

工事管理の新しい考え方について

佐 用 泰 司*

要 旨 工事管理は、従来経験に依存するところが多く、工学的発達の最も遅れた領域の一つである。工事を工期的に、品質的に、かつ原価的に最もよく計画し、管理するための一般原則を明らかにし、工事管理の合理化に関する諸問題について報告する。

1. まえがき

建設業務を機能的に大別するとき、いわゆる設計と施工とに区分することができる。施工を最も合理的に計画し、管理する機能が工事管理である。すなわち工事管理は 1) 人員、2) 作業方法、3) 材料、4) 施工設備、5) 資金、を科学的にかつ経済的に選定し、構成して、工事の目的とする 1) 品質、2) 工期、3) 経済性、の3条件を達成することが目標である。この目的達成のために基本的管理機能として、品質管理、工程管理および原価管理の3機能が存在する。これらの管理機能はおのおの独立したものではなく、相互に関連性を持ったもので、これらの関係を図示すると 図-1 のようになる。

品質、工程、原価の関係は X, Y, Z の3軸で形成される。品質と原価の関係は x 曲線が示すように、品質をよくすれば原価は高くなる。原価と工程の関係は y 曲線が示すように、施工を早めて数量を多くすると原価は安くなる。工程と品質の関係は z 曲線が示すように、施工を早めて突貫作業をすると品質は悪くなる。一般に品質、工程、原価はこのような関係をもって変化し、施工はこれら3者の合成によって方向と大きさをもったベクトル R で表わされる。そこで工事の品質および工期の2条件を満足しつつ、いかに経済的に工事を計画し、管理するかが工事管理の主眼点である。

工事の品質、工程および原価の3つの管理が十分その目的を達成するためには、当然のこととして、施工の各手段についての管理すなわち労務管理、資材管理、設備管理、資金管理、作業研究、安全管理、その他の諸管理が必要である。

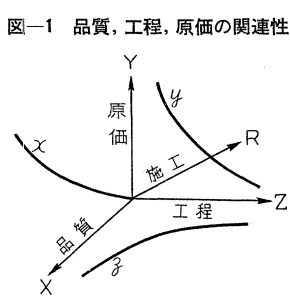


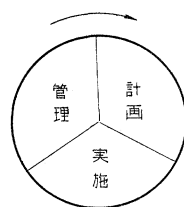
図-1 品質、工程、原価の関連性

元来施工法は理論よりも主として経験によって発達したものが多く、工事管理ももっぱら工事担当者の経験に依存するところが多かった。工事を科学的にかつ経済的に実施するためには、工事管理の科学的手法を開発し、これを発展させることはきわめて有意義と考えられる。

筆者は数年来この問題に取り組み、工事管理の理論と実際についてその体系化と合理化に努めてきたが、上記のとおり工事管理の範囲はきわめて広く、ここであらゆる問題を取りあげることは困難であるから、そのうちから応用性のある一般原則ならびに実用的価値の認められる若干の手法について報告したいと思う。ただ筆者の所論にはなお不備の点も少なくなく、用語についても一般に一定しないものが多いので適宜使用したことをゆるして頂きたい。

2. 管理の性質

一般に管理という用語は由来 management, control などの訳語であって、この用語の領域は必ずしも標準化されていない。しかし一般に工業の経営管理にはサイクル・オブ・アクション¹⁾と呼ばれる基本的な一連の段階が必要であり、それが最も効果的であるとされている。すなわち 1) 計画を立て、2) 計画にもとづいて実施し、3) 実施が計画どおり行なわれ 図-2 管理機能の循環性



たかどうかを監査し、わるいところを是正して、計画を作りなおす。そして計画、実施、管理が一つのサイクルとなって、絶えず連続的の反復進行をなすべきものである。

したがって工事管理の目的を達成するためには、次の3段階が必要である。

- 1) 品質的に、工期的に、かつ原価的に最良の施工にたいする標準ないし計画を決定すること。
- 2) 標準ないし計画の最良の施工にたいして実際にはどんな施工が行なわれているかを調査すること。
- 3) 実際の施工を最良の施工に近づけること。

第1段階の最良の施工を決定するためには、土木工学的検討とともに、後述のとおり作業研究そのほかの IE 的検討が必要である。第2段階の実際の施工を調査するためには、組織的で正確な方法によって作業データを記

* 正員 鹿島建設KK土木企画部次長

録することが必要である。第3段階の施工を最良のものに近づけるためには、計画と実施の比較、計画の修正、工事条件および管理条件の改善などは正処置を要する。

このほか健全な管理にとって特に必要な性質として、次の諸点をあげることができる。

- 1) 計画には変化に対応できるよう所要の「弾力性」をもつこと。
- 2) 実施が「簡単」にできること。
- 3) 「経済的」である。
- 4) 「正確」で「適切」な情報が「適時」に遅滞なく得られること。
- 5) 「例外による管理」を行なうこと。

例外による管理とは、一般に適切なルーチン・コントロールを行えば作業過程はすべてスムーズに流れるわけであるから、そこで管理者の注意を喚起すべき唯一のことは「スムーズに動いていないことは何か」ということであり、このような問題点だけ報告をうけて、そこに重点的に努力を集中できるようにする管理のやり方である。

3. 機械設備の計画と管理

最近の建設工事はいちじるしく機械化され、機械設備の計画と管理は工事の工程、品質および原価に大きな影響力をもち、工事管理の第一の要素をなすようになった。

つきに機械設備の計画と管理について一般に直面する若干の基礎的事項につき論究したい。

(1) 機械設備の経済的選定

工事計画にあたって当面する重要問題の一つは建設機械の選定であるが、建設機械を合理的に選定するためには、つぎの3条件を具体的に検討しなければならない。

- a) 工事条件と機種、容量適合性
- b) 機械の経済的選定
- c) 機械の合理的組み合わせ

このうち機械の経済的選定は、機械によって行なわれる工事単価が高いか安いかを基礎をおくことは当然である。いま建設機械によってなされる工事単価を(1)式であらわし、これを基礎として、機種選定のための損益分岐点を分析すると容易に経済的機種を選定できる²⁾。

$$C_u = \frac{R + p \cdot x}{q \cdot x} \dots \dots \dots (1)$$

ここに C_u : 工事単価

R : 機械使用損料 (固定賦課費)

x : 機械の実作業時間

p : 実作業単位時間当り機械運転費

q : 実作業単位時間当り機械施工量

いま、A, B 2種の同容量機械があって、取得価格したがって年間使用損料をそれぞれ R_a, R_b 、1時間当り運転費をそれぞれ p_a, p_b とすると、両者の工事単価が

相等しくなる使用時間 H は(1)式から次のごとく求めることができる。ただし $R_a < R_b, p_a > p_b$ とする。

$$H = \frac{R_b - R_a}{p_a - p_b} \dots \dots \dots (2)$$

すなわち年間使用時間が(2)式の H に達するまではA機械が経済的であるが、その時間を越えて使用する場合はB機械が経済的である。 H が損益分岐点の使用時間であって、この関係は図-3をみれば、さらに明瞭に理解することができる。

たとえば $1yd^3$ ドラグラインについて、仮にガソリンエンジンの場合は $R_a = 3,816,000$ 円, $p_a = 590$ 円、ディーゼルエンジンの場合は $R_b = 4,104,000$ 円, $p_b = 340$ 円とすると、(2)式より $H = 1,150$ 時間となり、いまこのドラグラインの年

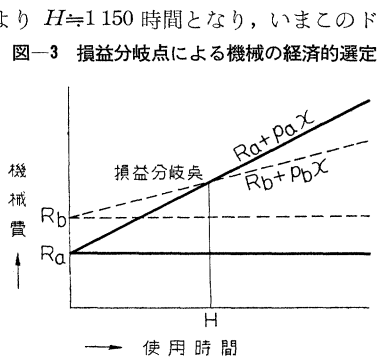


図-3 損益分岐点による機械の経済的選定

間使用予定時間を1500時間とすると、この場合は取得価格は高価ではあるがディーゼルエンジン付ドラグラインが選定されなければならない。上記の損益分岐点における経済的限界使用時間については、年間のみならず1カ月あるいは1日についても同様のことがいえる。さらに図-3において横軸に「使用時間」の代りに「施工量」をとり、同様にして損益分岐点を求めると、一般的に可能性のある数種の機種について最も経済的な機種を選定することができる。

(2) 機械の施工速度に関する計画と管理

建設機械の単位時間当り施工量は工事の工程計画、工事費見積、機械の組み合わせ計画など工事計画の基礎となるものである。いま建設機械の単位時間当り施工量を建設機械の施工速度と定義する。「最大施工速度」は通常的好条件のもとで建設機械から一般に期待し得る単位時間当り最大施工量であって、時間測定または計算によって算定することができる。しかし1交代または1日の作業時間のうちには機械の調整、日常整備、燃料補給などのように作業上一般に除くことのできない時間損失があり、これらの正常損失時間によって最大施工速度を修正して、これを「正常施工速度」とよぶ。正常施工速度による工事の進行は非常に好条件のもとでは数日間続けることができるかもしれないが、このような施工速度は工事費見積や工程計画の規準とはならない。実際の工事について着工から竣工までの全工期を観察するとき、一般に着工当初や工事終末期における不可避的な遅滞、機械の故障、施工段取りや材料不足による手待、労働争議、地質不良、災害事故、悪天候、設計変更、その他の偶発

的障害による損失時間があるからである。これを偶発損失時間とよぶ。正常損失時間および偶発損失時間を考えたときの施工速度を「平均施工速度」とよぶ。

いま最大施工速度を q_p 、正常施工速度を q_n 、平均施工速度を q_a 、正常作業時間効率を E_w 、偶発作業時間効率を E_c 、総作業時間効率または平均作業時間効率を E_a とすると、最大施工速度、正常施工速度、平均施工速度の関係は (3) 式であらわされる。

$$q_a = E_c \cdot q_n = E_c \cdot E_w \cdot q_p = E_a \cdot q_p \dots\dots\dots (3)$$

最大施工速度および正常施工速度は機械組合わせの計画をたてる時機械の作業能力をバランスさせるために用い、平均施工速度は工程計画および工事費見積りに用いることは後述のとおりである。

以上は主として工事の計画面から機械の施工速度を検討したが、次に管理面からこれを考察するとき、建設機械の施工速度に影響する諸要素は、これを施工者によって「管理可能な条件」と「管理困難な条件」とに大別することができ、管理可能な条件は極力減少、除去することが施工速度増進上に必要であり、それが機械設備管理上の主眼点でなければならない。

いま (3) 式において、総作業時間効率 E_a を管理可能な条件による管理係数 E_m と管理困難な条件による工事条件係数 E_j とに分けると、次式のごとくなる。

$$q_a = E_m \cdot E_j \cdot q_p \dots\dots\dots (4)$$

上式の係数 E_m 、 E_j は実験的に求められる値であって、たとえばパワー ショベル、ドラグ ラインなど掘削機械について、米国の Nikirk, F.A. は Job-Management Factor³⁾ として、表一1 の値を発表している。

表一1 掘削機械の工事条件・管理係数³⁾

工事条件	管 理 条 件			
	優 秀	良 好	中 位	不 良
優 秀	0.84	0.81	0.76	0.70
良 好	0.78	0.75	0.71	0.65
中 位	0.72	0.69	0.65	0.60
不 良	0.63	0.61	0.57	0.52

(3) 施工速度の統計的管理

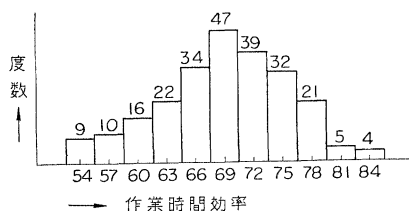
従来一般に多くの実測値から規準を求める場合、その平均値を採用することが多い。しかしながら土木工事のごとく天然の地形、地質、天候など不安定要素の多い場合に、工事の計画と管理の目的からすれば、平均値のごとき限定された規準だけでなく、さらに巾のあるいくつかの規準が実際には必要である。

工事管理の目的のために、統計的に作業時間効率の標準値を求めるには、比較的条件的類似した多くの実績資料からヒストグラムを作成して、作業時間効率の度数分布が平均値を中心として全体の 2/3 を占める変域を「正常」とし、その前後を「不良」および「優秀」と区分することは実用的に有効な手段である。それには正規

曲線に近い度数分布をもつ資料では、平均値を \bar{x} 、標準偏差を σ とすると、 $\bar{x} \pm \sigma$ の間にふくまれる変量の個数は全体の 2/3 あり、さらに $\bar{x} \pm 3\sigma$ の範囲にはほとんど 100% がふくまれ、また一般に平均値の分布は正規曲線に近くなるという数理統計学上の性質を利用することができる。

たとえば筆者が容量 0.6 m³ のパワー ショベル 20 台について、単純な普通土砂掘削作業における実際稼働日の作業時間効率 (1 カ月平均値) を 1 カ年にわたって調査し、ヒストグラムを作成したところ 図一4 のごとくである。平均値 \bar{x} 、標準偏差 σ を計算すると、 $\bar{x} = 69\%$ 、 $\sigma = 6.6\%$ となり、前記の規準にしたがって成績を区分し、標準値を分類すると、表一2 のごとくである (なおダム基準掘削、道路工事などのごとく掘削作業の前後に爆破、転圧などが介在するときは作業時間効率はいちじるしく低下し、表一2 の値はその規準とはならない)。

図一4 パワー ショベルの作業時間効率のヒストグラム



表一2 普通土砂掘削におけるパワー ショベルの作業時間効率

工事条件および管理条件の区分	不 良	正 常		優 秀
		中 位	良 好	
作業時間効率 (%)	49% ~ 62%	62% ~ 69%	69% ~ 75%	75% ~ 89%

このように統計的に機械の作業時間効率の標準値を求めておくと、機械の施工速度の計画と管理に活用できる。

(4) 機械の合理的組合わせ

一般に作業の機械化は最も効率的な型態として流れ作業の型態をとるが、近年建設工事においても、作業を直列に分割して、数機種分業で施工する流れ作業が多くなり、とくに周期的流れ作業をなすものが多い。この場合の組合わせ機械作業を機能的に分析して、これを主作業と従属作業とに区分することができる。たとえばパワー ショベルとダンプトラックの組合わせでは、パワー ショベルの掘削積み込みが主作業で、ダンプトラック隊の運搬は従属作業である。

流れ作業の場合、各作業工程の施工速度が異なるときは、そのうちの最小の施工速度によって系統全体の施工速度が支配されることになるが、いまその対策として各工程の作業能力すなわち最大施工速度を均等化したとしても、各工程の作業時間効率には差異が発生するから、組合わせ作業全体の施工速度の低下はまぬがれない。そこで建設機械の合理的組合わせを行なうためには、主作

業を中心として、次の法則にしたがって計画すべきである。

- a) まず第1に主作業を選定する。
- b) 組合わせ作業に要求される正常施工速度に適合するように主作業の正常施工速度を決定する。
- c) 主作業の正常施工速度を確保するため、その最大施工速度を決定し、これに適合する主作業機械を選定する。
- d) 主作業の前後に連なる従属作業の正常施工速度を主作業の最大施工速度に等しいか、または若干高め決定し、これに適合した従属作業機械を選定する。かくすることによって主作業の最大施工速度を確保しうるからである。一般には正常作業時間効率を50/60とみて、従属作業機械の作業能力は主作業機械より20%程度大きめに計画するのが適当である。
- e) 大きな工程の変化、たとえばリボンフィードからバッチフィードに移る場合などには、作業遅滞防止の安全弁として所要の容量をもつ貯蔵パイルまたはビンを設けることが必要である。

4. 工程の計画と管理

工程管理は工事過程すなわち工程の計画および管理を目的とするもので、主として進度の面からする工事管理である。この場合も管理機能の循環性の原則にしたがって、計画、実施、管理の反復進行によって実施されなければならない。

工程管理の機能は大要次のごとくである。

計画の段階

- a) 工程計画（手順計画、工程表作成）
 - b) 使用計画（材料、労務、機械設備、資金の計画）
- 実施と管理の段階
- a) 工事の指示
 - b) 進捗管理（実績資料の整理、計画と実施の比較、進捗報告）
 - c) 手配管理（材料、労務、機械設備、資金の手配）
 - d) 是正処置（促進、再計画）

工程管理は対外的には工期を守るために行なわれる工事過程の管理であって、これに対応して当事者が常に直面する重要な問題は工程速度の経済性および進捗管理に関連する問題である。次にこれらの問題について若干の基礎的事項につき論究したい。

(1) 経済速度と突貫工事

施工量の変動にともない工事原価は増減するが、これらの原価のうちには施工量の増減によって影響のない機械使用損料、一定最小限の労務費、現場諸経費などの固定原価と、施工量の増減にともなって変動する材料費、機械運転費などの変動原価とがあり、一般に変動原価は比例原価とみなされる。

図-5において直線 $y=x$ は工事の総原価と施工でき高（売上高）とが常に相等しい点の軌跡を示し、直線 $y=F+vx$ は原価曲線であって、 F は固定原価、 v は変動比率、 vx は変動原価である。この両直線の交点 P は収支相償う点で、一般に損益分岐点と呼ばれる。施工でき高が損益分岐点の施工でき高 x_p 以下のときには工事の経営は常に損失となり、でき高が x_p 以上にあがると利益となるので

図-5 施工活動の収支関係を表わす利益図表

損益分岐点以上の施工高をあげるときの工程速度を「採算速度」と呼ぶ。したがって常にこのような採算速度を維持するように工程速度を計画し管理することが必要である。

原価曲線を直線とみなす上記の基本的関係が常に維持されるためには、固定原価に変化を生ぜず、かつ変動原価も施工量に比例して増減するように適切な管理が必要であり⁴⁾、これらの適切な管理が行なわれる場合、工事はいわゆる「経済速度」にあって、施工量の上昇は常に健全経営であり、損益分岐点以上のでき高の増加は一次的に工事経営の採算化をきたすのである。

しかしながら経済速度による施工でき高の上昇にはある限度があり、この限度を越えてでき高をあげるためには、一般に主として下記のごとき原因によって原価は急増し、原価曲線は直線ではなく、上方に凹となるものであり、この状態がいわゆる「突貫工事」である。

- a) 懸賞金、歩増、残業手当、深夜作業手当の支給など施工量に比例的でない賃率方式を採用すること。
- b) 火薬使用量の増加、支保工材、コンクリート型枠などの使用回数の減少などのごとく、消耗役務材料の使用量が施工量に比例的でなく急増すること。
- c) 材料が施工量急増に間にあわず、労務の手待を生じ、あるいは高価な材料を購入すること。
- d) 1交代から2交代、3交代へと作業シフト数の増加にともなう固定費の増加。
- e) 仮設備、機械増設、監督員増加など施工規模の拡大が行なわれること。

(2) 経済的工率計画の立案

上記のとおり、工事が最も経済的に実施されるためには、突貫工事を避け、経済速度で最大限に施工量の増大をはかることが必要である。この場合の原価曲線の計画としては、最少限の固定費をもって、変動費率もまた極力小さくすることが理想的である。

これがためにとるべき具体的方策の主要なものをあげれば次のごとくである。

- a) 仮設備工事，現場諸経費が合理的最少限のこと。
- b) 機械設備，消耗役務材料，工具などを合理的最少限とし，できるだけ反復使用すること。
- c) 合理的に最少限，一定数の労務者をもって，全工事期間を通じて稼働労務者数の不同をできるだけ最少限にするよう計画すること。
- d) 施工の段取り待ち，材料待ち，その他による労務費，機械設備の損失時間をできるだけ最少限にすること。

(3) 工程表と工程曲線

工程計画は全工事を工期内に完成せしめるため各部分工事の施工順序およびその進度を規定するもので，これを図表化したものが工程表であり，工程の進捗管理は一般に工程表によって行なわれる。

従来一般に用いられている工程表は棒線工程表であるが，棒線工程表では計画と実施とを対比して適確に工程の動きを把握することが困難である。この欠点を補うために，工期を横軸に，工事でき高または施工量の累計を縦軸にとり，工程をグラフ化した工程曲線が考えられるようになった。予定工程曲線と実施工程曲線とを比較対称して，適確に進捗を管理することができる。

つきに工程曲線の性状について検討する。工程曲線の切線の勾配すなわち工程速度は工事数量と建設機械，労力などの施工速度によって定まるが，その関係は主要次のごとくである。

- a) いま一定の機械，労力をもって，もしも偶発事故がなく，正常施工速度で稼働するよう工事が適切に運営管理されるならば，毎日のでき高を一定に保つことができ，そのときの工程曲線は直線となる。
- b) 工事の初期には仮設，段取りなどにより，また終末期には仕上げ，あと片付けなどにより毎日のでき高は変動するのが普通で，一般に工程曲線はおおむねS型となり，その反曲点は毎日のでき高のピークのときにおこる。このときに機械，労力等の1日施工量は最大となり，最も能率的に稼働すべきときである。
- c) 工事が最も経済的に実施されるためには，機械，労力などが効率的に稼働し，その施工速度にバラツキの少ないことが必要である。したがってS型工程曲線についても，工事の初期および末期の不可避的な遅滞による凹型部分および凸型部分を除く中間の最盛期部分ではできるだけ直線状とすることが最も有利な線型である。

(4) 工程管理曲線

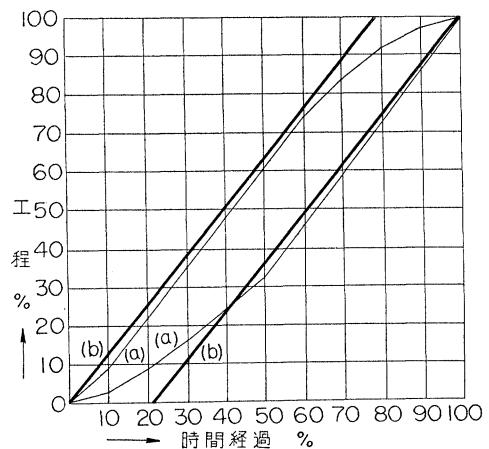
予定工程曲線は機械，労力などの平均施工速度を基礎として作成されるべきもので，若干の融通性をもっている。そして実施工程曲線は工事条件や管理条件の変化によって，予定工程曲線とは一致しないのが普通である。この場合，工程のずれにはある適正限度があり，そのずれが大きくなって回復したい状況に追込まれないことが必要である。つまり実施工程曲線が常に安全な区域に

あるように工程を管理すれば，工事を無事に竣工させることができる。このような安全区域を示すために工程の管理曲線が求められる。

この工程管理曲線の示す工事進捗率の許容安全区域とは，工程管理の3条件である工期，品質および経済性のすべてをおおむね満足する工程曲線の変域を意味するものでなければならない。具体的にいえば，突貫工事を行なえば工期は守り得るが，工事の品質と経済性を犠牲にすることになるから，突貫工事を行なわないでよい進捗率の範囲が許容安全区域である。

図-6に工程管理曲線の例として，バナナ曲線⁹⁾と許容限界直線⁹⁾を示す。バナナ曲線は，米国のCalifornia Division of Highwaysにおいて，代表的な45件の道路工事について工程曲線を作成して時間経過とでき高との関係を調査研究の結果，10%分割の各時間経過百分率についてでき高の変域の80%（極端に速いもの10%と極端に遅いもの10%とを除く）を管理曲線の上下の限界内にふくめたもので，道路工事の工程管理曲線として推しようされる。

図-6 バナナ曲線 (a) と許容限界直線 (b)



工事進捗率の上下許容限界を示す許容限界直線は筆者が重土工機械の施工効率（稼働率，作業時間効率および容量効率）の正常変域を統計的に求め，それを基礎として，機械土工工事の工程管理曲線として作成した⁹⁾。

予定工程曲線は工程管理曲線の許容限界内におさまるように設計し，実施工程曲線も許容限界からはずれないように工程を管理し，もしも限界を越したときは，突貫工事は不可避と考え，工程ばんかひの抜本対策が必要となる。

5. 工事費見積と原価管理

工事費見積は工事の基本的計画の一つであり，見積どおりに施工されるか否かは工事管理の最重点である。工事全体を通じての能率も不能率もすべてを織りこんだ総合成果が工事原価としてあらわれるのであるから，原価

管理は経済的施工を達成するための総合的手段としてきわめて重要な機能をはたすものである。

工事原価管理のために必要な見積と工程計画、原価費目の分類、原価配賦の方法、原価の分析と報告などの具体的な方法については専門書^{7),8)}に譲り、ここでは工事原価管理にとって重要な基礎的事項について述べる。

(1) 原価費目の分類

管理機能の循環性の原則にしたがって、工事原価管理においては、見積と原価計算とは連続的サイクルをなすもので、見積書と工事原価元帳とは終始一貫した同じ内訳分類にしたがって整理されなければならない。この両者の内訳分類を一致させることによって、見積あるいは実行予算原価と実際原価とを直接比較することができ、原価の管理が可能となるのである。

工事原価を有効に管理するためには、全工事を掘削工事、基礎工事、コンクリート工事などのごとく工種別に分け、さらにそれを材料費、労務費、機械設備費など管理の可能な原価要素に内訳することが必要である。ただ注意すべきことは、この内訳分類は目的を十分達成しうるかぎり、できるだけ単純であることが望ましい。

(2) 工事原価の分析研究と報告

現場の工事監督やフォアマンは自分の仕事の実際原価を工事実行予算の見積原価（標準原価）と比較し、その差異を見出し、これを分析研究して、原価を管理し、正しい処置をとらなければならない。

この原価管理の手段として、原価日報、週報、月次分析報告などによって工事原価を分析研究し、表やグラフを使用して原価の傾向を調べ、時間研究、動作研究を実施し、また歩掛表を作成し、月次原価計算および最終原価予測報告などを作成するのである。

すべて原価分析報告書にとって必要なことは、簡明、迅速、正確である。とくに原価日報および週報は滞りなく提出されることが大切で、一方月次報告が工事全体について詳細、正確に作成されるのに比し、一般に重要な工種や進行の早い工種についてのみ1作業ごとに1報告書を作成し、かつ材料費や経費はふくめず、労務費、機械稼働費およびでき高数量だけを記入して、原価の動きを日々感じとらせるのがよい。

現場で毎月作成する原価報告書のうちで工事管理上最も重要なものは「月次原価計算及び最終原価予測報告」であって、一般に全費目について1) 現在までの支出金額、2) 今後完成までの所要見積金額、3) 最終予想工事原価、4) 契約金額、5) 赤字、黒字の見積が記載されるのである。

6. 品質管理

品質管理とは、JISによれば、「買手の要求に合った品質の製品を経済的に作り出すためのすべての手段の体

系」である。すなわち「品質がよい」ということは、良ければ良いほどよいという意味ではなく、設計、仕様の要求する品質と、品質を作り出すために必要な原価とのウエル・バランスということが一番大切である。品質管理の目的はこのウエル・バランスの要請を満足することにある。次に品質管理の新しい考え方と方法につき大要を述べる。

(1) 工程における品質管理

品質自体に対する計画は設計段階で行なわれ、その品質を確保するための施工過程における品質の管理業務を分類すると、a) 不良予防のための業務、b) 品質評価のための検査業務、c) 不良品の処置と再発防止のための業務に大別せられる。

一般に築造物は最終検査によって品質不良が発見されても、もはや手の施ししようがないか、あるいはまたその対策に非常な手数と費用を要することが多い。したがって品質管理の中心は材料および工事過程を管理することにある。

工事過程において品質を作りこむ最も効果的な手段は作業標準を完備し、これを守ることである。

(2) 統計的品質管理

材料規格や作業標準がいかに綿密に作成され、その実施が管理されても、品質の変動をなくすることは困難である。そこで工程における品質特性値が適正なゆとりをもって規格を満足し、工程が安定しているならば満足しなければならない。

品質管理の目的は工程の異常の有無を知り、これを予防することであって、それによって品質の均一性をえようとするものである。これを経済的に実施するためには工程における品質特性を少数の検査によって全体を推測することが必要であり、そのときの判断をあやまらせない合理的な手法が必要とされる。これを解決したのが管理図、抜取検査、実験計画法などの統計的品質管理の手法である。これらの統計解析手法についてはすでに多くの参考書があるから、ここでは割愛する。

7. 作業分析と IE 手法の導入

工事の施工計画および実際作業の分析検討の手段として、IE (Industrial Engineering) の分野で開発された種々の手法を利用することができる。IE は事前計画の手法として、実物模型、図式モデル、数学的モデルなどを利用し、また作業研究のため時間研究、動作研究、その他の手法を利用するのである。⁹⁾

8. むすび

最近各種の鉱工業分野においては IE, OR, QC など新しい生産管理技術が発達し、着々その成果をあげているが、建設工業分野においてはいちじるしい立遅れが見

受けられる。わが国の建設事業が健全な発達をとげるためには、工事管理は今後急速に開発し、進歩せしむべきものである。この小文が一助ともなれば幸いである。

参考文献と注

- 1) Juran, J.M.: Planning and Practices in Quality Control (日科技速, 昭和 29 年)。
- 2) 佐用泰司: 建設機械の経済的選定法について, 土木建設, 第 9 巻第 4 号, pp 43~45.
- 3) Power Crane and Shovel Association, New York: Technical Bulletin No.1, 1958, p. 34.
- 4) 原価曲線が直線をなすための限定条件については, 佐用

泰司: 施工の経済速度に関する一考察, 土木建設, 第 8 巻第 6 号, pp 13, 14 を参照されたい。

- 5) Harris, M.: Applying controls to highway work, Western Construction, June 1457, pp 36, 37, 42.
- 6) 佐用泰司: 機械化施工合理化の研究, 鹿島建設技術研究所発行, pp 123~129.
- 7) 佐用泰司: 工事原価管理, 鹿島建設技術研究所発行。
- 8) American Society of Civil Engineer: Construction Cost Control, 1953.
- 9) 佐用泰司: 工事管理への IE 手法の導入, 土木建設, 第 8 巻第 12 号, pp 20~24.

(原稿受付: 1960.7.28)

会 員 欄

学会誌 3 月号の「土木教育と土木技術」について

石 川 時 信

本稿については、すでに 45 巻 5 号 14 ページに岩手大教授小川博三氏の礼讃論、陸上自衛隊北部方面総監部 今井芳雄氏の難詰論、45 巻 6 号 73 ページに国鉄関東支社工事課長 鹿島健次氏の礼讃論とそれぞれの卓見があるから、いまさら改めて論ずる必要もないようであるが、しかし、よくそれらに論じられているところを拝見すると、いずれも大局論であってキポイントにふれていないようであるから、筆者の抱懐するところの一端を披歴する。

われわれ土木技術者は名誉ある科学技術者で神の技を人間に伝えて、その福祉を増進するものであるから、普通人の考えおよび得ないところを教え、または行なって広く人類の求めに応ずるだけの心がまえが必要であると考える。

それがためには学者や教育家または学会の主脳部や委員は現在土木工学や土木事業の不振の隘路はどこにあるかを鋭敏にキャッチし、ただちに対策を立て実行に移さなければならぬと考える。

たとえば現在ぼう大な工費と時間を費して構築している構造物のハリの両端の抵抗性は理論上すこしも利用される方法が講じられていない。

また土の抵抗性を利用する方法がさかに行なわれているのは誠に喜ばしいことではあるが、しかしその安全率のことになると誠に不確実である。

また天体力学ではアインシュタイン一派の人々が副座標を用いて成功したのに、地球上の構造物にはまだそれが実施されていない。

また最近いろいろな関数を特に用いることが流行しているが、これは一般土木技術者にはすこしも関心のない平行線のもの、この習慣は一日も早く改めるべきである。

土木技術者を養成するためには学校としてはごく基本的概念だけにとどめ、卒業後それぞれの職場の需要に応ずるように、学会や研究所が必要なる参考書や図表を提供して、職場の技術

者はただ、それを駆使するだけの能力を有すればよいと思われる。学者や学会人または教育家こそ、その責務は重大で常に無数の天才的頭脳の持主や篤志家の研究や発表を注意して把握し、一般土木技術者に利用されるように普及宣伝する体制を講じなくてはならぬと思う。

学会誌も広告や宣伝文と学会記事や論文とを区別して簡単に要点だけ述べるように論文のページ数を制限して、篤志家や専門家にはただちに利用できるような、所論を明確にする必要があると思う。

以上のように特に教育制度をその時勢に合わせるように改めるといのでなく、むしろ学会や教育家が現存の科学技術上の隘路を解きほぐし、一般技術者がただちに利用しうるような体制を作ること努力することが重要であると思う。

学会や学者または教育家は、実業家または政治家と平素緊密なる連絡を取り、その財源の確保に最善の努力を払うべきであると思う。

それがためには学会の拡大強化をはかり、組織を充実し指導者層の全国的配置転換を行ない、機動的に敏速なる機能を発揮し、常に世の期待に背かざらんような布陣を布いておくべきであろう。

また機械、電気、化学、原子力等の原理と応用を積極的に広く利用し、常に民政の主導権を握り人類文化の推進者たる自覚を固むべきと思われる。

また、最近の本邦独特の制度であるところの技術士制度を高度に適用し、土木技術者がその先頭に立って世人のけいもうに努力すべきであると思われる。

いずれにしても科学技術の急速な進歩は予期せざる隘路をも生ずることも予見し、指導者層はすぐれた卓見の士を必要とすべく、特に最高指導者は必ずしも土木技術者たるを要しないことも考えおくべきであろう。

特に常に世界の状況の変化に即応しうる心がまえをもって統制ある果敢なる行動に出でうる体制を整えおくべく、学会をして教育上の指導センターとするを最も実現性のある方法なりと考える。 [筆者: 正員ゼネラルコンサルタント常務取締役]

(1960.9.23 受付)

論 文 集 第 69 号 ・ 別 冊 案 内

(3-1) 基礎の変形がアーチ ダムの応力におよぼす影響について

B 5 判 28 ページ 林 正 夫 著 定価 150 円 (千 10 円)

(3-2) 広巾員開水路の定常流

B 5 判 18 ページ 井 田 至 春 著 定価 100 円 (千 10 円)

(3-3) 変断面連続箱桁橋の立体応力解析

B 5 判 34 ページ 小 松 定 夫 著 定価 200 円 (千 10 円)