

技術開発成果報告書

事業名 住宅等の安全性の向上に資する技術開発	課題名 安全安心な建物建設に資する配筋検査システムに関する技術開発
---------------------------	--------------------------------------

1. 技術開発のあらまし

(1) 概要

本研究開発では、図1に示す安全安心な建物建設に資する配筋検査システムの実現を目指し、検査位置の自動把握および履歴管理に関する技術開発および3次元 CAD データを活用した照合・判定に関する技術開発を行った。

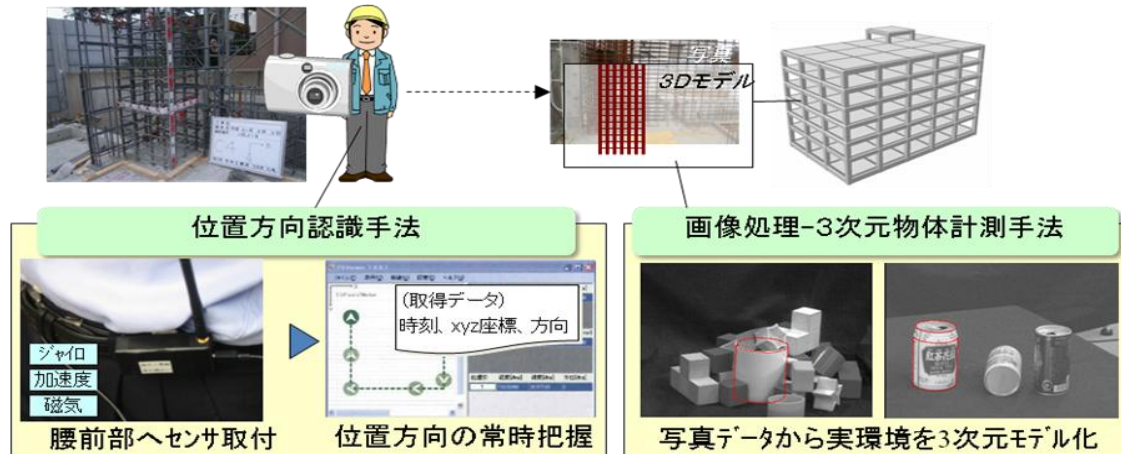


図1 システム全体イメージ

1) 検査位置の自動把握および履歴管理に関する技術開発

① デッドレコニング(PDR)手法を用いた検査位置自動取得技術の開発

自蔵センサを用いることで、タブレット PC 上で検査位置を自動判断できる配筋検査支援システムを作成し、実際の建設現場にて実地検証を行った。

② 実地検証

実際の建設現場の配筋検査に本年度開発したシステムの適用実験を行った。実験の結果、検査位置を自動で分かりやすく検査員に提示する点で本技術の有効性を確認できた。

③ デッドレコニング (PDR) 手法を用いた検査位置自動取得技術の改良

昨年度実施した実証実験を通じて、初期設定の簡易化、および位置精度確保のためのシステム改善が必要であることがわかり、これらの改良を行った。

④ 設計3次元 CAD データを用いた配筋検査結果の履歴管理技術の開発

デジタルカメラを本システムと同期化させることで、設計3次元 CAD データを介して配筋検査写真データを閲覧することが可能となる機能を作成した。

⑤ 改良システムの実地検証

初期設定の簡易化および位置精度確保のための半自動位置補正の機能について実施検証を行い、有効性を確認した。

2) 3次元 CAD データを活用した照合・判定技術に関する技術開発

① 3次元物体計測手法を用いた鉄筋材料の実環境3次元モデル化技術の開発

デジタルカメラを用いて鉄筋の立体形状を得るための画像取得システムを作成するとともに、得られた画像から実環境鉄筋モデルの3次元形状を復元するロジックを作成した。

② 3次元物体計測手法を用いた鉄筋材料の実環境3次元モデル化技術の改良

ステレオ画像から径別の認識も可能となる3次元モデルを生成・表示技術を作成した。

③ 実環境3次元モデルデータと設計3次元 CAD データの照合による判定技術の開発

実環境3次元モデルデータと設計3次元 CAD データの照合による判定技術を作成した。

④ 実地検証

鉄筋モックアップに対する実証実験を行い、照合判定までできることを確認した。

(2) 実施期間

平成22年度～平成23年度

(3) 技術開発に係った経費（2年間の合計）

技術開発に係った経費 24,160千円 補助金の額 12,080千円

(4) 技術開発の構成員

株式会社竹中工務店 技術研究所 多葉井宏、染谷俊介
澁谷工業株式会社 グループ生産・情報統轄本部 武部実

(5) 取得した特許及び発表した論文等

取得した特許：なし

発表した論文：なし

2. 評価結果の概要

(1) 技術開発成果の先導性

【現地での検査箇所の3次元CADデータの半自動抽出】

施工管理者は、工事が図面通り正しく行われたか品質管理をするために検査を行っており、検査場所に、検査に必要となる多くの図面（構造図や施工要領書など）を所持しなければならない。検査場所では、これら散在する情報から検査箇所に該当する部位に関する情報を抽出しなければならない。しかし、このような作業は間違った情報を抽出し、施工ミスを見逃してしまう可能性も排除できない。近年、国内外にて設計の3次元CAD化の研究開発やプロジェクト適用が進められていく中で、PDR手法を用いて検査対象箇所を判別し、検査箇所の3次元CADデータ等を検査者に現地でタイムリーに提示する技術を構築することは、効果的な品質管理を支援できるだけでなく、施工ミスの排除に繋がり、極めて意義のある技術要素である。

【現物と設計とのデジタル照合・判定と半自動化】

従来の配筋検査における現物と設計との照合・判定は人による判断である。検査は専用の帳票等を用いて実施しているが、各検査項目に対する検査結果はOKかNGのいずれかであり、検査品質のばらつきや検査ミス等の問題が残る。製造業では、画像処理などICT技術を活用することで、これまで曖昧であった品質基準をデジタル化することでフェールセーフな品質管理、品質の平準化を実現できている。本事業では、施工した配筋の出来形の3次元モデルデータと設計3次元モデルデータ間をデジタル処理により、本数、ピッチ、径、等の検査項目について半自動的に照合・判定する技術を開発した。

(2) 技術開発の効率性

開発システムの重要な要素である位置認識技術・3次元物体計測技術に関しては、先行する研究と他産業への適用経験等を通じて多くのノウハウがあり、配筋検査への応用の実現可能性は非常に高い。位置認識技術については、PDR手法による屋内即位システムを構築し、製造ラインでの点検記録管理等への適用に向けた技術基盤や経験は豊富である。3次元物体計測技術については、ロボット、医療、福祉等多分野・多目的に利用できる3次元視覚システムがあり、多様な状況で任意の形状の物体を対象として、物体認識処理を実時間で高精度に実行できる。その機能の高さと適用範囲の広さにおいて、他に類を見ないソフトウェアシステムである。これらは、これまでのノウハウをベースとして、本事業にて建設分野へも応用を図った。

また、本事業では、開発過程で必要に応じて実際の工事現場などで実地検証を行い、現場ニーズと技術シーズを付き合わせ、運用方法及びシステム性能にフィードバックすることにより、効果的に研究開発を進めることができた。

(3) 実用化・市場化の状況

1) 低コスト化の見通し

本研究開発では、各種センサやカメラの利用が必要である。これらは様々な用途への適用が図られており、昨今の利用ニーズの高まりとともに性能のレベルアップや低コスト化の進展が見込まれる。さらには、センサやカメラが予め装備されているスマートデバイスが加速度的に市場に広がっている。よって、以前にも増して実用化に向けたハードルは下がってきている。

2) 汎用性の高い開発技術

開発した要素技術（位置方向認識・3次元物体計測）は建設現場における配筋検査以外の工事管理へも容易に展開可能なものである。他の工事管理への応用の検討も並行して検討している。

(4) 技術開発の完成度、目標達成度

検査位置の自動把握については、建設現場での使用においては半自動位置補正機能を加えることで、運用上問題ない精度を確保できることを確認した。3次元CADデータを活用した照合・判定技術については、鉄筋モックアップを対象に主筋・帯筋ともに径の照合判定まで行うことができることを確認できた。

(5) 技術開発に関する結果

・成功点

検査位置の自動把握については、PDR手法の活用が有効で、検査箇所の3次元CADデータ等を検査者に現地でタイムリーに提示でき、効率化が図れることを確認できた。3次元CADデータを活用した照合・判定技術については、ステレオカメラを用いた3次元物体計測手法が有効で、設計3次元CADデータとの照合・判定の正確性と効率化に寄与できることがわかった。

・残された課題

本事業全般として、スマートデバイス等市場に多く流通している機器を活用した実運用を想定したシステム化の検討が必要である。また、3次元CADデータを活用した照合・判定については、写真撮影を通じて見えない鉄筋部の認識向上のための撮影方法の検討が必要である。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

本事業では安全安心な建物建設に資する配筋検査システムの主要技術である位置方向自動認識技術や画像処理による配筋の自動判定技術を開発し、実証実験を通じて性能を確認できている。事業終了時においては、実用化に不可欠な安価なスマートデバイス等での実装や実運用に即したシステム開発等が残された課題となっているが、開発した要素技術は、他の施工管理業務への展開も比較的容易に可能な技術でもある。現在は、他の施工管理業務への活用展開も含め、さらなる検討を進めて成果の活用のための研究開発を進めるとともに社外発表、特許出願なども予定している。