

1. はじめに

一般に土木工事は、各作業の順序関係が一義的に決定できることからその施工工程のネットワーク表現が容易な工事と、作業間の順序関係が一義的に定まらないため施工工程がネットワークとしてうまく表現できない工事とに大別できる。このうち前者に対しては、その日程計画作成において、PERTに代表されるネットワーク型スケジューリングモデルが適用可能となるが、後者に対しては有効な手法がなく、各工事ごとにヒューリスティックな日程計画モデルを考えざるを得ない。しかしPERTも本来は土木工事の日程計画モデルとして開発された技法でないことから「与えられた資源制約下で、工程ネットワーク上の各作業を適切な順序で実行し、可能な限り工期を短く、かつ、工費を低廉化する日程計画案を作成すること」という土木工事の日程計画モデルが具備すべき要件を考えると、いくつかの本質的な問題点が挙げられる。しかしながら、PERT系のスケジューリングモデルが土木施工分野で十分実用に供しているとは言い難い現状にあるのは、PERT技法自体の問題点に起因しているだけではなく、その使用方法が適切でないことが原因である可能性も強い。あるいは、現在のPERT技法に問題点があるとすれば、それを解決するためにどのような手段を講じることができるか、さらにはPERTにかわるような新しい日程計画技法は開発可能か等についても今後論議を進めていく必要がある。

以上のような視点にたてば、PERT系技法が土木業界でどのような使われ方をしているかについて、その現状を把握することの意義は非常に大きいといえる。そこで本分科会では、分科会参加メンバーならびに小委員会参加メンバーに対して、PERT系技法の現状に関するアンケート調査を実施し、単に現状分析だけでなく、PERT系技法の利用にかかわる種々の問題点に対してはどのような解決策が考えられるかについての検討をも試みた。以下、まず2.では、PERT系技法の概要と、想定しうるメリット、デメリットについて触れる。次に3.では、今回

実施したアンケート調査の内容と分析結果を記述する。さらに4.では、3.で明らかとなるPERT系技法利用上の問題点に対してどのような取組みが可能かについて検討する。そして5.では、本稿で明らかになった事項および今後に残された課題について触れる。

2. PERT系技法の概要

1950年代後半に米国海軍のORチームによって開発されたPERTはいわゆるPERT/Time型のもので、土木工事に關していえば、時間的制約のみから当該工事の実行可能性を検討する日程計画モデルである。これは従来のバーチャート式日程計画と比較して、各作業の順序関係が明確に表示できること、クリティカルパスを抽出することにより重点的な日程管理ができること、各作業に含まれる余裕時間の状況が把握できること、電子計算機による処理が可能であること、等々多くの特徴を有するが、以下のような欠点を合わせ持つモデルである。

- ① 作業間の順序関係は先行作業の終了時刻と当該作業の開始時刻に対してのみ存在する。
- ② 各作業はその先行作業がすべて終了しなければ開始することができない。
- ③ 最遅先行作業の終了時刻と当該作業の開始時刻との間に時間遅れ(time lag)を認めない。
- ④ 工程ネットワーク内にfeedback loopの存在を認めない。
- ⑤ 各作業の所要時間を一つの確定値で与える。
- ⑥ 各作業を実行するために必要な各種投入資源の量的制約を考慮していない。
- ⑦ 所要工期と所要工費とのトレードオフ関係が検討されていない。

さて、以上のようなPERT/Timeの欠点を整理すると、④作業間の順序関係ならびにネットワークの記述方法に対する自由度を欠いていること、および⑤各作業に対する所要時間、必要資源量(工費も含む)等に関する検討が不十分であること、に大別することができる。そして、このうち⑥に関して

は、PERT/Timeを基本形とするPERT/Manpower、PERT/Cost、CPM、RAMPSなどが提案されている。これらはPERT系モデルと呼ぶべきものでその概要は以下のとおりである。

PERT/Manpowerは日々の所要資源量が投入可能資源量を越えないよう考慮していく日程計画モデルであり、具体的にはまずPERT/Time計算を行い、当該日に実行可能となった作業群に対して優先順位をつけ、緊急を要する作業から順次資源割当てを行うという手順をとる。しかし、各作業の所要日数および日々の投入資源量は一定値として扱われる。PERT/Costは工事資金の円滑な運営を行うために各作業の所要費用をManpowerと同様に扱う日程計画モデルである。CPMは各作業の所要時間と所要費用との線形trade-off関係を想定し、工費の低廉化を目的として工費と工期との関係を分析するモデルであるが、資源制約は考慮されていない。RAMPSは各作業の所要日数および日々の投入資源が一定値であるというPERT/Manpowerの欠点を補うべく、各作業の投入資源量と施工量が比例するという前提のもとに、3通りの施工速度(speed-up, normal, slow-down)を考慮するモデルである。当然、PERT/Manpowerよりも投入資源の有効利用が可能となるが、各作業の施工速度が3通りであることは投入資源量も3通りしか認められないことを意味する。このため各作業への日々の投入資源量を変数として扱う

日程計画モデルがいくつも開発されたが、その一例がCPRSAであり、筆者らが開発したMAN・DAYを変数とする日程計画モデルはこのモデルをさらに拡張したものである。

一方、PERT/Timeの欠点③を解決するためのスケジューリングモデルとして、DCPM、LFG、GERT、Precedence Networkモデルなどが開発されているが、これらはいずれも土木工事の日程計画モデルとして開発されたものではないため、特に前3者に関しては我国では実施例もほとんど見受けられない状況にある。また資源制約を直接考慮できないこともこれらの

モデルの欠点である。

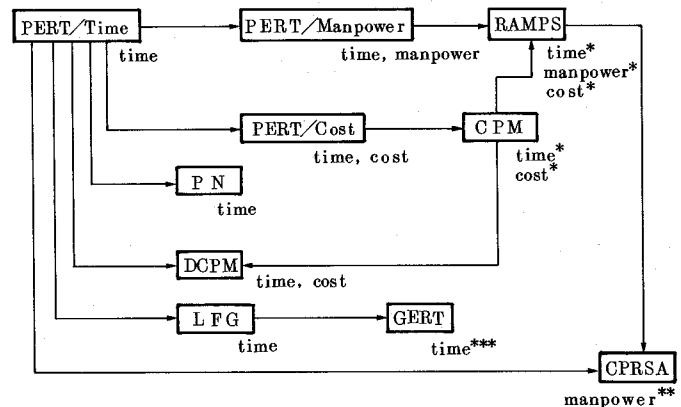
なお、ここで取上げた各モデルの相互関係を図示したのが図1である。

3. PERT系技法の現状調査

3.1. 現状調査の目的

PERTが我国へ導入されたのは1960年代であり、土木業界でも1962～63年以降から爆発的な普及が始まり、現在では建設業に携わるほとんどの人がPERTを修得しているとも言われているが、日常業務を振り返ってみると、はたして本当にそうであろうかと疑問を抱く人も多いと思う。さらに、実際の業務にPERTを十分活用しているかと問われてYESと答えうる人の少ないことは容易に想像できる。「PERTを用いた日程計画・管理が望ましいことはわかるのだが、実際には十分活用できておらず、もやもやとしている」という印象を抱いているのが土木技術者の大多数ではないだろうか。

PERTが十分に利用されていないとすればその原因は、属地生産、注文生産、一品生産という土木工事の特殊性に基づくところが大いと思われるが、少なくともそれらの問題点が全く解決できないものであるかどうかを検討することは必要であろう。またその際、PERTの利用率がどの程度なのか、電算処理はどの程度進んでいるのか、現場のOA化が進む現状にどう対応していけるのか等々の疑問に対し



注)

time; 確定的な所要時間, time*; 2,3の代替的な所要時間を認めるtime**; 投入資源量と関連する変数として扱う, time***; 所要時間を確率的に扱う。なおコストや投入資源についても同様

図1 PERTを中心とする各種スケジューリングモデル

てもできるだけ詳細な情報を把握しておくことは、今後PERTを土木工事の日程計画作成のための技法として改善していく上で必要不可欠である。

本分科会ではおおむね上述のような目的意識のもとに、分科会参加メンバーに対して下記のような項目に関するアンケート調査を実施し、さらに調査内容を充実させるべく、いくつかの項目に対しては小委員会参加メンバーにも拡大してアンケート調査を実施した。

3.2 調査方法および調査項目

調査の実施にあたっては、数回にわたる論議に基づいて調査項目を決定するとともに、分科会内部での予備調査を通じて調査票の設計を行った。そして本調査は郵送による留置き法を採用し、小委員会メンバーに対する拡大調査も同一方法を採用した。

今回のアンケート調査における調査項目は以下のとおりである。

A：PERT技法を利用する動機

B：PERT技法を利用する目的

C：PERT技法の利用状況

① PERT/Timeの利用率およびコンピュータ処理実施率

② PERT/Manpowerの利用率およびコンピュータ処理実施率

③ PERT/Costの利用率およびコンピュータ処理実施率

④ CPMの利用率およびコンピュータ処理実施率

D：PERT技法に関する教育・知識の普及状況および方法

E：PERT技法の利用に対して考えるメリット

F：PERT技法の利用に対して考えるデメリット

G：PERT技法の利用に際して大型コンピュータを使用する動機もしくは目的

H：PERT技法の利用に際して大型コンピュータを使用することのメリット

I：PERT技法の利用に際して大型コンピュータを使用することのデメリット

J：PERT技法の利用に際してマイコン・オフコンを使用することのメリット

K：PERT技法の利用に際してマイコン・オフコンを使用することのデメリット

L：PERT技法をベースとした工程計画作成のための大型コンピュータのハードとソフト

M：PERT技法をベースとした工程計画作成のためのマイコン・オフコンシステムのハードとソフト

N：PERT技法をコンピュータ処理するときの工程ネットワークの表示方法

O：PERT技法以外の工程ネットワーク手法の利用状況

P：工程ネットワーク手法以外で現在利用可能な計画技法

Q：PERT技法の利用が有効もしくは効果大と考えられる工種

R：PERT技法の利用が有効でないか、もしくは利用すべきでないと考えられる工種

S：現場へのマイコン・オフコンシステムの導入計画の進捗状況

T：マイコン・オフコンシステムが実現したときのバックアップ体制

U：その他

以上の各質問項目のうち、A、B、N、SおよびTに関しては多岐選択による回答方式を、その他の項目に関しては自由記述方式を採用した。

また、小委員会メンバーに対する拡大調査において設問した項目は、C、D、L、M、N、SおよびTである。

3.3 調査結果およびその考察

今回のアンケート調査における有効回答数は、分科会メンバーに対する調査において8社、小委員会メンバーに対する拡大調査において8社であった。このように有効回答数が少ないことから、調査結果のとりまとめに際しては主として定性的分析にとどめ、定量的分析はできるだけ避けるように配慮した。回答結果のとりまとめおよびその考察は以下のとおりである。

(1) PERT技法利用の動機および目的について
(項目AおよびB)

①動機としては、8社すべてが「企業者からの要請」ならびに「現場独自の判断」をあげており、それぞれ利用目的としての「企業者へのプレゼンター

ション用」および「計画管理レベルの向上」に対応づけている。

②「本社支社等の管理レベルからの指示」はほとんど見受けられない。

(2) PERT技法の利用状況について(項目C)

①今回の調査で最も重要な質問項目の一つであるが、まず、PERT/Timeの利用状況について見ると、「100%利用」から「年間数件程度」あるいは「0%」まで各社のバラツキが非常に大きい。

②PERT/Timeの電算処理実施率に関してはバラツキが大きく、PERT/Timeの利用率は小さくても90~100%電算処理しているところもあれば、逆に利用率は高いにもかかわらず電算処理実施率の小さいところもある。また、すべて外注するところもみられる。

③PERT/ManpowerやPERT/Costの利用率は非常に小さく、16社中8社は全く利用していないことが明らかとなった。特にCPMに関しては、ほとんど全社とも利用していない。

④以上をまとめると、PERT技法は必ずしも十分に活用されていない状況にあるといえよう。

(3) PERT技法の教育・知識の普及および方法について(項目D)

①16社中8社ではPERTに関する社内教育がほとんど行われていない。また昭和45~52年代までは実施していたが以後は積極的に行っていない会社も多く、積極的と思われるのは4~5社程度である。

②PERT/Timeの利用率との関連をみると、一般に社内教育が積極的なところは利用率も高いという傾向が見受けられる。

③PERT技法に関する関心が薄いため利用率が低いのか、逆に利用率が低いため関心が薄くなったのかという因果関係は明らかではないが、上記①の結果から判断すると後者である可能性が強い。

(4) PERT技法利用のメリット(項目E)

①メリットの主なものは、

①発注者への説明資料として有効、

②職員や下請業者との打合せ資料として有効、

③資源の有効利用や搬入時期の検討に有効、

④複雑な工事の内容や重点作業の把握に有効、
などである。

(5) PERT技法利用のデメリット(項目F)

①デメリットの主なものは、

①データの作成に手間がかかる。

②厳密性が要求されすぎて自由度がない。

③ネットワーク化の困難な工事には使えない。

④フォローアップ作業が大変である。

などである。

②上記四つのデメリットのうち、①および③はPERT技法の本質的な問題点であるが、①および④に関しては利用上の問題点とも考えられるので、今後何らかの対策を講じることも可能と思われる。

(6) PERT技法利用時に大型コンピュータを使用する動機もしくは目的(項目G)

①主な回答結果を列举すると、

①発注者からの要請、特に海外工事の場合、

②大規模工事や新しい工事の工程の検討、

③資源制約や工期制約が厳しい時の工程の検討、
などである。

②上記のうち、①および③は手計算では煩雑すぎたり、もはや処理しきれないため、大型コンピュータによる省力化と正確さを考慮したものであろう。

(7) 大型コンピュータ処理のメリット(項目H)

①上述(6)の結果とも少し関連するが、主な回答を列举すると、

①アウトプットが発注者にアピールする、

②大規模な工程ネットワーク計算を処理できる、

③高度なプログラムソフトを利用できる、

④各種作図機器を使用できる、

などである。

(8) 大型コンピュータ処理のデメリット(項目I)

①主な回答結果としては、

①計算機使用料を負担しなければならない、

②ターンアラウンドタイムが長すぎる、

③インプットデータの作成に手間がかかる、

④現場特有のアウトプットが提供されない、

などがあげられる。

②上記のうち、①は計算機使用料を本支社側と現場側のいずれが負担するかという問題に帰着する。すなわち、現場側が負担しなくてもよいならばもう少し積極的に利用する意志のあることを示している。

③上記の③と④は何らかの解決策を講じることができ、④についても現場のマイコンをTSS端末機として使用すればある程度解決でき

るであろう。

(9) マイコン・オフコン処理のメリット(項目J)

①全体としては上記(8)の逆として考えられ、

②使用コストが安い、

③使いたい時に手軽に使い、ターンアラウンドタイムが短い、

④現場独自のソフトを開発することができる、

⑤大型コンピュータに比べて操作が簡単である、

などが挙げられる。

②マイコンレベルであれば現場へそれを導入することも比較的容易であり、ディジタイザー、プロッター等の周辺機器をそろえれば今後ますます利用が進むものと考えられる。

(10) マイコン・オフコン処理のデメリット(項目K)

①これに関しては、主として上述(7)の逆と考えられ、主たる回答結果を列举すると、

②大規模な工程ネットワーク計算が不可能、

③計算処理速度が遅い、

④高度な機能が使えない、

⑤出力方法が限定される、

⑥適当なソフトウェアがない、

⑦機種間の互換性に欠ける、

などである。

②しかし、これらのほとんどはPERT技法をマイコン処理する際のデメリットというよりは、むしろマイコンそのもののデメリットと考えるべきである。換言すれば、マイコンの特徴を生かすような使用方法を工夫すべきであるといえる。

(11) 工程計画作成のためのソフト(項目L, M)

①ほとんどの会社が工程計画の作成に使用できる大型コンピュータを備えているが、PERT計算を外注している会社も2~3見受けられる。

②大型コンピュータ用のソフトを自社開発しているのは16社中8社であり、うち1社は自社開発ソフトのみを使用している。

③マイコン・オフコン用のソフトを自社開発しているのは16社中わずかに5社である。またマイコンの機種統一が行われているところも少ない。

(12) 工程ネットワークの表示方法(項目N)

①有効回答13社のうち、アロー型10社、プレシードンス型1社、双方可能が2社である。

②これは、PERTが我国へ導入された時はアロー

型であったことの名残りととも考えられるが、この問題はインプットデータ作成の簡素化とも関連するので、今後の論議が必要となろう。

(13) PERT技法以外のネットワーク手法(項目O)

①図1にも示したように、ネットワーク手法としてはPERT以外にもいくつかの手法が開発されているが、実務レベルで採用されている手法は皆無であった。

②筆者も含めてPrecedence Network(FS, SS, FF, SFという4種類の順序関係と時間遅れを認めるモデル)に関する検討が行われつつあるが、実用化の段階には至っていないようである。

(14) ネットワーク手法以外で利用可能な計画技法(項目P)

①比較的多くの会社が自社開発したモデルを持っており、ダムリフトスケジュール、揚重計画、ロックフィルダムの盛立計画、ダンプトラックの運行シミュレーション、資材輸送シミュレーション、沈埋函のコンクリート打設計画、土量運搬計画、等が回答されている。

②これらは次の(15)(16)とも関連し、PERT技法がそのままの形で利用しにくい工程・工種を対象としたモデルであるといえよう。

(15) PERT技法の利用が有効な工種(項目Q)

①この質目項目に関する主な回答結果は以下のとおりである。

②構造物が多く、工程の複雑な工種、

③ある程度以上の規模(例えば10億円)の工事、

④資機材の転用を検討する必要がある工事、

⑤工種よりも企業者が要請する工事、

⑥鉄道、下水道、電線等に近接する工事。

(16) PERT技法の利用が有効でない工種(項目R)

①具体的な工種名としては、トンネル工事、運土工事、護岸工事、ダム本体工事などが挙げられる。

②また工事の特徴として、規模の小さい工事、工期の変動幅が大きくその推定が十分に行えない工事等もPERT技法が有効でないといえる。

(17) 職場へのマイコン・オフコン導入計画の進捗状況(項目S)

①有効回答14社中、①すでに何らかの形で実施中が7社、②計画中が4社、③計画を持たないが3社である。

(18) マイコン・オフコンシステムのバックアップ体制(項目T)

①有効回答14社中、①本支社の担当者が常時バックアップするのが3社、⑩搬入時に担当者が説明するが以後は現場にまかせるのが8社、⑩これら①と⑩を併用するのが3社となった。

②これら(17)と(18)をまとめると、現場へのマイコン・オフコン導入に対する関心は高いが、運営方法としては現場にまかせるというのが全体的な傾向といえる。しかし、今後は各現場で開発されるソフトウェアの保守管理が大きな問題となるであろう。

4. PERT技法の利用に関する今後の課題

4.1 PERT技法利用上の問題点

今回のアンケート調査を通じて明らかになったPERT技法利用の現状は以下のようにとりまとめることができる。

①PERT技法は十分に活用されているとはいえず、電算処理状況も不十分である。

②PERT技法に関する社内教育は不十分である。

③大型コンピュータ用のソフト開発と比較するとマイコン・オフコン用のソフト開発が遅れており、市販ソフトを購入しようとする傾向が見られる。

④工程ネットワークの表示方法としてはアロー型が主流となっている。

⑤PERT系以外の工程ネットワーク手法はまだ実務レベルで利用される段階に至っていない。

⑥PERT技法の利用が有効な工種は比較的限定されているといえる。

⑦現場へのマイコン・オフコン導入が進んでいる。

以上に述べたことから、PERT技法はまだまだ十分に活用されているとはいえないが、PERT技法に取ってかわるべき有効な工程計画モデルの開発も早急には期待したい現状下で、大部分の土木技術者は何となく釈然としない気持ちを持っていることと思う。

しからば、次の段階として、何故PERT技法は十分に利用されないのかという疑問に対する回答とその解決方法を模索する必要がある。

これに対する有効な情報として、すでに示したアンケート調査の質問項目F、I、Kに対する回答内容を取上げることとする。すなわち、PERT技法

利用上の問題点として、PERT技法を用いる際の問題点と、コンピュータ処理するときの問題点とに整理し、それらに対する解決策を検討していくことにする。

4.2 問題点の整理ならびに解決策の検討

これら3つの質問項目に対する回答内容はすでに3.3に示したとおりである。しかし、その結果は満足すべきものではなく、項目Fに関しては、回答の中にPERT技法自体の問題点と利用方法が適切でないことに起因する問題点が混在している。また項目IとKについても、コンピュータ自体の問題点と利用上の問題点が混在している。

そこでここでは、問題明確化の手法として有効なKJ法を用いてそれぞれの問題点を整理するとともに、有効な解決策を検討していくことにした。KJ法はA型図解とB型文章化という二つのプロセスから成るが、図2は本研究で主として用いたA型図解法の基本プロセスを示したものである。

ここでは本分科会のメンバーの参加のもとに実施したKJ法の結果に筆者が修正を加えたが、その具体的な手順の説明は割愛し、以下においては結果の取りまとめのみを示すことにする。

(1) PERT技法に関するデメリット

PERT技法のデメリットはあらかじめ本稿の2.においても想定したが、今回のアンケート調査ではPERTの本質的な問題点以外に、極論すれば使用方法が適切でないことに起因する問題点も指摘されている。特に後者は、

①フォローアップ作業に関連する問題点、

②インプットデータの作成に関連する問題点、

③コンピュータ利用に関連する問題点、

に大別することができた。このうち①に関しては、フォローアップ作業に多大な労力を必要とする割には利用価

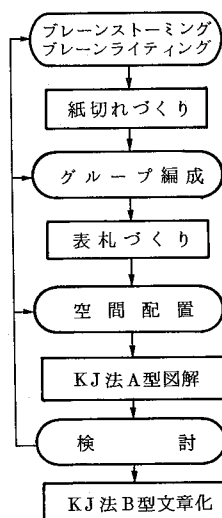


図2 KJ法の基本プロセス

値が乏しいことが指摘されるであろう。したがって、フォローアップや replan の内容を工事管理に有効に生かせるようなシステムを開発することが急務となろう。

なお PERT の本質にかかわる問題点に関しては、本来 PERT が土木工事の工程計画モデルとして開発されたものではないことからその解決は困難であるが、工程ネットワークをいくつかの階層的なレベルに分割し、段階的に計画を作成することが一つの改善策となるであろう。

PERT 技法に関する問題点およびその解決策を整理したのが図 3 である。

(2) 大型コンピュータ処理に関するデメリット

これに関しては、大型コンピュータを利用することによって必然的に発生する問題点と、ソフトプログラムの作成・運営に関連する問題点とに大別することができる。

前者のうち特に使用料が発生する問題に関しては、すでに触れたように社内的な予算措置を講じることが可能となれば、現場サイドからの PERT 計算の要請も高まるであろう。

後者のうちインプット作成の問題に関しては、今後インプット作業の簡素化がある程度可能であり、特に標準的な工程に関してはマニュアル

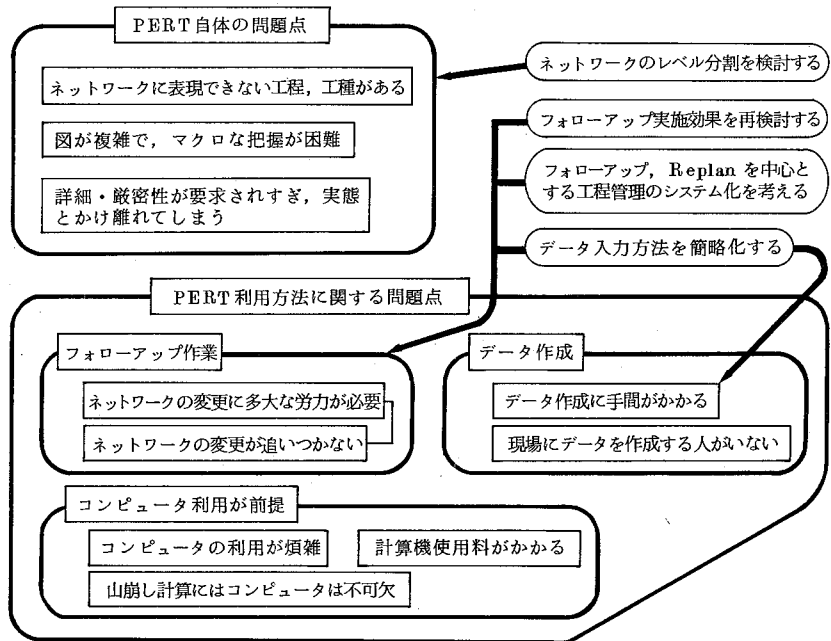


図3 PERT技法の問題点と解決策の整理

化も期待できるであろう。

大型コンピュータ処理に関する問題点およびその解決策を整理したのが図 4 である。

(3) マイコン・オフコン処理に関するデメリット

これに関しても大型コンピュータの場合と同様に、コンピュータ自体の問題点と使用方法に起因する問題点に分かれるが、ここでは前者の影響の方が大きいように思える。しかし、今回指摘された問題点に対する解決策は、マイコン・オフコンの技術革新に

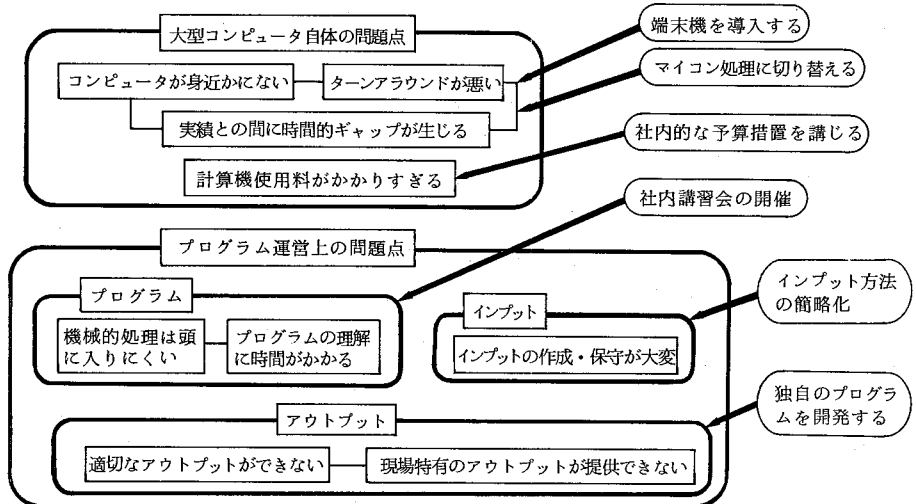


図4 大型コンピュータ処理に関する問題点と解決策の整理

待たなければならないものを除けば比較的容易であると考えられよう。

マイコン・オフコン処理に関する問題点とその解決策を整理したものが図5である。

4.3 PERT技法利用の今後

PERT技法はすでに何回か述べてきたように、まだ十分に利用されていないのが現状であるが、今後の展望はそれ程悲観的ではなく、4.2で整理した個々の解決策が順次実施に移されていくならば、利用頻度は向上していくものと思われる。しかし、コンピュータ処理はPERT技法利用の大前提であるため、特に現場におけるマイコン・オフコンシステムを早急に開発整備するとともに、大型コンピュータとの機能分担、連繋を効率よく実施していくことが肝要となろう。

なお、PERT技法が不得意とする「工程ネットワークが一次的に表現できない工種」に対しては、今後ともシミュレーションを中心とする専用の日程計画モデルが開発されていくものと期待される。

5. おわりに

PERT技法が我国へ導入されてからすでに20年になるにもかかわらず、工程計画・管理手法として十分に使いこなされていない大きな原因は、土木工事が不確定な要素を多く含むため、作成した計画と実施との間に大きなギャップを生じることにあると考えられている。しかし、計画変更を必要とする度合いが高ければ高い程、以後の工程の実行可能性を科学的に評価する必要性も高いはずであり、PERT技法はもっと利用されてしかるべきであるといえる。

そこで本研究では、まずPERT

技法の利用状況に関する現状調査を実施し、次にその結果の分析を通して、将来PERT技法の利用がさらに進むためには何が必要であるかを検討した。

本稿の結論として、PERT技法よりも優れた計画技法が見当たらない現状下では、図3～図5に示したような解決手段について詳細な検討が必要であることを指摘できたが、その具体策を提言するまでには至らず、今後に残された大きな課題である。

またそれとは別に、PERT技法の利用を進展させるために、本分科会の研究テーマとして、

- ①PERT、工程計画・管理に関する用語の統一、
- ②工種・作業名等、およびその略記表現法の統一、
- ③PERT技法による日程計画作成手順の標準化、
- ④ネットワーク、歩掛等の標準化、

等に関する是非論ならびに具体的な方法論についても検討していく予定である。

最後に、本稿をまとめるにあたって絶大な御支援を賜った当分科会関係者に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 山本幸司：PERT系スケジューリングモデルの改良・拡張に関する研究、名古屋工業大学学報、第34巻、pp.315～321、1982。
- 2) 片山重夫：道路工事における工程管理、工程管理講習会テキスト、pp.109～128、土木学会関西支部、1969。
- 3) 日本能率協会編：経営のためのKJ法入門、日本能率協会、1971。

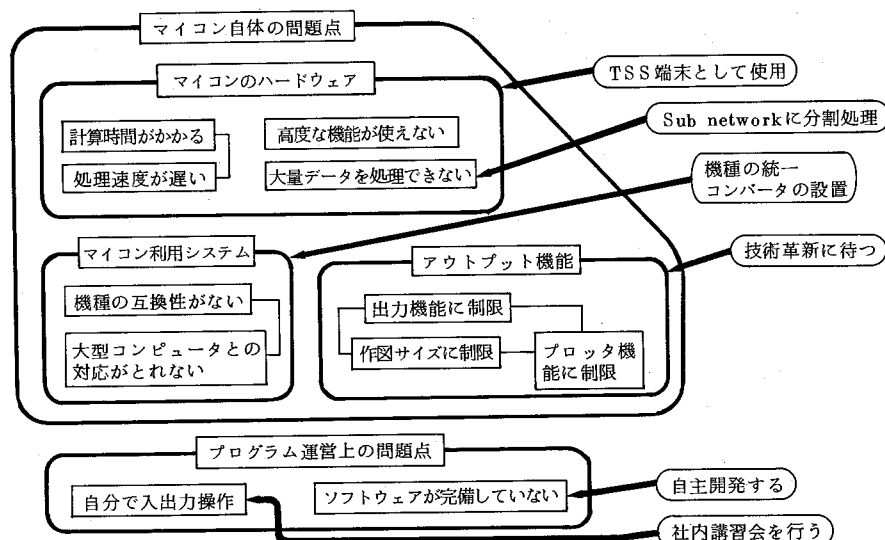


図5 マイコン・オフコン処理に関する問題点と解決策の整理