

建設情報システムの開発

工 務 部	髭 受 昌 和
大阪第二建設部 工事第一課	出 口 正 義
(前工務部 工務第一課)	
保 全 施 設 部 保 全 企 画 課	関 惟 忠
(前工務部 工務第一課)	
大 阪 第 二 建 設 部 設 計 課	中 谷 忠 和
(前工務部 工務第一課)	

まえがき

本研究は、都市高速道路を建設するにあたり、事業の量的・質的拡大に伴う組織や人員の増強が望めない現状下において、効率的で確実な事業の遂行が図れるようなマネジメントシステムを確立しようとするものであり、この有力なツール（道具）として、近年進歩の著しいOA機器を導入し、建設情報システムを開発して、有効に活用していくことを目的とするものである。

ここでは、まず、開発の必要性と目的を明確にし、次に、開発の目標設定と、その手順について方法論を述べたのち、現行業務の調査および分析について、実際に行った具体的方法を述べ、これらから得られた成果に言及する。さらに、実働システムの開発では、当面、実用化を急いでいる積算用数量算出システムや予算工程管理システムなど、2,3のシステムの内容を紹介し、最後に、これらの問題点と今後の課題について述べることにする。

1. 開発の必要性と目的

阪神高速道路公団は、昭和37年に設立され、以来20年余にわたり、阪神地区に124.1 kmに及ぶ都市高速道路を建設し供用管理しているが、さらに今後、現在建設中の路線および計画中の路線を合わせると200 kmに及ぶ路線を建設整備していく必要がある。

都市高速道路は、都市内の過密地域に巨大な土木構造物を建設していくことから、その社会、経

済、市民生活などに及ぼすインパクトは極めて大きく、建設の過程では、調査、計画、設計、施工から管理段階に至るあらゆる面で、社会的にも、技術的にも関連する分野が複雑多岐にわたっている。

一方、今日の社会状況下では、事業の量的・質的拡大に対応した組織や人員の増強は望めず、この中で、効率的で確実な事業の遂行が、より一層要求されるという状況になってきている。

事業を円滑、かつ効率的に進めていくためには近年の土木工学の進歩と建設技術の革新、あるいは、多くの建設事業の実施による豊富な経験の蓄積などによって得られた多様化した個々の技術情報をうまく照会し、必要なものは引き出し、比較検討して、的確な判断を下すことができるようになる必要がある。こうした業務の遂行をコントロールする技術については、マネジメントシステムを体系化し、有効に活用していくことが極めて重要であり、その緊急な整備が待たれているところである。すなわち、都市高速道路を建設するにあたっての計画から設計、施工を経て管理に至る業務の流れを整理し、この中で、どのような「規程」「基準」に基づいて、どのような「予算」および「工程」で、どのような「組織」「人員」体制のもとで、何を「重点的に管理」しながら実施していけばよいかを検討し、最も理想的な業務のやり方を追求していく。特に、業務を処理するにあたっては、必ず「インプット情報」があり、これを受け入れ、種々の「照会情報」と照し合わせながら、「加工処理」し、「判断」して、「アウトプット情報」として、次の業務に移っていくのが

通例である。

業務の合理化を行うためには、こうした業務の流れ自体の変更を行うとともに、各々の業務の中の「情報処理」の部分に着目して、この量的な効率化（迅速化、省力化）および質的な確実性の向上を図る必要がある。このためには、複雑多岐にわたる多量のデータを、短期間に処理できるようにするとともに、「判断」の定量化、標準化を図り、従来、個人個人に蓄積された経験や勘に頼っていた「判断行為」に客観性を持たせることができるようにすることが必要である。

この有力なツール（道具）として、近年進歩の著しいOA機器を導入し、「建設情報システム」を開発して、これに支援された新しいマネジメントシステムを確立しようとするものである。

2. 開発の視点とその手順

開発の目的を一口で言えば、「事業の合理的な推進」ということになるが、これには、①事業の効率的な遂行、すなわち迅速化と省力化（量の向上）②事業の確実な遂行（質の向上）の2つに大別することができる。この「業務の量的・質的レベルアップ」を目指すにあたってどの程度のレベルに目標設定すればよいか、ということについて影響を及ぼすと考えられる外的条件と決定要因との関係を示したものが図-1である。

しかしながら、現実には、当初からこの辺を具体的に明確にし、短期間のうちに決定を下すことは、きわめて難しいことである。したがって、実

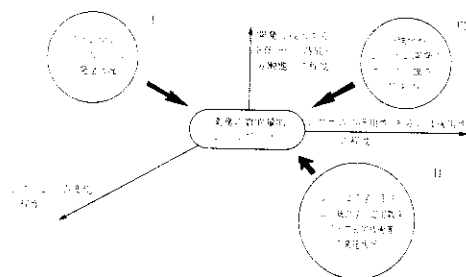


図-1 マネジメントシステムのレベルの決定要因と外部条件の関係

際のやり方としては、まず、現状の業務の遂行状態についての実態調査を体系的に行い、業務の機能や目的を明確にしたうえで、これらの作業の各段階で、これから開発しようとしているシステムのイメージの明確化を図ることとした。

実働システムの開発にあたっては、①短期的な視点から現行の業務体制を維持しつつ現行のマネジメントシステムの持つ不都合を改善していくシステム開発、②短・中期的な視点から現行業務をより良い形態へと転換させるとともに必要となるマネジメントシステムを開発していくシステム開発、③中・長期的な立場に立って「こうあるべき業務体系」を想定しつつ、マネジメントシステムの開発を新たに検討していくシステム開発、の3つのタイプのいずれの立場で開発を進めるかを決定する必要がある。

しかし現実には、ある程度将来を見越したシステムを想定するという立場をとったとしても、当面の問題に即時的に対応せざるを得ないケースも存在し、単一のタイプで進められるケースはほとんどなく、種々のタイプが混在している場合が多いと考えられる。したがって、これらをひとつに限定せず、個々の内容をよく検討した上で、これらを並行して進めていく必要があるが、そうしたケースにおいて重要なことは、開発途上の個々の課題をそれぞれどの立場で検討すべきであるかを明確に位置づけることである。

このように、開発の立場を異にするいくつかのシステムを並行に開発する場合、段階的に進めていく必要がある。これらの関係を示したものが、図-2である。

ここでは、上述のように、長期的に理想的な姿を指向しながらも一個一個、礎石を積み上げるようなやり方で、現実の業務と遊離しないよう、短期的にも、中期的にも対応できるようなシステム開発を進めていくこととする。

当該システム開発は、各個別業務について独立に合理化を進めて、結果的に全体としての合理化を図ることだけを目的としているのではなく、業務の量と質の変化に対応して、その段階ごとにおける目的に合ったシステムの再編をも合わせて進

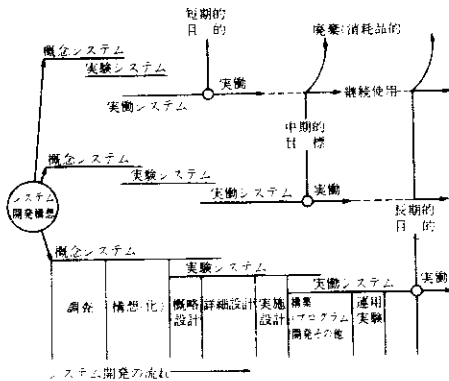


図-2 システムの段階的開発の考え方

めていくこととしている。そのため、現行業務の調査に基づいて個別業務の改善を行っていくと同時に、各段階で要求される機能的要件を明らかにしながら、改めて業務の流れを概念的に、かつ合理的に再編成し、目指すべき新しいトータルマネージメントシステムを明確化することとした。

以上の基本方針のもとに、業務活動の合理化とこれを支援する情報システムの開発を行っていくアプローチの方法をプロセス的にデザインしたものが、図-3である。当該システム開発は、この流れに基づいて作業を進めることとした。

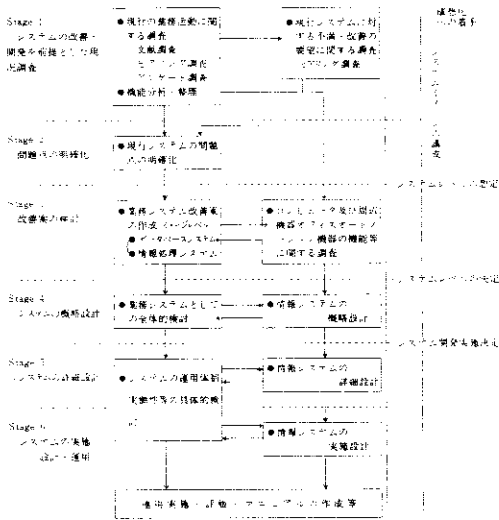


図-3 システム化のためのアプローチ方法

3. 現行業務の調査および分析

公団の現行業務の調査および分析に着手するにあたって、まず、従来の既存資料をもとに、公団担当者から直接ヒヤリング調査を行った。すなわち、ひとつの会議室に経験豊富な公団のベテラン担当者を数人集め、業務の流れに沿って、業務のやり方、組織、人員、権限の範囲、規程、基準、情報の種類、コントロール条件、判断条件、留意すべき事項、問題点などについて自由に発言させ司会者が内容を理解しながら、分類整理していった。こうした方法は、ベテラン担当者の頭脳の中に貯えられている豊富な知識、経験を具体的な形でしぼり出させ、目に見える形として表現し、整理分析することによって、従来個人個人が雑然とした形で持っていたノウハウを、系統的で、一般化されたものとして可視的にすることが可能である。さらに、数人のベテラン担当者のそれを多重的に重ね合わせることにより、お互いの不十分な点は補完し合い、最終的に、最も一般的な現行業務のやり方が確定すると考えられる。

こうした方法で、公団の業務全体の構成や業務の流れを整理し、各業務間の関連関係を明らかにして、全体業務の中での各個別業務の位置づけを把握し、さらに、それぞれの業務ごとに内容を細分類して、「業務の流れ」と「情報の流れ」という2つの側面から各個別業務の構造的な関係を業務関連図として表し、体系的に整理することとした。

一般的に、広義に都市高速道路の建設事業をとらえると、図-4に示すように、「計画」→「事業

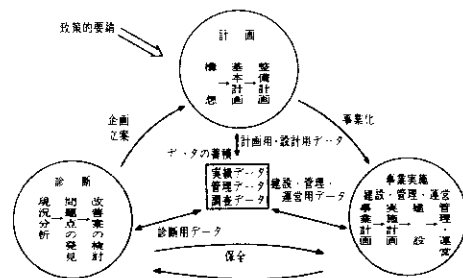


図-4 都市高速道路建設事業のマネージメントサイクル

実施」→「診断」のマネジメントサイクル(P-LAN-DO-SEE)を形成していると考えられるが、ここでは、まず、公団業務の中核をなす、DOの「事業実施」に関するものを取り上げ、これらの業務の合理化を図るための情報システムの開発にしばって検討を進めていくこととした。

この「事業実施」の内容を、次のレベルへとブレイクダウンすると、①予算の作成、配賦、執行、②実施調査、③実施設計、④用地取得、⑤工事施工、のようになる。さらに、上記の各々について、より詳細な次のレベルへと順次ブレイクダウンしていくことにより、業務を階層的に分解し、その相互関係を関連づけていった。

そして、このそれぞれのレベルにおける業務に

ついて、①業務の内容、②業務の遂行に必要な情報(入力情報)、③業務の遂行の結果、得られる情報(出力情報)、④業務の遂行上、制約条件、制限条件などを与え、遂行に際して照会する必要のある情報(照会情報)、⑤業務を分担する主体、を明らかにして、SADT(Structure Analysis and Design Technique)により分類整理した。

こうして、各個別業務単位での詳細整理や、現行業務活動の問題点の実態把握に努めるとともに、現行の組織体系とお互いの間の機能的な関連関係を明らかにし、業務活動の流れと、業務間で受け渡しされている情報に着目して「事業実施」に関する業務体系をフローチャートとして整理し、これらを支援するために開発する必要があると考え

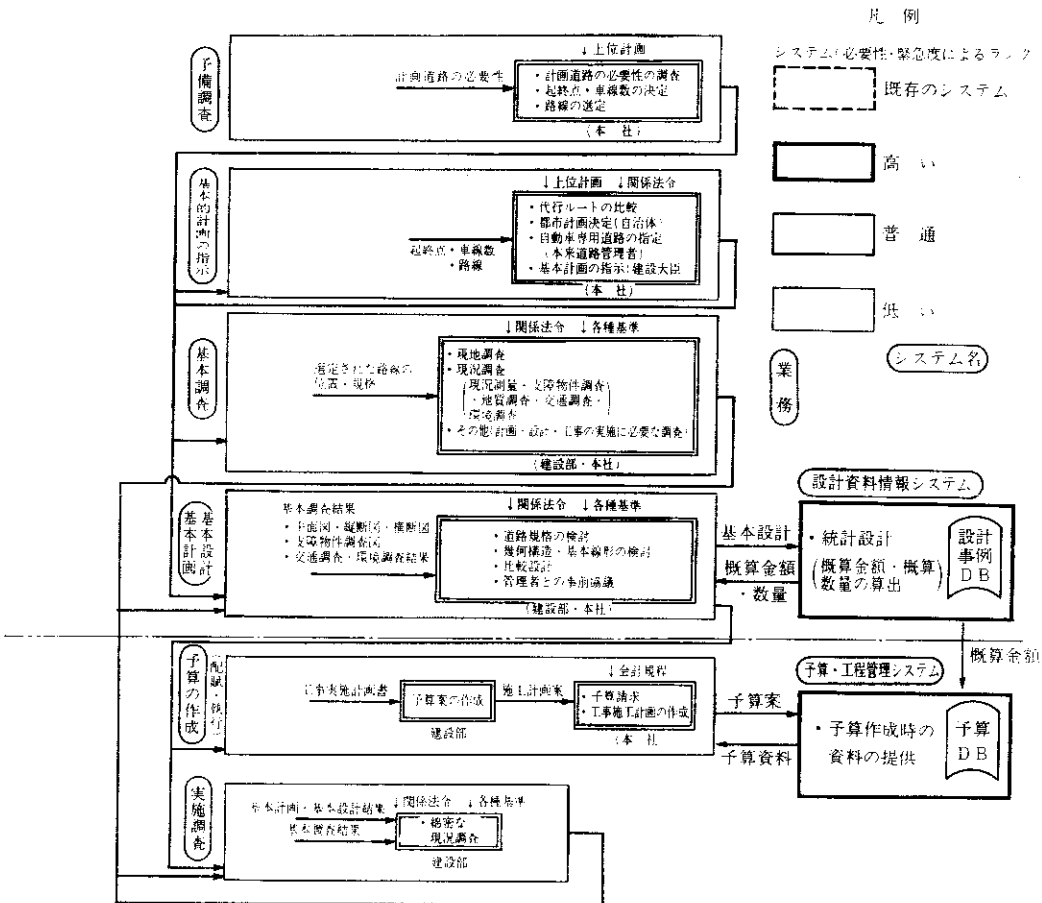


図-5 業務プロセスと情報システムの関連図(1)

られる情報システムとの関連をつけたものを「業務プロセスと情報システムの関連図」としてとりまとめた。それを図-5に示す。

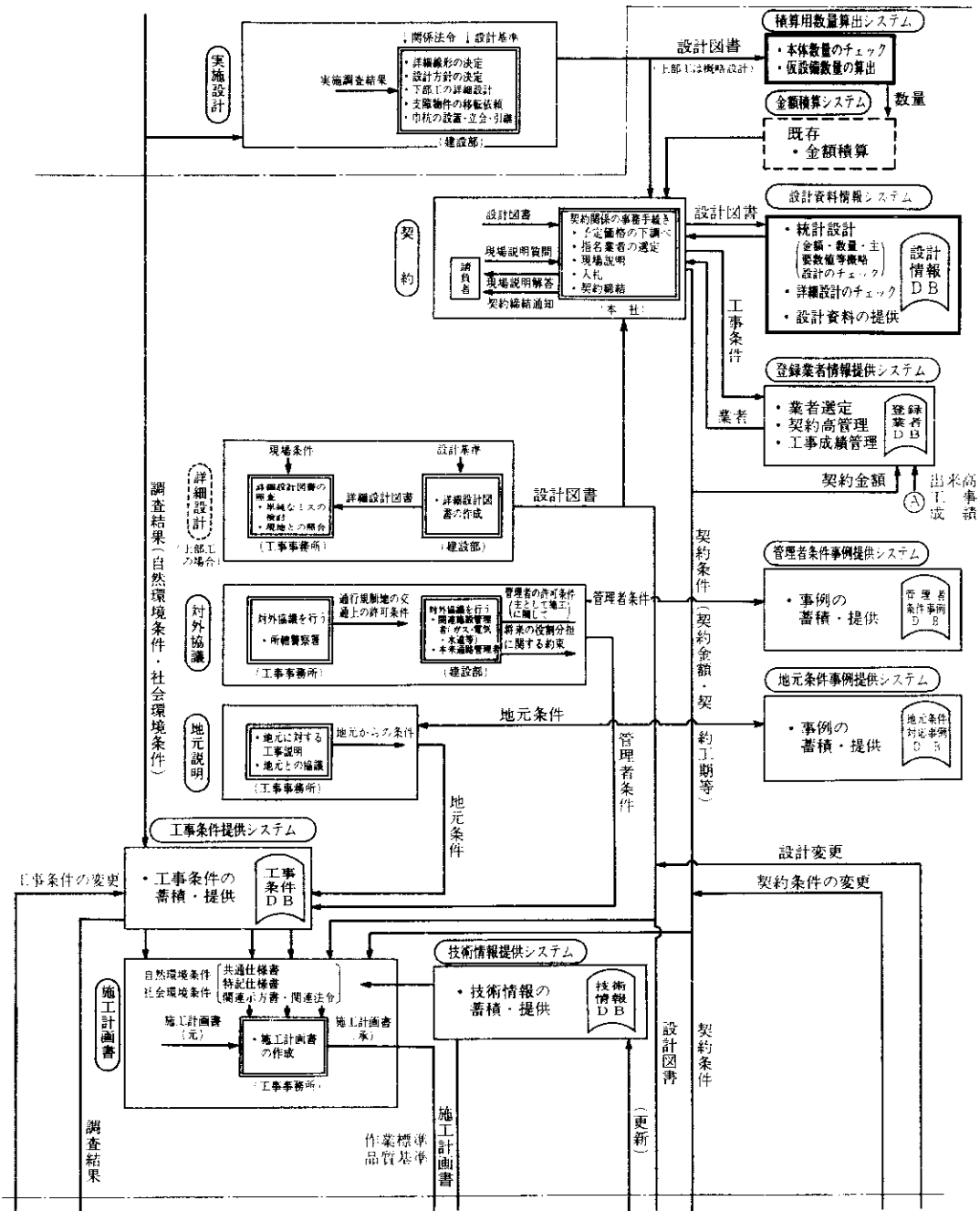


図-5 業務プロセスと情報システムの関連図(2)

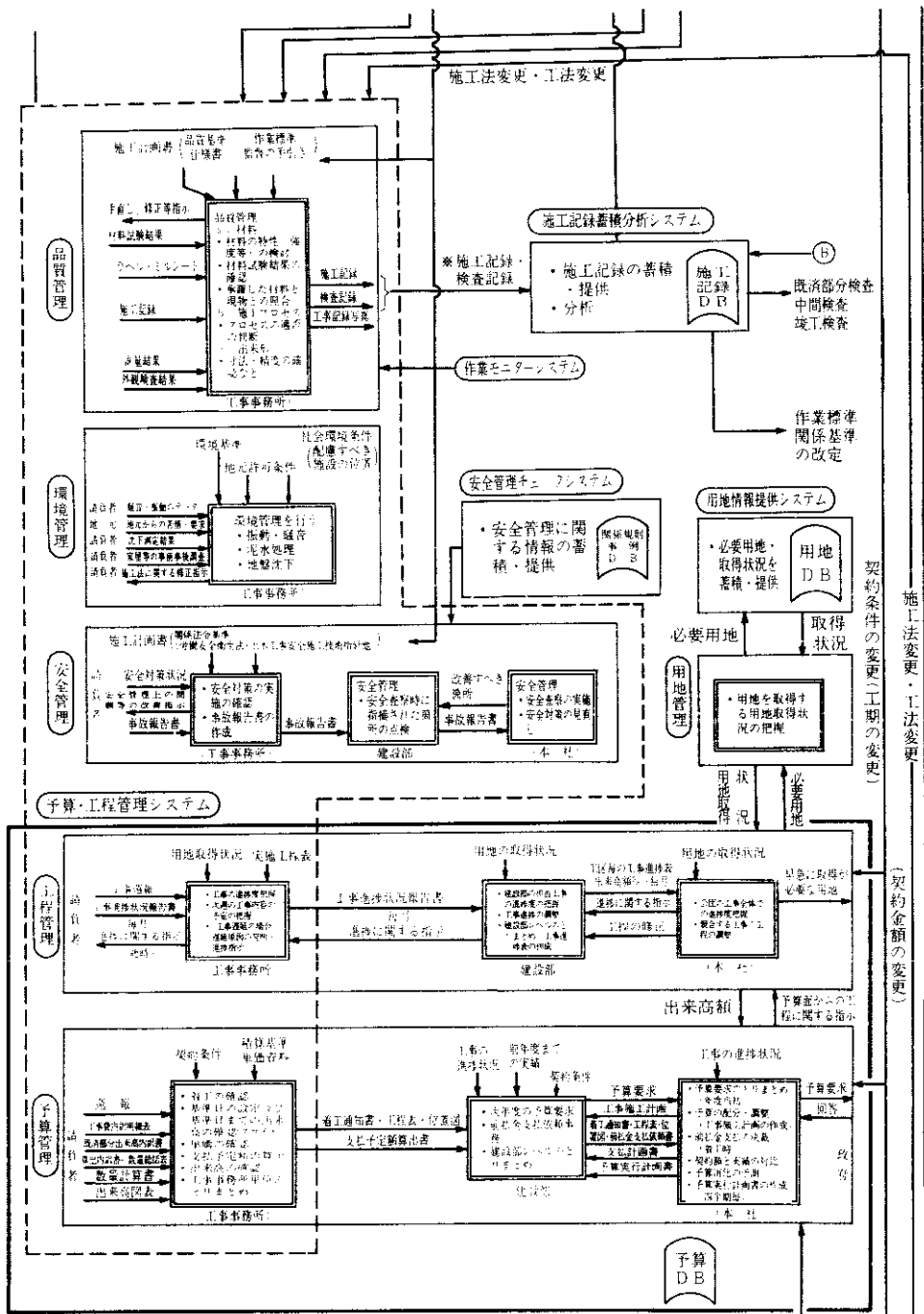


図-5 業務プロセスと情報システムの関連図(3)

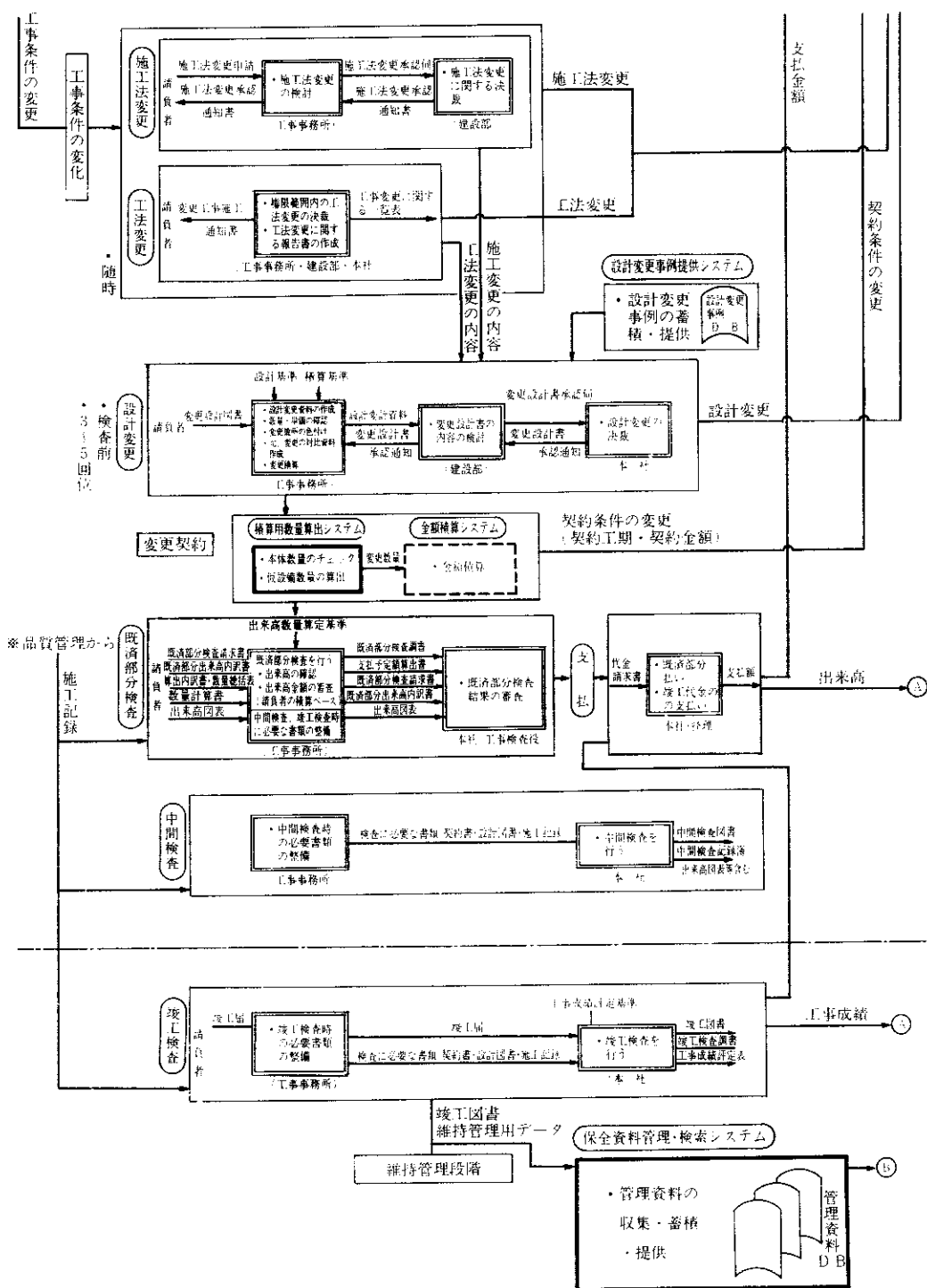


図-5 業務プロセスと情報システムの関連図(4)

この結果をもとに、個々の業務のうち、①多くの時間と労力をかけ過ぎている業務、②情報を得るのに時間をかけ過ぎている業務、③判断のための情報が不足している業務、④順序関係が適切でない業務などを抽出した。

さらに、これらを、①判断、意志決定を伴う業務を支援するシステム、②事務処理を主として行う業務を支援するシステム、③伝達を主とする業務を支援するシステムに分類し、これらのうちからシステム化により、効果が大きいもの、緊急度の高いもの、また比較的データが揃っており、取り組み易いものを選定し、具体的に実働システムの開発に取り組むこととした。

4. 実働システムの開発

4-1 システム機器の選定と構成

実働システムの開発にあたり、事前にシステム機器の選定を行う必要がある。機器選定の手順は図-6に示すとおりである。

当初は、後で述べる予算工程管理システムのうち、工程表作成時の機能（画面拡大、平行移動、入力データの読取精度など）に焦点を合わせ、これを満足する機器として、ホストマシンとの情報交換量の問題（回線速度）、インプットの精度、画面サイズ（20インチ）、ハードコピーの大きさ

（B4）と鮮明度、ソフト開発面での有利性などから、インテリジェントなグラフィック端末を想定した。しかしながら、グラフィック機能の全体システムに占める割合が小さいこと、設置スペースと必要設置台数（本社、各建設部）などを考え合わせると、インテリジェントなグラフィック端末は高価、高性能過ぎるという結論となった。

そこで、上記機能を満足する機器として考えられるのがパソコン（画面サイズは最大で14インチ）である。パソコンの場合、グラフィック端末との相対比較ではインプットの精度は劣ること、操作上、フロッピーからのプログラムコピー手続きが常に必要であること、ハードコピーのドットが粗いこと、作図ソフトに問題があることなど不満な点もあるが、ワードプロセッサ機能も備えられ、実働システム開発に十分対応できると考えられる。

以上の検討結果から、各機器とも一長一短を持つが、総合的にみて単独利用とオンライン端末機能とを合わせ持つパソコンを端末器とすることとした。これを取りまとめたものが、表-1である。

当面のシステム構成としては、図-7に示すように、電算会社のホストコンピューターと公衆回線で連結された端末器を、本社および各建設部に配置し、オンラインで、主としてデータの蓄積をホストコンピューターで行い、個々の事務処理については、ホストコンピューターと端末器に分担させて行わせることとした。

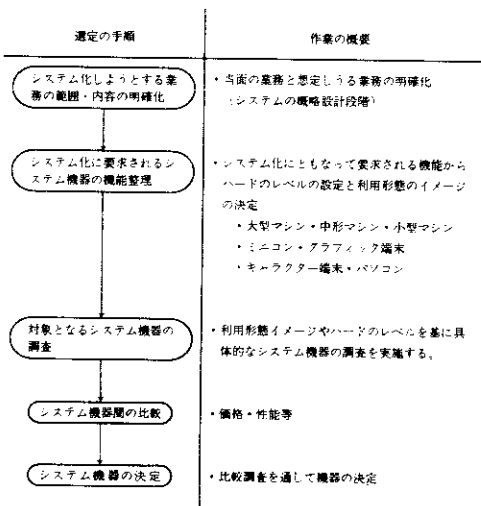


図-6 機器選定の手順

表-1 対象機器の基本機能と各種端末

対象機器	必要機能	ワープロ機能	画面サイズ 16~20インチ	カラー	ハードコピー (B4サイズ)	グラフィック機能
	インテリジェントグラフィック端末	○	×	△	△	△
ノンインテリジェントグラフィック端末	○	×	14インチが主流	△	A4	△
パソコン	○	○	14インチ	△	○	○
ワードプロセッサ	○	○	14インチ	×	○	×

○ 必要機能等を有している
 × “ “ 有していない
 △ “ “ 不十分ながら有している

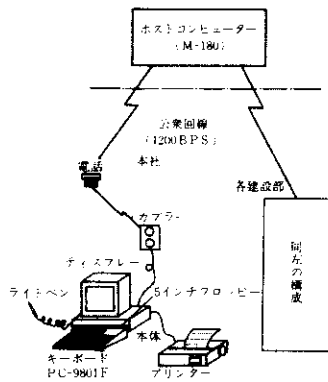


図-7 システム機器構成

4-2 積算用数量算出システム

積算業務は、工事発注時や変更契約時における主要な業務のひとつである。現在、当公団においては、積算基準はかなり体系的に整備されており、数量と単価コードの設定による金額の積算は電算化されている。処理形態は、入力シート記入→パンチ処理→結果の受取り、の流れに沿ったバッチ処理システムである。この作業の過程で、仮設備数量の算出、積算工程表の作成および矢板、型枠、諸機材の転用などの検討は、手作業で行われており、トライアルの作業も多く、かなりの労力と時間を要している。これらの作業をシステム化し、積算資料の作成は勿論のこと、今後、モデル工事設定による設計書のチェックシステム、概算金額の提供、工程検討、さらには、他工区の積算資料などの提供を行うものである。

昭和58年度には、とりあえず、杭基礎工その他の開発を行ったが、次年度以降は、他の工種についても、その労力の程度、利用頻度なども考慮の上、開発していきたいと考えている。

処理手順は、図-8のとおりであり、アウトプ

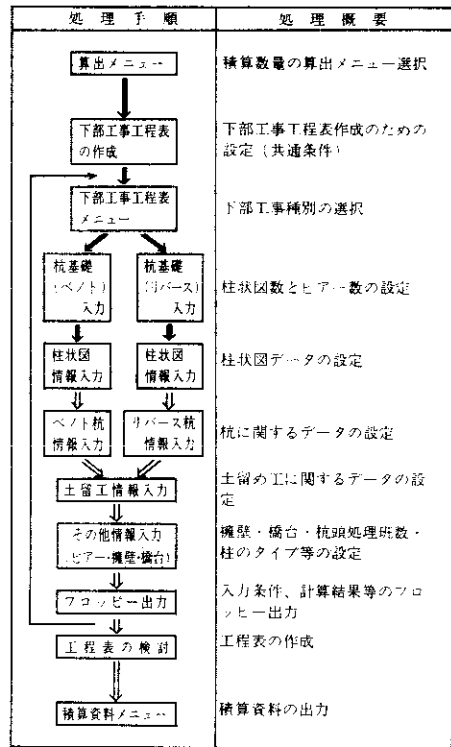


図-8 杭基礎工の処理手順

ット例の一部を、図-9および表-2に示す。

当該システムは、従来のバッチ処理の金額算出システムとは使用機器も、処理方法も全く独立した形となっており、将来的には、これらを連動させ、一体として働くシステムを開発していくことが今後の課題といえよう。

4-3 予算工程管理システム

建設業務の中で最も重要な業務のひとつとして予算工程管理が挙げられる。これは、管理機能面

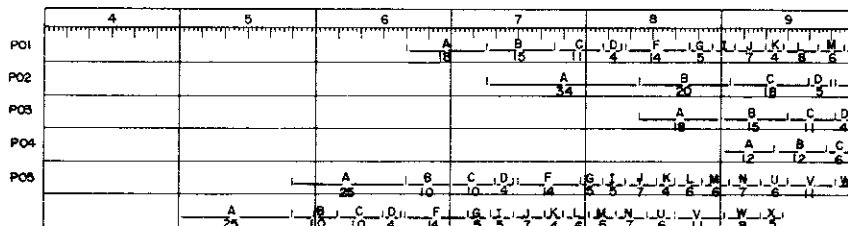


図-9 積算工程表の例

積算 番号	A ベノリ杭	B 土留工	C 鋼 筋 留 土 保 工	D 業 務 用 C o	E 机 頭 処 理	F-G フ ー チ ン グ 鉄 骨 C o	H-J 柱 ・ 梁 鉄 骨 C o	K 塵 灰 土 留 工	L 土 留 工	M-T 柱 ・ 梁 鉄 骨 C o	U-X 礎	合計 日数		
P 1	(18) 18日	1620.0m (22.4) 13日	810 7日	108.0m 26.5 4日	167m 4日	2 1日	19日	12日	50 1日	108.0m 32.3 3日	1620.0m (41.7) 8日	13日	30日	135日
P 2	(32) 34日	2160.0m (22.4) 20日	1458 12日	216.0m 39.7 6日	306m 3日	3 1日	21日	12日	85 1日	216.0m 48.5 5日	2160.0m (41.7) 11日	13日	30日	171日
P 3	(20) 18日	1620.0m (22.4) 15日	810 7日	108.0m 26.5 4日	167m 4日	2 1日	19日	12日	50 1日	108.0m 32.3 3日	1620.0m (41.7) 8日	13日	30日	135日
P 4	(12) 12日	1297.5m (22.4) 12日	432 4日	42.0m 18.9 2日	98m 3日	2 1日	15日	12日	35 1日	42.0m 23.1 2日	862.5m (41.7) 5日	13日	30日	112日
P 5	(20) 25日	945.0m (19.9) 10日	684 6日	108.0m 26.5 4日	167m 4日	2 1日	19日	12日	60 1日	108.0m 32.3 3日	945.0m (36.1) 6日	13日	30日	134日

表-2 積算資料例(その1)

からみて、大きく2つの部分から構成される。ひとつは、中長期の建設計画に基づく予算(案)作成から、公団としての予算確定までの単年度における実行計画策定があり、他方では、その実行計画に従って、実際に実現化していく部分である。

管理機能は、年度予算(契約および支出)をいかにうまく設定し、状況の変化に応じた修正に対して、いかに迅速かつ適切なマネージメント行為がとれるかであり、実行面からみると、工程管理と契約支出行為が、その鍵を握っているといえる。したがって、このシステム開発のポイントは①当初予算の作成(予算作成支援ツール、データの蓄積)②予算管理に必要なレベルの工程管理と出来高予測、③契約支出管理である。

昭和58年度には、本社と各建設部とをオンラインで結んだシステムを開発し、59年度より運用を開始した。

この詳細な内容については、参考文献3)を参照されたい。なお、今後は、本社と各建設部だけでなく、各工事事務所をも結び、資料転送時間の短縮や精度の向上を図るとともに、データの集中管理やオンライン化を促進し、データ検索、各種資料作成が容易にできるようなものとしていく考えであり、さらに中長期的な課題としては、現行の工事費のみを対象とした予算管理に留めず、経理部門を含めた、公団全体の予算管理、経理情報システムといったものに発展させるべく積極的に取り組んでいきたい。

4-4 その他のシステム

上記、二つのシステムの他、現在、具体化に向けて検討を進めているものとして、設計資料情報システム、照会情報のデータベース化の検討が挙

げられる。

前者は、既存の構造物の資料を統計的に処理し、事業計画や予算策定時の概算数量や概算金額の算出に利用するとともに、各種、比較設計、概略設計、詳細設計時のデータとして広く活用することを目指しており、ひいては主要部の応力や数量の照査に使えるよう検討を進めていく。また、後者は広く、業務執行上、必要とする種々の情報(照会情報)を整理し、必要時に即座に引き出せるデータベースを構築することを目的としている。データベースの構築には、資料が膨大なため、その収集と整理に時間と労力を要し、これを有効に使いこなせるようなものにするには、相当に工夫をしていく必要がある。したがって、現行業務の中で、要求度の高いもの、緊急度の高いものなどを最優先し、これを着実に積み重ねることによって、順次、量、質とも高度なデータベースにしていく必要がある。

なお、管理部門では、道路構造物管理を目的とした保全情報システムが検討されている。これについては、別途報告される予定であり、参考文献4)を参照されたい。

5. 今後の課題

今まで得られた主な成果としては、①システム開発の方法論としての目標設定とその手順、②これに基づく現行業務の調査および分析と③これらを取りまとめた「業務プロセスと情報システムの関連図」それに④積算用数量算出システムおよび予算工程管理システムに代表される実働システムの開発であり、目指すトータルマネージメントシ

システム実現への第一歩がようやく踏み出されたところである。

しかしながら、実働システムについては、主として短期的課題としての対応が中心であり、中長期的な展望から見れば、まだまだ今後の課題も多い。すなわち、今までは、現行業務の実態把握に始まり、問題点の整理、合理化の方向づけ、改善案の検討という一連の調査プロセスを経て、現行業務を合理化するための情報システムの開発や業務の見直しをするといった、帰納的アプローチを主体として作業を進めてきた。これらの帰納的アプローチからの合理化の方向づけは、その容易性や即効性で確かに優れており、大きく誤まることのない堅実な方法である。これらを積み重ねていくことにより、各個別業務が着実に改善されていくことは確実ではあるが、その集まった結果が、必ずしも当初、目標とした最善のトータルマネジメントシステムに近づくとは言い切れないであろう。これは、目標とするトータルマネジメントシステムのイメージが、もうひとつ明確でなく、どういう姿を理想と考えるのかということが確立されていないからである。

このためには、従来の帰納的アプローチとは逆に、対象とする業務システムの機能的要件（達成されるべき事柄）の理想像を想定して合理化を推進していく、いわゆる演繹的アプローチを試みる必要がある。また一方では、現行の業務の中で一日も早くシステム化が急がれている業務があり、これらの実働システムの開発は、バッチにせよ、早急に手がけていかなければならない。

こうした中で、我々はもう一度原点に立ちかえり、「都市高速道路の建設」という業務を、量と質の両面で、最も合理的に進めていくためのコントロール技術、トータルマネジメントシステムを体系化し、確立して、実際に活用していくという究極の目的と、あるべき姿を再認識し、そのためには具体的に、「何をどうすればよいのか」を考えていく必要がある。

建設情報システムの開発は、あくまで、これを支援する有力なツール（道具）として位置づけ、マン・マシンシステムのユートピアを夢見て、今

後も、本研究を続けて行きたい。

あとがき

本研究は、昭和57年度および58年度の過去2年間にわたり、都市高速道路の建設情報システム検討業務として実施してきたものを取りまとめたものである。

この業務を進めていくにあたっては、阪神高速道路公団工務部、京都大学工学部土木計画学研究室および日本電子計算機の3者より構成された研究会を、月1回程度の頻度で開催し、業務の進捗状況報告と現状の問題点について、お互いの意見を交し合いながら、批判、検討を加え、疑問な点は、皆が納得できるまで議論し、その上で、今後の方向づけをするようにした。

今年度以降、引き続き研究を続け、数年後には、量と質の両方の観点から、最も効率的な業務の遂行が図られるような、トータルマネジメントシステムを確立できるよう努力していきたいと考えている。

最後に、本研究を行うにあたって、終始熱心な御指導をいただいた京都大学工学部土木計画学研究室の春名攻助教授をはじめ、吉川和広教授、旧大学院生の輪千智一氏ならびに武政功氏、日本電子計算機の方々、それに阪神高速道路公団の山本憲介、榎本清治の両氏に心から感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 春名；マネジメントシステムの開発戦略について、1983
- 2) 都市高速道路建設事業の新しいマネジメントシステムの確立をめざして—システム開発の方法論—、阪神高速道路公団工務部工務第一課、1983
- 3) 都市高速道路建設・保全事業のマネジメントシステム研究報告（建設部門）、都市高速道路建設保全情報システム研究会、1984
- 4) 都市高速道路建設・保全事業のマネジメントシステム研究報告（保全部門）、都市高速道路建設保全情報システム研究会、1984