

Ⅱ-6 三次元モデルライブラリを利用した点検・補修履歴の管理システム

三上 市蔵
Ichizou MIKAMI

田中 成典
Shigenori TANAKA

石井 由美子
Yumiko ISHII

【抄録】 今後、橋梁の経年化に伴って、維持管理業務のための点検・補修業務が急激に増加することが予想される。したがって、点検・補修履歴情報を視覚的に入力・追加・変更・参照することで容易に維持管理業務が実施できるとともに、点検員のスキルアップが図れるシステムが必要である。

本研究では、最も多く架設されている鋼道路橋鈹桁上部工を対象とし、維持管理において扱われる情報を項目形式でまとめた。そして、VRMLとテキストを用いて表現されている三次元モデルライブラリに、新たに点検・補修履歴などの維持管理業務における属性情報を持たせ、管理できるシステムを構築した。

【キーワード】 鋼道路橋、維持管理、可視化、三次元データモデル

1. まえがき

現在、我が国の橋梁ストックは約 66 万橋を抱えており、15m 以上の橋梁でも約 13 万 5 千橋ある^{1),2)}。これらの橋梁の平均供用期間は約 22 年となっているが、21 世紀初頭には約 35 年となる。このような経年化に伴って維持管理業務の負担が将来急激に増大すると予想されている。そのため、維持管理業務の負担の軽減を目指して点検車両や非破壊検査などの検査法の開発、道路管理データベースの構築などが行われてきている。

ここでデータベースに着目すると、建設省では MICHI や ROADIS を構築している³⁾⁻⁵⁾。これらのデータベースシステムは道路を対象としており、橋梁はその一部として取り扱われている。すなわち橋梁の維持管理に関する情報を参照するには、道路管理データベース上の膨大な量の情報から橋梁に関する情報を抽出しなければならない。そこで、MICHI のデータから橋梁に関するデータを抽出、利用した橋梁マネージメントシステム (BMS : Bridge Management System) の構築⁶⁾が行われている。また、文献 7)-9)において PDF ファイルや Access などを用い、橋梁の維持管理業務に関する情報を包括的に扱う BMS が構築されてきている。各公団においても点検・補修履歴のデータを電子化しデータベースを構築している¹⁰⁾が、これらの BMS やデータベースは主に健全度判定や補修対策選定の自動化や点検・補修に関する情報管理を目的としている。

橋梁管理に関するデータベースは、建設 CALS/EC の実現においても重要である。調査・計

画、設計、施工、維持管理というライフサイクルを通じた情報の一元的で、合理的な管理を実現するためには、維持管理業務に関するテキストや画像などの情報だけでなく、形状情報などを持ち合わせた三次元データモデルを用いてデータベースを構築し管理する必要がある。

一方、今後、維持管理業務が増大するに伴い高いレベルの点検員を増加させなければならない。しかしながら、高齢化、少子化に伴う熟練技術者の減少や、点検員数の減少などが予想されている。これらの問題を解決するには、点検員の技能や知識を向上させたり、新しい点検員を育成するためのシステムが望まれる。

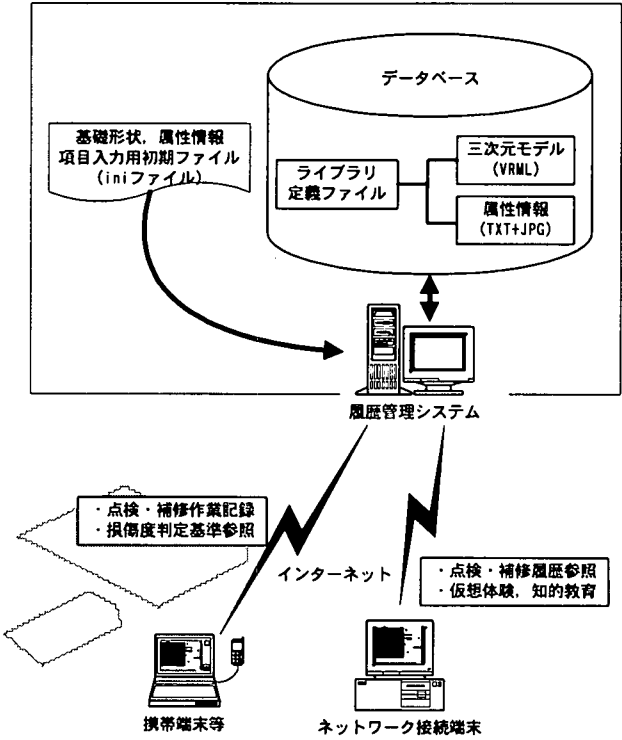
本研究では、最も多く建設されている鋼道路橋鈹桁上部工を対象とし、点検・補修で扱われる情報項目をまとめ、VRMLとテキストで表現された三次元モデルライブラリや画像を利用して、点検・補修の作業記録と履歴管理が行えるシステムの構築を行う。このシステムはライフサイクルを通じた情報の一元的・合理的な管理を目指すものである。さらに、パソコン上で維持管理業務における点検作業などを仮想体験しながら、視覚的に点検・補修の履歴参照が行える機能を構築する。この機能は点検員の技能や知識の向上、新点検員の育成を目指すものである。

2. 研究の概要

本研究では、鈹桁橋上部工の維持管理業務に関する点検・補修履歴の管理を視覚的に行うと共に、点検員の技能、知識向上や育成を行うことを目的とし、図-1に示す履歴管理システムの概念図を基に次の手順で研

究を進める。

- ①点検や補修に関する要綱，マニュアルなどを用いて点検業務，補修業務に必要な情報を項目形式でまとめる。
- ②点検・補修を行う判断基準となる情報，履歴を格納し，参照できるシステムを構築する。
- ③構築したシステムに仮想体験できる機能を持たせる。



図－1 履歴管理システムの概念図

3. 維持管理業務で必要とされる情報

維持管理業務において生成される情報は，大別して点検・検査に関する情報と補修・補強に関する情報の二つがある。点検業務では，点検種別は日常点検，定期点検，臨時点検に分類される。この点検種別を細分化した点検区分は，日常・定期点検においては，路上点検，路下点検，検査路・検査者点検，土工部点検，上下部工点検，はり上点検，個人点検に分類され，臨時点検は災害時点検，事故時点検，追跡・詳細点検，特別点検に分類される。これらの点検区分に対して各工種・構造物の点検が行われ，点検結果報告書が作成される。補修業務ではこの点検報告書と損傷写真集などを基に過去の事例や台帳を参照しながら補修方法を判断してゆく。

本研究では，まず，阪神高速道路公団のマニュアル^{11),12)}を対象とし，点検・補修業務で必要とされる情報の整理を行い，その後，鈑桁橋上部工に関する点検・補修で必要とされる情報を抽出することとした。点検標準と補修要領の情報項目を整理し，まとめた結果の一部を表－1に示す。

表－1に示されるように，点検・補修に関する情報を整理した結果，日常点検，定期点検，臨時点検の各点検により書式の違いや点検項目の表現方法の違いがあり，他の点検の点検項目を参照している部分が多数見られた。したがって，マニュアルを用いて点検作業を行った場合，必要な情報を参照するのに時間がかかると考えられるため，本研究では工種毎に点検項目を表すこととした。

表－1 点検・補修に関する必要情報項目の一部（鈑桁部抜粋）

No.	点検種別	点検区分	工種	対象構造物	点検項目	点検頻度	...
95	日常点検	路下点検	鋼構造物	鈑桁	部材の損傷	6回/年(陸上部), 1回/年(水上部)	...
96	日常点検	路下点検	鋼構造物	鈑桁	高力ボルトの欠損, 折損 (主要部材)	6回/年(陸上部), 1回/年(水上部)	...
97	日常点検	路下点検	鋼構造物	鈑桁	高力ボルトの欠損, 折損 (二次部材)	6回/年(陸上部), 1回/年(水上部)	...
98	日常点検	路下点検	鋼構造物	鈑桁	さびおよび腐食	6回/年(陸上部), 1回/年(水上部)	...
99	日常点検	路下点検	鋼構造物	鈑桁	漏水	6回/年(陸上部), 1回/年(水上部)	...
100	日常点検	路下点検	鋼構造物	鈑桁	異常音	6回/年(陸上部), 1回/年(水上部)	...
152	日常点検	検査路・検査車点検	鋼構造物	検査路側の鈑桁	部材の損傷	2回/年(陸上部), 2回/年(水上部)	...
153	日常点検	検査路・検査車点検	鋼構造物	検査路側の鈑桁	高力ボルトの欠損, 折損	2回/年(陸上部), 2回/年(水上部)	...
154	日常点検	検査路・検査車点検	鋼構造物	検査路側の鈑桁	高力ボルトの欠損, 折損	2回/年(陸上部), 2回/年(水上部)	...
155	日常点検	検査路・検査車点検	鋼構造物	検査路側の鈑桁	さびおよび腐食	2回/年(陸上部), 2回/年(水上部)	...
156	日常点検	検査路・検査車点検	鋼構造物	検査路側の鈑桁	漏水	2回/年(陸上部), 2回/年(水上部)	...
157	日常点検	検査路・検査車点検	鋼構造物	検査路側の鈑桁	異常音	2回/年(陸上部), 2回/年(水上部)	...
158	日常点検	検査路・検査車点検	はり上構造物	検査路より確認できる範囲の はり上構造物	定期点検のはり上構造物と同様		
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.

4. 点検・補修の履歴管理システムの構築

維持管理業務を行うには、橋梁諸元などの基本データやライフサイクルを通した情報が重要な資料となる。また、実際に維持管理業務を行う際は、竣工図や管理図、設計図などを見て業務を遂行するため、形状情報は欠かせない情報である。著者らは鈑桁橋上部工を三次元モデルで表現し、この三次元モデルに橋梁の基本情報や設計段階における属性情報を持たせるシステムを開発¹³⁾した。このシステム上で点検・補修に関する情報を取り扱えるようにすることで、三次元モデルを利用した履歴管理システムを構築できる。

4. 1 初期ファイルと GUI 表示機能の構築

点検・補修の履歴管理システムを構築するために、まず、整理した情報を基に点検・補修に関する情報を項目形式で表現した初期ファイルを作成した。そして、この初期ファイルの項目を読み出し、情報を入力するためのテキストエリアなどの GUI を表示する Java プログラムを構築した。これにより、新たな点検項目や、判定基準、補修方法などが加えられたとき、この初期ファイルに項目を追加するだけでシステムに反映されるようになるため、システムのメンテナンスの省力化を図れる。

4. 2 ライブラリ読み込み機能の構築

三次元モデルに維持管理業務に関する情報を付け加えることができるようにするためにライブラリ定義ファイルを作成し、VRML モデルと編集された属性情報のテキストファイルの関連づけを行えるようにした。モデルが選択された場合は、まず始めにライブラリ定義ファイルを読み込み、必要な VRML ファイルとテキストファイルを取り込むようにした。また、本システムで構築されたモデル以外の VRML モデルを取り込めるようにした。

近年、デジタルカメラなどによる画像から三次元のモデルを構築する技術が開発されてきており、これらのシステムの多くは VRML 形式をサポートしている。したがって、これらのシステムから構築されたモデルを取り込み、属性情報を付加できるようにすれば、より多くの三次元モデルライブラリを構築できると考えられる。

4. 3 画像取り込み、リンク機能の構築

VRML とテキストによる三次元モデルライブラ

リ以外に損傷部位の jpg 画像を取り込み、三次元モデルライブラリにリンクさせるようにした。これにより、部材をクリックした際に、属性情報と共に損傷部位の画像が表示できるようになる。

以上を総括したシステム利用の一例を図-2 に示す。

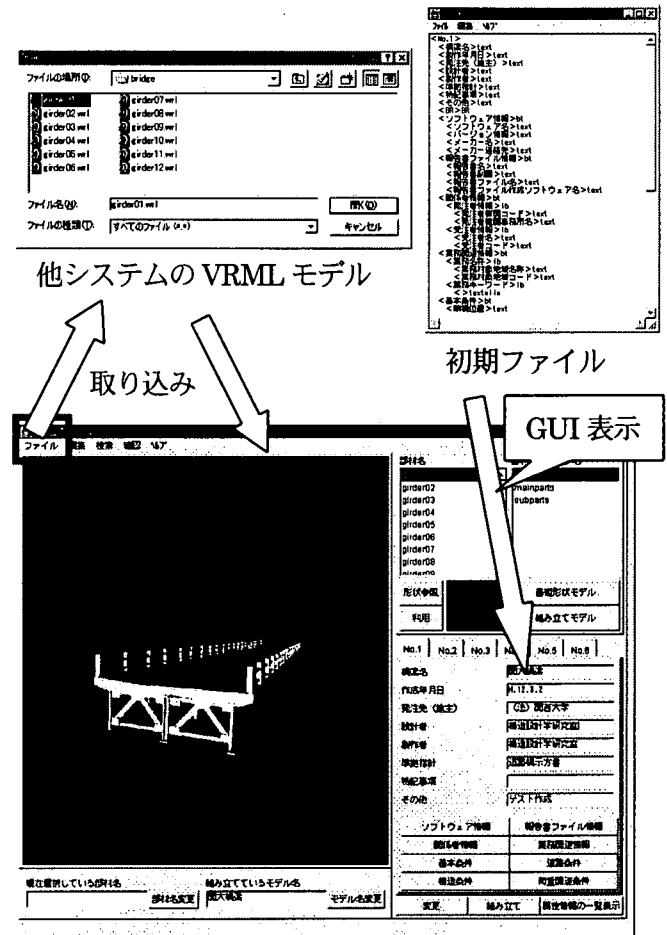


図-2 システム利用の一例

5. 点検業務の仮想体験機能の構築

本システムを用いて、点検員の意識改革や知識向上を図るようになるためには、過去の履歴を参照するだけでなく、点検作業などの仮想体験が行えるようにする必要がある。

本研究では、Java3D プログラムを用い、ナビゲートブラウザ上で部材をクリックすることにより損傷部位の画像が表示され、点検・補修項目の履歴がテキスト形式で参照できるようにした。これにより、部材毎で情報が表示されるため、鈑桁橋上部工に関する膨大な情報から必要な情報を検索するという負担が軽減されることが考えられる。そして、点検員がキー操作を行い

ながらナビゲートブラウザ上を歩行する際、視点の高さを1.68mに設定し、部材に衝突した場合は、通り抜けずに押し戻されるようにした。仮想空間上で物体に衝突した場合、ダイアログを表示させ、頭を動かす、上半身を倒す、屈むなどの動作を選択できるようにし、視点の高さをそれぞれの動作に対して、1.6m、1.4m、1.0mと設定した。ナビゲート画面の一例を図-3に示す。

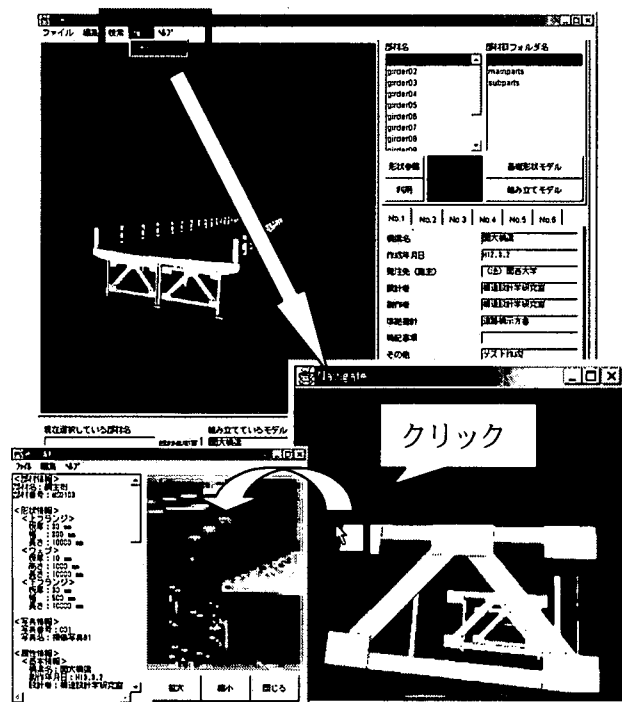


図-3 ナビゲート画面の一例

6. あとがき

本研究では、最も多く建設されている鋼道路橋桁橋上部工を対象とし、維持管理業務における点検・補修履歴の管理を視覚的に行うと共に、点検員の技能や知識の向上と新点検員の育成を行える履歴管理システムを構築した。

これには、まず、点検・補修に関するマニュアルを参照し、点検・補修に必要な情報を整理した後、項目形式でまとめた。そして、Java, Java3Dプログラムを用いて点検・補修履歴の管理が行え、かつ点検員が点検作業を仮想体験できる機能を構築した。

今後、管理者側と業者側で必要な情報を検討し、本システムに反映させる。そして、本システムをインターネット上で利用できるようにし、広域的に本システムを利用できるようにする。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、(株)ニュージェックの保田敬一氏、日本工営(株)の今井龍一氏には貴重な資料、ご意見を賜った。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 建設省：平成11年度版 建設白書，大蔵省印刷局，1999.7.
- 2) 建設省道路局：道路統計年報，全国道路利用者会議，1999.10.
- 3) 服部達也，村松敏光，朝倉義博：道路維持管理モデルの現状と将来像の提案，CALS/EC Japan 1999 論文集，CALS 推進協議会，pp.265-270，1999.11.
- 4) 朝倉義博，村松敏光，服部達也：GIS等の情報基盤を活用した維持管理作業の将来モデルの提案，第24回土木情報システム講演集，土木学会，pp.145-148，1999.10.
- 5) 服部達也，村松敏光，朝倉義博：業務プロセスの再構築に向けた業務分析のあり方，建設マネジメント研究論文集，土木学会，Vol.6，pp.27-38，1998.12.
- 6) 建設省土木研究所 構造橋梁研究室：橋梁マネージメントシステムの開発に関する調査研究報告書，土木研究所資料第3633号，1999.3.
- 7) 神波修一郎，吉原信義，中村秀明，宮本文穂：橋梁維持管理システムにおけるデータベースシステムの構築，土木情報システム論文集，Vol.8，pp.167-174，1999.10.
- 8) 神波修一郎，上村勝利，中村秀明，宮本文穂：橋梁維持管理のための戦略的橋梁データベースの開発，土木情報システム論文集，Vol.7，pp.57-64，1998.10.
- 9) 宮本文穂，中村秀明，河村圭：Bridge Management System(BMS)を利用した既存橋梁の最適維持管理計画の策定，土木学会論文集，土木学会，N0.588/VI-38，pp.191-208，1998.3.
- 10) 首都高速道路技術センター：21世紀の構造物管理分野を支える情報システム，C&S REPORT，横川技術情報，No.23，pp.2-5，2000.5.
- 11) 阪神高速道路公団：道路構造物の点検標準（土木構造物編），1996.5.
- 12) 阪神高速道路公団：道路構造物の補修要領，1990.6.
- 13) 三上市蔵，田中成典，石井由美子：部材 CG ライブラリを用いた橋梁設計 CG システムに関する基礎的研究，第24回土木情報システム講演集，土木学会，pp.165-168，1999.10.