

# 論文 山口県における橋梁通常点検入力補助システムの開発

河村 圭\*1・杉本 真\*2・石田 純一\*3・中村 秀明\*4

**要旨：**山口県は、平成17年度に管理橋梁の損傷状態の把握を目的とした「橋梁通常点検マニュアル（案）」を作成し、平成18年度より橋長2.0m以上の橋梁を対象とした通常点検の試行実施を開始した。本点検では、点検者を県職員と想定しており、簡易な足場で接近可能な箇所は近接目視を行い、それ以外の箇所は遠望目視を行う。本研究では、点検結果の電子化作業（「点検調書の作成」および「データベースへの点検データ入力」）の効率化を目的とした通常点検入力補助システムを開発した。本システムは、「損傷項目、損傷写真、損傷区分」をクリックのみで入力でき、入力作業量の軽減を実現した。

**キーワード：**橋梁点検、通常点検、電子点検調書、入力補助、VBA

## 1. はじめに

日本では、高度成長期以降に着実に社会資本が整備され、そのストックが増加してきた。しかし、社会資本には物理的な耐用年数があり、近い将来、高度成長期に整備された大量のストックが更新時期を迎える。実際、社会資本のストックの更新費用は、2005年では全公共事業費の4分の1を占めるに至っており、これから10～20年の間に建設後50年以上経過した社会資本が着実に増加し、劣化などによる維持管理費はさらに増加すると考えられる。橋梁においても、架設後50年以上を経過する橋梁が、10年後に現在の3倍、20年後には8倍に増加し、維持管理の必要な橋梁が増大すると推測される<sup>1)</sup>。このような多くの橋梁を維持管理するには、維持管理にあてられる財源が有限なことから効率的かつ合理的な維持管理を行う必要がある。

このような背景のもと、著者らは、橋梁維持管理支援システム（Japanese-Bridge Management System：J-BMS）の開発を行ってきた。J-BMSは、維持管理フローである「点検・調査」→「評価・診断」→「計画・対策」の各ステップにお

いて維持管理機関の業務や高度な意思決定を支援する複数のサブシステムで構成された統合型のシステムである。主要なサブシステムとして、橋梁の現有性能を評価する性能評価システム、「いつ、どの橋梁に、どのような対策を行うか」といった補修・補強計画を立案する維持管理計画策定支援システム、橋梁諸元データや各種点検データを蓄積する橋梁維持管理データベースシステム（J-BMS Database system：J-BMS DB）がある。特に、J-BMSの基幹となるJ-BMS DBの開発は、山口県との共同研究のもと積極的に進められ、実用化へ向けた試験運用が山口県庁内で実施されている<sup>2)3)</sup>。また、山口県が、平成18年3月に「橋梁通常点検マニュアル（案）」<sup>4)</sup>（以下、本マニュアル（案）で実施される点検を「通常点検」とする）を作成したことを受け、通常点検結果の蓄積また検索を可能とする通常点検データベースを開発した。

本稿は、通常点検時に作成された手書き調書の電子調書作成および通常点検データベースへのデータ入力作業の効率化を目的に開発された通常点検入力補助システムについて記述する。

\*1 山口大学大学院助手 理工学研究科環境共生系専攻 工博（正会員）

\*2 山口大学大学院修士課程 理工学研究科環境共生系専攻

\*3 山口県 土木建築部宇部港湾管理事務所

\*4 山口大学大学院助教授 理工学研究科環境共生系専攻 工博（正会員）

## 2. 通常点検

通常点検は、橋梁維持管理を計画的に行っていくために、山口県が管理する全橋梁（2.0m以上）の損傷状況の把握を目的とした点検である。なお、山口県が管理する橋梁は、約3600橋（15m未満を含む）である。

### 2.1 点検概要

本点検は、県職員が実施することを想定しているため、点検車や船などを用いず、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。また、遠望目視においても点検が困難な径間については、対象外とする。また、点検体制は、原則として3名（点検時には、1名が写真撮影、1名が野帳記録、1名が車両の移動等を行う）とされている。

### 2.2 点検内容

通常点検では、表-1に示される部材区分に

従って、それぞれの損傷状況が点検される。例えば、部材区分が上部工-鋼-主桁の場合は、損傷状況として、「腐食・塗装劣化」、「亀裂、破断、変形など」および「ボルトの脱落、腐食、ゆるみ」が点検される。なお、部材区分のその他には、添架物、照明施設、標識施設、点検施設、および袖擁壁が含まれ、特記すべき著しい損傷を発見した場合に記録することとなっている。

損傷評価は、損傷状況それぞれに対して、「a: 損傷なし」、「b: 損傷が発生している」、「c: 損傷が著しい」の3段階、もしくはa、またはcの2段階の損傷区分で判定を行い（表-1を参照）、損傷が見られた箇所を写真撮影する。また、損傷状況ごとに、最も評価の悪い箇所の写真を点検調書に記載する。さらに、対策区分は、上部工や下部工など部材区分ごとに、「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

表-1 点検項目

部材区分		損傷状況	損傷区分	対策区分	
上部工	鋼	主桁	腐食・塗装劣化	a, b, c	A, B, C
		主桁	亀裂、破断、変形など	a, b, c	
			ボルトの脱落、腐食、ゆるみ	a, b, c	
			腐食・塗装劣化	a, b, c	
		横桁	亀裂、破断、変形など	a, b, c	
			ボルトの脱落、腐食、ゆるみ	a, b, c	
	腐食・塗装劣化		a, b, c		
	コンクリート	主桁・横桁	ひびわれ	a, b, c	A, B, C
			剥離、鉄筋露出	a, b, c	
			遊離石灰、漏水など	a, b, c	
			異常振動、たわみ	a, c	
		床版・間詰め	欠損	a, b, c	A, B, C
			剥離、鉄筋露出	a, b, c	
			抜け落ち	a, c	
鉄板接着部の損傷			a, b, c		
床版のひびわれ			a, b, c		
遊離石灰、漏水など			a, b, c		
舗装	ひびわれ	a, b, c	A, B, C		
伸縮装置	ポットホール	a, c			
	段差、変形、破損など	a, b, c			
地覆高欄	欠損	a, b, c			
	腐食・変形など	a, b, c			
排水装置	腐食・変形など	a, b, c			
下部工	橋台橋脚	ひびわれ	a, b, c	A, B, C	
		剥離、鉄筋露出	a, b, c		
		漏水・滞水	a, b, c		
	落橋防止装置	腐食・変形など	a, b, c		
基礎	洗掘など	a, b, c			
支承		腐食、亀裂、破断、変形など	a, b, c	A, B, C	
		ボルトの脱落、腐食、ゆるみ	a, b, c		
		沓座モルタルの欠損など	a, b, c		
その他	添架物		a, b, c	A, B, C	
	その他		a, b, c		

い、「B:状況に応じて補修を行う必要がある。または、維持工事で対応する必要がある」、「C:なんらかの対策を講じる必要があると考えられるため、別途対応策を検討する」の3段階に区分され(表-1を参照)、さらにA以外の判定区分については、損傷の状況、該当判定区分とした理由などを、今後の維持管理に必要な所見として記録する。

以上の点検結果は、最終成果物として以下に示す点検調書(その1~4)としてまとめられる。

点検調書その1および2:部材別損傷ランクおよび対策区分の記載

点検調書その3:側面図,断面図,平面図,写真撮影場所図

点検調書その4:写真台帳

なお、径間毎の損傷図は作成されない。

### 3. 通常点検入力補助システム

本章では、J-BMS DB および通常点検業務における通常点検入力補助システムの位置づけを記述した後に、システム開発で利用された情報技術およびシステムの操作について解説する。

#### 3.1 J-BMS DB における位置づけ

J-BMS DB サーバは、山口県庁本部内に設置されることから、本部外の各土木建築事務所からJ-BMS DB を操作できるように、Web アプリケーションとして開発された。図-1には、J-BMS DB の構成全体を示す(2006年9月現在)。本図に示されるように、J-BMS DB は、3つのDB(橋梁諸元データベース、簡易点検データベース、通常点検データベース)から構成される。以下には、各データベースの概要を記述する。

##### 「橋梁諸元データベース」

橋梁に関する基本的なデータを、蓄積また検索可能なデータベースである。さらに、簡易点検を実施する際に使用される簡易点検票や橋梁台帳の出力機能を備える。

##### 「簡易点検データベース」

平成16年度に山口県宇部土木建築事務所管

内の橋梁に対して実施された簡易点検結果を、蓄積また検索可能なデータベースである。

##### 「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)」にて実施される点検結果を、蓄積また検索可能なデータベースである。

通常点検データベースは、上記したように、データベースへ登録された通常点検結果の検索が可能である。しかし、点検結果をデータベース内へ登録する際には、データベース管理者が直接データベースを操作する必要があった。そこで、本研究により、ユーザ自身による点検結果のデータベースへの登録を可能とする新規入力機能として、通常点検入力補助システムが開発され、さらに通常点検データベースに点検結果登録用インターフェイスが設けられた。これにより、Web上からの効率の良いデータベースへの点検結果の登録が可能となった。

#### 3.2 通常点検業務における位置づけ

通常点検業務の流れは、図-2に示されるように大きく3つの段階(通常点検の実施、点検結果の整理、電子データの利用)に分割され、それぞれの段階が、「点検現場」、「土木建築事務所」および「本部」での業務に対応する。「点検現場」では、目視による損傷状況の確認が行われ、「手書き調書(野帳)」とデジタルカメラにより撮影された「損傷写真」が作成される。「土木建築事務所」では、通常点検入力補助システムを用いて、点検結果(「手書き調書」と「損傷写真」)の整理(電子化)を行う。「本部」では、電子化されたデータを用い、点検調書の管理、また通常点検データベースへの点検結果の登録を行う。

通常点検業務の「点検結果の整理」および「電子データの利用」段階では、野帳からの点検調書(電子データ)作成業務の効率化、また、通常点検結果を簡易に通常点検データベースへ入力できることが求められた。そこで、著者らは、これらの要求を満足する通常点検入力補助シス

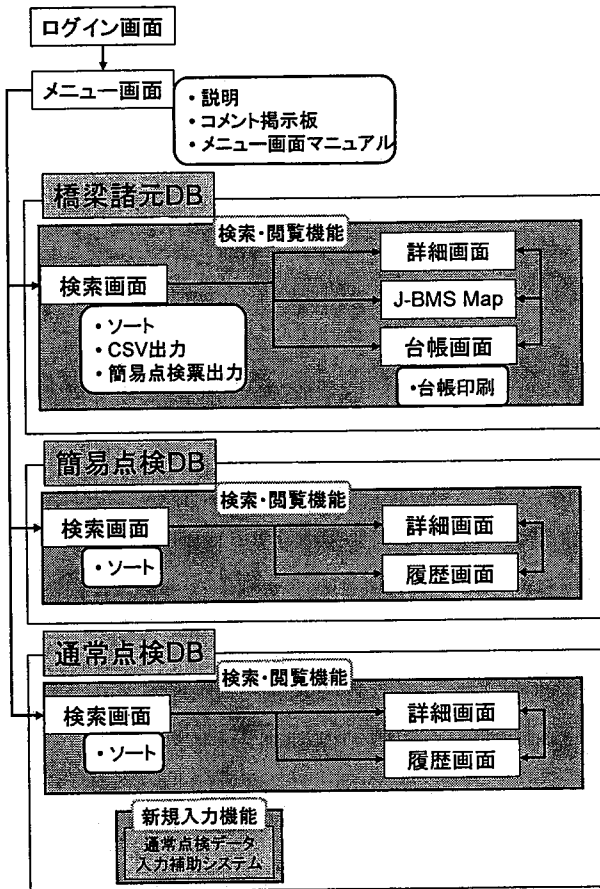


図-1 J-BMS DBの構成

テムの開発を行った。本システムは、データベースへの点検データ入力用ファイルである「XML ファイル」および電子調書としての「Excel ファイル」の2つを作成する。XML ファイルには、本システムを用いて入力された「橋梁基礎データ」、「損傷データ (損傷区分, 対策区分, 所見)」および「損傷状況と損傷写真の対応付けデータ」が記述されている。この「XML ファイル」および「lzh ファイルに圧縮された損傷写真」は、通常点検データベースの登録の際に利用され、J-BMS DB のユーザは通常点検データベースの点検結果登録用インターフェイスを利用して、これらのファイル内のデータ (通常点検結果) をデータベースへ保存する。

### 3.3 システム開発で利用された情報技術

本節では、通常点検入力補助システムの開発環境およびシステム開発で利用された情報技術

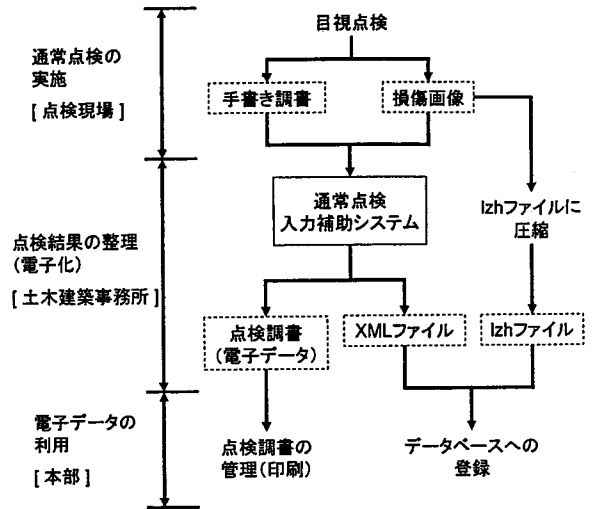


図-2 通常点検入力補助システムを利用した通常点検業務の流れ

表-2 開発環境

構築環境	概要
OS	Microsoft Windows XP Professional Edition
使用言語	VBA (Visual Basic for Applications)
基礎ソフトウェア	Microsoft Office Excel 2003

表-3 開発で利用された情報処理技術

利用技術	概要
XML (Extensible Markup Language)	J-BMS DBとのデータのやりとりに利用されたメタ言語。

について紹介する。

通常点検入力補助システムは、点検現場で作成した野帳および損傷写真を点検調書として電子化する際に、「データ入力作業量を軽減するためのユーザーインターフェイスを提供するため」、また「点検調書作成後に、記載内容を容易に変更できる電子調書を作成するため」に、Excel を基盤とした Excel VBA で開発された。さらに、点検結果データを簡易にデータベースへ保存できるように XML の技術を用いた。ここで、表-2 および表-3 には、それぞれ開発環境およびシステム開発で利用された情報処理技術の一覧を示す。

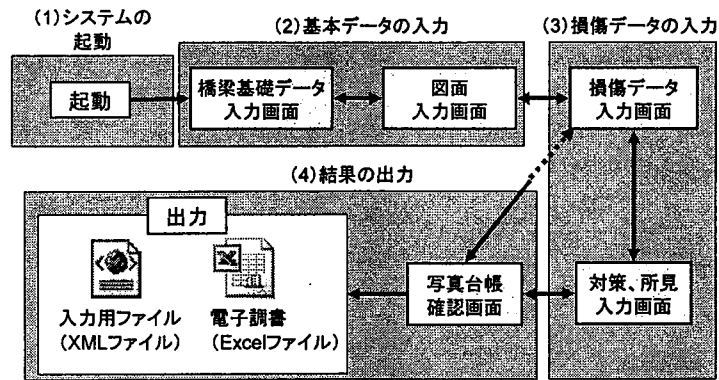


図-3 画面フロー

表-4 基本データ一覧

番号	入力項目	内容
1	箇所名	橋梁の所在地
2	点検日	点検を行った年月日
3	起点座標	橋梁の起点の緯度経度
4	終点座標	橋梁の終点の緯度経度
5	橋梁番号	橋梁の番号
6	点検者	点検を行った人物の名前
7	橋梁名	橋梁の名称
8	点検方法	点検の方法・点検に用いた機材
9	主桁形式	橋梁の主桁形式
10	図面(1)	側面図
11	図面(2)	断面図
12	図面(3)	平面図
13	図面(4)	写真撮影場所図

図-4 橋梁基礎データ入力画面

### 3.4 通常点検入力補助システムの操作

通常点検入力補助システム（以下、本システムと略記する）は、電子点検調書を作成するために、点検で確認された損傷状況の入力、また各損傷状況と撮影された損傷写真との関連付けを行うスタンドアロン・アプリケーションである。なお、本システムでは入力作業を軽減するために、「損傷状況」、「損傷写真」、「損傷区分」の入力を行うユーザーインターフェイスでは、ユーザはクリックのみでの入力が可能である。

本節では、本システムの操作を説明する。ここで、図-3には、本システムの画面フローを示す。このように本システムの流れは、「システムの起動」、「基本データの入力（橋梁基礎データ入力画面、図面入力画面）」、「損傷データの入力（損傷データ入力画面、対策・所見入力画面）」、「結果の出力（写真台帳確認画面）」、「システム

の終了」と、大きく5つの段階に分れる。以下では、各段階について解説する。

#### (1) システムの起動

本システムは、VBAで作成されたマクロを組み込んだ Excel ファイルを開くことで起動する。また、起動と同時に、本システムは損傷写真を保存したフォルダの指定を求めることから、ユーザは保存先フォルダを選択する。このとき、選択したフォルダ内の写真が確認できるように、フォルダのエクスプローラが開く。

#### (2) 基本データの入力

本段階では、ユーザは表-4に示される通常点検を行った橋梁の基本データを入力する。

橋梁基礎データ入力画面(図-4参照)では、表-4の項目1~9を入力する。入力方法は、項目1~8は、テキスト入力であり、項目9は、「鋼桁」、「コンクリート桁」、「両方」の3項目から

該当項目をクリックして入力する選択式である。本画面により、点検調書その1、その2およびその3へ記入される基本データが入力される。

図面入力画面では、表-4の項目10~13を入力する。入力方法は、まず、入力する項目の枠内をクリックして入力する項目を決める(図-5の1参照)。このとき、選択した項目がわかるように、項目名の背景色が黄色になる。図-5の例では、側面図が選択されている。次に、画面下のサムネイルから、入力する画像をクリックすると、枠内へ画像が入力される(図-5の2参照)。本画面により、点検調書その3で利用される図面が指定される。

### (3) 損傷データの入力

本段階では、ユーザは通常点検結果(損傷区分、対策区分、所見、損傷状況と損傷写真との関連付け)を入力する。

損傷データ入力画面では、損傷データを入力する損傷状況の項目を選択し(図-6の1参照)、続いて対応する損傷写真の画像を選択する(図-6の2参照)。さらに、損傷区分を選択し(図-6の3参照)、最後に、「入力」ボタンをクリックする(図-6の4参照)。これにより、選択された損傷状況へ損傷データが入力される。ここで、損傷データを入力する損傷状況項目を選択(クリック)した場合には、選択された項目がわかるように、背景色が黄色になる。図-6の例では、上部工-鋼-主桁「腐食・塗装劣化」が選択されている。また、損傷写真の選択方法は、大きく表示されている画像が入力対象の画像であり、画像右側の「前の写真」、「次の写真」ボタンをクリックする、または画像下のサムネイルから表示させる画像をクリックし、大きく表示する画像を変更する。損傷区分を選択する方法は、a, b, cの3項目から該当項目をクリックする。なお、損傷データの入力があつた損傷状況項目は、データの入力がない項目との区別を容易にするため、図-7の5に示すように、項目の背景色が緑色になる。また、既に損傷デ

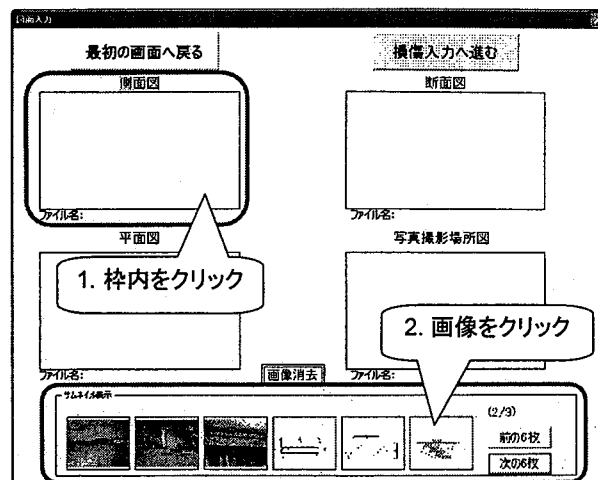


図-5 図面入力画面



図-6 損傷データ入力画面

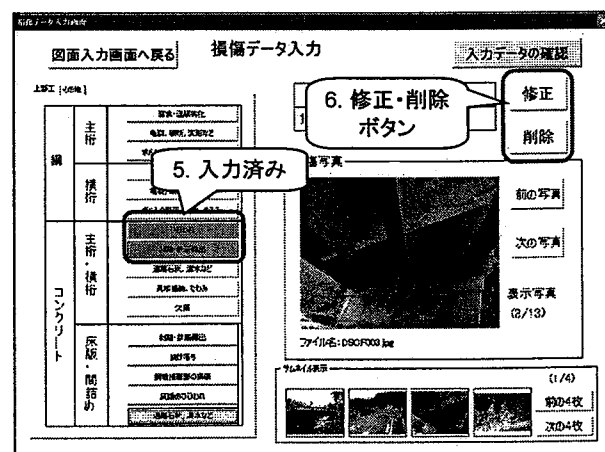


図-7 損傷データ入力画面(修正・削除) その1

ータを入力した損傷状況項目が、再び選択された場合には、図-7の6に示すように、入力した損傷データの修正または削除の対象となる。

対策・所見入画面では、損傷写真のない損傷状況に対し、損傷区分を入力する（図-8の7参照）。また、表-1に示す部材区分に対し、それぞれ対策区分および所見を入力する（図-8の8および9参照）。損傷区分の入力方法は、入力する項目の白枠をクリックし、図-9に示す損傷区分編集画面を表示させ、入力を行う。ここでは、a, b, c に、「d（未確認）」、「e（該当なし）」を加えた5項目から該当項目をクリックし、入力する。対策区分の入力方法は、入力する項目の白枠をクリックし、図-10に示す対策区分選択画面を表示させ、入力を行う。ここでは、A, B, Cの3項目から該当項目をクリックし、入力する。所見の入力方法は、入力する項目の白枠をクリックし、図-11に示す所見入力画面を表示させ、入力する。ここでは、テキストとして所見を記述する。

以上の画面操作により、点検調書その3およびその4で記入される「損傷データ」および「損傷状況と対応する損傷写真の関連付けデータ」が保存される。

#### (4) 結果の出力

本段階では、ユーザは入力内容の確認および出力を行う。

写真台帳確認画面では、入力した損傷データの内容を確認し（図-12参照）、誤りがなければ、データベース入力用ファイル（XML ファイル）と点検調書（Excel ファイル）の作成を行う。誤りがあった場合には、誤りのあった項目の写真部分をクリックすると（図-12の1参照）、図-13に示される損傷データ入力画面が表示される。このとき、入力（修正）する項目として、確認画面で選択した項目が選択されている。さらに、損傷データ入力画面には、直接確認画面へ戻るためのボタンが表示される（図-13の3参照）。

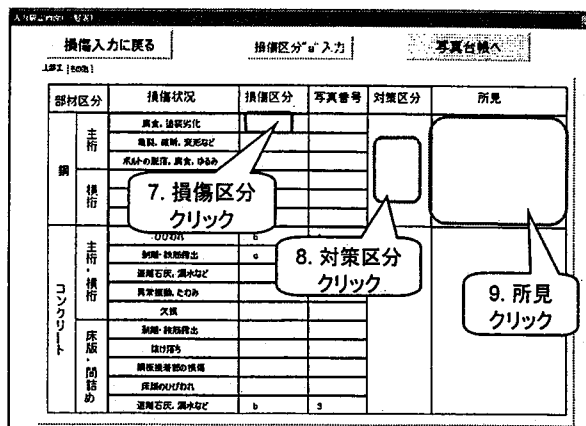


図-8 対策・所見入力画面

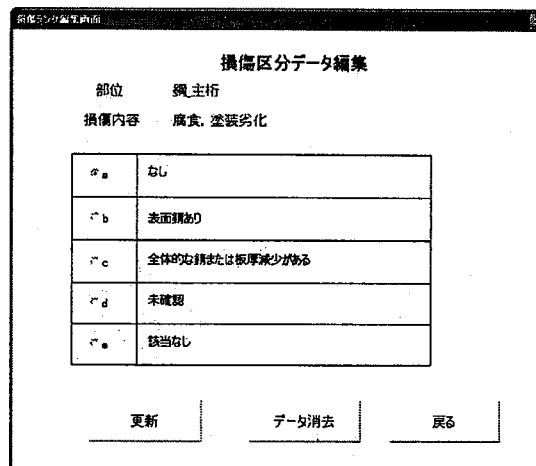


図-9 損傷区分入力画面

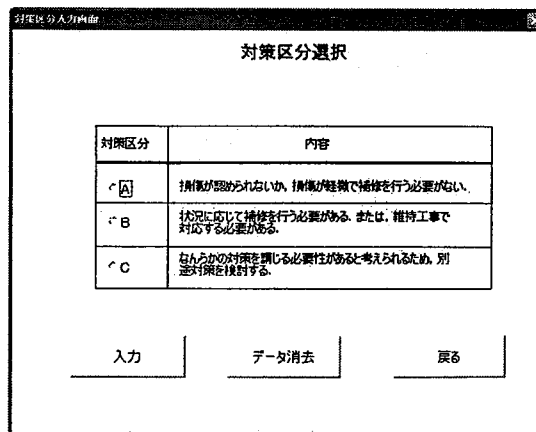


図-10 対策区分入力画面

データベース入力用ファイルおよび点検調書（図-14～図-17参照）を作成するには、「データ出力」ボタンをクリックする（図-1

2の2参照)。点検調書は、上部工の損傷状況を記した点検調書(その1)、上部工以外の部材の損傷状況を記した点検調書(その2)、図面を記した点検調書(その3)および損傷写真を記した点検調書(その4)が作成される。なお、図-9において、損傷区分を「d(未確認)」,または「e(該当なし)」とした場合、出力される点検調書には、図-15に示すように、「d(未確認)」の場合、該当する項目は「網がけ」になる、「e(該当なし)」の場合、該当する項目に「×」が表示される。

上記の操作により作成されたデータベース入力用ファイルは、XMLファイルとしてPC上に保存されるが、点検調書は、通常点検入力補助システムを組み込んだExcelファイルに表示された状態であり、保存はされていない。

#### (5) システムの終了

本段階では、最後の操作として、点検調書を保存する。なお、本システムを組み込んだExcelファイルは、テンプレートの形式であるため、ここで点検調書を保存しても、もとのExcelファイルには上書きされないことから、本システムを別橋梁の点検調書作成へ再利用できる。また、ここで保存した点検調書を開くと、調書を見るとともに、通常点検入力補助システムを起動させ、調書の内容を編集できる。

#### 4. まとめ

本研究では、点検結果の電子化作業(「点検調書の作成」および「データベースへの点検データ入力」)の効率化を目的とした通常点検入力補助システムの開発を行った。以下には、実際の通常点検業務で本システムを利用したユーザからの主要なコメントを列挙する。

- 1) 本システムへのデータ入力に慣れるまで時間を要するが、慣れると1橋20分程度で入力できた。本システムの操作に慣れた場合には、短時間で入力できる。
- 2) 橋梁基礎データ入力画面において、橋梁基礎

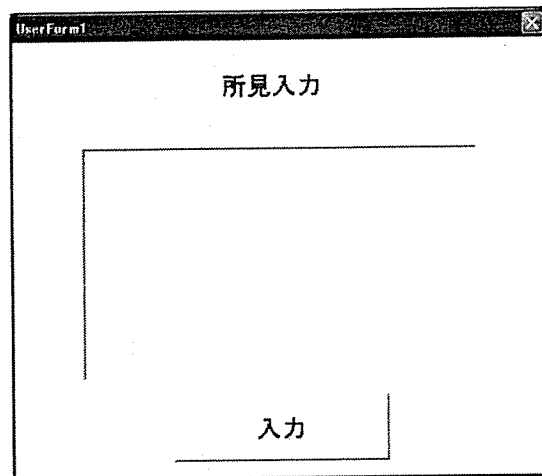


図-11 所見入力画面



図-12 写真台帳確認画面



図-13 損傷データ入力画面(修正・削除)その2

データを入力の際、ユーザは各項目の入力で入力モードを「半角英数」または「全角かな」に切り替える必要があったことから、





