

タブレットとICタグを用いた 構造物情報管理支援ツールの研究

Study of the construction supervision support tool using
Tablet PC and IC tag



田原 孝*



後藤 貴士*

A large amount of information is created and stored for a construction project. Especially at the construction work phase, much time is consumed to collect inspection related data in order to conduct quality control tests every day, and developing an efficient inspection method is desired. In this study, we have created a tool to conduct quality control tests for structures at the construction phase, utilizing a radio frequency identification technology, and conducted a test at a construction site. The result shows that the inspection and subsequent data management can be done efficiently. Additionally, we showed that the developed tool can lead to the information cooperation which crosses over from design to maintenance.

●キーワード：自動認識技術、品質管理業務、構造物情報、タブレットPC、データベース

1. はじめに

鉄道事業における建設プロジェクトでは、工事の進捗に伴い、工事関係者の間で幾度もプロジェクトに関する情報の交換を重ねていくが、それらの多くは、紙の図面や台帳を用いたものを中心として行われている。これらの情報は管理箇所ごとに個別に蓄積されるため、情報の共有不足による施工時の不整合を招き、作業の手戻りを招くこともある。また、図面や台帳の作成では、何度も書き改めることが多く、多大な労力がかかり、現在の建設生産システムは決して効率的とは言えない状況にある。

そこで、これらの状況を改善し、作業の効率化を図っていくためには、工事や役務の作業方法の見直しと情報の蓄積・交換手法に新たな仕組みを導入することが必要であると考え、筆者らは3次元プラットフォームによる情報管理の手法について検討を行っている。図1は、その概要を表すもので、プロジェクトの情報をプラットフォームを通して一元化した上で、業務プロセス段階を跨いだ複数の関係者間での利用を

可能とすることで、情報の蓄積と交換が効率的になる。また、地形と構造物を3次元モデル化により可視化した情報のデータベース（以下、DB）連携を行うことで、各業務プロセス段階（のクライアントPC）で視覚的に情報を把握することが可能となり、理解力の向上と手戻りの減少が期待される。企画・計画、調査・設計、工事施工、維持管理の各プロセス段階を通して、一元化した情報を利活用していくことにより、建設生産システム全体での生産性は向上していくと考えられる。

この仕組みを実現するためには、情報を蓄積する媒体、情報を記録する媒体、情報を視覚化する媒体、業務プロセス段階を跨いで情報を交換する媒体、およびこれらの媒体を利用するためのツールの整備・開発が必要である。

本研究は、工事施工段階における品質管理業務の効率化、および建設生産システムにおける情報の記録、交換、利用の円滑化を実現する媒体の開発を目的として、自動認識技術を活用した情報管理支援ツールについて検討を行った。

2. 品質管理業務について

工事施工段階では、発注者側の監督者は原則として毎日現場の巡回を行い、構造物の施工状況と出来形の確認を行っている。これは品質管理業務と呼ばれている。出来形の管理手順は、図2に示すように、まず、施工者が設計図面をもとに検査記録簿を作成する。次に、現場で、設計図面集の中から検査対象の構造物の図面を探し、構造物と図面との照合を行い、検査記録簿から検査対象構造物のページを探し出した後、測定に入る。構造物の寸法や形状を確認し、その結果を検査記録簿に記入した後、規格値を満たしているかチェックを行う。そして、発注者側の監督者が施

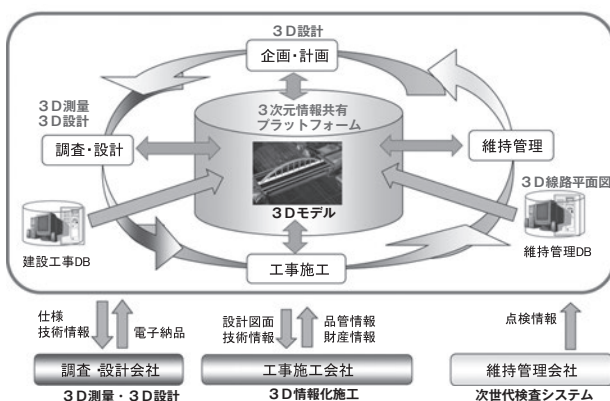


図1 新たな情報交換の仕組み

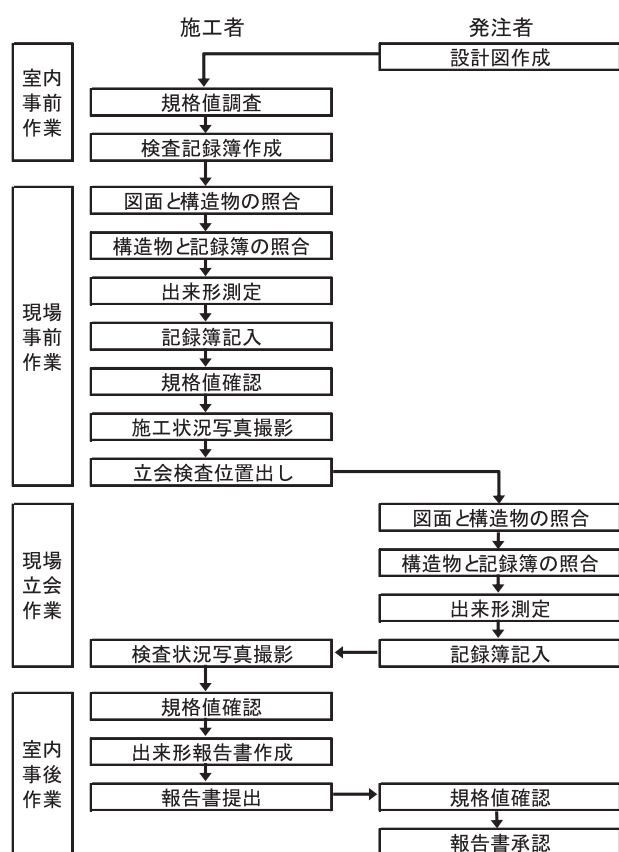


図2 出来形の管理フロー

工者の事前の測定値をもとに立会い確認検査を行う。最後に、一連のこれらの記録を報告書として整理する。この作業を工事の進捗に応じたブロックごとに何度も繰り返す。この過程において、検査対象構造物の取り違い（本来とは違う検査記録簿への記入）、検査記録簿の記入欄の間違い、測定値の誤記入といった事象が発生している。その原因として、いくつかの似たような構造物を見分け、同様の検査を反復して続けることが、見誤り、勘違い、書き間違いといった人為的なミスを引き起こしていると考えられる。このため、ミスを減らすためには人間の主観を挟まない仕組みを導入することが望ましい。

一意に検査対象を特定することを可能とすれば、人為的なミスを減らすことができるとともに、時間の短縮が図れ、作業が効率化することが見込まれる。そこで、自動認識技術に着目し、同技術の持つ個体識別特性を活用することにより、一意的に対象物の特定が可能になると考え、自動認識技術のひとつであるICタグと携帯式端末を用い、品質管理業務を支援する情報管理ツールの開発を行うことにした。

3. 構造物情報管理支援ツール

3.1 自動認識技術とICタグの概要

自動認識技術（Automatic Identification Technology）は、「人間を介さず、ハード、ソフトを含む機器により自動的にバーコード、磁気カード、RFID（Radio Frequency Identification）などのデータを取り込み、内容を認識すること」と規定される。その種類は、1次元シンボル（バーコード）、2次元シンボル（QRコード等）、RFID（ICタグ）、OCR、磁気ストライプカード、コンタクト付きICカード、コンタクトレスICカード、バイオメトリクスがあり、これらを総称して「データキャリア」と呼ばれている。このうち、バイオメトリクスを除くデータキャリアは、あらかじめ規定されたデータやシンボルなどを機械により認識するものである。

ICタグは、記憶装置を持つICチップとアンテナから構成されたカード状またはタグ状の媒体を商品などの物体に設置し、電波を用いて非接触で記憶されたデータを送受信する。ICタグの情報の読み書きは、リーダ（読み取り）／ライタ（書き込み）（以下、r/w）を用いて行われ、そのデータは、コンピュータのDBで管理されるのが一般的である。

3.2 情報管理支援ツールの概要

構造物情報管理支援ツールの概念は、図3に示すように、構造物に付与したID（ここでは、構造物に「A」というIDを付けた）をもとに、設計・施工・維持管理段階の「A」の情報を構造物に取り付けたICタグを通して逐次更新するツールであり、かつ施工段階の品質管理業務、維持管理段階の点検業務を支援し、業務の効率化を可能にするものである。

ツールは、ICタグと携帯式端末（タブレット）、DBサーバ、および通信回線で構成され、r/wにはNFC（Near field communication）のものを用いている。設計段階で構造物の任意の単位（例えば、コンクリートの打設単位とした場合、図4に示す構造物では、打ち継目で分けた3つのブロック）ごとに付与した各IDに応じたデータを収納するDBを構築し、施工段階において、DBとの紐付けを行ったICタグを構造物に設置する。このICタグをr/wにより認識すると、携帯式端末にそのIDに関する構造物情報が呼び出され、図面の参照や品質管理記録の登録が可能となる。

従来の品質管理業務では、出来形の確認検査を実施する段階、出来形管理記録を報告書として整理する段階、および施工者から発注者に提出された報告書の内容を確認する段階において多くの時間を要している。また、プロジェクト

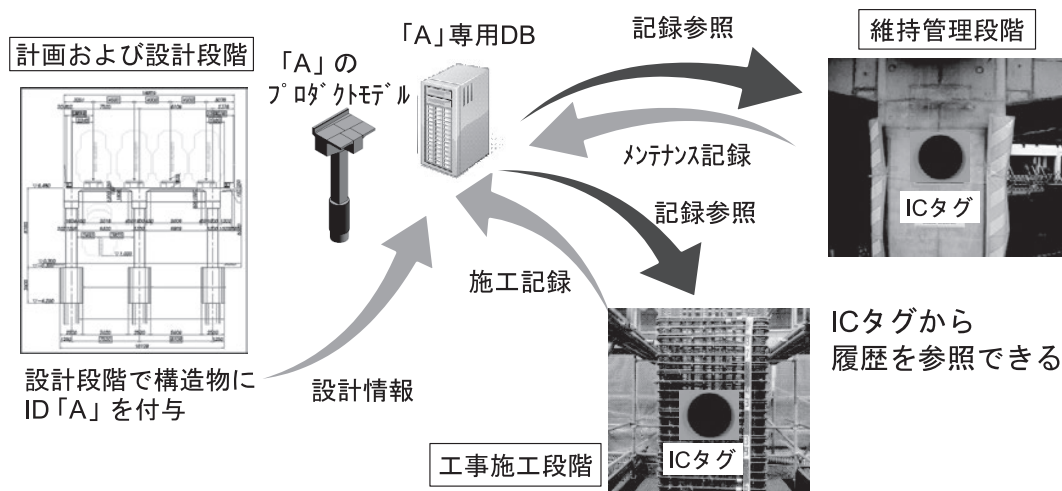


図3 IDによる構造物情報管理

を通して提出される報告書の量が膨大となるため、その保管場所が嵩むことや書類の検索に手間取ることが問題となっていた。そのため、本ツールでは、出来形の確認検査における閾値判定の自動化、検査記録の報告書作成から監督員へ提出するまでの過程のワークフロー化を行い、処理の迅速化を図るとともに、報告書のDB化により保管上の課題を解消した。

本研究では、建設段階で構造物に設置したICタグを完成後もそのまま使い続けることを想定している。現地構造物から構造物の生産の生い立ちを知り得ることは、維持管理段階における修繕の迅速化に繋がり、本ツールの実現は意義深い。

3.3 IDの関連付け

本ツールは、施工段階の構造物にICタグを貼り付ける仕様になっている。ICタグ設置面へのコンクリート打設や隣接した構造物の構築により、物理的にICタグの読み取りが不可能な環境が発生することやICタグの寿命により読み書きが不能となることが想定されるため、検査記録簿に複数のIDを関連付ける機能を本ツールに装備した。これにより、ICタグの切り換えが

可能になるとともに、施工の進捗に応じて複数のICタグを一つのICタグで管理することが可能となる。例えば、図4に示す構造物Aの場合、新たにA-0というICタグを設置し、ID:A-3の検査記録簿に登録した場合、タグA-0からもA-3の情報が参照可能となり、ID:A-3からタグA-0に読み書き機能を置き換えることもできる。また、A-0とID:A-1、ID:A-2、ID:A-3の3つのIDを関連付けた場合、タグA-0から構造物Aに関するすべての情報を参照することが可能となる。

4. 現場での確認試験

鉄筋コンクリートラーメン高架橋の建設工事現場の鉄筋工の工程において、組み立て段階の鉄筋にICタグを取り付け、開発したツールの機能確認試験を行った。

4.1 ID登録

本ツールでは、発注者と施工者がツールを共用することにより、情報交換の効率化を図っており、ユーザに応じてアプリケーションを使い分けている。そのため、ツールのユーザを特定するため、事前にユーザIDの登録を行う。このユーザ登録時に承認順序（表1）を登録することにより、報告書の回付の際は1番から昇順に実行されることになる。

4.2 ICタグの認識、検査記録簿・図面の参照

本ツールは、使用時にユーザIDを登録したICカードを認識させることにより、ユーザに対応したアプリケーションが起動する仕様になっている。試験では、r/wにICカードをかざし、携帯端末でツールを起動させ、ユーザが認証されていることを確認した。続いて、図5に示すように、鉄筋にICタグを取り付け、r/wによる読み取り確認を行った。r/wには通信距

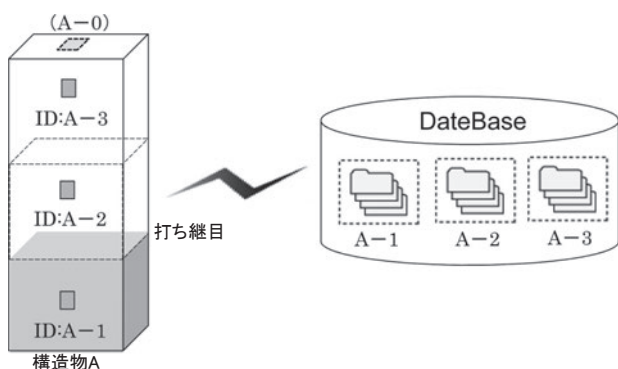


図4 IDの割付

表1 ユーザ登録

タグID	名称	氏名	承認順序
施工者01	工事係	千葉一郎	1
施工者02	監理技術者	東京二郎	2
施工者03	所長	高崎三郎	3
発注者01	施設係	仙台四郎	4
発注者02	助役	盛岡五郎	5
発注者03	区長	新潟六郎	6



図5 構造物管理用ICタグと認証時のツールの画面



図6 ツールでの検査記録簿の構成と規格値判定状況

離の短いNFCを採用したため、鉄筋や隣接のタグに影響されことなく、正常にタグを認識し、ICタグに紐づいたIDの構造物情報（検査記録簿、図面）をDBから瞬時に読み出すことに成功した。また、複数の異なるICタグの読み込みを行い、それぞれに紐づいた情報を呼び出しできることを確認した。これにより、現場での構造物と検査記録簿などの照合に要する時間は、ほぼ無くなることを示した。

4.3 検査記録の登録、報告書の提出

前節で読み出しを確認した検査記録簿について、検査記録の入力とDBへの結果の登録が正常に行われるか、ツールの動作確認を行った。

試験的に規格値を超える数値を入力した場合、図6に示すようにセルが着色表示され、従来の赤ペンによる数値チェック作業を省略できることを確認した。また、検査値の入力後、登録を実行すると検査記録はIDごとにそれぞれDBに登録された。

続いて、本ツールでは、Wi-Fi機能付きカメラを用いることで、ICタグの認証後にカメラ操作を行うと、IDごとに写真がDBに登録される仕様となっており、それらが実行されていることも同様に確認した。

本ツールは、検査記録の整理と報告書承認を迅速化するため、IDごとに集約された検査記録をそのまま報告書として利用し、監督員に提出する仕組みとし、報告書の作成作業と書類の提出作業を削減している。そのため、ツールとメールソフトを連動させ、メール上に貼られたリンクから検査記録の入ったDBを参照できるようにし、また、ユーザID登録の際に設定した表1の承認順序に応じて、ワークフローでの承認（または否認）行為が進むシステムとした。今回の試験では、現場で登録した出来形の確認検査データがワークフローに応じて最終承認者まで処理できることを確認した。

5. 結論

本研究では、品質管理業務の効率化と情報の蓄積方法の改善を図るため、自動認識技術を用いた情報管理支援ツールを作成した。建設工事現場での試験の結果、現場での確認検査に取り掛かるまでの時間が短縮されること、検査対象構造物の取り違いが防止できること、検査時の規格値のチェックが瞬時に行えること、IDごとに検査記録値をDBに登録できること、またそれらを現地構造物に取り付けたICタグから参照できることを確認した。また、検査後の報告書作成・承認作業において、検査記録の蓄積・読み出し、承認が行えることを確認した。これにより、出来形確認検査から報告書提出までの処理が迅速になるとともに、関係者間での情報の利活用が容易になると考えられる。

本ツールは、施工段階では設計段階の情報、維持管理段階では施工段階の情報と、建設ライフサイクルの上流の情報を現地構造物を通じて瞬時に得ることができる。そのため、現場の技術者の判断が迅速化し、円滑に施工やメンテナンス作業を着手できるようになることが期待される。

参考文献

- 1) 一般財団法人日本自動認識システム協会HP：
<http://www.jaisa.jp/about/index.html/>（入手2014.10.27）