

I-8 IC タグを用いた現場デジタル写真および設計情報管理システム

A Management System for On-Site Digital Photographs and Design Information Using Radio Frequency Identification Tags

志谷倫章¹・矢吹信喜²

Tomoaki Shitani, Nobuyoshi Yabuki

抄録：本研究では、現場において必要な情報に素早くかつ容易にアクセスすることを可能にし、構造物の点検や検査等を支援することを目標として、IC タグを用いることにより、デジタル写真及びその属性情報、2次元図面（SXF）ファイル、さらに3次元のオブジェクト情報すなわちプロダクトモデルデータをリンクさせた新しいデジタルデータの管理手法を考案した。さらに、そのプロトタイプシステムを開発し、実際の鋼桁橋の点検に試用し、本システムの有用性を検討した。

Abstract: In this research, a new digital data management methodology was developed in order to support the inspection task for structures by enabling fast and easy access to necessary information at sites by linking digital photographs, their attributes, 2D drawings in SXF format, and 3D product models data by using radio frequency identification (RFID) tags. Then, its prototype system was developed and was applied to a site inspection of an actual steel girder bridge for investigating its usefulness.

キーワード：IC タグ、デジタル写真、プロダクトモデル、CALS/EC、IFC、SXF

Keywords : RFID tag, digital photograph, product model, CALS/EC, IFC, SXF

1. はじめに

土木構造物の施工あるいは維持管理において、現場で非常に数多くの写真が撮影される。以前は印画紙に焼き付けた写真をアルバムに貼って管理していたが、最近ではデジタルカメラによって撮影されたデジタルファイルの形で保管できるようになった。また、CALS/ECによって、各工事写真に付加すべき情報の共通フォーマットが規定され¹⁾、写真の管理方式が大幅に改善された。

しかしながら、トンネルの内部やコンクリート構造物の表面等を撮影した場合、メモをきちんと残さないと後で正確な場所や方向を特定できず、せっかく撮影した写真を利用できないことがある。また、小さな黒板に撮影メモをチョークで記入し写真の中に入るように撮影することが、特に工事においては行われるが、後でコンピュータから入力しなくてはならず二度手間である。さらに、現場において、その場所あるいは部材を以前に撮影した写真を参照したい場合、写真ファイルがきちんと整理してあったとしても、素早くアクセスすることは容易ではないことが多い。

さらに、現場においては、設計図面や仕様書等の書類を参照することが、施工中及び施工後の両期間にわ

たって頻繁に行われている。しかし、図面以外にも野帳、筆記用具、巻尺等の機材を持ち歩かねばならず、その上、現場において大きな紙の図面を開き、そこから必要な情報を図面の中から探し出し、チェックを行うことは容易な作業ではない。

そこで、電子化された図面ファイルを、あらかじめノートパソコンやPDA (Personal Digital Assistant : 携帯情報端末) 等に取り込んでおき、ディスプレイ上に図面等の設計情報を表示させ、点検や検査業務に利用する試みがなされている^{2) 3)}。これらシステムを用いることにより、点検時に携帯する機材の数を減らすことが可能となるが、現場において、必要な設計情報を素早く画面上に表示させるには、場所や部材等を特定するための何らかの言葉を入力したり、階層化されたユーザインタフェースを何回かクリックする必要があり、操作に相当な時間と熟練を要する。さらに、携帯する図面は電子化されても、ディスプレイに表示される情報は依然として2次元のCAD図面であり、必要とする属性情報等へ即座にアクセスできないといった問題がある。

そこで本研究では、これら上記の問題を解決するため、IC タグに着目した。IC タグは、IC チップとアンテナを内蔵したタグ (tag : 荷札) であり、モノ (商品)

1 : 学生会員 修 (工) 室蘭工業大学大学院工学研究科建設工学専攻

2 : 正会員 Ph.D. 室蘭工業大学 助教授 工学部建設システム工学科

(〒050-8585 室蘭市水元町 27-1, Tel :0143-46-5219, E-mail : yabuki@news3.cc.muroran-it.ac.jp)

に取り付けることにより、モノに関する情報を直接付帯させることが可能である。本研究では、ICタグのモノと情報を結びつける機能に着目し、現場の点検業務に適用することにより、現場の構造物と、デジタル写真及びその属性情報、図面ファイル、さらに3次元オブジェクト情報（すなわちプロダクトモデル）をリンクさせ、必要な情報に素早くかつ容易にアクセスすることが可能なシステムモデルを考案した（図-1）。さらに、そのプロトタイプシステムを開発し、実際の現場の点検業務に試用して、実現性の検討を行うこととした。

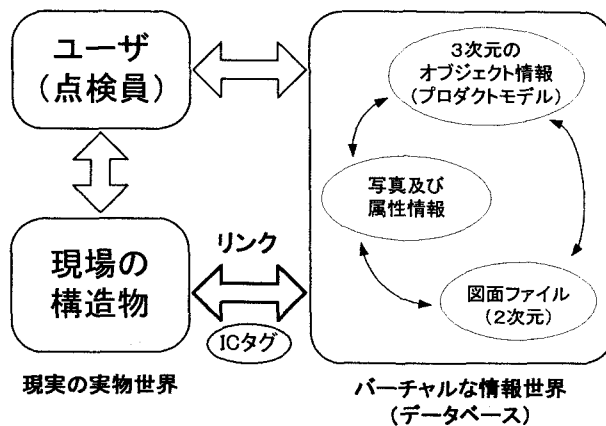


図-1 システムモデル

2. ICタグとリーダー/ライター

(1) ICタグの概要

ICタグは、メモリを有するICチップとアンテナによって構成される小型のタグであり、コンピュータにつながったアンテナが付いたコントローラ（リーダー/ライター）によって、無線により非接触でICタグ内のデータを読み書きするものである（図-2）。日本では、電子タグとも呼ばれるが、英語ではRadio Frequency Identification (RFID) tag⁴⁾と呼ばれる。我々は、以前からICタグを土木構造物の点検に利用する研究を行っている^{5) 6)}。RFID技術は、かなり古くから防衛や交通関連部門で利用されているが、最近、バーコードにとって替わる可能性があることから特に注目されている⁷⁾。建設分野でも、(財)日本建設情報総合センターが「ICタグの建設分野での活用に関する研究会」を2004年に立上げ、調査研究を実施している。電池を内蔵しないICタグは、パッシブ型であり、内蔵するのはアクティブICタグと呼ばれる。アクティブICタグは、電池の電力を利用することにより通信距離を延ばすことや、比較的大きなデータを処理することが可能である。両者は使用目的により使い分ける。

(2) 無線通信方式

非接触式ICタグとリーダー/ライター（以下R/W）のアンテナ間における主な通信方式として、電磁誘導方式とマイクロ波方式の2つが挙げられる。以下にその概要を記す。

a) 電磁誘導方式

電磁誘導方式とは、磁界の発生により電流（誘導起電力）を生ずる電磁誘導の原理を利用し、ICタグに電力とデータを供給する通信方法である⁸⁾。図-3の(a)に電磁誘導方式の簡単な駆動原理を示す。まず、R/W内のコイルに電流を流し磁界を発生させ、ICタグに電磁波を送信する。ICタグは、R/Wの電磁波を受け取ることで、内部のコイルに電磁誘導を生じ、ロジック回路（ICチップ）を起動するための電力を生成する。さらに、ICタグはR/Wから送信された電磁波の中か

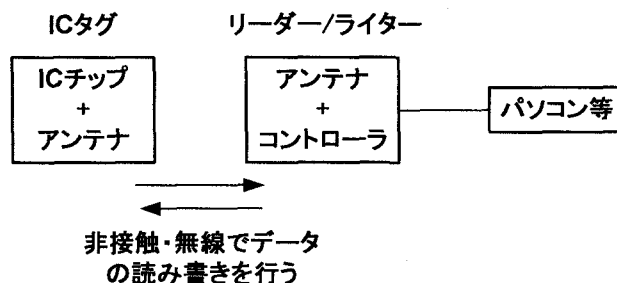
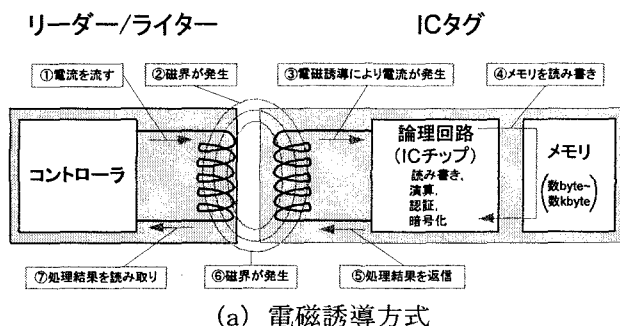
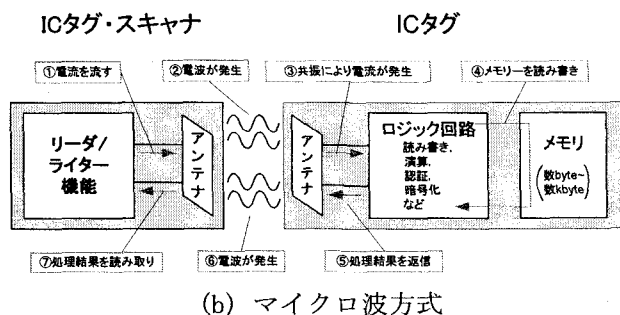


図-2 パソコンとリーダー/ライター、ICタグ



(a) 電磁誘導方式



(b) マイクロ波方式

図-3 電磁誘導方式とマイクロ波方式⁸⁾

らデータ成分を抜き出してロジック回路に伝送し、各種の処理を行う。

無線通信の方式は無線周波数によって異なる。電磁誘導方式によって通信を行う主な周波数帯は、13.56MHz 帯と、135kHz 以下の周波数帯である。

b) マイクロ波方式

マイクロ波方式は、電磁誘導方式とは異なり、R/W のアンテナが発生する電波から電流とデータを IC タグに供給し、通信を行う方法である (図-3 (b))。IC タグ内のアンテナは、R/W のアンテナが発生した電波を受け取ることで共振し、IC タグ内の回路に電流を発生させ、さらに、電波の中から送信データを抜き出し処理を行う。マイクロ波方式によって通信を行う主な周波数帯は、2.45GHz 帯と 860~960MHz 前後の UHF (Ultra High Frequency) 帯である。

(3) IC タグの選定

IC タグの水分や金属に対する耐力、通信距離等の性能は、IC タグが通信時に使用する周波数や消費電力、R/W の電波出力等によって特徴付けられる。一般に、135kHz 以下の周波数帯を使用する電磁誘導方式の IC タグは、通信距離はそれほど大きくはないが、水分や金属から受ける影響は小さく、金属面への設置が容易といった特徴がある⁸⁾。これは、IC タグを屋外の鋼桁や鉄筋等へ設置することを考えた場合に都合が良い。通信距離が最も大きい UHF 帯の IC タグは、2005 年 3 月まで日本国内での使用が電波法により規制されていたため、本研究においても使用対象外とした。ただし、2005 年 4 月より、一部の UHF 帯が使用できるようになったことを付記しておく⁹⁾。

通信周波数 135kHz 以下の IC タグは、上記の特性に加え、IC タグの中で最も歴史があり、市販されている製品の種類も多い。また、比較的安価で入手しやすいといったことから、本研究では、電磁誘導方式による 135kHz 以下の周波数帯のタグを使用することとした。

3. システムモデル及びシステムの構成

本研究では、現場において必要な情報を即座に取得可能とするために、IC タグを用いて、現場の構造物や部材、さらに場所という実物世界と、デジタル写真やその属性情報、図面ファイル、さらに 3 次元オブジェクトの設計情報といったバーチャルな情報世界とを密接にリンクさせたシステムモデルを考案した (図-1)。図-4 にそのシステム構成を示す。本システムは、IC タグ、R/W、デジタルカメラ、パソコンから構成されている。図-4 において、IC タグは構造物に取り付けられており、固有の ID 番号を持つ。パソコン内部には、デジタル写真やその属性情報、図面ファイル、さらに 3 次元オブジェクトの設計情報等が保存されている。デジタルカメラはパソコン本体に接続されており、撮影した画像をパソコン内に取り込み保存する。本シ

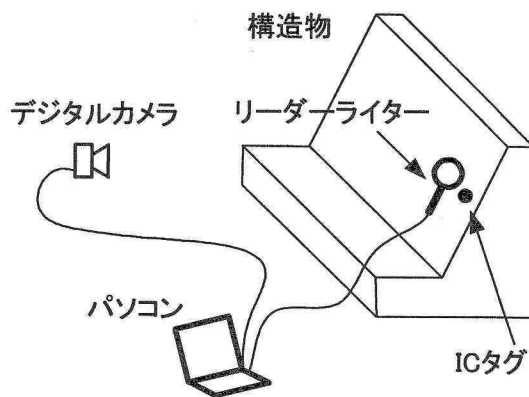


図-4 システムの構成

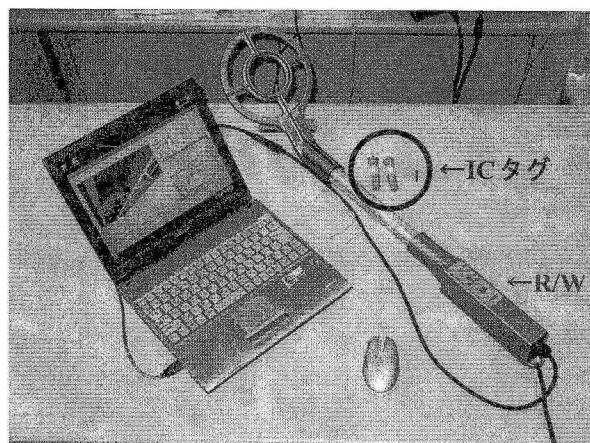


図-5 使用した PC 及び R/W, IC タグ

ステムは、パソコン本体に接続された R/W 使用して、IC タグの ID 番号を読み取ることにより、保存されたデータの中から該当するデータを探し出し、パソコン画面上に表示するものである。次章では、プロトタイプシステムの開発に関して述べる。

4. デジタル写真及び設計情報管理システムの開発

(1) 使用した機材

本システムの開発に使用したパソコン、R/W 及び IC タグを図-5 に示す。パソコンは、SONY 製のノートパソコン (CPU : 1.5GHz, RAM : 512MB, HDD : 約 60GB, OS : WindowsXP) を使用し、R/W 及び IC タグはオムロン製の製品を使用した (表-1, 2)。構造物等の撮影に用いたデジタルカメラは、Canon 製 PowerShot G2 (撮像素子約 400 万画素) であり、撮影した画像の取り込みは、カメラ付属の USB インターフェースケーブルを使用することとした。また、使用した IC タグは、パッシブ型であり、R/W 及び IC タグ間における通信は電磁誘導方式によるもので、最大通信距離は約 15cm である。

表-1 リーダー/ライター (R/W) の仕様¹⁰⁾

項目	仕様
形式	V70S-CH02-X0012
送信周波数	125kHz
電流電圧	DCV5V±5%
消費電流	200mA 以下 (発信時) 25mA 以下 (非発信時)
質量	1000g
送信距離 (最大)	15cm 程度

表-2 IC タグの仕様¹⁰⁾

項目	仕様
形式	形 V700-D23P41
送信周波数	125kHz
メモリ容量	240bytes (ユーザエリア)
メモリ種類	EEPROM
データ保持時間	データ書込み後 10 年
データ書換え回数	各アドレス毎 10 万回
動作可能温度 (発信時)	-25~+70°C (氷結なきこと)
動作可能温度 (非発信時)	-40~+110°C (氷結なきこと)
動作可能湿度	35%RH~95%RH (結露なきこと)
耐衝撃性	加速度 500m/s ² の衝撃を XYZ 各方向 3 回計 18 回加え異常なし
材質	ケース: PBT 樹脂 充填材: エポキシ樹脂
質量	約 1g

本研究では、IC タグを構造物の各部材 (例えば、ウェブ、フランジ等) に貼り付け、専用の R/W を用いることにより、部材毎の ID 番号を読み取り、その部材に関連付けられた属性情報をスムーズに取得・閲覧することを目標としている。使用する IC タグと R/W 間の最大通信距離は 15cm 程度と小さいため、ユーザは、情報を取得したい部材に近づき、IC タグと通信を行う必要がある。タグには ID 番号を与えて使用するが、本研究内での使用のみを対象としているため、ここでは、EPCglobal の EPC⁸⁾ (Electronic Product Code) やユビキタス ID センターの uID⁷⁾ 等の国際標準的なコードとは別に、独自の ID をタグ内のメモリに試験的に与えて使用することとした。使用する IC タグのメモリ容量は 240bytes (表-2) であるが、ID 番号は 4 桁 (4bytes) としたため、ID 番号を記憶させるには十分な容量であると考えられる。

```
<?xml version="1.0" encoding="Shift_JIS" ?>
<IDCCTVFE photodata /View_Source_for_fulldoctype.../>
<photodata DTD_version="03">
  <写真情報>
    <写真ファイル名>PHOTO/PIC</写真ファイル名>
    <写真ファイル名>PHOTO/DRA</写真ファイル名>
    <撮影日時>土木200406-01</撮影日時>
  </写真情報>
  <写真ファイル情報>
    <シリアル番号>1</シリアル番号>
    <写真ファイル名>P0000001.JPG</写真ファイル名>
    <写真ファイル日本語名>出来形0001.JPG</写真ファイル日本語名>
    <写真ファイル1</写真ファイル1>
    </写真ファイル情報>
  </写真ファイル情報>
  <撮影工程区分>
    <写真-大分類>工事</写真-大分類>
    <写真区分>出来形管理写真</写真区分>
    <工程>舗装舗装工</工程>
    <種別>舗装打設工</種別>
    <種別>下層舗装</種別>
    <写真区分<種別>撮影(項目)出来形測定</写真区分<種別>
    <工程区分<種別>工事区分の特長事項があれば記入する。(種別入力可)工程区分<種別>
    </撮影工程区分>
  </撮影工程区分>
  <追加情報>
    <写真ファイル名>D0000001.JPG</写真ファイル名>
    <写真ファイル日本語名>位置平面図00001.JPG</写真ファイル日本語名>
    <写真区分<種別>位置平面図</写真区分<種別>
    <追加情報<種別>追加情報の特長事項があれば記入する。(種別入力可)追加情報<種別>
    </追加情報>
  </追加情報>
  <撮影情報>
    <撮影場所>地点1L</撮影場所>
    <撮影年月日>2004-11-15</撮影年月日>
    </撮影情報>
    <代表写真>1</代表写真>
    <施工管理用>As舗装;設計寸法:400mm・実測寸法:405mm</施工管理用>
    <読者説明文>読者説明で設置立会者、特記事項等があれば記入する。</読者説明文>
  </写真情報>
  <写真ファイル情報>
    <シリアル番号>2</シリアル番号>
    <写真ファイル名>P0000002.JPG</写真ファイル名>
    <写真ファイル1</写真ファイル1>
    </写真ファイル情報>
  </写真ファイル情報>
  <撮影工程区分>
    <写真-大分類>工事</写真-大分類>
    <写真区分>施工状況写真</写真区分>
  </撮影工程区分>
</photodata>
</IDCCTVFE photodata /View_Source_for_fulldoctype.../>
```

図-6 写真管理ファイルの例 (一部)

(2) デジタル写真及びその属性情報の表示

a) デジタル写真管理情報基準 (案)

デジタル写真及びその属性情報のフォーマットに関して、平成 16 年 6 月にデジタル写真管理情報基準(案)が国土交通省によって策定された¹⁾。デジタル写真管理情報基準(案)は、写真等(工事・測量・調査・地質・広報・設計)の原本を電子媒体で提出する場合の属性情報等の標準仕様を定めたものであり、主に、①電子媒体 (CD-ROM 等) 内のフォルダ構造、②フォルダ及び画像ファイルの名前、さらに、③写真の属性項目 (写真管理項目) 及び④属性情報の実装方法について定めている¹⁾。

上記③の写真の属性項目には、シリアル番号、写真ファイル名、写真-大分類、撮影年月日等、計 24 項目があり、それぞれの項目にはさらに、データ型、文字数、必要度等の条件が定められている。④の属性情報の実装形式に関して、例えば、“シリアル番号”という属性とその値は、<シリアル番号>1</シリアル番号>のようにタグの形で記述する XML (Extensible Markup Language) 形式を採用しており、XML 内部のタグの構造は、DTD (Document Type Definition) ファイルによって規定されている。図-6 にデータを実装した XML ファイルの例を示す。

b) 画像の属性情報の入力

本研究では、デジタル写真管理情報基準(案)をベースとして、デジタル写真の持つ各属性データを現場においても入力でき、さらに XML ファイルを自動的に作成するシステムを開発した (図-7)。開発には

Microsoft Excel - Pset_PictureCommon_JP.xls

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 書式(O) ツール(T) データ(D) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

B42

100% Arial

画像情報記入シート

3	Property Set Definition Name	Pset_PictureCommon_JP		ifcXMLフォーマット
4	Instance File Name	P_Seitins01.xml		
5	Start ID Number	5001		
6	Applicable Classes	IfcProduct		国交省写真管理ファイルフォーマット
7	Description	Properties common to the definition of all occurrences of IfcProduct.		

Property Name	Property Type	Data Type	Definition	Value
ICタグID番号	IfcPropertySingleValue	IfcIdentifier	ICタグに固有のID番号を記述するのに使用する。必須: 半角数字 (例) ID番号が100→"0100"(4桁)	0001
ファイルパス	IfcPropertySingleValue	IfcIdentifier	撮影した画像ファイルのパス及びファイル名を記述するのに使用する。必須: 半角英数字	C:\DATA\PicDB\P0000001.JPG
シリアル番号	IfcPropertySingleValue	IfcInteger	写真連し番号。提出時の電子媒体を通して、一連のまとまった写真についてユニークであれば、中抜けしてもよい。123枚目を、"000123"の欄に0を付けて記入してはならない。必須: 半角数字 最大7字	1
写真ファイル名	IfcPropertySingleValue	IfcIdentifier	写真ファイル名称を括弧も含めて記入する。必須: 半角英数字大文字 最大12字	P0000001.JPG
写真ファイル日本語名	IfcPropertySingleValue	IfcIdentifier	写真ファイルに関する日本語名等を入力する。任意・全角文字 半角	出来形0001.JPG

NUM

図-7 画像の属性情報の記入画面

Microsoft の EXCEL 及び VBA (Visual Basic for Application) を用いた。本システムは、上項で述べたデジタル写真管理情報基準(案)に規定される DTD ベースの XML ファイルを作成することが可能であるが、さらに、IAI (International Alliance for Interoperability) の IFC⁽¹⁾ (Industry Foundation Classes) に準拠した XML である ifcXML のインスタンスファイルとして、属性ファイルを作成する機能も有している。図-8 に ifcXML を用いたデータの実装例を示す。IFC とは、建設プロジェクトにおいて必要とされるデータ(例えば、梁、柱等)を定義したクラスライブラリであり、構造物を構成する部材の形状を3次元で定義することが可能である。さらに、プロパティセット (IfcPropertySet) を用いることにより、個々の部材が持つ強度や材料、単価等といった任意の幅広い属性情報を、対応する部材に付加することも可能であり、柔軟なデータの実装が可能となっている。詳細は参考文献 11) 及び 12) を参照されたい。

本研究では、デジタル写真の属性データをプロパティセット (IfcPropertySet) 及び ifcXML を用いて実装することにより、構造物の3次元設計データが IFC 形式のファイルとして存在する場合、画像及びその属性情報、さらに3次元の設計情報の3つをリンクさせる

```

- <PropertySet id="_1001">
  <globalId>|.CY[5]o+Hw=#rH0,xε4</globalId>
- <ownerHistory>
  <OwnerHistory href="_1002" />
</ownerHistory>
<name />
- <hasProperties>
  - <PropertySingleValue id="_1003">
    <name>ICタグID番号</name>
    - <nominalValue>
      <Identifier>0001</Identifier>
    </nominalValue>
  </PropertySingleValue>
  - <PropertySingleValue id="_1004">
    <name>ファイルパス</name>
    - <nominalValue>
      <Identifier>C:\DATA\PicDB\IMG_0004.JPG</Identifier>
    </nominalValue>
  </PropertySingleValue>
  - <PropertySingleValue id="_1005">
    <name>シリアル番号</name>
    - <nominalValue>
      <Integer>4</Integer>
    </nominalValue>
  </PropertySingleValue>

```

図-8 ifcXML (IfcPropertySet) による実装例 (一部)

ことを可能とした。3次元形状の表示については、次節にて述べる。

(3) 設計情報の表示

IC タグが構造物に取り付けられている場合、タグの ID 番号を読み取ることにより、現場にて、その構造物

の設計情報を確認できるよう、IC タグと設計情報をリンクさせることを可能にした。設計情報としては、2次元の図面ファイルである SXF¹³⁾ (Scadec data eXchange Format) と、3次元の設計情報ファイルである IFC ファイル (プロダクトモデル) を対象とした。

a) 2次元図面の表示

SXF ファイルを閲覧するには、専用のブラウザが必要である。本研究では、SXF ファイルのブラウザとして、無償で入手可能な SXF ブラウザ Version 2.10¹⁴⁾ を使用した。SXF ブラウザの機能を使用することにより、表示された図面ファイルを自由に拡大・縮小して確認することが可能となっている。

b) 3次元モデルの表示

本研究では、プロダクトモデルデータを読み取ることにより、構造物の3次元モデルを表示する専用のビューアを開発した。IC タグが構造物を構成する各部材毎に取り付けられている場合 (例えば、鋼桁を構成するウェブ、フランジ等にそれぞれ IC タグが取り付けられている場合)、開発したビューアは、構造物の3次元モデル全体の中から該当する部位を特定し、ハイライト表示させることにより、ユーザにその位置を知らせる。さらに、ハイライト表示された部材をマウスでクリックすることにより、部材の寸法データ等を画面上に表示させることも可能となっている。本ビューアの開発には、Java3D 及び VB (Visual Basic) を用いた。

(4) システムの操作概要

本システムの操作手順を図-9に示す。まず、初めて撮影する構造物や場所の場合は、新規に IC タグを構造物に貼り付けて、PC から R/W を通じて、その IC タグに ID 番号を記憶させる (図-10)。次に、デジタルカメラによって構造物を撮影し、その写真ファイルを PC に転送し、PC 上で写真の属性情報を入力する (図-7)。その際、写真に対応する IC タグの ID 番号も属性情報ファイルに書き込む。入力作業終了後、デジタル写真管理情報基準 (案) にて規定される DTD を用いた XML、もしくは、ifcXML のいずれかの保存形式を選択して、PC 内に属性ファイルを保存する。

以前にその構造物に対して写真撮影が行われ、既に IC タグが貼り付けてある場合は、R/W を使用してタグの ID 番号を読み取る。本システムは、過去に保存されたデータの中から、その ID 番号に関連付けられた写真および属性ファイルの一覧をシステム上に列挙する。列挙された属性ファイルの一覧の中から、確認したいものを見つけ選択することにより、画像とその画像の属性情報がシステム上に表示される。ここで、ユーザが属性ファイルの一覧の中から確認したいデータを特定できない場合には、工事名、構造物名、工種、撮影年月日、撮影箇所等の項目から該当するものを絞り込んだり、検索することも可能となっている。さら

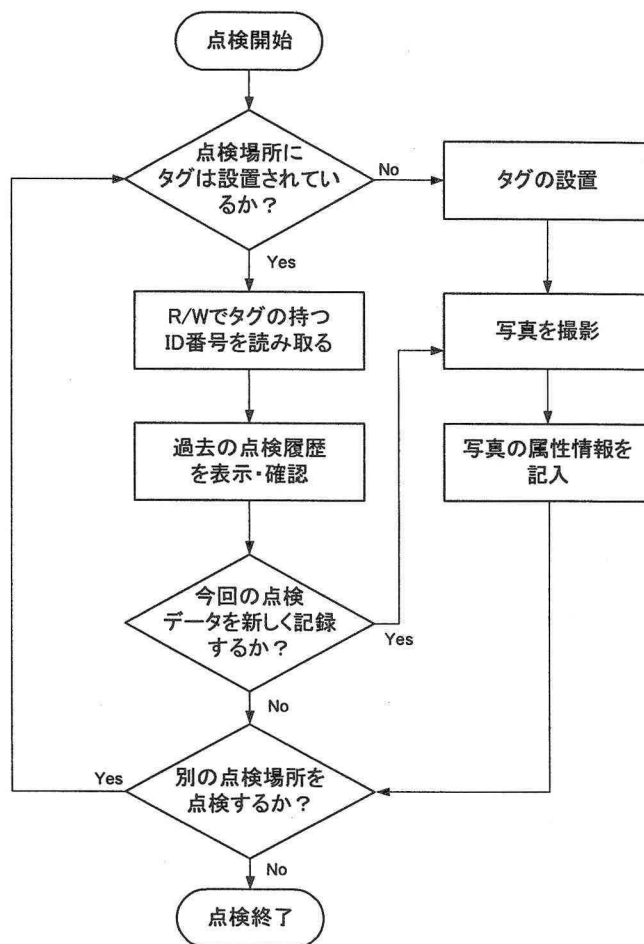


図-9 システムの操作フロー

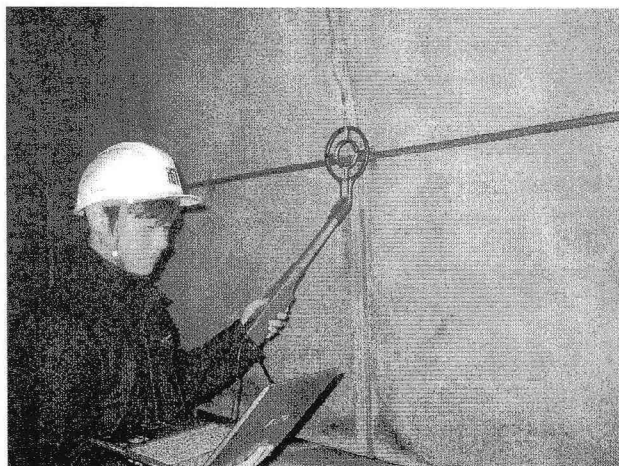


図-10 入力作業の様子

に、その IC タグに新しく写真と属性情報を付加したい際には、写真撮影後、上記と同様に新たに属性情報を入力し保存する。

5. 適用例

本システムを室蘭市内にある既設の道路橋の点検に試用した。対象とした道路橋は、自動車専用道路「室蘭新道」（国道 36 号線）の JR 御崎駅に最も近いスパンであり、鋼桁橋の高架橋である。点検項目としては、独自に定めたひび割れや亀裂、腐食の状況に関して目視により点検することとした。実務で使用する際には、IC タグの設置方法、場所を検討する必要があるが、ここでは本研究のテストが目的であるので、図-5 に示す IC タグを 1 個、対象となる橋梁の橋脚に一時的に貼り付けた。まず、ユーザは本システムおよび R/W を用いて、鋼桁に設置されたタグの ID 番号をリードする。本システムは、リードされた ID 番号から過去に撮影された写真および属性情報を PC 内のデータベースから検索し、該当するものをシステム上に表示する（図-11）。属性情報は画像右下の窓に表示されている。また、ID に関連付けされたプロダクトモデルデータが PC データベース内にある場合、専用のビューアを起動することにより、構造物の 3 次元モデルが表示される（図-12）。図より、該当する ID を持つ部材がハイライト表示され、その部材に関する寸法等のプロパティも同時に表示されていることが確認できる。さらに、関連する SXF ファイルが存在する場合には、図-13 に示すように図面ファイルを表示することも可能となっている。

6. まとめ

本研究では、IC タグを用いることにより、現場と写真及びその属性情報、2 次元及び 3 次元オブジェクトの設計情報のデータをリンクさせた、デジタルファイルの管理手法を考案した。さらに、プロトタイプシステムを開発し、実際の現場に試用して有用性の検討を行った。

本研究で開発したシステムについては、以下のような特徴が挙げられる。

- 現場において IC タグを用いることにより、特定の場所や構造物のある部位に関する局所的な情報を PC 内から即座に取得し、確認することが可能である。
- IC タグに関連付けられた属性ファイルは、時系列的に表示されるため、過去の点検履歴等を把握しやすいものであると考えられる。
- 本システムの検索機能を使用することにより、現場のみならず、通常のデータベースとしての利用も可能であると考えられる。
- 現場において、構造物の 3 次元モデルの表示が可能であるため、施工後、構造物の仕上げ検査作業等を容易に進めることができると考えられる。

今後は、本システムの定量的な評価を行い、さらに、アクティブ IC タグを用いて遠距離でも通信できるシステムを開発していきたい。



図-11 IC タグに関連付けられた画像及びその属性情報の表示

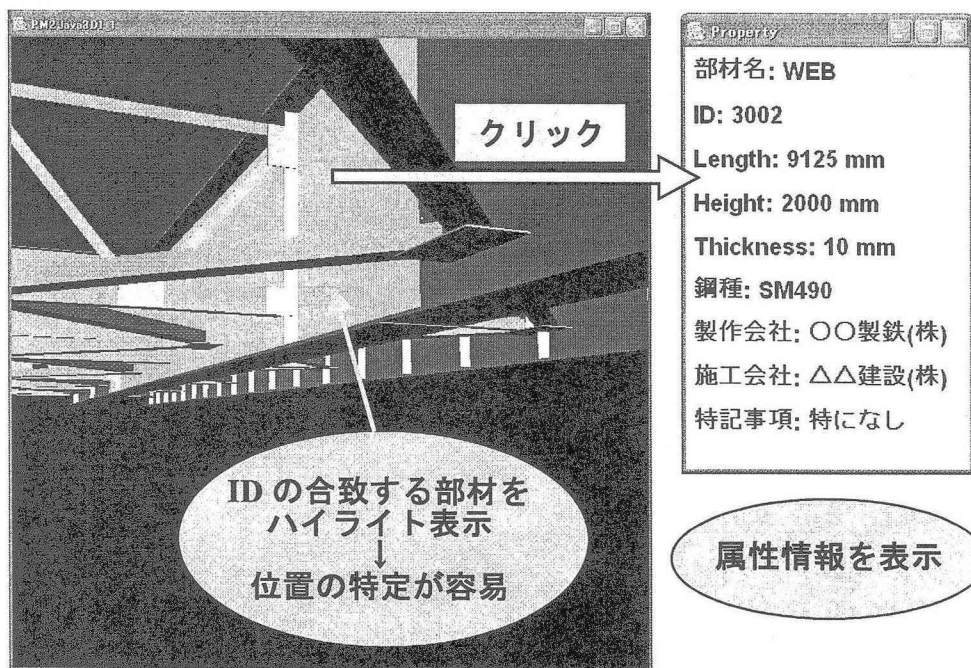


図-12 本研究で開発したビューアによる3次元モデルの表示

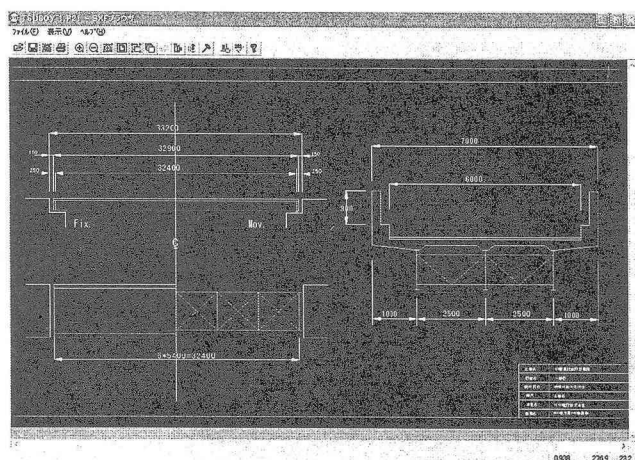


図-13 SXFファイルの表示（この図面は、図-11の橋梁とは別である。）

謝辞：本研究を遂行するにあたり、財団法人日本建設情報総合センター、並びに株式会社フジタの皆様から御協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省：デジタル写真管理情報基準（案），2004.6.
- 2) 今野将顕，関和彦，宮本文穂，中村秀明：橋梁維持管理業務におけるデータの標準化とデータ入力効率化に

- 関する研究，土木情報利用技術論文集，Vol.13, pp.151-158, 2004.
- 3) <http://www.obayashi.co.jp/news/newsrelease/news200210/news20021004.html>
- 4) Klaus Finkenzeller 著（ソフト工学研究所訳）：RFIDハンドブック，日刊工業新聞社，2001.
- 5) 矢吹信喜，志谷倫章，植田国彦，小谷隼：施工管理への電子タグとプロダクトモデルの適用に関する検討，第21回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集，pp.143-146, 2003.
- 6) 嶋田善多，矢吹信喜，坂田智己：土木設備の維持管理体系における巡視点検とICタグの活用，土木学会論文集，No.777/VI-65, pp.161-173, 2004.
- 7) 荒川弘照編，NTTデータ・ユビキタス研究会著：ICタグって何だ？，株式会社カットシステム，2003.
- 8) RFIDテクノロジー編集部：無線ICタグのすべて，日経BP社，2004.
- 9) http://www.soumu.go.jp/s-news/2005/050323_10.html
- 10) <http://www.omronrfid.jp/products/v700/index.html>
- 11) IFC2x Edition 2 Model Implementation Guide Version 1.7: http://www.iai-international.org/Model/files/20040318_Ifc2x_ModelImplGuide_V1-7.pdf
- 12) 矢吹信喜，志谷倫章：PC橋梁の3次元プロダクトモデルの開発と応用，土木学会論文集，No.784/VI-66, pp.171-187, 2005.
- 13) <http://www.cals.jacic.or.jp/cad/developer/aboutSXF.htm>
- 14) SXF Browser Version2.10 : <http://www.cals.jacic.or.jp/cad/developer/SXFBrowserDownload.htm>

(2005.5.20 受付)