

座標式工程モデルを用いた概略工事計画策定の対話型システム化に関する研究

京都大学工学部 正 員 古川和広

京都大学工学部 正 員 春名 攻

京都大学大学院 学生員○荒井 清

1. はじめに

近年、建設工事の大型化・複雑化が以前にも増してより一層進んできている。また、大型高性能施工機械の導入に関する問題やそれにとまなう環境問題等、工事をとりまく施工条件は厳しさを増す一方である。このような施工状況を勘案しながら、工事を経済的で迅速にかつ安全・確実に遂行するには、工事着手前に十分な検討を行ない工事に対する基本方針となる工事計画を立てることが以前にも増して必要となってきた。一方、最近のコンピュータを中心とするシステムマシンやそれらの利用技術の発展は、機器の小型化・低廉化そして使用の簡易化を可能にした。そこで本論においては、このような状況の下で工事の計画化を進めていく方法を、コンピュータを中心とするシステムマシンの活用方法まで含めた形で述べることにする。

2. 工事計画の階層性

工事計画は対象とする工事期間や構造物の範囲、さらには意思決定レベル等によって以下の4つに分類できる。(図-1)

- ①基本工事計画 ②概略工事計画
- ③月間工事計画 ④週間作業計画

一般に計画化の過程においては、工事計画の内容を上述べた4つの計画レベルでの要件に適合するように順次ブレイクダウンしながら検討する。そこで本論では、4つの工事計画のなかでも工事全体を概略的に

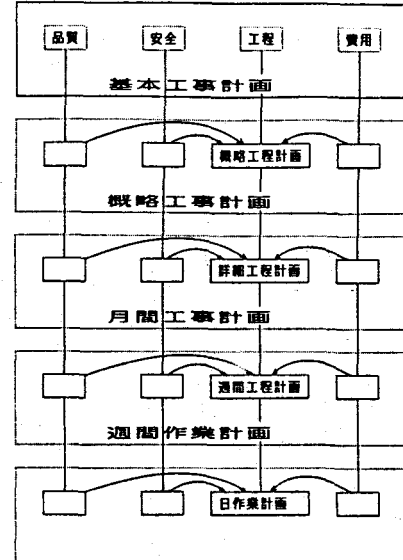


図-1 工事計画の階層構造

デザインしていくという役割を持ち、工事の成否に与える影響も大きい概略工事計画策定の問題を取上げることとした。また、図-1に示すように、工事計画には費用の側面、工程の側面、安全の側面、品質の側面があるが、現在までの研究に基づきこれら4つの側面に対する検討は、工程の側面を中心として行なうものとしている。

3. 座標式工程表と他の工程表の関係

図-2に通常用いられる3つの形式の工程表すなわち、

- ①バーチャート工程表
- ②座標式工程表
- ③ネットワーク型工程表

の関係を概念的に示しておいた。図-2に

示した3つの工程表の特徴や長・短所の説明は紙面の都合上省略する。さて、本研究では、このような工程表のうち、線形構造物に対象を限って座標式工程表を計画用のツールとする概略工程計画の作成方法について述べるとともに、概略工程計画の作成を対話型システムとして設計していく方法について述べることにする。

4. 対話型システムによる概略工事計画の作成手順

はじめに、ここでは現行の工事計画の作成に至る一般的なプロセスを明らかにした。

(図-3)

すなわちまず施工条件、前提条件、環境条件等の諸条件を入力情報として、施工法の設定や工事費用・工事期間さらには投入資源量の概算等の基本工事レベルにおける検討を行なう。次に工事を構成する部分工事の内容および施工数量の明確化をも行なう。そしてこれらを入力情報として、今度は実際に工事用資源を動かしながら工事全体をデザインしていくという概略工事レベルにおける検討へと進む。

概略工事計画レベルにおける検討の内容は大きく2つに分けられる。つまり工事全体に関わる問題を検討する概略的検討の場面(例えば投入資源の量の決定)と、部分工事を対象とする詳細検討(例えば人員の配分の決定)の場面である。以上のような現況分析的検討を行なったのち、本研究では基本工事計画によって明らかにされる諸条件を与件として概略工事計画を策定する方法を次のように設計した。すなわち、図-4の5つのステージにわけて検討する手順を対話型システムとして構築することとした。

本研究においては、概略工程計画策定を

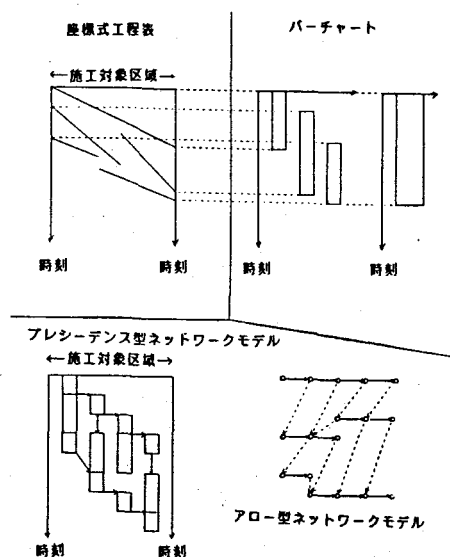


図-2 代表的な工程モデルとその関連の概念図

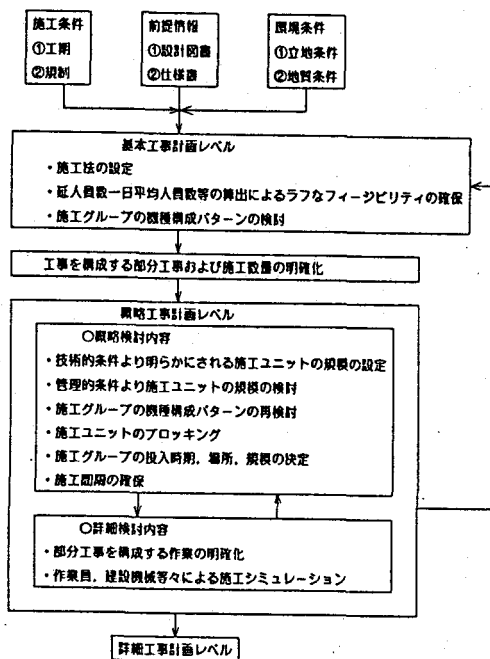


図-3 工事計画の階層性を考慮した計画化のための検討のプロセス

以下に述べる設定の下で行なうこととした。すなわち、種々の制約条件の下で、各工種(部分工事)の施工速度の変化や工区分割、

さらには作業の分割等によって、工期を満足させ、かつ低廉な工事費用で概略レベルにおける実行可能性が大きく、かつより望ましい概略工程計画の作成方法の確立を目指すこととした。さらに、重要と判断される部分工事については詳細検討をも先取的に行ない、計画案の詳細レベルにおける実行可能性の保証を行なうこととした。

また、工事費用を直接費用、間接費用、作業分割費用、一定費用の総和で表わすこととした。直接費用とは各工種の施工速度を大きくすることによって増加する費用である。間接費用とは工事期間の延長によって増加する費用である。作業分割費用とは作業を分割する際に機械等のクールダウン・ウォームアップに要する費用と作業が行なわれていない間、資源が拘束される損料の和である。一定費用とは材料費等の施工速度や工事期間に影響されない費用である。なお、ここでは対象工事を線形構造物工事に限定していることから、同一ブロック内での施工方向は片押しだけを考えている。

ステージ1ではまず、所定の工期を満たす工区分割、作業分割、施工速度の組合せをコンピュータにより立案させこれを初期実行可能解とする。次に、工期を満たしながら総工事費用が初期実行可能解の総工事費用の $\alpha\%$ 増の範囲に収まる代替案を可能な限り全て立案する。（ α の値は意思決定者が与えるものとする。）

ステージ2では、所定の工期を守るという条件の下で、立案した概略工程計画案各々について施工速度の変更により総工事費用を最小化する「数理計画問題」を解く。

続くステージ3では、多種多様の作業員や施工機械を必要とし工事全体に与える影響が大きいと判断される部分工事（例えば

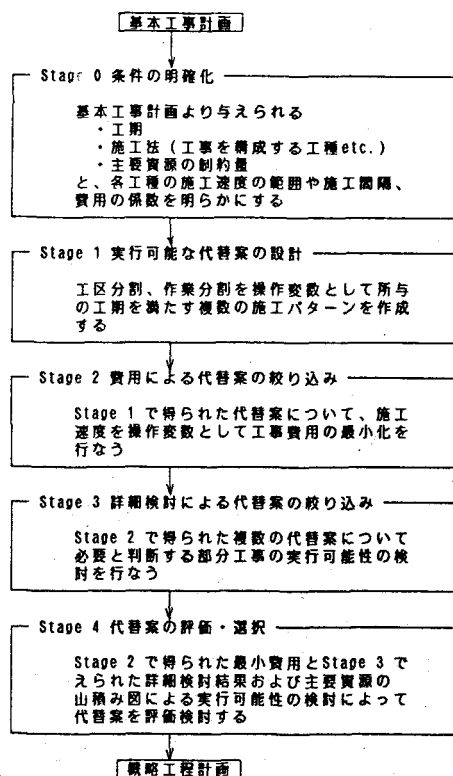


図-4 概略工程計画策定の手順

構築工事等) についての詳細検討をネットワーク工程モデルを用いて行なう。

最後に、ステージ4ではステージ2で絞りこまれた各概略工程計画案について座標式工程表、主要資源の山積み図、直接費用累積曲線、出来形図等々の図形情報やステージ3より得られる情報、さらに算出された工事期間・総工事費用等の情報を用いて総合判断を人間が下す。

以上述べてきたように随所に検討の結果を視覚情報化し、人間の判断を差しはさみつつ、望ましい指示を与えていくことにより得られる利点は次のようなことが考えられる。

①技術者が施工機械の能力や施工時間に関する分析情報を駆使できることになり現行の計画作成方法による場合よりも多くの代

替案を案出することが可能となる。

②代替案は途中で経験者の判断を差しはさんでいることから実行不可能なものが入りにくい。

また、工事を実施する上で安全性・施工性を確保することも重要

な事項である。作業間にこれを保証するための時間的あるいは空間的間隔が必要となる。これを「施工間隔」と呼ぶこととする。これは、

①空間的施工間隔 ②時間的施工間隔の2つに大別できる。

①の空間的施工間隔は、一般に空間距離と呼ばれ、ある作業が行なわれている間、その作業に隣接する位置に何ものも侵入することができないという空間のことで、例えばケーソン据付等の工種で生じる保安距離に当たる。②の時間的施工間隔は同一の施工場所で、ある作業が終了してから次の異なる作業を開始するまでの時間のことで、例えばコンクリート打設工種で生じる養生期間にあたる。

以上に述べた施工間隔の問題のうち、①の空間距離は定量的に捕えることが比較的困難である。このような問題に対しても経験者がコンピュータと対話しながら検討していく方法が有効となる。すなわち、コンピュータグラフィックスを利用して、施工間隔の検討を座標式工程表上で直接コンピュータと対話しながら行なうものである。ここではまず、コンピュータの画面上に示された座標式工程表の軌跡をカーソルを用いて移動させる。次に、移動した軌跡の情報

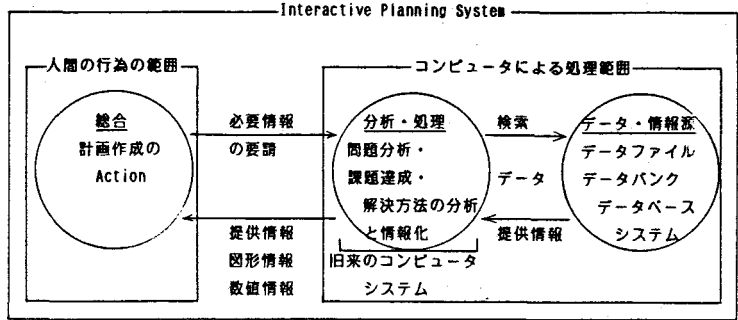


図-5 (Man-Machine型の)Interactive Planning Systemの概念図

をコンピュータが読取り再び計算しその結果を画面上に表示する。工区分割位置等も同様の取扱いを行なえる。

以上述べた経験者の判断とコンピュータによる分析情報を組合せたInteractive Planning System の概念図を図-5に示す。

5. おわりに

以上、人間の経験から得られた直観力を適切な場所に配置し、コンピュータと対話しながら検討を進めていくという対話型システムの概念について述べてきた。このような対話型の計画化のシステムは今後ますます必要となっていくと考えられる。その場合、人間の判断を組み入れる際にはより多くの図形情報を必要とすると考えられる。今後は、このようなコンピュータを中心とするシステムマシンの能力を活用する意味で、計画化の作業体制までをComputer AidedなSystemへと移行していくことも必要であると考ええる。なお事例検討など詳細については講演時に発表するものとする。

【参考文献】

- 1) 著名 攻：建設工事における施工管理に関するシステム論的研究。京都大学学位論文、1971.9
- 2) 著名 攻：“情報処理機器を利用した土木工事のマネジメントシステムの開発方法について”土木工事のマネジメント問題に関する研究討論会講演・資料集 pp7～14。土木学会土木計画学研究委員会施工情報システム小委員会、1984.11
- 3) 開根 善明：“PERT・CPM”。日科技連、1975.3