

論文 XMLを用いた橋梁維持管理データベースの構築

中村 秀明*1・宮本 文穂*2・今野 将顕*3・石田 純一*4

要旨:本研究は、情報処理の分野で活用が大きく進んでいるXMLを用いて Bridge Management System (J-BMS)におけるデータベースの再構築を行ったものである。維持管理業務を効率化するためには、維持管理業務に関する情報の共有化とその有効な利用が不可欠である。また、一般に橋梁の寿命は数十年と非常に長い間、この長い期間に渡り情報を活用することが必要である。XMLで記述された情報は、特定のアプリケーションやシステムに依存しないため、異なったアプリケーション間での利用や長期間の活用が可能となる。本研究では、XMLを用いたデータベースの構築について検討を行った。

キーワード: XML, XSL, SQL, データベース, 橋梁維持管理, 情報共有

1. はじめに

社会資本の整備が建設から維持管理の時代へ移行している。我が国では、1950年代から始まった道路交通網の整備により、多くのコンクリート橋が建設された。しかしながら橋梁をとりまく状況は非常に厳しく、橋梁自身の経年劣化、交通量の増加や車両の大型化などにより設計当初の予想より過酷な条件で長期間使用され、損傷の著しい橋梁も増えている。

このような背景のもと著者らは、以前より、橋梁の維持管理業務を支援することを目的に「Bridge Management System(J-BMS)」の開発を行ってきた^{1),2)}。J-BMSは、橋梁の維持管理業務を支援するための統合型のシステムで、既存橋梁の劣化診断ならびに診断結果に基づく劣化予測を行う機能、経済性および橋梁部材の品質を考慮した最適維持管理計画を策定する機能、劣化要因を考慮した維持管理対策を選定する機能、さらに橋梁維持管理データベース³⁾(J-BMSデータベース)から構成されている。

橋梁の維持管理を適切に実施・計画するためには、橋梁諸元、点検履歴、補修・補強履歴等の維持管理に必要なデータを記録・保存してお

く必要がある。現在、各橋梁管理機関で、橋梁データのデータベース化が行われているが、紙ベースで保管していたものを電子化しただけのものが多く、また、管理機関ごとに独自のデータフォーマットで保管されているため、データの互換性が全くないのが現状である。

そこで、本研究は、情報処理の分野で活用が大きく進んでいるXML⁴⁾(eXtensible Markup Language)を用いてJ-BMSデータベースの改良を行った。XMLは、インターネットに適しており、異なるアプリケーション間でのデータ交換を容易に行うための技術である。XMLで記述された情報は、特定のアプリケーションやシステムに依存しないため、異なったアプリケーション間での利用や長期間の活用が可能となる。さらに、著者らが従来構築したJ-BMSデータベースには、橋梁諸元、点検履歴、補修・補強履歴等の維持管理用データが保存されているが、データ項目の洗い出しが不十分であったため、必要な項目がなかったり、不必要な項目が含まれるなどの問題点があった。そこで、本研究では、データ項目の洗い出しを再度行い、J-BMSデータベースの再構築を行った。

*1 山口大学助教授 工学部知能情報システム工学科 博士(工学) (正会員)

*2 山口大学教授 工学部知能情報システム工学科 工博 (正会員)

*3 JIPテクノサイエンス(株) 工修

*4 山口県土木建築部道路整備課

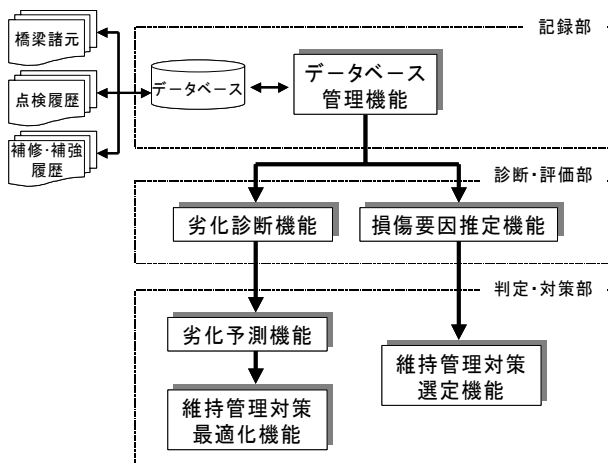


図-1 J-BMS の概要

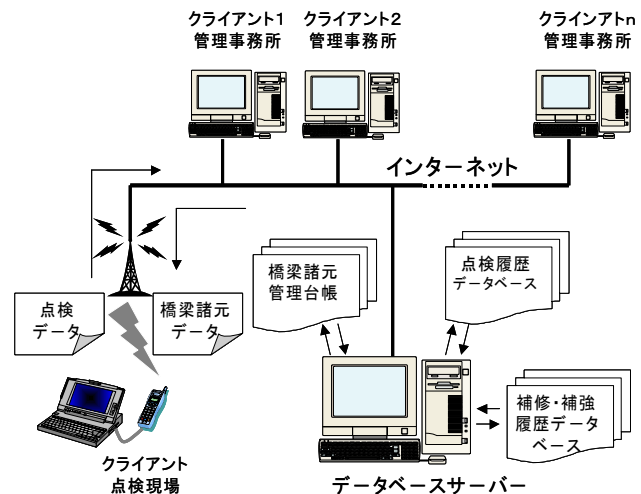


図-2 Web データベース

2. J-BMS におけるデータベースシステムの位置づけ

著者らが開発した橋梁維持管理支援システム (J-BMS) の全体像を図-1 に示す。J-BMS は、統合型のシステムで維持管理の流れに従い、「記録部」、「診断・評価部」、「判定・対策部」より構成されている。記録部では、橋梁諸元、目視点検や簡易試験結果などの点検履歴、補修・補強履歴がデータベースに格納されている。次に、診断・評価部では、橋梁諸元や点検データを入力することによって、劣化診断・評価を行っている。一方、現時点で既に損傷がある場合には、損傷要因推定機能で損傷要因を推定する。判定・対策部では、劣化予測を行い、経済性や品質を考慮した維持管理対策を立案したり、損傷要因に対する補修・補強工法を選定している。また、図-2 に示すようにデータベースはインターネットに接続されており、現場や各管理事務所からのデータ参照が可能である。

3. 橋梁維持管理における XML 活用の必要性

3.1 XML の特徴

XML とは、eXtensible Markup Language の略で、直訳すれば、拡張可能なマークアップ言語となり、インターネット上の文章やデータを記述・交換するために W3C(Word Wide Web Consortium)により標準化された規格である^{4),5)}。以下に XML の特徴を簡単に述べる。

<橋梁諸元>

<橋梁名>〇〇橋</橋梁名>

<管理事務所>〇〇土木事務所</管理事務所>

<橋長>20m</橋長>

:

:

</橋梁諸元>

図-3 XML による記述例

1) 独自のタグによりデータの意味付けが可能

独自に定義したタグによりデータに独自の意味を持たせることができるため、再利用や検索性に優れている。また、システムやアプリケーションとは独立してデータそのものに意味を持たせることができるため、システムの変更や拡張に対する柔軟性が高く、異なるアプリケーションでも使用が可能である。XML による記述例を図-3 に示す。

2) データを構造化することが可能

階層型のタグ構造定義により、データを構造化することができる。これによりデータ同士の関連を明確にできるため、システムで処理するのが容易になる。

3) XML はテキスト形式で記述

XML はテキスト形式で記述されている。データは、単なるテキストであるので、アプリケーションから独立しており、半永久的なデータの保管が可能である。これによりマルチプラットフォーム

表-1 各サブシステムの内容

サブシステム名	システムの内容
橋梁台帳システム	橋梁諸元や橋梁構造など点検や補修・補強時に必要とされるデータの格納，参照を目的とする。
点検履歴システム	初期，日常，定期，詳細，臨時，緊急点検時に記録したデータの格納，参照を目的とする
補修・補強履歴システム	補修・補強時のデータの格納，参照を目的とする。

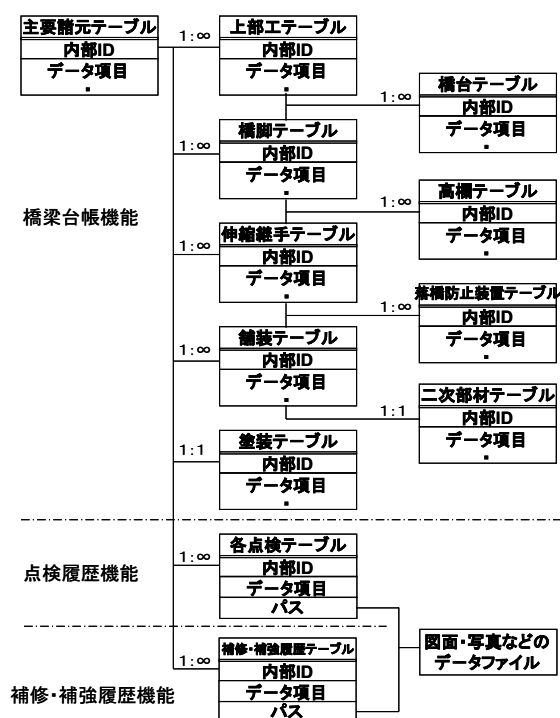


図-4 J-BMS データベースのテーブル構造

フォームでのデータ交換に適している。また、スタイルシートの適用によって同一 XML 文書でもその状況に応じた表示を行うことが可能である。

3.2 XML 活用の必要性

維持管理業務を効率化するには、知識や経験，点検データ，診断結果，対策データ等の維持管理業務に関する情報の共有とその有効な利用が不可欠であり，橋梁を管理する管理機関，点検・調査を行うコンサルタント，補修・補強工事を行う建設会社や補修会社などで，情報を共有化しておく必要がある。また将来的には，計画・設計，施工，維持管理に至るまでのライフサイクル全般に渡る情報を電子化し，ネットワークを介して関係する管理機関や企業間で共有化でき，その情報を再利用できることが必要である。

しかしながら，各組織は，それぞれ自分たちの組織に適したアプリケーションやシステムで情報を管理しているため，直接的に情報の交換を行うことはできない。また，一般に橋梁の寿命は数十年と非常に長く，この長い期間に渡り情報を活用することが必要である。この場合，XML で記述された情報は，特定のアプリケーションやシステムに依存しないため，異なったアプリケーション間の利用や長期間の活用が可能となる。

4. J-BMS データベースの再構築

4.1 J-BMS データベースの概要

本研究で再構築を行う J-BMS データベースは，上位機能として橋梁台帳システムが存在し，下位機能に点検履歴システムと補修・補強履歴システムが存在している。各サブシステムの内容を表-1 に示す。またテーブル構造は，図-4 のようになっている。なお本システムでは，XML 機能が備わったデータベースとして，SQL Server 2000 を用いており，構築言語は，XML，XSL(eXtensible Stylesheet Language)，JavaScript を用いている。ここで，XSL とは XML の文法で記述された XML 文章を表示，印刷するための言語であり，XSL ファイルごとに表示形式を変更することが可能である。JavaScript は，入力されたデータ項目を確認画面に表示したり，確認画面で表示されているデータから SQL 文を作成するために用いている。

4.2 J-BMS データの処理手順

データベースからのデータの取り出しを例に，図-5 に J-BMS データベースの処理手順を示す。
(1) まずはじめに，スクリプトを HTML ファイ

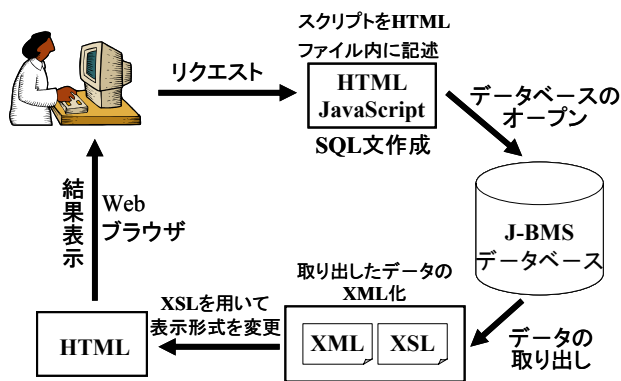


図-5 J-BMS データベースの処理手順

ル内に記述して、SQL文を作成し、データベースをオープンする。(2) データベースからデータを取り出し、取り出したデータのXML文章化を行う。(3) XML文書となったデータをXSLを用いてHTMLに変換し、ブラウザを介して表示する。

4.3 各システムの再構築

本データベースは、「橋梁台帳システム」、「点検履歴システム」、「補修・補強履歴システム」で構成されている。各システムの再構築において特に重点を置いたのは、作業効率の良いデータベースの開発とデータ設計である。データ設計では、既存のデータ項目を再度入念にチェックし、洩れている項目や不必要な項目の洗い出しを行った。

(1) 橋梁台帳システム

橋梁台帳システムは、橋梁諸元など、橋梁の基礎的なデータを管理し、それらのデータを点検時や補修・補強時に提供することを目的としている。

a) 記録単位

橋梁の構造は、必ずしも1橋梁について1構造とは限らない。本システムは、橋梁の維持管理のためのデータベースであるため、点検時、補修・補強時に必要とされる橋梁の各構造の最小単位でデータの管理を行っている。橋梁の各構造での最小単位は、構造により異なるが、本システムでは、上部工についてはスパン単位で、下部工については、橋台、橋脚単位でデータの管理を行っている。

b) データ項目

橋梁台帳システムのデータ項目は、阪神高速道路公団の「土木工事共通仕様書⁶⁾ (IV. 関係基準編)」、「山口県橋梁データベースコード表」、「コンクリート維持管理指針(案)⁷⁾」を参考にデータ項目を設定し、2年間の試用期間の後、関係者の打ち合わせで、再度データ項目の洗い出しを行った。データ項目を検討する際に重視した点を以下に示す。

- (1) 点検時に必要とされるか。
- (2) 補修・補強を計画する際に必要とされるか。
- (3) J-BMSの他の機能において必要とされるか。
- (4) 橋梁を管理していく上で必要とされるか。

c) コード化

本データベースは、管理対象が橋梁であるため、あらかじめ管理事務所や桁種別、道路区分など、データ項目の内容が決まっているものについては、コード化を行っている。コード化は、「山口県橋梁データベースコード表(山口県)」、「道路防災点検データベース(建設省道路局)」、「土木工事共通仕様書(阪神高速道路公団)」を参考に行っているが、同じデータ項目でも、各機関により内容が異なるものもある。本研究の目的は、データの共有化であり、コードが統一されていない場合には、橋梁を管理する機関ごとにコードの変換を行う必要がある。今後、全国的なコードの統一が必要である。

(2) 点検履歴システム

点検履歴システムは、点検で得られた情報を一元的に管理するシステムである。点検データの処理の流れを図-6に示す。従来の点検データの処理の流れは次のようになっていた。(1)点検者が橋梁の点検を行い、(2)点検者は報告書を作成し、(3)報告書をファイルの形で納品、(4)橋梁管理機関は、報告書の中から必要なデータ項目を手作業でデータベースに入力し、(5)報告書をPDF化してデータベースに載せていた。従来のシステムでは、紙の報告書から必要なデータを手作業でデータベースに入力していたため、誤入力や、データ入力の煩雑さなどの問題があり、使

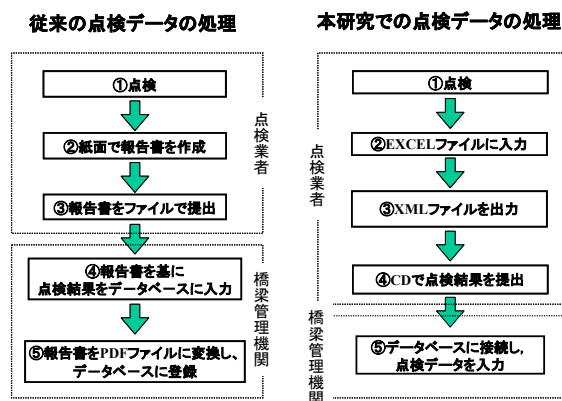


図-6 点検データの処理の流れ

図-7 EXCELによる点検データの入力

い勝手があり良くなかった。そこで、本システムでは、手順を次のように変更した。(1)点検者が橋梁点検を行い、(2)点検結果をあらかじめフォーマットが決まっている EXCEL ファイルに入力し、(3)XML ファイルとして自動的に出力し、(4)CD-ROM の形で納品、(5)橋梁管理者は、データベースに接続し、XML ファイルおよび画像ファイルをアップロードする。このように手順を変更したことにより、作業の大幅な効率化が図れ、データベースへの誤入力の問題も解決した。EXCEL によるデータ入力画面を図-7に示す。EXCEL では、データを XML スプレッドシートとして出力することが可能である。

(3) 補修・補強履歴システム

補修を行うことで橋梁の状態は、部分的に良くなり、補強を行うことで橋梁の構造は変化する。このような状態の変化や構造の変化を的確に把握するためには、いつ、どのような補修・補強が行われたかを記録しておく必要がある。補修・補強履歴システムは、補修や補強を行った際の基礎データの蓄積を行う。表-2にデータベースに保存するデータ項目を示す。このデータについても補修・補強を行った業者が EXCEL にファイルにデータを入力し、XML ファイルに変換されたものを画像ファイルとともに納品する。橋梁管理者は、データベースに接続し、XML ファイルおよび画像ファイルをアップロードする。

表-2 補修・補強履歴項目

番号	項目名称
1	事業年度（西暦）
2	部材区分（部材区分コード参照）
3	材料
4	費用（千円）
5	工事開始時期（西暦、年、月）
6	工事終了時期（西暦、年、月）
7	設計業者名
8	工事業業者名
9	画像ファイル(.pdf)
10	工法
11	面積 or 体積 or 重量
12	面積(m ²) or 体積(m ³) or 重量(kg)
13	備考

4.4 画面表示によるシステムの流れ

本システムの実行例として、検索画面とその表示結果を示す。図-8は、検索画面であり検索条件を入力することによって、条件に合致した橋梁がリストアップされている。さらに「台帳」ボタンをクリックすると、その橋梁に関する詳細なデータが図-9のように画面に出力される。

5. まとめ

本研究は、情報処理の分野で活用が大きく進んでいる XML(eXtensible Markup Language)を用いて J-BMS データベースの改良を試みたものである。著者らが従来構築した J-BMS データベースには、橋梁諸元、点検履歴、補修・補強履歴等の維持管理用データが保存されているが、データ項目の洗い出しが不十分であり、使い勝

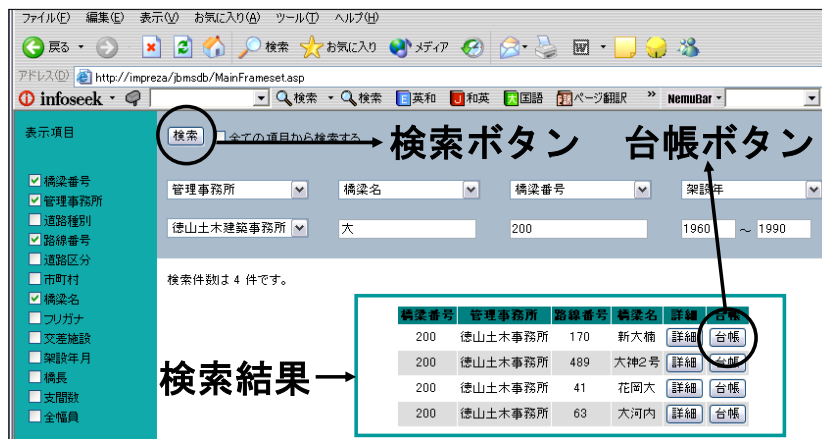


図-8 検索画面と検索結果

橋梁名: 新大楠 管理事務所: 徳山土木事務所

管轄・諸元 上部工(橋台) 下部工(橋脚) 高欄 伸縮継手 落橋防止システム 舗装 二次部材 塗装 → 表示する項目

管轄・諸元データ

橋梁番号	200	施設読み方	
施設漢字名称	新大楠	路線番号	170
管理事務所	徳山土木事務所	所在地(他)	
道路種別	一般県道	市町村名	徳山市
所在地(自)		距離(自): 平面距離	
道路区分(自)	旧道	距離(他): 平面距離	
距離(自): 標高		東経	度 分 秒
距離(他): 標高		文差施設区分2	該当なし
北緯	度 分 秒	文差施設名称2	
文差施設区分1	該当なし	文差施設名称3	不明
文差施設名称1		文差施設名称3	
架設年月	1977年 3月	支間数	1
橋長	6.3	最大支間長	5.7
歩道幅員(上り側)		歩道幅員(下り側)	
全幅員	12	有効幅員	
車道幅		車線数	
橋格	1級	設計荷重	20
設計速度		設計震度: Ko	
設計震度: Kh		費用(下部構造)	
費用(上部構造)		費用(基礎構造)	
設計業者(上部構造)		施工終了年月(上部構造)	
施工業者(下部構造)		施工終了年月(下部構造)	年月
施工開始年月(上部構造)	年月	迂回路	
		路線名	

図-9 橋梁諸元データの表示

手も良くなかった。新たに構築された J-BMS データベースはプロトタイプではあるが、XML で記述されており、特定のアプリケーションやシステムに依存しないため、データの共有化が可能である。さらに、点検データや補修・補強データは、汎用的な表計算ソフト (EXCEL) からの入力が可能であり、このファイルを XML ファイルへと変換することにより、データベースへの効率的なデータ入力が可能となった。今後は、データ共有のため、データ項目等の全国的な基準化が必要である。

参考文献

- 1) 宮本文穂, 河村 圭, 中村秀明: Bridge Management System(BMS)を利用した既設橋

- 2) 中村秀明, 河村 圭, 宮本文穂: Bridge Management System(BMS)のコンクリート橋への適用, コンクリート工学年次論文報告集, 第 21 巻第 3 号, pp.1117-1122, 1999.7
- 3) 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
- 4) 高橋麻奈: 図解でわかる XML のすべて, 日本実業出版社, 2000.11
- 5) 益倉克哉, 田中成典他: 建設業界のための XML, 工学社, 2002.10
- 6) 土木工事共通仕様書, 阪神高速道路管理技術センター, 2002.9
- 7) 土木学会: コンクリート維持管理指針(案), 1995.10