

I-7 外部共有サーバを用いた工事写真検査システム

The Construction Photograph Inspection System Using the External Share Server

山本一浩*、 小林一郎**、 星野裕司***、 松本雄一****

Kazuhiro Yamamoto, Ichiro Kobayashi, Yuji Hoshino, Yuichi Matsumoto

【抄録】 現在、国土交通省を中心に建設業界の情報化として建設 CALS/EC の導入が推進されている。本論文では、撮影された写真データと GPS(Global Positioning System)情報との連携による写真データの信憑性の向上と、効率的なデータ納品および検査のためのシステムの構築を試みた。まず、工事写真の役割から工事写真に求められる必要な要素を述べ、それらの要素を満たすため PDA(Personal Digital Assistant)と外部共有サーバを用いたシステムを構築した。そして、橋梁工事を対象に実証フィールド実験を行い、システムの有効性や問題点などについて考察を加えた。

【Abstract】 At present, the introduction of the construction CALS/EC is promoted as computerization of the construction industry. Photograph data raises credibility using GPS information. In this paper, presentation of efficient data and the systems configuration of inspection are tried. First, we describe the required element for which the role of a construction photograph. In order to fill those elements, the system using PDA and the external share server was built. Then, the actual proof field experiment is conducted by bridge construction, and we discuss the validity and the problem of the system.

【キーワード】 建設 CALS/EC、工事写真、外部共有サーバ、GPS、PDA、実証フィールド実験

【Keywords】 Construction CALS/EC, Construction Photograph, External Share Server, Global Positioning System, Personal Digital Assistant, Actual Proof field Experiment

1. 序論

現在、国土交通省を中心に建設業界の情報化として建設 CALS/EC の導入が推進されている。建設 CALS/EC では、その目標として、公共事業に関する情報を標準に基づいて電子化し、情報機器をネットワークに接続することにより、特定の機器、システムに縛られることなく、組織を超えて情報の伝達、共有、処理、加工、検索、連携を可能とする環境を実現している。その電子化されたデータの交換、共有、連携を実現するためのインフラとして、共有サーバは

必要不可欠であり、公共工事に建設 CALS/EC を適用することによる効果と問題点を把握することを目的として、1996 年より現在に至るまで多くの共有サーバを用いた実証実験が行われている。特に北陸地方整備局や東北地方整備局等では、記憶媒体による納品から共有サーバを利用したシステムによる実証実験や、サーバへの直接格納への移行も検討されている¹⁾²⁾。

このような共有サーバを利用した電子納品システムによる実証実験や検討が行われている中、筆者らもこれまで、受・発注者双方さらには地域住民間の情報

* 正会員 国土交通省近畿地方整備局 福井工事事務所 (〒918-8015 福井市花堂南 2 丁目 14-7)

** 正会員 熊本大学工学部環境システム工学科 教授 (〒860-8555 熊本市黒髪 2 丁目 39-1)

*** 正会員 熊本大学工学部環境システム工学科 助手 (〒860-8555 熊本市黒髪 2 丁目 39-1)

**** 非会員 株式会社 東芝 官公情報システム技術第二部 (〒105-8001 東京都港区芝浦 1 目 1-1)

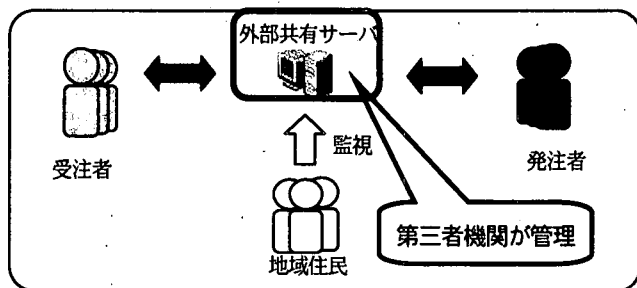


図-1 外部共有サーバの概念

における立場を対等にし、情報管理の相互信頼と効率的な共有を維持するため、第三者機関が管理する外部共有サーバを利用したシステムを提案・構築し、文書データにおいて外部共有サーバ内におけるデータの取り扱いについて研究を行ってきた³⁾⁴⁾。

外部共有サーバで扱う電子データには、①文書データの他に②図面および③工事写真があるが、工事写真は、作成したものが変更されることなく納品されるものであること、現場において作成(撮影)されるものであることなど、文書データの扱いとは異なるものである。そのため、工事写真については、新たなシステムが必要であると考え、外部共有サーバにデータを納品するまでの過程に注目し、GPS 情報と連携することによる写真データの信憑性の向上と、効率的なデータ納品および検査のためのシステムの提案を行う。

本論文では、まず第2章で工事における工事写真の役割および納品・検査までの流れと、写真データに必要な要素について述べ、それらの要素を満たすためのシステムの提案をする。第3章では、GPS 情報との連携によるシステム構築に必要な技術について紹介

する。第4章では実際に構築したシステムを使用した橋梁工事を対象とする実証フィールド実験を紹介し、その実験により明らかとなったシステムの有効性や問題点などについて考察を加える。なお、本研究では、写真データの送信には東芝製の PDA を、外部共有サーバには熊本大学工学部内のサーバを使用した。

2. 工事写真の電子化

2.1 工事写真の役割

土木工事は、完成するまでに数多くの異なる建設資材を使用して、工種毎にそれらを組み合わせながら工事を進めていくものである。そのため、完成後にほとんどの部分が隠れて、見ることができなくなる場合が多い。また、工事の施工は設計図書(設計図、仕様書など)に基づいて行われるものであり、工事施工者はこれらの定めにしたがって施工したことを証明することが必要となる。その証明となる資料として、代表的なものが工事写真であり、施工状況の確認や工事完成後に明視できない部分の出来形確認など、工事の良否の判定と品質の確保には欠かせない重要な資料としての役割とともに、事後の重要な証明書類としての役割を担っている⁵⁾。

表-1 工事写真の撮影から納品までの流れの比較

段階	(a)デジタル化以前	(b)建設 CALS/EC 導入後	デジタル化によるメリット
撮 影	フィルムカメラにより撮影	デジタルカメラによる撮影	撮影した写真の確認が即座にできることで、撮り損ないの防止につながる
現 像	フィルムを現像所に出す	直接データをパソコンで処理する	コストおよび時間の削減が図られる
写真帳作成	写真を手作業で写真帳として編集	編集ソフトとパソコンで編集し、編集されたデータを CD-R 等に収める	編集にかかる人的、時間的費用の削減
検査時の使用	写真そのものを見て検査を行う	パソコン上で閲覧ソフトを用いて電子データを見て検査を行う	検索が可能となり検査の能率がアップする
納 品	写真帳とネガを提出	CD-R 等で提出	省スペース化が図られる

工事写真の撮影の時期および対象となるものについて以下にまとめた。

- ① 工事着手前と完成(既済部分含む)後の現地状況の記録
- ② 工事の施工を設計図書に基づいて施工していることを証明する施工状況の写真
- ③ 工事における保安施設などの配置状況や安全確保のための対策などの写真
- ④ 工事に使用される主要材料のうち、工事完成後確認できない材料の記録
- ⑤ 品質特性値(強度、密度など)を試験機械などで測定している試験実施状況の記録
- ⑥ 構造物の数量、寸法など出来形の記録
- ⑦ 工事施工中に発生した、災害および工事に起因する公衆災害などの記録
- ⑧ その他

以上のように、工事写真は、それぞれの目的を達成

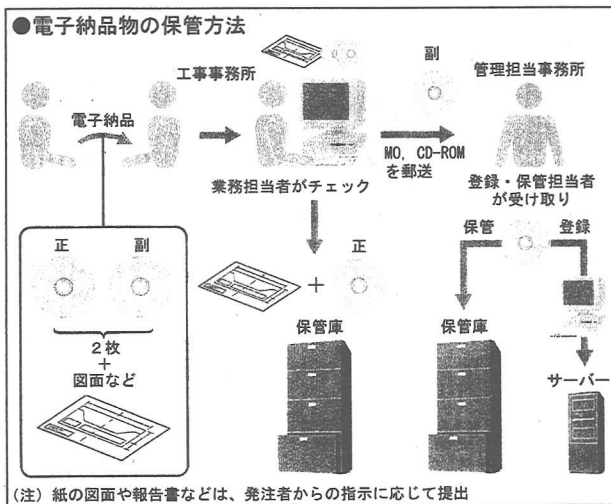
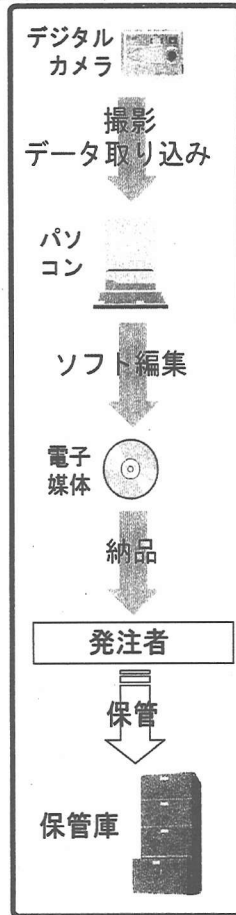


図-3 電子納品・保管管理システム

デジタル化以前(a) 建設CALS/EC導入後(b)



提案システム(c)

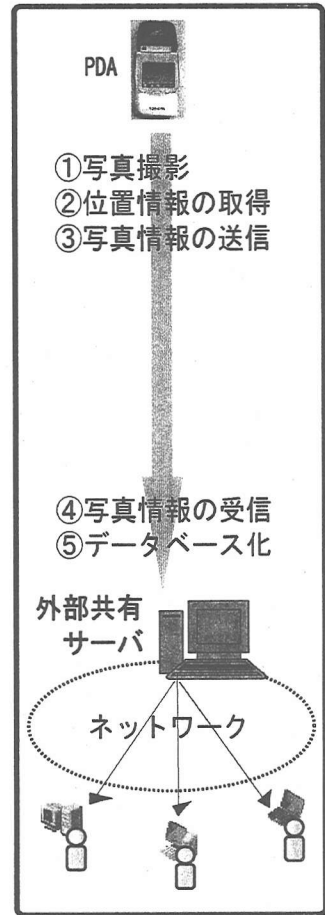


図-2 工事写真の流れ

することができるよう細心の注意を払って撮影、整理しておく必要がある。

2.2 工事写真の流れ

工事写真の撮影から納品までに渡る一連の流れを、(a)デジタル化以前、(b)现阶段におき建設 CALS/EC 導入後について表-1にまとめた。また、図-2には、(a)デジタル化以前、(b)现阶段におき建設 CALS/EC 導入後、(c)提案システムの3つについてまとめた。このことから、写真が電子化されることで様々な利点が生じるといえる。しかし、(a)デジタル化以前と(b)建設 CALS/EC 導入後において、撮影から納品後の保管にいたる一連の流れについては基本的に変わっていないことがわかる。

なお、現在の工事完成図書電子納品要領(案)では、電子媒体による電子納品までとなっている一方、そのデータをサーバ登録し、①情報の共有、②検索性の向

上、③再利用の促進を図る「電子納品・保管管理システム」が開発され、プロトタイプにおける実証フィールド実験が四国地方整備局及び中部地方整備局で行われている。(図-3)

2.3 システムの提案

先にも述べたように、工事写真は品質の確保には欠かせない資料であり、また、工事完成後の証拠書類であることから、資料として重要な役割を担っている。まず、工事写真が証拠的役割を果たすためには「情報の信憑性」が求められる。しかし、図-2(b)の現時点における建設 CALS/EC 導入後のように、現在の流れでは、パソコンへの取り込み時や、パソコンによる編集時において、データそのものの改竄と写真データに付随する撮影時間や撮影場所といった情報の改竄の可能性も否定できない。また、現在の「電子納品・保管管理システム」は、発注者のみが利用できるネットワークシステムとなっており、建設 CALS/EC の目標である組織を越えた情報の伝達、共有、処理、加工、検索、連携を実現する為には、本システムが受注者をもとより一般国民を対象としたネットワークシステムとなる必要があると筆者らは考える。(c)提案システムが実現することで、写真データは直接、サーバ上で検査され、サーバ内に保管されることとなる。加えて、複数の共有サーバ間のネットワークが構築されれば、基本的な電子データはすべて利用可能な状態で各サーバに保存されることとなる。筆者らが提案する方法は、前述した建設 CALS/EC の目標に沿ったものであり、「建設関連情報の電子化」からさらに、前進し、「電子情報の共有・共同利用」を直接的に実現するものである。

そこで、「情報の信憑性の確保」や「電子情報の共有・共同利用」を実現し、併せて工事写真が納品されるまでの流れの「簡素化」も含めたシステムとして、デジタルカメラで撮影されると同時に GPS 衛星から得られた位置情報と工事写真撮影時刻を関連付け、即座に外部共有サーバに送信、登録されるシステムの構築を試みた。

3. システムの概要と構成技術

既存研究である文書データの場合と同じように本研究においてもシステム構築に際して、クライアント側

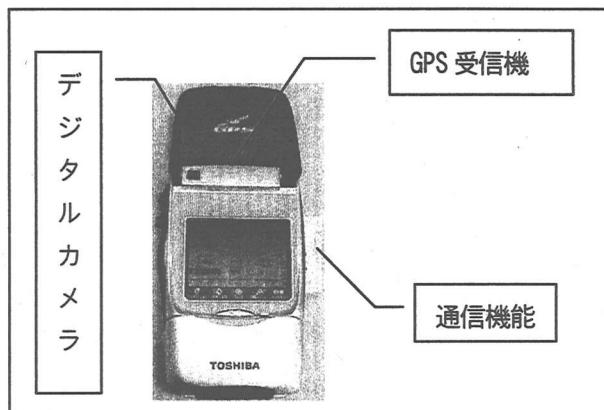


図-4 東芝製の PDA (PNV500MC)

のパソコンには無償で配布されている、Internet Explorer や Netscape Communicator などのブラウザソフトのみでデータ納品、検査ができることを前提とした。そのための写真データ納品や検査に必要な構成技術とハードウェアの機能について以下に示す。

3.1 写真撮影と位置情報取得 (図-2(c), ①~③)

本研究で提案している「写真データと位置情報の関連付け」の実現のためには、デジタルカメラと GPS 機能が一体となっていることが理想である。そのためハードウェアとして東芝製の PDA を採用した。(図-4 PNV500MC) この PDA は GPS 機能、デジタルカメラ機能、通信機能が一体となっており、それぞれの機能を脱着なしで操作できるという点が特徴である。しかし、採用した PDA は今回のシステムのために製作されたものではないため、写真撮影からデータ送信までの新たな機能として、本研究のための機能の開発が必要である。その新たに開発した機能の内容について以下にまとめた。

(1) 写真情報と位置情報との関連付け

写真データに位置情報を付加する方法として、撮影と同時に位置情報が付加されるシステムが理想である。しかし、今回使用した PDA には写真データと位置情報を直接関連付ける機能がない。そのため、今回は写真データの撮影時刻に基づいて位置情報を検索する方法を用いた。(図-5)

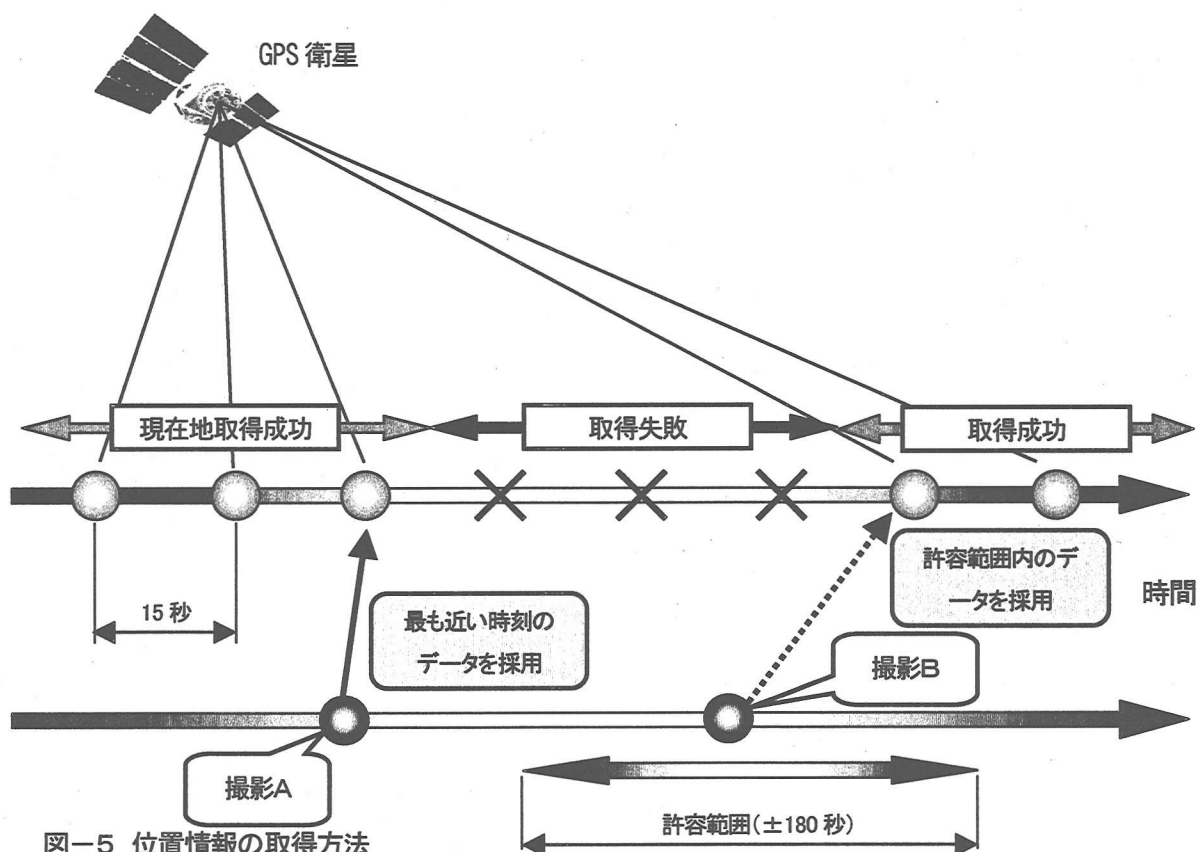


図-5 位置情報の取得方法

1) 位置情報の記録方法

GPS による位置情報の取得方法は15秒周期で以下の処理を繰り返し、位置情報を取得して行くシステムとなっている。

- ①. GPS にアクセスし現在地データ(緯度、経度、高度、時刻)を取得。
- ②. 現在地を測定履歴ファイルに記録する。

測定履歴は、後で述べる写真撮影時間と関連付けるため、一定期間の記録を常時確保しておく必要がある。そのため、当然のことながらファイルサイズは増加を続け、そのままではファイルシステムを食いつぶしてしまうこととなる。そこで、一定期間の記録を確保しながら周期的に古いデータを削除する処理を設定する。しかし、新しいデータを追加して同時に古いデータを削除するという処理を1個のファイルで実現することは困難である。そこで、今回はファイルを2個設定し、データ保存は常に一方のファイルにのみ行い、一定量のデータに達した時点でファイル内容をもう一つのファイルに移動した上で元のファイルの内容を削除する。この方法によりファイル1個分の記録は常時確保されていることとなる。

2) 位置情報の検索

写真の撮影時刻は写真データの作成時刻として保存されている。その作成時刻を前述した位置情報の測定履歴ファイルの先頭から順に検索していき、位置情報の測定時刻と写真データの作成時刻を比較し、作成時刻に最も近い測定記録を含む位置情報を撮影場所の座標とする。しかし、現在地取得のタスクが正常に動作していても、GPS衛星の電波が受信できないなどの理由で位置情報の取得ができないこともあり得る。この取得に失敗した時間帯に写真が撮影されると、写真データに対応する位置情報が存在しないこととなる。この場合の対処方法として、作成時刻と測定時刻の差が許容範囲以内の場合に、撮影場所の座標として採用することとした。なお、今回は許容範囲の時間設定を±180秒(±3分)とした。

(2) 写真情報の送信

次の段階として、(1)で位置情報を関連付けした写真情報をサーバに送信することになるが、位置情報以外

表-2 工事情報の種類

①変化しない情報	②変化する情報
工事番号	写真区分
工事名称	工事区分
工事箇所	工種
発注者	種別
請負者	細別

表-3 送信されるデータの内容

件名	工事番号	工事の特定
本文	画像ファイル数	添付ファイル数の特定
添付ファイル1	写真情報1	画像ファイル名、位置情報等
添付ファイル2	写真情報2	写真・工種区分等
添付ファイル3	画像ファイル1	jpg ファイル
～	～	～
添付ファイル7	画像ファイル5	jpg ファイル

の情報も付加して送信する機能とした。そのため、外部共有サーバでの処理内容が削減され、受信から納品（承認）までの時間短縮が図られることとなる。

1) 工事情報の選択

工事情報には、①工事完成まで変化しない情報と、②工事施工段階毎に変化する情報の2つの情報が存在する。(表-2) ①の情報については工事完成まで変化しないことから、PDAにおける処理ではなく、サーバ内で行うこととした。②の情報については、施工段階毎に変化していくことから、PDAにおいて選択方式により選択し、写真情報に付加する方法とした。

2) 写真ファイル及び情報の送信

写真ファイルに撮影時間、撮影位置、工事施工段階情報等が関連付けされると、その情報は外部共有サーバに送信される。送信する方法としては、①FTP(File Transfer Protocol)、②HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)による File Upload、③E-mail の3つが考えられるが、今回は、工事現場の監督を行いながらの作業ということもあり、一番手軽な方法である E-mail による方法とした。なお、送信されるメールの内容は表-3のとおりである。

3.2 外部共有サーバでの処理 (図-2(c), ④⑤)

PDA よりメールで送信された工事写真情報は外部共有サーバのメールサーバに納められる。そのメールの内容から、それぞれ件名、本文、添付ファイルに振り分け、ウェブサーバの各フォルダに納めると同時に必要な項目をデータベースに格納する。このように登録されたデータを基に、監督員および検査官はブラウザを通して確認・検査等を行うことになる。

4. 適用事例

本章では、システムの実証フィールド実験として、適用事例を紹介する。また、実証フィールド実験によって明らかとなった有効性や問題点について考察を加える。

今回の適用事例は、橋梁工事の橋台工において実証フィールド実験を行った。この工事は、国土交通省近畿地方整備局福井工事事務所が行っている九頭竜川水系日野川改修引堤事業に伴い、架け替えが必要となった県道橋を、河川管理者である福井工事事務所と道路管理者である福井県福井土木事務所が共同で施工するものである。

4.1 工事現場における処理

工事現場における処理として、橋台工事を受注した建設会社の現場代理人がPDAを使用して、写真撮影、写真情報の関連付けを行い、外部共有サーバにメール送信する作業を行うこととなる。以下に、メール送信までの処理について、図を用いて説明する。(図-6)

- ① 工事写真管理メニューをタップし、データ送信処理機能を起動する。
- ② 撮影した写真データを選択し、送信用フォルダに保存する。この時点で、あらかじめ記録されている GPS 情報の時間と写真データの撮影時間を基に位置情報を関連付ける。(図-7)
- ③ 次に、写真区分や工事区分等を選択する。この工事区分の選択の際に、自動的に PDA のハードディスクに登録されている、工種、種別、細別が選択項目に反映される。

- ④ メールを送信できる状態となった時点で、メール内容のウィンドウが開き、送信内容を確認できる。この時点で間違いがあれば、前の処理に戻り変更できる。

- ⑤ 内容確認の結果、問題がなければメール送信を実行する。

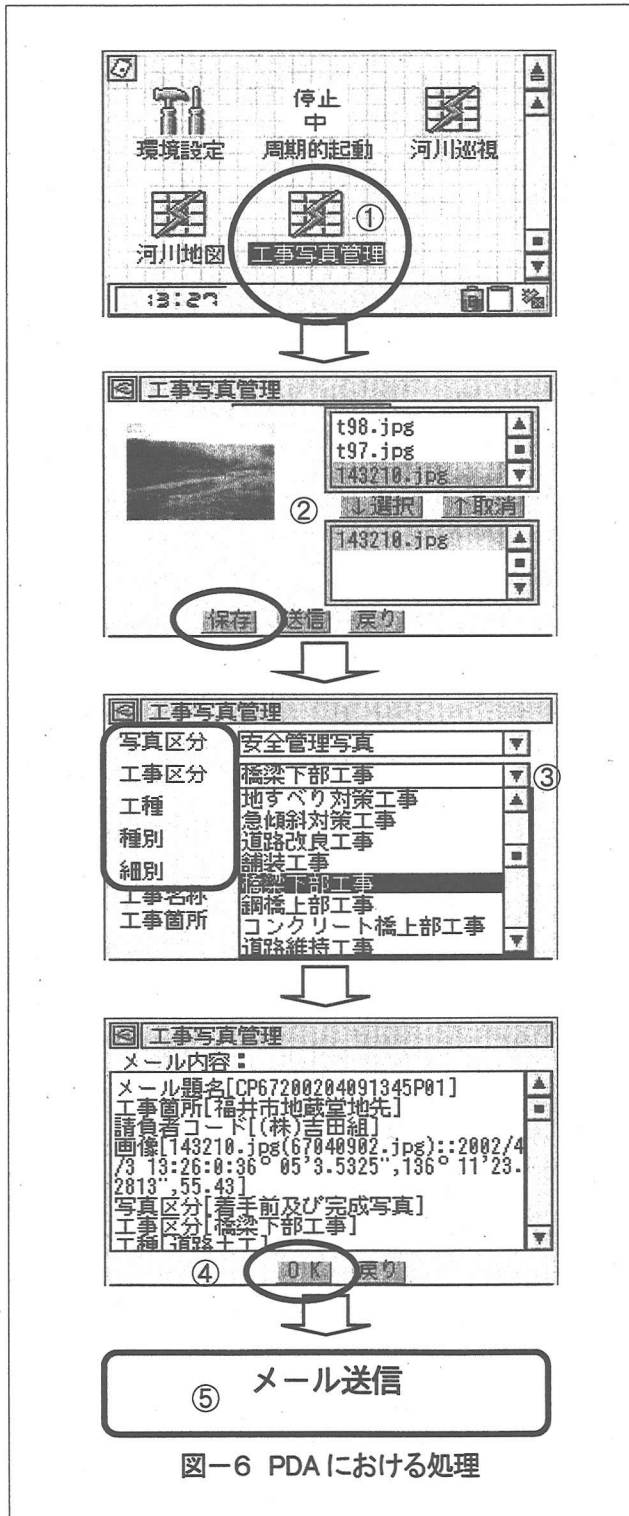


図-6 PDAにおける処理

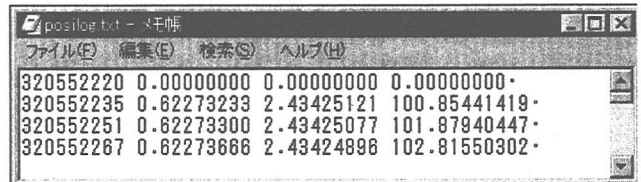


図-7 GPS情報の記録情報

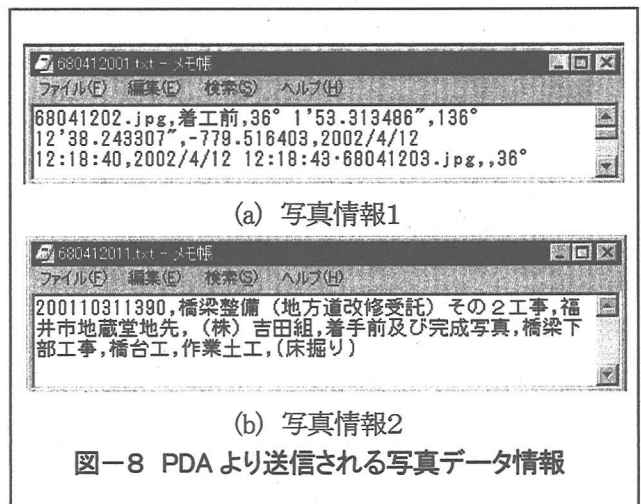


図-8 PDAより送信される写真データ情報

以上の一連の処理により、写真情報1 (txt ファイル、図-8(a))、写真情報2 (txt ファイル、図-8(b))、写真データ (jpg ファイル) が、外部共有サーバに送信される。この処理が現場における PDA を使用した作業であり、工事完成まで、同じ手順で繰り返し行われる。なお、PDA で処理されるデータの送信前における改竄防止の対策として、PDA にアクセス制限を設定しデータの改竄が行われない対策を講じた。

4.2 外部共有サーバにおける処理

4.1 の処理により工事現場から送信されたデータは外部共有サーバのメールサーバに格納される。格納されたデータはメールデータの状態であるため、そのデータから必要な部分を抽出し、データベース化する必要がある。今回は、その処理を全てウェブ上で行うシステムとした。したがって、この処理はインターネットにアクセスできる環境が整っている場所であれば、

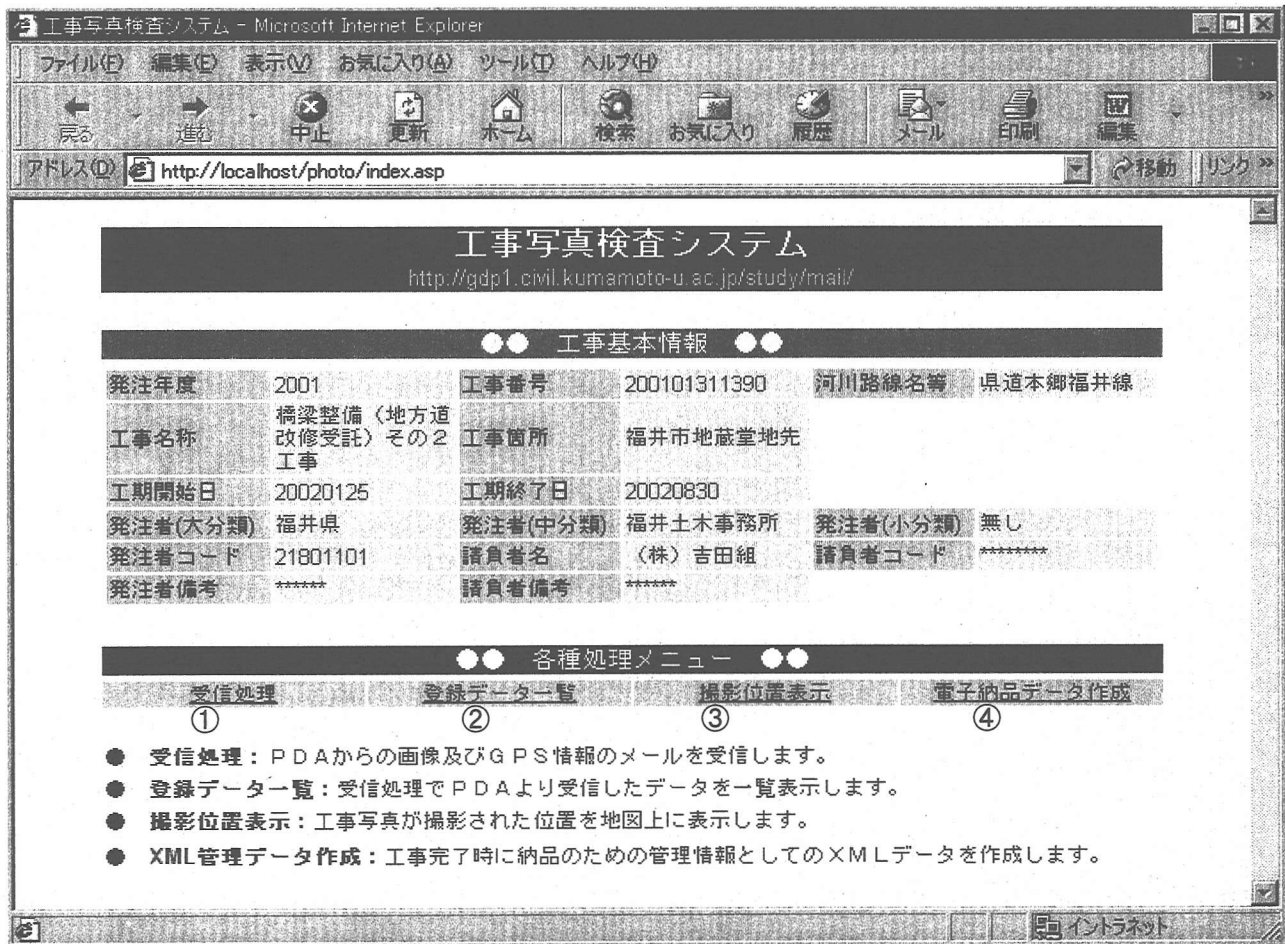


図-9 工事写真検査システム

どこでも処理することができる。以下に、外部共有サーバにおける処理の流れについて説明する。

工事写真検査システムの URL にアクセスすると図-9の画面が表示される。

① 受信処理

受信処理では、PDAより送信されたメールを件名、日時、添付ファイルに分割し、その添付ファイルの内容から各種情報を抽出しデータベースに格納する(図-10)。

② 登録データ一覧

データベースに登録されたデータを一覧表示する。メール受信処理直後は、情報登録

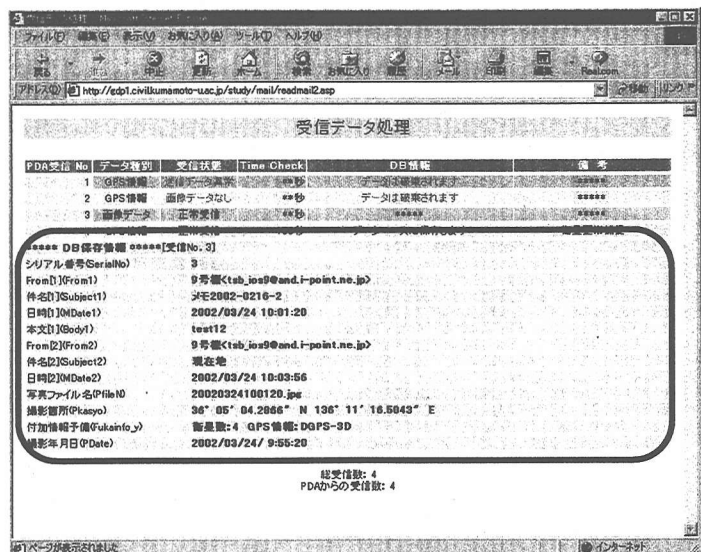


図-10 受信処理

欄に「未登録」と表示されており、PDAで登録していない請負者説明文および発注者説明

文をウェブ上で登録する。この時点で写真データに関する全ての情報が登録されたこととなり、最後に写真データ登録の「承認」を行う。この「承認」行為は、発注者の監督員命令を受けた者のみがこの権限を有している。なお、サムネイル表示された画像をクリックすること

で、「未登録」、「登録済み」、「未承認」、「承認済み」といった、各処理時点の写真データ詳細情報を見ることができる(図-11)。

③ 撮影位置表示

前述しているように、今回の写真データには撮影位置情報が GPS 衛星より付加されている。そのため、写真データがどの位置で撮影されたものなのかを確認することが可能である。しかし、緯度・経度といった数値情報のみの場合、迅速かつ正確な撮影位置の判断は困難である。したがって、本システムでは、SVG(Scalable Vector Graphics⁷⁾)技術を使用し地図上において撮影位置を表示できるものとした(図-12(a))。もし、この撮影位置表示画面内の工事エリア内に、表示されていないIDNo.があれば、

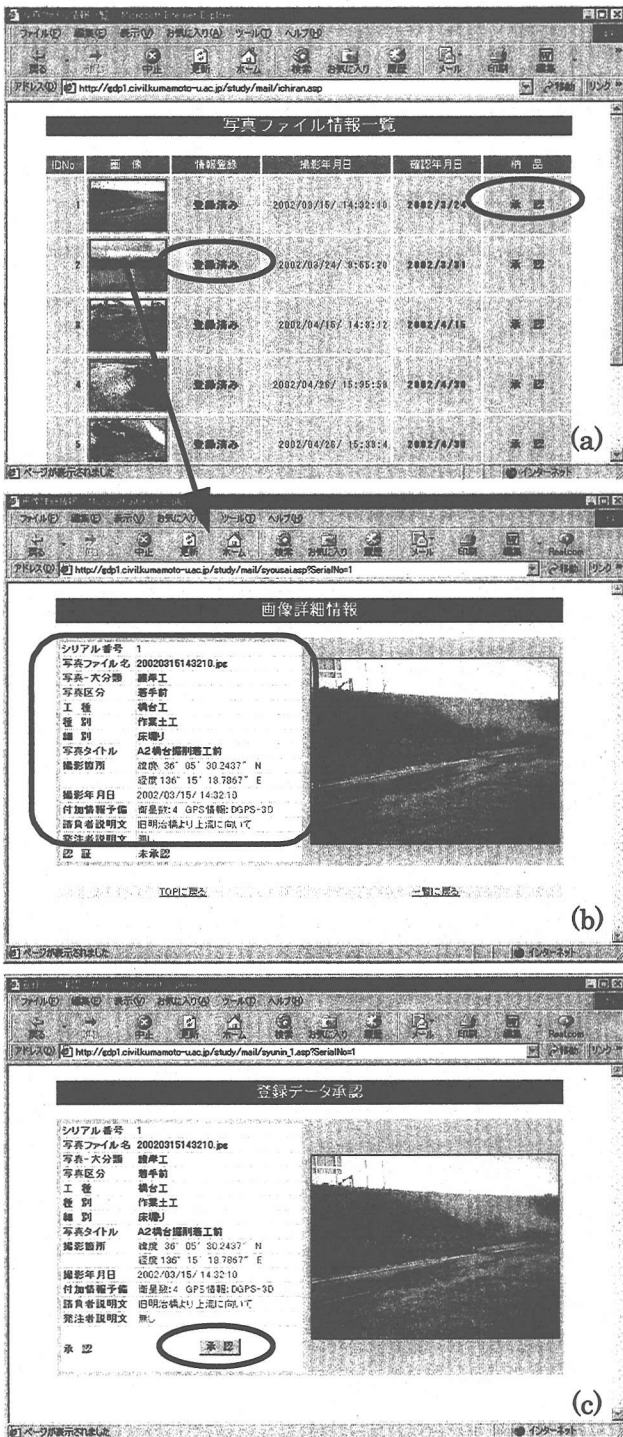


図-11 登録データ一覧



図-12 撮影位置表示・電子納品データ作成

それは、この工事のエリア外で撮影されたものとなり、虚偽のデータと判断され、承認行為は行われぬ。なお、撮影位置表示は、メール受信処理を行うと同時に反映される。

④ 電子納品データ作成

本論文では、GPS 衛星による位置情報と外部共有サーバを用いた電子納品を提案しているが、現時点における電子納品は、電子媒体 (CD-R 等) による納品が義務づけられているため、デジタル写真管理情報基準 (案) ^⑧ に従った、データ作成機能をシステムに加えた (図-12(b))。

4.3 ウェブ上における工事検査の実施

工事検査時において、これまで写真帳で確認していた検査方法から、監督員が直接ウェブ上において工事写真を確認する検査方法を試みた。この検査は段階検査といわれるもので、各工種の段階毎に検査を実施するものである。通常は監督員が、直接工事現場に行き設計図書どおりに施工されているかの確認をするが、場合によっては、現場に行けないこともある。この場合において、本システムを使用しウェブ上による検査を行った。

4.4 考察

以上の実証フィールド実験を通じて、明らかとなったシステムの有効性や問題点について、以下に PDA による現場における処理および外部共有サーバでの処理についてそれぞれまとめた。

(1) PDA による現場における処理

- ① PDA を使用したことで、写真データのパソコンでの処理が無くなり、現場サイドにおける作業量の削減が図られた。また、PDA から直接送信することで、画像データの改竄を防ぐことができることを確認した。
- ② 写真データの撮影時間と GPS 衛星から得られた位置および時間情報を関連付けすることで、工事工程における適切な時期の写真であるか、当該工事現場における写真データであるかなど、デー

タの「信憑性」の確保ができた。

- ③ 写真撮影からデータ送信までのに必要な情報を選択方式としたことで、送信までの作業の簡素化を可能とし、迅速な写真データの送信ができた。
- ⑤ 実証実験の行われた工事現場は、比較的上空が開けている場所であったが、場合によって GPS 衛星からの受信が正常に行われぬ場合があり、同じ写真区分の作業において撮影およびデータ送信を、何回か繰り返す必要があった。
- ⑥ 今回、写真データ撮影および送信に使用した PDA のデジタルカメラは、約 35 万画素とデジタル写真管理情報基準 (案) に記載されている 80 万画素以上をクリアしていない。なお、この問題に対しては、今後の技術開発により問題解決を図ることとしている。

(2) 外部共有サーバでの処理

- ① 送信されたデータの受信処理、必要事項の入力および承認といった行為の全てを、サーバサイドアプリケーションで行ったことによって、クライアント側ではブラウザのみで処理・閲覧が可能となり、ウェブ上での工事写真の管理や検査を可能とした。このことは、受・発注者の関係者が場所や時間に制限されずに工事写真の納品、管理および検査ができた。対象の工事における段階検査は 13 回行われたが、この段階検査全てにおいて本システムを使用して検査を行った。このことにより、監督員の職場と工事現場の移動時間 (約 40 分) が削減されると同時に、検査願いから検査終了までの時間が短縮された。
- ② デジタル写真管理情報基準 (案) に沿った電子納品 (CD-R 等) に対応するための電子納品データ作成機能により、納品データ作成の時間短縮が図られた。
- ② インターネットを利用したデータ交換により工事写真の「公開性」が確保され、公開されるこ

とで工事関係者は品質管理や安全管理に対する意識向上が図られた。

5. 結論

本論文では、工事写真の果たす役割を述べ、PDA と外部共有サーバを用いた工事写真検査システムの提案を行い、システム構築と実証フィールド実験により考察を行った。以下に本論文の内容をまとめる。

- (1) 第2章では、公共工事における工事写真の役割と、建設 CALS/EC 前後における工事写真の一連の流れを示し、工事写真が資料的役割を果たすための要素として「公開性」が求められること、証拠的役割を果たすためには「情報の信憑性」が求められることを述べた。その役割を確保し、併せて工事写真が納品されるまでの流れの簡素化も含めたシステムの提案を行った。
- (2) 第3章では工事写真の役割を十分に果たすためのシステムとして、PDA と外部共有サーバを用いることを述べ、システム構築に必要となる構成技術について、データ送信側である PDA と受信側である外部共有サーバにおいて、機能や方法について具体的に説明を加えた。特に、写真データの「情報の信憑性」の確保に関し、GPS 情報と写真情報を連携付ける方法を提案し、システムの構築を実現した。
- (3) 第4章では実際に構築したシステムについて、実証フィールド実験を行い、適用事例として紹介した。写真データ送信側の処理では PDA による現場サイドの処理方法について、写真データ受信側の処理では外部共有サーバにおける処理方法について説明し、実証フィールド実験により明らかとなった有効性や問題点について考察を行った。

なお、今回のシステムではデータ送信に電子メールを使用した。電子メールでは盗聴というセキュリティ上の問題があるが、電子署名等により盗聴防止の対策は可能である。しかし、写真データや文書データなどの、工事期間中、頻繁にやり取りされるデータ交換における電子認証は迅速に行われる必要があり、この

問題については今後の課題としたい。

また、河川 GIS の整備が現在進行中⁹⁾であるが、工事写真に位置情報を関連付け、データベース化することにより、河川 GIS との連携も可能となると同時に、施工段階から維持管理段階に移行する際に、改めてデータベースの整備をする必要がなく、効率的な情報利用が可能となると考える。

6. 謝辞

本研究で橋梁工事の施工主体である福井県福井土木事務所の関係各位および橋台工事の請負者である(株)吉田組の関係各位には、ご多忙の中ご協力を頂きました。記して謝辞を表します。

<参考文献>

- 1) 国土交通省 CALS/EC 公共事業支援統合情報システム : <http://www.mlit.go.jp/tec/cals/index.htm>、2002年4月現在。
 - 2) 日経コンストラクション 特別編集版 電子納品ガイドブック、22頁、2002.4。
 - 3) 山本他：建設 CALS/EC 実証フィールド実験のためのデータ交換技術について、土木情報システム論文集、第9巻、土木学会、1~10頁、2000.10。
 - 4) 馬場他：電子認証技術を用いた工事打合せに関する一提案、年次学術講演会講演概要集第6部 CD-ROM 版、2001.9。
 - 5) 土木工事写真管理研究会編：新版土木工事写真の手引き—デジタル写真にも対応—、(社)全日本建設技術協会、平成12年3月。
 - 6) 立花他：成果物電子納品・保管管理システムの開発、(財)日本建設情報総合センター建設情報研究所 第3回建設情報研究所研究発表会、2001.11. : <http://www.jacic.or.jp/kenkyu/>
 - 7) Scalable Vector Graphics (SVG) 1.0 Specification W3C Recommendation 04 September 2001 : <http://www.w3.org/TR/SVG/>.
 - 8) デジタル写真管理情報基準(案)：国土交通省、平成14年3月。
- 河川基盤地図ガイドライン(案)：国土交通省、平成13年12月