

構造物管理支援システムの開発

輸送情報技術研究部 設備システム
研究室長 菊地 誠

1. はじめに

わが国の鉄道では、これまで大量に構築した構造物の劣化が顕著になりつつある。また社会が成熟期を迎えて投資余力の減少した状況下では、これらの構造物の更新は容易ではなく、適切な維持管理が必要である。構造物管理支援システム（以下「本システム」という。）は、こうした鉄道事業者が土木構造物の維持管理を効率的に実施するため、各構造物の諸元および調査記録の内容をデータベース化し、全般検査における調査記録や変状データを蓄積管理していくシステムである。本システムでは、鉄道構造物等維持管理標準（以下「維持管理標準」という。）に準拠した健全度の判定を支援する機能として、後述する目安判定マトリクスを備えている。

本システムは、全国14の鉄道事業者と維持管理標準の原案を作成した鉄道総研とが共同で、平成14年度より基本概念の検討を開始し、システムの開発に際しては、様々な検討事項を共同で解決することで、平成18年3月に完成した。

2. システムの構成

本システムの構成について、ハードウェアとソフトウェアの両面から述べる。本システムは、維持管理標準に準拠した調査結果の記録のみならず、図面や修繕記録等をシステムの各種台帳（諸元台帳、検査台帳、工事履歴台帳、図面台帳、及び写真台帳等）へ登録することで、データの一元管理と構造物の検索機能とを備えたものである。これらの機能を最大限に発揮するため、現地調査では、本システムをインストールしたタブレットPCを検査端末として使用する。

2.1 ハード構成

本システムの標準的なハード構成は、1台のデータベースサーバ（本社等）、複数台のクライアントPC（事務所端末）、及び複数台のタブレットPC（検査端末）から成っている（図1）。

サーバからタブレットPCへの調査データのダウンロード、タブレットPCからサーバへの調査結果のアップロードには、無線/有線LANを使用する。これにより、調査を行う現場で必要な図面や前回の調査記録を参照することや、入力した調査結果を直接サーバに登録することができるため、調査終了後のデータ整理が大幅に軽減される。

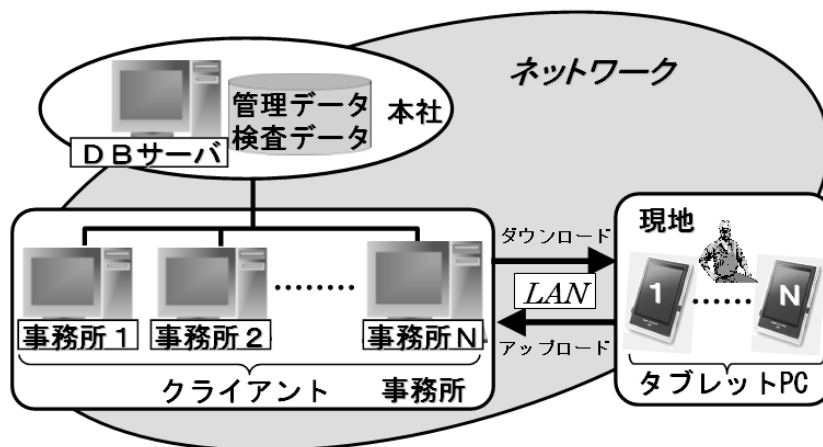
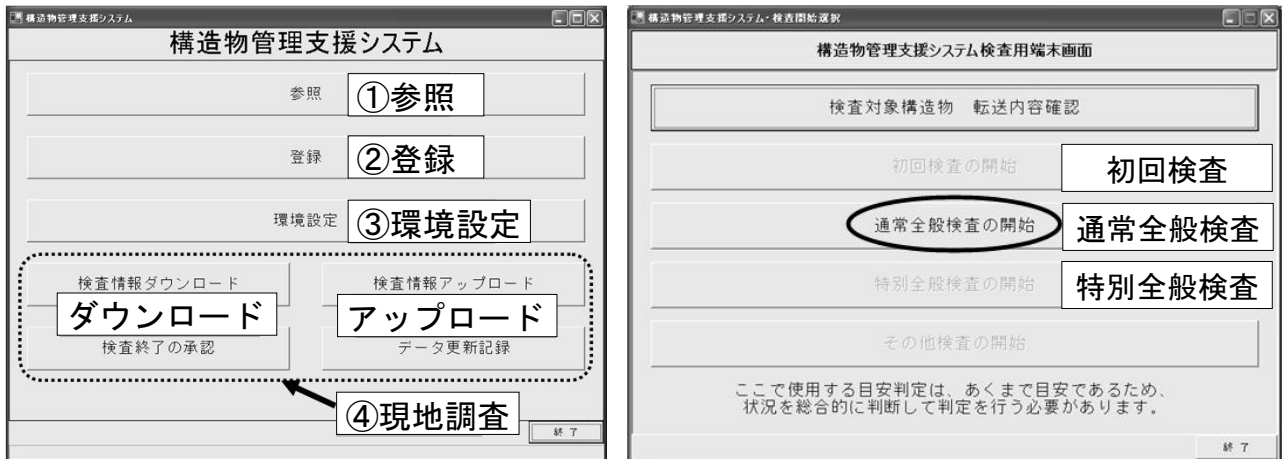


図1 システムのハード構成

2.2 ソフト構成

本システムのソフトウェアは、図2に示すように①参照、②登録、③環境設定、④現地調査の4系統で構成される。このうち①～③は、諸元台帳、検査台帳、工事履歴台帳、図面台帳、及び写真台帳等について参照、登録、環境設定の操作ができる。

④の現地調査は検査端末を用いて現地調査を実施するとき使用する。検査端末には調査専用のプログラムがインストールされており、全般検査に対応する機能を備えている。



【凡例】

- ①参照：マッピング検索（路線図からの検索）、条件入力検索により台帳の内容を参照する。
- ②登録：各種台帳、変状事例などをデータベースに登録する。
- ③環境設定：パスワード設定、マスタ項目設定などの環境設定を行う。
- ④現地調査：事務所端末（左図）は、検査端末に調査情報をダウンロード及び検査端末から調査結果をアップロードする。検査端末（右図・タブレットPC）は調査結果を入力する。

図2 システムの起動画面

現地調査における本システムの実施手順としては、初めに調査情報をタブレットPCにダウンロードして調査区間を選択する（図3）。次に変状状況の写真やクラック等に関する調査記録を登録する（図4）。さらに変状状況を確認して、目視検査等に関するマトリクス（次項参照）を表示して目安判定を行ない、健全度を入力する（図5）。変状が進行している場合は、画面上の展開図等に進行状況を直接記入する（図6）。最後に調査結果の情報をアップロードする。

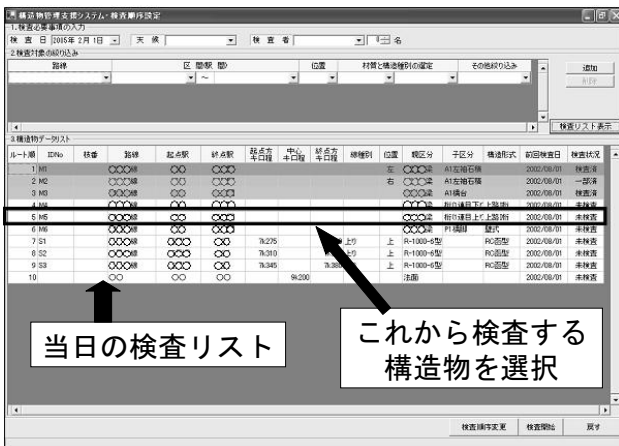


図3 調査区間の選択画面

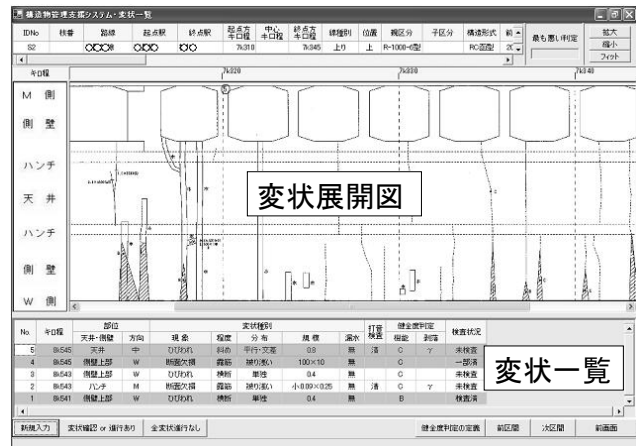


図4 調査記録の例

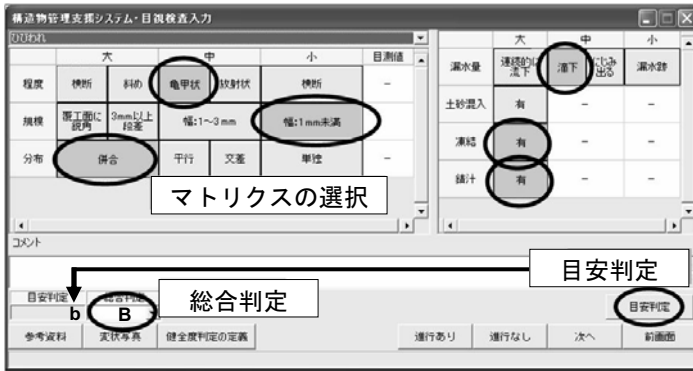


図5 目安判定の入力画面

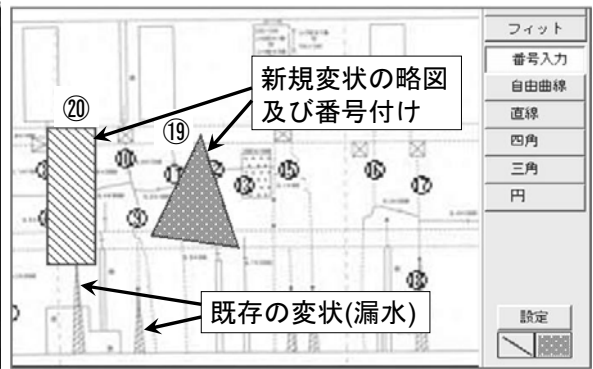


図6 変状の進行状況の記入

3. システムの機能

3.1 目安判定マトリクス

本システムに採り入れた目安判定マトリクスは、構造物の種別や構造系（トンネル、コンクリート、鋼、のり面）ごとに健全度に影響を与える変状の状態を「位置」「程度」「分布」の各要素で捉え、各要素を「大」「中」「小」に区分したもののから健全度の目安判定を出力する機能である。

本システムの目安判定マトリクスは、複数の鉄道事業者が構造物の種別毎に役割を分担して作成したものを、鉄道総研の担当研究室で照査したものであり、共同開発による大きな成果の一つである。

ここで目安判定マトリクスの機能について説明する。例えば現地調査で、「単独で幅 1～3mm のひび割れでしみがある」といった変状では、検査者が表 1 のように検査端末に入力することによって、表 2 のような目安判定が出力される。健全度の最終判定は検査責任者によるが、目安判定にマトリクスを用いることで検査者個人の違いによる判定の差異を少なくすることが可能である。

表 1 マトリクスの入力例

	大	中	小
規模	幅 3mm 以上	幅 1～3mm	幅 0.5～1mm
分布	閉合	平行 or 交差	単独
漏水	連続的に流下	滴下 or しみ	漏水なし

表 2 目安判定の出力例

規模	分布	漏水	目安判定
...
中	大	大	a1
		中	a1
		小	a1
	中	大	a2
		中	a2
		小	a2
	小	大	a2
		中	b
		小	b
...

3.2 検索機能

本システムは、膨大な数の構造物を現地において素早く検索するために、各構造物に ID 番号とその基本情報（諸元）を持たせることで各台帳内のデータと構造物の位置や諸元をリンク付けている。構造物の諸元は、親区分と子区分に区分される。例えば橋梁の場合では、親区分は〇〇橋梁、子区分は「上部工」「下部工」「橋桁防護工」「橋側歩道」「その他」に区分され、親区分と各子区分にそれぞれ諸元情報としての ID 番号が割り当てられている。

構造物を検索する機能には「マッピング検索」と「データベース検索」の 2 つの方法があり、ID 番号が検索機能の充実に貢献している。このうちマッピング検索は、図 7 に示す路線図から構造物を直接選択する機能であり、現地調査のときにはキロ程で調査位置と構造物を順に追えるため大変便利な機能である。



図7 マッピング検索の例

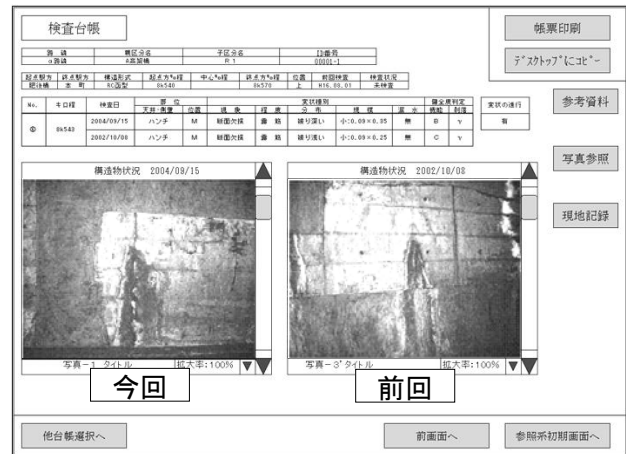


図8 変状写真の比較表示

3.3 変状の比較表示

現地調査で重要なことは、前回の調査と今回の調査で、変状がどのように変化したかを的確に記録することにより、今後の変状対策を実施する上での基礎資料を得ることである。本システムは、これらの調査記録をシステムのデータベースに取り込むことにより、過去の記録写真と今回の記録写真を比較表示することが容易にできる（図8）。

3.4 セキュリティ対策

本システムは、各種データの更新履歴や、調査結果に関する検査責任者の認証を管理する機能を備えている。さらにこの機能を発展させ、同一サーバ内で複数の鉄道事業者のデータを管理・運用するために必要なセキュリティ対策として、図9に示すように、サーバへのアクセス権限を設定する機能を持っている。

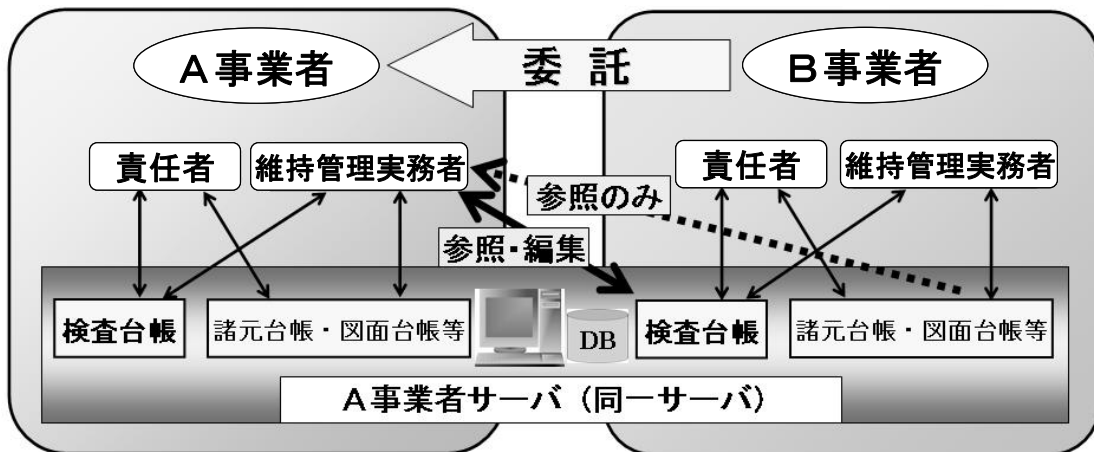


図9 複数事業者が同一サーバを使用する例

4. システムの運営

本システムは平成18年4月より運用が開始されている。これに伴い本システムの運営管理を実施していくために、事業者と鉄道総研で運営協議会を設立し、システムのバージョンアップ、追加機能及び目安判定の改定等について検討を進めている。さらに本システムを他の鉄道事業者にも広めることで、事業者間及び事業者と鉄道総研の技術情報の交流を深めていく考えである。