

# Tablet PC を用いた橋梁点検支援システムの実証試験と検討

Practical Test and Investigation on bridge Inspection Support System by using Tablet PC

北見工業大学  
北見工業大学  
北見工業大学  
北見工業大学  
日研コンピュータ㈱

○学生員 木村保崇(Yasutaka Kimura)  
フェロー 大島俊之(Toshiyuki Oshima)  
正員 三上修一(Shuichi Mikami)  
正員 山崎智之(Tomoyuki Yamazaki)  
林 克弘(Hayashi Katsuhiko)

## 1. はじめに

現在、供用年数が数十年経つ橋梁が増加し続けており、2030年には我国の道路橋の約50%が、橋令50年以上になるといわれている。そのため現存する橋梁をより長く生かすためにも、橋梁維持管理業務の重要性は益々高まることが予想される。橋梁維持管理業務の中でも点検作業は、橋梁の現状把握のために重要である。しかし、橋梁の損傷判定には非常に多くの情報を必要とし、かつ現場という環境条件から点検箇所へのアクセスが困難である場合も多く、携帯できる装備・機器は限られている。そのため点検はエキスパート点検員の専門的スキルや経験に大きく依存している。また、このような専門的知識や経験を他の点検員に継承・伝達することはきわめて難しく、点検員のスキル向上には多くの時間と労力を要する。このため、現在点検員は不足傾向にあることが問題となっている。更に現場では点検の記録は主に手書きで行っているが、成果品納入時には近年の電子納品の時代

の流れからパソコンなどを用いてデジタル化されたものが必要となる。この業務も多くの時間と労力を要する。また納品した点検結果については、紙媒体で橋梁カルテ（損傷状態を詳しく記したもの）として整理・保管されている。この状態では、橋梁の補修・補強の選定や損傷状況の確認に有効利用するのは時間がかかってしまい困難である。また橋梁カルテの保管にも苦慮している。このようにデジタル化とアナログ化の矛盾した橋梁点検業務が現状である。一方、米国（Caltrans）および（AASHTO）によって、橋梁維持管理業務のための総合的な橋梁マネジメントシステム（BMS）として「PONTIS」を開発、実用化しているが、これには橋梁点検支援システムは導入されていない。そこで本研究では、これらの問題点を解決するため橋梁点検支援システムの構築を行った。更にその点検支援システムの妥当性を検証するため実橋で橋梁点検を行い、その結果を元に橋梁点検支援システムの検討を行った。

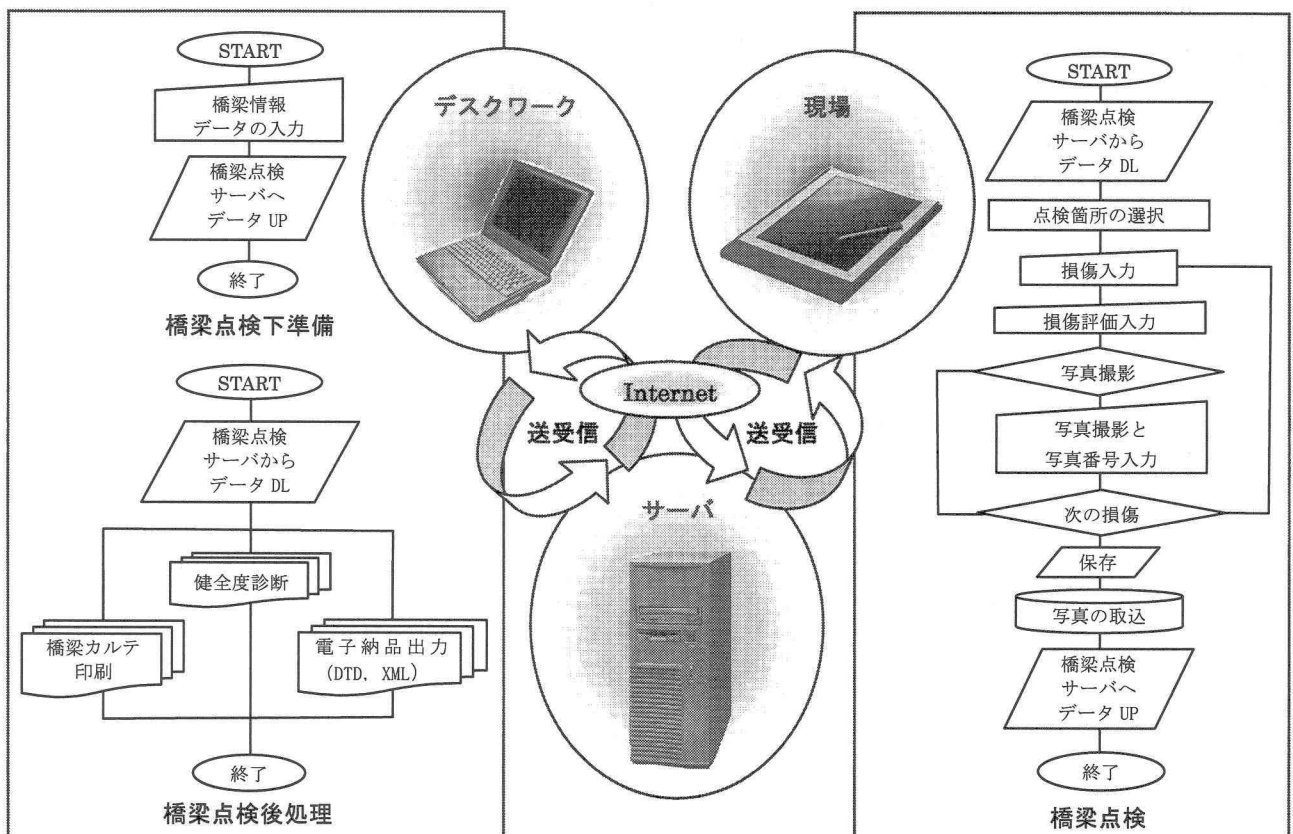


図-1 橋梁点検システムのフロー

## 2. 橋梁点検支援システムの概要と特徴

本点検システムでは、一連の橋梁点検業務に要する時間を短縮することにより、橋梁維持業務のコストを削減するために橋梁点検支援システムの開発を行った。そこで、近年開発された Tablet PC(タブレットペンで画面にタッチすることにより操作することが可能)を使用した。また、橋梁点検は橋梁点検プログラムソフトを用いた。本点検システムは、タブレットペン操作のみで損傷評価入力を行い、橋梁カルテを自動作成することが可能である。そのため非常に容易に行うことが可能である。また図-1に示すとおり点検に必要な橋梁情報データはサーバに保存しているため、携帯端末などを用いることによりあらゆる場所で橋梁情報データを Tablet PC にダウンロードすることができる。そして即座に点検が可能である。点検後は携帯端末を利用し橋梁点検データを、サーバにアップロードすることができる。そのため常に新しい橋梁点検データをサーバに蓄積することができる。本点検支援システムのフローは図-1に示す通りであり、橋梁カルテは旧建設省土木研究所の「橋梁点検要領(案)」に基づいたものを自動作成することが可能である。本点検システムで用いた橋梁点検プログラムソフト、Tablet PC、データ通信について以下に説明する。

### 2.1 橋梁点検プログラムソフト

橋梁点検プログラムソフトは 1988 年の旧建設省土木研究所の「橋梁点検要領(案)」とそれを基礎とした北海道開発局の「道路橋の点検および補修・補強設計施工要領(案)」を基に作成しており、プログラムは「Microsoft Visual Basic 6.0」を用いて作成を行った。今回実橋での橋梁点検の結果より点検評価サポート機能、ショートカット機能を新たに追加した。ショートカット機能(図-2)については行いたい作業を毎回メニュー項目から選択せずに点検を行うことができるため、点検に必要な項目をすぐ選択することが可能となった。このボタンにより初めてこのプログラムソフトを使うユーザーにとって、このソフトの使用方法が一目でわかるため非常に便利である。また損傷図(橋梁の損傷を書き入れた簡単な CAD 図面)については、汎用 CAD ソフトを用いることにより損傷図を作成することが可能である。またレイヤを用いて損傷を入力できるため、点検時には前回作成した損傷図を参照しながら点検を行うことが可能であり、損傷箇所を注意深く点検することが可能である。

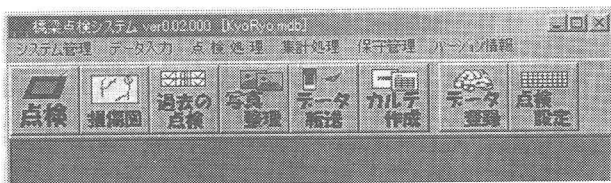


図-2 ショートカット機能

#### (1) 橋梁点検データ入力

図-3 は橋梁点検データ入力画面であり、旧建設省土木研究所の「橋梁点検要領(案)」にそった点検を行うことが可能である。ここでの入力はカルテを製作する上で

大事な部分であり、各部材の点検箇所の損傷評価入力を行っていく形になる。また損傷評価を行う際に点検サポート機能を開覧しながらすることが可能になっており、点検の誤差を最小限に留めることができる。更に過去の点検結果を表示させる機能を利用すると、過去の点検結果データを開覧しながらも点検を行うことができるため、点検の評価の変化を把握しながら点検ができる。撮影した損傷写真については損傷評価後に写真の有無を入力することにより、損傷箇所と損傷写真を関連付けることが可能となる。

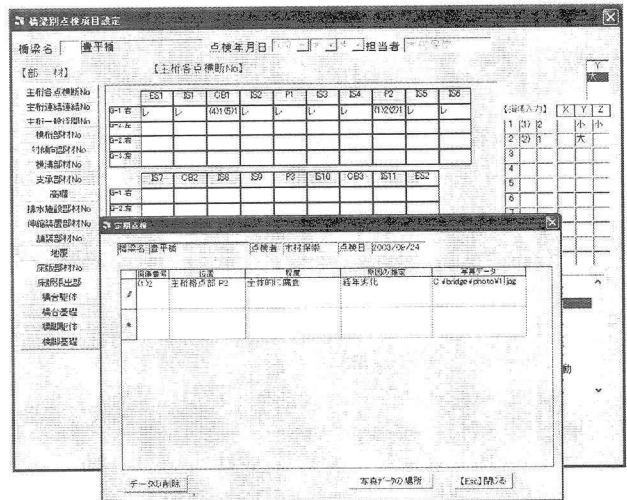


図-3 橋梁点検データ入力画面

#### (3) 点検評価サポート機能

点検評価の個人差を小さくするため、点検プログラムソフトに点検評価サポート機能(図-4)を新たに追加した。この機能は 32 点検項目のそれぞれについて写真を交えながら説明画面が表示されるため、実際の損傷と参照しながら評価を行うことが可能である。これにより点検員の個人差による点検評価の誤差を軽減することが可能である。また、点検スキルの未熟な点検員であってもこの機能を使うことにより点検評価を正確に行うことが可能となる。

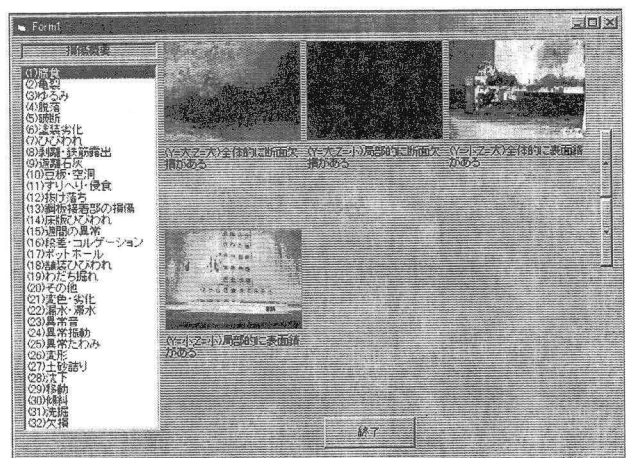


図-4 点検評価サポート機能

## (2) 橋梁カルテの出力

図-5 は本プログラムソフトによって自動出力された橋梁カルテである。橋梁カルテは北海道開発局の「道路橋の点検および補修・補強設計施工要領(案)」にそった橋梁カルテを出力できるようになっている。また④のカルテを見て分かるとおり、損傷と写真を関連付けたカルテも作成することが可能である。



図-5 橋梁カルテ

## 2.2 Tablet PC

現在 PDA を用いた橋梁点検支援システムの試みはすでになされているが、画面が小さいため作業が困難であるということが報告されている。また従来のノート型の PC を用いた橋梁点検支援システムの試みもあるが、PC を携帯・使用する際、点検員の安全性が損なわれるといった問題があった。そこで本点検システムでは非常に薄型(15mm)・軽量(999g)である Tablet PC (図-6) を用いた。小型の PC ではあるが高スペックなため汎用 CAD ソフトを用いての損傷入力、また、本点検システムの点検プログラムソフトを快適に使用することができ、画面は 10.4 型と大きいので画面の表示容量も大きい。そのため画面スクロールを最小限にとどめ損傷入力ができる。バッテリー駆動時間は約 3 時間であるが、予備のバッテリーを所持することにより長時間使用することが可能である。使用 OS は Windows と最もユーザーの多い OS を用いているため、操作に戸惑う点検員は少ないだろうといえる。操作はマウスの代わりにタブレットペン操作のみで行うがマウス感覚で操作できるため非常に容易である。さらに文字入力はペン入力の他、音声認識で文字を入力することも可能なため非常に作業性が向上する。以上の点から橋梁点検業務に適していると考え、TabletPC を本点検支援システムに適用した。

## 2.3 携帯端末

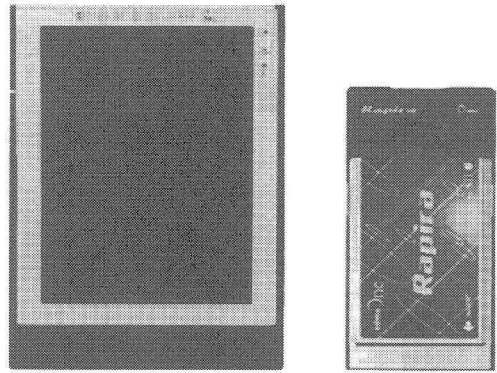


図-6 TabletPC と携帯端末

橋梁データサーバと Tablet PC の通信は携帯電話・PHS などいろいろな方法が考えられるが、本点検システムではコンパクト性と通信可能範囲を考慮し、au の Rapira Card C315SK (図-6 右) を採用した。このような携帯端末を用いることにより、通信可能状況であればいつでもどこでも橋梁点検データをダウンロードし、点検を行うことが可能である。また点検後は橋梁点検データをサーバに蓄積し、そのデータを他の PC で取り込むことによりいち早く橋梁カルテ作成をすることが可能である。そのため人件費の削減につながりコストを抑えることができる。

## 3. 現場実証実験

現場での運用性や効率性、また問題点を把握するため実際に本点検システムを用いて点検を行った。(図-7) 実証実験の損傷図の描画については市販の汎用 CAD ソフトを用いて行った。

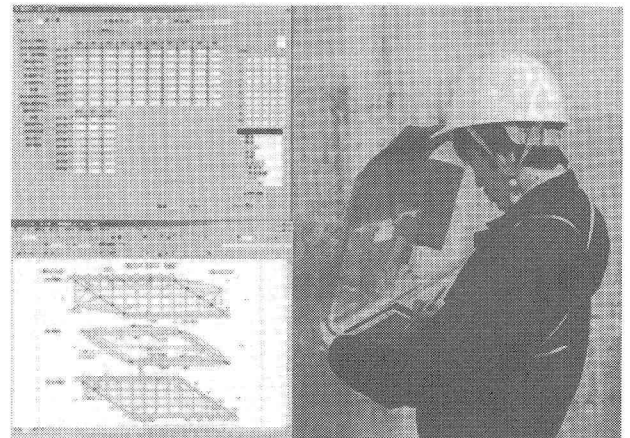


図-7 点検の様子と損傷入力図

## 3.1 従来の点検システムとの比較

従来の点検システムの手順は、まず点検の前処理で点検チェックシートと損傷図を入力するための図面を製作する。次に実際の点検では、チェックシートと損傷図面に損傷を手書きで描き入れる。最後の後処理は作成したチェックシートと損傷図を PC に清書し、さらにそれを元に橋梁カルテを作成する流れとなっている。そこで従来の点検システムと本点検システムの作業時間を比較するため、コンクリート橋(昭和 53 年架設、径間数 1・主桁数 5・横桁数 5・総支承数 10・排水施設 4、総点検箇

所数 44) と鋼橋 (昭和 56 年架設, 径間数 1・主桁数 5・連結部数 2・横桁数 2 対傾構数 11・支承数 10・排水施設数 4, 総点検箇所数 72) の 2 種類について点検を行った。点検者の人数は両システムともに 3 名で行った。3 名の役割は, 従来の点検システムでは損傷評価判定のみを行う作業者が 1 人, 損傷評価判定を行いながらそれを記録する作業者が 1 人, 損傷図を描く作業者が 1 人となっている。また本点検システムでは, Tablet PC を操作する作業者が 1 人, 損傷評価判定のみを行う作業者が 2 人となっている。Tablet PC を操作する作業者は損傷図と損傷評価判定の両方を入力しないとけないため多くの時間を要する。そのため本点検システムの方が従来の点検システムに比べて不利であり, 点検時間差も大きな開きがあると予想していた。だが両システムの点検や処理に要したおおよその時間は以下の表-1 のような結果となった。これより点検は従来の点検システムの方が効率よくできたが, 点検前や点検後の処理にかかる時間は本点検システムの方が効率よく行うことができた。総合時間は本点検システムの方が従来の点検システムに比べ大幅に時間を短縮することができた。点検時間について大きな時間差がでるという予想に反して両システムともに 10 分程度と小時間差となった。今回は点検者の人数を 3 名で行ったが 2 名程度に減らすと, 点検は本点検システムの方が従来の点検システムに比べ効率よく行うことができると予想できる。

表-1 点検の様子

種類	コンクリート橋		鋼橋	
	従来	本点検システム	従来	本点検システム
前処理	60分	40分	70分	50分
点検	60分	70分	90分	100分
後処理	120分	30分	180分	30分
合計	240分	140分	240分	190分

### 3.2 点検システムの評価

本点検システムを用いた点検を数人の点検員に行ってもらった。その結果以下のようなことがわかった。

- (1) 橋梁上部を点検する際, 画面に強い日光が当たると光の反射により画面が見えなくなってしまう, 点検作業に支障を来すことがわかった。そのため日光の画面への映りこみを防止するため, 図-7 のようにボール紙等で光を遮るか反射シートなどを利用することが必要である。
- (2) 軽量の Tablet PC でも, 長時間持つと非常に疲労が激しいことがわかった。そのため図-7 のようなケースなどに入れ, 肩からかけることが有効である。
- (3) バッテリー駆動時間は公式では約 3 時間ということになっていたが, CAD などを使用するため駆動時間が約 1 時間になってしまうことがわかった。そのため数時間使用できる小型のバッテリーをリュックに入れ, そこから電源を供給することが望ましい。
- (4) 損傷の評価判断は点検員の個人差が出るため, 評価が異なってくるのが改めてわかった。この問題にい

ては, 今回新しく開発した点検評価サポート機能を使うことによって解消できる。

- (5) 長時間点検を続けていると, 行いたい作業を毎回メニュー項目から選択することは非常に大変になってくることがわかった。この問題についても, 今回新しく開発したショートカット機能を使うことによって簡単に点検が可能である。

### 5. まとめ

本研究では一連の点検業務にかかる時間を減少させるために橋梁点検支援システムを構築し, 実橋で使用してシステムの検討を行った。その結果以下の事がわかった。

- 1) 点検評価サポート機能と点検ショートカット機能の付加により, 点検を正確にかつ容易に行うことが可能となった。
- 2) 本点検システムを用いるにより, 従来の点検システムに比べ効率よく橋梁点検業務を行うことができると証明された。
- 3) 本点検システムの評価によりシステムの問題点を把握できた。また解決策については 3.2 の点検システムの評価(1)~(5)の解決策により問題点を解決することができた。

今後の課題としては, 本点検システムを用いて数多くの橋梁点検を行い, システムの改良を行っていきたい。

### 参考文献

- 1) 西川和廣:道路橋の寿命と維持管理, 土木学会論文集, No.501/I-29, pp.1-10, 1994.10.
- 2) Thompson, P.D., Small, E.P., Johnson, N. and Marshall, A.R.: The AASHTO Ware Pontis Bridge Management System, Technical Report, Caltrans, 1999.
- 3) Shepard, R.W. and Johnson, M.B.: California Bridge Health Index -IBMC-005, Technical Report, Caltrans, 1999.
- 4) Thompson, P.D., Small, E.P., Johnson, M. and Marshall, A.R.: The Pontis Bridge Management System, Structural Engineering International, Vol.8, No.4, 1998.
- 5) 建設省土木研究所: 橋梁点検要領(案), 土木研究所資料, 第 2651 号, 1998.
- 6) 水野裕介, 阿部雅人, 藤野陽三, 安部充: 情報 (IT) 援用による橋梁目視検査支援システムの構築, 土木情報システム論文集, Vol.9, pp.11-18, 2000.
- 7) 山口昌克, 阿部夕子, 水野裕介, 杉本博之: iDC を利用したデータ管理と P2P ネットワークを利用した目視点検システムの開発, 土木学会北海道支部論文報告集第 58 号, I-4, pp10-11, 2001.
- 8) 土木学会 土木情報システム委員会 情報活用・教育委員会: 土木技術者のための Visual Basic 活用, 2001.
- 9) 笠原一浩, 山本美孝: Visual Basic6.0 入門 一基礎編一, 1998.