

鴻池組技術研究所 正員 田坂隆一郎
同上 正員 折田 利昭

はじめに

P E R T等のネットワーク手法を土木工事の工程計画・管理技法として定着させるためには、P E R T工程表にもとづく工事の実施、施工結果としての実績工程の分析・評価にもとづく今後工程のフォローアップ処理など、実施工における活用法を明らかにしていくことが肝要である。とくに、市街地工事の場合、工事施工上の制約はもとより先行・後続工事さらには周辺環境からの制約も厳しく、工期の確保や工事用資源の調達・運用方法を総合的な観点から検討するとともに、工事の施工状況に応じて工程計画を遅滞なく更新すること、つまりネットワーク工程のフォローアップ処理を有効に機能させることが重要なことといえる。

1. 工程のフォローアップ処理に伴う課題

工程のフォローアップは、図-1・表-1に示すように、現在時点までに完了した作業を消去した施工中作業と未着手作業で構成される工程ネットワークに対してP E R T計算・山崩し計算を行なう工程ネットワークの更新と、全体工期・工事進捗状況の遅速・工事用資源の調達運用方針・作業処理能力・施工計画内容の変更・現場周辺環境の影響を考慮して現在以降の工事工程を再検討する工程のリプランニングとから成つていると考えられる。

実際の工事においては、単に工程ネットワークの更新計算のみで済むケースはほとんどなく、同時に実績工程の表示、現在以降の工事の進展状況の分析・評価のみならず、今後工程の改善案の作成まで必要とされるケースも少なくない。

このような必要性に答へ応じるためには、まず、日々の作業実績値にもとづいて実績の工程を記録することとネットワーク上の各アクティビティの処理能力を分析して計画値の妥当性を評価することが必要である。

しかし、今後工程が当初の工程計画と相当異なることが予想されたり、工程の短縮が要請される場合には、単に工程ネットワークの更新計算だけでなく、工程ネットワークデータの変更や修正を行う必要がある。工事途中におけるこのような工程のリプランニングは計画・管理業務の多忙な時期に行われることが多く、これらの処理はタイミングを失しないように迅速に、かつできるだけ単純な作業で行うことが要求されるであろう。

本研究では、工事内容との対応関係の理解が容易なプレシデンス型ネットワークを用いて次節に示す方法を導入することにより、上記の問題点の解決を図ることにした。

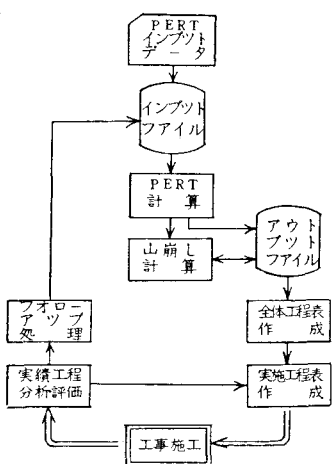


図-1 工程計画・管理のシステムフロー

表-1 ネットワーク手法による工程計画・管理の内容

工程計画の作成手順	工程計画の内容項目
工程ネットワークの作成	(作業内容) ① 工事内容のブロック、部位、作業への分解、 ② 各作業の施工数量、処理能力、投入員数、所要日数の算定。
	(順序関係) ① 構造物の施工順序を表す技術的な順序関係の作成、 ② 工事用資源の運用順序を表す管理的な順序関係の作成。
工事用資源の調達	1. 各種工事用資源の調達制限数、 2. の調達数、 3. の運用順序、 4. の余剰数(調達数-必要数)、 5. 工事用資源間の調達数のバランス。
P E R T 計算	1. 作業 i の E S , E F , L S , L F , T F , F F , 2. の所要日数 d , 投入員数 r , 3. のトポロジカルオーダリング番号 N o
山積み・山崩し計算	(スケジュールの方法) ① 現在時刻で資源制約を満たす作業のみをスケジュール (I) E S , I I) L S)、 ② 当初作業が着手可能な時刻にスケジュール。
	(着手可能条件) ① 作業 i の E S ≤ 現在時刻、 ② すべての先行作業が完了、 ③ 作業 i の投入員数が使用可能。
	(優先順位の規則) ① 基準 I (L S , T F , F F)、 ② Ⅱ (d , N)、 ③ その他の基準(当該作業の重要度など)。
工程のフォローアップ処理	(工程ネットワークの更新) ① 完了作業の実績値の集計・整理、 ② 施工中作業・未施工作業の更新、 ③ 現在時点での P E R T 計算・山積み山崩し計算。 (工程のリプランニング) ① 作業内容(投入員数、処理能力、所要日数)の変更、 ② 施工方法(作業の削除・挿入・分割、施工順序)の変更、 ③ 工事用資源の投入数・運用順序の変更。

2. フォローアップのためのネットワークデータの処理

図-2は工程ネットワークの修正パターンを示したものである。このように、工程ネットワークの修正は作業データと順序関係データに限られるが、工程のリプランニングにあたってはそれらの処理をできるかぎり簡単な手続きで迅速に行うことが要求される。本研究においては、ネットワークの構造と工程の構造とが1対1の対応をなし、作業データと順序関係データを区別して入力するプレシードンス型ネットワークを用い、その中の作業データを以下のように表現している。

いま、工事内容を、(A：施工ブロックの区分記号、B：構造物部位の区分記号、C：工種の区分記号、d：同一工種の補足的区分記号)の4段階に区分すると、工事を構成するすべての作業はそれら4種類のコードの組合せによつて、全体工事の中で一意性を保持した状態で表示することができる。作業と1対1の対応を為すプレシードンス型ネットワークのノードの番号をそれらの作業の組合せコードを用いて表すと、ノード番号の一意性を保証し、かつ工事内容との対応関係が明白な工程ネットワークを作成することができる。

工程ネットワークのノード番号を上述のように表すとき、表-1に示した順序関係データの中で、同じ施工ブロック番号を持つ作業間の順序関係が技術的な順序関係であり、異なる施工ブロック番号を持つ作業間の順序関係が管理的な順序関係を表すことができる。当初工程計画のネットワークデータはすでにコンピュータファイルに登録されているのであるから、工程ネットワークの作業データの変更・削除・挿入の処理は、表-2に示すように、該当部分の作業データのみを指定して入力するだけでよいことになる。又、順序関係データの変更にあつても、工程上で削除する順序関係と挿入する順序関係を調べることによつて、それらの作業コードを表すノード番号のみを抽出して入力すればよいことになる。

3. 地下鉄工事における工程計画のフォローアップ処理

大阪市東部の地下鉄駅部工事に対し、本体構築工事に着手して間もない時期に全体工程のフォローアップ処理を行つた。当工事ではすでに着工当初にプレシードンス型ネットワークによるPERT工程表を作成していたので、工程ネットワークの作業データを検討して作業員の処理能力(作業歩掛)の変更によつて工期の短縮を図ることにした。

ネットワークデータの処理は、鉄筋工・型枠大工の作業歩掛がそれぞれ、i)現状、ii)1割アツプ、iii)2割アツプの9ケースとして行い、表-3に示すような結果を得た。これより、PERT計算では作業歩掛の向上に対応する工期の短縮が期待できるが、山崩し計算を行うと鉄筋工か型枠大工のいずれかの処理能力が現状の場合には大幅な工期の延伸が見られ、鉄筋工と型枠大工の処理能力を共に2割アツプとするとPERT計算結果とほぼ同じ工期になるという結果が得られた。おわりに

土木工事の工程計画・管理にPERT等のネットワーク手法を導入するに際しては、山崩し計算法の適用と工程のフォローアップ処理が重要なポイントとなる。本研究は後者における問題を取扱い、その合理化の方法について考察した。これらのネットワーク工程表にもとづいて工事の工程計画・管理を行うという工程計画・管理のシステム化の残された課題に対しては機会を得て報告することにした。

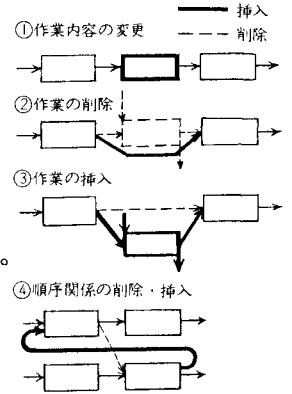


図-2 工程ネットワークの修正パターン

表-2 ネットワークデータの処理方法

修正のパターン	ネットワークデータの処理
①作業内容の変更	変更作業の作業データの入力
②作業の削除	削除作業の指定入力
③作業の挿入	挿入作業の作業データの入力、先行・後続作業の指定入力
④順序関係の変更	削除する順序関係と挿入する順序関係を区分して入力

表-3 フォローアップ処理の適用事例

① PERT 計算結果 (数字は所要日数を示す)

型枠 鉄筋工		作業歩掛の変更		
		現 状	1割アツプ	2割アツプ
作業歩掛の変更	現 状	327	317	312
	1 割アツプ	323	313	308
	2 割アツプ	322	312	307

② 山崩し計算結果 ※…採用案

型枠 鉄筋工		作業歩掛の変更		
		現 状	1割アツプ	2割アツプ
作業歩掛の変更	現 状	337	325	324
	1 割アツプ	335	319	313
	2 割アツプ	334	317	309*