

## I-9 山口県橋梁長寿命化のための戦略的データベースの開発

## Development of a strategic data management system for J-BMS of Yamaguchi Prefecture

宮本文穂<sup>1</sup>・一木秋浩<sup>2</sup>・伊藤大恭<sup>3</sup>・長岡克典<sup>4</sup>

Ayaho MIYAMOTO, Akihiro ICHIKI, Daisuke ITO and Katsunori NAGAOKA

**抄録**：山口県では、約 3,400 橋の既存橋梁の長寿命化のための計画的維持管理を、定期点検データや詳細調査データを用いて実施してきている。既存橋梁に対する効果的な維持管理を通じた長寿命化に必要な大量のデータの蓄積および活用は、今後益々重要性を増すと考える。山口県では、これまで橋梁長寿命化に必要な大量のデータを紙台帳で保管してきており、効率的なデータ利用環境が不十分な状態だった。そこで著者らは、各種データを単に電子化するだけでなく、今後の長期にわたる計画的維持管理を実行するために、長寿命化実践プロセスに基づいた戦略的データベースシステム(J-BMS DB)と、橋梁点検結果入力補助システムを開発した。本論文では、J-BMS DB を構成する「橋梁諸元データベース」「通常点検データベース」および「補修・補強履歴データベース」の役割とその機能について述べる。

**Abstract** : In order to implement systematic bridge management, we need to handle a large amount of data related to the inventory data, regular inspection data, etc for existing bridges. This paper describes not only a practical data management system for bridge maintenance strategies with an inspection data input support system but also the recently adapted Yamaguchi Prefecture's basic policy for systematic bridge management activities. Yamaguchi Prefecture has already converted accumulated bridge-related paper documents into electronic data and created a practical database system on about 3,400 bridges based on the implementation process and a bridge inspection data input support system. Then it is important to create an application system capable of accumulating and utilizing data. In this paper introduces the configuration and functions of the systems. The major results from this study can be summarized as follows: (1) A database for managing bridge-related data and routine inspection results has been developed. With its search function, this database system can quickly perform data search, which is a time-consuming task if paper forms are used. In addition, the ability of the system to manage routine inspection result and inspection history data makes possible the management of time series data, which is another task that is difficult to perform if paper forms are used. As the next step, it is necessary to make data items conform to the basic policy. (2) A data input support system has been developed to assist prefectural personnel in entering inspection results into the database in a reliable manner. Because the user can enter data while viewing corresponding photographs, the damage levels entered into the database can be checked. Consequently, the variability of inspection results and simple mistakes in recording inspection results can be reduced. In addition, inspection results data can be entered into the database by a relatively simple procedure.

**キーワード**：橋梁点検，データベースシステム，J-BMS，長寿命化，維持管理，意志決定

**Keywords** : inspection, data base system, data management, bridge management system (BMS), decision support system, long life

## 1. はじめに

山口県では、高度経済成長期以来整備を進めてきた橋梁など社会基盤構造物の長寿命化ストックマネジメントが必要となってきた。そのため、橋梁基本台帳、点検結果、補修・補強履歴等のデータを戦略的に蓄積して利用できるデータベースシステム(DB)の開発が必要となる。しかし、長年橋梁台帳等を紙資料として保存してきたなど、データ利用環境が不十分な状況にあった。そのため、計画的な維持管理の実践を目的とし、橋梁維持管理業務に

関する種々の検討を行うため、平成 17(2005)年度より、山口県橋梁維持管理基本計画策定計画ワーキンググループ(WG)を発足させた。その WG の中で「橋梁データの整備方針(案)」や「橋梁通常点検マニュアル(案)」(以下、通常点検マニュアル(案)で山口県技術職員が行う定期点検を「通常点検」とする)が提案され<sup>1)2)</sup>、橋梁データ利用環境の整備が進められた。また、アメリカなどでの落橋事故発生<sup>3)</sup>により、定期点検の重要性が関心を集め、点検データ整備の必要性が山口県技術職員にも認知された。その中で、通常点検は H18(2006)年度より試験的に

1. :フェロー会員 工博 山口大学大学院教授 理工学研究科環境共生系専攻  
(〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16-1, Tel :08-3685-9530, E-mail : miya818@yamaguchi-u.ac.jp)  
2. :学生会員 工学士 山口大学大学院 理工学研究科環境共生系専攻 (〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16-1)  
3. :学生会員 工学士 山口大学大学院 理工学研究科環境共生系専攻 (〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16-1)  
4. :非会員 工学士 山口県土木建築部主査 砂防課 砂防保全班 (〒755-8501 山口県山口市滝町1-1)

実施されており、5年間で山口県が管理する全橋梁の損傷状態の把握を行うことになった。平成20(2008)年度までに、橋梁を管理している14の土木(建築)事務所の内、4つの事務所にて点検が実施された。上記の背景によりJ-BMS DBの開発が進められ<sup>4)</sup>、平成19(2007)年度には「橋梁データの整備方針(案)<sup>5)</sup>」に基づいた橋梁台帳のデータを蓄積する「橋梁諸元データベースシステム(以下、諸元DB)」, 通常点検データを蓄積する「通常点検データベースシステム(以下、通常点検DB)」, 橋梁維持管理に必要と思われる、補修・補強工事データを蓄積する「補修・補強履歴データベースシステム(以下、補修・補強履歴DB)」を実装する「J-BMS DB'08」が開発された<sup>6), 7), 8)</sup>。しかし、J-BMS DB'08は、ユーザからのデータ入力が行えない等の問題点が残されており、不完全なデータベースシステムであった。また、平成20(2008)年度には、山口県の橋梁維持管理の更なる向上を目指し、維持管理に必要なデータ項目の見直しが行われた。これら問題を解決するため、J-BMS DB'09(完成版)の開発を行った<sup>9)</sup>。

## 2. 橋梁維持管理データベース(J-BMS DB)の役割

J-BMS(Japanese Bridge Management System)は、橋梁の戦略的維持管理による長寿命化を目的として開発されたソフトウェア群の総称であり、主に2つのソフトウェアと、1つのデータベースシステムから構成される。大まかな利用フローを図-1に示す。図-1は、①J-BMS DBから主桁スパン長や床版厚といった諸元データと、交通量などの点検データが抽出される。②抽出されたデータから対象橋梁の性能評価や、損傷度の診断を行う。③診断結果から劣化曲線を利用して、橋梁の劣化予測を行う。④劣化予測結果から、対策の費用やその効果を検証する。⑤検証結果から、最適な工法、時期及び、コストを提案する。という利用の流れを示している。この中でJ-BMS DBは、性能評価システムなどへの入力データの提供だけでなく、そこから出力されたデータの蓄積を行い、各ソフトウェアの診断結果を将来的に検証可能な状態とする戦略的役割も担っている。本章では、J-BMSを構成する各ソフトウェアの概要について説明した後、J-BMS DBがどのような役割を担っているかについて述べる。

### 2.1 性能評価システムにおける役割

性能評価システムは、橋梁関連データを入力することにより、主桁耐荷性評価や、床版耐久性評価などを算出し、劣化予測を行うソフトウェアである<sup>10)</sup>。その際に必要となる知識更新(学習)には、バックプロパゲーションによるニューラルネットを用いており、熟練した点検者の各評価結果を教師データとして学習を行っている。評価結果は次節で説明するメンテナンスプラン最適化機能に利用される。評価方法として下位の評価結果を上位に伝達していくというツリー型(階層)構造<sup>11), 12)</sup>となっている。そのため、上

位の評価を算出するまでに使用される入力データは膨大となる。評価結果画面の例を図-2および図-3に示す。J-BMS DBはこれらのデータを容易に抽出でき、入力の手間やミスを最小限に留める事ができる。また、メンテナンスプラン最適化機能で利用される評価結果データを蓄積する役割も担っている。現在、性能評価システムはRC橋梁のみを対象として構築されているが、将来的にPC橋や鋼橋への適用も視野に入れたデータ項目がJ-BMS DB内に格納されている。

### 2.2 メンテナンスプラン最適化機能における役割

メンテナンスプラン最適化機能は、性能評価システムによって算出された各種データを参照して、最適な維持管理計画の策定を支援するソフトウェアである。計画策定は、寿命最大化、年次更新費用平滑化、RLCC最小化を考慮して対策実施要否の有無や、タイミングの決定支援を行う<sup>13)</sup>。J-BMS DBは、計画策定に必要な橋梁諸元データや、通常点検データの提供を行う。また、策定された計画内容の比較および検証を行うことを目的としてJ-BMS DB内へのデータのフィードバックを行う。メンテナンスプラン最適化機能からの出力画面の例を図-4に示す。

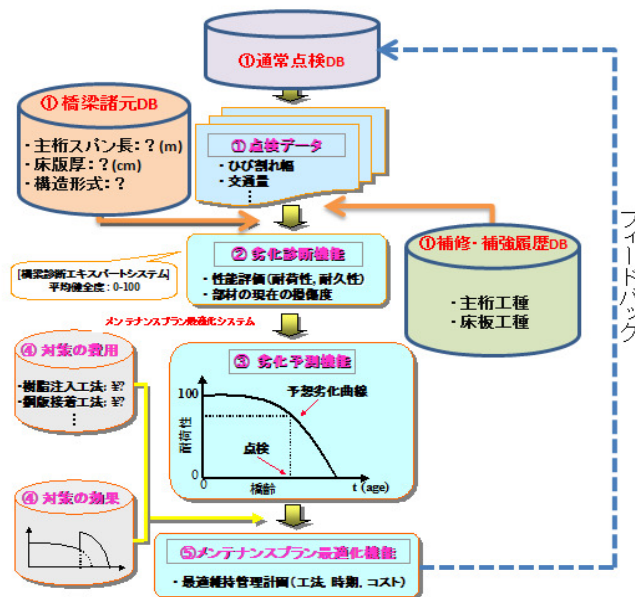


図-1 J-BMS 利用フロー図

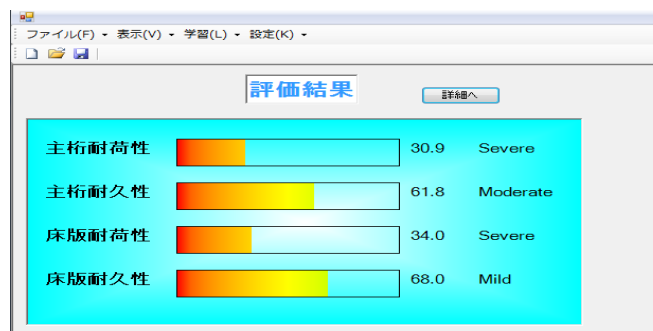


図-2 性能評価システムからの評価結果画面の例



図-3 性能評価システムからの評価結果詳細表示例

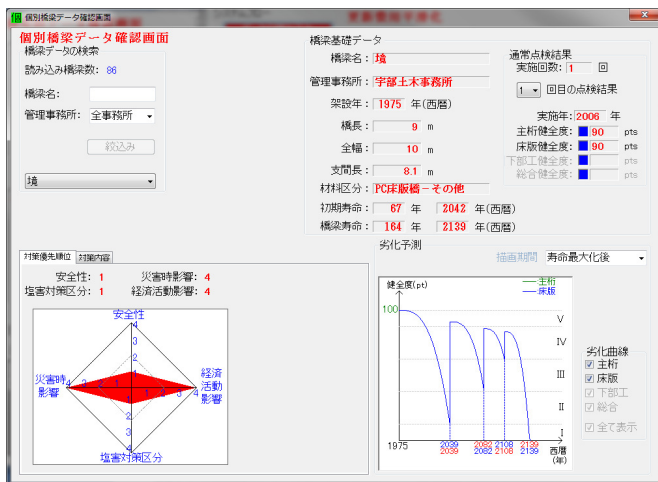


図-4 メインテナンスプラン最適化機能出力画面例

### 3. 橋梁維持管理データベース(J-BMS DB)の概要

#### 3.1 J-BMS DB'09の構成

J-BMS DB'09は、既存橋梁に関するデータの蓄積、検索、出力を容易かつ効率的に行うことが可能なシステムである。ここで、図-5には、J-BMS DB'09の構成と各機能への流れを示す。図-5に示されるように、J-BMS DB'09は、ユーザ認証のための「ログイン画面」、およびユーザサポート機能へアクセスするための「メニュー画面」、さらに、3つの「DB群(橋梁諸元データベース、通常点検データベース、補修・補強履歴データベース)」とそれに付随する「各種機能」から構成されている。J-BMS DB'09において構築された各DBの概要は、以下の通りである。

#### (1) 橋梁諸元データベース

橋梁に関する基本的なデータを、格納また検索することが可能なデータベースである。さらに、保有データの削除機能や、橋梁台帳の出力機能を備える。DB運用・利用のフローを図-6に示す。

#### (2) 通常点検データベース

平成17年度に作成された「山口県橋梁通常点検マニュアル(案)」<sup>2)</sup>にて実施される点検結果を、格納または、検索することが可能なデータベースである。さらに、通常点検データ入力補助システムを用いることにより、J-BMS DB'09への通常点検結果の入力を容易に行うことができる。

#### (3) 補修・補強履歴データベース

橋梁の補修、補強工事の履歴やその結果や、それに即して行われる詳細調査の結果を格納または、検索可能なデータベースである。

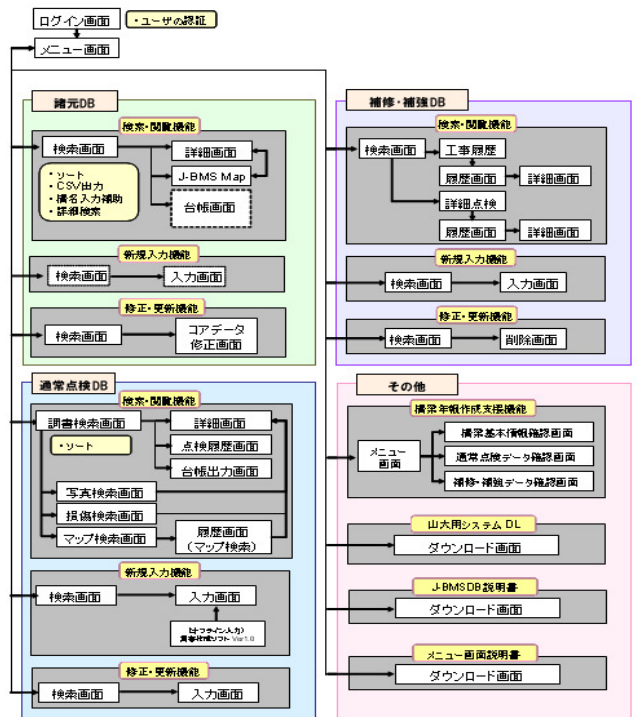


図-5 J-BMS DB'09全体構成図

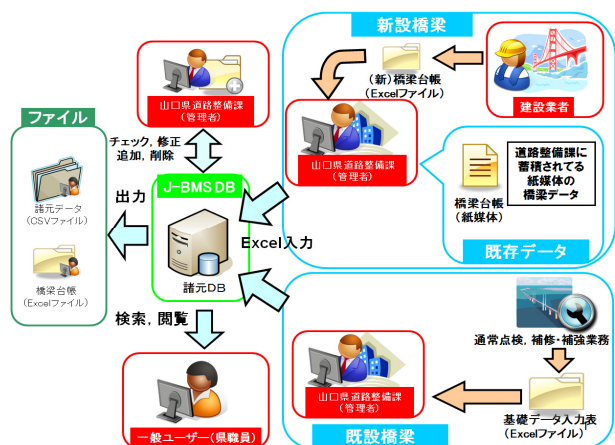


図-6 J-BMS DB'09の機能構成図とその利用

### 3.2 本格運用に向けて

J-BMS DB は、山口県と山口大学との官学共同研究(平成 11 年度から平成 14 年度:社会基盤構造物の総合的維持管理システムの開発,平成 15 年度から平成 17 年度:データベースを利用した橋梁ネットワークの維持管理計画策定システムの開発)成果の一部であり,平成 16 年度より山口県庁において試験運用中である。J-BMS DB は,山口県庁と地域土木事務所間での円滑なデータ流通を目的としており,運用形態としてはインターネットを介したクライアント・サーバシステムとして構築・運用されている。山口県庁本部に設置された J-BMS DB'09 サーバは,Web サーバと DB サーバから構成されている。ユーザは,個々の PC もしくはノート PC より,Web サーバへアクセスし,J-BMS DB'09 の各種機能(データの検索や入力など)を利用する。すなわち,Web サーバは,J-BMS DB'09 利用の窓口として機能する。DB サーバは,「3.1 J-BMS DB'09 の構成」で示した 3 種類のデータベースを持ち,Web サーバからの命令に従ってデータの入出力を行う。各地域土木事務所のユーザはインターネット経由でデータの登録および参照を行うほか,本部内のユーザは直接に内部ネットワーク経由でデータの登録および参照などが可能である。この試験運用により,新たな要望や不具合を見出し,その情報をフィードバックした改良を施すことにより,実用に耐えうる,より有用なシステムへのバージョンアップを繰り返している。

### 3.3 ログイン画面

J-BMS DB'09 は,Web 上からの利用を想定したデータベースである。ゆえに,セキュリティの問題を考慮する必要がある。そこで,図-7 に示すログイン画面を用いて利用可能なユーザの制限を行った。

## 4. 橋梁諸元データベース

橋長や,架設年といった既存橋梁の諸元データは,主に紙ベースや Excel ファイルで保管されてきた。このデータ量は膨大であり,目的に応じて必要とするデータを素早く抽出することが困難であった。そこで,これらデータを一元管理し,目的に応じて利用できる橋梁諸元 DB を開発した。橋梁諸元 DB は,諸元データを検索・閲覧する「諸元データ検索機能」と新規架設橋梁や,規格に変更が発生したときに利用する「諸元データ入力機能」,データに誤りがあった場合や,架け替えなどにより不要となった諸元データを削除する「諸元データ削除機能」,DB 内のデータを Excel へ出力する「諸元データ出力機能」を有している<sup>14)</sup>。

### 4.1 データ項目

本 DB の開発は,従来から利用された橋梁台帳を,パソコン画面上に電子橋梁台帳として作成することを目的とし,橋梁諸元に関する 285 項目が実務者との検討により選択された。285 項目の一例として,表-1 に主要諸元項目に分

類される 76 項目を示す。

### 4.2 橋梁台帳データ入出力機能

既存の諸元 DB には入力機能が存在せず,諸元データを入力するためにはサーバから直接入力する必要があった。これでは手間がかかる上にセキュリティ上の問題も存在したため,Web 上から直接入力するための機能を開発した。諸元データの入力には,紙台帳からの手入力を想定した「諸元データ入力機能」と Excel からの直接入力を想定した「諸元データインポート機能」の 2 つの機能が利用できる。それぞれの画面例を図-8 および,図-10 に示す。また,「諸元データ出力機能」を利用することで,諸元 DB 内に格納されたデータを Excel ファイルとして利用することが出来る。出力される橋梁台帳の例を図-11 に示す。

### 4.3 諸元データ削除機能

橋梁諸元 DB は,入力ミスや架け替えなどによって必要ではなくなったデータを削除するために「諸元データ削除機能」を有している。利用頻度の高い機能とは言えないが,Web 上からの削除を可能とするために開発した。図-9 にその画面例を示す。

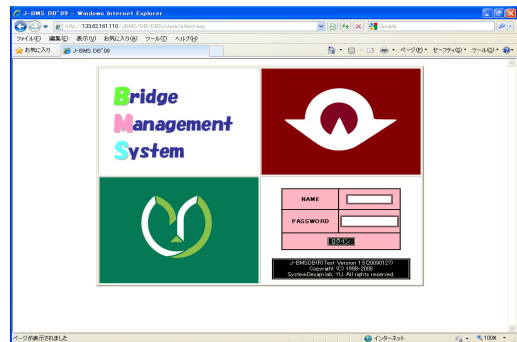


図-7 ログイン画面

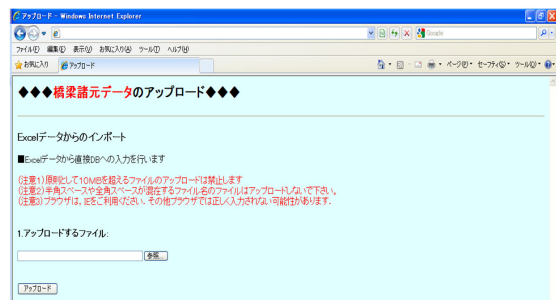


図-8 諸元データインポート機能画面

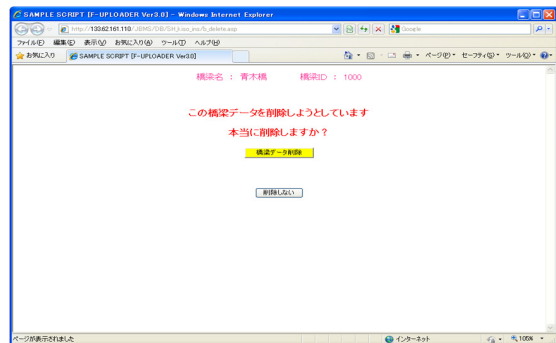


図-9 橋梁諸元データ削除画面例

KisoData - Windows Internet Explorer

基礎データ入力フォーム

橋梁名: 〇〇〇 橋梁ID: 1000

入力を行いたいデータの項目を選択し、下部に表示されるフォームに入力してください。

基礎データ 現地橋層板などより確認 現地状況より確認 塗装 諸元(径間毎) 諸元(橋梁毎) データベースに入力

### 1. 基礎データ

1 記入者	2 記入年月日(西暦)		年	月	日				
3 管理事務所等	4 所在地(※1)								
座標	5 緯度	132 度 24 分 13 秒	6 経度	33 度 55 分 47 秒					
7 フリガナ	9 路線種別	補助国道	10 路線名	437号					
8 橋梁名	11 架設年月日(西暦)	1977 年	月	12 主要工作物NO(※2)					
13 路線コード	14 図面コード		15 橋梁番号						
16 橋長(m)	6.2	17 径間数		18 橋面積(m <sup>2</sup> )	10090				
幅員構成(m)	20 歩道	21 路肩	22 車道	23 中央帯	24 車道	25 路肩	26 車道	27 全幅員	28 有効幅員
29 海岸線区分	〇 50m以内		〇 51m~200m		〇 201m~1km		〇 1km超		
30 緊急輸送路	〇 第1次緊急輸送路		〇 第2次緊急輸送路		〇 第3次緊急輸送路		〇 該当なし		

図-10 橋梁諸元台帳手入力画面例

橋梁台帳										登録者 〇〇〇 登録日 2009.9.17 架設年月 2009.5 (〇〇) 土木建築事務所									
橋名: 〇〇橋										種別(重要): SMA400B (173.5) SMA400AW (35.1) SM400A (2.3) 其他 (5.5) 橋体合計 216.4									
橋種: 単1径間連続梁橋										支 承: 5.6 伸縮装置: 6.7 高 橋: 16.8 その他: 15.1									
橋長(支間割)(m): 128.0m(25.0+34.0+34.0+34.0)										床版コンクリート: コンクリート(m <sup>3</sup> ): 394.1 鉄筋(t):									
幅員構成(m): 歩道+路肩+車道+中央帯+車道+路肩+歩道=全幅員										鋼 材: P C 鋼 材 鉄 筋 (t) 構 造 鋼 (t)									
断面: A1 2.5' 3.2' 4.1' 4.1' A2 2.5' 3.2' 4.1' 4.1'										コンクリート(m <sup>3</sup> ): 鉄 筋 (t)									
交差条件: 交差物件名: 〇〇川 交差物件幅: 4.0 交差区分: 2級河川 管 理 者: 山口県 (150/s)										鋼 材: 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系									
工期: 上部工: 2008年5月~2009年5月 床版打設時期: 2009年3月										鋼 材: 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系									
下部工: 2007年9月~2008年3月										鋼 材: 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系									
設計示方書: 道路橋示方書(同解説)(H14.3)										鋼 材: 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系									
重要度: E種										鋼 材: 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系									
橋 種: 鋼 筋 混 凝 土 橋										鋼 材: 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系									
床版コンクリート: 種別: 鋼 筋 混 凝 土 橋										鋼 材: 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系									
床版鉄筋: 主筋規格: D19 配筋率: 2.5%										鋼 材: 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系									
P C 鋼 筋: 鋼 筋 混 凝 土 橋										鋼 材: 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系									
P C 桁: 鋼 筋 混 凝 土 橋										鋼 材: 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系									
支間番号: 主桁間隔(0) 床版厚(0) 鋼桁間隔(0) 橋桁間隔(0)										鋼 材: 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系									
現場維持手: リベット SV34 ( ) 本 SV4A ( ) 本										鋼 材: 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系									
海岸線区分: 100mを超えて200mまで										鋼 材: 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系									
付 承: 固定 可動 分散 反力分散										鋼 材: 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系									
伸縮装置: 鋼 筋 混 凝 土 橋										鋼 材: 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系									
落橋防止装置: 1. アンカーボルト 2. 桁下下部構造										鋼 材: 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系									
鋼 筋 混 凝 土 橋										鋼 材: 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系 鋼 材 系									

図-11 出力された橋梁諸元台帳の例

表-1 橋梁諸元データ項目表

項	項目名称	項	項目名称
1	橋梁ID	37	施工開始年(上部構造)
2	橋梁番号	38	施工開始月(上部構造)
3	管理事務所等	39	施工開始年(下部構造)
4	路線名	40	施工開始月(下部構造)
5	路線種別	41	施工終了年(上部構造)
6	道路規格(幹線)	42	施工終了月(上部構造)
7	道路規格(種)	43	施工終了年(下部構造)
8	道路規格(級)	44	施工終了月(下部構造)
9	路線コード	45	バス路線
10	所在地	46	迂回路
11	市町村名	47	DID地区
12	橋名	48	小型車(台/12h)
13	フリガナ	49	大型車(台/12h)
14	X座標(度)	50	大型車対応路線(25t)
	X座標(分)	51	海岸線区分
	X座標(秒)	52	緊急輸送路
15	Y座標(度)	53	支間割
	Y座標(分)	54	重要度
	Y座標(秒)	55	塩害対策区分
16	架設年	56	塩害対策
17	架設月	57	近接可能性
18	橋長	58	橋面積
19	径間数	59	H17センサスNo.
20	車線数	60	架設計画の有無
21	橋格	61	通行制限
22	設計荷重	62	踏掛板(起点側)
23	設計震度(橋軸方向)	63	踏掛板(終点側)
24	設計震度(鉛直方向)	64	橋体重量(t)
25	測量試験費(調査費)	65	設計示方書
26	測量試験費(予備設計費)	66	上部工適用示方書
27	測量試験費(詳細設計費)	67	下部工適用示方書
28	測量試験費(その他)	68	特記事項
29	工事費(その他(護岸・仮設等))	69	主要工作物No.
30	上部工工事費	70	BOX
31	下部工工事費	71	伸縮装置(車道)数(箇所)
32	基礎工工事費	72	伸縮装置(車道)種類
33	上部工設計業者名	73	防護柵(車道)高さ
34	下部工設計業者名	74	防護柵(車道)材質
35	上部工施工業者名	75	防護柵(歩道)高さ
36	下部工施工業者名	76	防護柵(歩道)材質

5. 通常点検データベース

山口県では、平成 16 年度に試行された簡易点検の結果を基にして、平成 17 年度に新たに通常点検が提案された。これに伴い、山口大学では、今後増え続ける点検データを効率的に管理するという戦略のもとに、通常点検結果を J-BMS DB に蓄積また閲覧を可能とする通常点検 DB の開発を行ってきた<sup>15)</sup>。本章では、通常点検について解説した後に、通常点検 DB へ保存されるデータ項目および DB が有する機能について解説する。

5.1 通常点検とは

平成 17 年度に、山口県道路整備課によって「橋梁通常点検マニュアル(案)」<sup>2)</sup>が提案され、平成 18 年度には、宇部土木建築事務所管轄内の既存橋梁に対して本マニュアルに基づいた通常点検が実施された。ここで、通常点検とは、山口県が管理する 2.0m 以上の橋梁を対象とし、山口県職員が損傷状態の把握を目的とした目視点検である。また、点検者は県庁技術職員を想定しているため、点検には、点検車、船などは用いず、簡易な足場で接近可能な箇所は近接目視を行い、それ以外の箇所については遠望目視を行うものである。表-2 に主な点検項目を示す。点検項目は、上部工と下部工あわせて 32 項目あり、損傷判定は表-3 に示すように「損傷なし」、「損傷が発生している」、「損傷が著しい」の 3 段階で判定を行い、損傷ごとに写真を撮影する。また、各点検項目に対し損傷判定を行った後に、表-4 に示すように部材区分もしくは損傷種類ごとに 3 段階で対策区分の判定を行い、さらに所見を記入

する。

5.2 データ項目

本 DB には、9 項目の点検諸元データ、32 項目の損傷区分データ、7 項目の対策区分データ、6 項目の所見データおよび損傷写真と図面画像が保存される。

表-2 部材区分および損傷区分

点検項目		損傷 No.	対策区分 No.	所見							
上部工	鋼	腐食、塗装劣化	1	1							
	コンクリート	亀裂、破断、変形など			2						
ボルトの脱落、腐食、ゆるみ		3									
下部工	主桁	腐食、塗装劣化			2	2					
		亀裂、破断、変形など					4				
	横桁	ボルトの脱落、腐食、ゆるみ					5				
		腐食、塗装劣化					6				
	舗装	ひびわれ					3	3			
		剥離・鉄筋露出							7		
		遊離石灰、漏水							8		
		異常振動、たわみ	9								
		欠損	10								
		伸縮装置	剥離・鉄筋露出	4					4		
抜け落ち			11								
地覆高欄		鋼板接着部の損傷	5		5						
		床版のひびわれ				12					
排水装置		床版のひびわれ				6				6	
	遊離石灰、漏水など	13									
橋台橋脚	ひびわれ	7					7				
	ボットホール							14			
落橋防止装置	段差、変形、破損など							8			8
	欠損など										
基礎	腐食、変形など			9					9		
	腐食、変形など										
支承	腐食、亀裂、破断、変形など		10		10						
	ボルトの脱落、腐食、ゆるみ										
その他	沓座モルタルの欠損など					11				11	
	添加物										
その他	その他	12					12				
	その他										

表-3 損傷ランク

データ項目内容	データ項目内容
a	損傷なし
b	損傷が発生
c	損傷が発生著しい
d	未確認
e	該当なし

表-4 対策区分と内容

データ項目内容	データ項目内容
A	損傷が認められないか、損傷が軽微で補修を行う必要がない。
B	状況に応じて補修を行う必要がある。
C	速やかに補修等を行う必要がある。
D	未確認
E	該当なし



図-12 通常点検調査検索画面例

### 5.3 検索・閲覧機能

本機能は、キーワード(検索条件)から目的とする通常点検データを絞り込み、対象とする通常点検データを表示するものである。図-12には、「通常点検調書検索画面」の例を示す。

#### (1) 通常点検検索画面

通常点検調書検索画面では、図-12に示された「①検索条件設定部」にて絞り込み検索を行う内容に関する情報を入力する。入力後に画面上部の「検索」ボタンをクリックすると、検索条件に合致する通常点検データが図-12の「②検索結果出力部」に示すように表示される。ここで、検索結果に表示される「通常点検詳細」をクリックすると「通常点検詳細画面」へ移行し、「点検履歴」をクリックすると「通常点検履歴画面」へ移行する。

#### (2) 通常点検詳細画面

図-13に通常点検詳細画面を示す。この画面は、「上部工(桁)」、「その他」、「写真台帳」、「写真一覧」、「図面」のページに分割されており、それぞれ詳細なデータを表示することができる。

#### (3) 通常点検履歴画面

通常点検は、定期的コストを抑えた点検を実施し、橋梁の現状把握を行うものである。点検結果は、通常点検が実施されるたびに追加されるため、点検履歴の管理は重要である。

### 5.4 新規入力機能

本機能は、通常点検データ入力補助システムである「点検調書作成ソフト」により電子化された通常点検結果を通常点検DBへと保存するものである。

#### (1) 点検調書作成ソフトとは

点検調書作成ソフトとは、通常点検結果の電子化作業の効率化を目的として開発された。通常点検業務は、大別して「通常点検の実施」、「点検結果の整理(電子化)」、「電子データの利用」からなる。本システムは、「点検結果の整理(電子化)」において点検調書(電子データ)の作成、および通常点検データの「データベースへの登録」を補助するシステムである。本システムを用いることで、一度の入力作業により、点検調書(Excelファイル)の作成、および通常点検DBへのデータ入力ファイル(XMLファイル)が作成される。

#### (2) 通常点検データ入力

点検データのアップロードは、点検調書作成ソフトで作成されたXMLファイルと点検画像を通常点検DBへ登録する。入力機能を用いることで、通常点検データの入力作業を簡易化し、クリック操作のみでデータの入力が可能となる。図-14にデータアップロード確認画面の例を示す。

### 5.5 修正・更新機能

本機能は、通常点検DBに登録されている通常点検データに不備がある場合、再度入力するには労力がかかる理由から開発された。本機能は、データ修正が必要な橋

梁を検索し、データ修正を行う機能である。修正が可能なデータは、「点検諸元データ」、「損傷区分」、「対策区分」、「所見」、「損傷写真」、「図面画像」で、それぞれテキストボックスやラジオボタンなどで修正が可能である。図-15に通常点検データ修正画面、図-16に損傷写真修正画面の例をそれぞれ示す。



図-13 通常点検詳細表示画面例

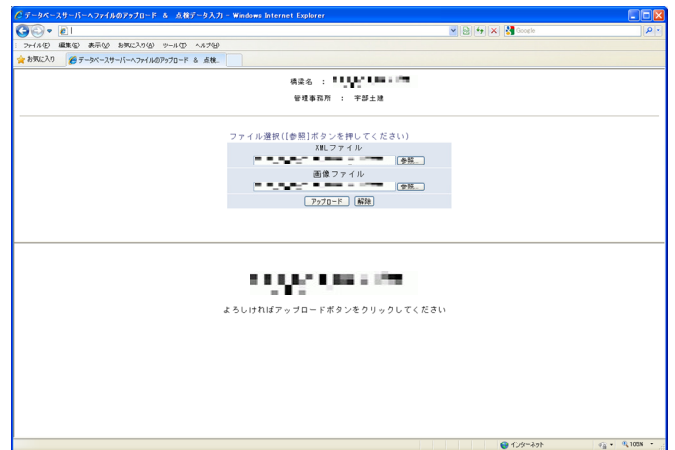


図-14 通常点検データアップロード確認画面例

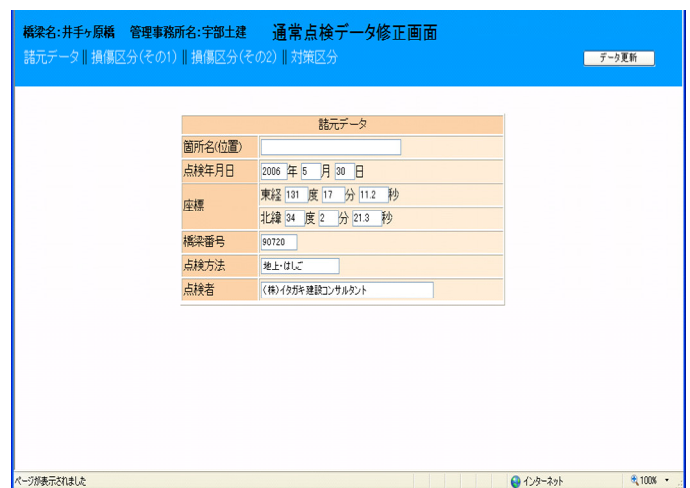


図-15 通常点検データ修正画面例

## 5.6 出力機能

本機能は、通常点検 DB に登録されている通常点検データが記載された点検調書(Excel ファイル)を出力する機能である。また、ダウンロードした点検調書の利用により、

点検データ(橋梁諸元データのみ)を「点検調書作成ソフト」に入力する作業を効率化することが可能である。図-17 に出力される点検調書、図-18 に点検調書作成ソフトに点検調書を読み込んだ画像の例をそれぞれ示す。



図-16 損傷写真修正画面例

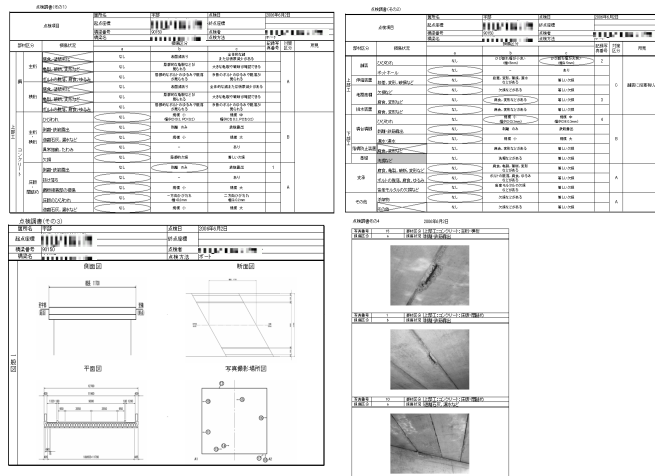


図-17 点検調書例

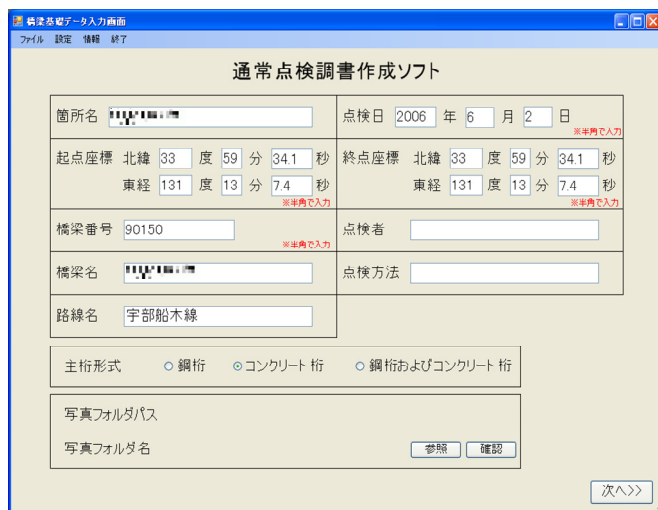


図-18 点検調書作成ソフトの使用例

## 6. 補修・補強履歴データベース

既存橋梁の補修・補強の際には、橋梁の状態をよりよく知り、適用工法などの決定を行うために反撥硬度測定やはつり試験といった詳細調査を行う。これらデータと、補修・補強工事施工結果データの蓄積は橋梁劣化予測や、劣化要因の特定、補修補強工事の効果確認などに利用出来る貴重なデータとなる。また現状では、前述した通常点検データや、諸元データと比較して利用頻度が高いデータとは言えないが将来、より正確な橋梁診断結果に基いた補修補強計画立案に利用されていくことが予測出来る。しかし山口県では、各土木建築事務所単位で管理されていることや、紙台帳で保管されているなど利活用する

表-5 補修・補強データ項目表

項	データ項目名	入力形式
1	橋梁ID	数値自動入力
2	補修補強ID	数値自動入力
3	架設年	数値入力
4	架設月	数値入力
5	部位A	文字列入力
6	部位B	コード選択
7	工種	コード選択
8	工法名	文字列入力
9	規格	文字列入力
10	数量(補修規模)	数値入力
11	単位	コード選択
12	直接工事費(千円)	数値入力
13	施工業者名	文字列入力
14	設計コンサル名	文字列入力
15	事業費(千円)	数値入力
16	実施事業名	コード選択
17	摘要	文字列入力
18	施工業者電子納品番号	数値入力
19	設計コンサル電子納品番号	数値入力

表-6 反撥硬度測定項目表

項	データ項目名	入力形式
1	橋梁ID	数値自動入力
2	補修調査ID	数値自動入力
3	点検・補修部位	文字列入力
4	点検・補修部位名	コード選択
5	硬度	数値入力

表-7 はつり調査項目表

項	データ項目名	入力形式
1	橋梁ID	数値自動入力
2	補修調査ID	数値自動入力
3	点検・補修部位	文字列入力
4	点検・補修部位名	コード選択
5	鉄筋腐食の有無	コード選択
6	鉄筋径	コード選択
7	かぶり厚	数値入力
8	鉄筋腐食状況	数値入力

表-8 中性化試験項目表

項	データ項目名	入力形式
1	橋梁ID	数値自動入力
2	補修調査ID	数値自動入力
3	点検・補修部位	文字列入力
4	点検・補修部位名	コード選択
5	中性化残り	数値入力
6	腐食可能性	コード選択

には難しい管理体制であった。本章ではこれら問題を解決するために実装された補修・補強履歴 DB の各種機能について記述する。ここで、格納される補修・補強データの項目と、詳細調査項目の一部である反撥硬度測定、はつり調査、中性化調査の項目について表-5、表-6、表-7 および表-8 にそれぞれ示す。

### 6.1 補修・補強履歴データ検索・出力機能

山口県において J-BMS DB が開発された目的の1つとして、膨大な量の各種点検データなどを如何に効率良く利用するかということが挙げられる。そのため、前章2. で述べた J-BMS 内の性能評価システムに利用される点検データなどを抽出する機能だけではなく、評価(診断)結果に基づいて実施される補修・補強対策の内容や詳細調査結果を蓄積した、補修・補強関連台帳データ(橋梁補修実績表および詳細調査台帳)を適時、検索・閲覧する機能も必要となってくる。そこで、既存の「補修・補強履歴データ検索機能」プロトタイプの見直しや、バグの除去などを行い、正式版として実装した。ここで、検索機能は、工法名や工種といった補修・補強の結果を検索するための「補修・補強データ検索機能」と、反撥硬度測定などの詳細調査結果を検索するための「詳細調査データ検索機能」の2つに分類される。これらの画面例をそれぞれ図-19 および図-20 に示す。また、検索結果の画面から必要に応じて Excel ファイルとして出力することも可能である。

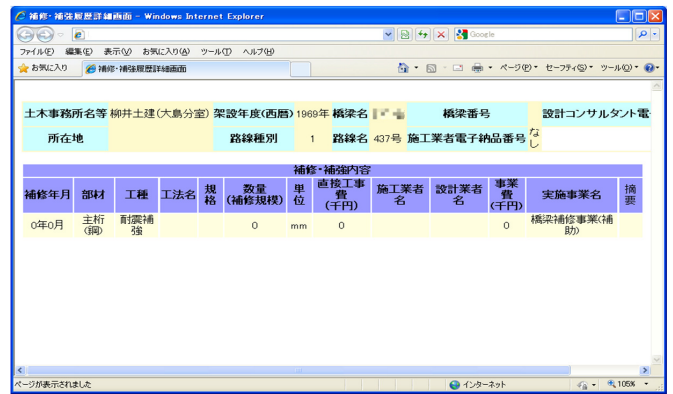


図-19 補修・補強データ検索結果詳細画面例

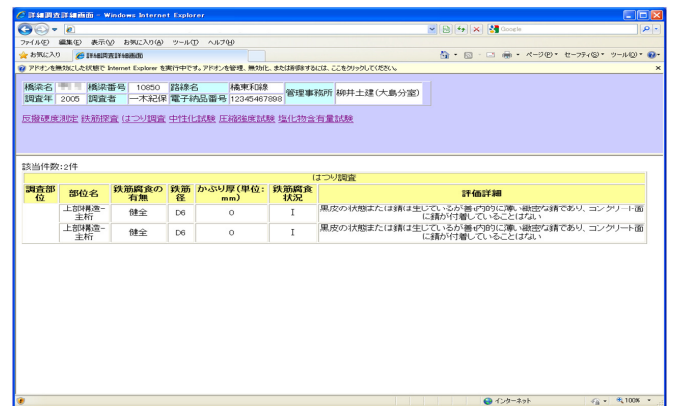


図-20 詳細調査データ検索結果詳細画面例

### 橋梁補修実績表Ver2.1

1.基礎データ

土木事務所名	柳井(大島分室)   土木事務所	架設年度(西暦)		橋梁名	柳井	橋梁番号		設計コンサルタント電子納品番号	17493602456
所在地		路線種別	-	路線名		施工業者電子納品番号	3878542002		

2.補修・補強内容

補修年月(西暦)	補修・補強内容							直接工事費(千円)	施工業者名	設計業者名	事業費(千円)	実施事業名	摘要
	補修・補強部位1	補修・補強部位2	工種	工法名	規格	数量(補修・補強規模)	単位						
-	A1	橋台	クラック補修	エポキシ樹脂注入	-	1870	m	-	西部シヅメ(株)	第一建設	40	橋梁補修(型)	-
-	F1	橋脚	クラック補修	エポキシ樹脂注入	-	1870	m	-	西部シヅメ(株)	第一建設	40	橋梁補修(型)	-
-	A2	橋台	クラック補修	エポキシ樹脂注入	-	1870	m	-	西部シヅメ(株)	第一建設	40	橋梁補修(型)	-

注意事項 注1) 本体・付属設備を問わず、橋梁に関する補修についてすべて記入する。(電気・通信設備、橋面舗装等の補修・更新を含む)

- 注2) 1箇に対して複数の補修内容がある場合は、各工種ごとに記入のこと。
- 注3) 補修・補強部位1： 部位番号を記入(A1やF1など)。
- 注4) 補修・補強部位2： 部位名称を記入(橋台や橋脚など)。
- 注5) 工種： 補修・補強を実施した箇所について記入(耐震補強、254鉄線、耐荷力補強(25以外)、断面修復、表面保護、コンクリートひび割れ補修、鉄筋等防食、床面防水、再塗装、その他補修、取替、その他)。
- 注6) 工法名： 業者固有の工法名でもよいので、具体的な工法名を記入。(例-鋼板接着、PFR巻立(OSF工法)、縦勾当増設、エポキシ樹脂注入、リハビリ工法等)
- 注7) 規格： 材料名、材料規格、等を記入。(例-SM400H6mm、プロアソシエイト II、CS(フッ素塗装)、等)
- 注8) 数量(補修・補強規模)： 各工種ごとの施工量について記入。工種を代表する単位とする。
- 注9) 直接工事費： 各工種ごとの補修費について記入。
- 注10) 施工業者名： 補修を実施した業者名を記入。
- 注11) 設計業者名： 設計調査についてコンサル委託している場合は会社名を記入。(委託年月が前年度以前であっても記入すること)
- 注12) 事業費： 各工種ごとに補修・補強費(事業費ベース)について記入
- 注13) 実施事業名： 補修・補強を実施した事業名を記入。(橋梁補修(補助)、橋梁補修(単独)、その他(補助)、その他(単独))
- 注14) 工種の欄が不足する場合は、追加記入すること。

図-21 橋梁補修実績表 Ver2.1

詳細調査台帳					
ふりがな 橋名	高地橋	橋梁番号	2008/9/9	電子納品番号	11123467894
		調査年	2008/9/9	橋種	
		調査者	設計コンサルタント	路線番号	
				路線名	
反撥硬度測定			鉄筋探査		
部位名	調査部位コード表10)	強度	部位名	調査部位コード表10)	実施の有無(コード表3)
A1	上部構造-主桁	7.2			
		(N/mm <sup>2</sup> )			
		N/mm <sup>2</sup>			
はつり調査					
部位名	調査部位コード表10)	鉄筋露出の有無(コード表5)	鉄筋径	かぶり厚	(mm)
A2	下部構造-橋台-壁壁	II	D13	28	mm
					鉄筋露出状況(コード表4)
					点錆
中性化試験					
部位名	調査部位コード表10)	中性化深り	(mm)	露出可能性(コード表6)	
A1	下部構造-橋台-脚壁	C	mm	II	
圧縮強度試験					
部位名	調査部位コード表10)	強度	(N/mm <sup>2</sup> )	圧縮強度の評価(コード表7)	
塩化物含有量試験					
部位名	調査部位コード表10)	採取採取法(コード表8)	塩化物イオン量	(kg/m <sup>3</sup> )	塩化物含有量の評価(コード表9)

図-22 詳細調査台帳例

## 6.2 補修・補強履歴データ入力機能

補修・補強履歴 DB をプロトタイプから本実装するにあたり、入力の効率化という観点から決まった台帳形式が存在しないこと、Web 上からの入力機能が存在しないという2つの問題を解決する必要があった。そこで、新たに Web 上からのデータ入力を行う機能と、DB への入力に適した補修・補強関連台帳を開発及び、作成した。詳しい内容について以下で述べる。

### (1) 補修・補強関連台帳の作成

補修・補強工事データの記録には「橋梁補修実績表」という台帳が利用されてきた。しかしこの台帳は、重複項目が存在することや、コード化されていない項目が存在するなど DB への入力に適した形式ではなかった。そこで、「橋梁補修実績表」から上記問題点を取り除き、バージョンアップを行った図-21 に示す「橋梁補修実績表 Ver2.1」を作成した。

また、詳細調査データの記録に関しては調査結果を記載する決まった台帳形式すら存在しなかった。そこで DB への入力を考慮し、図-22 に示す「詳細調査台帳」を新たに作成した。「詳細調査台帳」は、反撥硬度測定や、鉄筋探査、はつり調査、中性化試験、圧縮強度試験、塩化物含有量という山口県が行う詳細調査の主要6項目をまとめたものである。

なお、これら2つの台帳は、次項で説明するインポート機能を利用することにより、直接補修・補強履歴 DB へ入力することが可能である。

### (2) 補修・補強履歴データ入力機能の開発

補修・補強履歴 DB は諸元 DB と同様に、Web 上からの入力機能が備わっていなかった。そこで、補修・補強関連データの効率的な蓄積のために「補修・補強履歴データ入力機能」を開発した。入力方法は、紙台帳で保管されたデータを参考に Web 上の入力フォームから手入力を行う方法と、Excel データから直接ア

ップロードする方法の2通りが存在する。手入力機能は、既存データの多くが紙台帳として保管されていることから、それを DB へ入力することが主な目的となる。そしてインポート機能は、今後増加するであろう Excel データからの直接入力を想定して開発された。また、入力されるデータの種類の補修・補強データか、詳細調査データかによっても利用される機能が分類される。これら機能の画面例を図-23 および図-24 にそれぞれ示す。

## 6.3 補修・補強履歴データ削除機能

本機能は、DB 内に保管されている必要ではなくなった補修・補強関連データを削除するために開発された。他の機能と比較すると、使用頻度の高い機能であるとは言えないが、入力ミスなどをしてしまった場合、そのデータが管理者からしか削除が行えないという問題が存在したため、新たに開発した。図-25 および、図-26 にこれらの画面例をそれぞれ示す。



図-23 補修・補強データ手入力機能画面例



図-24 詳細調査データ手入力機能画面例

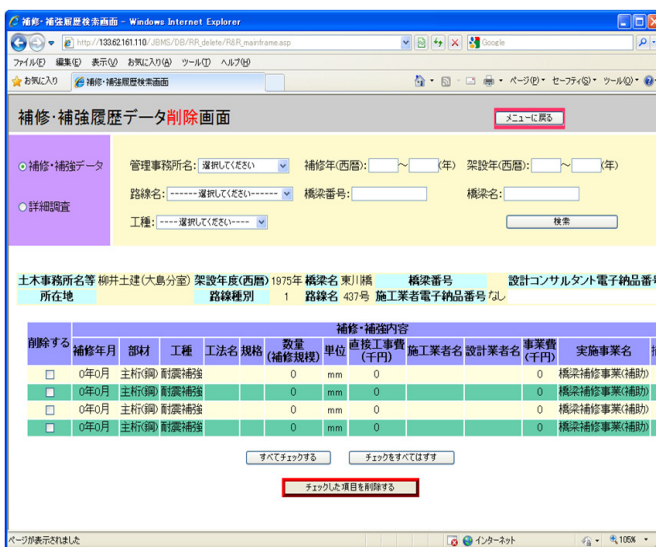


図-25 補修・補強データ削除画面例



図-26 詳細調査データ削除画面例

## 7. おわりに

本研究では、J-BMS DB'09(完成版)への各種機能の実装により、J-BMS に利用するデータの蓄積だけでなく、管理方法の問題から効率的な活用が困難だったデータまで利用することを可能にした。また、J-BMS の各種機能の出力結果を蓄積出来る体制を整えた。これらから、予防保全的対策を視野に入れた戦略的な維持管理計画立案が可能となり、橋梁長寿命化の実現に近づいたと考える。

以下に、本研究の主な成果をまとめる：

- ① 性能評価システムや、メンテナンスプラン最適化機能の計算に必要な各種データの効率的な蓄積を可能とした。また、現在性能評価システムにおいて PC 橋や、鋼橋への適用は出来ないが、今後の開発を見越して、それら橋梁に利用されるデータを蓄積出来るように配慮した。
- ② 性能評価システムやメンテナンスプラン最適化機能の出力は評価結果を表示するだけで、データの蓄積を行うことは出来ない。しかし、出力結果を比較、検証する必要性が高まると予測されるので DB 内にこれらデータを蓄積し、比較・検証出来る管理体制を構築した。
- ③ 各種検索機能の実装により、目的とする橋梁関連データを必要に応じて手軽に閲覧することを可能にした。また出力機能の実装により、DB 内のデータを紙台帳として利用することも可能にした。
- ④ DB 内データの削除は、サーバ上から直接行う必要があった。削除するデータが発生する毎にサーバへ直接アクセスを行うことは、セキュリティという観点において望ましくなかったため、補修・補強履歴 DB と、諸元 DB において新たに Web 上から削除を行うことの出来る機能を実装した。
- ⑤ 各種入力機能の実装により、多くの労力を必要とした各種台帳データの入力を簡略化した。特に、諸元 DB と、補修・補強履歴 DB においては紙台帳と、電子データの両方からの入力を可能としており、データ収集の効率化を図ることができた。
- ⑥ 通常点検 DB において、入力機能を補助する点検調査作成ソフトを開発した。このソフトを開発したことで、通常点検業務の DB への入力機能の効率化を図った。また、DB から出力した点検調査を本ソフトへ読み込むことで、入力作業の効率化も可能とした。
- ⑦ 補修・補強履歴 DB において、DB への入力の際に利用される台帳は、決まった形式が存在しなかった。そこで、DB への入力を考慮した「橋梁補修実績表 Ver2.1」と、「詳細調査台帳」の2つの補修・補強関連台帳を新たに提案し、実際に作成した。

## 参考文献

- 1) 例えば, 山口県橋梁の維持管理基本方針策定検討WG, 第4回WG, 資料 No.4-2, 2006.1.
- 2) 山口県土木建築部道路整備課:山口県橋梁通常点検マニュアル(案), 2005.10.
- 3) 例えば, 依田照彦:米国ミネアポリス橋梁崩壊事故の教訓、第8回環境・建設マネジメント講演会論文集、Vol. 8, pp. 69-89. 2009.2.
- 4) 宮本文穂, 河村圭, 中村秀明: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, No.588/VI-38, pp.191-208, 1998.3.
- 5) 宮本文穂, 中村秀明, 河村圭, 他:データベースを利用した橋梁ネットワークの維持管理計画策定システムの開発(山口県橋梁維持管理データベース'06, 更新および長寿命化を考慮した橋梁維持管理計画策定支援システムの開発), 平成17年度共同研究報告書, 山口県・山口大学土木・建築系学科官学勉強会, pp.87-96, 2006.8.
- 6) 瓦谷晴信, 石田純一, 河村圭, 宮本文穂:山口県橋梁維持管理データベース'05 の開発, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 第5巻, pp.267-274, 2005.10.
- 7) 瓦谷晴信, 石田純一, 河村圭:山口県橋梁維持管理データベース'05 の運用と評価, 第26回日本道路会議論文集 CD-ROM, 2005.10.
- 8) 河村圭, 宮本文穂, 中村秀明:橋梁維持管理データベースシステム(J-BMS DB)の開発, 社会基盤マネジメントシリーズ No.2, 山口大学工学部システム設計工学研究室, p.127, 2006.8.
- 9) 宮本文穂, 伊藤大恭, 一木秋浩:橋梁維持管理データベースシステム(J-BMS DB)の開発~J-BMS DB'09(完成版)~, 社会基盤マネジメントシリーズNo.11, 山口大学安全環境研究センター, 2009.12.
- 10) Kawamura, K., Nakamura, H. & Miyamoto, A: "Development of Concrete Bridge Rating Expert System(BREX) in Japan", Proceedings of the Conference on Life-Cycle Cost Analysis and Design of Civil Infrastructure Systems, ASCE, Honolulu, Hawaii, 2000.8.
- 11) 宮本文穂, 河村圭, 中村秀明, 山本秀夫:階層構造ニューラルネットを用いたコンクリート橋診断エキスパートシステムの開発, 土木学会論文集, No.644/VI-46, pp.67-86, 2000.3.
- 12) 河村圭, 宮本文穂, 中村秀明, 三宅秀明:階層構造ニューラルネットを用いたコンクリート橋エキスパートシステムの実用化, 土木学会論文集, No.665/VI-49, pp.45-64, 2000.12.
- 13) 仁木京子, 今野将顕, 宮本文穂, 中村秀明, 石田純一: BMS における維持管理対策の優先順位決定方法の提案, 構造工学論文集, Vol51A, pp.367-378, 2004.9.
- 14) 一木秋浩, 伊藤大恭, 松田幸祐, 宮本文穂:橋梁維持管理データベースシステムにおける入出力機能の効率化, 第62回土木学会中国支部研究発表会, 2010.5.
- 15) 一木秋浩, 原淳史, 宮本文穂, 河村圭:橋梁通常点検データベースシステムにおけるデータ入出力の効率化, 第61回土木学会中国支部研究発表会, 2009.5.

**謝辞:** 本研究の中で, J-BMS DB 開発にあたり有益な情報を提供頂いた山口県土木建築部道路整備課の皆様はこの場を借りて深く感謝します.

(2010.05.26 受付)