

## 全数検査記録に対応した配筋検査支援システム

金子 智 弥      浜 田 耕 史      鈴 木 理 史  
森 岡      徹      藤 生 直 人      堀 内 英 行  
(東京本店 建築事業部) (東京本店 建築事業部) (本社 情報ネットワーク部)

### Development and Application of Inspection Support Tool for Reinforcing Bar Work

Tomoya Kaneko      Koji Hamada      Masashi Suzuki  
Toru Morioka      Naoto Fujiu      Hideyuki Horiuchi

#### Abstract

In Japan, structural inspectors appointed by building owners or managers place considerable importance on the traceability of rebar inspections; essentially, this involves traceability of photographs and reports. Toward this end, we developed an inspection support tool for reinforcing bar work. This tool has the following features. 1) Its progress view shows certain points that require inspection and photographing. This helps field engineers control the progress in an easier manner and prevents oversights. 2) On a job site, a handheld computer can be used to view the bar arrangement drawings and record the inspection results. 3) It can sort photographs according to their subjects by reading the EXIF information, which is written by a digital camera equipped with a memo function, when the photograph is taken. 4) It can create a detailed inspection report and an inspection photo album. We applied this tool to the inspection of the construction of a medical building. Relative to conventional inspection, our tool enabled faster rebar inspection.

#### 概 要

鉄筋工事の良否は鉄筋コンクリート構造物の耐力と耐久性を左右するまた、コンクリート打設後では鉄筋の施工状況の確認は困難であり、万一不具合が発覚した場合には補修・補強が難しい場合が多い。さらに、トレーサビリティの重要性の高まりから、全箇所の検査記録が求められている。そこで、つぎのような特徴をもつ配筋検査支援システムを開発した。1) 検査箇所・写真撮影箇所をあらかじめ明示し、検査の進捗を把握できるようにして検査漏れを防ぐ。2) 施工現場ではPDAを利用し、必要な図面を参照し、検査結果を記録する。3) メモ機能付きデジタルカメラを利用し、工事写真を自動的に仕分ける。4) 検査票・写真帳・是正記録の作成を迅速化する。本システムを、在来工法による鉄筋コンクリート造の総合病院新築工事に適用した。その結果、工事写真の自動仕分け機能や、検査帳票と工事写真帳作成の自動化により、鉄筋工事の品質管理のトレーサビリティを実現すると共に、検査の手間を大幅に削減できることが分かった。

#### 1. はじめに

鉄筋工事の良否は、鉄筋コンクリート（以下、RC）構造物の耐力と耐久性を左右する。また、コンクリート打設後では鉄筋の施工状況の確認が困難であり、万一不具合が生じた場合には補修・補強が難しい場合が多い。したがって墨出しからコンクリート打設までの各工程で、検査を確実に行うことが重要である。本報では、鉄筋が設計図通りに施工されていることを、専門工事会社・工事管理者・設計監理者が確認する業務を配筋検査と呼ぶ。

建築工事における配筋検査の記録は、従来、検査によって不具合を指摘された箇所とその是正結果の記録が中心であった。近年、トレーサビリティの重要性の高まりから、検査で適正だった箇所も含め、全箇所の検査記録が求められている。全箇所の検査記録は、適正な工事と検査実施の証明となる一方で、記録業務の手間を増加させる。

また、在来工法に加えてRC構造物の部材を工場製作するプレキャストコンクリート（以下、PCa）造は、在来工法に比べて品質向上と工期短縮が期待できるため、高層集合住宅を中心に採用されている。PCa造の配筋検査は、PCa工場での製作過程の自主検査と、工事管理者による製品検査が中心で、全部材の検査記録が求められている。

このような背景から、従来よりも詳細な検査業務を効率よく実施する必要性を大いに感じ、携帯端末を利用した「配筋検査支援システム」を開発し実用化した。

本報では開発したシステムのねらいと機能概要、および総合病院の新築工事に適用した結果について報告する。

#### 2. システム開発の目的とねらい

##### 2.1 配筋検査業務の現状調査

システム開発の必要性を詳細に検討するために、配筋

検査業務の現状調査を行った。

Fig.1 は、5 工事における躯体工事期間中の管理業務の比率を工種別に示したグラフである。派遣社員や外注作業員を含む建築係りの人員配置を基に、ヒアリング調査によって作成した。その結果、鉄筋工事に関する業務が 1/4 を占めていることが分かった。また、その内訳の半分以上が品質管理業務であった。

Fig.2 は、鉄筋工事の品質管理業務の内訳を示している。このうち、全箇所を検査記録を残す場合に工数の増加が予想される業務は、検査計測・検査書類作成・工事写真撮影・工事写真整理であり、全体の 65% を占める。全箇所・全数検査記録を実施するには、情報技術によるこれらの業務の支援が必要なが分かった。

このほか、ヒアリング調査から次のような課題が明らかになった。

- 1) 検査に必要な情報が構造図・施工要領書に散在しており、検査場所に多くの図面を所持しなければならない。
- 2) 検査内容が分かる写真を大量に撮影する。このため写真には検査箇所の配筋図を書いた黒板を写し込むことが求められる。
- 3) 大量の検査結果と工事写真を整理し、検査報告書を作成する必要がある。

## 2.2 工事管理にける情報機器の活用

一般に、品質管理の基本は Plan (計画), Do (実施・実行), Check (点検・評価), Action (処置・改善) の PDCA サイクルを回すことであると考えられている。建築工事の品質管理では、Check の大半が施工現場における検査・計測である。検査・計測の結果を速やかに整理・分析すれば、作業の不具合や遅延に対して、適切な Action を迅速に実施できる。工事管理者や作業者が携帯端末等を利用し、検査・計測の結果をデジタル情報で記録することは、この Check から Action への移行を加速するねらいがある。

工事管理業務の合理化に電子手帳やペン入力型パソコンなど携帯端末を利用する取組みは、1992 年から報告されている。松岡らは集合住宅新築工事向けに電子手帳を利用した作業進捗および仕上げ検査システムを開発した<sup>1)</sup>。その結果、情報の集計と帳票作成の効率化に効果があることを示した。また森と天羽は図面表示機能とペン入力が可能なペン入力型パソコンを利用した仕上げ検査システムを開発した<sup>2)</sup>。このシステムでは図面を含む帳票を作成でき、指摘箇所を図面によって示すことが出来た。

大林組では図面が閲覧できる画面サイズと施工現場での可搬性とのバランスを考慮して、Personal Digital Assistant と呼ばれる手のひらサイズの端末 (以下、PDA) を工事管理の様々な用途に利用している<sup>3)~5)</sup>。特に集合住宅の内装工事の検査には社内標準ツールとして広く普及している。

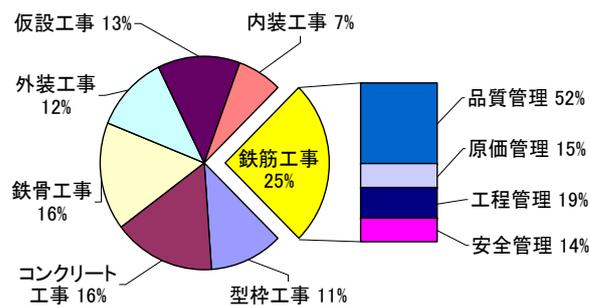


Fig. 1 鉄筋工事の工事管理業務比率 Items and Ratios in Re-bar work Management

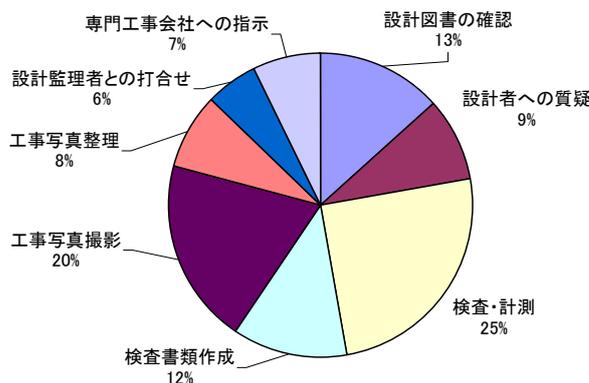


Fig. 2 鉄筋工事の品質管理業務の内訳 Items in Re-bar work Quality Control

Table 1 システムの機能構成 Functions of the tool

機器	機能分類	機能内容
パソコン	配筋検査管理	・検査箇所の設定・変更
		・検査進捗状況の確認
		・検査結果の帳票作成
	施工現場個別設定	・確認項目の設定
		・帳票書式の設定
工事写真管理	・撮影箇所情報の書出し	
	・写真の一括自動仕分け	
	・写真帳の作成	
PDA との同期	・PDA へのデータ書出し	
	・PDA からのデータ取込み	
デジタルカメラとの同期	・カメラメモファイル作成	
	・写真の一括取込み	
PDA	配筋確認記録	・検査箇所と検査状況の表示
		・構造図・配筋図の表示
		・配筋確認結果の記録
デジタルカメラ	検査箇所情報付き写真の撮影	・撮影箇所情報の選択
		・撮影箇所情報付き写真の撮影

配筋検査に携帯端末を利用する取組みは、2003 年に平林と高野の報告がある<sup>6)</sup>。施工現場での検査にペン入力型パソコンを用い、検査時間と帳票作成時間を短縮する効果があることを示した。また、中島らは PDA と IC タグを利用するシステムを開発した<sup>7)</sup>。配筋検査箇所と

検査担当者をICタグで特定するシステムで、検査記録の厳密性の確保をねらっている。

### 2.3 システム開発のねらい

全箇所検査記録の業務負荷を軽減するため、以下の点に注目してシステムを開発した。

- 1) 検査箇所・写真撮影箇所をあらかじめ明示し、検査業務の進捗把握を容易にする。併せて検査漏れも防ぐ。
- 2) 施工現場ではPDAを利用し、必要な図面を参照し、検査結果を記録する。
- 3) メモ機能付きデジタルカメラを利用し、工事写真を自動的に仕分ける。
- 4) 検査票・写真帳・是正記録などの帳票作成を迅速化する。
- 5) 施工現場の検査体制に応じて確認項目を柔軟に設定できる。
- 6) PCa工場での製品検査にも利用できる。

## 3. システムの概要

### 3.1 システムの機能構成

システムの機能構成をTable 1に示す。本システムは、複数台のパソコン・PDA・デジタルカメラを連携したシステムである。パソコンは、検査結果および工事写真の管理、検査業務の進捗管理、帳票の作成等の主要な機能のほか、PDAやデジタルカメラとの連携機能を持つ。Fig. 3はパソコンのメイン画面である。PDAにはパソコンの機能のうち、施工現場で検査に必要な機能のみを備えている。

### 3.2 システムを利用した業務の流れ

システムを利用した配筋検査の流れをFig. 4に示す。図中に示す「(1)導入前準備」は施工現場における利用に先立って行い、「(6)変更への対応」は随時行う。したがって、実際の検査はコンクリート打設工区ごとに「(2)検査の準備」から「(5)検査のまとめ」を繰り返して進める。

PCa造の場合、「(3)施工現場検査」は、工事管理者がPCa工場で行う製品検査となる。PCa工場における製品検査は、コンクリートの養生期間中に複数工区分の部材をまとめて行うことができる。

- (1) 導入前準備：施工現場における利用に先立って、配筋検査に必要な構造図を登録する。図面はCADデータをイメージデータに変換する、または紙図面をスキャナなどで取り込む。柱や梁等の断面リストは、符号と階で所定の図面を呼出せるように、表形式を指定して取り込む。次に、Fig. 5に示す設定画面で、検査対象とする部位と部位ごとの確認項目を設定する。個々の確認項目については、“検査箇所ごとに写真を撮影する”、“現場で計測した数値を記録する”、などの詳細を設定する。最

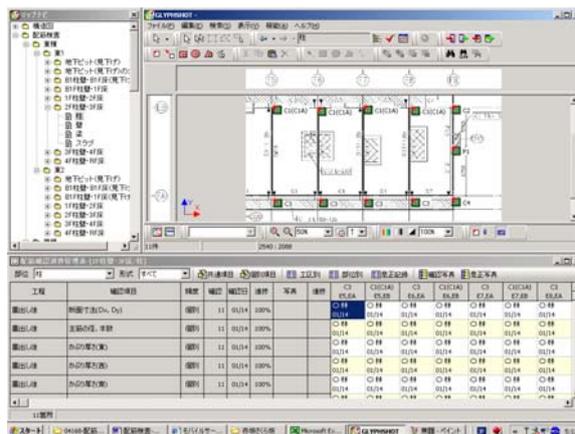


Fig. 3 パソコンの配筋検査進捗管理画面  
Inspection Progress Control view of the tool

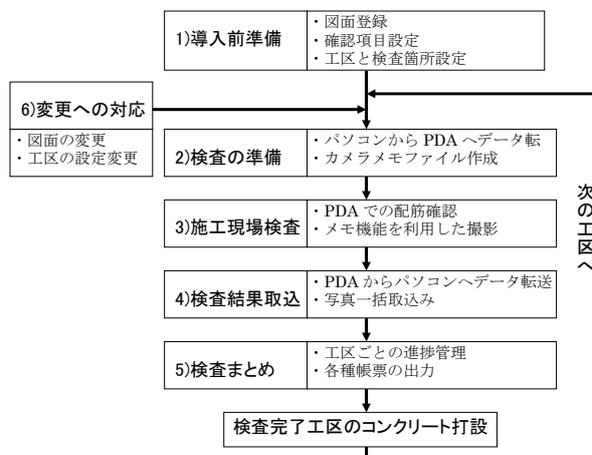


Fig. 4 システムを利用した配筋検査  
Inspection work flow using the tool

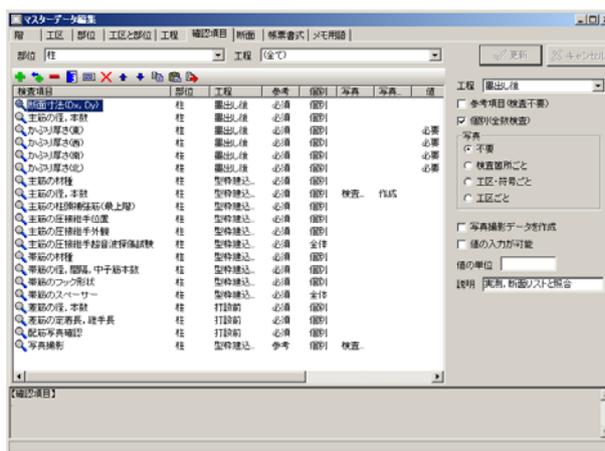


Fig. 5 確認項目設定画面  
Setting up of Inspection Items

後に伏図等の平面図の表示画面上に、検査箇所を設定する。

- (2) 検査の準備：施工現場で検査を行う前に、PDAにデータを送信する。また、デジタルカメラに検査箇所を示すキーワードを転送する。
- (3) 施工現場での検査：PDAの検査内容確認画面を

Fig. 6 に示す。PDA もパソコンと同様に、検査箇所が平面図上のアイコンとして表示される。アイコンを選択すると、当該箇所の検査箇所の構造図が表示される。柱や大梁では平面図上の位置が同じでも階によって鉄筋の径・本数・間隔などが異なる場合がある。このような部位の検査では、上・下階の構造図も参照する必要がある。そこで本システムでは常に上・下階の構造図も表示し、特に上・下階で配筋が違えば“！”記号で注意を促すようにしている。検査結果は、確認項目に、合格・要是正・是正済みを記録するほか、必要であれば数値やメモを記録する。写真撮影は、デジタルカメラで該当箇所を示すキーワードを選択して撮影する(Photo 1)。これによって写真のEXIF 領域に検査箇所の情報が記録される。

- (4) 検査結果の取込み：施工現場での検査終了後に、PDA とデジタルカメラからパソコンにデータを取り込む。写真は検査箇所に自動的に振り分けられる (Fig. 7)。
- (5) 検査のまとめ：検査箇所と確認項目の一覧表示画面によって検査および写真撮影の進捗状況を確認する。全ての検査完了後に、工区別管理表・部位別管理表・工事写真帳等の帳票を出力する。PCa 造の場合は、部材ごとのPCa 部材検査記録を出力する。また、検査で不具合があった場合は、不具合箇所がキープランで確認できる是正記録表と、是正前後の写真を対比した是正写真帳を出力する。
- (6) 変更への対応：運用中に計画変更があった場合は、対応する図面を差替える。また、コンクリートの打設範囲が変更になった場合は、工区の変更を行う。これらの変更は2)の検査の準備によってPDA とデジタルカメラに反映する。

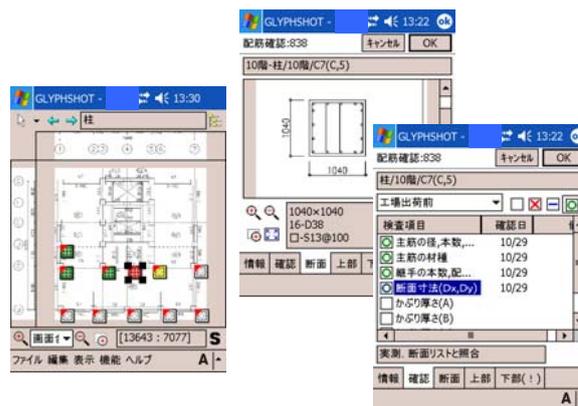
### 3.3 電子納品への対応

公共工事では、工事関係書類の電子納品が義務付けられているため、大林組では電子納品に対応した市販の写真管理ソフトを社内標準に定めている。その他の工事写真とあわせてこのソフトで一元管理するために、配筋検査支援システムは写真データのエキスポート機能を持つ。Fig. 8 はエキスポートしたデータを、写真管理ソフトに取り込んだ状態を示す。写真撮影箇所の配筋図と撮影箇所を示すキープランを合わせて出力できるため、従来よりも分かりやすい検査記録を自動的に作成できる。

## 4. システムの適用

### 4.1 工事概要

本システムを適用した総合病院新築工事の概要をTable 2 に示す。この工事では、監理者から全数検査記録書類の提出が求められた。システム適用前の地下躯体工事の実績では、写真撮影業務は1枚あたり4.2分、写真



(a) 平面図表示画面 (b) 断面表示および確認画面  
Fig. 6 PDA での検査内容確認画面

### Inspection view of PDA



Photo 1 デジタルカメラでの撮影状況

### Taking photos by Digital Camera



Fig. 7 写真管理画面

### Management of Inspection photos

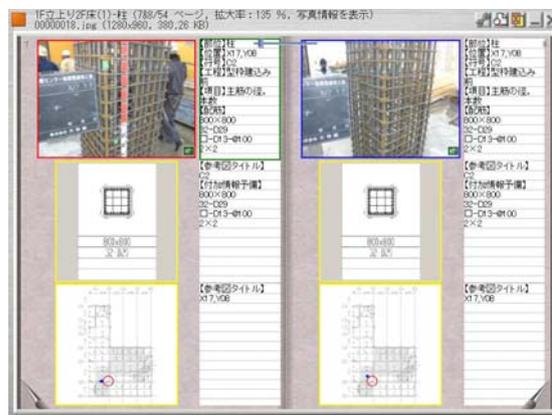


Fig. 8 写真管理ソフトとの連携  
Collaborate with album software

整理業務は1日あたり3時間を要した。地上躯体工事ではこれら業務の増大が予想されたため、監理者と協議の結果、本システムの採用を決定した。この時、工事写真に撮影箇所の配筋図を記入した黒板を同時に撮影する必要がないことを確認した。これは、本システムでは、撮影箇所の配筋図を含んだ工事写真帳を作成できるためである。

#### 4.2 適用結果の概要

システムの適用結果の概要を Table 3 に示す。適用期間は地上躯体工事を行った約6ヶ月であった。検査対象部位は、柱・壁・梁・床・階段とし、検査箇所数は4,467箇所であった。

図面の登録と検査箇所の設定等の導入前準備は大林組の情報系関連会社に委託した。検査箇所数が多かったものの、Fig. 9 に示す断面リストの一括登録機能や、検査箇所を上下階に複写する機能を利用して、7人日で行え

Table 2 システム適用工事の概要

Outline of the construction	
工事場所	横浜市
工期	2008/07/09-2010/02/10
建物用途	病院
構造・規模	RC造 地上7階
建築面積	9,131.62 m <sup>2</sup>
述床面積	33,036.04 m <sup>2</sup>

Table 3 システム適用結果の概要

Outline of the application of the tool	
適用期間	2009/02/08-2009/07/25
対象部位	柱, 壁, 梁, 床, 階段
打設工区	52工区
検査箇所	4,467
導入前準備	7人日
使用機器	サーバ パソコン7台 PDA 4台 カメラ4台
検査体制	(検査+写真) 最大4班
写真撮影枚数	49,765枚

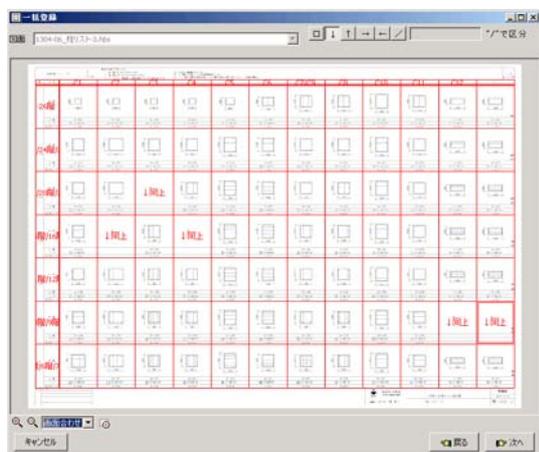


Fig. 9 断面リストの一括登録画面  
Setting up of structural drawing

た。

検査体制は検査担当と写真担当を1組として、最大4班で検査を行った。Photo 2 はPDAによる検査状況である。検査結果と工事写真は工事事務所内のサーバに保管し、工事管理者が利用するパソコン7台で検査結果を共有した。鉄筋工事の管理責任者はPhoto 3 に示すように進捗管理画面で検査の状況を確認し、Fig. 10 に示すような帳票と写真帳を出力した。また、工事事務所内のサーバには本社サーバに自動的にデータのバックアップを作成する機能を導入し、故障などの不測の事態に備えた。

#### 4.3 適用結果

撮影した工事写真は49,765枚で、1箇所平均約11枚となった。Table4は写真管理に要した作業時間を、従来方法と比較したものである。写真1枚あたりの撮影所要時間は平均3.2分であった。これはシステム導入によって撮影箇所の配筋図を黒板に記入する時間が不要になったためである。従来方法と比較して24%の工数削減効果があり、地上躯体工事も従来方法で行った場合を想定すると、システム適用によって109人日の工数を削減できたことになる。

工事写真の整理業務は、写真の仕分けやコメントの記入がほぼ不要になったため、10分/日程度の手間で済ん



Photo 2 PDAによる検査の状況  
Re-bar work Inspection on site using the tool



Photo 3 配筋検査業務の進捗管理  
Inspection Progress Control using the tool

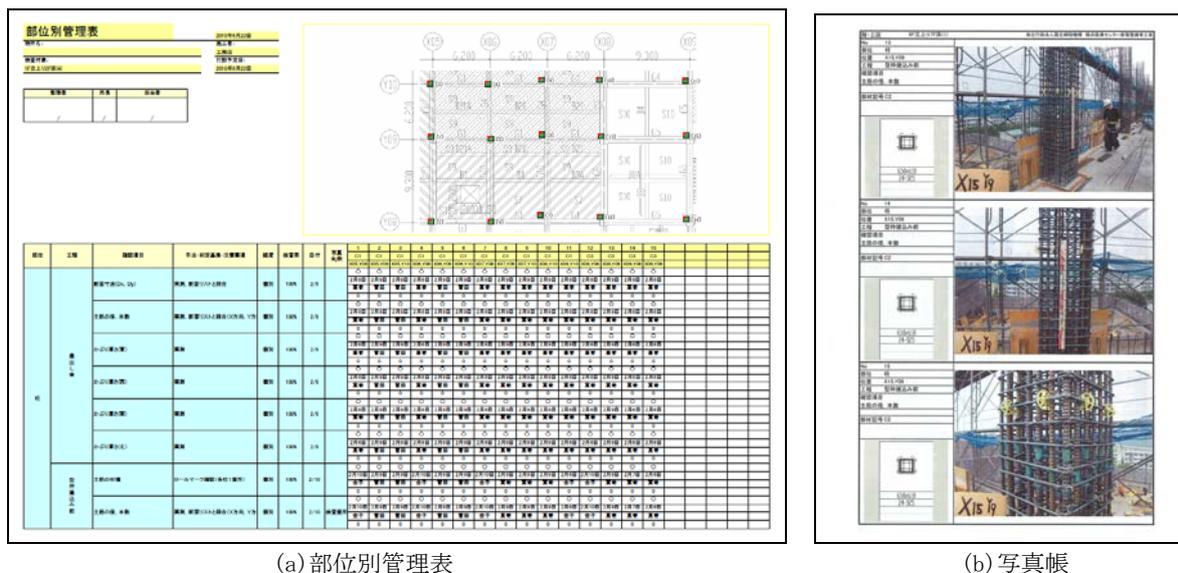


Fig. 10 帳票出力の例  
Sample of an Inspection Report

Table 4 工事写真管理の所要時間の比較  
Effectiveness in photo management work

	従来方法	システム利用
工事写真撮影 (分/枚)	4.2	3.2
工事写真整理 (分/日)	180	10

だ。これは従来方法と比較して 94%の削減効果である。地上躯体工事も従来方法で行った場合を想定すると、システム適用によって 62 人日の工数を削減できたことになる。

以上のように、工事写真の撮影と写真整理に特に大きな効果があったが、ヒアリング調査によって次のような効果も確認できた。

- 1) 施工現場での検査では PDA のみで構造図等の多くの図面を所持する必要がなくなった。
- 2) 当該箇所構造図だけでは気づきにくい柱主筋本数などの上下階の変化が警告表示されるので、注意喚起できた。
- 3) 検査項目がリスト化されているため、同一基準で検査ができた。
- 4) 複数班で同時に行った検査結果を、簡単に統合できたので、実質の検査時間を短縮できた。
- 5) 検査項目ごとに確認日・確認者・写真枚数が記録され、検査業務の進捗状況を一覧表示できるため、検査や写真の過不足がなかった。

5. まとめ

全箇所検査記録に対応した配筋検査支援システムを開発し、実際の工事に適用した。その結果、不具合や補修

の有無に関わらず、大量の検査記録と工事写真をいつでも再確認できるようになり、鉄筋工事の品質管理のトレーサビリティが実現した。また同時に、検査業務の手間を大幅に削減できることが分かった。今後、積極的な社内展開によって鉄筋工事のさらなる品質向上を支援する所存である。

参考文献

- 1) 松岡幸之助, 他: 電子手帳を利用した作業進捗管理・仕上検査システムに関する研究, 第 8 回建築生産と管理技術シンポジウム, p333~p338, 1992.7
- 2) 森康久, 天羽雅幸: パームトップ型コンピュータ利用による仕上工事チェックシステムの開発, 第 8 回建築生産と管理技術シンポジウム梗概集, p327~p332, 1992.7
- 3) 金子智弥, 他: 携帯端末を利用した仕上げ検査システムの開発と適用, 大林組技術研究所報 No.70, 2006
- 4) 金子智弥, 他: IC タグを利用した排水管通水検査システムの開発と適用, 第 6 回「最近の計測技術の動向と建築生産の自動化」ワークショップ, 材料施工委員会, 日本建築学会, 2009.2
- 5) 鈴木理史, 他: IC タグを利用した廃棄物コンテナ管理システムの開発, 大林組研究所報, No73, 2009年
- 6) 平林裕治, 高野雅夫: 配筋検査システムの開発と現場適用(その 1, その 2), 建築学会大会, 2003.9
- 7) 中島史郎: IC タグを利用した配筋検査支援システム, コンクリートテクノ, Vol.28, No.9, 2009.9
- 8) 鈴木理史, 金子智弥: 配筋検査支援システムの開発(その 1, その 2), 建築学会大会, 2009.8
- 9) 金子智弥: 全箇所・全数検査記録に対応した配筋検査支援システムの開発と適用, 2009 年度建築生産セミナー「施工技術の蓄積・展開・進化(2)」, 建築社会システム委員会, 日本建築学会, 2009.11