

建設マネジメントについて

Construction Management - Today and Tomorrow -

顧問委員 吉川和広 (京都大学)

By Kazuhiro YOSHIKAWA

【キーワード】建設マネジメント、施工計画・管理、技術開発

1. 建設技術の進展と今後の展望

(1) 建設技術進展の歴史

明治以降の土木技術史は、欧米の土木技術を学んだいわゆる洋行帰りの官庁技術者群が音頭をとり、わが国古来の土木技術との融合を図りながら、新しい独自の技術思想を創り出した記録であるといえることができる。長らくわが国の土木技術は官公庁主導で発達してきた。直轄工事制度に組み込まれ、設計から施工まで、河川・港湾・鉄道・道路など広範囲の仕事について、厳しい修行を経験して一人前に育った官庁技術者が大きな役割を果たしてきた。そして、過去の建設業者の施工技術は、一般に官公庁が採用した直轄・直営の施工方式によって進められた新技術の余瀝にあずかって育成されてきたと言えるようである。また、この時代の機械化施工は、時代の最先端を切っていた建設現場、人力施工では歯の立たない大規模工事、あるいは工期短縮を迫られている特殊工事のみに限られ、全国的にみた一般の土木施工は、農村を供給源とする人的エネルギーに依存していた。

第二次大戦後、機械化施工の促進によって目覚ましい発展を遂げた建設業が、株式市場に公開上場し始めたのは昭和30年代からのことである。建設業の技術開発の動きも、この時期と密接に関連している。現在、わが国で行なわれている著名な大工事は、すべて民間の建設業が施工にあたっているが、そのために必要な施工技術は、ほとんどすべて民間の建設業の手で開発されたものであり、その技術水準は

先進国レベルに遜色ないところまで到達した。いまや外国の優れた技術をフォローする段階から、独自の開発技術をベースにして国際競争をする時代へと変わりつつある。企業の立場からみても、国際社会におけるわが国の責任を果たす具体的手段として、われわれ独自の技術開発の成果を有効に利用していくことが必要である。

(2) 戦後における機械化施工の進展

第二次大戦の終結とともに日本に駐留してきた連合軍は、軍事関係の施設工事にあたって、建設業者に各種の建設機械を貸与し、連合軍母国の仕様書に基づいて施工させ、建設機械駆使による建設工事の能率的展開を行なった。これは、人々の目を見張らせるとともに、近代的機械化施工や施工管理技術の基礎習得に役立った。昭和25年から電源開発ブームが訪れ、佐久間ダムではアメリカ合衆国から輸入した大型建設機械を導入して徹底的な機械化施工が行なわれた。そして、土木施工は機械で行なうものという観念を建設業の関係者に強く植えつけた。電源開発ブームに引き続く昭和30年代の高度成長期には、高速道路、港湾、国鉄(JR)新幹線などの建設が飛躍的に増大し、官公庁の技術者は計画作業のみに追われ、施工はほとんどすべて建設業者の請負に切り替えられた。またこの時期には、大手の建設業において株式の公開が進められ、豊富な資金調達をもとに、建設の機械化は道路・港湾・鉄道・河川・ダム・干拓・建築などのあらゆる分野で目覚ましい進歩を見せ、その技術水準は先進国レベルに遜色ないところまで到達した。

(3) ソフト技術の展開

昭和30年代後半にはハード技術を中心とする施工技術の目覚ましい進展を見たが、昭和48年の石

工学部土木工学科

(〒606 京都市左京区吉田本町)

油ショック以来、物価不安定下における見積技術、リスクを回避するための契約方式などが最大の関心となり、更に、社会的には環境保全、建設公害に対する配慮が重視されるようになってきた。そして、そのためのソフト技術としての施工計画・管理技術の充実が欠くべからざる要件となってきた。このため最近においては、施工計画・管理面に現れる問題点を解決するためのシステムズ・アナリシスの研究、ORやIE等の手法開発が鋭意進められている。更に最近では、単なる生産工程を管理する技術から、経営全般を対象とする管理の技術にまで拡大され、TQCの積極的な導入が図られるようになってきた。さらに、オフコンやマイコンなどのコンピュータシステムを高度に利用した現場計測技術や現場の施工管理技術も次々と開発されてきている。

(4) 建設業のシステム産業化

21世紀に向かって、国民の価値観は大きな変化をきたしている。物の豊かさから心の豊かさへ、ハード志向からソフト志向へ、量の重視から質の重視へと、さまざまな面において変化が生じてきている。人々はより個性的な生き方を求めるようになり、生活の多様化、多元化が進み、アイデンティティの持つ意味が大きくなってきている。このような価値観の大きな潮流の変化を受けて、地域文化の再確認と振興、文化の国際化、文化の産業化が進むものと考えられている。このような大きな流れの中で、21世紀のわが国文化は、産業、経済、社会に大きなインパクトを与え、新たな「文化空間」を国土と地域に作っていくこととなるであろう。更に技術革新の新たな波が訪れ、新たなリーディング産業がつくり出されるであろう。このような状況の下で、諸外国との経済交流、文化交流が一層活発となり、豊かな心と生活を重視した21世紀の国際社会の発展を支える新しい文明が環太平洋地域で展開する可能性が秘められている。このような社会・経済・国際環境の変化に対応して、21世紀の国土においては、それぞれの地域の相違と工夫と地域特性を生かし、多様性を持ちながら、時代のニーズにあったアメニティ重視の生活環境を整備するとともに、国土がいつまでも活力を持ちつづけるための産業振興、社会資本の充実が図られなければならないだろう。すなわち、安全な国土づくり、活力ある国土づくり、美し

く快適な国土づくりを行なうにあたって、建設業に求められている技術は、土木、建築などの単品技術ではなく、異分野の技術者が共同して新しいプロジェクトを作り出していく複合技術であると考えられる。このためには、建設業がシステム産業へ脱皮していくことが必要であり、プロジェクトを生み出していくためのソフト技術の開発が要求されてくるだろう。

(5) 建設マネジメントの研究課題

以上、建設技術の進展を歴史的に振り返ってみるとともに、現状を踏まえて将来の展望を試みた。この結果、われわれの建設マネジメント委員会に求められている課題は、

- ①プロジェクト開発のための計画技術
- ②建設マネジメントのためのソフト技術
- ③建設工事のためのハード技術

となるのではなかろうか。以下に項を改めてこれらの課題について詳述することとする。

2. プロジェクト開発のための計画技術

21世紀に向けて、多様性を持ちながらアメニティを重視した生活環境を整備しようという機運が高まり、豊かで住みよい国土づくり、都市づくりが展開されようとしている。欧米に比べて格段に遅れている生活環境施設や大都市施設、特に住宅・下水道・公園・道路などの充実、わが国にとって依然として大きな課題であることは言うまでもないが、これとともに新交通システムや廃棄物収集処理システム、さらには、熱供給・地域冷暖房システムなどの整備が望まれている。そして、これらの整備は新しい都市産業であるシステム産業によってなされるであろう。システム産業においては、当然いっそう幅広いハード・ソフト両面の技術能力を保有しなければならないことになる。

今日、世界の諸都市で求められている課題は、

- ①高い水準の経済
- ②住みよい都市環境
- ③香り高い個性を持った都市文化
- ④豊かな自然を持った都市空間
- ⑤人々の心と心のふれ合い

であると言われている。これらの諸課題を解決しながら21世紀に向かって新しい都市づくりを進めていくためには、

- ①見本市・コンベンション等の情報サービス機能
- ②ハイテクノロジーに関する教育・研究機能
- ③多国籍企業・大手商社等の物・商取引機能
- ④国際金融市場・国際商品市場などの金融機能
- ⑤都市のインテリジェント化によるコミュニケーション機能

⑥観光レクリエーション機能

の充実が必要であるとされている。このためには、都市の再開発、特にベイエリアやウォーターフロントの再開発が必要であり、またリゾート開発も積極的に進められなければならない。

さらに21世紀には、宇宙・海洋・地下空間等の先端技術の開発と呼応して、これらの計画も大々的に行なわれるようになるだろう。

いずれにしても、建設業が、このような新しい時代の要請に応え、新しいプロジェクトを企画し、システム産業に参加していくためには、伝統的な独特の施工体制の特色を生かしながら、いっそう知識集約化を進めていくことが必要となろう。その場合、従来のままのアッセンブル技術という固定観念から脱却して、変化する社会的ニーズに適応する知識集約的ソフトウェア産業へと積極的に体質の転換を図っていかなければならないであろう。そのためには、建設マネジメント委員会においても、21世紀における国土像に対して深い認識を持つとともに、活力があり、安全で快適で美しく、そして豊かな国土空間を形成していくためのプロジェクト発掘技術の開発、そしてそのプロジェクトを実効あるものに高めていくための計画技術の開発に努力することが必要であると考えられる。

3. 建設マネジメントのためのソフト技術

(1) 施工計画・管理技術開発の必要性

社会の近代化・産業化の進展に伴って一般に分業が発達し、土木技術者も計画と設計と施工に分かれてその役割を果たすようになってきている。工事の計画・設計は、その目的とする建設物の機能・形状・寸法や出来映えを規定する機能であり、施工は設計図面および仕様書に基づいて建設物を造り出すために、どんな方法で工事を施工するかを計画して実施し、管理する機能である。このように機能的に分業していても、互いに総合目的との一貫性を絶えず

心掛けなければならないことは言うまでもない。

近年技術革新が進んで、調査・計画・設計等における技術の進歩が顕著であると同様に、施工法、施工機械、施工管理等における技術の発達も日進月歩である。特に近年における建設機械の発達と施工技術の革新に伴って、工事の大規模化、複雑化、多様化が急速に進展しつつあり、品質向上、工期短縮などが要求されている。その結果、施工計画・管理はますます複雑かつ困難になってきた。従って、施工技術が進歩しても施工計画・管理の近代化・合理化がこれに伴わない限り、せっかくの技術革新もその効果を十分に発揮できなくなってしまう。そこで、施工技術の水準にふさわしい施工計画・管理の発達が不可欠のものとなってきた。

土木工事の生産活動は、工業生産における典型的な一般工場生産に比べると、多くの顕著な特性を有しているが、ここで基本的な特性を列挙してみると、

- ①土木工事は注文生産であることから、その設計仕様は工事ごとに異なる。このため工事施工の合理化・標準化が困難である。
- ②ひとことで土木工事といっても、港湾・空港・道路・鉄道・河川・海岸・ダム・都市土木というように、その内容は広範囲にわたり、かつ工事ごとに規模が異なるため、施工手段の標準化や統一的な基準の設定が困難である。
- ③屋外作業が主体で、多くの自然生成物を材料としているので、自然の影響力を大きく受ける。しかし、これらの影響を適切に評価するための手段がいまだ十分確立されていないため、人間が制御できる部分が比較的限られている。
- ④土木工事は受注生産かつ属地生産であることから、各工事を確実に施工するためには、必要な種類・数量の建設機械や資材を、必要とする時期に現場へ搬入しなければならない。このため生産性の向上や高度の生産管理が困難である。
- ⑤建設業では、生産工場である工事現場の数が多く、かつそれらが散在し、そのうえ工事現場を単位として施工や経営活動を行なう場合が多いので、集中管理を行なうことが困難である。

しかし、前述したような土木工事の大規模化・複雑化・多様化は、限られた個人の経験の範囲で土木施工に関する諸問題の解決を図っていくという従来

の方法を非常に困難なものとしつつある。従って、このような問題に対処するためには、主観的判断にのみ依存するのではなく、客観的な評価体系を組み込んだ新しい施工計画・管理技術の開発とその導入が必要となってくる。

今後の経済の安定成長期においては、ますます厳しさの度を増す社会的制約のもとで、量から質への転換が要請され、施工計画・管理に代表されるソフト技術の充足が欠くべからざる要件となってくる。このため最近においては、施工計画・管理面に現われる問題を解決するためのシステムズ・アナリシスの研究、また施工計画・管理のためのORやIEなどの手法開発が鋭意進められている。さらに最近では、単なる生産工程を管理する技術から、経営全般を対象とする技術の管理にまで拡大され、TQCの積極的な導入が図られるようになってきた。さらにオフコンやマイコンなどのコンピュータシステムを高度に利用した現場計測技術や現場の施工管理技術も次々と開発されてきている。

(2) 施工計画のためのソフト技術

施工計画とは、図面、仕様書等に定められた工事目的物をどのような施工方法、段取りで施工するか、工事途中の管理をどうするか等を定めるものであり、工事の施工及び施工管理の最も基本となるものである。

土木工事は、工事の内容、規模、施工場所、施工条件がそれぞれ異なるので、その工事を円滑に進めるには、その工事に適した施工計画を立案することが必要である。近年、土木工事の施工にあたっては、機械を積極的に利用するようになったため、一般に工事が大規模化し、かつ複雑・多様になってきているが、これらの工事を体系的に施工するには、綿密な施工計画を立てることが必要である。

施工計画は、工事施工全般の基本となるものであるから、工事の内容、契約条件、現場の状況等を十分調査、把握し、工事目的物の品質の確保、工期の厳守、費用の軽減、安全の確保などの工事目標を達成させることを念頭において立案しなければならない。土木工事の施工法にはいろいろな工法があり、それぞれに特徴を持っているので、その中から、その工事に最も適した工法を選ぶことが大切である。特に大規模な工事の場合には、その工事に採用でき

る工法も多いので、選定にあたっては、その工事のいろいろな条件、特質を十分考慮すると同時に、どの条件、特質を重点に考えるかを決める必要がある。また工事の工区割り、施工の順序についてもいく通りも考えられるので、その工事の特殊性を考慮し、その工事に適した工区割りや施工順序とすることが重要なことである。

施工計画の立案にあたっては、工程計画、機械設備の選定、工事用施設の配置、労務・機械・資材の使用計画、実行予算と資金計画を作成することが必要である。

a) 工程計画の作成

工程計画は、工事の内容、工期、施工条件、現地の実情などを総合的に加味し、施工計画の基本方針に基づいて決められる。

b) 機械設備の選定

近年、土木工事の施工にあたっては、機械の活躍は目覚ましいものがある。工事内容、数量、施工法に適した機械の種類、容量、台数等が決められる。土木工事には多くの作業種類があるので、それぞれに適した機械を選定することが大切である。

c) 工事用施設の配置

工事用施設の配置にあたっては、現場の地形、各作業位置との関係から、材料、仮設材の流れ、運搬距離等を考慮して現場内が輻輳せず作業が円滑に行なえるよう配置しなければならない。

d) 労務、機械、資材の使用計画

施工法、機械設備等が決まると各作業の工程が具体的になり、それによって労務計画（要員計画）、機械稼働計画、資材計画を作成する。

e) 実行予算と資金計画

実行予算の作成にあたっては、工事の要素別、すなわち材料費、労務費、外注費、経費等の別に作成する方法と、工事の工程別、すなわち道路工事、土工事、橋梁工事等の別に作成する方法とがある。そして、工程計画、労務計画、機械計画、資材計画に合わせて資金計画を立てることが必要である。

最近においては、施工計画面に現われる問題を解決するための、コンピュータによるシステムズ・アプローチ、また施工計画のためのORを用いた手法の開発が鋭意進められている。建設マネジメント委員会の研究の中核となっている分野である。

(3) 施工管理のためのソフト技術

施工管理とは、工事を無駄なく、無理せず、円滑に進めるために、計画を立て、その計画に基づいて施工し、その結果と計画との間に差があるならばその原因を追求し、それを改善するとともに、工事途中における条件の変化に適時適切に対応する統制の機能をいう。

施工管理は、管理の目的、工事の生産手段等によって分類することができる。まず、管理の目的によって次のように分けることができる。

① 工程管理

工期を厳守し、合理的、経済的な工程とすることを目的とする管理である。

② 品質管理

出来形、品質を確保することを目的とする管理である。

③ 原価管理

工事に要する費用をできるだけ効率的かつ経済的にすることを目的とする管理である。

④ 安全管理

工事の安全を徹底することを目的とする管理である。

次に、工事の生産手段によって分けると、次のようになる。

① 労務管理

要員配置などを中心に行なう管理である。

② 資材管理

工事に使用する材料および仮設に必要な資材について行なう管理である。

③ 機械管理

機械の配置、整備等について行なう管理である。

④ 輸送管理

資材、機械、作業員等の輸送について行なう管理である。

⑤ 資金管理

資金の調達や労務費、資材、機械の使用等に必要な資金の支払い等について行なう管理である。

⑥ 作業管理

作業の手順や方法について行なう管理である。

⑦ 現場管理

作業現場内の各作業の調整、仮設備の保守、作業現場と第三者との調整や現場内の整理・整頓

などについて行なう管理である。

施工管理は、一般に工程管理、品質管理、原価管理、安全管理によって行なわれることが多く、労務管理、資材管理、機械管理、輸送管理、資金管理、作業管理、現場管理などは、特に複雑な工事などで、工程管理、品質管理、原価管理、安全管理の補助的なものとして、それぞれ必要なものについて行なわれる。

a) 工程管理

工程管理は、工事の実施過程における工程の計画と管理を目的とするものであり、施工計画にとって総合的な管理手段であるといえる。工程管理においては、日々の作業が予定通り進行しているかどうかの進捗管理が大切である。

b) 品質管理と現場計測

一般的な土木工事においては、科学的な基礎に基づいて客観的に管理を実施できるようにするため、統計的品質管理が活用されている。

次に、品質管理において検査というのは、品質をなんらかの方法で測定した結果を判定基準と比較して個々の品質の良、不良またはロットの合格、不合格の判定を下すことである。一般に標本抽出論に基づく抜き取り検査が行なわれている。

また最近では、NATMや連続地中壁に作用する土圧の測定など、現場計測技術の発展は目覚ましいものがある。土木工事における現場計測の目的は、さまざまに変化する自然条件下での施工において、常に求められている高い安全性、高度な品質を確保できる管理方法を確立することである。このため、センサー、コンピュータ等の最新技術を利用した計測技術の開発が行なわれている。出来形・出来高計測は、品質管理だけではなく、工程管理や原価管理にとっても重要な要素であり、プロセスコントロールの最も大切な情報となる。

c) 原価管理

現在実施されている財務会計上の原価管理は、建設業として選択の余地のない必須の条件であるため、建設業の各社とも省力化のための電算化が進んでいる。しかし、工事实施の段階で必要なのはコストコントロールであり、これは現在の財務会計のもとでは行ないにくいという問題点が指摘されている。このため工事管理会計による原価管理システムを設計

していくことが必要となる。この場合、法を背景として義務づけられている財務会計と工事管理会計の接点をいかにうまく取るかについて工夫しなければならない。

d) 安全管理

安全管理の目的は災害の排除にあり、災害の発生要因には不安全な状態と不安全な行動とがある。安全管理の手法を考えるには、設備、機械、環境などの不安全な状態の排除と、作業方法、作業行動などの不安全な行動の排除について考えることが必要である。

このような施工管理のためのソフト技術の開発は、建設マネジメント委員会の中で鋭意進められているところであり、コンピュータによるシステムズ・アプローチがその中核となっている。

(4) 建設業へのTQCの導入

TQCは、元来ORやIEなどと同様に管理のためのソフト技術の1つであったが、戦後のわが国産業の目ざましい発展の中で、単なる生産工程を管理する技術から、経営全般を対象とする技術にまで拡大され、経営の思想革命をもたらすといわれるまでになった。近年建設業の分野でも積極的に導入が図られるようになってきた。

TQCの基本的な考え方について述べると、その第1は、相手の立場になって、顧客・使用者中心に考えることであり、その第2は、「品質第一」の考え方である。

TQCは、これらの考え方を徹底して実行するための独自かつ体系的な方法を持っており、これらの方法が永年の努力と工夫によって絶えず改善され向上してきた。TQCは、このような実績に裏付けられている点に大きな特徴がある。

TQCの活動を進めるにあたっては、事実に基づいて科学的にアプローチすることを特徴としており、事実の中から必要な情報を抽出し、加工し、正しい判断をしたり、また原因と結果との因果関係をできるだけ客観的、定量的に把握するための統計的な方法が活用されている。

(5) 建設業におけるコンピュータ戦略

昭和30年代の汎用大型コンピュータの導入と展開が建設業のコンピュータ化の第1の波とするならば、第2の波はオフコン・マイコンといった小型コ

ンピュータの導入である。情報をいかに利用していくかという目的意識に基づいた情報システムの構築は、今後の企業活動にとって死命を制するものになると指摘する人が多い。すでに大手の建設業では、営業情報、経営情報、人事情報など経営トップが経営意思決定に必要なデータをすぐ取り出せる情報サービスを開始したところや、経営管理情報の一元化を図り、経営意思決定に役立つ情報システムづくりを開始したところが多い。

生産性向上のために、オフコンやマイコンなど小型コンピュータを直接工事現場に導入し、計測・監視などの技術的対応の迅速化を図ったり、工程や原価管理に採用して施工力の総合強化を目指す動きが活発になっている。単品生産でかつ作業所が散在しているということが宿命ともいえる建設工事は、オフコンやマイコンによる業務の分散処理がびったりくる使い方になっている。

国内の建設工事のみならず、国外の建設工事においても、計測監視用や施工管理の分野でオフコンやマイコンが活躍している。工事現場作業所へのオフコンやマイコンの導入は、建設業の大きな潮流となってきている。

4. 建設工事のためのハード技術

ひとくちに建設工事のためのハード技術といっても非常に広範囲に及んでいるが、日本海洋開発建設協会では、これを、

- ①掘削工 — 明り掘削、トンネル掘削、水中掘削、特殊な掘削および運搬工法
- ②基礎工 — 軟弱地盤改良、杭基礎、ケーソン基礎、地下連続壁、アースアンカー、水中マウンド造成
- ③構造物建設 — コンクリート工、プレハブ技術、重量物運搬・設置、海底パイプライン
- ④解体工 — コンクリート構造物解体、鋼構造物材水中切断

に分類し、これらの工事实績を定量的に把握することにより、個々の技術の位置づけを明確にするとともに、これらの施工技術を現在と過去を対比することにより、発展の経緯を明らかにし、将来の動向を推理する便に供している。

そして、いま建設業に求められているものは、こ

これらの基本的なハード技術をうまく組み合わせて複合技術化することにより、21世紀に向かって宇宙、海洋、地下空間などの先端技術をいかに生み出していくかということであろう。

さらには、これら個々の施工技術をハードウェアとしてその中に取り込み、プロジェクトに向かってこれらを総合するソフト技術の開発も要請されてこよう。すなわち、新しく開発されるハード技術や複合技術をうまく取り込んで、施工法の改善を図っていくことが重要であり、建設マネジメント委員会でもこの分野の研究にもう少し力を注ぐ必要があるのではないかと考える。

