

# 中小鉄道会社向けの Web 型橋梁データベースの開発

株式会社ビーエムシー ○貝戸清之\*1

株式会社ビーエムシー 杉崎光一\*1

By Kiyoyuki KAITO and Kouich SUGISAKI

団塊的に老朽化が進む社会基盤施設を効率的に維持管理するためには、構造諸元、環境条件、点検結果や補修・補強戦略を記録したデータベース（以下、DBと略記）を構築しておかなければならない。しかしながら、中小規模の構造物管理者が、単独でDBを開発することは費用と技術の両面で困難であり、またDB構築後においても、DBを継続的に運用していく過程で、費用・人員の負担に耐え続けることは不可能である。本研究では、このような構造管理者、特に中小鉄道会社を対象として、従来のスタンドアロン型のDBではなく、インターネットを介したWeb型DBの構築を試みる。Web型DBを導入する利点は、複数の中小鉄道会社でサーバーを共同保有することで運用に係わる負担の低減を図ることが可能となる点、さらに蓄積情報を共有化することで、各鉄道会社で技術を補間しあうことも可能となる点である。

【キーワード】 Web型データベース, 維持管理, 中小鉄道会社, 橋梁

## 1. はじめに

鉄道構造物の維持管理情報は、これまで熟練技術者によって紙ベースの台帳として作成されることが多かった。しかしながら、鉄道構造物の団塊的な老朽化の進行と、熟練技術者の高年齢化に加え、とりわけ地方の中小鉄道会社では経営状態の悪化が相俟って、保有する構造物に対して適切な維持管理を行うことが難しくなっている。このような状況を回避するためには、紙ベースの膨大な維持管理情報をデータベース化し、これらの情報に基づいて、劣化予測やライフサイクル費用等の客観的評価法を構築し、長期的な維持管理計画を策定する必要がある。また、これと併せて、中小鉄道会社のデータベース（以下、DBと略記）には、熟練技術者の経験・ノウハウの効率的継承、さらには複数の鉄道会社や、部外の専門技術者を含めた相互の技術ネットワークの形成といった機能を備えることが望まれる。データベースは、鉄道構造物の効率的な維持管理に欠くことのできない開発要素である。

実際に、このような目的で、橋梁維持管理システム（以下、BMSと略記）が大手鉄道会社などで開発さ

れている。しかし、大手鉄道会社のBMSは、情報が物理的にクローズされたスタンドアロン型のシステムであるために、中小鉄道会社への適用は予算的にも、人員的にも難しい。

そこで、本研究では、以上のような問題意識の下、中小鉄道会社を対象とする、インターネットを介したWeb型橋梁DBの構築を目的とする。本DBの具体的な特徴として、①Web型採用による情報の共有化、②現場利用端末（PDA（Personal Digital Assistance）、ノートパソコン）とのリンク、③カルテ機能を搭載したデータベース構造、④高度な権限管理とセキュリティの確保、の4つを挙げることができる。第一に、インターネットを介したWebサービスとすることで、権限のある者は時間と場所を問わず、情報の閲覧や入力が可能である。このことによって、より機動的なDBの利用が期待できる上、必要に応じて部外の専門技術者から支援を受けることも容易である。第二に、PDAやノートパソコンを端末として用いることで現場での情報の閲覧と入力作業の簡略化に配慮している。PDAを採用することで、現場へ大量の資料を持ち込むことなく、当該橋

\*1 株式会社ビーエムシー 043-297-0207, kaito@hashimori.jp, sugisaki@hashimori.jp

梁の諸元や過去の検査結果を閲覧でき、また簡易な情報入力も行うことができる。さらにノートパソコンを利用することで、検査後に即時詳細な検査報告書を作成可能である。第三は、検査の記録だけでなく、技術継承に資するように、橋梁の弱点や劣化予測、劣化の進展に応じた補修方法等、カルテを記録することを可能としたことである。また、現場から画像付きで変状を報告することが可能な報告システムを設け、現場からリアルタイムで部内や部外の専門技術者のアドバイスを受けることができるようになっている。第四は、詳細な権限管理機能と、VPN (Virtual Private Network) 等による高いセキュリティを実現することで、機密性の高い情報を保護した上で情報を利用することを可能にした点である。

## 2. システム概要

### (1) 基本構成

本 DB は、橋梁の維持管理情報を、インターネットを介してブラウザから閲覧、入力することができるシステムである。データは基本的にはサーバー上に置かれ、利用者は ID とパスワード等を使って認証され、DB へアクセスすることが可能となる。SSL (Secure Sockets Layer) や VPN を利用することで、いくつかの制約と引き換えにより高いセキュリティを実現することができる。さらに、補助的に携帯端末である PDA やノートパソコンへ情報をダウンロードしたり、反対にアップロードしたりすることができる。また、マイクロソフト社のエクセル形式ファイルへ情報を変換することが可能である。

本 DB の核となるサーバーは、Web サーバー、アプリケーションサーバー、データベースサーバーの 3 つに分類される。ただし、1 つのコンピュータ上にこれらを登載することも可能である。さらに、本 DB は、橋梁管理を行うデータベースと、目視結果を報告するシステムから構成される。

### (2) データベース

データベースには、(1)橋梁の基本情報、(2)カルテ情報、(3)変状記録の 3 種類のデータを保存している。情報管理は基本的に、橋梁の桁単位で行っている。

(1) 橋梁の基本情報には、構造物の位置、施工年月、材質などの基本的な諸元データおよび当該桁のスケ

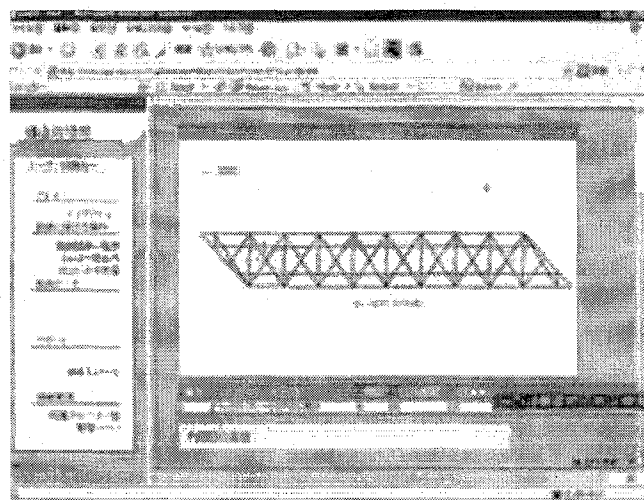


図-1 変状記録(スケルトン図上の概要表示)

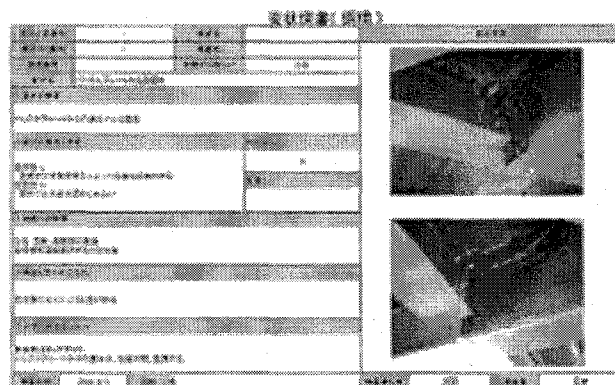


図-2 変状記録詳細

ルトン図、外形図等の画像データが保存されている。

(2) カルテ情報とは、対象となる橋梁を豊富な経験を有する専門技術者が記したカルテであり、診断時の当該橋梁の状態が詳しく記録される。まず当該桁の管理において重要となる上部工、下部工、支承などの特徴や、外力などの状態、構造大要の情報などが記される。つぎに、構造上のチェックポイントとなるべき項目や、個々の構造ごとに注意すべき重点検査項目が保存される。また、これまで行われた検査や対策の履歴も閲覧することが可能である。さらに、カルテ作成時を現在とした、将来の劣化予測や、長寿命化のためのコメントが記録される。

(3) 検査と変状の記録は、定期または非定期に行われる検査の結果と、発見された構造物の変状を詳しく記述するものである。検査では、検査者などの検査の条件データや基本的な検査結果に加え、カルテで個々に指定された重点検査項目に対する結果が記録される。変状の記録に際しては、基本情報で登録

されたスケルトン図の任意の箇所をマウスでクリックすることによって位置を指定し、当該部分の変状の診断結果や状態の記録、さらに変状部分の写真の画像データを記録することができる（図-1、2）。

検査と変状については、ブラウザ上からだけでなく、PC を介して PDA から過去の変状の記録や写真を閲覧したり、スケルトン図に対してペンで位置を指定して変状を簡易に記録したりすることも可能である。

### (3) 目視報告システム

目視報告システムは、インターネットを介して遠隔地から部内、あるいは部外の専門技術者に橋梁の変状を報告し、適宜支援を受けることができる。具体的には、掲示板に画像付きで報告するだけでなく、画像上に位置を指し示すことや、コメントを入力することが可能であり、一連の作業をブラウザ上で行うことができる。

報告用の掲示板は、管理者が目的に応じて、複数作成することが可能である。利用者がログインするとその利用者が登録されているグループがアクセスできる掲示板の一覧が表示され、利用者は目的の掲示板に変状の写真をつけて報告を行うことができる。利用者が書き込んだ内容は掲示板に記録されるだけでなく、即時事前に登録した関係者に eメールで伝えられるので、リアルタイムでの対応が可能である。報告を受けた専門技術者が、報告に対し診断コメントを記入すると、報告者にその内容が eメールで伝えられる。コメント入力等は画像上の当該箇所をマウスで指定することで画像に直接入力でき、報告者に正確に指示を与えることができる。なお、事前の eメールの登録先に携帯電話の eメールアドレスを指定することも可能である。

### 3. システム開発における問題点と解決法

Web 型 DB による橋梁維持管理情報の管理という特殊性から、本 DB は通常のスタンドアロン型とは異なる課題を有する。Web 型で DB を構築する上での問題点と解決法を整理する。

#### (1) インターネットからの多数同時アクセス

本 DB は、インターネットから多数同時アクセスという条件下に置かれる。ASP によって開発したプロ

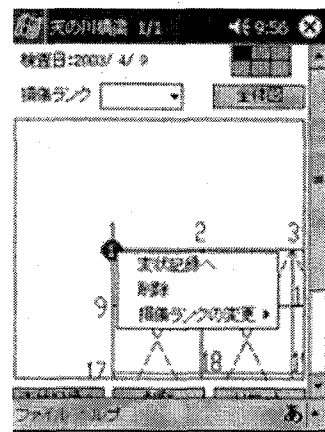


図-3 PDA 上での変状位置

トタイプシステムは、多数アクセス時に十分な性能が発揮できなかった。さらに、安定したシステムの運用のためには、単に処理スピードを向上させるだけでなく、負荷の分散、セキュリティの向上、ピーク時の堅牢性、非常時の復旧スキームなどに留意する必要がある。このために、本 DB の開発に際しては上記のようなエンタープライズ運用に耐え得る、フロントエンドのプラットフォームとして、Java テクノロジーをベースとした Apache Tomcat および Struts フレームワークを採用した。本フレームワークにより、負荷の柔軟な分散、高いセキュリティの確保、さらに過負荷時にもデータの損失の可能性を減らすことが可能になった。また、バックエンドでは、データベースマネージャーとして分散運用に定評のあるマイクロソフト社の SQL Server 2000 を採用した。このようなプラットフォームの上で、データの管理を DB に一元化することで、フロントエンドとバックエンドを切り離し、フロントエンド、バックエンド共に複数のサーバーに分散して運用することが可能になっている。

#### (2) 端末と検査の場所が異なることへの対応

DB の利用にあたっては、目視の現場と本 DB に情報を入力するための PC が設置されている場所が異なっている場合がある。端末を通信機能付きのノートパソコンとすることもできるが、実際の現場でノートパソコンに直接入力することは作業上困難であり、非効率である。そこで、本システムでは PDA を携帯端末として実際に現場まで持ち運び、そこから情報を閲覧し、簡易な入力のみを行うこととした。

ただし、PDA の画面は小さく、ペン入力しか情報記録方法がないため、収集した全ての情報を PDA で入力することは実務上困難である。したがって、紙ベースでは持ち運びにくい写真などの資料を優先的に閲覧することを PDA 持参の主目的とし、入力は選択方式で入力できる重要な情報、例えば変状のランクを入力する程度に留めた。なお、PDA は PC を介してインターネット上から、データのダウンロードとアップロードを行うことができるため、長期間の検査の場合でも通信機能付きのノートパソコンによって連続して運用することが可能である。

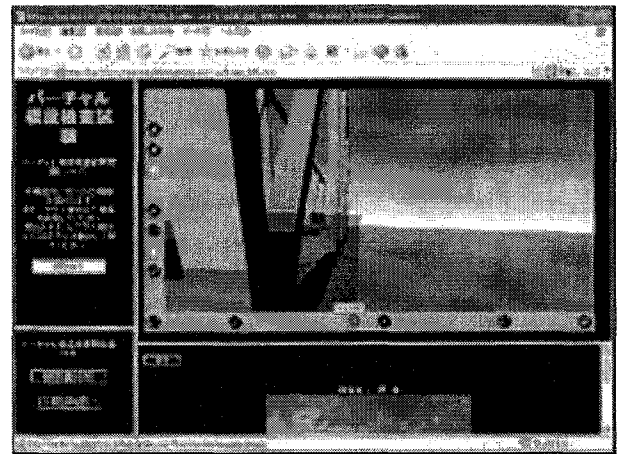


図-4 E-ラーニングシステム

### (3) 正確な帳票印刷への対応

本 DB は Web 型を採用したが、報告や保存のために紙ベースの帳票に印刷する必要性もある。試作段階では HTML ベースで帳票を作成したが、多数の情報を定型の帳票に正確に印刷することは難しく、データの状態によっては作成者の意図しない出力が得られることもあった。

このため正確な出力を得るためには、データに合わせた出力が可能で、プリンターなどハードウェア環境に依存せず、人手による見た目の微調整が可能という条件を満たす必要がある。そのような出力媒体として、本システムではマイクロソフト社のエクセルを採用した。副次的な効果として、中小鉄道会社においては、従来から帳票類はエクセルで作られることが多く、作成者が抵抗なく本 DB へ移行することが可能であると期待できる。

### (4) 詳細な権限の管理

橋梁の維持管理には機密性の高い情報が存在するために、DB の利用に際しては、詳細な権限管理が必要である。本 DB の開発目的の 1 つには、情報の共有化を挙げたが、全ての情報を一斉に共有化することは現実的には困難であり、近い将来には共有化が実現されるとしても、各社間でアクセスできる情報に制限を設けることは重要な問題である。

DB 上では、情報に対する権限の管理は路線単位で行われており、構造物に対する書き込みや閲覧の権限はグループに対して与えられる。グループには複数の路線を登録することができ、各利用者はグループに所属することでそのグループの権限で情報にア

クセスできる。各ユーザは複数のグループに属することも可能である。

例えば、甲グループが A 路線に対する読み書きの権限を与えられており、乙グループが B 路線に対する閲覧のみの権限を与えられているとすると、甲グループと乙グループに属する利用者は、A 路線では読み書き、B 路線では閲覧のみを行うことができる。また、これと同様に、目視報告システムでもグループと掲示板を結びつけることで、そのグループに属する者のみが閲覧したり書き込んだりすることを可能にしている。

## 4. まとめ

本研究では、中小鉄道会社を対象とした Web 型橋梁 DB の開発を実施した。近年のインターネット環境の急速な向上の後押しもあり、構築したシステムは実用に耐え得るものであると考える。今後は、多くの中小鉄道会社でのフィールド検証を通して有効性を検証するとともに、操作性も含めて適宜技術改善を加えていくことが必要である。また、統計的分析機能を搭載し、マネジメントシステムとしての役割を強化することも重要であろう。さらに、蓄積された維持管理情報は、若手技術者の貴重な育成材料であり、教育システムとしての発展も期待される。例えば、図-4 は現在開発中の E-ラーニングシステムであり、Web 型 DB と、橋梁 3D モデルを統合したバーチャル目視検査システムである。

本研究は、鉄道建設・運輸施設整備支援機構の運輸分野における基礎的研究制度の助成（平成 15～17 年）によるものである。ここに記して謝意を表す。