

# 土木情報ガイドブック

これだけは知っておきたい

土木情報の標準化

社団法人 土木学会  
情報利用技術委員会  
土木情報ガイドブック制作特別小委員会 編



建通新聞社

《土木学会 情報利用技術委員会》

柴崎亮介	委員長	東京大学 空間情報科学研究センター センター長
田中成典	幹事長	関西大学 総合情報学部 教授

■編者一覧

《土木学会 情報利用技術委員会 土木情報ガイドブック制作 特別小委員会》

皆川勝	小委員長	武蔵工業大学 工学部都市基盤工学科 教授
三嶋全弘	副小委員長	(株) フジタ 土木本部土木統括部
磯部猛也	委員	(株) 建設技術研究所 東京本社情報部 部長
今井龍一	委員	日本工営 (株) 首都圏事業部統合情報技術部 技師
浦野隆	委員	(財) 道路新産業開発機構 企画開発部 & ITS 統括研究部 次長
大野聡	委員	(株) シビルソフト開発 代表取締役会長
加藤勲	委員	(株) 三菱総合研究所 社会システム研究本部 社会システム事業研究部 主任研究員
楠達夫	委員	ジェイアール東日本コンサルタンツ (株) IT 事業本部 企画・IT ビジネスユニット 課長
小松淳	委員	日本工営 (株) 技術企画部情報基盤センター長
佐田達典	委員	三井住友建設 (株) 技術研究所土木研究開発部土木生産技術研究室 室長
佐藤郁	委員	戸田建設 (株) 土木企画部情報課 主任
柴崎亮介	委員	東京大学 空間情報科学研究センター センター長
鈴木明人	委員	早稲田大学 理工学総合研究センター 客員教授
田中成典	委員	関西大学 総合情報学部 教授
高井喜浩	委員	富士通エフ・アイ・ピー (株) 科学技術システム部 プロジェクト 課長
蒔苗耕司	委員	宮城大学 事業構想学部デザイン情報学科 助教授
町田聡	委員	パシフィックコンサルタンツ (株) 情報事業本部情報技術部 技術次長
矢吹信喜	委員	室蘭工業大学 工学部建設システム工学科 助教授
山崎元也	委員	日本道路公団 御殿場管理事務所 副所長
吉清孝	委員	鹿島建設 (株) IT ソリューション部 担当部長 基幹システムグループ グループ長
村田健太	委員	(株) 建通新聞社 首都圏本部 企画開発室

■執筆一覧

執筆者名	所属組織	執筆・編集担当箇所
有富孝一	国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室 主席研究官	4.5.3
石井由美子	(株) テプコシステムズ 電力システム第一本部 応用技術部	2.1、2.2
石村久治	(株) 横河技術情報 ソリューション・サービス部 理事	4.3.3、4.3.4
磯部猛也	(株) 建設技術研究所 東京本社 情報部 部長	1.4.3、3.2
今井龍一	日本工営 (株) 首都圏事業部統合情報技術部 技師	1.3、1.4、2.1、2.2、4.5
岩村一昭	(株) 日立製作所 中央研究所 知能システム研究部 主任研究員	4.5.6、4.5.7、4.5.8
上坂克己	国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室 室長	1.4.2、4.5.3
上山晃	(株) 建設技術研究所 東京本社情報部 主任技師	3.3.5
浦野隆	(財) 道路新産業開発機構 企画開発部 & ITS 統括研究部 次長	1.4.4、4.6
大野聡	(株) シビルソフト開発 代表取締役会長	3.3.4
大石龍太郎	(財) 日本建設情報総合センター CALS/EC 部 部長	4.1
小野剛史	(財) 日本建設情報総合センター 標準部 研究員	4.1
加藤勲	(株) 三菱総合研究所 社会システム研究本部 社会システム事業研究部 主任研究員	4.6
加本実	(財) 日本建設情報総合センター CALS/EC 部 電子納品室 室長	4.1

河内康	(財) 日本建設情報総合センター 標準部 主任研究員	3.1、3.1.1、4.1
河村圭	山口大学 工学部知能情報システム工学科 助手	4.5.2
木村礼夫	(株) キーパス 技術部	4.5.5
楠達夫	ジェイアール東日本コンサルタンツ (株) IT 事業部 課長	3.3.1、3.3.2
窪田諭	(株) オービス総研 設備ソリューション部 研究員	4.5.1、4.5.4
小松淳	日本工営 (株) 技術企画部情報基盤センター センター長	2.1、2.2
榊原庸貴	東京大学 空間情報科学研究センター 助手	1.3.1
坂森計則	日本工営 (株) 首都圏事業部統合情報技術部 技師	4.2.2
作中秀行	日本工営 (株) 首都圏事業部統合情報技術部 部長代理	1.3.3
佐田達典	三井住友建設 (株) 技術研究所土木研究開発部土木生産技術研究室 室長	2.3.1、2.3.3、2.3.5、4.2.1
佐藤郁	戸田建設 (株) 土木企画部情報課 主任	2.1、2.2
柴崎亮介	東京大学 空間情報科学研究センター センター長	1.1、1.2、1.3
島崎良雄	JIP テクノサイエンス (株) 製作情報部 部長	4.3.2
杉山正憲	国土交通省 国土地理院企画部 電子国土調整官	1.4.1
杉町敏之	関西大学大学院 総合情報学研究科 博士課程後期課程	3.1.1
杉浦孝明	(株) 三菱総合研究所社会システム研究本部社会システム事業研究部 主任研究員	4.6
鈴木明人	早稲田大学 理工学総合研究センター 客員教授	1.4.6、4.4、4.4.1、4.4.2、4.4.4、4.4.5
鈴木周一	(財) 日本建設情報総合センター CALS/EC 部 次長	3.1.3
田中成典	関西大学 総合情報学部 教授	2.1、2.2、3.1、3.1.1、4.1、4.5
千葉洋一郎	(株) トリオン 代表取締役社長	3.4.3
塚原弘一	(財) 日本建設情報総合センター 標準部 部長	3.1、3.1.1、4.1
土居原健	アジア航測 (株) 総合研究所 所長	1.3.2
中川隆治	(財) 日本建設情報総合センター 標準部 主任研究員	4.1
中村秀明	山口大学 工学部知能情報システム工学科 助教授	4.5.2
西木也寸志	日本工営 (株) 技術企画部 情報基盤センター	3.3.3
浜嶋鉦一郎	(株) オーク情報システム 取締役	4.3.1
古屋弘	(株) 大林組 東京本社土木技術本部技術第1部 情報化施工グループ長	4.4.3
蒔苗耕司	宮城大学 事業構想学部デザイン情報学科 助教授	3.4.1、3.4.4
政木英一	国際航業 (株) 国土空間情報事業部 国土情報基盤推進部 部長	3.4.4、3.5
町田聡	パシフィックコンサルタンツ (株) 情報事業本部情報技術部 技術次長	1.3.4、2.3.2、2.3.4、2.3.6
松村一保	(株) オービス総研 設備ソリューション部 主任研究員	4.5.4
三上市蔵	関西大学 工学部都市環境工学科 教授	4.5.1
皆川勝	武蔵工業大学 工学部都市基盤工学科 教授	3.1、3.1.2
宮本文穂	山口大学 工学部知能情報システム工学科 教授	4.5.2
矢吹信喜	室蘭工業大学 工学部建設システム工学科 助教授	3.4.2
山崎文雄	千葉大学 工学部都市環境システム工学科 教授	1.4.5

## 第4章 建設事業における情報の利活用

定義した情報モデルは、円滑に交換し共有するためにXML形式で表現します。XMLデータとすることで点検結果や診断結果などを電子データとして利用できるようになり、また、標準化したデータはシステムで利用することができるので、情報の再入力作業が不要になります。

情報モデルに準拠して標準化した情報を活用することで、橋梁管理の業務プロセスを改善することもできます。今までは、情報を標準化していなかったため、情報を再利用することができず、作業の重複や情報の二重管理が発生していました。しかし、情報モデルによる標準化によってシステム間でのデータ連携が行えるようになるので、作業の無駄を省いたり、点検結果の品質を確保したり、診断や判定を高い精度で行ったりすることができます。

### (3) 今後の課題

道路・橋梁管理における標準化と情報モデルの活用をさらに進めるために、次のような課題があります。

- ・設計や施工など、ライフサイクルにわたる情報モデルとの整合を図る。
- ・既存の情報を情報モデルの規定に準拠して標準化する。
- ・情報モデルの規定に準拠した情報を利用できるシステムを構築し、運用する。

## 4.5.2 橋梁の維持管理支援システム（BMS）の開発事例

わが国日本は、都市高速道路網など社会基盤施設の質・量が高度に発達した国の一つになりました。そのため、欧米諸国と同様に今後はこれらの性能（機能）を可能な限り長持ちさせるとともに、環境とも調和させながら社会基盤施設の高齢化に対処していかなければならない時代を迎えています。ここでは、これまで各種構造物を造る技術と比べるとどちらかという地味であった維持管理の分野において、ニューロ・ファジィ・エキスパートシステム・進化型アルゴリズムなどの最新情報処理技術とコンピュータシステムを援用した独自の橋梁維持管理支援システム（BMS：Bridge Management System）の開発事例①～⑤を紹介します。BMSは、橋梁を効率的かつ合理的に維持管理するために必要とされるさまざまなサブシステムから構成される統合型システムであり、本稿では特に情報処理技術がBMSにおいてどのように利用されているかを可能な限り具体的に紹介します。

### (1) BMSにおける情報処理技術を利用した各種サブシステム

#### ①性能評価システム（橋梁診断エキスパートシステム）<sup>1)</sup>

本システムは、橋梁の維持管理に長年携ってきた専門技術者の橋梁診断における経験的な知識をコンピュータ上に移植し、橋梁諸元、環境条件、交通量、各種変状状態といった橋梁台帳や目視点検結果などから、橋梁部材の総合的な劣化度診断（性能評価）を行います。具体的には、耐久性（補修の必要性の評価指標）および耐荷性（補強の必要性の評価指標）を評価します。橋梁の維持管理に必要とされる性能を明らかにし、維持管理対策の必要性の指標としていること、またこの評価に専門技術者の経験的な知識を利用していることが顕著な特色です。性能評価には、専門技術者の知識を扱うことから推論方法はファジィ推論を可能としています。さらに、専門技

術者の知識のコンピュータへの実装において、学習による知識の洗練を容易に行えるようニューラルネットワークを適用しています。一般に利用されるニューラルネットワークはその処理がブラックボックスとなりますが、公共構造物の診断過程は明確に提示可能とするべきという考えから、本システムでは、ニューラルネットワークに独自の工夫を行い学習後のニューラルネットワークにおいても推論で利用される内部知識および推論処理の可視化を可能としており、最終的な診断結果の処理過程をユーザーへ明確に提示します。このように、実用化を目指した配慮も本システムの特色です。

### ②メンテナンスプラン最適化システム

本システムは、性能評価システムの出力である「耐荷性」と「耐久性」の健全度の値を用いて、予想劣化曲線より部材劣化の現在までの進行経路と、これからの余寿命を予測します。また、この結果から、対象部材の寿命が予定供用年数を満たさないと判断されると、予定供用年を満足しかつ維持管理費用の最小化および品質の最大化を考慮した長期的な維持管理計画が策定されます。なお、最適な維持管理計画の策定問題は、大規模な組合せ最適化問題になることから、遺伝的アルゴリズム（GA）を適用し高速な近似解の提示を可能としました。

### ③維持管理対策選定システム

効果的な維持管理を行うためには、変状を修復することはもちろん、変状を発生させる劣化要因を抑制する維持管理対策を選定することが必要です。本システムは、因果ネットワークを用いて点検時に見られた変状からその劣化要因を推定する劣化要因推定機能および点検時に見られた変状だけでなく、潜在的に発生する危険性がある変状と橋梁部材に作用しているであろう劣化要因（外力）を考慮した工法選定を行う維持管理対策選定機能を有します。本システムにおいても、工法選定にGAを利用しています。

### ④BMS データベース

単なるデータストックではなく、橋梁の維持管理を適切に実施・計画するために必要となるデータの蓄積、検索、加工を容易に行える機能を有し、さらに蓄積されるデータの有効利用（データマイニングの適用など）をも考慮した目的指向型のデータベースを開発しており、実際に利用を計画している地方自治体とともに共同開発を行っています。蓄積されるデータの有効利用に関する研究として、実際の橋梁管理機関のデータベースに蓄積されている情報から、データマイニングの手法を用いて、橋梁伸縮継手の損傷に関するルール型知識の獲得を試みています。

### ⑤点検支援システム

コンクリート構造物の目視点検の省力化および効率化を行うために、デジタルカメラにより取得した画像からコンクリート構造物の表面に発生している変状を自動的に抽出し、それらを変状図として自動生成する点検支援システムの開発を行っています。現時点では、代表的な変状であるひび割れを処理対象としており、それを自動抽出する手法の検討を行うとともに、ひび割れ抽出システムのプロトタイプを開発しました。なお、本システムは、デジタル画像からのひび割れ抽出に必要とされる画像処理手法やこれら画像処理手法に伴う各種パラメータの最適化へ対話型GAを適用しています。

(2) BMSの実例

BMSの実際の画面を利用しながらその一部を紹介します。図4-5-3は、BMSによるライフサイクルコストを考慮した最適維持管理計画策定までの流れです。図中の①→②また③→④→⑤は、それぞれ先に解説した「橋梁診断エキスパートシステム」と「メンテナンスプラン最適化システム」に当たります。図4-5-3では、維持管理業務の基本フロー（点検→診断→対策）に従って処理が進みます。対象橋梁の目視点検データと橋梁諸元データが入力されると、「橋梁診断エキスパートシステム」（劣化診断機能）は、診断対象部材である主桁および床版について、その耐荷性および耐久性を100点満点の健全度で評価します。次に、「劣化予測機能」では、得られた健全度を基に今後の劣化予測を行い、対象部材の今後の劣化進行を視覚的に表示します。最後に、「メンテナンスプラン最適化機能」では、「劣化予測機能」から出力された劣化進行状況から、各種対策工法の効果および必要な費用を考慮することによって、最適な維持管理計画（工法選択、時期、ライフサイクルコストなど）を導出します。

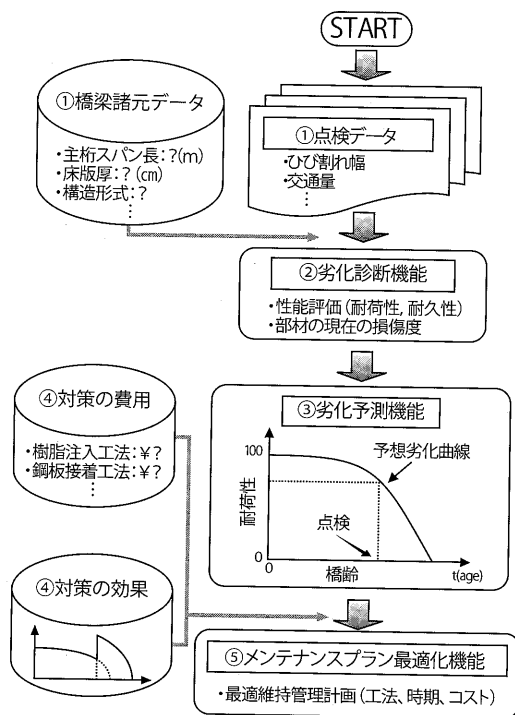


図4-5-3 BMSによる最適維持管理計画策定の流れ

図4-5-4と図4-5-5は、点検データの入力および確認画面と「橋梁診断エキスパートシステム」によって推論された診断結果を表示した例です。このように対象橋梁の主桁および床版の総合判定結果を視覚的に画面表示することができます。

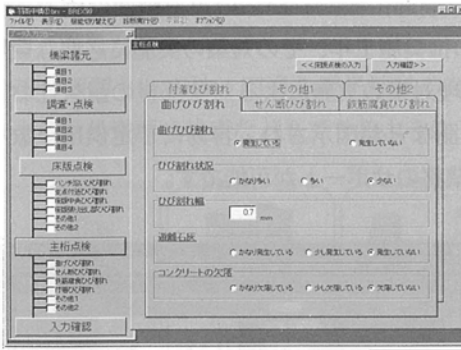


図 4-5-4 点検データ入力シート（主桁）の例

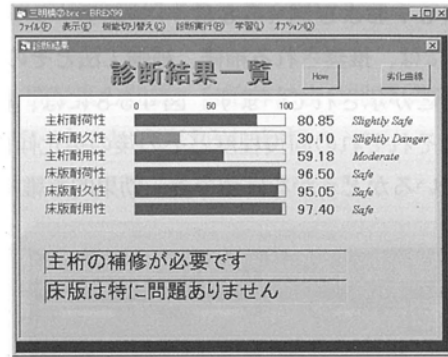


図 4-5-5 診断結果（主桁および床版）の例

また、図 4-5-6 は、「劣化予測機能」からの出力画面の一例を示したものです。ここでの対象橋梁名は、点検時橋齢 47 年の「三明橋、スパン 1」であり、対象部材は「主桁」です。出力された劣化曲線の縦軸は耐久性および耐荷性の健全度、横軸は供用開始年をゼロ年とする年数を表します。ここで、縦軸のゼロは管理限界値を示します。劣化曲線中の囲み部分は点検年を表しており、この時点での健全度は「劣化診断機能」で算出された耐久性および耐荷性の健全度の値を示しています。これらの劣化曲線から、耐久性から見た余寿命は 11 年、耐荷性から見た余寿命は 32 年となり、両者の内の短い方がこの部材の余寿命となります。よって、本橋は、予定供用年数 100 年（画面中グラフの垂直線）を満足しないことが分かります。ここで、画面右下にある「維持管理計画」ボタンをクリックすることで「メンテナンスプラン最適化機能」が起動します。図 4-5-6 の例のように、「劣化予測機能」において対象橋梁各部材の余寿命予測が希望予定供用年数を満たさないことが明らかになった場合は、何らかの維持管理対策の実行が必要なため「メンテナンスプラン最適化機能」において、いつ、どのような維持管理を行えばいいかを決定する必要があります。その際、維持管理対策に必要な総コスト（ライフサイクルコスト）の最小化（第 1 段階の最適化）や維持管理対策の実施によって回復する対象橋梁各部材の品質の最大化（第 2 段階の最適化）を目的関数として、多段階の最適な維持管理計画が策定できます。

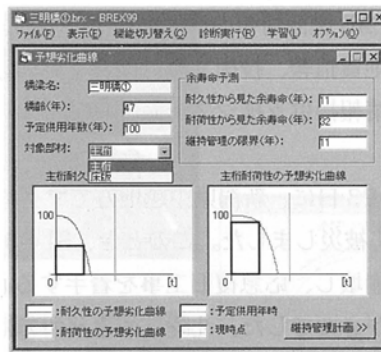


図 4-5-6 劣化予測機能からの出力画面の例（主桁の場合）

## 第4章 建設事業における情報の利活用

図 4-5-7 および図 4-5-8 は、「メンテナンスプラン最適化機能」からの出力画面の例です。図 4-5-7 には、推奨される補修、補強工法とその対策の推奨施工年、その対策の実施に必要な費用の内訳などが示されています。図 4-5-8 には、維持管理対策の実施による対象部材の耐久性および耐荷性それぞれの回復程度とその後の劣化傾向の予測などが図示され、容易に予定供用年数を満たしているかどうかを確認でき、効果的な維持管理業務のサポートが可能です。

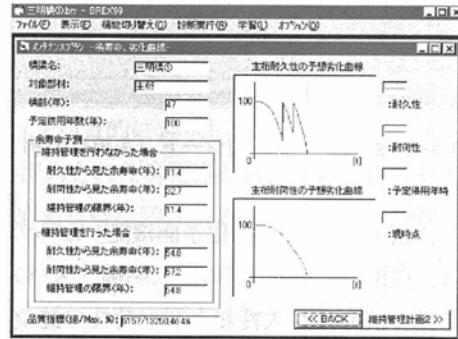
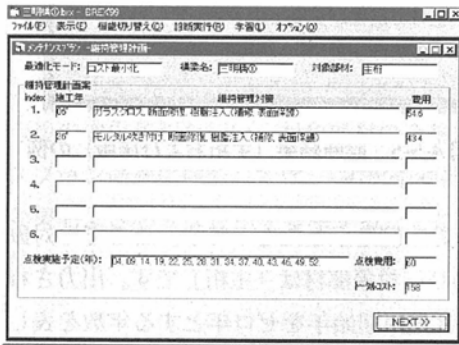


図 4-5-7 維持管理計画の策定結果画面（費用最小）の例 図 4-5-8 維持管理計画による性能の変化（費用最小）の例

### 4.5.3 電子情報を活用した業務改善事例

ここでは、国土交通省の地方整備局、事務所、出張所における電子情報を活用した業務改善事例を紹介します。事例では、災害時や維持管理段階における図面情報の利活用や、GISと連携した情報の活用方法を具体的に紹介します。ここで紹介する内容は 2002 年度～2004 年度に行われた国土技術研究会「電子納品情報を活用した業務改善に関する研究」の成果の一部です。ほかの事例や詳細については、国土技術政策総合研究所の国土技術研究会公開サイト (<http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/cals/index.html>) をご覧ください。

#### (1) 技術情報提供支援システムによる災害時における図面情報の迅速な利活用

国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所では、2004 年度からの工事完成図書 of 全面電子納品実施に伴い、電子納品成果物の CAD 図面情報の活用が可能となりました（図 4-5-9）。また電子納品成果物とともに、工事図面、地質情報、技術文献、図書文献および新技術活用関連の情報を閲覧し検索できるシステム「技術情報提供支援システム（TIOSS）」の運用が可能となりました（図 4-5-10）。

そのような中、2004 年 10 月 23 日に、新潟県中越地方でマグニチュード 6.8 の地震が発生し、直轄国道のトンネルなどが数多く被災しました。このとき、図 4-5-11 に示す通り「和南津トンネル」で天井コンクリートなどが崩壊し、応急復旧工事を着手する必要があるため、災害担当者は当トンネルの図面および地質データが必要でした。北陸技術事務所では TIOSS の「地質情報検索」を活用し完成当時の図面と、近隣のボーリング図などの必要資料を迅速に提供し、災害担当者を助けました。

通常時は、発注工事などの準備・調査および維持管理などの目的で毎月平均 1,000 件程度の TIOSS へのアクセスがあります。ところが、今回の地震において 2004 年 11 月のアクセス数は地



## 土木情報ガイドブック ～これだけは知っておきたい土木情報の標準化～

---

2005年8月27日 第1版第1刷

編集 社団法人土木学会

情報利用技術委員会

土木情報ガイドブック制作 特別小委員会

発行者 内藤勇

発行所 株式会社 建通新聞社

〒105-0004 東京都港区新橋1-17-2

電話 03-3504-3551 FAX03-3504-3555

<http://www.kentsu.co.jp/>

---

印刷・製本 図書印刷株式会社

カバーデザイン 熊田洋子

---

© 社団法人 土木学会

落丁・乱丁本はお取り替えいたします。

本書の全部または一部を無断で複写複製（コピー）することは、著作権法上の例外を除き、禁じられています。

本書から複写を希望される場合は、日本複写権センター（03-3401-2382）にご連絡ください。

ISBN4-9901985-6-5