

鹿島建設技術研究所 正会員 ○和田忠昭

” 中島 武

” 正会員 森田隆夫

1. はじめに

技術者のコンピュータに対する考え方の多くは、「技術者にとってコンピュータは道具であり、省力化とか、仕事の補助手段にすぎない。」ということであった。

しかし、現在設計図面の代りにコンピュータで処理された紙テープ等で製作されるNC工作機のごとく、すでにコンピュータは、技術者の思想を表現し伝達する必須の手段となりつつある。

近年の土木工事の質的、量的変化は、コンピュータの利用をシステム化という形で要求し、コンピュータの発展は、これを可能にしつつある。すなわちICES (Integrated Civil Engineering System), CAD (Computer Aided Design) 等が、それであるが実用の段階では幾多の問題を含んでおり、ここに建設会社という立場から一例として、PC橋梁工事におけるシステム設計について報告するものである。

2. システム設計とコンピュータの関連について

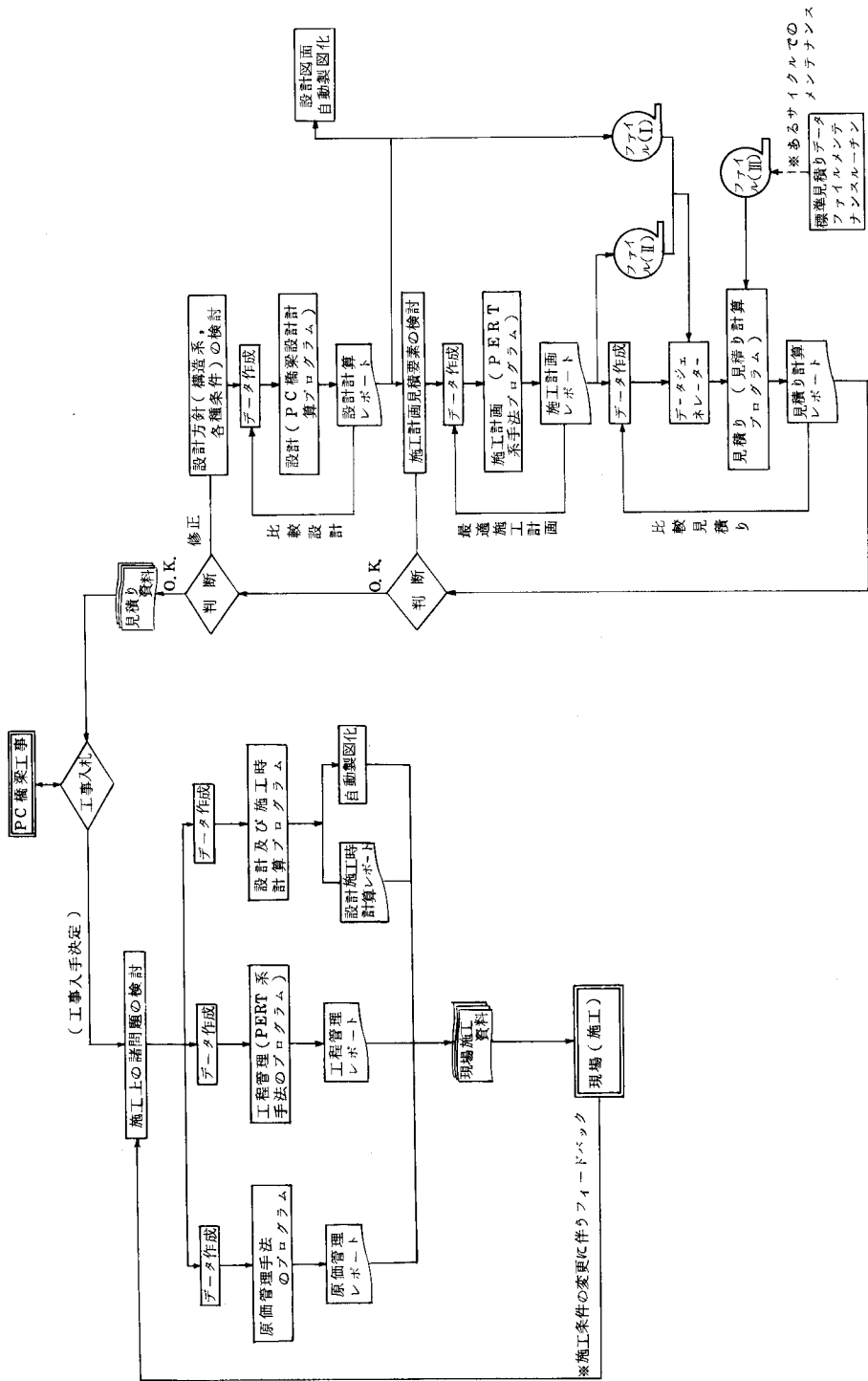
システム化が、必ずしもコンピュータ化とイコールではないにしても極めて有効な手段である。コンピュータ利用の基本は、コンピュータに何が出来から使うというのではなく、利用目的を明確にし、適切な使い方を考えなければならない。その要素は、対象業務規模の把握と明確な目的からのシステム設計とそれに最適なコンピュータシステムの選択およびそれを開発すべき人間の能力と利用体制の問題が含まれる。実際のシステム化において、これらの要素が理想的な姿で実現することは、不可能に近く、トータルシステムとしての全体構想を考えて、サブシステムを開発していく過程において、その範囲内でも効果をあげつつ、トータルシステムとして完成させて行くことが、実際的な考え方になる。したがって、コンピュータ利用の長期計画が必要となり、常に将来の動向を見守りながら最適なシステム設計を行なうことが重要である。

システム設計とコンピュータの関連についての詳細は、紙面の都合で省略するが、その基本は、利用効果とコンピュータ投資の関係で論じなければならない所に企業におけるシステム設計の難かしさがある。そして、その成否が企業の将来に及ぼす影響は決して少なくないのではないだろうか。

3. PC橋梁工事におけるシステム設計について

PC橋梁工事におけるシステムの意図する所は、1) 終局において設計・施工可能なパターンの中での最適化問題としての工事入手のための利用、2) 設計の思想をより安全に、より正確に、より経済的に構造的に反映させるための現場技術者の認識の問題としての工事施工のための利用である。

次にPC橋梁工事におけるシステムフローを示す。



PC構築工事システムフローチャート

P C 橋梁工事における業務別レベルでの分類は、1) 設計業務のシステム化、2) 施工計画業務のシステム化、3) 見積り原価管理業務のシステム化に大別される。

3-1 設計業務のシステム化

設計業務の内容には、次の3つのカテゴリーが含まれる。

- ① 最適化問題：コストスタディ
- ② 性能問題：強度、性能等
- ③ 施工問題：施工資料（設計図面、施工図面、材料表等）

3-1-1 最適化問題

コストスタディは、終局において最適化問題であるが、一般に土木工事の場合、公共性が強く、その要因も多く、現在完成した形で確立されたアルゴリズムは、存在しないのではないだろうか。

企業者（官庁関係）が計画の中で考えられるコストスタディは、建設費、維持管理費の経済性だけでなく構造物を造ることによって生ずる社会的経済効果も含めた行政面からの最適化問題であり、建設会社の立場でのコストスタディとはその範囲も目的も異なるものである。しかし、土木工事における設計は、本質的には、建設工事の経済性と、建設することによる経済効果を高めるために必要な機能を満たす設計変量を、最適化問題として決定する。すなわち最適設計としてとらえなければならぬのである。最適設計は「設計変量 X がつくる設計空間 V の中に与えられた制約領域 $g_i(X) \geq g_{i \min}$ の条件を満たし、目的効果関数 $f(X)$ を最大にする X を決定する」ここで定義されるが「最適」とは絶対的な最適をさすのではなく、あくまで選択された制約領域内での目的関数が最大なものをいう。

たとえば、最小費用設計というのは部材断面に対する効果制約関数は応力が許容応力以下であるとか、部材寸法は何 cm 以下という条件のもとに材料費をできるだけ小さくするということである。

しかし、実際企業が設計業務に要求する要因で定式化され、コンピュータ化される範囲は限られており、したがって、現状 P C 橋梁工事においては、人間の判断に委ねられている。設計におけるこの分野の研究は今後の問題として積極的に進める必要があると思われる。

3-1-2 性能問題

性能問題は、純技術の問題であり特に紹介するまでもないが、最近コンピュータ利用が設計分野に入り込む度合の進展につれて、種々の技術的問題の検討の必要が生じている。特に近年の P C 橋梁工事の大型化に伴う技術上の問題と設計技術者とコンピュータのコミュニケーションの問題である。前者については、動的耐震設計法の確立とコンピュータベースでの理論解析の設計へのアプライであり、後者については、Computer Aided Design としてのコンピュータ利用のあり方である。しかし、これらの問題は、一工事、一企業の問題でなく、動的解析を考慮した設計法の確立、コンピュータをベースにした有限要素法等の設計へのアプライと、その妥当性について実験、実測を含めて土木学会全体として、その体制を完備する必要があるだろう。なお、C A D については、特にコンピュータのシステム構成との関連において論ずべき要素が多いので本報告では、省略する。

3-1-3 施工問題

橋梁の場合、鋼橋のそれが、工場製作ということで、コンピュータによる数値制御での施工問題へ

のシステム化が実用の段階に入っているが、P C 橋のように施工が現場に依存する要素が多い場合、現場と直結したシステム化には、種々の問題が含まれる。特に、工事の質点変化は、設計思想を伝達するのに、どういう物を作るのかと同時にどのように作るのかまで指示しなければ安全性、経済性等で問題を生ずるようになって来た。本システムにおいても施工時計算といわれる各種の検討資料と同時に運用する現場の体制も含んで検討している。このような現場と直結したシステムは、問題解決にあたって、常に前向きな姿勢が、現場とシステム開発部門に要求され、中途半端な妥協は、その効果を著しく低減するものである。

3-2 施工計画業務のシステム化

施工計画という範囲は、極めて広く重要な分野であるが、P C 橋梁工事の場合施工計画の中でも、下記の事項に対して、P E R T システムでの検討を行なっている。

- 1) リソースの重点的な管理、合理的な転用の可能性による経済効果として、ワーゲンの台数、打設サイクルの決定
- 2) 現場における必要最小限のリソースの正確な準備による間接経費の節約として、山積、山崩しによる配置計画

3-3 見積り原価管理業務のシステム化

見積り方式には、概算見積り方式と精算見積り方式とがあり、P C 橋梁工事は、他の工事に比べて設計業務のウェートが高く、概算見積り方式で直接工費を算定することによって、自動的に工費面からの選定が可能になり、設計への経済性の問題が加味され比較設計での判断を容易にする。

このような意味で、本システムでは、概算見積り方式を第一段階として取りあげているが、将来の問題としては、トータルシステムとの関連において、コンピュータベースからの見積りシステムのあり方について検討を進めたいと考えている。なお原価管理については、省略する。

4. むすび

P C 橋梁工事においては、コンピュータ化がシステム化への有効な手段であって、全ての工事を同一レベルで考えるべきであるかについては、今後の問題であろう。そこには、工事規模、市場としての将来性、施主側の要求と合せて、計画、設計、施工にあたる技術者の姿勢が考慮されなければならないと同時に、技術の進歩に追従してシステムをいかに改変して行くかが大きな問題となろう。

このように建設工事におけるシステムを考えると、その特殊性が、種々の問題を含んではいるが、技術者が前向きに取り組む時期を、70年代の建設業界に対する社会の要求が、示しているのではないだろうか。

なお、本システムは、100%の完成を見てはいないし、又技術の進歩に伴って、改変して行かなければならないが、実施例としては、現在施工中の浦戸大橋工事を初めとして、数十件に達している。