

土木工事のマネジメントシステムの設計方法について

京都大学工学部 正員 春名 攻

1. はじめに

近年のコンピュータシステム機器の飛躍的な発展は、ここ十数年間継続的に進められてきた土木工事の合理的な計画策定と実施・管理方法の合理化をめざしたマネジメントシステムの確立の努力を果らせるに足る条件をそなえてきている。また、これらハードウェアの保有する多様ですぐれた機能を有効に活用して合目的なマネジメントシステムを構築するためのソフトなシステム化の技術も発展してきている。

当初は経験や勘を中心とする工事計画や管理のためのシステムの構築、あるいはO R 技法や経営情報システム技術の応用や授用にとどまっていたシステム化の技術も、マネジメントシステム構築の目的を明確にして現状の計画・管理体制や方法を十分に勘案したシステム工学的なアプローチを行うように変わりつつある。本稿では筆者等が京都大学での研究や実務の技術者等との共同研究として、昭和40年頃から行なってきた工事施工の計画・管理システムに関する理論的研究や事例研究の成果、さらには今回の施工情報システム分科会での研究活動とおして得られた種々の知見をもとに、工事のトータルマネジメントシステムの設計方法に関して検討を加えて得られた成果の概要を述べることにする。そして、ここではとくにシステム設計の第1段階にあたるシステム設計に関する概念的な検討の方法に関して論じることとする。また、後の3.では筆者が座長として総括役を担当している分科会内の「情報処理システム開発研究会」のメンバーが、工事施工のための実施計画の策定と実施・管理のために必要な管理計画プロセスをシステムの整理のフォーマットとして筆者が提示した要請に対して事例的にとりまとめたものを報告している。

以下2.においては、上述したようなシステム設計に関する概念的検討の方法についての考察を示す。ついで3.では共通のとりまとめのフォーマットにしたがった6研究グループが工事施工の実施計画や管理計画の策定方法に関するシステムの検討事例の報告をとりまとめて示す。4.では今後の検討方向や課題に関する考えを述べて本稿の締めくくりとする。

2. マネジメントシステムの設計に関する概念的検討と整理の方法

2-1 システム設計の3つの段階

従来のマネジメントシステムの設計では、管理体制や管理方法の総体的な合理化をはかるという視点からシステム設計が行なわれるということは少なかった。つまり、部分的な計画・管理体制や方法の改善や個別的な計画・管理問題の解決をはかるという局所的・部分的な視点からシステム設計がなされる場合が殆んどであったのである。これらは、主として計画・管理上の問題が発生しているマネジメントの現場からの要請にもとづくシステム化や合理化が重視されてきたためであるといえる。

このようなシステム化では全体のマネジメントに寄与する程度もごく限られた範囲にとどまることが多く、時には他の部分への干渉作用による不整合な状態を生みだすことすらあった。近年ソフトなシステム化の方法（方法論へのシステム工学的アプローチ）の発達はこのような不整合を生みだすことなくトータルシステム化をはかることを可能とした。つまり、トータルシステムを構成する個別システム（サブシステム）のそれぞれについて、そのシステムの機能的な要件やシステム構築の方法を明らかにしつつ、トータルシステムの目的を効果的に達成するためのサブシステム群の合理的な調整方法を確立して、大きな効果を生み出す効率的なマネジメントシステムを設計していくという方法を開発することができる。

われわれは、過去の理論的研究や実証的な事例研究をととしての経験にもとづき、複合的なトータルマネジメ

ントシステム設計の方法としてつぎのような段階的方法を提案している。すなわち、一見まわり道のように思われる3つの段階をへて実施するシステム（ワークシステム）の設計を行なうことが望ましいと考えている。

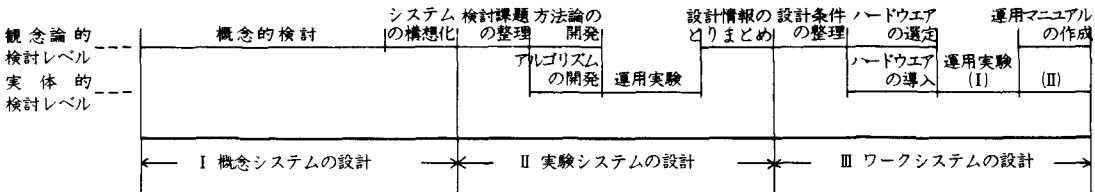
段階Ⅰ： 概念的なシステム（以下このシステムを概念システムと呼ぶ。）

段階Ⅱ： 実験的なシステム（以下このシステムを実験システムと呼ぶ。）

段階Ⅲ： ワークシステムの設計

これら3つのシステム設計の段階に対応した検討範囲を図示すると下図のようになる。

図一1 システム設計の3つの段階と検討範囲



ここで簡単にこれら3つの段階での主要なねらいとその内容について述べることにする。

(1) 概念システムの設計のねらいと内容

大規模な土木工事を合理的に計画し、実施・管理していくことを目的とするマネジメントシステムは、後述するように複合的で大規模なシステムとなることが多い。効率的でかつ効果的なシステムとするためにはコンピュータを中心とするハードなシステム機器（ハードウェア）を利用したシステム化をはかることが望ましい。一度ハードなシステムを導入してしまうとそのシステムの改良をはかることは難しくフレキシビリティに欠けることとなるので慎重な事前の検討過程が必要である。ここでは、以下のような手順をへて概念的な検討を加えて後続する段階への有効な設計情報を提供しようとするのである。

- 手順1. マネジメントシステム設計の目的の明確化
- 手順2. トータルマネジメントシステムの構成に関するシステム論的検討
- 手順3. 対象別マネジメントシステムの内容構成のシステムの整理
- 手順4. 管理要因別マネジメントシステムの内容構成のシステムの整理
- 手順5. 各マネジメントシステムにおける計画・実施・管理方法のプロセス化
- 手順6. トータルマネジメントシステムの構想化と手順1～5の成果のとりまとめ（概念システムの設計）

これらの内容の主要な点については後とで論じることとする。

(2) 実験システムの設計のねらいと内容

ここでは、Ⅲのワークシステムの設計のための設計情報を作成して、望ましいハードウェアを適切に選定して導入をはかるとともにそれらを効果的に利用した合理的なマネジメントシステムを設計していくための準備段階としてこの実験システムを設計することとしている。つまり、前の概念システムの設計で構想した内容を既存のハードウェアや仮想のシステム機器を利用しつつ、マネジメントシステムを実験的に構築して種々の検討を加えようとするものである。その内容としては以下のような手順での検討や作業が考えられる。

- 手順1. 実験的検討の対象となるマネジメント課題や問題の整理
- 手順2. 課題達成や問題解決の方法のシステム論的検討
- 手順3. 各方法のプロセスシステム化とアルゴリズムの開発
- 手順4. 個別マネジメントシステムの実験的構築とそれらの運用実験の実施
 - 4-1 ハードウェアに関する情報の収集
 - 4-2 ハードウェアの実験的使用とソフトウェアの開発・整備
 - 4-3 マネジメントシステム化と運用実験の実施

5-1 ハードウェア導入における選定情報の作成

5-3 トータルシステム化、サブシステム化の方法の明確化（システムの編成方法の確立）

これまでの2段階をへて求められたワークシステムの設計情報にもとづいて現場で実働するワークシステムを構築するのであるが、この段階で特に留意しておくことはハードなシステムの合目的性とユーザーへの配慮を十分しておくことである。つまり、このマネジメントシステムを中・長期的な観点にたって構築しようとしているのか、短期的な観点にたって構築しようとしているのかによってシステム設計におけるハードウェアの内容や選定の基準も異なってくる。またシステム化において考慮すべきフレキシビリティの程度も違ってくることになる。また、構築されたシステムがユーザーすなわち土木技術者の利用しやすい形にしておくことも重要である。せっかく多大な努力を払って構築したシステムが効果を発揮するか否かもこの点にかかわることとなるので十分な配慮が必要である。ここでの手順を簡単にとりまとめるとつぎのようである。

手順2. ハードウェア（システム機器）の選定と導入

手順3. ソフトウェア群のシステムの配置と体系化

手順4. ワークシステムの設計と運用実験の実施

手順 5. 実験結果の分析にもとづくシステムの改良

手順 6. 運用マニュアルの作成

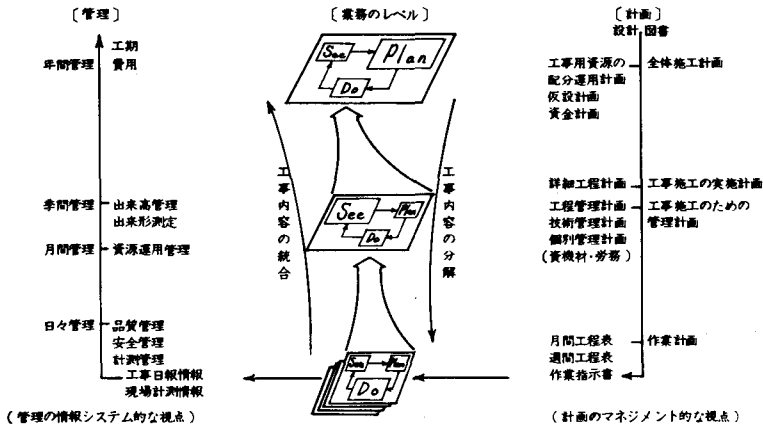
複合的で大規模なマネジメントシステムを観念

論的に検討したり、過去の工事例や現在進行中の工事を対象として実証的検討を加えることにより機能論的に検討を加えて、対象とするマネジメント問題を整理分類してそれらの構造特性を明確にすることは、システム設計のフレームワークを設定する上で重要である。ここでは図-2のように、時間的スケール、空間的スケール、意志決定のスケールという3つのスケールからみてサブシステム群の位置づけとその内容を明確化するという整理・分類の方法をとることを提案する。

図-2のような整理軸で整理分類されたならば、つぎにはこれらのシステムの構成要因を明らかにするとともに要因間の関連関係を明確にしていくのである。それとともにサブシステム間の多重性や階層性という静的な構造特性をも評価要因や状態要因間の重複や関連関係にもとづいて明らかにしていくのである。

図-3には土木工事のマネジメントのPlan, Do, Seeというサイクルと階層性との関係の概念図を時間のスケールという軸からみて整理したものである。

図-3 マネジメントサイクルの階層性



2-3 土木工事のマネジメントサイクルの概念 (内容と範囲)

図-4 マネジメントサイクルの内容と範囲

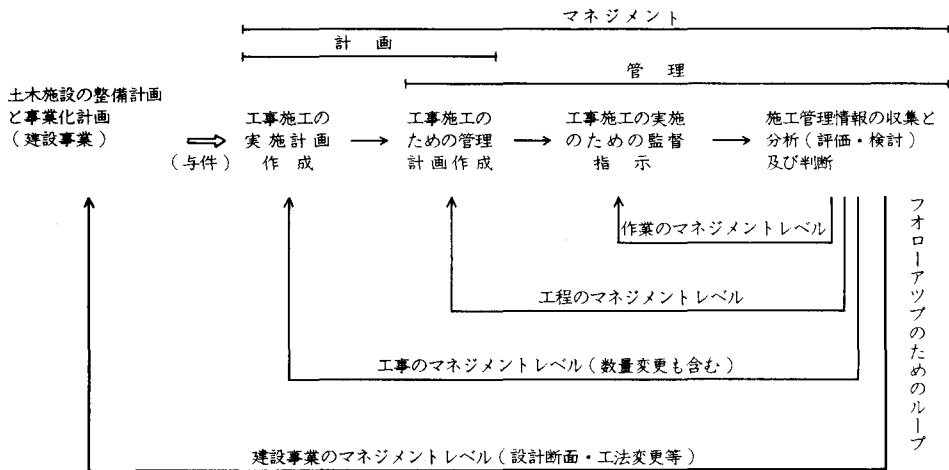


図-4には、土木工事のマネジメントサイクルの内容や計画・管理概念の範囲を示している。従来からPlan, Do, See というマネジメント行為のサイクルで観念的に述べられてきたマネジメントも、いざワークシステムの設計を行なう段階になるとその実際の意味内容を明確に規定しておかないと、設計作業が混乱したり不整合を招く原因となってしまう。このためここでは図-4のような概念規定を行なった。

2-4. 土木工事のマネジメントシステムの動的特性の分析

上図のような概念図に従って、各レベルごとのマネジメント行為の内容とマネジメント情報の流れを構造論的に分析したものを図-5および図-6に示した。これらの構造論的な認識や記述は、これまで現場技術者あるいは現場管理者として経験をつんできた人々の経験情報をベースとしてとりまとめたものである。

実際のシステム設計にあたっては、これらの抽象的な言葉で示された事項を具体的な内容として明確化するとともに、後述する工事施工の実施計画や管理計画の策定の概念や方法とこのマネジメント行為の動的把握の結果とを重ねあわせていくことが概念システムの設計を進めていく上で大変効果的であると思われる。

2-5 工事施工の計画化の方法

ここでは、マネジメントシステムの具体的な内容を強く支配すると考えられる工事施工の実施計画や管理計画の策定のプロセスについて述べるとともに、事前の検討としてのこれらの計画を実施段階で効果的に受けとめる場合にキープ・ファクターとなると考えられる“情報”の役割について簡単に言及することとする。これは後の4における今後の検討方向を論じる場合にもう少し詳しく述べることにする。

さて、これまでの筆者の経験から、工事施工の計画化の方法を次のような4つのステージにわけて段階的に進めていくことが最も効果的であると考えている。すなわち

ステージ1. 工事施工の計画化のため

の初期入力情報の作成

ステージ2. 工事施工の構想化

(構想計画の作成)

ステージ3. 工事施工の実施計画の

策定(いわゆる施工計画)

ステージ4. (実施を想定した)管

理計画の策定

いま、マネジメントの役割りを端的に言えば、これらの4つのステージでの検討作業をへて策定された事前の計画を可能なかぎり円滑にかつ効率的に実施することを第一の方針とするとともに、事前の検討をはずれるような状況に対しては、事前検討の方針や姿勢と整合のとれるようにフォローアップ(修正計画の策定)が効果的に行なえるようすることである。事前の検討が十分綿密に行なわれて、不確実さや冗長さがなくなればなくなるほど施工中のマネジメントの労力は少なくて済むことになる。

ところが、土木工事は一般に、事前

にすべて検討しつくせるほど単純で安定的な施工環境にはないので、このための方策を事前に組み込んでおくことが必要であり望ましいマネジメントシステムの当然保有しておくべき要件である。実はこの重要な役割りを果たすのが、事実情報をはじめとする種々のマネジメント情報であり、コンピュータシステムを利用した情報処理システムなのであると考える。この点に関する議論は後にゆずることとして、以下3.では、上記のような考え方に対する事例研究の成果をとりまとめて示し研究会の成果を報告することとする。

図-5 作業レベルのマネジメント行為と情報の流れ

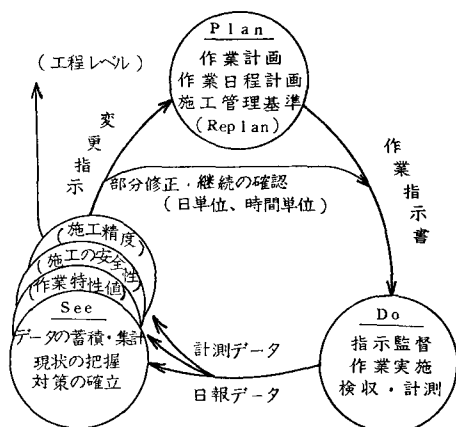
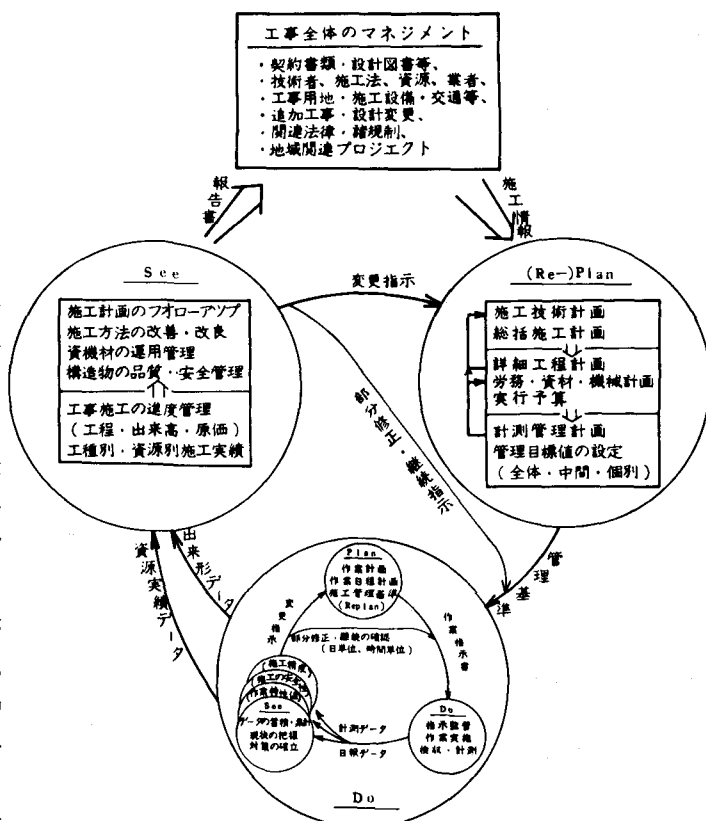


図-6 工程レベル、工事レベルのマネジメント行為と情報の流れ



3. 工事施工の計画化へのシステムアプローチの事例 - 情報処理システム開発研究会の成果の一部として -

3-1 地下鉄工事における考察

3-1-1 フジタ工業㈱ 池田将明・多賀幸夫
河内 寛

3-1-2 はじめに

一般に土木工事施工の良否を決めるのは、施工計画の良し悪しであると言われる。特に最近の複雑な施工環境の中では、工事管理の基本となる施工計画が、土木工事施工において重要な位置を占めて来ると考えられる。

しかし、現状での施工計画作成状況を見てみると未だ個人の経験による手作業的色彩が強く、統一的な手法（考え方）が採られていないようである。

ここでは、前文において提案された考え方を元にして、実際の地下鉄工事（開削工）を例に、より具体的な考察を試みた。

3-1-3 工事例の概要

本工事は、都心の主要ターミナル駅から郊外への延伸線の内、延長293mを開削工法で施工するもので、駅部103m・停接部130m・一般部60mから構成される。

工区内には、商店等が密集した繁華街や、幹線道路との交差部、それに横断河川（川幅3m）等があり、複雑な工事環境となっている。

特に路線上においては、都市計画に基づく街路拡幅工事が平行して施工される為、これに伴う家屋の立退きの遅延が、本工事の施工順序・工程に重大な影響を与えるものと考えられた。

3-1-4 施工計画立案のプロセス・フロー

地下鉄工事における施工計画立案のプロセス・フローは、右フロー図のようになると考えた。

以下、この流れを4ステージに分けて説明する。

(1) 初期情報の作成プロセス

土木工事は、発注者の指定する場所に（現場生産）指定された構造物を（個別生産）受注して施工する（注文生産）生産形態をとる。また、不確定要因の多い自然を相手とするものであるから、個々の施工に先立って、出来るだけ多くの情報を収集・分析しておく必要がある。

このプロセスでは、

- 1) 事前調査（事前協議）の実施
- 2) 工事条件の把握

という手順で、以下のプロセスにおける意志決定の為の基本条件の明確化（数量化・図化・明文化・確認）を行なう。

ここでの基本条件とは、以下の三点に分類されると考えた。

1) 指示条件（契約条件）

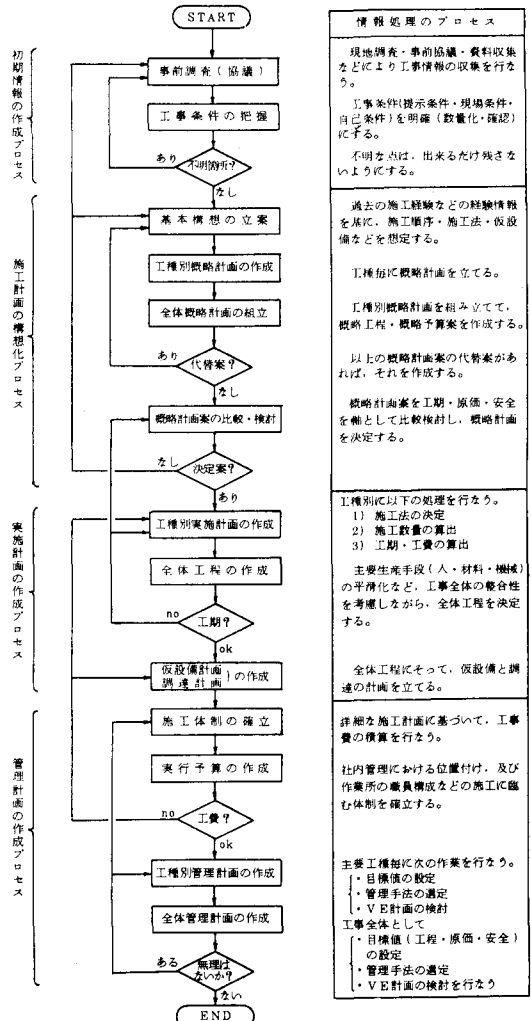
発注者の意志に基づく条件で、原則的には絶対条件と考えられるもの。

- 構造物仕様書・設計図・数量計算書
- 工期・請負金
- 付帯条件（施工時期・道路専有条件等）

2) 現場条件

現地の状況により施工上の制限を受ける条件で現地調査や施工経験との突き合わせにより明確化さ

工事施工計画作成のプロセス・フロー



れる。

- 土質性状・地下水位
- 動力源・工事用水等の受給条件
- 資材・機械の搬入・搬出路の設定
- 交通状況・周辺家屋・埋設物
- 作業帯・資機材置場・事務所の確保 等

3)自己条件

施工業者側の、主に経営上の意志による条件。

従って、上記2条件とは異なり厳密に数量化される事は少ないが、以後のプロセスの意志決定に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

- 社会情勢等に対する経営方針
- 資金状況・協力会社の状態
- 大型機械等の在庫状況 等

(2)施工計画の構想化プロセス

施工計画全体としての整合性をとる為に、実施計画を立てる以前に、より巨視的な視点から概略計画を立てる必要がある。

このプロセスを施工計画の構想化と呼び、以下の手順で行なわれる。

1)基本構想の立案

施工順序・基本施工法の想定。

2)工種別概略計画の作成

主要工種別に施工順序・施工法・仮設備計画・労務計画・資機材計画を想定する。

3)全体概略計画の組立

工種別計画を組立てて、工事全体の工程計画・原価計画・安全計画を想定する。

以上の手順で概略計画案を作成する。ここで、代替案が考えられる時は、同様の手順で作成する。

このようにして作成された概略計画案を、工期・原価・安全性を軸として総合的に比較検討し、以後の実施計画の基本案を決定する。ここでの判定では計画全体のバランスが重要なポイントとなっているが、その他にも施工業者側の自己条件が、大きなウェイトを占める場合がある。

一般的に地下鉄工事においては、過密化された都市部に構築されるので、安全性の考慮から施工法・仮設計画など事細かく規定されており、施工業者の載量に任せられる部分が少ない。

そこで、線的に細長い工区における施工順序の設定が、資機材の投入計画や工事排水の処理等に影響

する重要な要因と成って来る。

特に当該工事では、街路拡幅工事と平行して施工される為、施工順序の良否が工事全体の工程・原価・安全性に大きく影響するものと考えられた。

その他の主要な考慮点は、以下の事柄であった。

- 路面交通対策
- 埋設物の処理
- 沿道家屋対策
- 作業空間の確保

(3)実施計画の作成プロセス

ここでは、前プロセスで作成された概略計画案を以下の手順で具体化して行く。

1)工種別実施計画の作成

まづ工種毎に、実際の工事管理に即した形(単位)で、正確な工事数量を算出する。これは、提示条件の中の数量計算書のチェックと、それ以外の仮設数量の把握などである。

次に、この工事数量から、作業手順・機械の選定・人員配置・仮設備等を検討し、工種別工程計画作成に至る。

2)全体工程の作成

工種別工程を概略計画に沿った形で、全体工程に組立てる。但し、主要工事資源(人・材料・機械)の山崩を行なう必要はある。

こうして作成された工程計画が、与えられた工期を満足しない場合は、工種別工程の再検討、もしくは概略計画案の再検討までフィードバックする必要がある。

3)仮設備計画の作成

これまで工種毎に検討されて来た工種別仮設備(スキップ・ホッパー等)と工事全体として必要となる仮設備(給排水設備・受電設備・モルタルプラント等)を無理のない容量で計画する。

4)調達計画の作成

工事全体工程に沿って、主要工事資源の必要数量を正確に把握し、これに現実の調達可能数量・投入方法・調達単価までを考慮して、調達計画を立てる。

地下鉄工事での主要資源には、以下の物がある。

- 作業員(土木・大工・鉄筋工等)
- 機械(スキップ・杭打機・レッカー等)
- 資材(仮設山留材・鉄筋・コンクリート等)

(4)管理計画の作成プロセス

施工計画の中に管理計画まで含めて考える事は全て計画がその実行の管理までを前提に作成されるので、窮めて当然の事と考えられる。

しかし、実際の施工計画書の中で、明確に管理計画まで記載されている例は、あまり無いようである。

これは、管理項目と管理手法が、社内における経験情報として蓄積されており、半ば制度化されているからであろう。

しかし、最近の我々を取巻く社会情勢は急激に変化しており、過去の経験的管理制度だけでは、今後とも充分に対応して行けるとは考えられない。

つまり、最近の土木工事に求められる管理項目の多様化・管理内容の精度向上や、最近のエレクトロニクスの発達による管理手法の多様化は、今後の施工計画の中で、個々に管理計画まで作成する必要性を暗示していると考えられる。

それでは、次に管理計画作成の手順について触れたい。

1)施工体制の確立

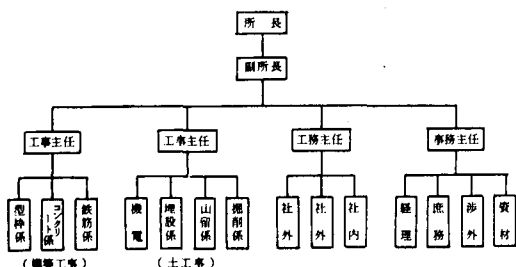
工事を管理して行く上で、どのような体制でこれに臨むのかと言う事は、管理計画をより具体化して行く上での基本方針ともなる重要な項目である。

ここで言う管理体制とは、以下の項目をさす。

- 社内管理における位置づけ（本支店管理・支店管理・工事部管理）
- 作業所の職員構成（工種別組織・工区別組織・構造物別組織）

当該工事では、重要工事に指定されており、その管理は、作業所レベルから支店レベル・本社レベルにまで及ぶ体制（本支店管理）と成っている。

また、作業所の職員構成は、多工種の作業が同時進行する地下鉄工事の特徴から、下図のような構造物別工種別組織を採用している。



2)実行予算の作成

実行予算は、これまでに作成された施工計画を原価の面から表現したもので、施工管理の重要な管理基準と成るものである。

またここで、実行予算と出来高計画から資金計画を厳密に立てておき、収支のバランス管理を行なう必要もある。

3)工種別管理計画の作成

主要工種に関しては、施工計画の中で詳細な管理計画を立て、緻密に管理する事が重要である。

ここで言う管理計画とは、次の事である。

- 管理目標の決定
- 管理手法の選定

また、ここで重要となる管理軸には、品質管理・原価管理・工程管理・安全管理が考えられる。

4)全体管理計画の作成

工事全体が順調に進んでいるかどうかを判断する為の管理計画が、全体管理計画である。

ここでの管理軸としては、工程管理と原価管理が重要と考えられる。

管理目的	管理基準	管 理 手 法
工 程	工 程 表	PERT・バーチャート
原 価	実行予算	原価算出書

3-1-5 おわりに

以上、工事施工計画立案のプロセスを4ステージに分けて整理してみたが、実際の施工計画書がこの考え方で作成すれば、最良な計画と成るとは言えない。これは、本文の内容に不足部分や疑問点が多々ある事にもよるが、それ以上に実際の工事が複雑な事によるものと考えられる。

しかし、このような整理が今後も続けられる事は、最近、頃に盛んに進められている工事管理のコンピュータ利用において、これを計画段階からシステム論的に考えると言う意味から、重要な指針になるのではないと思われる。

- 1) 土木学会編：土木工学ハンドブック
- 2) 土木学会編：新大系土木工学98 土木工事管理
- 3) 小倉 二郎：工事管理の実務

3-2 地下鉄工事における施工計画立案プロセスについて

3-2-1 研究グループ 鴻池組 折田利昭, 安井英二

施工計画の立案プロセスは、次のように4つのStageにわけてとらえると、各Stageは目的的な情報処理プロセスと考えることができ、施工計画の実体化の手順と情報の処理を一体化して分析できる。

- 1 施工条件の調査と整理
- 2 工事施工の構想化
- 3 施工実施計画の作成
- 4 施工管理計画の作成

図-1は、施工計画立案プロセスフローである。ここでは開削切りばり工法による地下鉄工事を例にとり、施工計画立案プロセスにおける各Stageでの入力・出力情報とその処理内容について考察する。

3-2-2 施工条件の調査と整理

施工計画を作成するには、対象となる工事の施工条件を確認する必要がある。ここでは、受注時に用意されている情報の確認以外にも、後述の出力を得るための必要情報の調査、次Stage以降に必要なとされるであろう情報の内容とその時期についての指示が出され、以下の処理を行なう。

1) 契約条件の確認

- ・入力情報-契約書類、設計図書、共通・特記仕様書
- ・処理-①記載内容の確認

②不明箇所の確認

- ・出力情報-請負金、工期、構造物の形状・寸法・数量、品質仕様、工法、設計・施工上の特記事項

2) 現地条件の確認

- ・入力情報-現場説明資料、土質柱状図、施工場所周辺地図、法規
- ・処理-①工事施工を構想化するための環境条件の調査・整理

- ・出力情報-土質分布図、工事用地・埋設物の位置図、届出関連法規の条項、周辺地域に対する対策事項

3) 施工数量の算出

- ・入力情報-設計図書、共通・特記仕様書
- ・処理-①主要工種の抽出

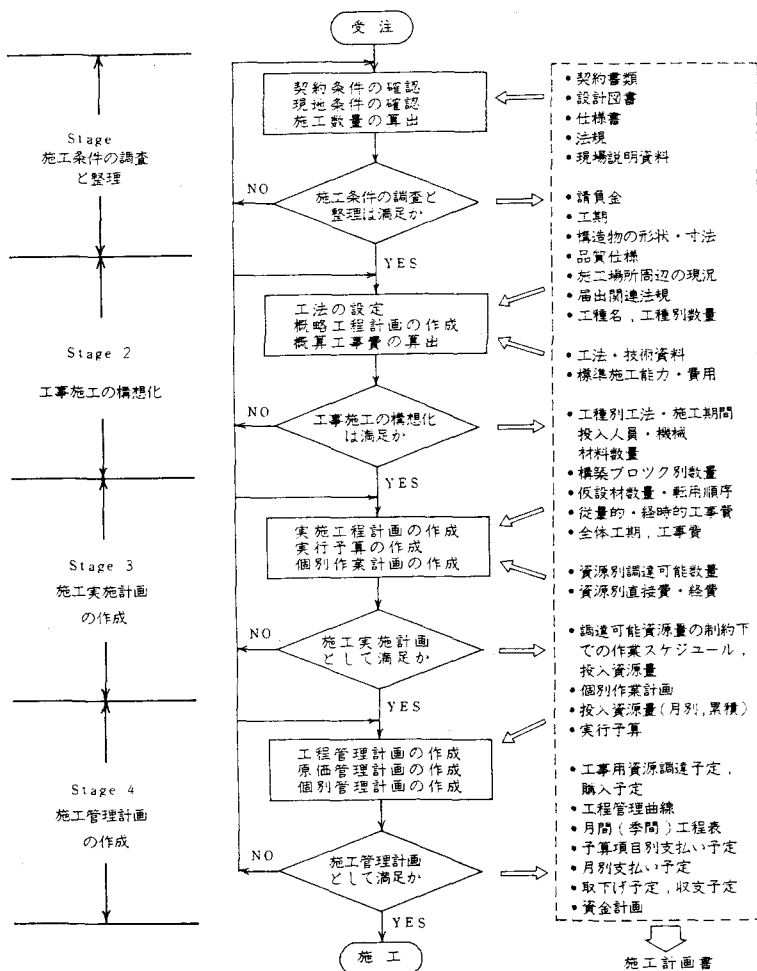


図-1 施工計画立案プロセスフロー

②主要工種別の施工数量の算出

- ・出力情報－工種名と施工数量；杭打工（杭本数）、堀削工（堀削土量）、路面覆工（路面覆工面積）、構築工（コンクリート量、鉄筋量）、埋戻し工（埋戻し土量）、準備工（歩道切削面積等）、復旧工（路面復旧面積等）

3－2－3 工事施工の構想化

Stage1で確認・整理された情報を前提条件として、実施工に向けてのフレームを決定するための情報処理が行われ、主要な出力内容は未検討の仮設材の概算数量に基づいた概略工程計画、概算工事費となる。

1) 概略工程計画の作成

- ・入力情報－Stage1の出力情報、調達可能機械の種類・台数、調達可能仮設材の種類・数量、標準的な施工能力に関する施工実績情報：経験情報、工法に関する技術情報
- ・処理－①土留め工法、切りばり段数の検討による土留め関係数量の算出
 - ②各工種の工法と標準的な施工能力に基づく工種別施工期間の設定
 - ③指針および施工能力からの構築工施工ブロックの分割とブロック別施工数量の算出
 - ④構築ブロックごとの使用仮設材数量の算出
 - ⑤構築ブロックごとの仮設を含めた施工数量と、構築工施工期間に基づく仮設材転用順序の設定
 - ⑥構築工の施工期間の設定
 - ⑦各工種における、施工期間と施工能力に基づく投入資源量の算出
- ・出力情報－工種別工法、施工期間、投入人数・機械台数、施工能力；土留め設計値・関係数量；構築ブロック別数量（コンクリート量、鉄筋量、仮設資材数量）；仮設材転用順序；総使用数量

2) 概算工事費の算出

- ・入力情報－請負金、概略工程計画の出力情報、標準的な機械費・労務費・資材価格
 - ・処理－①概略工程計画により設定された工種別投入資源量（本設・仮設材料、労務人員、機械）に基づく従量的な工事費の算出
 - ②概略工程計画により設定された工種別施工期間、全体施工期間に基づく経時的な工事費の算出
 - ・出力情報－工種別および全体の従量的・経時的工事費
- 種々の代替案における概略工程計画と概算工事費の出力情報を、工期・請負金などの前提条件を総合して評価し、工事施工のフレームを決定する。

3－2－4 施工実施計画の作成

Stage2で得られた工事施工のフレームに基づいて、工事の施工性；合理性を追求する視点から詳細な実施計画を作成するが、ここでは工種ごとの施工性・合理性のみならず工種間の関連性を十分に考慮した全体的な施工性・合理性について、工程・原価を中心として技術・安全・品質の面から評価を行う。

1) 実施工程計画の作成

- ・入力情報－概略工程計画として設定された諸情報、職種別労務人員調達可能数、機種別調達可能台数；協力業者能力情報、経験情報
- ・処理－①付帯工種（埋設物防護等）の抽出と施工期間の設定
 - ②全工種についての、構成作業レベルへの分解と作業期間の設定
 - ③労務人員、機械台数、仮設資材の調達可能数量による諸資源使用の平滑化
 - ④工種ごとの期間制約に基づく工種施工期間の調整
 - ⑤全体工事の施工進捗予定の算出
- ・出力情報－調達可能資源量による使用資源の平滑化を行なった工程計画（工種および作業ごとの施工開始日、終了日、施工期間、投入資源量、施工数量、仮設材転用順序）、投入資源別数量ならびに施工数量（期間別、累積）

2) 実行予算の作成

- ・入力情報－請負金、概略工事費、実施工程計画、機械経費、労務単価、資材単価、購買情報
- ・処理－①作業レベルでの施工数量の算出
 - ②標準的な施工単位による作業レベルの工事費の算出
 - ③作業レベルの工事費の予算項目への集約

・出力情報－実行予算書

実施工程計画においては、各工種での作業手順についても、道路占用計画（準備工、杭打ち工、路面覆工における機械配置）、埋設物防護計画（防護方法）、排水計画などが作成され、評価を行う。

3－2－5 施工管理計画の作成

Stage1からStage3に至るプロセスで入力された情報の量や確かさは、必ずしも施工実施計画の内容や精度を満足させるものでない場合も多く、施工時のある時点までの実績を分析し、計画情報を適宜修正することにより以後の実施計画を作成する必要がある。そのためには、収集すべき実績値の内容と精度、収集方法、分析方法、さらには以後の施工状態を推定する方法を事前に計画しておくことが肝要であり、これをここでは施工管理計画とよぶことにする。ここで基本となる考え方となるのは施工実施計画が作成された段階ですでに定量化されている種々の計画値について、収集可能な実績値と整合性がとれるように再整理し、管理目標値として集約することといえる。

ここでは、工程管理計画と原価管理計画にしばって考える。

1) 工程管理計画

- ・入力情報－実施工程計画の出力情報
- ・処理－①施工状態評価の基本期間（週・月・季）
 - ②基本期間ごとに実績評価のチェックポイント設定の抽出（コンクリート打設を中心）
 - ③実施工程計画の出力情報の、管理情報へのとりまとめ
- ・出力情報－主要工種別施工期間、全体施工期間、クリティカルパス、投入資源別山積み図（月別、累積）、工事用資源調達・購入数量（月別、累積）、工程管理曲線、基本期間（週・月・季）工程表、施工実績記録項目

2) 原価管理計画

- ・入力情報－実行予算書、実施工程計画
- ・処理－①工程計画に基づく発生予定工事費（工種別、予算項目別、契約先別）の算出
 - ②出来高予定と取下げ条件に基づく取下げ予定高の算出
 - ③支払い予定と取下げ予定による収支状況の算定
- ・出力情報－工種別・予算項目別・契約先別月次支払い予定、月次出来高予定、取下げ予定、収支予定に基づく資金計画

これらの出力情報を得るためには実施した作業情報を収集・処理し、工程計画や予算項目の単位に集約することにより施工進捗状況、支払い費用を評価したり、以後の状態を推定し計画を修正する方法（システム）が確立されている必要がある。

また、構造物の安全性・設計条件の確認のための計測計画、作業者の安全性確保・構造物の要求品質の確保のための作業手順、指針についても必要に応じて個別計画を作成する。

3-3 施工計画の立案プロセス（港湾工事を対象としての分析）

3-3-1 五洋建設株式会社 土木設計部 澤畑 誠

3-3-2 港湾工事としての特色

施工計画立案のプロセス・フローは一般に図-1 のようであるが、対象を港湾工事に限定して考えると次の点に特色がある。

① 自然条件の厳しさ

自然条件のうち特に海象条件を十分に把握して稼働率を算定すると共に、異常波浪による施工途中の構造物の被災の危険性を極力小さくするように計画を立案することが重要である。

② 施工方法の多様性

同一の構造物の施工に関して、種々の工法あるいは使用可能船舶機械が想定される点は陸上工事とも同様であるが、工法あるいは使用船舶機械別に能率・安全性の点で大幅な相違を生じる。このため「工事施工の構想化」の段階が特に重要となる。

③ 仮設基地の重要性

資材の積出設備・資材の製造・仮置ヤード、機械設備ヤードおよび作業船の基地・壁難港のための仮設基地か、工事の円滑な進捗のために必要である。この場合、仮設基地として既設の用地・設備を利用できることは稀であり、一般には、新規に造成・建設する必要がある。このため仮設基地の規模が全体の工事規模に影響を与えることとなる。それゆえ仮設基地を適切な規模に想定して計画立案を開始することが、作業のフィード・バックを減少させるのに有効である。

上記の点に留意し、図-1 に順じて港湾工事の施工計画立案のプロセスを以下に述べる。

3-3-3 入力情報の作成プロセス

この段階では以後の作業に必要な各種情報の収集とその基本的な処理を行う。これらの情報は、計画条件・環境条件・経験情報の3つに大別できるので各々について以下に述べる。

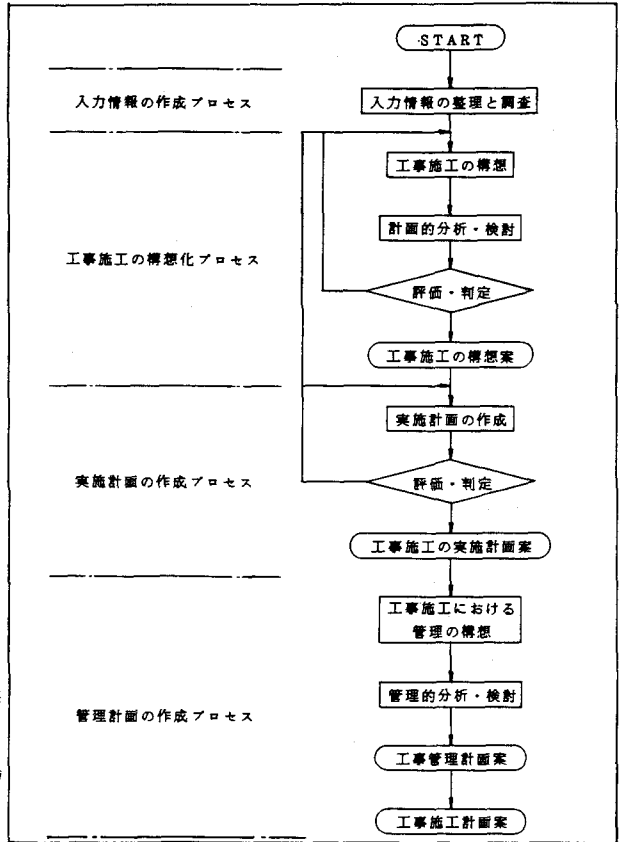
1) 計画条件

計画条件とは①計画位置、②平面計画、③断面別構造諸元、④工期、⑤その他の制約条件等であり、すでに意思決定された条件といえる。

2) 環境条件

環境条件とは①地形、地質、②気象・海象、③資材供給の候補地および能力、④資材搬入方法および能力、⑤壁難港候補地等である。このうち①②は自然条件、③④⑤は地理的条件といえる。②は特に重要であるうえに、一地点の資料で十分信頼できる情報を得ることはますます不可能といえるので、可能な限り近傍の資

図-1 施工計画立案のプロセス・フロー



料を収集して比較検討することが必要である。

3) 経験状報

経験情報とは過去の実績全般にわたる情報であるが、特に①各種施工法とその適否、②工種別稼働限界条件、③使用可能船舶機の種類と数量等である。

4) 基本処理

以上の各種情報より、ここでは①工事数量の算定、②気象・海象の統計処理の基本処理を行い、概略の工事規模と気象・海象条件を具体的に明らかにする。

3. 工事施工の構想化プロセス

この段階では工事施工の構想化として、施工方法・仮設計画を仮定して概略工程を求め、これを計画条件の工期で判定することによって適切な工事施工の構想を案出する。

1) 工事施工の構想

ここでは各断面間の施工順序、断面別の施工方法、投入船舶機械の種類と数量、および仮設計計画を、前段階で収集した各種情報に基づいて仮定する。仮設計画の仮定では1.③で述べた範囲のものすべてが必要である。

2) 設画的分析・検討

ここでは断面別施工方法の仮定にしたがって、サイクル・タイムと工種別日当り施工数量の算定を行う。一方、気象・海象統計処理結果と工種別稼働限界条件より工種別稼働日数の算定を行う。このとき異常波浪のデータから不稼働月の評価・判定を行うことが重要である。以上の結果と工種別施工数量および各断面間の施工順序の仮定より全体の概略工程を求める。

3) 工事施工の構想としての判定

以上で求められた概略工程を計画条件の工期および他の制約条件により判定し、条件を満足していれば当初の仮定を「工事施工の構想案」とする。条件を満足していない場合は本段階の初めにフィード・バックして作業を繰り返す。

4. 実施計画の作成プロセス

この段階では前段階で想定した「工事施工の構想案」に基づいて、工事の実施計画として関連諸計画の作成をし、評価・判定を行う。

1) 実施計画の作成

工事の実施計画として作成すべき関連諸計画は、①工程計画、②資材計画、③船舶機械使用計画、④仮設計画である。工程計画は各工種レベルのネット・ワーク形式で表わす。資材計画は工程計画に基づいて使用主要資材（石材・砂・埋立土・コンクリートブロック・コンクリートケーソン・生コンクリート）について月別の使用量を示す資材使用計画と、これに基づいて主要資材の月別の搬入・製造量を示す資材搬入・製造計画とからなっている。船舶機械使用計画は工程計画に基づいて月別・船舶機械種類別の使用台数を示すものである。仮設計画は資材計画・船舶使用機械計画に基づいて必要な資材製造・仮置ヤード、機械設備ヤード、栈橋数、泊地面積等を示すものである。

2) 工事施工計画としての判定

工事施工計画としての判定は各々の関連諸計画を以下のように評価判定して、「工事施工の実施計画案」を作成する。

i) 工程計画

工程のクリティカル・パスおよび各工種の余裕時間を検討し、変更可能な範囲を把握しておく。他の関連諸計画の変更に伴ない工程計画も変更となるので、その都度工程の変更可能な範囲を把握しておく。

ii) 資材計画

資材使用計画に基づき資材搬入・製造計画を作成するが、このとき後者の計画が資材搬入可能量および資

材製造可能量を満足しているかどうかが判定条件となる。判定条件を満足しない場合は工程計画の変更可能範囲内で工程の変更を行い、その結果に基づく資材使用計画について再度検討を行う。工程計画の変更可能範囲内でどのように工程を変更しても判定条件を満足できない場合は、第2段階の「工事施工の構想化」に戻り、より適切な構想案を作成して作業を繰り返す。判定条件を満足した場合は実行可能な資材計画を作成したことになるが、資材搬入・製造計画の極端なピークを平滑化することにより、より合理的な資材計画へと変更していく。

iii) 船舶機械使用計画

船舶機械使用計画が投入可能船舶機械の種類と数量の範囲内にあるかどうか判定条件となる。判定条件を満足していない場合は工程計画の変更可能範囲内で平滑化を行い、その結果に基づく船舶機械計画について再度検討を行う。工程計画の変更可能範囲内でどのように工程を変更しても判定条件を満足できない場合は、第2段階の「工事施工の構想化」に戻り、より適切な構想案を作成して作業を繰り返す。判定条件を満足した場合は実行可能な船舶機械使用計画を作成したことになるが、月別の極端な不整を平滑化することにより、より合理的な船舶機械使用計画へと変更して行く。

iv) 仮設計画

資材使用計画・船舶機械使用計画から求めた仮設計画の規模と、構想案の仮設計画の規模を比較して判定を行う。両者の規模が等しい場合はそのまま仮設計画として採用するが、等しくない場合は第2段階「工事施工の構想化」に戻り、より適切な構想案を作成して作業を繰り返す。

5. 管理計画の作成プロセス

一般に工事の管理というと、安全・品質・工程・原価の4項目が考えられるが、ここでは前段階までの作業で作成した合理的な工事施工計画を円滑に実行に移す補助手段として特に工程管理について述べる。これは、港湾工事の施工環境が第1段階の「各種情報」で完全に定式化できる程単純では無く、また特に重要な気象・海象条件もあくまで統計値であり、日々あるいは1年間の気象・海象状況を予想するものではないという理由による。

1) 管理の構想

工程の管理は、日、週、月、年の単位で工程の実績を求め、それを計画工程と対比して以後の修正工程を作成することで行うものとするが、実績の把握の補助手段として、主要資材の累計使用量、船舶機械の累計使用台数、実績稼働日数等のデータの収集を行うものとする。

2) 管理的分析・検討

まず計画工程について、そのクリティカル・パス、および余裕時間の分析を行う。次にこれに基づいて主要資材別の予定累計使用量の管理限界を設定し、この管理限界により主要資材の使用量を管理するものとする。また船舶機械についても同様の管理限界を設定し、これにより管理を行うものとする。実績稼働日数のデータは気象・海象の生データと比較して、実績稼働限界条件・気象・海象実績を求め、工事施工計画の修正に利用するものとする。

3-4 大規模土工における施工計画立案のプロセスについて

3-4-1 山崎建設㈱ 上田 隆

3-4-2 はじめに

近年の工事規模の拡大、人件費の高騰によりますます建設機械の大型化、高性能化が進められている。また、最近のエレクトロニクス技術の進歩は製造機械のロボット化を始めとし、急速に省力化・無人化の方向に向っている。建設産業においても、その機械化は加速度的に押し進められるものと考えられる。特に、大規模土工については従来の一般土木工事にあるようなマンパワー依存型から装置産業型にその作業形態そのものが変革しつつある。

受注生産、単品生産の環境にありながら装置産業型の色あいを濃くすることによって、新しい計画、管理システムの構築の必要性が生じると考えられる。

また、計画・管理といったソフトなシステムのためのハードウェアツールとして、パーソナルコンピュータを始めとするエレクトロニクス情報処理機器がある。それらも、最近急速に発展し、新しい可能性を生み出している。

ここでは大規模土工工事を想定し、その施工計画・管理システムを構築するため、施工計画立案のプロセスについて考察する。

3-4-3 土木工事のマネジメントシステム

一般にマネジメントは、PLAN-DO-SEEのマネジメントサイクルとしてとらえることができる。しかしながら、企業活動におけるマネジメントサイクルは時間軸に対して、あるいは管理レベルに対して多重・多階層なサイクルとしてとらえる必要がある。

ここでは図-1のようにモデル化を行った。このようにマネジメントシステムのフレームを時間軸・管理レベルに対して規定することより総合的マネジメントからローカルマネジメントまでの整合のとれたマネジメントシステムを構築することができると考える。

上記のフレームにそって機械土工におけるマネジメントシステム構築を試みた。図-2は、実績情報に注目した時の情報の流れと管理方式の例である。多重・多階層のマネジメントサイクルのそれぞれにそのサイクルに対応する施工計画が存在する。マネジメントサイクルは、下位レベルに近づくにつれ、その具体性が増し、フィールドに近づくことになる。それにつれて、施工計画は、目標設定という意味あいが濃くなっていく。最終的には、図-2にあるように作業指示書として、日々の機械1台ごとの稼働内容、生産目標となる。このように下位レベルの施工計画になるほど現場の段取り変え、その他、当初では予想つかない現象が発生するのが普通である。上位レベルの施工計画の実行可能性を確かめ、必要に応じて、個々の問題に対応した施工計画が作成されなければならない。

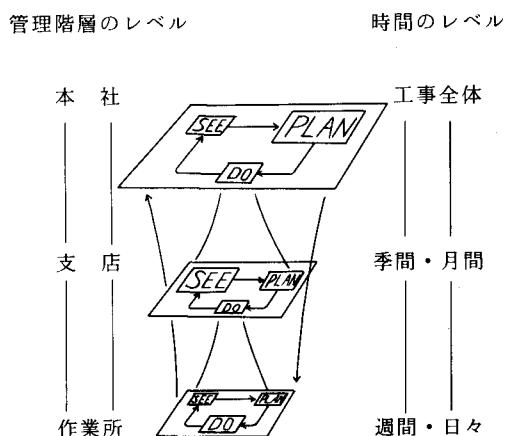


図-1 土木工事のマネジメントモデル

3-4-4 施工計画立案のプロセスについての検討

ここでは大規模土工における施工計画の作成を想定してその検討を行う。施工計画作成のプロセスとして次の4つのステージに分割した。

STAG 1：入力情報の作成

STAG 2：工事施工の構想化

STAG 3：実施計画の作成

STAG 4：管理計画の作成

図-8は、大規模土工のための施工計画立案のプロセスを上記の各ステージに合わせて具体的な内容を記述したものである。図中左側は施工計画立案のプロセスとそのための情報処理の内容、右側は情報処理にともない、入力あるいは出力される情報である。

それぞれのステージについて検討を加える。

(1) 入力情報作成のプロセス

施工計画・管理計画を作成するための初期入力情報を作成するためのプロセスである。

地形・土質・施工数量・その他制約条件など現場固有の情報をそのままの形で整理する、あるいは地形図から施工数量を算出し数量化するという情報処理が行われる。また必要に応じて現場踏査や、弾性波測定・トラフィカビリティ計測など土工機械の施工性を判定するための現地試験、サンプルによる室内試験が行われる。その他に制約条件の調査・整理の対象としては、環境・公害問題、施工機械の搬入路や作業エリアの大きさによる制約の有無などがある。工期については、全体工期はもちろんであるが、他の工種（例えば構造物など）の工程が制約条件となる場合が多い。上位レベルの工程計画表により調査・検討する必要がある。

土工機械の諸条件についても、作業能力、施工特性、経費などについてここで整理しておく。しかし、この件は他の工事についても共通の情報であり、施工条件と機種によって検索が可能なハンドブックとすることができる。しかしながら、これには分類集計可能な多量の施工実績を積み重ねることが条件となる。

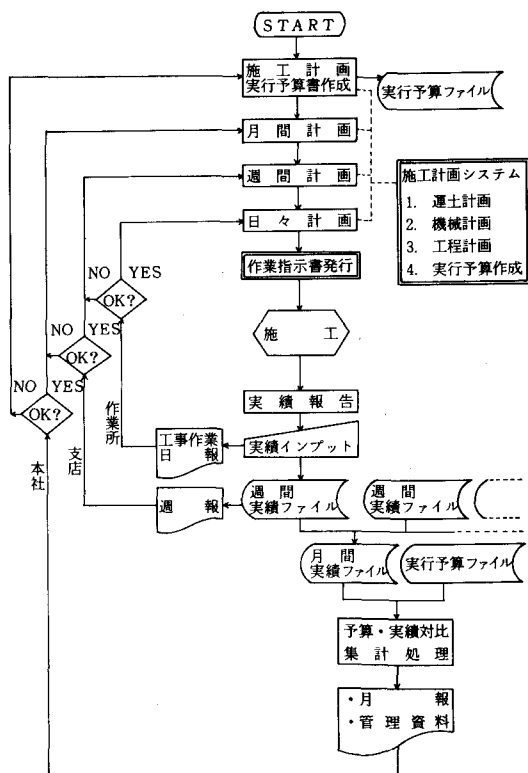
(2) 工事施工の構想化プロセス

工事施工の構想化として概略の工事フレームがこのプロセスで形成される。機械土工の施工計画においては、搬土計画の作成とそれに割り当てられる機械系の決定、工事用走路などの仮設計画を考慮した現場レイアウトが主要な要件となる。それらは互いに関連を持っており、複雑にフィードバックを繰り返しながら、概略的工事フレームを形作ってゆく。従来は熟練した技術者の経験情報が概略的工事フレーム形成のための重要な入力情報であった。しかし、上記の入力情報作成のプロセスの充実、コンピュータを用いたシミュレーション手法の導入による試行錯誤の省力化、などの方法によって経験情報の不足を補い、客観的・定量的な意思決定が行えるものと考えられる。

搬土計画とそれに対応する機械系が決定すれば、機械投入数量・工期・費用の算出を行う。ここで実施可能性と経済性が確保されれば概略計画案として搬土計画、工程計画、仮設計画、機械投入計画、予算計画が作成される。

多くの場合、この段階で見積書の提出、あるいは施工法の提案書といった形で外部との調整が計られる。

図-2 施工計画・管理システムフロー図



ここでは、まだ複数の計画案がある場合が多い。このプロセスの最終段階として外部との調整の後、複数の計画案の中から1つが選ばれ、必要であれば、もう一度詳細な検討が行われる。

(3) 実施計画作成のプロセス

概略工事フレームはこのプロセスで、詳細な数量の算出の後、実施計画として各種の文書・図表に形を整えることになる。その主なものは工種別工程計画、機械・人員投入計画、仮設計画、実行予算書などである。このプロセスで計画案に対する最終的な分析・検討がなされる。

(4) 管理計画作成のプロセス

施工管理のための管理体制と管理方法を明確にするのがこのプロセスである。

施工管理の方法としてすでに制度化され、各工事共通の管理方法となっている分に関しては、その管理基準を工事に合わせて明確にする。

ここで問題となるのは、2章で述べたような新しい管理方法あるいは管理のためのハードウェアツールを採用する時である。このプロセスにおいてその実行可能性を十分に追究し、必要であれば、そのマニュアルを整備しなければならない。

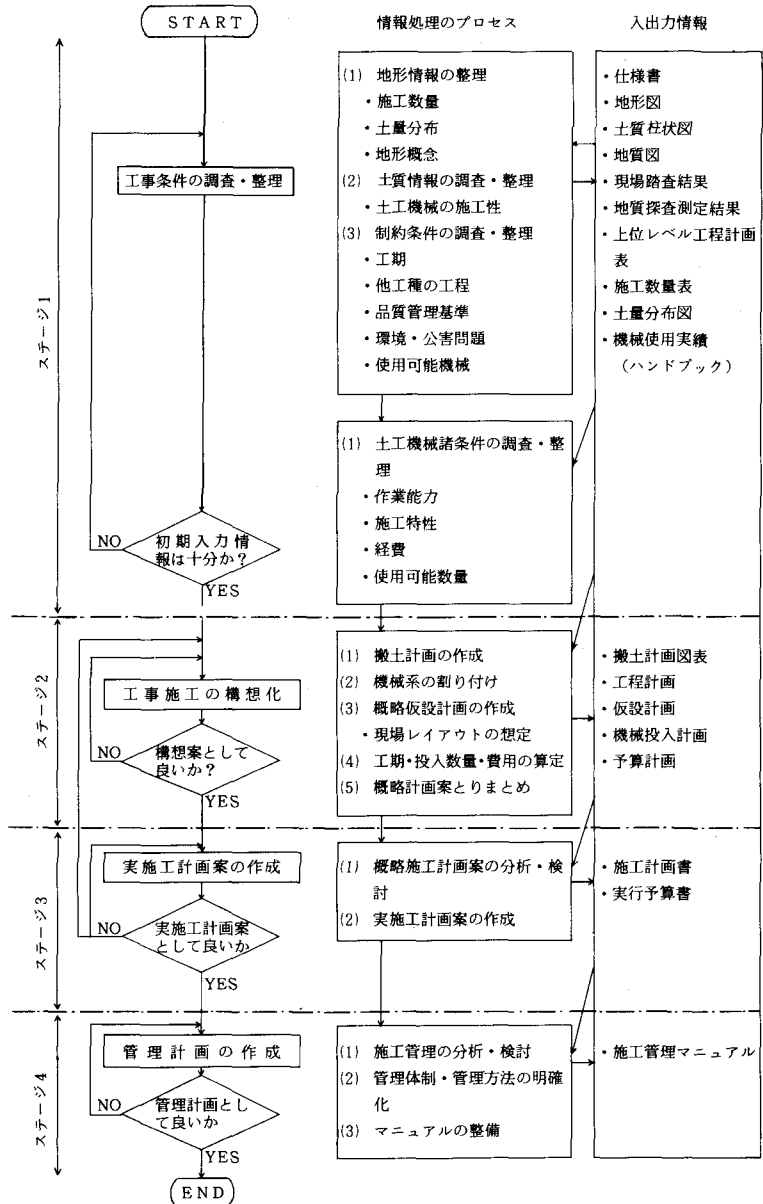


図-8 施工計画立案のプロセス

3-5 地下大空洞建設工事における施工計画立案のプロセス

3-5-1 ㈱奥村組・技術研究所 岡本伸一

3-5-2 土木工事における施工計画立案のプロセスの骨子は図-1 のようになっていると考えられる。そこで、ここでは地下大空洞建設工事における施工計画立案のプロセスを取上げ、その具体的内容を図の各ステージに従って述べることにする。

(1) ステージ1：工事条件の整理と調査

ここでは以後のステージにおいて必要になるであろうと想定される各種の情報を整理して確認するとともに、新たに追加調査の必要があればこれを実施する。具体的には次のような事項について整理・調査を行う。

①工期、請負金……工事全体の制約条件であるが、とくに工期は絶対的な制約条件であり最優先して考えなくてはならない。これらはともに契約書に明記されているものであり、十分に確認しておかなくてはならない。

②設計図書類……詳細設計図書等にもとづいて構造物全体および部分についてその規模、出来形を想定する。又、これをもとに部位別の施工数量を算定する。

③現地状況……現地調査を通じて地形、地質、地下水位、
周辺家屋など施工を行う環境についての情報を整理し確認する。

④関係法令……労働基準法、労働安全衛生法、騒音規制法、
振動規制法、水質汚濁防止法等当該工事の施工にあつて勘案
しなければならない法令の整理とその中で具体的に関連する部
分について詳細な調査を行う。

⑤歩掛実態……工事の特殊性や作業の難易度に応じてでき
るだけ実態に近い歩掛りを把握する。

⑥資機材単価・損料……この段階で確実に使用することが
決まっている資機材および最終的な施工計画立案のために検討
を加えようとしている資機材について地域性を考慮した現実的
な単価・損料を調査・整理する。

⑦保有資機材……当該工事において使用予定のある資機材
について、それらを自社で保有しているかどうか、又、入手可
能かどうか調査する。

⑧過去の類似工事施工実績……過去の類似工事施工記録は
当該工事にとって有用な情報を多く含んでいるため、参考にで
きるようできるだけ整理した形で準備しておく。

このステージでは部位別施工数量の算出を除いては特別な情報
処理は行わないが、全ての情報を以後のステージにおいて利用
できるだけの精度と内容を備えたものに特定化しておくことが
重要である。

(2) ステージ2：工事施工の構想化

このステージでは工事全体の概略施工計画の立案と積算が主
な事項である。具体的には次のようである。

①施工法の検討と方針の決定……主に掘削方法とずり搬出
方法の検討を行う。掘削方法の検討ではベンチ・カット高さの
検討やステージ分割の検討を行い、さらに各ステージごとに掘

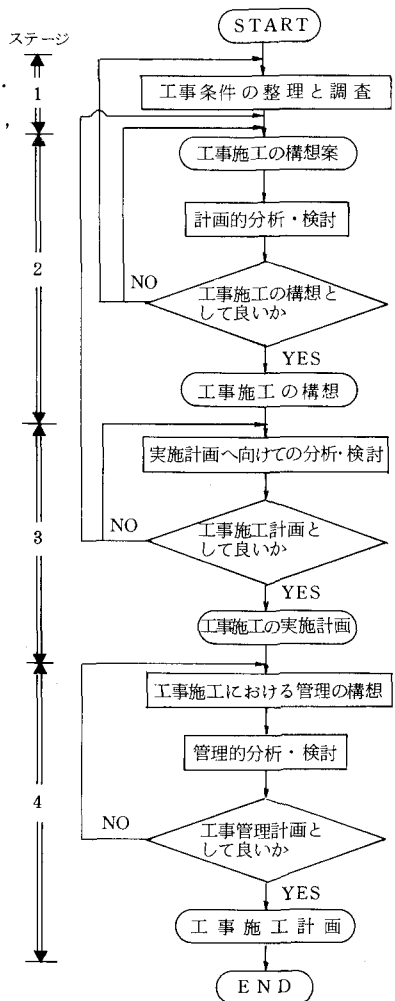


図-1 工事施工計画立案の基本的プロセス

削ブロックの分割について検討する。ここでは掘削機械の性能や歩掛実態などからサイクル・タイムを想定しながらブロック分割を行う。ずり搬出方法の検討ではずりの発生場所別に最も効率良くずり搬出が可能な経路を設定する。

②概略工事日程の計画………ステージ1で求めた部位別施工数量と歩掛実態をもとに概略の部位別作業日数を算出する。一方、これに対して各部位ごとに単位作業へのブレーク・ダウンを行い、投入機械系を設定して単位作業施工日数を算出する。次に部位別の作業工程を全体工程に割付ける（施工順序の決定）ことによって概略工事日程の計画を完成する。

③資機材の調達計画および労務計画………①、②をうけてこれらを作成する。

④仮設計画………換気設備計画，事務所・宿舍等の配置計画を作成する。

⑤積算………上記①～④のすべてをうけて積算を行う。

①～④が概略施工計画の内容である。ここではできるだけ工事全体のイメージを具体的にすることによって実行可能性を裏付けることに主眼がおかれる。最終的には概略工事日程が工期内であるか、積算結果が予算内であるかを評価し、さらに工事施工の構想案として全体のバランスがとれており、施工の容易性という側面から検討・評価を加えて完成する。このステージの内容を図-2に示す。

(3) ステージ3：実施計画の作成

このステージでは工事施工の実施計画を作成するが、具体的には①実行工事日程計画，②実行工事計画，③実行予算の作成である。これらはステージ2の工事施工の構想をうけて、その内容をさらに詳細にブレーク・ダウンすることである。従って、工事施工の構想が詳細で明確であればあるほどこのステージでの検討は少なくて済む。このステージの目的は工事施工の構想の実現可能性を確実にとすることと、施工開始後の日々の作業計画にまで展開可能な形として計画を作成することである。

実行工事日程計画の作成では各部位別にその工種を構成する作業間および他の部位の作業との競合を考慮しながら実際の工事日程表を作成する。地下大空洞建設工事ではとくに掘削工と壁面補強工との間に競合が起りやすいため、作業工程のシミュレーションなどを行って事前に十分な検討を加えておくことが重要である。実施工事日程表が得られるとこれをもとにして資機材の使用日程表，出来形数量日程表を作成する。

実行工事計画の作成では実施計画のうち日程計画および原価計画（実行予算の作成）以外の工事に付随するすべての計画を立案する。その主な内容は労務計画，資機材の調達計画，仮設計画，詳細な施工法の計画（例えば鉄筋加工図や施工図などを作成する）などである。ここではとくに材料，なかでも火薬類と特殊材料（PCストランド，PC鋼棒など）の調達計画を購入先や輸送ルート，在庫量を含めて詳細に検討しなければならない。

実行予算の作成は実行工事日程計画と実行工事計画をうけて詳細な数量の拾い出しを行い、外注単価情報や資機材損料，労務賃金実態にもとづいて値入れを行う。

ここでの実施計画に対する評価は各作業が確実に実施可能であり、与えられた工事条件を満足しているかどうかという観点からなされる。このステージ内へのフィードバックだけでは満足な実施計画が得られない場合にはステージ2の構想段階にまでさかのぼって再検討しなければならない。そして、この過程を満足な実施計画が得られるまで繰返すことになる。

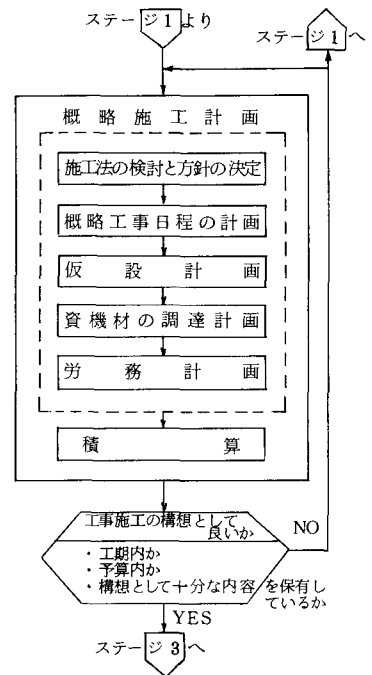


図-2 ステージ2の内容

(4) ステージ4：管理計画の作成

管理計画の作成は工事全体の円滑な進行を確保することを目的として、具体的にその内容を構成することである。実際の管理計画の作成にあたっては先ず管理対象要素の抽出を行わなければならないが、一般にはⅠ工程、Ⅱ原価、Ⅲ品質、Ⅳ安全という工事施工の目的に対する管理項目と、Ⅴ人、Ⅵ資金、Ⅶ材料、Ⅷ機械、Ⅸ方法という手段に対する管理項目に対して管理の体勢、方法、資料という側面から検討を加えて、その内容を決定する。これらの管理対象項目についても工事の特殊性や条件から主要管理項目をいくつか絞って重点的な管理を行うのが効率的であるが、主要管理項目の決定に際しては項目間の関連構造や各項目の状態要因の変動に対する工事施工全体への影響について事前に明らかにしておくことが望ましい。ここでは地下大空洞建設工事における主要管理項目の内容について述べることにする。

①工程管理……………工程管理は特に重要な管理であり、日報データを基礎として現状を評価する。実施工事日程表と現状とを日単位、週単位、月単位で照合して進捗度を管理するが、日単位、週単位は主に出来形管理である。工程管理のうちでもとくに掘削工程の管理は重要である。各掘削ブロックの施工日は事前に計画されているが、実績が計画とくい違ふことも多く、この場合には壁面補強工との競合関係を考慮して以後の実施計画を修正しなければならない。このとき最終的な工程を予測することが人力だけでは難しく、パーソナル・コンピューターなどを援用して合理的な修正計画を立案する方法を準備しておかなくてはならない。

②原価管理……………原価管理は原価状況月報を中心として未成金調書、出来高調書、未払金調書などを総合し、最終予想原価を算出して、これが予算内におさまるかどうかを評価する。また、金額歩掛りを出すことによって計画（実行予算）と著しくかけ離れた作業、工種についてはその原因を追求して適切な処置をとる。

③品質および安全……………地下大空洞建設工事では工程管理と並んでとくに構造物の安全管理が重要な課題となる。これは地山物性を事前に詳細かつ正確に想定することが難しいため、実際の施工段階まで不確定要因が持ち越されるという工事の特殊性によるものである。安全管理のためには各種の計測を実施して評価のための資料を収集しなければならないが、これらは情報収集システム、情報処理システム、総合評価システムとして設計される。計測の主な目的は構造物安定解析のためのモデルのパラメータをより現実に近いものとして以後の予測精度の向上を図ることと、計測時点における構造物の安全性を評価して作業の直接的なコントロールを行うことである。

④方法（技術）管理……………技術管理は日々の指示・監督行為の中で行われるものであるが、この個別管理の充実が工事全体の円滑な進行を保証することになり重要である。

以上のことに対して管理の組織を編成して各責任担当者を決定する。そして、これらの管理計画が実際の場面において十分機能しうるものであるかどうかを検討し、問題があれば個別の管理計画を修正したり、このステージ以前の内容に問題がある場合にはそこに戻って再度計画内容を吟味し修正しなければならない。また、実際の施工が開始されてからも不都合が生じれば管理計画を適宜修正するという柔軟な方針が必要である。

3-6 工事施工計画立案プロセス

3-6-1 フジタ工業㈱大阪支店 土橋廣實

3-6-2 この考察は一般的に記述してあるが、高架橋下部を念頭において書いたものである。工事概要は、琵琶湖中に鋼矢板にて築島し、鋼管杭（斜杭含む）を打設し、土留を行って、橋台1基、橋脚6基を製造するもので、54年9月より第1期工事を着工し、現在第3期工事を施工中である。

1) 工事条件の整理と調査

工事条件としては、施主側より与えられるもの（提示条件）、現地状況及び立地（自然条件）、自己条件、法的条件、その他の条件、が上げられる。

a) 提示条件の整理 設計書、設計図面、特記仕様書（以上設計図書）、現場説明事項、質疑応答書、共通仕様書等

- ・設計書、設計図は直接工事については数量が示されているが、仮設工事及び仮設材については、示されていないのが通常である。その為、図面より型枠・支保工・仮設通路等の数量の拾い出しが必要である。
- ・特記仕様書 当該工事について、特に指定されている事項であり、施工計画立案に際し最も影響を与えるものである。その為、内容について熟知の上、不明点・疑問点は、質問・打合せを十分に行い、疑義のないようにしておく。
- ・現場説明事項・質疑応答 口頭又は書面で提示されるが、ここで示された条件は、特記仕様書と同等な意味を持つものであり、これも又熟知・整理を十分しておく。
- ・その他 設計図書に示されていないもの（仮設工事等）も想定して、数量を算出しておく。特に土工事は、仮設計画と密接に関係するものであり、設計書の数量では、施工できなくなる可能性もある為、仮設・土工事、合わせて想定する。共通仕様書には、一般的な管理方法及び規準が示されており、これも又、整理しておく。

b) 自然条件及び立地条件 現場地形、気象、現地立地条件（主要都市、各種プラントとの別離等）

- ・自然条件の把握は、資料によるものだけでなく、実際に現地調査を行い、確認しておかなければならない。特に、生コン、骨材等のプラントの位置、処理能力、JISの有無等、進入道路の有無、又その状態、巾員、地盤状況（重量物運搬に耐えるものであるか）、隣接する道路の交通量、施工中の保安要員の必要性和その位置等、十分に調査、整理しておく。又、近接する家屋、資材運搬路近接家屋の状況も調査し、公害に対する影響も考察・整理する。

c) 自己制約条件

- ・自社保有機械の利用を考え、使用できるものを列記しておく。又、監督職員の構成技能も考慮しておく。
- ・地元協力業者の有無と、その人員規模、機械保有台数、作業能力等を調査整理しておく。

d) 法的条件 各種法律・規則・公的機関からの制約条件

- ・建設業に対する各種法律の当該工事に関する規制、又警察等公的機関からの条件を調査整理する。

e) その他の条件 地元環境条件

- ・地元住民の当工事に対する感情、考え方、又その対処の方法等を整理する。

2) 施工計画の構想化

a) 概略施工計画の作成

このプロセスにおいては、指定工法及び標準的な工法を主要工種について定め、概略施工計画を立案する。又、マクロ的な視点より、全体工事について概略工程表を作成する。ここではステージ1で得られた情報の内、重要なもの（工事に直接的に影響を与えると考えられるもの）についてのみ考慮し、細部については、次のステージで考慮するものとする。使用情報は、ステージ1の情報、過去の施工情報と立案者の経験情報である。その為ここでその収集と整理が必要である。

この構想化について、考慮しなければならないことは、何を管理及び施工のポイントにするかを決定しその線に添って構想化を進めることが重要である。

b) 問題点の抽出と代替案の作成

上記のステップにより作成した概略施工計画（施工法）を、ステージ1で整理した各種条件に照らし、問題点を抽出していき、その解決法となる代替案を立案する。このステップでは、1つの問題点に対する解決策が、他の問題点を持っていることが多いが、その解決策が提起する問題点は整理するにとどめ、原初の問題点に対する解決策を、出来るだけ多く抽出しておく。

3) 実施計画の立案

前ステップより抽出された各種代替案の比較表を作成し、条件・問題点に照合して検討を加える。この時施工法により、仮設計画を変更しなければならない場合がある。この場合はステージ1の想定施工法の変更数量の拾い出しを行わなければならない。すなわち、ステージ1に戻り再度上述までのステップを経る必要がある。

各工種の比較表及び仮設計画の変更・数量の拾い出しが終了した後、各工種の量適案を統合し、暫定施工計画を作成する。この暫定施工計画には、T O T A L的に見た場合、互いに矛盾する点が多く出てくると思われる。その為、問題点の相互関係、工事条件との整合性を考え合わせて、各工種間の調整を考え、施工法の組合せを変更して（第2、第3の代替案を採用する）、施工計画を立案していくことになる。この過程は、常にステージ1及び2に、フィードバックしなければならない、P L A N ・ D O ・ S E Eの繰返し作業により、より条件に合った施工計画を作成していく。

次に考えなければならないことは、資材・労務・機械等の平滑化である。特に労務については、人員確保仮設ハウス計画の関係上、平滑化が大きな管理ポイントとなり、十分に考慮しておかなければならない。又、前ステップと同様に、この段階でも、フィードバックによる繰返し作業となる。

構想化の段階で決定した、管理・施工のポイントを常に頭に置いた上で立案していくことが重要である。

4) 管理計画の立案

品質管理、工程管理、原価管理、安全管理、労務管理、機械管理

上記の管理計画が考えられるが、管理計画は施工業者という視点からみると、施工計画と密接に係っているものであり、実施計画立案のステージで、同時に立案し、組み込まれていなければならないものである。

品質管理は、施主より品質管理規準が示されており、これは提示条件として実施計画に組み込まれていなければならない。又以下の管理にも言えることであるが、提示された基準より厳しい自社基準を実施計画に織り込むことが普通である。

安全管理は、法規による規制（法的条件）、使用資材の耐久性に対する安全、施工法の安全性と安全対策等、実施計画立案時に当然考慮に入れておかなければならない。

労務管理、機械管理も又、平滑化の時に考慮に入れておくべきである。

工程管理、原価管理に関しては、鴻池組の稿に述べられているので省略する。

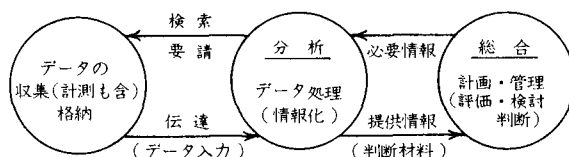
以上のような管理計画の基本となるものは、施工・管理のポイントと、作業所の組織編成であり、配属職員の能力、経験等を考え合わせて、職務分担を明確にして、管理体制を考え、実施計画に反映させなければならない。

4. 今後の検討方向と課題

上記 3. では分科会内に設置された研究会活動の成果の一部として、工事施工の計画化へのシステムアプローチの研究事例を 6 例示した。各研究グループの示した具体的内容の個別的な点では差異があるがほぼ共通的な特徴を有しているといえよう。今後はこれらの内容をより詳細に明確化していくことも重要ではあるが、その際図 1～図 6 に示した概念的なフレームワークに従がう情報システム論的な検討を加えることが重要であると考え

る。
図 7 に土木工事のマネジメントシステムにお

図 7 マネジメントシステムにおける情報システムの基本構成



先に提案した計画化の 4 つのステージごとにこの 3 つの機能ごとに整理して具体化するとともに、ステージ 1～4 の縦方向の流れにおける整合性を

考えたトータルな情報処理システムと意志決定(評価・判断・指示)システムの体系化をはかることによってマネジメントシステムの概念設計を遂行していく必要があると考えている。

5. おわりに

本稿は、土木施工と情報というメインテーマの下での施工情報システムに関するワークショップを、マネジメントシステムという視点から施工情報システムをとらえて話題提供を試みたものである。これらの多くは京都大学工学部土木計画学研究室(吉川研究室)における筆者等の研究グループや共同研究の成果にもとづく知見をもとに、筆者が分科会で討議した内容にもとづいている。ここでは、研究会での若手メンバーの研究活動の一部の成果を盛り込みながらマネジメントシステムの設計方法のうち、とくに概念システムに関する検討の結果を示したが、まだまだ初歩的段階にとどまっている。今後残された課題を 2-1 で示した手順に従がって進めていく予定

でいる。
最後に本稿をまとめるにあたり有益な御示唆をいただいた施工情報システム分科会川崎主査をはじめとする委員各位、京都大学吉川和広教授に感謝の意を表します。