

I - 33

道路橋の目視検査支援システムの開発と維持管理への適用

(株)帝国設計事務所 正会員 ○若山昌信 (株) BMC 正会員 公門和樹
(株)帝国設計事務所 正会員 須永俊明 北海学園大学 正会員 杉本博之

1. はじめに

橋梁の目視による検査・点検で得られる診断データは、橋梁の合理的な維持管理を行う上できわめて重要である。また、メンテナンスコストの削減（適正化）、検査技術者不足への対応の面から、目視検査の検査・点検作業の信頼性と効率化の確保も重要な課題となっている。一般にこれらに対応するために目視検査のマニュアル化が進められることが多いが、現実には決め手とはなっていない。

ここでは、目視検査支援システムの概要と地方自治体の「ふつうの橋」の目視点検業務へ実際に用いた結果について報告する。この目視検査システムの特徴は情報の共有化の面から、画像を中心にした検査の方法を構築するとともに、目視検査のシステム化を図ったことである。またリアルタイムに専門家の支援を受けられるよう遠隔検査・診断のためのシステム化も図っている。

2. 目視検査支援システムの開発

2. 1 目視検査支援システムの概要

維持管理において橋梁の実態を的確に把握することは重要である。その決め手となるのが目視検査であるが、目視検査は主観的に行われるため、鉄道及び道路を問わず検査員の知識や経験によってバラツキが大きくなる可能性があり、検査結果の信頼性に問題が生じている。また作業能率の面から見ると、一般に初心者あるいは経験が浅い検査技術者がマニュアルを基に橋梁各部を全て目視検査で徹底しようとすると多大な時間と労力を要する。ベテランの検査員は橋梁の形式による点検箇所の絞り込み、個別橋梁の過去の変状・補修・補強履歴の把握及び記録手法が的確であることなどより非常に短時間で信頼性の高い検査を行うことができる。しかし、実際にはそのような経験豊富な検査技術者は、不足しているのが現実であり、目視検査支援システムの開発が必要である。また、目視検査支援システムでは目視検査における点検項目をより実態に合わせ、的を射たものにすると同時に、その点検作業をより効率的・合理的なものにするものとして点検項目の位置づけを明確にする必要がある。この開発された目視検査支援システムでは点検項目の位置づけを次の3点に着目している。

- ① 安全確保もしくは延命化のための点検項目
- ② 検査技術の難易度や記録性
- ③ 構造物の老朽度の時系列的予測と評価

目視検査業務を効率的に実施するには、検査そのものの手順を見直す必要がある。目視検査作業は経験者と初心者では別の流れで進められる。支援システムの開発にあたり、検査の段階や検査員の習熟度に応じた検査方法・手順について検討した。また、目視検査による診断方法も技術的には、腐食による耐力への影響や疲労のダメージについては別途定量的な診断が必要となるが、それらについては写真などによる画像検査も今後の進め方次第では可能となるものと思われる。それ以外は一般的な技量に基づく目視検査で十分対応できるものと思われる。また、これらについては写真などによる画像検査も今後の進め方次第では可能となるものと思われる。

Development of visual inspection system and application to the maintenance of highway bridges
by Masanobu Wakayama , Kazuki Koumon , Toshiaki Sunaga and Hiroyuki Sugimoto.

2. 2 目視による検査

鋼鉄道橋の目視による検査は主に次のように行われている。目視検査支援システムはこれらの検査を検査員の習熟度に応じて支援するものである。

- ① 基本指定項目検査：橋梁の諸元およびその橋梁の履歴に基づいて選定した検査項目による検査
- ② 通常点検：変状・異常箇所のみを探し、有となったものについてのみ記録する検査
- ③ 重点検査：予め決められた重点検査項目について変状の有無を見る検査と過去に変状・異常箇所についての追跡調査

2. 3 支援システムの構成

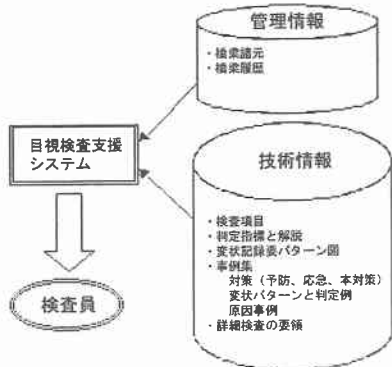


図-1 目視検査支援システム構成図



写真-1 目視検査支援システム

目視検査支援システムの構成を図-1に示す。目視検査支援システムは、モバイルコンピュータ、携帯電話、デジタルカメラなどの検査の入力ツール（電子カルテ構築システム）と橋梁の管理情報および技術情報のデータベースからなる。

3. 目視検査支援システムによる検査事例

3. 1 検査作業における検査項目

鋼鉄道橋における目視検査は一般に、2. 2項に示すように行われている。図-2は目視検査支援システムにおける検査作業の例である。橋梁諸元の確認、記録者・記録日時・天候等の確認の後、検査の方法に従った検査項目を示すようになっている。

3. 2 変状に対する判定

- ① 基本項目：過去の検査履歴から自動的に抽出される項目に加え、専門家が常に設計資料や経験に基づいて追加見直しを行う。
- ② 検査項目：その時の検査で「変状・異常」もしくは「継続確認要」となったものを自動的に「重点検査項目の候補」とすると同時に、検査の時点で検査者が次期検査で確認すべき項目として抽出し、これらを責任者が重点検査項目として承認する。

各変状項目について、鋼鉄道橋で判定の指標としている「進行性」、「冗長性」¹⁾（一部の損傷があっても他の部材がそれをカバーし急激な破壊に至らない様子）に対し、保守標準²⁾ および過去の判定事例を専門家が整理する。ただし、正式に一般化するには事業者が承認する必要がある。この作業は支援ツールによって定期的に技術情報として追加見直しされる仕組みとなっている。図-3に本システムにおける判定作業の例を示す。

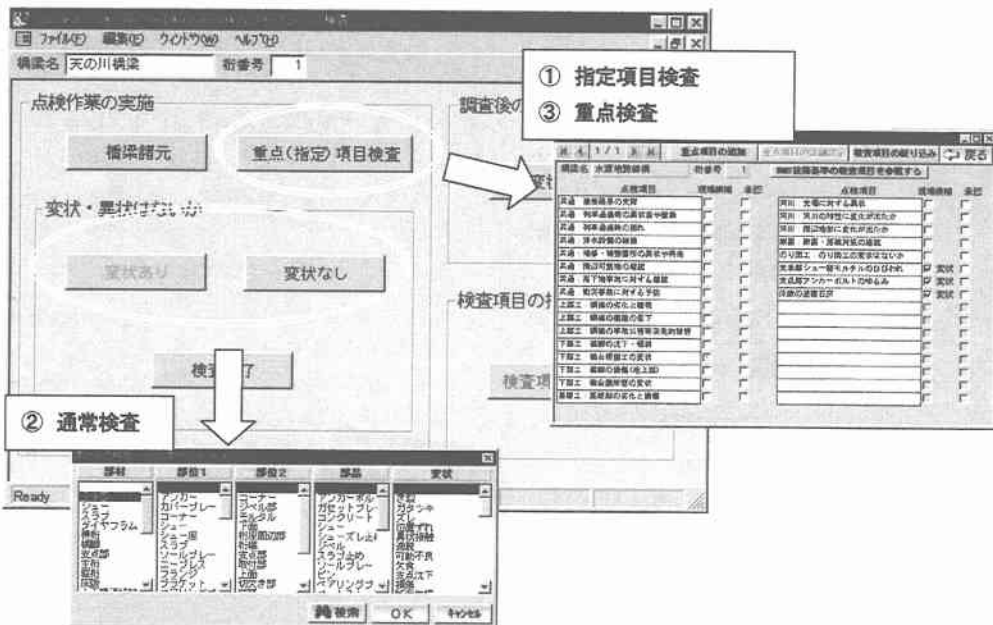


図-2 検査作業画面

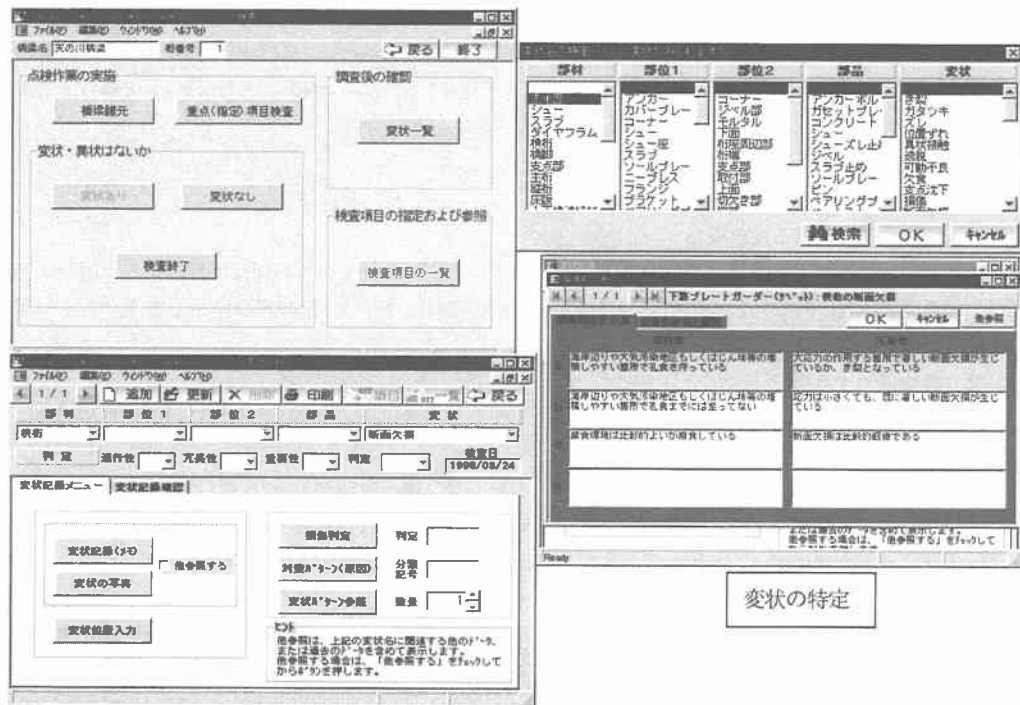
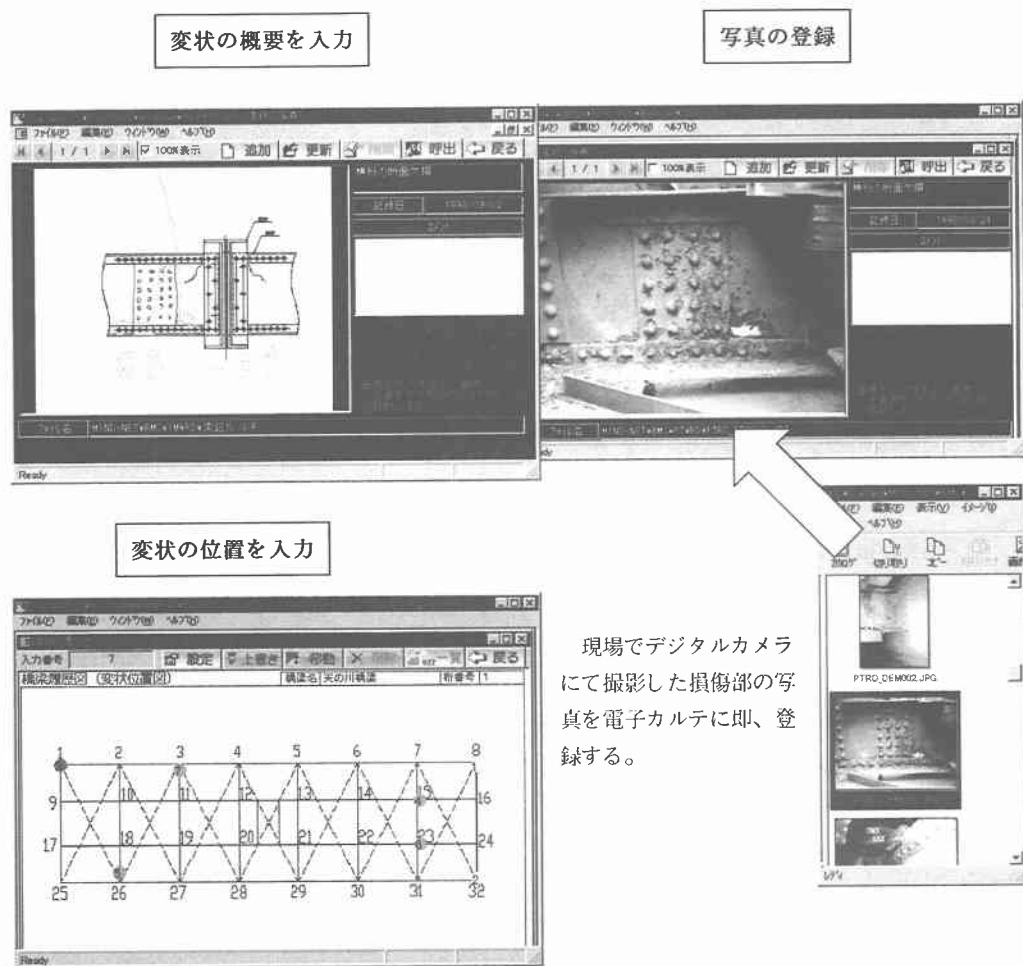


図-3 判定作業の例

3. 3 変状の記録

出来るだけ現場での入力を図1入力とするため記入すべき内容を図化した。これらの図は過去の変状記録を基に専門家が作成したものである。また変状の様子は写真をデジタル化する（デジタルカメラによる撮影もしくは一般のカメラにより撮影しスキャナでデジタル化する）ことで容易に登録することができる。また変状の位置は構造図もしくは図面をクリックし登録する。図-4 に事例を示す。



現場でデジタルカメラにて撮影した損傷部の写真を電子カルテに即、登録する。

図-4 変状の記録の例

3. 4 変状対策の事例・パターン参照とデータの蓄積

変状対策の事例・パターンはデータベースに蓄積され、参照することができる。変状に対して完全に合致しないものについてもキーワードで検索しユーザが選択できるようになっている。図-5に参照例を示す。



図5 変状事例・対策の参照

4. 道路橋への適用

4. 1 検査橋梁

今回、目視検査の対象とした橋梁は地方自治体の道路橋で橋長15m以上の93橋の上、下部工について行った。

4. 2 検査方法

目視検査の要領は建設省の「橋梁点検要領（案）」³⁾を適用し、目視検査支援システムの支援により検査を行った。

目視検査中にて、緊急を要するものあるいは重大な損傷を発見した場合は、デジタルカメラの画像をモバイルコンピュータと携帯電話を利用して転送し、東京の専門家と遠隔診断を実施することを計画した。また、目視点検作業の診断は現地調査対象橋梁の場所で、図-6に示すように損傷箇所をデジタルカメラにて撮影・登録し、損傷の程度、原因などの目視検査調査の結果も全てモバイルコンピュータに入力し、その場で診断カルテ（電子カルテ）を作成する事とした。



図-6 目視検査の流れ

4. 3 検査の結果

3月初旬の最低気温が0℃以下の厳しい環境下で目視検査を実施した。写真-2は現場での検査の様子である。検査では、モバイルコンピュータが低温下のため稼働時間や、結露に弱いなどの問題点が明らかになった。しかし、野帳に記録する場合に比べ、本システムにおける電子カルテへの記録性は良好で、容易に、効率よく入力することができた。また判定指標や損傷の原因についても現場で参照できる利点があった。これにより調査対象橋梁全てに一貫した要領でバラツキの少ない目視検査を行うことができた。また本システムの利用により、現場での調査漏れによる再調査や室内での内業は大幅に短縮され、検査の効率化を図ることができた。また、携帯電話、デジタルカメラ、モバイルコンピュータを利用し画像転送も含めて一部の損

傷箇所を東京の専門家に判断を求め、遠隔診断システムとしての実用性を確かめた。ただし、現場からの画像転送には少し時間がかかったが、調査現場と会社間の移動時間よりは遙かに短時間であること、実際には現場から専門家の判断を求めるような緊急な、あるいは重大な損傷のケースがすくないこと、今後の技術開発により携帯電話の転送速度は速くなる事などから問題とは思われない。

4. 4 検査結果のデータベース化

自治体で管理する橋梁台帳では、過去の検査履歴がデータベース化されていない事が多く、今回検査を行うにあたり検査履歴を収集することが困難であった。本システムでは、

目視検査の結果を直ちに診断カルテ（電子カルテ）として橋梁全体、各部材ごとに損傷の程度を整理するとともに、この電子カルテをそのまま利用して橋梁台帳のデータベース化を図れるシステムが開発されている。したがって、本データベースを利用しての詳細調査の有無、補修・補強計画などの維持管理計画や次回の日視検査時にモバイルコンピュータにデータを引き出して検査を行い、その検査結果の電子カルテを再びデータベースへ反映し蓄積していくことができる。今回は、診断カルテまでの作成であったが、この診断カルテを基に橋梁台帳のデータベース化を行い、本システムを利用することで橋梁台帳を一元管理でき、効率的な維持管理計画が行えるものと考えられる。



写真-2 目視検査支援システムの実橋への適用

5. まとめ

目視検査項目についての分析を行いベテランのノウハウを基に開発した目視検査支援システムを地方自治体の橋梁検査で実橋に適用し以下の結果を得た。

- ・目視検査項目についての分析結果を得た
- ・目視検査結果の診断カルテを構築した（電子カルテ化）
- ・現場調査時のモバイルコンピュータ等の問題点を明らかにした
- ・目視検査支援システムにより目視検査を効率化した

橋梁の変状、特に最近問題となっている鋼橋の疲労の損傷については進行性の早いものと遅いものがあるので、時系列的に損傷を観察する必要がある。また、高度な判断が必要であるが早急に補修・補強が必要なものも含まれているので、定期的にシステム化された目視検査を行い、その結果をデータベース化する事が必要であると思われる。

<<参考文献>>

- 1) 阿倍 允、杉舘政雄、小林 俊夫、伊藤 祐一：鋼鉄道橋の健全度評価手法、橋梁振動コロキウム論文集1997
- 2) 土木学会：建造物保守管理の標準（案）同解説、土木学会、1987.2
- 3) 建設省土木研究所：土木研究資料、橋梁点検要領（案）、1988.2