画立案途中での修正に対応するものとして、作業の統合・分割を考えている。

さて、「線」で表示される作業では日数は距離に比例するものとみなされ、作業の統合・分割を行った後の日数は統合・分割後の距離から比例計算で求められる。これに対し「箱」で表される作業では、作業日数が距離に比例する部分と距離にかかわらず一定の部分がある。例を挙げると、前者は型枠工、後者はコンクリートの養生期間などである。このような作業を距離方向に統合するときは、両作業の比例部分の日数の和に、一定部分の日数を加えたものが統合後の作業の日数となる。分割する場合は比例部分を距離に応じて分割し、両作業に一定部分の日数を加える。図で表すと図-5のようになる。

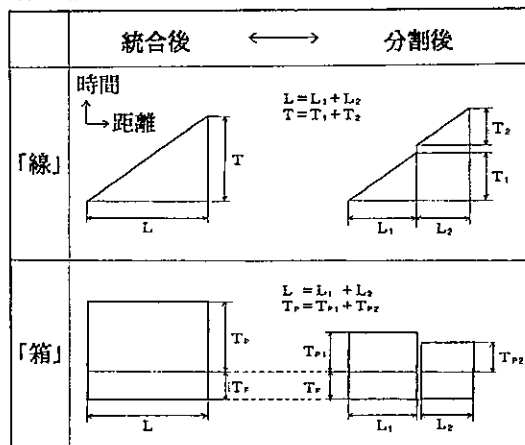


図-5 作業の統合・分割

ここで、距離方向への統合前における拡大表示を示したのが図-6である。なお、カーソルの位置で示されているのが統合する作業であり、統合した結果は前出の図-2である。

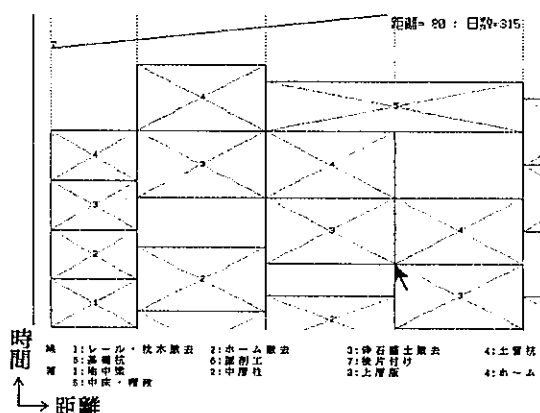


図-6 編集用拡大図

一方、時間方向に統合・分割を行う場合は、表す作業の内容が大きく変化してしまうため修正前の作業のデータは使用できなくなる。この時には改めてデータの設定を行うようにしている。

(2) 作業干渉に対する修正

作業の設定後に干渉が発生した場合、あるいは設定時に接近した作業との干渉が予想される場合、干渉を回避することが必要であり、回避の方法として、時期を前後にずらす、作業期間を短縮する(表-2)、あるいは、干渉する点を境に作業を分割し、干渉のある部分にのみ変更を加えることが考えられる。

いずれの場合にも干渉の発生する時期・位置を求める必要があり、このために任意の2直線(「線」、「箱」の一辺、ブロックの区切りの線)の交点を求める機能を設けて、修正を容易にしている。

9. おわりに

上述のシステムは、現在実験システムの段階であるが、作成した部分については予定通りの機能を満たしている。現段階では修正作業を座標工程表上の単独図形の移動として捉えており、これまでのデータ入力後工程表を得る方法に比べ、代替案を立案しやすいという評価を得ている。

今後は、図形群の移動等修正方法の拡張が必要で

表-2 作業の変更

	時期を変更	期間を短縮
「線」に対して		
「箱」に対して		

あり、工程計画を図形作成とみなした方法すなわち図形処理ソフトの機能を組み込んでいくつもりである。また、平面的広がりのある工事への展開、ならびにデータ入力の効率化のために市販のデータベースソフトとのリンクなどについても検討して行く予定である。

【参考文献】

- 1) 折田：小型コンピュータによる総括工程計画作成システム，土木工事のマネジメント問題に関する研究討論会講演・資料集，pp201-208，1983.11
- 2) Oldrich Stradal, Josef Cacha：Time Space Scheduling Method, Journal of the Construction Division, pp445-457, sep.1982
- 3) Joachim Dressler：Construction Management in West Germany, Journal of the Construction Division, pp477-487, Dec.1980
- 4) 奥山育英、佐藤恒夫、中西克也：港湾工事等における工程計画作成手法の開発と応用，第5回土木計画学研究発表会論文集，pp633-637，1983.1
- 5) 田坂他：出来高曲線による施工進度管理法に関する一考察，昭和51年度土木学会学術講演会講演集IV pp84-85，1976.10