

都市高速道路網整備に関する

実施計画・管理業務のシステム化について

Systematization for Making and Controlling the Work Schedule

of Construction of Urban Expressway Network

春名 攻^{**}, 中島 裕之^{***}, 幸 和範^{****}, 相原 憲二^{*****}

by Mamoru HARUNA, Hiroyuki NAKAJIMA, Kazunori YUKI, Kenji AIBARA

Construction of urban expressway network can't be done without considering its environmental and economical effect on society recently.

And for that reason it is getting more and more complicated and diversified. With this situation in the background it has been studied how the administrative works to construct urban expressways would be done and systematized more effectively. The system is divided into three levels and The first level is to determine the strategic order of the construction of the projected expressway network. At The second level it is carefully studied how the construction procedure of each route of the network should be determined. And at The third level the construction procedure determined at The first and second levels of the system is checked on the sub-division basis of the each route.

This system is expected to contribute to make the administrative works to construct the expressway network more effective and economical.

1. はじめに

阪神高速道路公団は、昭和37年設立以来今日まで、阪神地区に自動車専用道路を整備することによって、同地区の社会経済の基盤を支えてきた。その間、公団をとりまく諸状況は大きく変化してきており、その環境変化は、公団の事業遂行上にも様々な課題を投げかけ、その事業活動の量的・質的な変革を強いてきている。高度に発達した都市空間に巨大な土木構造物を建設するという事業の特性から、それらの行為が社会・経済環境に及ぼす影響を常に統括的に把握して事業を進めていかなければならず、特に現在のような大都市圏の著しい過密化のなかでは、これらの環境と建設事業の関わりは、以前とは比較にならないほど複雑化、多様化してきている。

筆者らは、このような状況を背景として、当公団の事業実施体制のより一層の合理化・効率化を目指し、様々な検討を重ねてきた。本稿はその一連の検討の中で、工務部門における中心的業務である事業の実施計画の策定及びその管理業務のシステム化へ向けての作業成果を示すものである。

2. 新しい業務システムへの課題

工務部門における業務は、図-1に示すような1つのシステムとして把握することができる。すなわち、計画部で作成された計画内容や予算等をインプットとして、建設された高速道路をアウトプットとするシステムである。そのシステムの機能は、計画・調整・管理行為を通して、事業をとりまく社会・自然環境からの諸制約を克服し、計画通り事業を実施することが中心となる。冒頭に述べたように、今日の社会環境は一層厳しさをまして、従来からのこうしたシステム機能を阻害しつつある。というのも、事業環境の厳しさ故に、事業実施の方法ができるところから実施するという現場からの積み上げによる計

* キーワーズ

マネジメントシステム、建設業務

** 正会員 京都大学工学部 助教授

*** 正会員 阪神高速道路公団 工務部

**** 正会員 阪神高速道路公団 工務部

***** 正会員 日本電子計算株式会社 大阪支店

画におち入り易い。そのような進め方は、高速道路の建設事業が長期に亘って膨大な投資を併うものであるだけに、時間経過とともに大きな矛盾や問題を生じる可能性を秘めている。従って、新しい業務システムの構築によって、計画路線網全体の視点からの計画・管理機能を強化し、効率的・合理的な事業遂行の体制を確立していく必要がある。

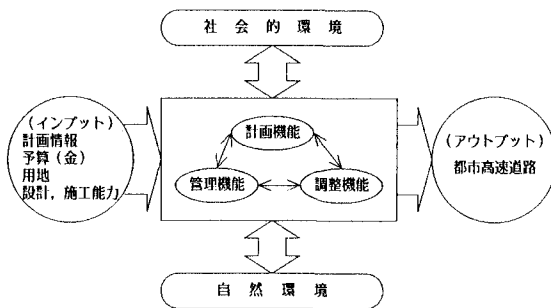


図-1 工務部門の業務の主要機能

3. システム化へのアプローチ

このような課題に向けての新しい業務システムの構想化作業は、現状の業務実態を可能な限り無視して、本来的な機能をベースにトップダウンに設計するといういわゆる演繹的方法をとった。新しいシステムの開発(改善を含む)の方法としては、一般に帰納的な方法と演繹的な方法とがある。帰納的方法とは、現状を分析して、その欠点や問題を調べ改善していこうとするものである。この方法は、現状の分析に多大の時間を要する割には、現状にとらわれすぎて革新的な効果は生まれにくい。一方、演繹的方法とは、システムの本来のあるべき姿、理想型を追求し、そこから技術的可能性やコストを考慮に入れてシステム案をまとめる方法である。

ここでは、その対象とする業務の本来的な機能を、「厳しい事業環境下で可能な限り合理的・効率的な実施計画を策定し、かつその実行過程を管理する」こととし、その業務システムをどう構成するべきかを出発点とした。そして、そこから生まれてきた業務の機能的な構成に対して、個々に人間の役割と情報システムの切り分けを行うことによってシステム全体の構想を明らかにし、情報システムの具体的な設計を行っていった。

4. 新しい計画・管理業務の概要

ここでは、まず、事業実施段階での計画・管理業務の機能を、その管理対象によって大きく3つのレベルに分割している。第1のレベルは、計画路線網全体の視点からその整備戦略を策定する。第2のレベルは、その網レベルの計画にそって、網を構成する個々の路線レベルでの計画・管理、第3のレベルは、同様にその路線を構成する工区レベルの計画・管理を行うこととした(図-2)。

現状でも、一応こうした管理区分に従って、第1レベルー本社、第2レベルー各建設部、第3レベルー各工事事務所という機能分担がなされているが、今回、これらそれぞれのレベルでの機能内容と相互の関連をより鮮明にすることによって業務システムの具体的なスケルトンを設計した。

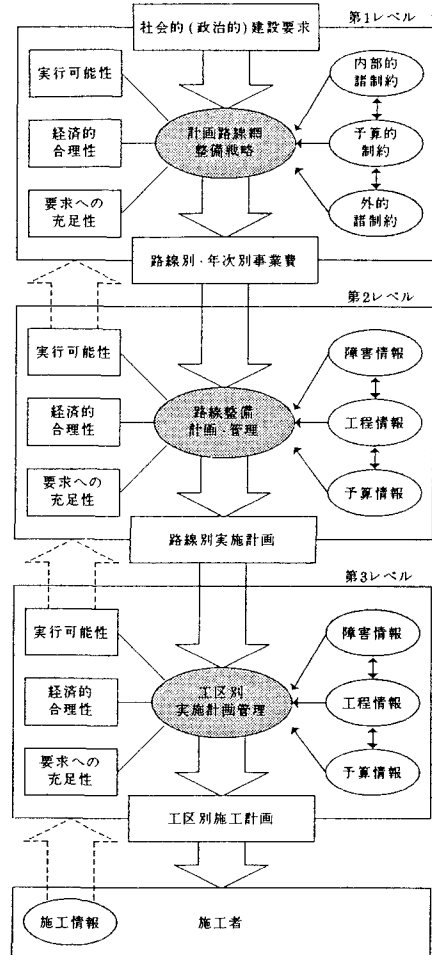


図-2 実施計画・管理業務の基本的機能構成

まず、第1レベルは、計画部から引き継いだ建設計画と、各建設部から収集される進捗情報に基づいて、目標供用年完成に向けて、計画路線網全体視点から、各路線の整備戦略を策定する。建設事業を進めるにあたっては、外的（社会的）諸制約、予算的制約、内部的（組織体制的）制約といった諸々の制約条件を克服していかなければならない。これらの条件下で目標供用年の実現を保証し、かつ経済的合理性と実行性の保証された計画の立案を行う。

第1ステップとして、社会的な建設要求を具現化したものとして「工事実施計画書」を計画部から引き受け、事業実施上の外的諸制約（用地取得、地下埋等）を考慮の上、各路線毎に独立の投資パターンを検討する。また、実施中の路線についても新たに発生する障害情報を検討の上個々の路線毎の早期完成を目指した計画を策定する。第2ステップではこれまで路線毎に検討されてきた計画内容を全体的予算制約の下で、路線網全体の視点から見直す。具体的には、収支シミュレーションによる料金収入、支払金利に基づいて各路線の優先順序を決定し、予算的制約をクリアーし、かつ経済的に最も合理的な計画を策定する。第3のステップでは、当公団の内部的な制約（組織的、技術的）をクリアーするために各建設部・工事事務所の組織体制の面から実行可能性検討し、中期的な人的配置計画との整合を図っていく。第1レベルにおける路線網全体の整備戦略策定に関わる以上のような業務プロセスは図-3のような構成をとる。

第2レベルでは、レベル1の計画路線網整備戦略を受けて各路線毎の実行性のある工程計画・予算配分計画の立案を行うことが基本機能である。

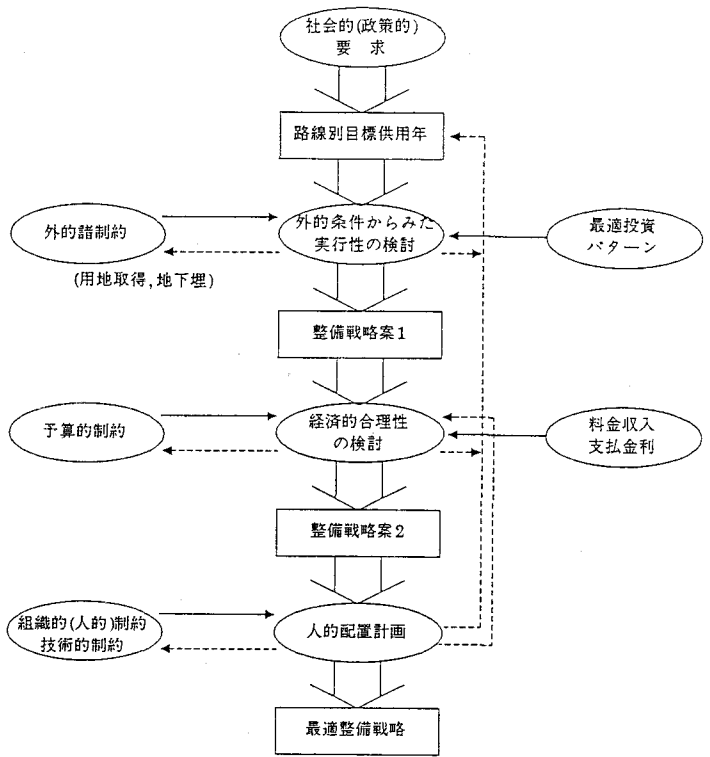


図-3 整備戦略策定の概略手順

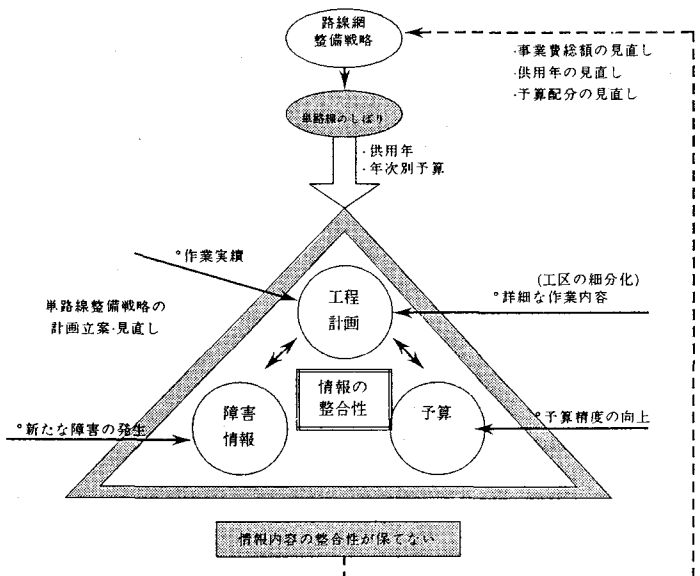


図-4 単路線整備計画の機能

路線網整備戦略は各路線毎の供用年及び供用に至るまでの年次別の投資額を単路線整備戦略策定時のしきりとして規定しているものであり、実行性のあ

る計画立案とは、そのしぼりの中で工程計画及び予算配分計画が現状をかかえる障害問題と整合のとれた形で立案されることである。すなわち、全体の整備戦略を可能な限り順守する立場に立って実行中に発生する各工区毎の新たな諸問題に対して迅速に対応策を検討しなければならない。現実には、調査、用地、設計、積算の各部門から、各部門の作業の進捗に伴う実績情報及び、工事内容の変更情報や緻密化された情報、対外的な折衝を通じて出てくる諸問題についての情報を収集するとともに、各工事事務所からの実際の工事実施レベルの予算・工程・障害情報を収集する。これらの情報に基づいて、上位計画に照らし検討を必要とする工区を、いち早く察知し、その対策を検討する。この際その問題それ自体の早期解決が期待できない場合は、関係部門が一体となって路線全体の視点から代替工区を選択するなどの方法をとって、総合的な対応策を検討し、可能な限り上位計画を順守しなければならない。どうしても、その路線の事業高をその年度内に実施できない場合は、レベル1にフィードバックされて計画路線網全体の計画の見直しを既に述べた手順に従って行うことになる(図-4)。

このようにして、各路線を構成する工区毎の課題への対応策とともに、新しい工程・予算計画を、各関係部門に引き渡す。特に施工段階にある工区については、その計画内容は工事事務所に引き継がれて

レベル3の管理目標となる。(レベル3で管理内容は特に現行の機能と変わらないので省略する。)

全体としては、以上のような業務構成とし、情報システムを有効に活用することによって、各レベルで保有する情報を共有化し、実施計画・管理業務全体を一体化して、整合のとれたものにし、各レベルの実務担当者が共通の問題認識を持てるようにしていくことにした。

5. 予算・工程管理システムの概要

以上のような実施計画・管理業務の構成に対し、その業務構成に対応する形で、それを支援する情報システム「予算・工程管理システム」を構成した。すなわち、予算・工程管理システムも3つのサブシステムによって構成されている。以下、上位2つのサブシステムについてその概要を述べる。

(1) 計画路線網整備戦略策定支援サブシステム

第1レベルの網全体の整備戦略策定を支援するシステムは、図-5の構成をとる。このレベルでは下位レベルで入力された予算・工程・障害に関する詳細なデータを統合集約して、既に述べた3つの業務ステップにそれぞれを支援するサブシステムが対応する。以下各々のステップについて対応する主要画面とその支援内容を述べる。

①事業費の見直し

建設部・工事事務所では、計画の具体化や工事の

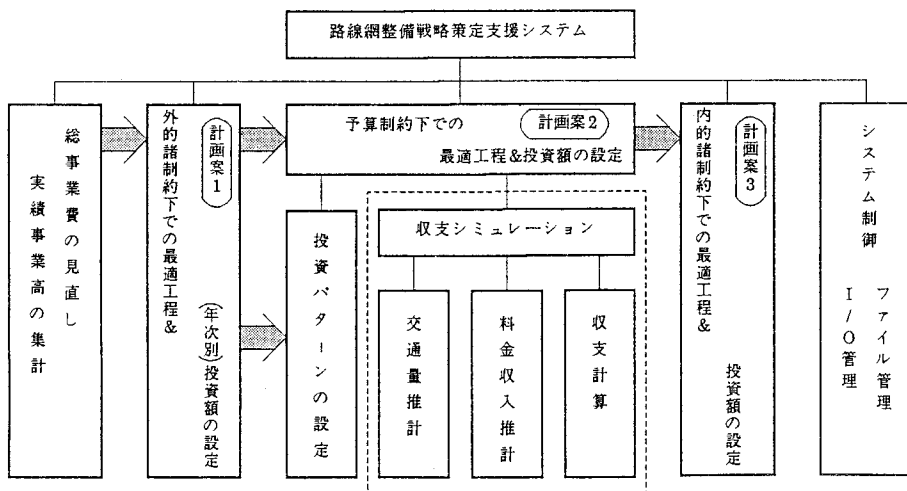


図-5 路線網整備戦略策定支援システムの構成

実施に伴って、順次工区毎に精度の高い事業費が把握されていく。それらのデータを必要に応じて自動的に収集し、当初想定している路線全体の事業費を見直して、完成までの残りの事業費の見積を正確なものにしていく。具体的には、用地について面積、下部工についてピア本数、上部工について延長を、支払金額とともに出来高として把握し、その出来高率の差異にもとづいて見直しを行う。

ここに「積み上げ額」として表示された値は、当該路線担当の建設部において、各工区毎に管理されている最新のデータを積み上げた金額である。また当然「実績額」も工区レベルからの積み上げ額で、このサブシステムは「単路線整備計画サブシステム」のファイルにアクセスし、常時下位の最新のデータに基づいて計画立案ができるようにしている。

②外的諸制約下での最適工程と年度別投資額の設定（計画案1）

各路線毎に、工程上の障害情報を把握しその対応策を検討し、可能な限り早期完成を目指して、最適な投資パターンを設定する。単路線の最適投資パターンは、支払金利でできるだけ少なくすることになれば、建設期間を短くし投資重心を供用年に近付けることになるが、実行性を考慮に入れて、総事業費の大きさに応じて標準的建設期間とその期間内の投資配分パターンをシステム内に用意しておき、外的諸制約条件の許す限りにこれを近付けることにした。

具体的には、単路線レベルの工程ファイルにアクセスし、当該路線の中の全工区をサーチし、クリティカルな供用年を、現状での障害条件を前提として認識し、自動的に現在から供用年までの最適投資パターンを設定する。

③単年度予算制約下での最適工程と年次別投資額の設定（計画案2）

計画案1を受けて、全ての路線の事業費を単年度毎に想定予算に合せることを目的とする。各路線に優先順位を建設による料金収入の増分、繰り延べによる支払金利の増分を考慮し全体としての経済性を評価基準として設定する。図-8は、総事業費についての路線毎の内訳と想定予算を示したものであるが、累積支払利息の内訳の画面に即時切り換えが可能で、その利息額の大小と、目標供用年を見ながら、優先順位の低い路線から調整対象路線として予算枠に合

路線網整備計画 : 事業費見直し

供用: 64年03月

（建設費QとQ）

用地	面積 (m ²)	計画		実績		積み上げ		工事計画	
		計画	実績	計画	実績	計画	実績	計画	実績
下部	40003	7700	5048	661	0	6038			
上部	34	42944	7758	192	30244	40003			
その他	47866	7166	152	44076	47866				
その他	437	2939	148	52	0	2939			
その他	4292	1205	282	0	11354				
合計	102800	21325	2	94320	108200				

図-6 事業費見直し画面

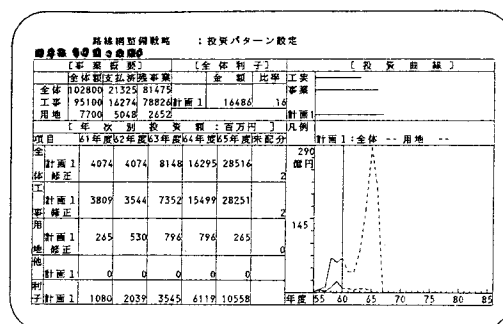


図-7 単路線毎にみた最適投資パターン設定画面

路線網整備計画 : 予算枠

項目	61年度	62年度	63年度	64年度	65年度	66年度	67年度	68年度	69年度	70年度	71年度	72年度	73年度	74年度	75年度	76年度	77年度	78年度	79年度	80年度	81年度
計画1	75000	74000	89000	105000	120000																
計画2	854	-10548	-67121	-102224	-224812																
計画3	74146	86548	156121	207224	344812																
計画4	3944	3944	7888	7888	15775																
計画5	2326	5816	10468	4653	0																
計画6	819	2729	1910	0	0																
計画7	2343	4688	9372	18744	11715																
計画8	4074	4074	8148	16295	28516																
計画9	3852	3852	7705	15410	26967																
計画10	5353	5353	10705	21410	37468																
計画11	5306	5306	10613	21228	37065																

図-8 予算枠による路線網全体での調整画面

せていく。調整後の各路線の投資パターンを確認するために、図-7の画面にもどることが可能である。

④内的諸制約的（組織体制）下での最適工程と年次別投資額の算定（計画案3）

計画案2を受けて各路線の年次毎事業高を建設部毎に集約し、適正な人員配置計画を立案する。組織的対応が可能な場合は、計画案2にもとづいて建設部間の事業費の配分を行う。

(2) 単路線整備計画策定支援サブシステム

繰返し述べるように、このサブシステムは、上位計画としての全体路線網整備計画で決定された当該路線の年度毎の予算計画を受けて、実施計画として具体化するとともに、その路線内の各工区から集約される進捗（工程）・予算・障害データに基づき、可能な限り上位計画を遵守することを目的に計画を調整する機能を支援する。各工区で発生する最新データは、随時担当者によってシステムにインプットされるが、その計画の策定・見直しは、建設部内の月1回程度の工程会議で行われることを前提としている。このような作業形態に対応して、このサブシステムは、図-9のような構成をとっている。またこのシステムに取り込まれたデータは図-10のように構造物データ、工程データ、予算データ、障害データで構成され、それらは工区をキーとして関係づけられている。（調査→用地→設計→積算→発注→施工工程の流れにそって、データ内容は精度的に向上していくが、当然ここには、工事発注前の用地買収や設計中の工区も含まれている。したがって、その情報内容は、工区によって精度的バラツキがある）図-11は、システム運用者が、特定の路線を指定した時、最初に表われる画面である。これによって担当者は路線全体の進捗概要を知ると同時に、ここに表示されている任意の工区についての構造物、工程、予算、障害のすべての情報を検索したり入力・更新することができる。また、上段の2行にある数字は、上がレベル1で立案された当該路線の年次別の全体

予算で、下は、現在のレベル2における工区からの積上げ予算である。これによって、上位計画と、実態との当該路線全体の予算的なズレを確認し、調整の必要性を察知する。

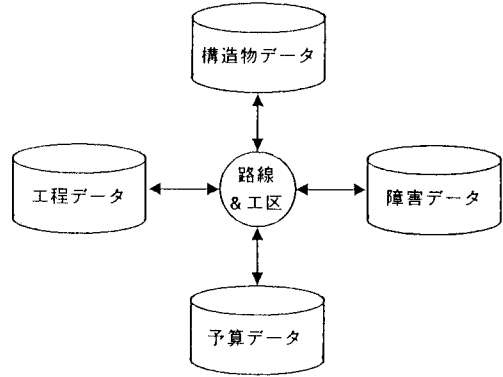


図-10 テータ構造

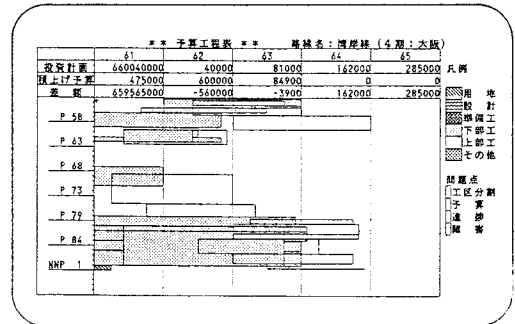


図-11 初期画面

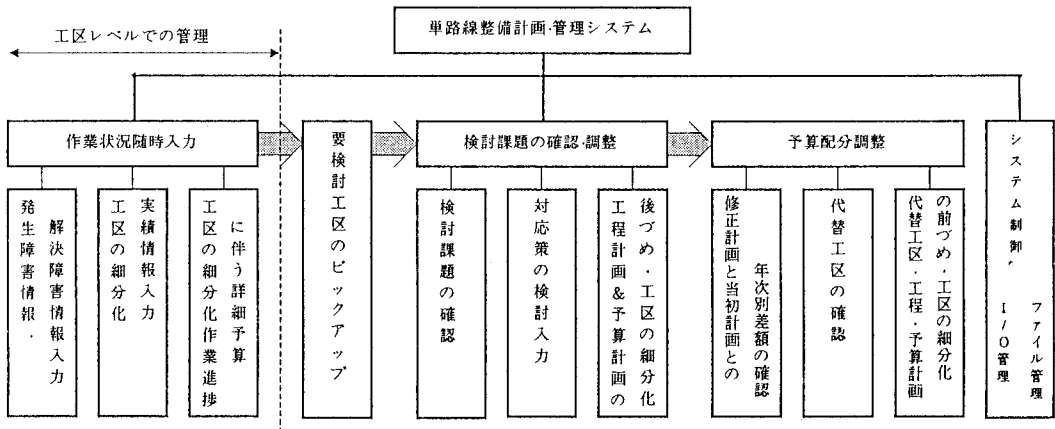


図-9 単路線整備計画策定支援サブシステムの構成

施工中のある工区で障害問題が発生したケースを例にとって、このサブシステム利用し、現場サイドから報告された予算・工程上の問題に対処する手順を簡単に述べる。まず、現場監督員は、対外的関係者との協議経緯から、工程のおくれが予測された時点で、状況をシステムに入力する（図 -12）。これらの情報は、月1回の建設部で行われる工程会議の席に一括してシステムから表示される（図 -11上で検討を要する工区が色表示される）。見直しの必要な工区が、1つ1つ順番にピックアップされて、その対策がその席上で議論される。その際もし該当工事の遅延によって後続工事への影響等がシステムから確認される（図 -13）。その検討の結果、遅延を回避できない場合には、関連工事の工程を含めて工程計画変更を行いシステムに入力され、関係者に一括に指示される。また、その遅延によって、当該年次の全体予算計画に影響がでる場合には、代替工区を当該路線の中から検索させる（図 -14）。これは、各工区の工程計画の中に最早開始時期が入力されているので、システムが自動的に検索する。こうして選択された工区は、その工程計画が変更されてシステムに入力され、同様に関係者に指示される。このようにして、一区間内での工事関連が整合のとれた計画によって進めていくことができる。また路線全体の進捗状況が一見して把握できるために、隘路となる工区が早期に発見でき、管理の重点区間が明確になる。

以上、予算・工程管理システムについて、実施計画・管理業務の機能構成にもとづき個々の利用サイドから、その概要を述べてきたが、このシステムの全体的な構成は、図 -15のとおりである。このシステムは事業全体の予算・工程に関わる基本的データを管理しており、その情報内容は個々の業務ブロック（用地、設計、発注、施工）におけるブロック内の管理情報と共通のものである。したがって、業務ブロック内での管理においても、これらを有効に活用できるように、システムサイドからの支援が期待できる。このような拡張を含めて、現状のシステムに対する改善・拡張課題として次の事項があげられている。

(1) 計画路線網整備戦略策定レベルにおける

改善・拡張の方向

図 -12 障害情報入力・参照画面

図 -13 工程計画入力・参照画面

図 -14 代替工区検索結果画面

⑤ 「総事業費の見直し」における精度の高い事業費の推定方法の検討

中・長期の整備計画を立案するにあたって、予算配分、支払バランスの保証等の面から、精度の高い事業費の推定機能が必要であることは言うまでもない。実績データの分析を通して変動要因や単価について、よりきめ細かな情報をシステムに入力しておく必要がある。

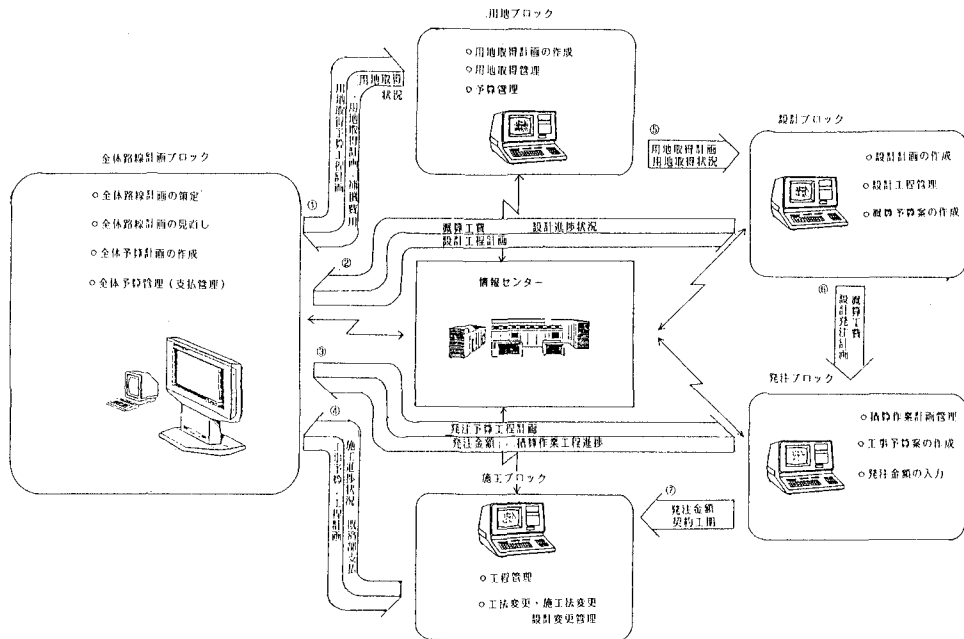


図-15 予算・工程管理システムの全体構成

②「外的諸制約下での最適工程&投資額の設定」 における最適投資パターンの設定方法の検討

最適投資パターンに関しては、現実のデータをフィードバックして実現性の点から、より詳細に分析する必要がある。

③「予算制約下での最適工程&投資額の設定」 における収支シミュレーション機能の追加

計画路線網が順次供用されて全体のネットワークが拡張されるにつれて、利用交通量や料金収入が変化するさまを整備パターン（投資パターン）毎に追跡する収支シミュレーションを自動的に行うことによって、その投資パターンの優劣を当公団内の経済的観点から評価できるようにする。

(2) 単路線整備計画策定レベルにおける

改善・拡張の方向

①障害情報入力方法に関する改善

用地、設計、施工の各現場で発生する障害情報については、状況の克明な報告となる可能性があり、その入力に要する時間が問題となる。このために、イメージ情報の入力に関しては、イメージスキャナー（イメージ読み取り機）を

ワークステーションに接続するといったことによって入力方法を改善する必要がある。

②実績データの再利用による

管理基準の精度の向上

運用が進むにつれて、既に蓄積されているデータを分析し、信頼度の高い逆算単価や標準工程を算出し、工費や工程の推定に利用される基準データの精度の向上を図っていく必要がある。

6. おわりに

上位レベルの計画・管理機能の強化を図ることによって、より効率的・合理的な事業の実施をめざして、今回、実施計画・管理業務システムの再構築とそれを支援する情報システムを開発してきたが、現段階では、未だ充分に実務に供するレベルではない。今後は、運用を進めながら、実務レベルからの様々のニーズを取り込んで、精度的・機能的に改善拡張を図っていくとともに、特に最上位に位置づけられている「計画路線網レベル」の計画・管理業務において、開発された情報システムを有効に活用しその機能強化を現実のものにしていくことが最も重要である。