

保全情報システムの構想化

保全施設部 保全企画課 入 谷 良 弘
同 部 同 課 下 村 幸 徳

要 約

保全情報システムは、併用延長の増加に伴って膨大化する管理部門の情報、例えば構造物台帳、点検データおよび補修情報などをコンピュータで一括管理するほか、これらのデータを利用して行う各業務を支援する処理システムからなる。昭和58年度より、煩雑化する保全実務の現況分析と将来の問題点の抽出、システムに対する要望の調査結果をまとめてシステムの開発を進めており、64年度には第一期保全情報システムを完成させる予定である。このシステムでは、管理する構造物の数量と諸元等の財産情報、基本的なデータおよび点検データ・補修データの更新と情報処理が可能となる。また、将来的には自動積算システムとの連携および各種業務支援システムの開発も進める。ところで、システムは、使いやすさが成否の鍵と言われる。従って、本論文は基本システム完成前に、認知の意味をこめて全体構想とシステムイメージについてまとめたものであり、中間報告とする。

まえがき

阪神高速道路は昭和39年6月に土佐堀～港町間2.3kmが供用されて以来、20余年を経た現在では、138.5kmが供用され一日平均利用台数も約72万台に達している。さらに、現在、約93.5kmの新路線が建設されており、加えて、将来整備が必要な約100kmの路線が計画されている。このように、当公団は設立以来、増大し続ける自動車交通に対応して供用路線を拡大してきたが、一方では既存施設の老朽化と、近年の利用台数の増大や重車両交通の増加等に伴う道路構造物とその関連施設の劣化に対処するため、多大の努力が必要とされるようになってきている。このような状況の中で、近年著

しい技術進歩を遂げている情報処理技術およびシステム工学的な手法を取り入れた保全情報システムの基本構想が立案された。57年度に設置された「都市高速道路建設情報システム研究会」に58年度より参画して、「都市高速道路建設・保全情報システム研究会」と改められ、保全部門における各種の情報をどのように管理すべきかについて検討し、60年度より順次開発が進められている。本報告書は、システム開発を進めるに際しての保全業務現況分析結果、システム開発の基本構想ならびに現在までに進めてきた各種システムの開発状況の概要を述べるものである。

1. 開発の目的とその手順

高速道路の維持管理業務は、供用路線の拡大と既存施設の老朽化などによる量的な拡大に加えて、構造物に発生する損傷がその機能を阻害しない早い段階で発見し、機能低下を積極的に防止する予防型の管理体制等、質的にも高度な要求が付加されている。将来もこの傾向は強まって行くものと思われる。しかし、今日のように行財政改革が声高に叫ばれる中では、事業拡大に対応した組織や人員の増強はあまり望めない状況にある。したがって、拡大化し、複雑化された事業に対処するためには、各々の業務を効率的にしかも確実に遂行する必要がある。

新しいシステムの開発にあたっては、システムマシンの急速な発達やシステム工学的な技術・技法の進歩などの変化に対応できることのほか、システムの開発に伴うリスクを回避するため、短期、中期、そして長期的目標がそれぞれ連続性を持って段階的に開発されることが基本的な条件である。なお、開発の手順の詳細については、技報第四号に掲載の『建設情報システムの開発』と基本的に同じであるのでここでは省略する。

2. 保全業務と情報

道路構造物の保全業務は、「点検」→「補修計画」→「補修工事」という一連の現場業務と共に、それらの業務全般を支える「保全情報（設備数量・点検結果・補修経歴等）収集整理」、施設の現状把握を行う「資産管理」、さらにその情報を分析し、点検・補修計画に有効なデータを提供する「補修関連分析」の各業務によって構成されている。そして、これらの業務は、図-1に示すように保全情報を中心としてサイクリックに流れている。

3. 保全業務の現状での問題点

3-1 点検業務について

点検業務においては、次のような問題点が指摘される。

- (1) 定期点検の時期が構造物の劣化進行の分析等による損傷予測に基づいたものでなく、最も効果的な点検時期が設定されているとはいえない。
- (2) 設計に際して路下条件などの情報が整備されていないため作業条件別の点検数量の算出など、積算に時間を要する。

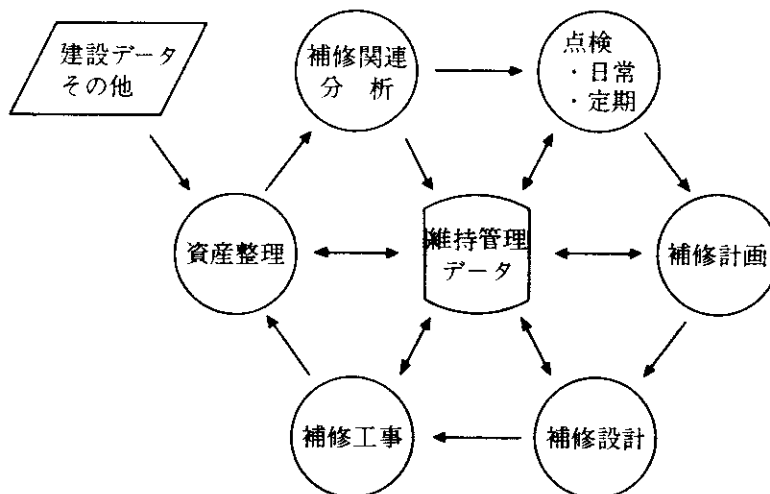


図-1 保全業務と維持管理データの結びつき

- (3) 点検情報と施設情報との関連性が低い。
- (4) 点検情報の整理が遅れるため、補修計画作成時に最新の点検結果が利用出来ない場合がある。

定期点検についての問題点のほか、日常点検については、定期点検と独立して実施されているため、各々の点検結果を照合確認する作業が簡単に出来ない。このため、定期点検の判定結果を勘案した点検が実施しにくい（注. 昭和62年度より日常点検についても（財）阪神高速道路管理技術センターに委託して実施している。）等の問題点がある。

3-2 補修計画について

補修計画における問題点としては、長期計画立案において補修数量等を予測する際、資料（分析予測結果）が不十分なため精度の高い計画書の作成が困難である。また、資料の収集にも多大な時間を要する。

3-3 補修設計について

補修設計においては、次のような問題点が指摘される。

- (1) 必要な情報の収集に多くの時間を要する。
- (2) 設備数量等の資料の精度が悪いため現地調査による再確認が必要となる場合が多い。
- (3) 工事環境（交通量・路下条件等）の情報が整備されていないため作業条件別の数量算出に多大な時間を要する。

3-4 補修工事について

補修工事においては、次の点が指摘される。

- (1) 地下埋設物に関する精度の高い資料が入手できない。
- (2) 協議資料の作成および対外協議に時間を要する。
- (3) 設計変更に伴う作業（書類作成等）が多く、煩雑である。
- (4) 緊急工事については竣工図、施工記録が不備なものが多い。
- (5) 竣工図書類が膨大であり、保管場所が不足している。

- (6) 補修による施設情報の更新機能が不十分である。

資産管理業務および補修関連分析業務においても、これまで述べてきたものと同種の問題点が指摘される。

4. 保全業務における情報管理のシステム化の要望

保全業務に必要な情報の管理をシステム化するにあたっての主な要望は次のとおりである。

4-1 資料の整備・情報の内容に対して

- (1) 施設・点検・補修の各データを統合化し、情報を体系化、コード化して蓄積し、これを一箇所で集中管理する。
- (2) 路下条件や周辺環境条件等、利用度の高い情報は収集・整理してデータ化するほか、積算基準などの変更にも対応できるように、細分化した数量をデータとして蓄積する。また、竣工図についてもデータとして管理出来るものとする。
- (3) 点検および補修データの入力にあたって、関連するデータや項目の修正更新が自動的に行えるようにする。

4-2 運用・管理体制に対して

- (1) 情報管理部門を設置し、データを専従の担当者により制御する集中管理体制とする。
- (2) 保全関係資料の整備向上を図り、迅速な検索を行うために、データの入出力は各部所に配置された端末機にて行う。
- (3) 情報の更新は、データの内容により、端末機より行えるものと、情報管理部門で行えるものとに区分して行う。

5. 情報管理における基本的システム要件

5-1 情報保管形態の改善

現在、各部所に分散している資料を統合して一元化し、これを情報システム（データベースシス

テム)に取り入れて集中管理する。情報システムの形態としては、通信回線で情報管理セクションに配置したホストコンピュータと利用者側に設置された端末機を直結し、即時処理方式(オンラインリアルタイム処理)を採用することにより、情報の発生箇所から入力された最新情報を、他の各部所において即座に利用出来るような方式とする。

道路構造物の維持管理に関する膨大な資料を、情報システムのデータファイル(または光ディスクファイル)に入力し、集中管理することにより、省スペース化およびレスペーパー化を推進する。また、供用路線の拡大や構造物の老朽化に伴う将来の情報量の増加にも対応可能なものとする。

路線図・施設管理図・平面図・標準設計図・竣工図等の図面類の保管は、光ディスクファイリングシステムを利用して画像情報として管理する。これにより数値データとの一体的管理が可能なものとする。

5-2 情報内容の改善

情報のより効率的で広範囲な利用を推進するためには、情報内容の見直しを行い、必要なデータを整備しなければならない。

道路構造物の整理・分類区分の統一化を図り、

施設情報をベースとして点検および補修情報を含めた保全情報全体の体系化・結合作を行うと共に、入力する情報(データ)は、必要に応じ補足的な調査を実施し、正確な情報の収集や確認を行う。また、記入もれ、データの欠落部の補充も行う。

一方、新しく発生する情報に対しては、資料作成要領を整備して、入力更新手続きの定型化を推進させると共に、情報システムにもチェック機能を設けることによりデータの精度を確保する。また入力された点検あるいは補修情報に関連した項目に対する更新機能を持たせることにより情報の整合性を確保する。

情報の体系化および統合化にあたっては、情報の利用頻度や必要性を十分考慮(調査)し、情報システムにデータ化(ファイル化)する情報を取捨選択する。このとき、現在は台帳化されていない情報であっても必要性の高いものは取り入れる。

5-3 情報管理の処理機能

データ入力処理は、各部所に配置された端末機より直接入力することも考えられるが、システム化に伴う新たな作業の増加を極力抑えるためには情報管理セクションで行うことが望ましい。また、入力処理を定常業務化し、データ発生部所から情

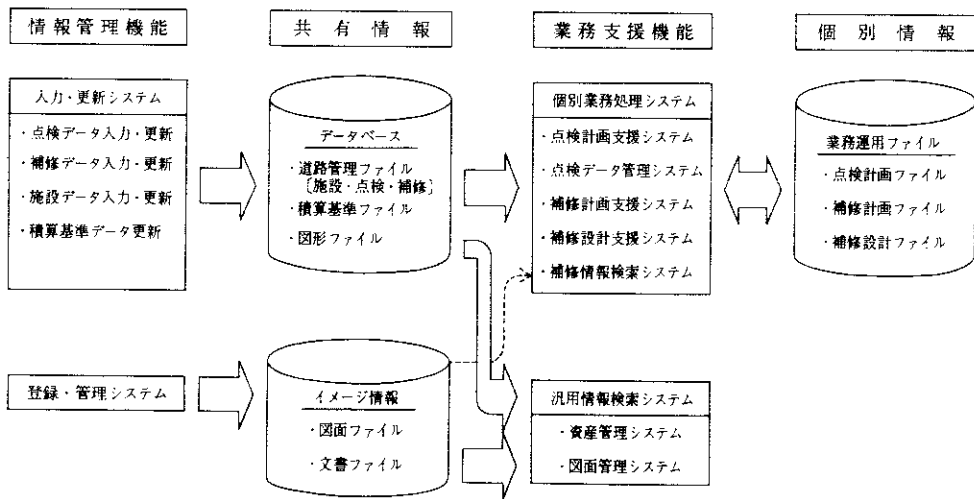


図-2 入力データと処理システムの関連

報セクションへのデータ引き渡し手続き等の体制を確立し、基準・要領化することが必要である。

点検情報が新しく発生すると前回の点検結果は更新される。また、補修情報が発生すると点検情報が更新され、施設情報へ追加される。保全情報を部分的にはなくトータルのシステム化を図る場合、これらの更新処理を自動的（更新処理プログラムの実行により）に行う必要がある。

このほか、データの入力・更新時のデータの誤りや転記・入力ミス等のエラーに対し、システムの要所にチェック機能を備えることで基本的なデータの入力ミスや論理的な誤りを検出し、データ精度を確保することが必要である。

5-4 情報管理の運用体制

保全情報を一元的に集中管理する情報システムを開発し、これを利用した情報管理を行う場合、資料作成要領・情報管理要領を整備することで情報管理機能を定型化する。加えて、専従担当者を配置して情報管理セクションを設け、実務担当者への情報システム利用方法の指導、トラブルの発生に対処するほか、改善要望の取りまとめなどを行う。このような体制を整えることにより、情報管理の信頼性と確実性を向上させ、システムの利用を促進する。

5-5 コンピュータに要求される機能

これまでに述べてきた処理機能を備えた情報システムを構築するために、コンピュータに要求される機能は、

- (1) データとプログラムの独立性、データの統合・共有化、データの整合性、データの保護、などを図るデータベース機能
- (2) オンラインリアルタイム処理機能
- (3) 中央のコンピュータと利用者側におかれたコンピュータ（分散プロセッサ）やインテリジェントターミナル間で処理機能と能力を分担する分散処理機能
- (4) 日本語処理機能
- (5) セキュリティ（安全性）機能
- (6) 光ディスク等のイメージ情報処理機能

等となる。

6. 保全情報システムの概要

これまで述べてきた保全業務の現状での問題点と改善点をふまえ、全体的な観点からみた保全情報システム（データベースシステム）構想の概要を以下に述べる。

6-1 データと処理システムの関連

業務単位の支援システム（処理システム）と、これを運用するうえで必要な情報（データ）の関連を図-2に示す。すなわち、保全の各業務に必要な情報は共有情報としてデータベース化し、各業務を支援する処理システムは、このデータベース情報を検索して処理する。

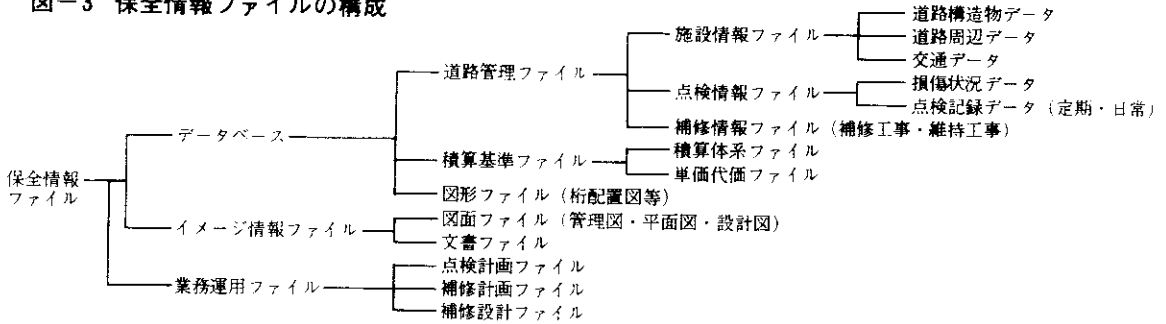
システム運用上で一定期間（1～5年）記録しておく必要がある情報については、システムに付随した個別情報（業務運用ファイル）として取り扱う。

これらの支援システムが定型的・定常的な処理形態であるのに対し、非定型的・非定常的な情報の検索の要求に対応しようとする資産管理に係わる支援システムは、汎用情報検索システムとして位置づける。この中には、図面類等のイメージ情報の検索も含める。

データベースは、共有情報としてシステムの中心に位置づけられ、情報の維持管理作業を欠かすことはできない。情報管理機能は、これらの共有情報に対して、データの入力（追加）や更新処理等を行うものであり、その運用方法の規定、組織化により、共有情報としての精度が保持され、利用可能性が高まる。

保全情報ファイル（共有情報・個別情報）として、整備が必要なデータを体系化したものを図-3に示す。施設情報ファイルには、道路構造物データのほか、道路周辺データ（立地条件など）、交通データ（交通量など）も含める。

図-3 保全情報ファイルの構成



また、点検情報ファイルには、最新の点検結果だけではなく、補修による復旧や改良の情報もタイムリーに入力、更新し、常に、最新の損傷状況データおよび点検作業の経歴とその結果を記録した点検記録データとに分類保管する。

図形ファイルは、データの入出力などに必要な

図形をイメージ情報（光ファイル・マイクロフィルム）としてではなく、ベクトル情報（線の集まりで表現）（桁配置図等）として記録する。

保全情報ファイルと個々の処理機能との関連を、その情報の発生と道路管理ファイルとの関連について、一例として図-4に示す。

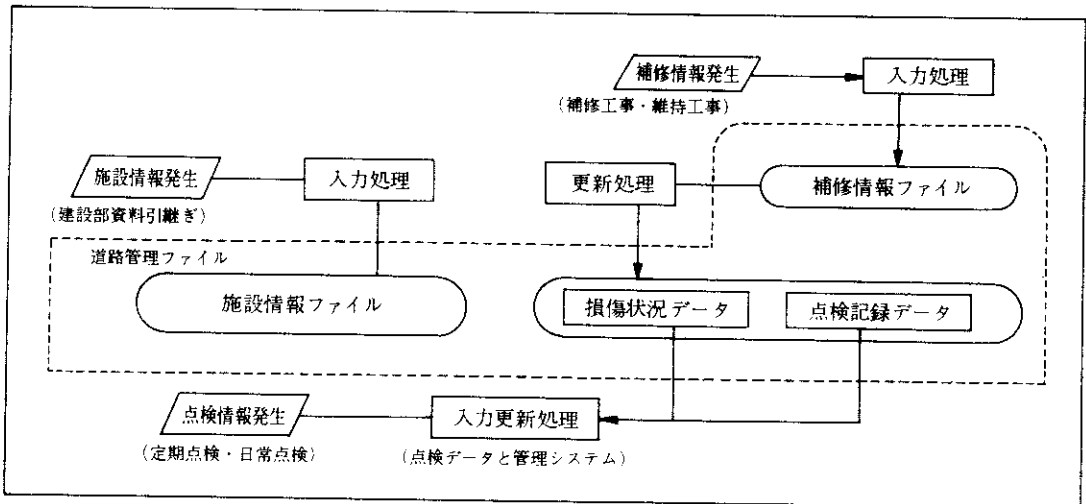


図-4 情報の発生と道路管理ファイルの関連

6-2 処理システムと利用部所との関連

業務支援システムと、これを利用する部所および情報管理センターの関連を概念的に図-5に示す。情報管理センターのホストコンピュータに蓄積された共有情報は、構築されたオンラインネットワークシステムにより、各々の業務を支援する処理システムを介して各部所にて検索され利用される。

図-6は、補修工事を例としたデータ入力・更新の処理手順を示したものである。データ入力は、将来的には工事施工業者から竣工図書と共にフロッピーディスク等を工事竣工成果品として受け取り、キーパンチ（媒体変換）作業を省略することも考えられるが、この図では、情報管理センターがデータの入力に係わる一切の処理を行う場合を示している。なお、この場合でもデータパンチは、情報

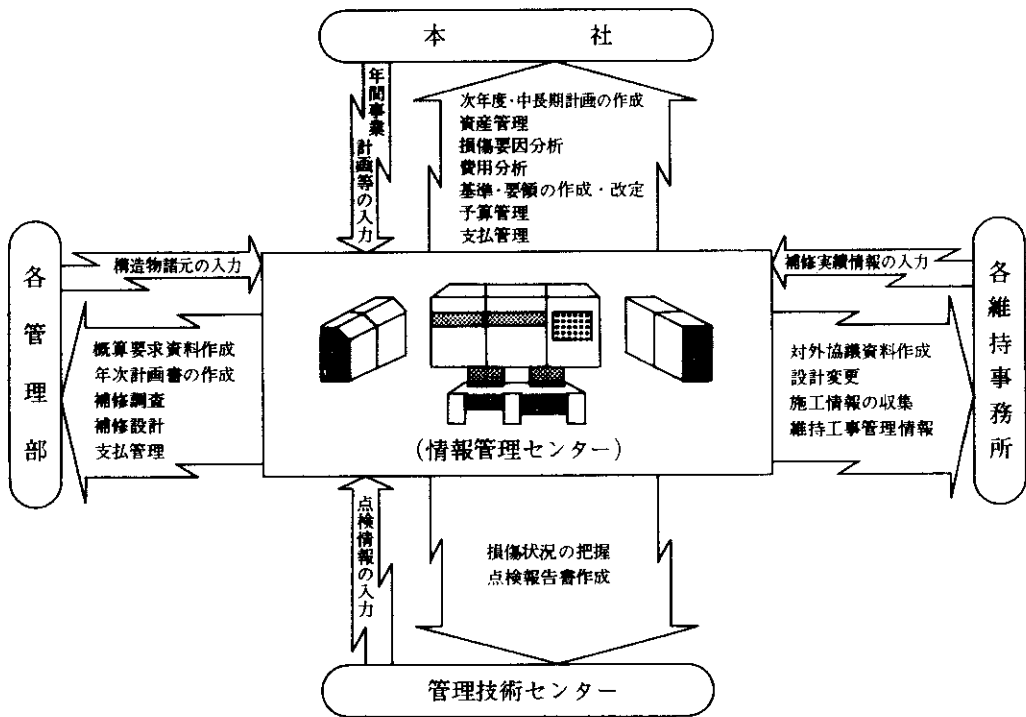


図-5 システム利用概念図

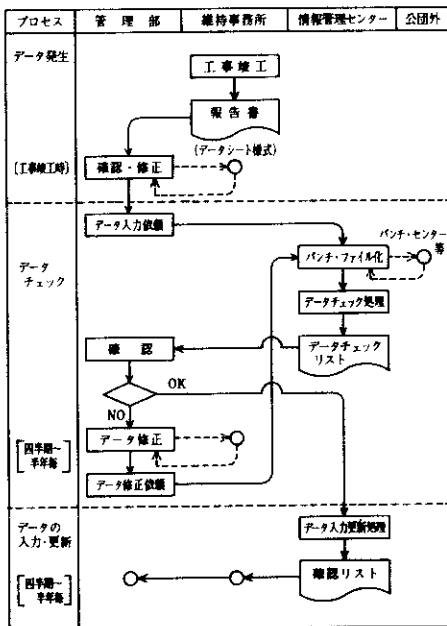


図-6 データの入力更新手順

管理センターに専用のエントリーオペレータ（キーパンチャー）を配置する方法と、外部の専門業者（パンチセンターなど）を利用する方法とが考えられる。

6-3 コンピュータシステム

コンピュータネットワークは、各種処理装置の配置や機能分担により様々な接続形態がある。データベースが中心となる保全情報システムにおいては、スター型ネットワークによる集中システムとツリー型ネットワークによる分散処理システムが考えられる。処理能力・信頼性・拡張性等の向上および設備・運用の簡略化が図れること、またシステム開発段階におけるリスクやコストパフォーマンスを考えると、分散処理システムが望ましいと考えられる。

また、データベース管理システム（DBMS）に要求される機能としては、

- (1) データ量の拡張性

- (2) データ項目変更の容易性
- (3) 時系列データや繰り返し項目がデータ構造上に表現できる
- (4) 汎用検索に対応可能
- (5) セキュリティ機能
- (6) ホスト言語型等である。

7. 情報システム化の課題

7-1 データベース化における課題

- (1) 各種処理機能を十分考慮した上で、データの体系化を図る。
- (2) 現在利用されている台帳のデータでも信頼性の低いデータであれば再調査を要するし、新しくデータベースに取り入れていくデータ項目は別途データ収集を行わねばならない。
- (3) データ入力、そのデータ量の膨大さ、データ種類の多用性から、長期的作業になることが予想されることから処理システムの開発順序に沿って作業手順や入力データの優先度を決定することが必要である。

7-2 処理システムの具体化に伴う課題

処理システムの具体化に際しては、システムの開発順位の決定、機能要件の明確化等、利用者のニーズを正確に掴み、これをシステムに反映させるには可能な限り実務担当者を参画させることが望ましい。

7-3 情報管理体制の確立

複数の部署に関係する大規模な情報システムを開発運用するには、データベースの維持管理、稼動開始後の機能の追加・拡張などに際してのニーズ分析や技術的な指導・援助などのほか、処理手順を明確化し、より利便を高めるためのシステム運用の標準化等、システム全体を管理統制する情報管理部門の組織的・人的配置が望まれる。

7-4 コンピュータの導入

コンピュータの導入には、多額の費用が必要で

あり、また導入と同時に各種処理機能を全面的に発揮できるものではないので、データ入力や処理システムのプログラム開発と作業工程を調整して導入計画を進める必要がある。

8. システムの開発

8-1 資産管理システムの開発

このシステムは、図-2で示した共有情報から主に道路管理ファイルの施設情報に関するデータの入力・更新システム、汎用情報検索システム、出力形態が定型化している設備台帳・構造物設備数量集計表を作成する出力システムに必要な処理がその主なものとなる。

8-1-1 データ項目の選定

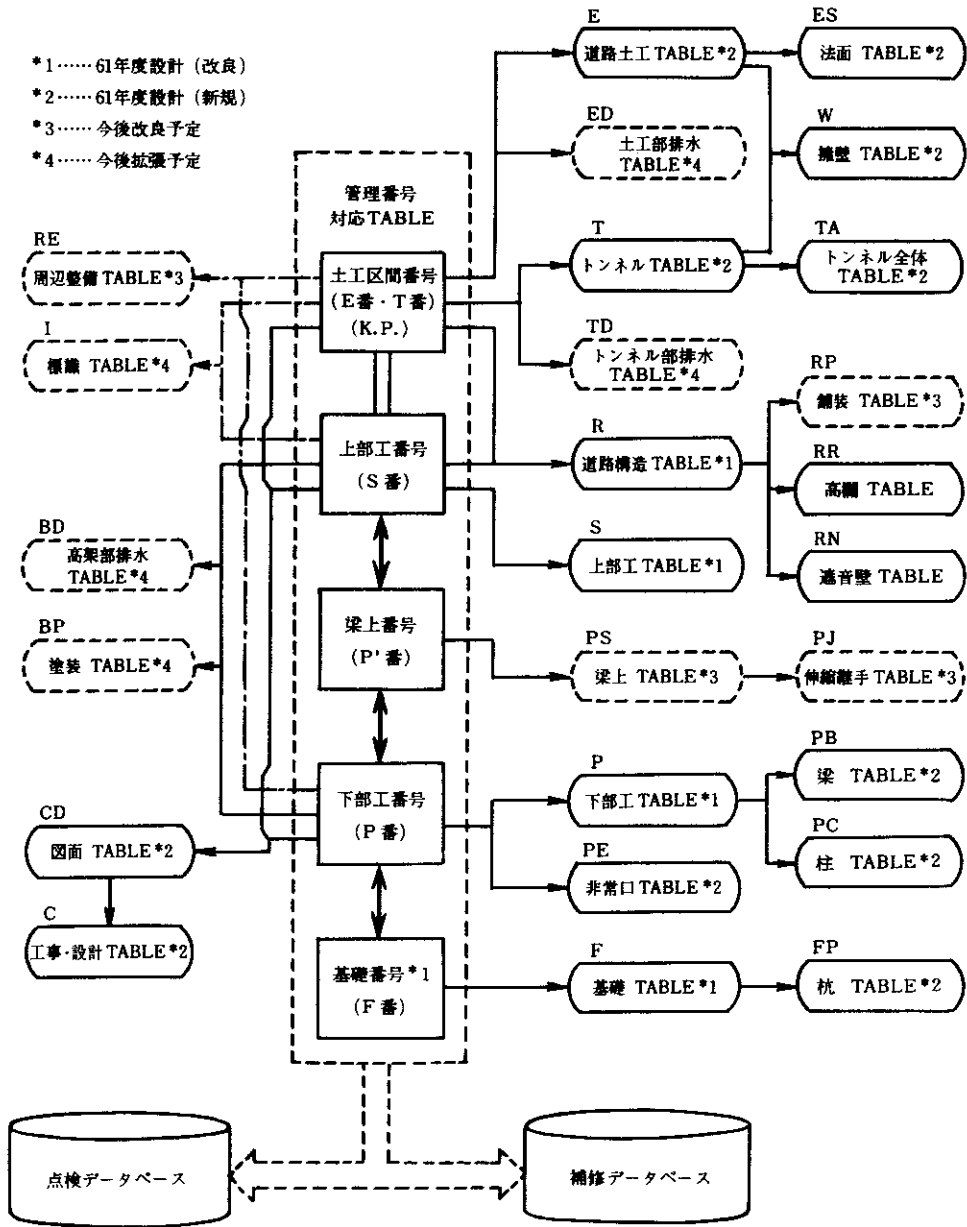
入力するデータは、原則として全路線、全工種を対象とし、そのデータ項目の選定は、台帳カード・テーブル表に含まれるデータ項目から資産管理に必要なデータ項目を選出する。保全部門の実務担当者のニーズを正確に把握するため、検討会のメンバーを対象としたアンケート調査を実施し、その結果に基づいて『保全情報システム検討会』において審議し、選定する。

8-1-2 資産データベースの全体構造

道路構造物や付帯設備のデータは、各々施設管理の方法が異なるため、共通する構造物（工種）ごとにTABLE（ファイル）を設けて分割管理する。資産データベースは、これらのTABLEの集合で構成される。各々のTABLEはリレーショナル構造のデータベース管理システム（DBMS）により、そのデータは機能的に管理され、各TABLEが関連付けされている。図-7にその全体構造を示す。

8-1-3 管理番号

管理番号は、施設管理の基本となるインデックスであって、資産データベースの各テーブルにおいてもデータ検索時や更新時にキーとして利用される。



資産データベースの構造

図-7 資産データベースの全体構造図

現在、公団で使用されている管理番号は、下部工番号、梁上番号、上部工番号が決められているが、北神戸線の供用にともない「土工区間番号」、またフーチング基礎やケーソン基礎を下部工番号に関連づけて管理するための、「基礎番号」を追加する。なお、高架構造物のように「上部工番号」、「下部工番号」、「梁上番号」、「基礎工番号」の4種類のインデックスをそれぞれ関連付ける必要があるので、管理番号対応テーブルを設け、各管理番号を関連付けて使用する。

8-1-4 コード設計

コード化は、一般に

- (1) データを少ない桁数で表す。
- (2) 分類・配列などの機械的処理の能率を向上させる。
- (3) データ内容の体系化を図る。

等の目的で行われるものである。コード体系、即ちデータ値の識別や分類は、当然のことながら、現行の区分、例えば台帳カードテーブルなどで使用されている方式に基本的に準拠することとなる。従って、本システム開発のコード設計においては、まず各データ項目の元データを設定し、個々に記入されている識別、区分を再検討し、コード化を行う。データの大半は台帳カード・テーブルが元データとなるが、この台帳カードは、導入されてから既に十年以上経過しているため、現状に適合しない点が多くみられる。従って、データ項目の内容設定も含めて全体的に見直し、新たなコード体系として整理する。このほか、点検データファイル・自動積算システム構造物設備台帳が元データとなっているデータについては、基本的にコード体型はそのまま適用している。

8-1-5 データの入力

コーディングシート（データシート）は、工種、データ構造の関係から多種類となる。レイアウトも複雑化することから転記作業を分かりやすくし、桁ずれ等の転記ミスをなくすために、

データシートは専用のシートをコンピュータで作成することとし、管理番号についても合わせて出力できるよう、管理番号一覧表をあらかじめデータファイル化している。

なお、元データが点検システムや積算システムのデータと同一の場合は、コンピュータが直接読み取れるデータファイル（マシンリーダブル）を検索して、機械的に編集・変換処理することによりデータを入力する。

8-2 補修情報管理システムの設計

このシステムは、補修工事等により発生する各種の情報（補修年度・補修業者名・補修内容等）を補修履歴として蓄積・管理すると共に、点検・資産の各情報について修正が必要となるデータは、自動的に更新処理する。また、補修業務支援システムにより資産・点検の各情報とリンクし、補修に関連する数理的・統計的な分析を可能とするほか、補修計画・補修設計等の業務において有効に利用される。

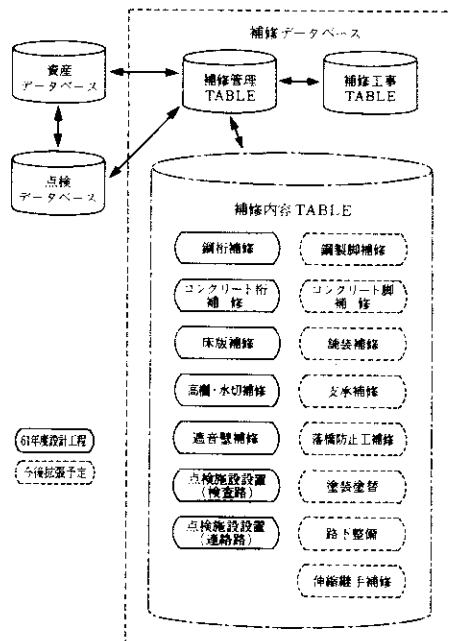


図-8 補修データベースの全体構造図

8-2-1 補修データベースの全体構造

補修データベースには大きく分けて、工種、補修年度を管理する「補修管理」、業者名・工事名を工事単位で管理する「補修工事」、各工種について補修箇所単位で補修内容を管理する「補修内容」の3種類のテーブルがある。各テーブルは、管理番号で関連付けられている。その全体構造を図-8に示す。

8-2-2 補修データ管理機能

主な機能としては、補修データの発生に伴うデータ蓄積機能、補修による改良や新たな施設が設置されたことにより必要となる資産情報更新機能および、点検情報において構造物の現状を管理するための損傷状況ファイルの更新機能が含まれる。

点検データと補修データは、各々業務の性格上の違いから、道路構造物の位置や範囲を扱う情報レベル(単位)が異なっているので、損傷状況ファイルを設計する際は、データ管理単位を統一する必要がある。

あとがき

主はして全体構想を述べてきたが、現在資産管理システムの初期データの入力およびデータ管理システム、汎用検索システム、設備台帳出力システムの開発を進めており、入力したデータは現在委託業者にて保管中である。また、補修情報システムについては、61年度にその概略設計を終え、62年度より詳細設計に加えてその開発を進める予定である。この情報システムは、データ量、プログラム量が非常に大規模となり、費用も多額となるため、開発には長期間を要するものと考えられる。したがって、データ管理を主体とした基本システムの開発を第一期開発とし、64年度未完了を目指している。なお、機器の導入については、開発当初は外部マシーンにより運用し、経済性等を十分検討したうえで、内部マシンの導入を進める予定である。第一期開発完了時点にその詳細を報告することとする。

参考文献

- 1) 都市高速道路建設・保全情報のマネジメントシステム 研究報告(保全部門)昭和60年3月
- 2) 保全情報システム —資産管理システム— 開発業務 報告書 昭和61年3月
- 3) 情報システム開発業務報告書 昭和62年3月