

## 工程管理の諸問題とその技法

松尾友也\*・竹中達夫\*\*

### 1. 土木建設業の特異性

土木建設業の工程管理について述べるにあたり、まず土木建設業の特異性を考えてみる。

① 土木建設業は自主的に計画的に生産できる企業ではなく、施主より注文を受けてから生産を開始するいわゆる受注生産企業である。したがって、生産のストックができないので、他企業に比べて繁閑の波が大きく安定した経営がむずかしい。

② 土木工事は公共工事が大部分で、民間工事の比率は少ない。公共工事は年度予算その他の関係上、おのの所管の発注者（甲）がその設計に基づき工事費・工期（年・月・日～年・月・日）を定め、受注者（乙）はこれらにしたがうことを前提として一般に指名競争入札により決定されている。

③ 土木工事は、一般に予知困難な自然現象（天候・地質・地下水・その他）や不確定要素が多いため、適切な設計も、これらに対する適正な工費・工期の算定も、はなはだむずかしい。したがって、施工途上の段階で大小の差はあっても設計変更はつきものであり、工費・工期も狂い易い。

④ 土木建設業の生産工場（施工場所）は全国的に散在して一定しておらず、期間的にも永続性がなく、したがって、定着性を欠く移動のはげしい企業である。しかも、工事の規模・内容は多種多様であり、工期も長短さまざまである。また、施工途上において上記の自然現象や不確定要素や「アンノウンファクター」に影響される度合いが大きい。したがって、諸設備や仮設材料等も他企業に比べ一時的・臨時的にならざるを得ない。

⑤ 土木建設業は生産面で繁閑の波が大きいので、職員・労務者・機械・仮設材等の配置や、その増減・変更など管理面の操作がむづかしい。

⑥ 全国的に労働力不足のおりから、土木建設業もその例外ではなく、全般的に不足している。そのため、手持労務者の不足は季節労務者に依存しているが、なおかつ不足している。この労務者不足が工程管理にも直接影

響し、また大部分が無技能者である季節労務者の使用が安全管理をむずかしくしている。

### 2. 土木建設業における工程管理の役割

工程管理は施工管理の一部であって、一般に施工管理は次の7要素に分類されている。

① 工程管理、② 品質管理、③ 原価管理、④ 機械管理、⑤ 資材管理、⑥ 安全管理、⑦ 労務管理。では、工程管理は他の管理に優先するのか、追従するのか、その重要性を考えてみよう。

この問題は、発注者（施主）と受注者（施工者）の立場の相違により、また、工事種類・工事数量・工事内容・条件・状況等により一概にいえないが、一般的には施主は「品質管理」、次に「工程管理」を優先とし、他はこれらに追従すると考えるであろう。

施工者は上記の7要素ともバランスよく管理されて初めて目的の成果が得られるのであるから、いずれの要素も重要であるが、大分類すれば工程管理（早く）、品質管理（よく）、原価管理（安く）、安全管理（安全に）を優先とし、他はこれに追従すると考えるであろう。

安全管理は絶対のものであり、これを別問題とすれば「工程」と「品質」と「原価」はいずれが優先するであろうか？この三者の優先度合いはケースバイケースで簡単には決めにくい、「品質」は甲、乙双方の契約対称物（目的）に直接つながるものであり、あるいは目的そのものと考えられるから、対称物によっては「品質」は最優先と考えるべき場合もあろう。しかし、一般的には「品質」は仕様書などでその程度が明示されているはずであり、「工程」や「原価」を犠牲にしないで、これらのバランスの範囲内において技術的に解決できるものであると考える。そこで、「品質」を棚上げすれば、「工程」と「原価」が残ることになる。

一般的には、適正な工期は低原価につながるが、工期が短かすぎても長すぎても原価は高くなる。とくに東京オリンピック工事や万博工事などで経験したような突貫工事では、直接・間接的な悪影響も伴い、原価は非常に高くなるものである。建設業者は、企業存続のために適正な利潤を追求するのは当然であるが、「原価」を強く

\* 正会員 大成建設（株）土木部技術室長

\*\* 正会員 大成建設（株）電子計算部主査

意識するあまり工程に破綻をきたしたり「品質」が悪かったりでは、その後の経営にただちにひびいてくる。こう考えてくると、工程管理と原価管理は密接な関係があり、この2つのバランスを考え、どこに接点を求めるかということは、はなはだ重要な決定であるが、現在の状況では、工程は建設業者の自由決定に任せられることは少なく、原価管理が犠牲になることが多い。したがって、「工程管理」は「原価管理」に優先するといえよう。すなわち「工程管理」は施工管理の要素中、最優先するものであると考える。

### 3. 工程管理の諸問題

土木建設業の特異性や工程管理の役割については上述のとおりであり、工程管理の技法についてはあとで簡単に述べるが、工程管理の実態はどうであるかを考えてみると、上述の特異性やとくに最近は用地買収・用地補償・安全管理・公害対策等がクローズアップしてきて、施工管理したがって工程管理も当初の計画どおりスムーズに実施されていない場合が多い。そこで、工程管理に関する諸問題を発注者に対する要望と建設業者自身のあり方という順序で述べる。

#### (1) 計画的な発注

公共工事は、年度予算の関係から発注時期は4月下旬～6月の時期が多く、竣工時期は3月末が多い。このため、建設業者は4～6月ごろはひまで8月ごろからだんだん活気を呈し、12月以降はピークまたは突貫態勢に入り3月末で終了となり、4月には急にひまになる。このようなサイクルの繰り返して繁閑の波が大きい。一方、建設業の就業者数の増加の推移をみると7月、12月においてピークを示し、5月、10月に一時減少しつつ増加基調を示す。これは季節労務者の農業の繁閑にも関連しているものと見られる(昭和46年度建設白書による)。4～6月の最も気候のよい時期がひまで、12月以降の冬期が忙しいとは皮肉な現象である。したがって、建設業者はその職員の配置はまだしも、労務者の確保維持(募集・解散の繰り返し)や機械の手配等に苦心する。機械は全国的にみれば年間の繁忙時の必要台数を準備することになるので機械の年間稼働率は悪くなり、機械損料は高くなり、ひいては工事原価も高くなる。

そこで、発注者の予算の枠内で発注時期を早期発注とすとか、遅らせて発注とすとか、竣工時期がなるべく3月に集まらないように分散とすとかして、全国的にみて工事消化の時期的な平均化をはかってほしい、と考える。

#### (2) 適正な工期

工事内容に対して工期が短かすぎたり長すぎたりする場合がある。これは年度予算の関係その他の事情でやむを得ない場合もあろうが、工事数量・施工法・施工計画(仮設備・跡かたづけとも)などを検討のうえ、適正な工期を算定し、そのうえで工事費を積算されたい。適正な工期は適正な工事費につながり、もし工期がやむを得ず適正でなければ、その分を工事費に反映してほしい。また、施工者が約定工期より早く完成させたら、早く検査を行ない引取ってほしい。

#### (3) 用地・設計・調査等のしわよせ

甲側の用地買収・用地補償、設計・調査、他の事業体との設計協議等の遅れのしわよせが約定工期内に入り込んで実質工期を侵す場合が多い。このような場合は、工期延伸や工費増額等の処置を迅速・適切にとってほしい(手待期間の諸経費その他の損失、実質工期短縮の場合は、工法変更設備増等による増額等)。

#### (4) 会計検査との関連

土木工事は自然現象その他の不確定要素が多いので設計変更も多く、約定工期が無理な場合があり、その理由や事情は甲・乙双方とも認めていても、会計検査上無理を強いられる場合がある。この辺の柔軟なる対策を望みたい。

#### (5) 設計の規格化・標準化

この件については、建設省等で検討推進されつつあるようであるが、規格化や標準化が進めば工期も短縮でき工費も安くなると思われる。たとえば、わずかの数量を節約するために特異な設計をした場合、建設業者にとっては、このわずかな数量の節約以上に仮設その他で金がかかることがある((6)に通ずる問題)。

#### (6) 施工の省力化・単純化を考慮した設計

労賃の上昇、労働力の不足のおりから、施工が省力化され、単純化され、工期も短縮できるような設計面の配慮を要望したい。たとえば、

- ① コンクリートの小構造物(側溝コンクリート等)は現場打ちとせずプレハブ製品を使用する。
- ② コンクリート構造物は、施工時の型枠組はずし、転用が容易なように設計する。このためには、コンクリートの体積はふえても工期は短縮でき、工費も必ずしも高くならず、むしろ安くなる場合が多い。
- ③ 基礎杭など同一工区内で鋼杭・RC杭・場所打ちコンクリート杭など、各種の採用が考えられても、なる

べく種類を少なくするようにされたい（作業および機械の単純化）。

### (7) 安全および公害対策を考慮した設計・積算

安全管理や最近においては公害問題がクローズアップされたが、発注者はこれらに対して予測できる対策は当初の設計・積算に、予測できなかった事態が着工後発生した場合には、すみやかに設計変更等の処置をとられたい。たとえば、管布設工事などで甲の設計は土留用にトレンチシートを使用するようになっていたが、予想外の土質不良等のため、トレンチシートでは無理と判断される場合は、すみやかに、さらに強度のあるシートパイルなどに設計変更をされたい。

### (8) 労務者の意識の変化や週休制等の影響

労務管理については、もちろん全面的に乙の責任範囲であるが、土木建設労務者は戦後目立っていわゆるブルーカラーにとって魅力を持たれていない。したがって、土木建設労務者は若年者の後継が少ないため、年々老化、質の低下を増し、その数も不足しており、やむなく季節労務者で補充しているが、なおかつ不足している。この対策として、一般的には機械化による省力化と生産性の向上に努力しており、なお、労務者宿舎や諸設備・作業環境等も彼らを引きつけるべく、その内容の向上にも努めている。その他、建設業者としても労務対策には種々の努力は払っているが、目立った効果は上っていないのが現状である。

また、一般に週休2日制がいわれ、他の企業は次第にこの制度に移行しつつある今日、建設業はようやく日曜全休制が叫ばれ実施に移されつつある現況である。しかし、近い将来、週休2日制も取り入れざるを得ない社会状況となるものと思われる。これらに対する建設業者自身の労務管理の合理化を考えねばならないのはもちろんであるが、発注者としても、工期・工費に対する考え方の予測が必要と思われる。

### (9) 工期を含めた責任設計施工

この問題は建設業者といっても大・中・小さまぎまで、業者数も多く全般的には困難であろうが、工事規模・内容等により、一部には適用されても可能と思われる。これは甲・乙双方の合理化にもつながると思われる。

表-1 ガントチャートの一例（バーチャート）

作業名称	数量	7月	8月	9月	10月
床均し	448m <sup>2</sup>	7/10			
止水鋼管	42本	7/10	8/10		
基礎杭	42本		8/10	9/10	
コンクリート	1620m <sup>3</sup>		8/10	9/10	
戸当り石	水平60mm 深さ30mm			9/10	10/10
ゲートサポート取付金物	1式				10/10

### (10) 建設業者のあり方

① 発注者や社会要請に適応すべく、安全管理・公害防止対策・工期短縮等について、さらに研究努力する。

② 生産性の向上や省力化について、さらに研究努力する。

③ 労働力不足対策：この問題はますます深刻化すると思われるので、建設業者自体（あるいは業者連合）で技能者の教育・養成・確保に対する具体策を研究して、早い時期の実施に努力すべきである。建設業者のみでは解決できない問題は甲側や政府の援助を期待する。

## 4. 工程管理技法

改めて述べるまでもないが、工程管理とは、「実施のための計画を設定し、これが実現をはかる、いっさいの管理活動」である。したがって、計画にあたっては、施工順序や施工速度そして施工能力等を十分検討して、「無駄なく」「無理なく」「落ちのない」効率の高い計画を立てなければ工事を円滑に進めることはできない。計画もなく検討もせず、ただ掛け声だけで追いまわしていたのでは機会損失ははなはだしく、無駄や無理ばかり多くて結局よい仕事はできない。計画に要する時間は決して無駄なものではなく、一般には、「工期1か月に対して1日の割合で計画のために時間をかけよ」といわれているほどである。では一体、現在どのような方法で工程の計画を表示し管理を行なっているのだろうか。

現在、一般に使用されている工程表のタイプは ① ガントチャート、② 斜線グラフ型、③ ネットワーク手法の3種があげられる。

### (1) ガントチャート（表-1）

ガント（H.L. Gantt）が創案したもので、棒工程表ともいわれており最も一般的な工程表のタイプである。上方横軸に暦日の欄を書き、施工手順や各作業の施工量および施工能力を考えながら作業ごとに開始時点と終了時点を決めて施工期間を表わすものである。この工程表は、出来高を記入して計画と実績の対比をするには便利であるが、表示が単純なために作業間の関連が明らかでなく、そのために一部の変更が他にどのような影響を及ぼすかがわからない。また、一作業について考えてみると、全期間を通じて平均した速度で書かれるために曖昧な要素が入りやすく、工程の精度が悪くなる。このような欠点は、工事の規模が小さければそれほどでもないが、大規模になると目立ってくる。

(2) 斜線グラフ型 (図-1)

地下鉄工事やトンネル工事で多く使われている工程表のタイプである。施工場所を下方横軸に、暦日の欄を縦軸に書き、施工場所に合わせて施工時期を書く。この表示によると、作業を進める方向や作業間の関連が明確に表わされるので、ガントチャートよりすぐれているといえよう。工程の進捗状況が出来高に応じて得られる点はガントチャートと同様である。しかし、作成にあたって手順と施工速度を同時に考えなければならず、とくに日程の短縮や状況の変化に対して弾力性がないのが欠点で

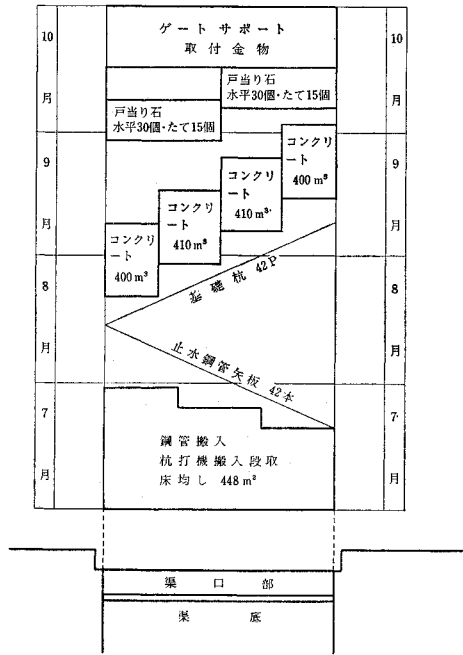


図-1 斜線グラフ型の一例

ある。

(3) ネットワーク手法 (図-2)

最近、新しい計画と管理の技法として急速に関心が高まってきた PERT (Program Evaluation and Review Technique) が代表的なものである。PERT という非常に高級で、素人ではとても理解しにくく、簡単には使えそうもないように思われているようであるが、決して、それほどむずかしいものではなく、単純なわかり易いものである。要約すれば、「一つ一つの作業を手順にしたがって矢線を用いて結びつけて、各作業の相互関係を表わしてネットワークを組み、各作業の所要日数を見積ってこれに書き込んだのち、最長所要日数の作業経路 (Critical Path) を見出す」という方法である。

この手法を用いると、ネットワークを組立ててゆく過程で計画の論理性が詳しく検証され、各工程が全工程に対して、どのような関係を持っているかが判然とする。また、計算の結果得られた Critical Path は、計画と管理において非常に重要な意味を持っている。すなわち、計画の段階では、日程の短縮にあたりネックになっている作業を適確に示しており、また管理の段階では重点的に管理すべき作業を示しているものである。このようなことは、従来のタイプの工程表には全くみられなかった大きな特長といえよう。一般には、Critical Path 上にあたる作業の数は、ネットワークを構成する全作業数の約 10~15% といわれており、全部の作業に対して同じような神経を使わなくても、10~15% 程度の作業に対して重点的に管理を行なうことによって、工事全体を円滑に進めることができるのである。PERT に関して詳しいことは紙面の都合上説明する余裕がないが、最近すぐれた紹介書が多く発刊されているので、それらを参考

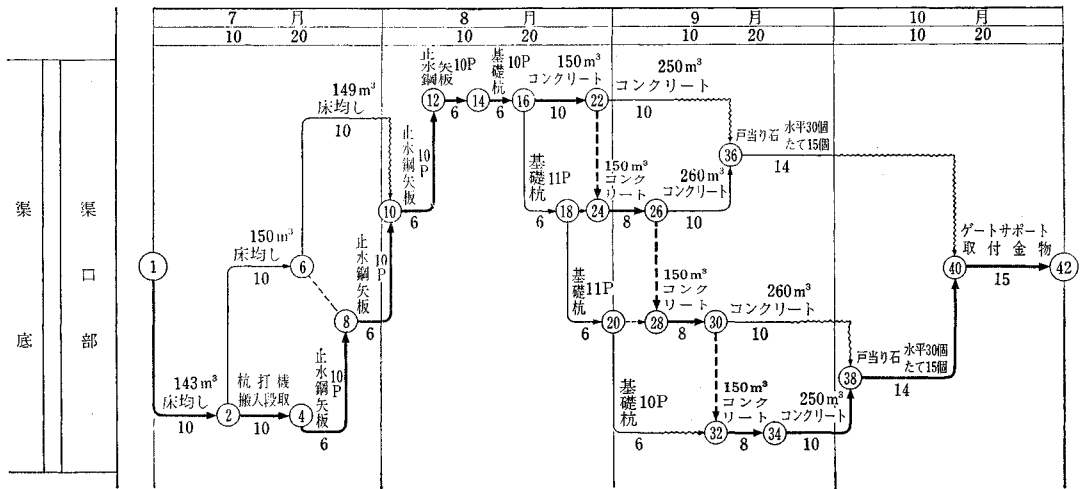


図-2 PERT ネットワークの一例

にしてください。

さきに、PERT はむずかしいものではなく単純でわかり易いものであると述べたが、ガントチャートに比べれば、それほど手軽にはつくりえないし、実際に工事の工程をネットワークで表現するのは簡単なものではない。しかし、それは手法のむずかしさではなくて、実は工事の計画そのもののむずかしさなのである。この手法がまだ広く一般的に受け入れられないのは、このように混同して考えられているからではなからうか。その他の理由としては

① 簡単にガントチャートで書いておけば、あとは経験と勘で十分である。

② 時間と労力をかけて立派な工程表を書いても、どうせそのとおりにはいかない。

これらがこの手法に対する根強い不信の原因ではないかと思われる。

いままでわれわれは、部分部分の細かい作業に対しては十分に検討をしながら、全体を効果的にまとめるための思考は、きわめて素朴な形でしか取り上げてこなかった。仕事を大勢で分担しながら、うまく関係をとりタイミングを合わせて、効率よく仕事をまとめるための技法を学びとり、豊かな経験と勘をいかして計画を立てて管理をすれば、前述のような不信は一挙に消えさるであろう。工程管理は、仕事を担当する上層部においてのみ行なわれるものではなく、その工事に参加するすべての者が、組織的に行なってこそ効果が得られるものなのである。

**土木製図基準 1972年改版** A4・152 ページ (一部2色刷) 折込付図 20 枚  
<4月10日完成> 1600 円 会員特価 1450 円 (〒200 円) ●全国主要書店でも取扱っております●

# 土木 雑誌 施工技術

5月号 4月20日発売 定価 260円 〒40円

## 〔特集〕コンクリート構造物の防水対策

防水工法の選定と施工上の問題点	日本総合防水	山崎 慎二
継手部の防水工法	営団地下鉄	増田 義孝
漏水防止対策	首都高速道路公団	北原 義人
沈埋トンネルにおける防水工法の実験研究	首都高速道路公団	岡田 郁生
シールド工法におけるセグメントの防水工法	営団地下鉄	増田 義孝
道路橋の床版防水工法	日産化学	檜垣 一彦
小槽設計と施工上の防水対策	栗田工業	高久 秀作
地下鉄の防水工法	営団地下鉄	増田 義孝

### 〔主要記事〕

八郎瀧の将来計画と地盤改良……………小野田セメント 伊藤 範雄

### 〔連載・講座〕

基礎工法の選び方……………鹿島建設 島田安正ほか

積算のシステム化……………阪神高速道路公団

### 〔シリーズ座談会〕

土木工事の安全施工を探る(5) トンネル工事その2ー

## コンピュータによる数値計算

日本電気公社 平野泰彦著  
A5判 254ページ  
定価 1800円 (〒200円)

本書はフォートランによる数値計算のプログラミングにあたり誤りやすい文法や基本的な考え方、および数値計算に関する各種手法について、基礎から応用まで例を用いて解説してある

### ■主要目次

1. プログラミングの基礎
2. 代数方程式
3. 連立一次方程式とマトリクス
4. 数値積分
5. 常微分方程式
6. 微分方程式の境界値問題
7. 偏微分方程式
8. モンテカルロ法
9. グラフの理論によるシミュレーション

**日刊工業新聞社**

東京都千代田区九段北1-8-10