

土木構造物維持管理支援システムの開発 — 点検結果の有効利用に向けて —

瀬野 康弘* 早川 健司*

要約： 社会資本ストックの延命化を図るため各官庁や事業者、民間企業でアセットマネジメントに関する研究や、維持管理業務を支援するシステムなどの開発が盛んに進められている。これまでも各事業者では、構造物を管理するに当り、日常点検・定期点検などの点検業務を通して、構造物の維持管理を実施してきている。しかし、そのような点検結果は莫大なデータ量になり、継続的に行われている点検結果データが長期的な維持管理計画へ有効に活用されている例が少ないようである。

筆者らは、このように定期的に行われている膨大な点検結果の有効活用を目的として、長期的な維持管理計画策定に利用可能なデータを提供するためのデータベースシステム（スタンドアロンタイプ簡易 GIS システム）を構築した。ここでは開発したシステムの概要について紹介する。

キーワード： 構造物，維持管理，データベース，定期点検，GIS

目次：	1. はじめに	4. 当システムの開発コンセプト
	2. 維持管理のサークル	5. 開発したシステムの概要
	3. 既存の維持管理支援システム	6. 効果と課題

1. はじめに

メンテナンスフリーと考えられてきたコンクリート構造物の神話が崩れるとともに、1950年後半から1970年前半の高度経済成長期に建設された多くの構造物がまもなく50年という老齢期を迎えようとしており、わが国の社会資本整備事業は、新設構造物の建設から既存構造物の維持管理・更新へとその投資の矛先は変化していくと予想されている¹⁾。

このような状況下、各官庁や事業者、民間企業の間では、社会資本ストックの延命化を図るために、調査・補修・補強技術を開発するとともに、維持管理にかかわる支援システムやデータベースシステムの構築が盛んに進められている^{2),3)}。

老朽化した、あるいは老朽化しつつある大量の構造物を効率良く維持管理していくためには、調査・点検技術のスピード化が重要であるとともに、調査・点検結果の保存・蓄積およびその時系列的なデータの有効利用がさらに重要となる⁴⁾。

事業者が構造物の維持管理を目的とし、ある一定期間において継続的に実施しているものに、目視による日常点検や定期点検がある。これらの点検結果は詳細調査に比べ多数のデータが時系列的に蓄積されるものであるが、データの量が膨大になりすぎて取り扱いづらいものになっていると思われる。

筆者らは、これらの点検結果の有効利用を図り、維持管理計画をサポートすることを目的とした維持管理支援データベースシステムを構築した。

2. 維持管理のサークル

社会資本としての土木構造物は、一度建設されると、交通

量の増大や都市再整備など、当初予期し得ない社会的要求がない限り、建替え・更新されることはなく、延々と供用される。建設後はその寿命がくるまで安全性能、使用性能、耐久性能、第三者影響度などに関する性能を持続するよう事業者によって管理される。

事業者は、所有する多くの構造物に対し、「日常点検・定期点検→評価・診断」というルーチン業務を繰り返し、必要に応じて「詳細調査、緊急点検→評価・診断」などを実施している。そして各点検や調査の結果、必要と判断された時に「対策（補修・補強）検討→対策」を実施し、再び「点検・調査・監視→評価・診断」業務に戻る。事業者では、このような維持管理を絶えず実施している（維持管理のサークル：図1参照）。

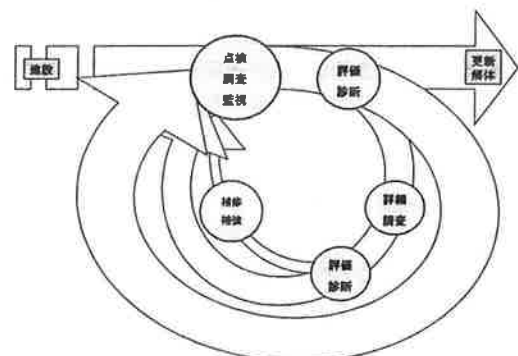


図1 維持管理のサークル

3. 既存の維持管理支援システム

維持管理業務の支援を目的とした既存のシステムには、調査診断支援システム、健全度評価システム、劣化予測システム、LCC算出システム、維持管理支援システム、保守管理システム、ブリッジマネジメントシステム（BMS）、台帳管理システムなど多種多様なものがあり、その名も各社各様である。

調査診断支援システム、健全度評価システムなどは、専門的な知識を有していなくても劣化の原因推定や健全度判定を補助するシステムである。劣化予測システムは、詳細調査結果などに基いて中性化や塩害の進行を予測するシステムであり、LCC算出システムは、補修対象とする構造物に必要とされる今後の対策と対策費の最適な回答を提供するシステムである。

維持管理支援システム、保守管理システムなどは、健全度診断からLCC算出までを含む維持管理業務をサポートするシステムである。ブリッジマネジメントシステムは、橋梁構造物を対象としてシステム構築したものである。

これらのシステムには、物件ごと、すなわち構造物単位で適用されるものが多く、データベース的な要素の少ないツールとして位置付けられるものが多い。なお、全構造物を対象とした場合には台帳管理システムのような書類のデータベース的なものが多いように見受けられる。

一方近年、膨大な社会資本ストックを効果的・効率的に運用し、適切に維持管理することを目的として、社会資本を資産とみなし、企業経営などで用いられているマネジメント手法を取り入れる動きが活発になってきている。これらの資産管理に関連する代表的な手法としてはアセットマネジメントやストックマネジメントがある²⁾。これらのシステム化を図るには、各種情報のデータベース化を伴い（図2参照）、ストックの維持・修繕・更新のための方針策定システムと、事業実施のための投資計画システムを包括した統合マネジメントシステムとする必要がある。どちらかといえば官庁レベルで開発が進められているものが多く、民間レベルで開発するには膨大な費用とマンパワーが要求されるシステムである。

構造物の維持管理支援システムについて明確な定義を述べた文献は見当たらないが、ここでは、社会基盤である土木構造物の維持管理業務や維持管理計画を効率的・効果的にサポートすることを目的としたシステムを総括して維持管理支援システムと定義し、資産評価まで含むマネジメントシステムとは切り離して考える。維持管理支援システムの概念図を図3に示す。

総じて既存の維持管理支援システムと称されるシステムには、事業者の全構造物を包括し、全体事業計画を支援するものは少なく、また、調査・点検結果を総合的に生かすシステムも少ないように見受けられる。

4. システムの開発コンセプト

一般に、事業者で継続的に実施される構造物の定期点検は、主として目視により行われ、変状を写真に収め、判定結果とともに記録にされる事が多く、点検結果（記録）は、各年次ごとに厚みのある報告書として倉庫や書棚などに保管されている³⁾。

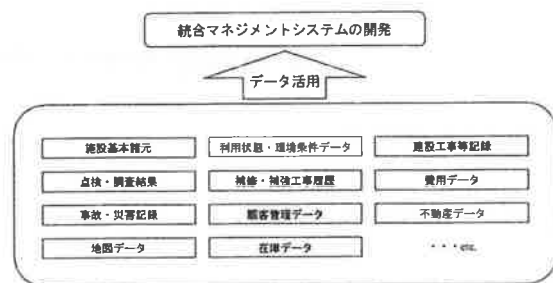


図2 総合マネジメントシステムの開発に必要なデータベース項目の例²⁾

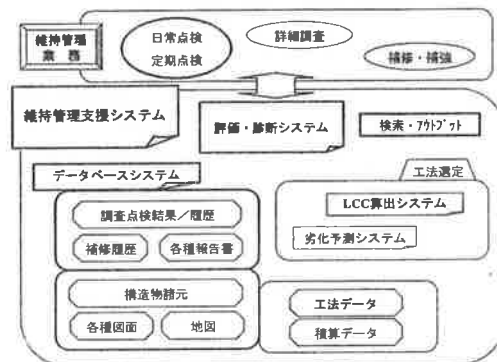


図3 維持管理支援システムの概念図

ここで、構造物の効率的・効果的な維持管理とは、事業者が所有する多数の構造物の中から、重要度・緊急度などを考慮し優先順位を決め、調査・補修計画を立て、維持管理に要する長期的な支出を最小限に抑えることと考えられる。

本システムの開発においては、前述したことを踏まえた上で、以下のような疑問を解決することを目的とした。

- ①維持管理のサークルが実施されているにもかかわらず、コンクリート片の落下などが社会問題として取り上げられたように、日々の点検業務ではカバー仕切れない状況があるのではないか？それは、継続的に実施され、データとしては多く残されているはずの点検結果が有効に利用されていないからではないだろうか？
- ②構造物ごとに個別に対応するシステムは多く存在しているが、事業者としては多数の構造物を一元に管理したいのではないだろうか？
- ③事業者が所有する構造物の維持管理計画を策定するにあたり必要な情報はどのようなものであろうか？
- ④構造物の管理者にとって使いやすいシステムとはどのようなものであろうか？

すなわち、今回開発したシステムは、定期点検結果を有効に利用し、大量の構造物を一括で、効率よく管理するためのパッ

クデータを迅速に提供する（維持管理をサポートする）データベースシステムを目指したものである。なお、取り扱う構造物の量は中規模の民間鉄道事業者が所有する程度を想定した。

5. 開発したシステムの概要

5.1 基本仕様

以下に、本システムの基本仕様を示す。

- ①基本画面（バックグラウンド）は、管理者が日ごろ使い慣れた線路平面図などとする。
- ②同様に使い慣れた距離程、構造物名称などからデータの入力・検索が可能とする。
- ③登録するデータは、構造物に関する情報（基本情報・基本パラメータ）と調査結果（検査情報）とする。
- ④検査情報は、地図や図面上に保存され、位置情報としてリンクさせる（GISの採用）。
- ⑤迅速な位置情報の検索・提供が可能ないようにスタンドアローンタイプの簡易GISを採用する。
- ⑥データベース部は、安定性の高いツールを採用する。
- ⑦検索結果は、汎用性の高い表計算ソフトでも利用可能な出力とする。
- ⑧本システムで提供するアウトプットは、詳細調査や対策の優先順位を検討する根拠資料であり、図3の太枠で囲まれた部分とする。

なお開発においては、仕様④～⑥を満たす既存のシステムを利用し、残りの基本仕様にもとづいてカスタマイズした。

5.2 特長

本システムの特長を以下に示す。

- ①線路平面図、線路縦断面図、一般構造図、展開図などの図面をラスターデータとして登録（ラスター図面）
- ②不連続な元図面を接続させ、連続したラスター図面として登録可能（図面の接続）
- ③ラスター図面は、路線単位、駅間単位など任意に設定可能
- ④ラスター図面がスクロール
- ⑤スクロールルート任意設定が可能
- ⑥基本情報・基本パラメータの任意登録が可能
- ⑦ラスター図面上の調査ポイントにラベルを貼ることで情報の登録・検索が可能
- ⑧ラスター図面上には、書類・図面などの関連ファイルも保存でき、そのアプリケーションソフトをインストールしていれば自由に利用可能
- ⑨検索結果から登録場所へ、登録場所から検査情報へ、画面間でのリンクが多様（各種登録データが相互リンク）
- ⑩様々な項目からの検索が可能
- ⑪対象構造物はコンクリート構造物に限定されず、トンネル構造物、土構造物などにも利用可能

5.3 基本情報・基本パラメータの登録

基本データの登録には、ラスター図面の設定の他に、必要な情報をラスター図面上に地図情報として付与する作業（基本情報の登録）と、検索で必要となる項目（基本パラメータ）を登

録する作業がある。

ラスター図面上に付与する基本情報としては、構造物および駅の位置、名称、距離程、スクロールルートなどがあり、基本パラメータには構造物の名称、種類、距離程、部材、変状、評価結果（ランク）などがある。ランクは、事業者の管理基準に応じた記号を登録することができる。

基本パラメータの設定画面の一例を図4に示す。

5.4 調査結果の登録

調査結果（検査情報）の登録は、変状が認められた図面上のポイントをクリックし、表示された画面に必要な情報を入力する。登録情報には、ラベル名、調査日、調査者、構造物名称・種類、部材、変状、評価結果（ランク）、状況写真、その他関連情報（ファイル）などがある。図面上に情報が登録されている場合には、そのポイントにラベルが表示される。

登録情報の関連性を次ページ図5に、検査情報の登録画面を図6に示す。

5.5 検索機能

検索は、①ラスター図面上に登録した、あるいは登録しようとする調査箇所を見つけるための検索、②維持管理情報を得るための条件絞り込み検索があり、②の検索結果からは、図面上の登録箇所（ラベル）へ移動することが可能である。

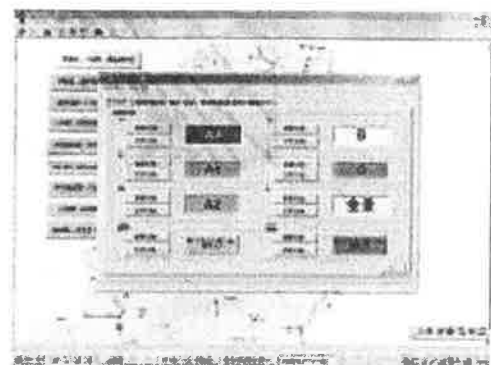


図4 基本パラメータの設定画面の一例

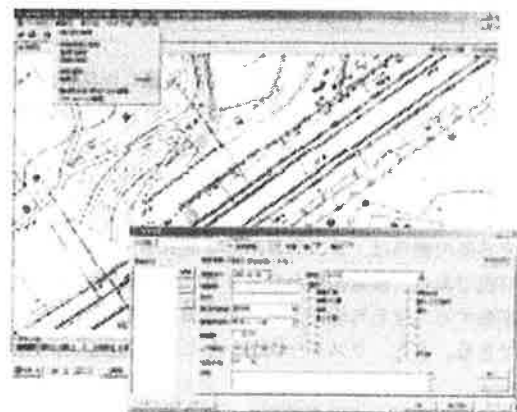


図6 検査情報登録画面

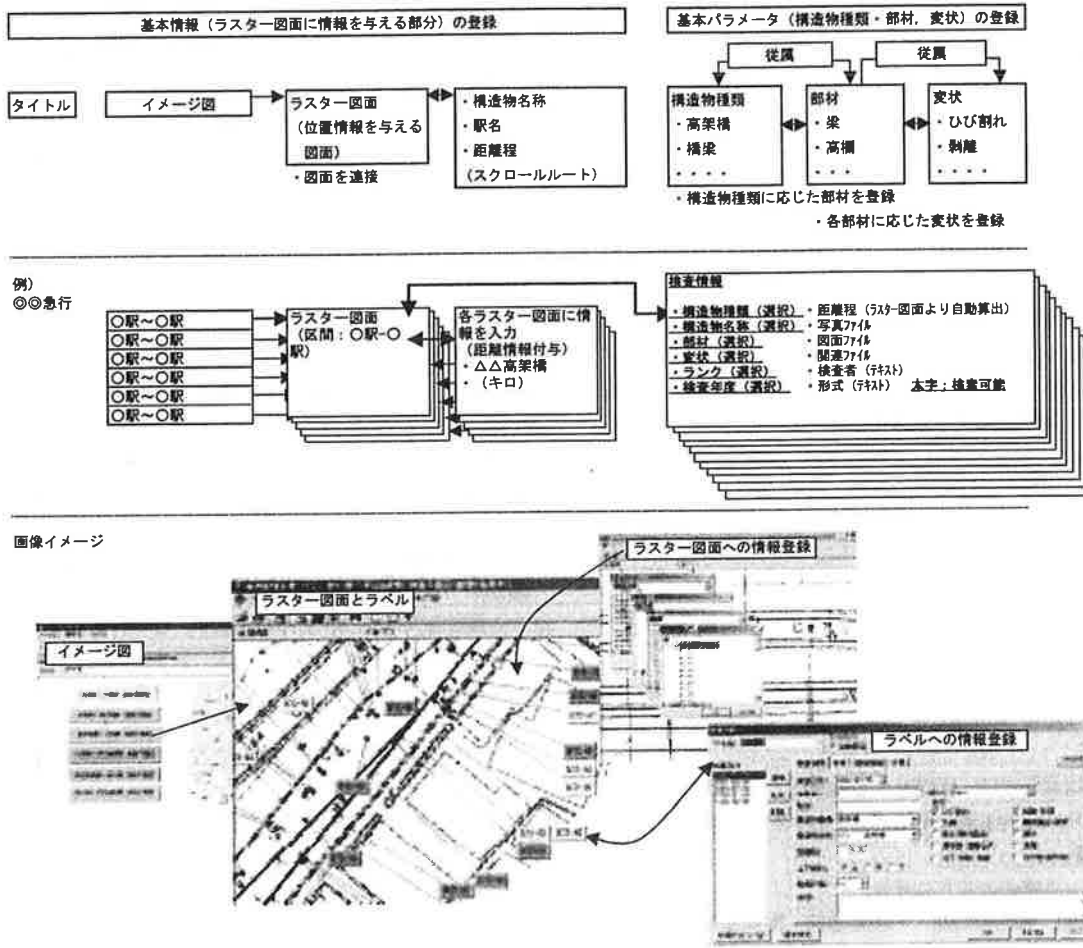


図5 登録情報の関連性

登録箇所を見つけるための検索には、i)ラスタ画面上での始点検索、ii)データ絞り込み検索（上記②の検索と同様）、iii)構造物名称検索、iv)駅名検索、v)距離程検索の5種類の方法がある。

条件絞り込みの検索項目は、路線名（登録した区間・駅間など）、構造物種類、部材、変状、調査年、登録情報の種類（検査情報・関連書類・関連図面）、評価結果（ランク）などである。評価結果に関しては、前回調査からのランクの変化条件による検索も可能である。

検索結果の表示は、リスト表示、写真表示、リスト・写真表示が可能である。検索結果から知りたい調査箇所の図面上の場所へ移動することも可能で、そこから個々の検査情報を知ることができる。また、ラスタ画面からこれらの検索も可能である。

図7に登録箇所への検索画面を、図8及び図9に条件検索結果画面の一例を示す。図8及び図9の画面左側が条件絞り込み



図7 検索画面（登録箇所）

検索のダイアログである。絞り込み検索での条件入力、チェックボックスあるいはラジオボタンのみとし、入力の簡素化を図った。

5.6 出力機能

出力機能には、検索結果の一覧表、写真票、および構造物ごと、部材ごとの評価結果集計表がある。これらは、そのまま印刷が可能であるとともに、表計算ソフトで利用可能となっており、本システムの利用者は任意に加工できるようになっている。また、評価結果の経時変化図やディスプレイに表示されているラスター図面の印刷も可能である。

評価結果集計表や評価結果の経時変化図を見ることにより、管理区間内に存在する構造物の維持管理の優先度を判断することが可能となる。

写真票および集計表の出力例を図10に示す。

5.7 その他の機能

その他の機能としては①検査情報ラベルのランク識別表示機能、②ラベルの検査情報・書類・図面識別表示機能、③ラベル表示設定機能、④表示画面拡大縮小機能、⑤縮小画面ウィンドウ表示機能、⑥スクロールウィンドウ表示機能、⑦中心線表示機能、⑧距離表示機能、⑨スケール表示機能などがあり、使用していても、どこにある構造物を検索しているかわかりやすくした。

縮小画面ウィンドウ表示では、変状が生じている箇所の分散程度や、変状ランクの密集度合いを一目で知ることができる。

図11にその他の機能画面の一例を示す。

5.8 汎用性

本システムでは、路線図、線路平面図、線路縦断面図、一般構造物図、展開図さらには一覧表などをラスター図面として登録することが可能である。

路線図や線路平面図・縦断面図をラスター図面として登録することで、路線、駅間の広範囲に存在する構造物を網羅することが可能となる。一方、一般構造物図や、展開図をラスター画面として登録することにより構造物を個別に管理することも可能であり、詳細調査結果のデータベースとしても応用が可能となる。

現在は、橋梁や高架橋などコンクリート構造物の定期点検データを入力し、運用を開始しているが、トンネル構造物や土構造物も同様に管理することが可能である。

さらには、ラスター図面上には書類やCAD図面なども位置情報として保存することが可能であり、ファイリングシステムとしても有効的な利用が可能である。

6. 効果と課題

本システムは、構造物の定期点検結果の有効利用を目的として、GISとデータベースシステムの統合を図ったものである。定期点検結果のデータベース化により評価結果の集計が迅速に行えるようになり、大量の点検結果を一括して定量的に把握できるようになった。また、ラスター図面によるGISの導入により変状ランクの分布・密集度合いなどを視覚的に捕らえることが可能となった。さらに、図面接続機能により分断されていた線路平面図などを連続して取り扱うことが可能となった。しかし、急曲線部では、進行方向が左右から上下に、場合によっては逆転することもあり、かえって図面としては見づらくなると



図8 検索結果 (リスト表示)

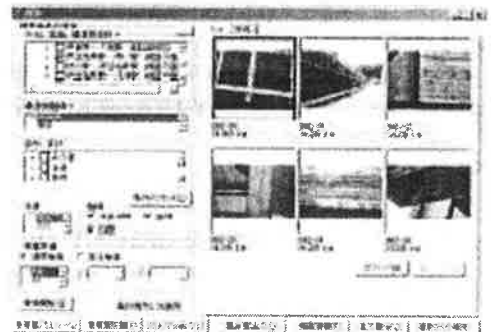


図9 検索結果 (写真表示)

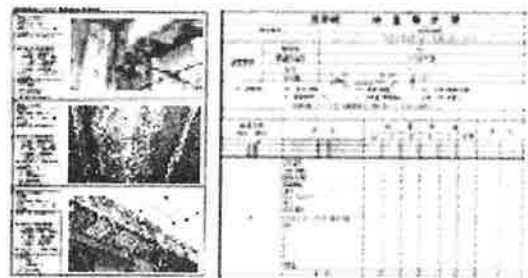


図10 写真票と集計表



図11 その他の機能画面の一例

いう結果が生じることもある。現時点では、そのまま使用する
か、ラスター図面を区間分けすることにより対応している。

現在、本システムは、「建造物保守管理の標準・同解説 コ
ンクリート構造」⁶⁾に準じて実施した定期点検結果を対象に稼
動させている。これまでの定期点検結果は、毎調査ごとに厚み
のある報告書として倉庫や書棚などに保管されていたが、本シ

ステムによりそのような保管スペースの削減が可能となると
もに、知りたい情報の迅速な提供が可能となった。

ただし、定期点検の目視による変状の評価は、調査者の経験
に左右されることが多く、評価結果にバラツキが考えられるこ
とから、今後は、検査そのものの信頼性を高める工夫が必要で
あると思われる。

参考文献

- 1) 日経PB社：特集 大回収時代への備え方，日経コンストラクション2003.10.24，pp. 38-61,2003.
- 2) 土木学会：アセットマネジメント導入への挑戦－新たな社会資本マネジメントシステムの構築に向けて－，土木学会建設マネジメント委員会
アセットマネジメント研究小委員会平成14年報告書，2003.
- 3) 土木学会：2001年制定 コンクリート標準示方書[維持管理編]制定資料，2001.
- 4) 河野広隆，田中良樹：コンクリート建造物の診断支援システムの開発－データの収集・蓄積・利用の効率化－，コンクリート工学，Vol.39, No.2，
pp. 8-13,2001.
- 5) 大橋潤一，山岸順二，長倉忍：維持管理への取組みと維持管理支援システム，土木技術，Vol.57, No.12，pp. 59-63,2002.
- 6) (財)鉄道総合技術研究所：建造物保守管理の標準・同解説－コンクリート構造－，2001.

DEVELOPMENT OF AN ENGINEERING-WORKS STRUCTURE MAINTENANCE MANAGEMENT SUPPORT SYSTEM

Y.Seno, K.Hayakawa

In order to aim at prolongation-of-life-ization of a social-capital stock, research on asset management and development
of a maintenance management support system are advanced energetically in each government office, or an entrepreneur and a
private enterprise. It has been carried out that the maintenance management of structures like an everyday inspection checked
and planed, by each entrepreneur until now. Such check result data becomes an immense quantity. But it seems that it is not
used in order to utilize the check result data performed continuously for a effective long-term maintenance management plan.

In order to aim at the effective use of a huge check result currently performed periodically, authers built the database
system (stand-alone type simple GIS system) for offering the data that can be used for long-term maintenance management
plan. Here, it introduces about the outline of this system.