

現場における工程計画・管理システムーオンライン化へのアプローチー

鴻池組 正員 川崎健次
 同 “ 田坂隆一郎
 同 “ 西野久二郎
 同 “ 折田利昭
 同 “ 安井英二

1. 施工計画・管理のシステム化の方針

土木工事のマネジメントは、指定された工期の遵守を第一義的な管理目標として、定められた品質の構造物を、工事に用諸資源の効率的な投入・運用によって築造し、合せて工事施工活動の経済性を確保することがその主要な目的となる。そのために、工事の施工活動にともなって発生する工事施工上の諸問題を構造物を築造する過程、すなわち、施工工程において捉え、Plan - Do - See という、いわゆるマネジメントのサイクルの中で解決し、最終的に工事施工活動の成果が得られるように、そのシステム化を図ることは十分に意義のあることといえよう。

さて、実際の工事においては、設計図書にもとづいて構造物の築造に必要なすべての作業を抽出し、それぞれの内容を決定していく計画段階と、工事の実施とともに逐次完成していく構造物の品質と工期や原価を統制しようとする実施・管理段階に分けられる。

図-1は、このような土木工事の施工計画・管理を、

- ① 工事情報の収集段階
- ② 工事施工の構想化の段階
 施工技術計画、
 総括施工計画、
- ③ 工事施工の実施計画の段階
 施工実施計画、
 施工管理計画、
- ④ 施工管理の段階
 工事施工の現状把握、
 施工計画のフォローアップ、

という4つのステージに整理するとともに、本支店設置の大型コンピュータシステムと現場設置のマイクロコンピュータシステムとの有機的な活用によって、工事現場における施工計画・管理業務の合理化を図ろうとするマネジメントシステムを表したものである。このシステムは、

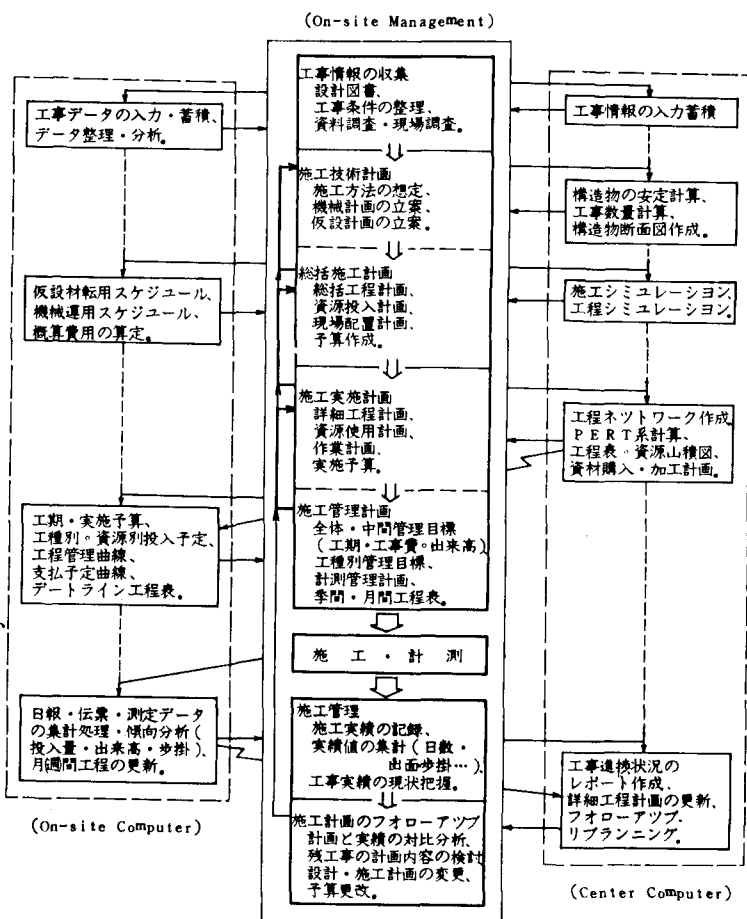


図-1 工事現場における施工計画・管理システム

KOMS (Konoike Online Management System) と呼ばれ、本支店設置の大型コンピュータシステムでは、工事情報の蓄積、各種の構造計算や施工シミュレーション、全体工程計画のスケジュール計算とフォローアップ、工事進捗状況のレポート作成など、大型コンピュータの大容量・高速度の演算機能と図・表機能を有効に活用した処理を行うのであり、一方、工事現場に設置のマイクロコンピュータシステムでは、大型コンピュータシステムから伝送される施工計画データを用いての施工実施計画の作成、資機材運用の概略的なスケジューリング、個別的な計画・管理計算、工事日報・伝票・計測データの入力・蓄積、工程・資源・出来高・原価等の実績値の集計と分析、施工実績データの大型コンピュータシステムへの伝送など、工事現場において行われる毎日、毎週、毎月、各季の定形的な計画・管理業務の中で、機械的処理の可能な部分を取り扱うことにするのである。

本報告では、土木工事の施工計画・管理業務は工事の施工工程を通して相互に関連づけられているという認識のもとについて、その施工工程の合理化—もっとも効率よく施工のしやすい工程の確立—を目的とする工程を中心とする施工計画・管理のシステム化について示しているが、その活動は上記のKOMSの一環を構成するものである。

2. ネットワークモデルによる工程計画・管理システム

(1) 工程計画・管理システムの構成

ここで提案する工程計画・管理システムの構成は、図-2に示すように、本支店に設置する大型コンピュータシステムと現場に設置するマイクロコンピュータシステムとを組合せて、以下のような構成となっている。

1) 大型コンピュータシステムで行う処理

- ① 全体工程計画の作成：後述のように、当システムではプレシデンス型ネットワークによる拡張されたPERT手法を用いている。PERT計算、山崩し計算の結果は、工程表と各種資源山積み図をプロッターを用

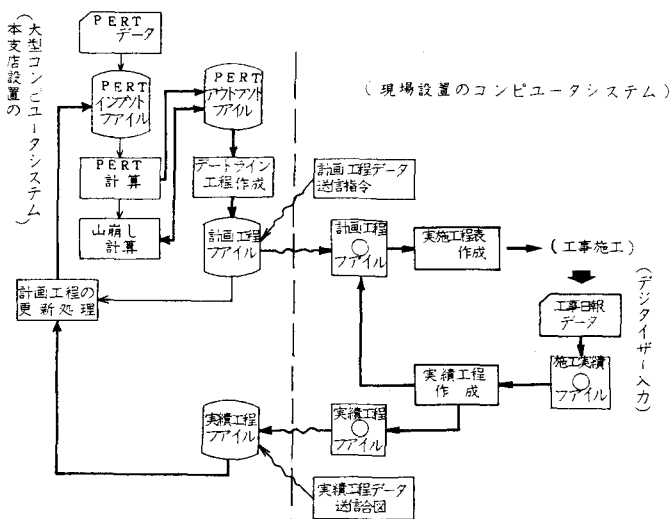


図-2 ネットワークモデルによる工程計画・管理システム

いて作成する。出力は漢字表示で行う。全体工程計画は現場主任技術者の判断のもとづいて採択した代替案のもとづいて作成し、図化した工程表は現場に郵送する。

- ② デートライン工程表の作成：採択した全体工程計画に対してデートライン・カットオフ法を適用して当月から3～4ヶ月間の工程計画を作成する。デートライン工程表には各工程経路ごとの所要残日数を表示するので、それによって各工程経路の全体工程における重要度を判定することができる。工程表と山積み図は図化して現場へ郵送する。同時に、デートライン工程表のスケジュールデータを電話公衆回線を通して現場設置のマイクロコンピュータシステムに伝送して、フロッピーディスクに格納する。
- ③ 全体工程のフォローアップ処理：現場に設置したマイクロコンピュータシステムからは、完了作業と施工中作業に関するデータが月ごとに伝送されてくるので、それを用いて3ヶ月間に1回程度の割合で、工程のリプランニングをも含めて全体工程のフォローアップ処理を行う。工事着工当初や工程の変更時点では、月1回もしくは随時にフォローアップ処理することができる。これらの工程データの修正作業は、プレシデンス型ネットワークを用いているので、容易に行うことができる。

2) マイクロコンピュータシステムで行う処理

- ① 実施工程表の作成：大型コンピュータから伝送されてくる3～4ヶ月間の工程データは作業データと順序関係データに分けてフロッピーディスクに格納する。格納された工程データの中から当月中に行う作業データを取り出し、それぞれの作業番号をカナコードに変換のうえ、プリンター又は簡易プロッターにて工程表を出力する。これと同時に、当月分の職種別山積み図を出力して作業員の投入予定を示す。出力した工程表は工事の進行に合せて修正することができる。これについては④で述べることにする。

作成した実施工程表にもとづいて、各週に実施予定の作業リストを作成し、それぞれの作業内容を工事日報と同様の様式で出力することにより、作業指示書の作成や工事日報との結合を図ることなどの発展を期待することができよう。

- ② 工事日報データの入力：どの工事現場においても日々の作業内容を工事日誌に記録しており、工事日誌は施工活動に関する基礎情報を提供するものであるといえよう。このサブシステムでは、日々の作業内容を記録した工事日誌の内容を現場設置のマイクロコンピュータに入力することによって、工程管理・支払管理、出来高管理に用いられる作業実績データを作成する。

日報データの入力方法としては、現場技術者が日々の施工業務の中で確実にしかも容易に入力することができるように、ワンタッチのメニュー方式を用いている。ここでは、メニュー項目のデザインの自由度と工程管理への適用という点を考慮してデジタイザー（座標読取装置）を用いることにしている。工事日報データの入力は、デジタイザー上に置かれたメニューシートの項目の中から、メモ書きされた工事日誌の内容に該当する項目を選び、その上をスタイラスペンで押すことによって行われる。入力されるデータは入力のつどディスプレイ画面上に表示され、1作業のデータ入力が終わるとブルーリストが出力される。データの訂正はこの間随時行うことができる。

- ③ 日報データの集計および実績工程表の作成：入力された工事日報データは、まず、工程に直接関連するデータとそうでないデータとに仕訳される。これは作業コードに施工ブロック番号が含まれているかどうかによって識別している。次に、施工ブロック番号のついている工事日報データに対して、施工ブロック、構造物部位、工種、作業の順にソーティングして工程実績データリストを出力する。工程実績データリストには、各作業の施工ブロック名、構造物部位名、工種名、作業名を見出しとして、作業着手日ごとに業者名、職種名、作業員数、作業時間が示されている。実績工程表は、この工程実績データを、さらに施工ブロック、構造物部位、工種の3項目でソーティングして作業レベルの実績データを除外したものを用いて作成することになっている。

- ④ 翌月実施工程表の作成と修正：まず、実績工程表を作成した作業リストの中から、月末の時点で完了している作業と施工中の作業を取り出す。次に、デートライン工程データの中から月末時点で完了している作業より時間的に前にある工程データを消去する。施工中の作業については残日数を算出して、それを翌月における作業所要日数として用いる。このようにして更新されたデートライン工程データに対してPERT計算を行って、計画工程表と職種別山積み図を出力する。職種別山積み図は更新された工程データを用いたPERT計算のため、必ずしも投入資源の制限数を満足していないので、計画工程表の中から残日数に影響しない作業もしくは残日数の小さい経路の作業を取り出して必要日数だけスライドさせるか、もしくは山崩し計算を行う必要がある。この手順をくり返して翌月の実施工程表を作成することになる。

以上が、ネットワークモデルを用いた工程計画、管理システムの内容と手順の概要であるが、こうした処理を可能とするためには、工事着工当初から構築工事の着手に至るまでの間に施工計画の内容に関して種々の側面から検討を加え、そうした計画を実施するための工程計画をネットワークモデルを用いてスケジュール計算しておく必要がある。こうした処理が為されていることによって、工程データはコンピュータにストックされて、サイクリックな工程管理を行うことができるのである。

(2) アロー型に対するプレシーデンス型ネットワークの特長

工程計画の作成にあたっては、

指定された工事期間の中ですべての工事が完了するように、構造物の施工順序と工事用諸資源の運用順序を決定しなければならない。とくに、地下鉄工事のように両者の順序関係が必ずしも一致しない工事種類においては、構造物の施工単位と工事用資源の運用単位を明確に区分して、それらの順序関係、つまり技術的な順序関係と管理的な順序関係を明確に規定しておくなければならない。

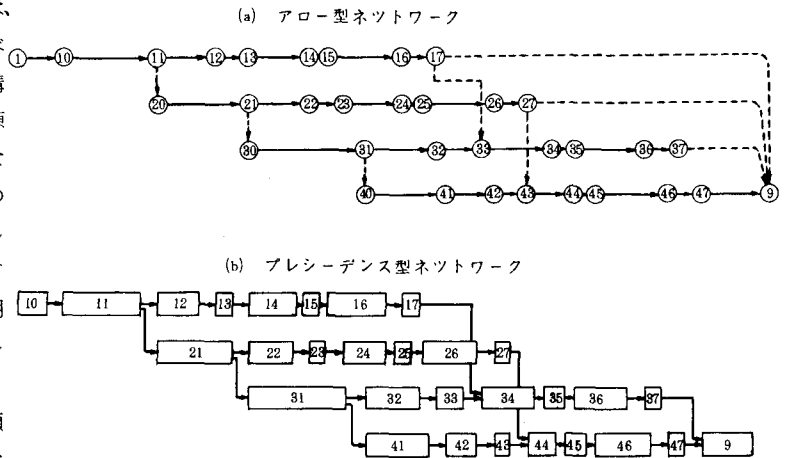


図-3 アロー型とプレシーデンス型のネットワーク表示の比較

このような工程計画手法としてPERT系のネットワーク手法が有効であることはよく知られているが、ネットワークのタイプとしては、アロー型よりも工程上の作業とネットワーク上のアクティビティとが1対1の対応を為すプレシーデンス型の方が望ましいといえる。スケジュール計算における両者の違いは結合点時刻の取り扱い方にあるが、工程表の表示様式の違いは図-3に示すとおりである。すなわち、アロー型では、2つのノードで挟まれた矢線で工程上の作業を表し、その長さで作業所要日数を表す。ネットワーク上の隣合うノードの対は作業と作業間の順序関係を同時に表すことができるが、順序関係のみを表したい場合は、実際の工程には含まれていない所要日数が0のダミー作業を要するなどの不都合が生じる。一方、プレシーデンス型では、ネットワーク上のノードで作業を表し、矢線の方で作業間の順序を表すので、実際の工程と1対1の対応を為している。このようなプレシーデンス型ネットワークの構造特性を利用して、次節に示すように、工事を構成する4つの要素の組合せによって各作業の作業番号を一意的に表し、工程ネットワークの中で工事施工上の技術的な問題や管理上の問題を取扱おうとするのである。

(3) 工事施工の多階層構造と対応づけた作業のナンバリング

これまでの研究から、工事全体の施工内容は構造物のレベル、工種のレベル、作業のレベルに合理的に分解されることが分かっている。通常、施工対象となる土木構造物は構造物の平面的な施工区分としての施工ブロックと構造物断面の施工区分としての構造物部位によっていくつかの施工単位に区分されるのが普通である。したがって、構造物のレベルの施工単位を施工ブロック*i*と構造物部位*j*で表し、工種のレベルを*k*、作業のレベルを*l*で表すと、工事に含まれるすべての作業の番号*s*は、次式で一意的に表される。

$$s = (i, j, k, l)$$

i, j, k, l をそれぞれのレベルでは一意性が保たれるように2桁の番号で表すことにすると、*s* は、

$$s = 10^6 i + 10^4 j + 10^2 k + l$$

となる。このように、各作業の番号を4種類の番号を組合せた8桁の数字として表し、それをそのまま工程ネットワーク上のノード番号として用いることができるのが、プレシーデンス型ネットワークの特徴である。

工程上の各作業をこのようにナンバリングすることは、単に工程計画の合理化のみならず、次章に示すように、同様の分類で工事の実績値を集計することによって工程管理の合理化にも役立てることができる。さらには、工事内容の分類を予算項目の編成基準や工事費の支払基準、工事出来高の算定基準と対応づけられるように考慮することによって、単に工程計画・管理の範囲にとどまらず、工程と原価という主要な計画・管理要素の統合的なシステム化へと拡張することができると思われるのである。

3. 工事日報方式による施工実績情報システム

通常、工事日誌には、年月日、天候、契約区分、業者、工種、工数、作業時間、記事（場所、箇所、作業内容、作業量）備考などの各欄が設けられている。記事欄は明確な基準にもとづいて記入されているとは限らないので、管理上意味のあるデータを与えない場合が多い。そこで、当システムにおいては、記事欄の内容が工事施工の多階層構造と明確に対応するように、①施工ブロック（場所）、②構造物部位（箇所）、③工種、④作業（工種に対する補助的作業）、⑤種別（使用資材の種類、規格）、という5項目で表すことにして、日々の工事日誌に記入された作業内容に関する情報をすべてデータ化することになっている。作業内容に関するデータは上述のように記述データが多いことから、図-4に示すように、デジタイザーによるメニュー方式を用いて入力することにした。

これらの項目の中で、ブロック、部位、工種、作業の各項目は工程ネットワーク上の作業コードと対応しており、この分類にしたがって工事日報データを入力することによって、計画工程と対比可能な実績工程を作成することができるように設計している。

日報データは、デジタイザー上に置かれたメニューシートの各区画をライトペンで押すことによって、メニューシート上の漢字表示の項目が数字コードでマイクロコンピュータに入力され、同時に、ディスプレイ画面上にカナ文字表示される。もし、ミス入力が見つかれば、「訂正」の見出し項目をライトペンで押した後、正しい項目名を入力すればよい。数字やその他のコントロール項目も備えており、作業データの入力を始める

契約区分	業 種	機 種	ブロック	部 位	工 種	作 業	種 別
調 査	世 話 役	トラック	1	基 礎	ビット基礎	鉄筋工	※区分1
常 備	鉄筋工	4t	2	ベ ー ス	ビットベース	組立	※区分2
	圧 入 工	8t	3	中 床	中 床 柱・中カベ	圧入	※区分3
	大 工	10t	4	中 床	中 床 カベスラブ	型枠支保工組立	要 部
業 者	ト ビ 工	レッカー	5	中 床	中 床 保層部	養生	
北 梅 組	カ ジ 工	10t	6	プラットホーム	プラットホーム	型枠工組立	運 搬
藤 井 組	土 工	15t	7		上 床 柱・中カベ	除去	段 取 リ
東 亜 圧 入	折 リ 工	20t	8	上 床	上 床 カベスラブ	コンクリート打設	掘 出 し
木 岡 組	塗 装 工	25t	9	上 床	上 床 保層部	養生	足 場 組
上 田 組	防 水 工	30t	10	5 段 梁	4 段 梁	鋼骨柱工	足 場 撤 去
大阪防水	左 官	40t	11	3 段 梁	2 段 梁	塗装	水 洗 い
福岡運送	電 工		12	1 段 梁	切 梁 筋	防水工	チッピング
阪和工業	ガードマン		13	階 段 部	排 水 部	養生	台 道 し
成 松 組				中 間 机	土留め机	盛替工	仕 上 げ
井関塗装				仮設通路	その他仮設部	架設工	ケ レ ン
電 機 電 気				埋設物	防護部	撤去工	ドライモルタル
近畿電気						配管工	アンカー取付
南大阪電機						埋戻工	裏 込 め
香山建設						敷 工	片 付

7	8	9	-	NEXT	完 了	送	コ ピ ー	訂 正			終 了
4	5	6						契約区分	作業時間帯	作 業	
1	2	3	訂					業 者	ブロック	種 別	
0	.	正						機 種	部 位	作 業 量	
								人 台	数 工 種	完了マーク	

図-4 工事日報データ入力のためのメニューシート

と、キーボードに触れることなく、ライトペンのみで入力操作を行うことができる。

こうした方法で行う工事日報方式による施工情報システムは、上述の手順で対話形式でデータ処理する、

① 日報データ入力処理プログラム

と、入力・蓄積された工事日報データを管理目的ごとに編集してそれぞれの施工実績データを作成する、

② 集計処理プログラム

とに分かれている。施工実績データの集計処理プログラムは、さらに、実績工程データおよび実績工程表を作成するプログラムと労務関係の投入実績を集計するプログラムに分かれている。前者についてはすでに述べたとおりであり、後者については、契約区分、業者、職種をキーとしてソーティングすることによって所要の様式に編集し、支払管理等に利用することになる。

又、出来高管理と関連して、実際に施工した工事数量が記録できない場合がある。当システムでは作業数量の実績値を入力することができるが、ブロック、部位、工種をキーとしてネットワークデータファイルを検索することにより、計画数量を用いることも可能である。

4. 工程計画、管理システムの地下鉄開削工事への適用

前章までに述べてきた、大型コンピュータシステムとマイクロコンピュータシステムを結合した工程計画、管理システムを、大阪市東部の地下鉄駅部工事に適用することにした。当工事は、図-5に示すように、上部に高速道路高架橋のピア基礎を上載する構造となっており、又、全体工期は後続の高架橋工事の強い制約を受けていた。それで、大型コンピュータを用いて掘削工事の工程シミュレーションを行うと同時に、以下に示すように、ネットワークモデルによって本体構造物の構築工事の工程計画を作成した。

(1) ネットワークモデルによる工程計画の検討

1) 工事着工当初における工程計画の検討

当工事は昭和54年3月に着工し昭和57年3月に竣工の予定であるが、本体構造物の構築工事の施工期間としては昭和55年11月から昭和56年12月までの14ヶ月間（実働日数331日）である。

全体工事は、図-5に示すように、13の施工ブロックと底床部、中床部、上床部の3つの構造物部位に大別した。それぞれの施工ブロックにおける構造物形状を検討して、施工工程を6つの工程パターン、すなわち、(1ブロック)、(2, 9, 11, 12ブロック)、(3, 4ブロック)、(5, 6, 7, 8ブロック)、(10ブロック)、(13ブロック)に分類し、それぞれのパターンごとに詳細な工程ネットワークを作成した。同じパターンのブロックでは施工数量を参照して各作業の所要日数を求めることとして、全体工程ネットワークを作成した。この時点では、鉄筋工、型枠大工の投入員数について作業内容を考慮して種々のケースを検討するとともに、型枠支保工の転用順序についてもいくつかの代替案を比較することにより、所定の施工期間に納まる工程計画代替案を採択した。

2) 掘削工事着手時点における工程計画の検討

この時点では、隣接する施工ブロック間の作業性、すなわち、隣接ブロックの作業状態と作業の実施可能性の関係、ネットワークモデルを適用するに際しての山崩し計算規則の良否について考察することにした。

前回作成した工程計画では9ブロックと10ブロックの間の妻型枠外しと鉄筋組みの順序関係に問題が残されていたので、まず、その部分の工程がうまく納まるように変更した。次に、山崩し計算における作業着手の優先順位の規則について、①TF、②LS、③時刻ごとに逐次PERT計算を行ってTFを更新する、という3つの方法を比較することにした。その結果、③の方法を用いて当工事の工程ネットワークに対して山崩し計算を行うと、所要工事日数をもっとも小さかったので、そのスケジュール計算結果にもとづいて工程計画を作成した。こうした工程計画の作成作業を通して、プレシデンス型ネットワークにおける工程ネットワークデータの変更や修正の容易さを実際に知ることができた。

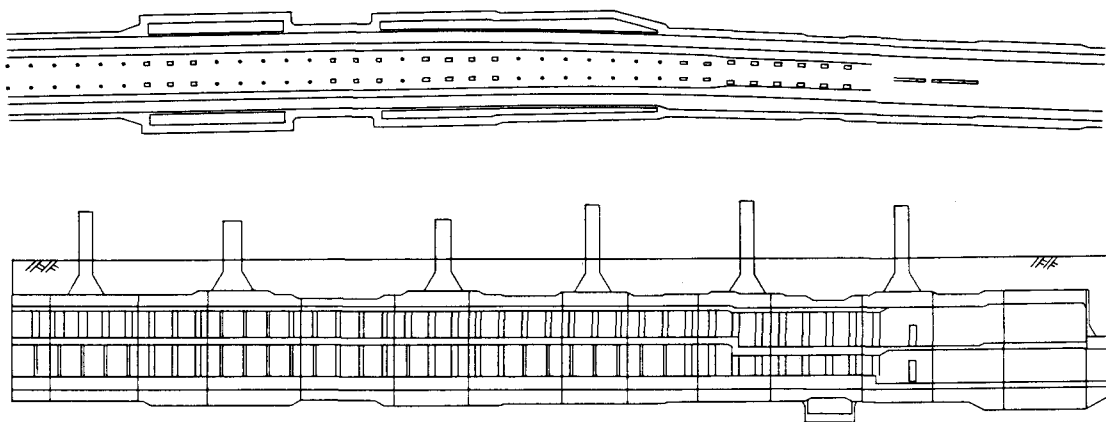


図-5 適用対象工事（地下鉄駅部工事）の平面図および側面図

3) 本体構造物の構築工事着手当初におけるフォローアップ

構築工事に入って2ヶ月経過した時点で、先行する掘削工事と隣接する工区の関係から当初工程計画のフォローアップを行うことにした。そのために、まず、昭和55年12月末日時点で完了している作業を抽出し、全体工程ネットワークから消去した。又、この時点で施工中の作業についても所要日数を修正して工程計画の更新計算のためのネットワークを作成した。その工程ネットワークに対して、掘削工事の施工順序にしたがって型枠支保工の転用順序を(13→12→11→10ブロック)から(12→13→11→10ブロック)へと変更することにした。そして、現在の工事の進行が全体工程ネットワークのクリティカルパスをどのように変化させるかを見るために、①4ブロックを先行させる、②5ブロックを先行させる、という2つのケースを比較することにした。そのとき、4ブロックと5ブロック、9ブロックと10ブロックの間での作業足場の確保の有無、山崩し計算法の優先順位の規則による影響について考察した。そして、工事の施工方針を5ブロックを4ブロックに先行させるスケジュールに変更する工程計画修正案を採択した。

(2) マイクロコンピュータシステムによる工程管理

1) 全体工程計画の更改工程表の作成

実施工程計画として採択したネットワーク工程表は、工事現場の主任技術者のみならず工事担当の技術者すべてに手渡されて、そのスケジュールにしたがって工事を進めていくことになった。ところが、それからさらに3ヶ月工事を消化した段階で後続工事の制約から、工程を2ヶ月間短縮させる必要が生じてきた。そして、工程短縮の方策として、①型枠の投入セット数の増加、②型枠支保工の投入セット数の増加、③クリティカルパス上の型枠材組立てから解体までの諸作業の所要日数を短縮する(a、鉄筋工の1日当り処理能力を上げる、b、型枠大工の1日当り処理能力を上げる)、④クリティカルパス上の作業の中で鉄筋組立てと型枠支保工組立てをその経路から外すように施工工程を修正する、といういくつかの考え方が提案され、工事費用も考慮して、②～④の考え方を組合せて工程の短縮を図ることにした。その結果、予定の工期(昭和56年11月末日)に納めるために、型枠支保工の組立てを壁鉄筋の組立てとともに先行させ、さらに鉄筋工と型枠大工の1日当り処理能力を共に20%増加させる方法を考えて、図-6に示す更改工程表を得た。

2) 大型コンピュータによるデートライン工程表の作成

大型コンピュータにファイルされている全体工程ネットワークに対して、デートライン・カットオフ法を適用することによって、各工程経路の残日数、つまり、各施工ブロックのデートラインを設定した日からその施工ブロックの作業が完了する日までの所要日数を明示したデートライン工程表を作成することができる。

当工事においては、現場に設置したマイクロコンピュータシステムによる工程管理のために、図-6の更改工程表の4月、5月、6月、7月の4ヶ月間を適用対象のモデルとして取り上げることにした。まず、昭和56年6月末日にデートラインを設定して、図-7に示す3ヶ月間のデートライン工程表とその主要職種の日積み図をプロッターで作図した。デートライン工程表の右端には各工程経路の所要残日数が表示されており、その値が大きいほど消化すべき工事量を多く残していることになるので、その値を比較することにより重点的に管理すべき工程経路を知ることができるのである。又、デートライン工程表とともに作成される職種別日積み図は各作業への投入員数が分かるように作業ごとに区分しているので、デートライン工程表の残日数とともに工程管理にあたっての指標として用いることができる。これらの工程図表等はすべて現場へ郵送される。

デートライン工程表の工程データは電話公衆回線を用いて現場設置のマイクロコンピュータに伝送されるが、工程データは作業コードなどすべてのデータを英数字コードに変換されているので、大型コンピュータシステムとマイクロコンピュータシステムの機種の違いによるデータ通信上の問題は生じない。ただし、こうした処理を行うためには、大型コンピュータとマイクロコンピュータの双方で計算機内部におけるアクティビティ番号とネットワーク上の作業番号および作業名称カナコードとの変換テーブルを用意しておく必要がある。

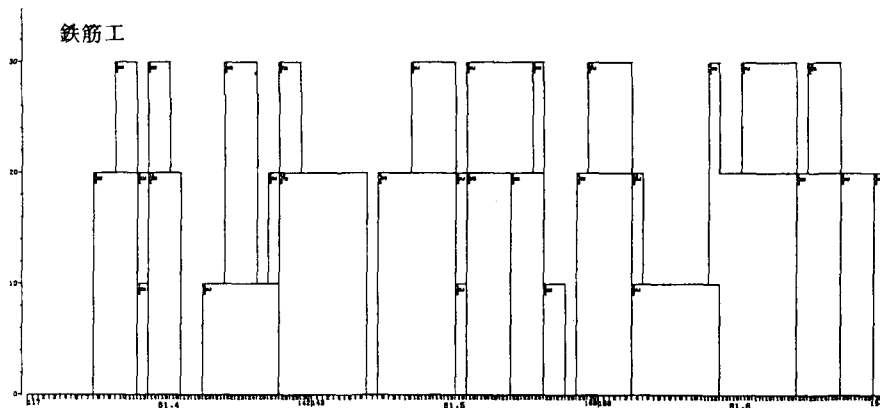
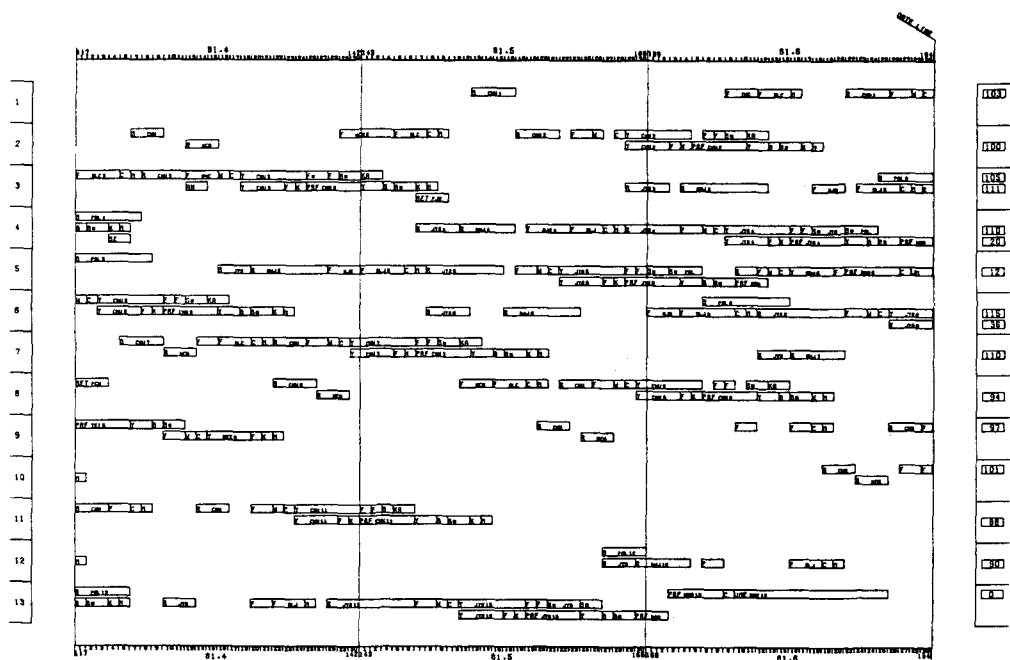
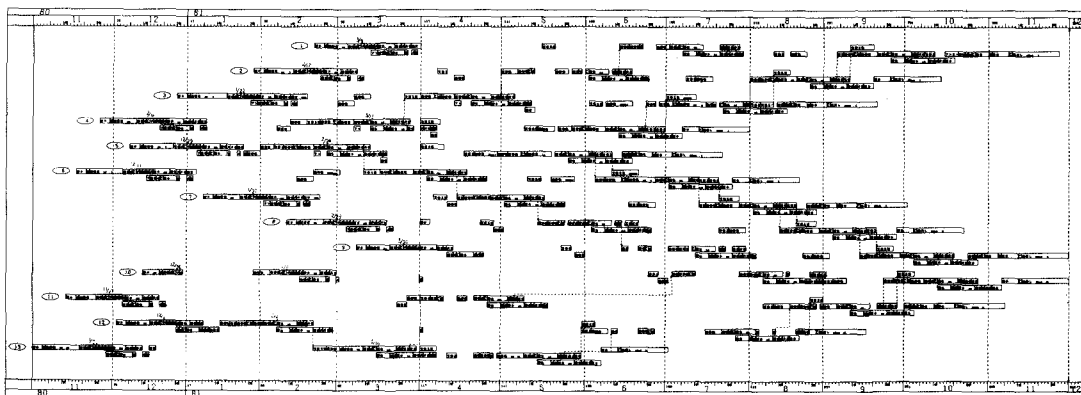


図-7 デートライン工程表および作業別山積み図

3) 工事現場における計画工程表の作成

図-7に示した4月、5月、6月の3ヶ月間のデートライン工程データは、大型コンピュータから伝送されてきたときに、各作業のスケジュールデータと順序関係データに分けてマイクロコンピュータのフロッピーディスクに格納される。工事現場においては、3ヶ月分の各作業のスケジュールデータの中から該当する月の作業を抽出することによって月間工程表を作成することになる。図-8は昭和56年4月の計画工程表をプリントアウトしたものの1部である。

作業スケジュールは施工ブロックごとに区分して示し、各作業の作業名と記号との参照表を付し、又休日とは印で示すなど見易く、使い易く工夫している。

職種別山積み図も同時に出力するので作業員の調達必要数

を知ることができる。 図-8 計画工程表の一例(昭和56年4月)

(3) デジタイザーによる工事日報データの入力処理

工 事 日 誌

日々の施工作業の結果は、図-9に示す様式の工事日誌に記入される。現場の工事担当者は、まず、その日の年月日、曜日、天候をディスプレイメニューによってキー入力したあと、デジタイザー上のメニューシートの配列にしたがって工事日誌に記入

昭和56年 4 月 6 日 (日)		天候	(注) 残業時間は22時までは25%増、22時以後は50%増で換算する。	
区分	工 種	工 数	残 業 時間	換 算 工 数
北線	セ	1		3.0
中線	セ	7		17.0
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線	セ			
北線	セ			
中線	セ			
南線	セ			
東線	セ			
西線</				

(4) 工事日報データにもとづく実績工程表の作成

工程実績データリストの中で完了作業と施工中作業を＊印を判読して区分するとともに、当月実施した作業に対して、施工ブロック、構造物部位、工種でソーティングすることにより、計画工程表と対比できる様式で実績工程表を作成する。

実績工程表は、図-11に示すように、その月に実施した施工ブロックと構造物部位とがよく分かるように見出しとして用いており、その内容を同じ月の計画工程表と突合せることによって、各施工ブロックの進度の遅速が明らかとなつて、翌月の計画工程作成にあたっての有効な情報を得ることができる。

[illegible]

☑-11 マイクロコンピュータで作成した実績工程表

(5) PERTによる翌月計画工程表の更新

マイクロコンピュータのフロッピーディスクには3~4ヶ月分のデータライン工程データが格納されている。

前項のようにして、当月の実績工程表が作成されると、各施工ブロックの最後に完了した作業を取り出して、デートライン工程データの中からそれ以前の作業を消去する。そして、残された作業に対してPERT計算を行うのであるが、それは必ずしも正しい工程を示しているとは限らない。そのため、作業データや順序関係データを手直しして再度PERT計算および山崩し計算を行うことになる。

図-12はそのようにして作成した昭和56年5月の計画工程表である。このような計画工

[illegible]

図-12 4月の工程実績をもとに作成した5月の計画工程表

程表の作成と同時に、職種別山積み図もプリントアウトされるので、PERT計算の結果求められた翌月の計画工程が投入資源の制限数を満足するかどうかを直ちに知ることができる。昭和56年4月の実績工程表をもとに5月1日時点で各施工ブロックの進度を調整し、その結果を用いてPERT計算を行い山積み図を作成したところ鉄筋工と型枠大工の投入数が予定の制限数を大幅に超過してしまった。この状態から各施工ブロックの各作業の日程をスライドさせて所望の工程表を得ることは困難であるため、当初の5月分の計画工程表の予定（全体工程計画で山崩し計算済みのもの）と比較してそれより進行が遅れている作業以後を遅れた日数だけスライドさせたスケジュールを出力してみた。その結果、山積み図が予定より超過したのは型枠大工の一部とコンクリート土工の一部であったので、工程表を見ながら該当する作業の日程をスライドさせることにした。こうして得られたものが前述の図-12である。

工事現場において月々の工程管理を行うにあたっては、前月の実績工程表をもとに工程データを更新してそれにもとづいてPERT計算を行い、資源山積み図を作成することになる。そのとき、資源山積み図の状態が制限数を大幅に超過する場合には当初の山崩しスケジュールを考慮した処理が必要であり、一部の工種でわずかな超過の場合は該当作業の日程を前後にスライドさせてスケジュールすればよいということが明らかとなった。このようなきめ細かい工程管理が可能となったのはプレシーデンス型ネットワークによるスケジュール計算プログラムを開発したことと、そうした処理を行うために工事現場に設置したマイクロコンピュータを用いたという点に負うところが大きいといえよう。

又、現場のマイクロコンピュータで月々の工程管理を行ったのち、3ヶ月に1回くらいの頻度で大型コンピュータによる工程計画のフォローアップを行うようにしているが、実際には、工事の進行にともなう施工状況の変化を考えるならば2ヶ月に1回くらいで行うのがよいようである。

5. 今後の課題

現場に設置したマイクロコンピュータシステムと本支店に設置した大型コンピュータシステムを有機的に結合させて、ネットワークモデルを用いた工程計画・管理を行おうとする当システムは、実際の地下鉄駅部工事における試行によって実験段階から実用段階へと踏み込んだものといえる。又、デジタイザーとマイクロコンピュータを組合せた工事日報方式による施工実績情報システムも、同様の段階に至ったと思われる。

このような工程計画・管理システムを実際の現場管理業務の中に定着させていくためには、各種工事への適用経験を多く、かつ速く行うことが肝要と考えられる。

又、工程を中心として施工計画・管理のシステム化を図っていくことは、工事施工上の諸問題を工事の時間的推移の中で捉えることとなり、計画段階においては工事施工の構想化の段階から時間的制約の中でもっとも施工しやすく、かつ合理的な施工工程を検討し、施工計画を確立するという、計画を重視する方向へと進むであろう。又、実施・管理段階においては工事施工における原価的要素を施工工程の中で把握することによってトータルなマネジメントシステムの構築を期待することができよう。

最後に、当システムを開発するにあたり、御指導・御助言を賜った京都大学吉川和広教授および同春名攻助教授に謝意を表する次第である。