

建設工事写真管理における IT 活用整備と自動処理化の取組み

「写真の達人」の構築とシステムの機能拡張の取組み

石 井 清

建設工事においては全工期中に多種多様な各種専門工事が次々に行われ、コンクリート打設後の柱内部の配筋状態、仕上工事後の躯体施工状況などのように次工程段階において前工程の施工結果が見えなくなることが多い。品質管理上の記録ツールとしてチェックシート等はあるが、施工の各専門工事工程段階で撮影された工事写真記録はビジュアルで客観的かつ重要な施工実施の証明情報となる。

本稿では工事写真の作成・管理を支援するソフトの整備と現在取り組んでいる工事写真関連業務の自動処理化に関して述べる。ここでは1現場で100種を超える専門工事が行われる建築工事への適用を中心に報告する。

キーワード：写真の達人，工事写真，配筋写真，工事写真管理，自動仕分け

1. はじめに

近年のコンプライアンス、記録保管、説明責任、情報公開などの社会ニーズの変化に伴って工事写真の重要性が増し、さらに工事量増大、施工不良問題、施工管理要員不足、等が加わって工事写真関連の業務負担が大幅に増大した。具体的には、配筋写真のように以前は主要箇所の撮影から全数撮影に変わることで増え、撮影総枚数は大型工事では何万枚～何十万枚と膨大な量となったため、撮影、撮影写真の仕分け、撮り忘れ防止、工事監理者等へのタイムリーな提出などの多忙な日常業務が発生する。このため、便利な撮影ツールだけでなく、撮影後の迅速な集録と編集、工事関係者間の情報共有、竣工後の適切なデータ保管などに IT 活用が強く求められてきた。

そこで施工品質確保などに大きく影響する工事写真管理の迅速化・省力化および業務品質向上のために、国土交通省からデジタル写真が工事写真として許可された頃から施工管理実務上要求される具体的機能について建設会社を会員とする関連協議会の協力を得て、工事写真の収録・属性情報活用・提出アルバム編集・工事関係者間の情報共有等の工事写真管理業務の品質確保と迅速化・省力化のためのソフト機能整備に取り組む、さらに最近では自動処理化に取り組んでいる。以下にその内容を報告する。

2. 施工管理実務に沿った工事写真管理ソフトの整備

(1) 工事写真管理の業務把握

品質管理として適切な内容の工事写真撮影と絶対避けなければならない工事写真撮り忘れの防止などのために、着工時に建設会社の作業所は建築主と工事監理者と協議し、どのような工事写真を撮るのかについて詳細な協議を行うことが一般的である。その工事写真管理の標準的な手順を表1に示す。表中の1～6項が着工時の検討作業であり、7～11項が着工後期中の日常的工事写真の作業となる。最後に竣工時の写真データ保管作業となる。

表1-1 工事写真管理の標準的手順

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 建物用途・規模、設計図・仕様、工程などの確認 2. 撮影体制と撮影者の選定 3. 撮影ツール（デジカメ、携帯端末等）と写真管理ソフトの選定 4. 撮影基準（撮影対象、撮影内容、時期等）の検討 5. 対象と同一画面で撮る黒板の記載内容の検討 6. 当該工事の撮影計画表の作成 7. 撮影の実施 8. 撮影写真の収録と必要な属性データの追加 9. 収録写真内容の不具合確認と撮影計画表との充足照合 10. アルバム写真の編集と提出 11. 各工程終了後の写真データの整理と保管 12. 竣工時の写真データの整理、保管 |
|--|

着工時にその工事専用の撮影計画表が作成される。その撮影対象や内容は建築種別（事務所、共同住宅など）や構造種別によって異なる。

(2) 工事写真管理ソフトとしての要求機能とその対応

工事中は作業所の施工管理担当者別に複数のデジタルカメラ等の撮影ツールで日常的に撮影された写真データ量は膨大となるのでパソコンに移行して必要な選択・編集の処理をされた上で作業所共有サーバーに保管される。それを処理する工事写真管理ソフトとしては、

- ①写真データ改ざん防止機能の保有（撮影写真の回転等でも改ざんとなるので原データの継続保有など）
- ②個々の写真画像に管理上必要な属性データ（工事種別、階、工区、部材名・符号、撮影者、等）の付加
- ③建築種別（事務所、集合住宅、等）を考慮した上で大量の収録写真を正確に分類管理するための仕分け機能（工事種別、階、工区、部位、等）
- ④多数の収録写真の一覧表示と検索ができる便利な編集管理画面

などの機能が求められる。そこで具体的な工事写真管理ソフトとしての操作の流れを図一1に示す内容に整理した。

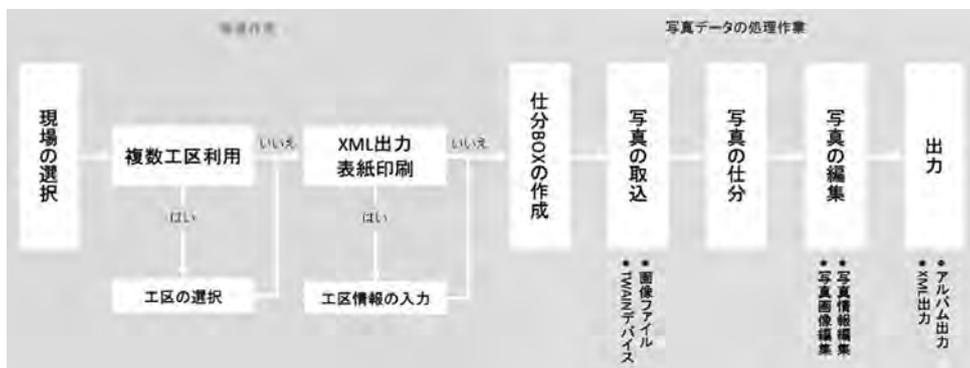
これらの施工管理実務のニーズを反映し、同時に「工事写真の撮り方」¹⁾及び「国土交通省デジタル写真管理情報基準」²⁾に準拠して構築された工事写真管理ソフトが「写真の達人」（以下「本管理ソフト」という）である。

3. 機能拡張の整備

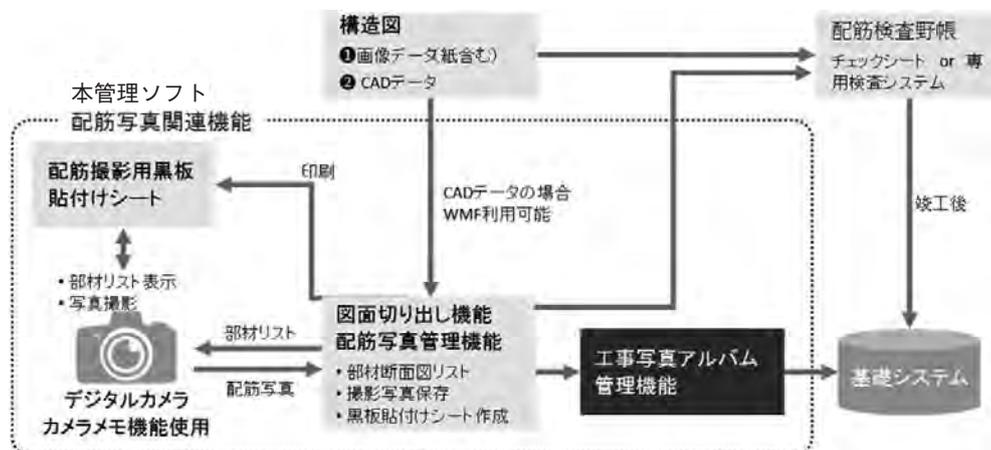
本管理ソフトは既に建設業界で幅広く使用されているが、周辺環境の変化に伴って新たな機能拡張を図った。その内容を以下に紹介する。

(1) 配筋写真における構造設計図データ利用機能（配筋図面切出し機能）

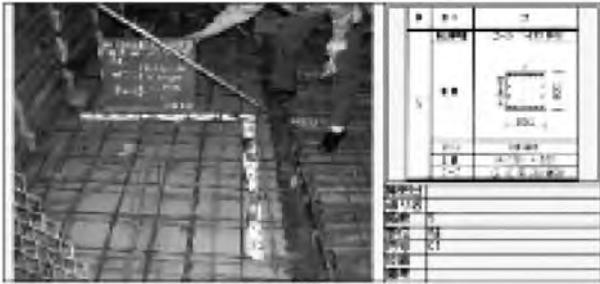
配筋写真に関しては構造偽装問題以降、工事記録写真への要求内容が一段と厳しくなり、工事写真の中でも撮影枚数が大幅に増大した。コンクリート打設前の配筋状態の撮影写真には構造設計図の中にある柱、梁、壁等の配筋図を添える必要がある。



図一1 工事写真管理ソフトを使った基本処理



図一2 配筋写真撮影におけるソフトの構成



図一三 配筋写真（左）と配筋図面（右）

柱部材だけでも同一階で数種以上の配筋図が存在するので黒板に描く手書きでは手間がかかり、さらに工事中の設計変更に伴う配筋仕様変更もあるので最新の配筋図データを利用したい要望が出た。

そこで本管理ソフトに配筋図面切り出し機能を持たせた。撮影前にパソコン上で構造設計図データから必要な配筋図面（各階・各部材毎）を切り出しておき、写真管理ソフトに格納した配筋工事写真に配筋図を添付することが可能となった。図一２にデジタルカメラを使った場合の構造設計図からの配筋図面切り出し機能を使った場合の処理とソフトの構成を示す。図一三に示すようにアルバム写真上で配筋写真の横に構造図から切出した配筋図を掲載することもできる。

(2) 電子黒板対応機能の追加

上述した工事写真の手書きの黒板は撮影対象物と同一画面内同時撮影が基本であったが、2017年3月に国土交通省営繕部より電子黒板の利用の許可が出た。即ち、予め作成された黒板記載情報を一定条件の下に工事写真の中に挿入するか添付する方法が取れるようになった。具体的にはデータ改ざん防止のために撮影写真毎に個別指定コードが自動付与され、撮影後に写真が修正されたら指定コードが無効になって改ざんを判別できる技術を導入し、市販写真管理ソフト自体を国が指定した機関が認定する仕組みが発足した。本管理ソフトは2017年4月に電子黒板利用ソフトとして



(デジタル工事写真の小黑板情報電子化対応)

図一四 電子黒板

認可された。図一四は左下に電子黒板が組み込まれた工事写真の例である。

(3) 新規撮影ツールへの利用拡大（携帯端末機、スマートフォンの利用）

工事写真の撮影はデジタルカメラが防水性、フラッシュ内蔵などの点から現在でも多く使われている。しかし、施工管理者は現場での撮影時に設計図等の関連情報を確認したいこと等が多々ある。その点で携帯端末機は現場持参でき写真撮影と同時に図面参照ができる。そこで本管理ソフトのiPad対応版を開発して2017年にリリースした。iPadの利用形態を図一五に示す。

本ソフトは予めパソコンから仕分けフォルダを転送しておいて現場で写真を撮り、タッチ画面を使って属性情報の追加を行う。デジカメのUSB経由パソコンデータ移行作業に比べ、撮影直後に専用サーバーへデータを瞬時に転送できるので業務迅速化が図れる(図一五)。



図一五 iPad対応版の写真データ転送

一方、この数年におけるスマートフォンの普及は目覚ましく、その写真解像度も飛躍的に向上した。最近では施工管理者全員が常時携帯しているため現場で随時撮影できるので品質管理だけでなく安全管理等にも活用できる。2019年春にiPhone対応版がリリース予定となっている。

4. 工事写真管理ソフトの自動化の取り組み

2年ほど前から社会全体でAI活用の期待が急速に高まってきた。そこで工事写真管理の省力化と迅速化をさらに進めるために自動処理機能を活用する取り組みを2年前に開始した。以下その内容を記す。

(1) 自動処理化の事前検討と開発項目の選定

上述の関連協議会の協力を得て最初に工事写真管理業務においてAI技術等を適用して自動処理化できる範囲を検討した。着工時からの工事写真管理全体の作業は表一１に示す内容であるが、その中で日常的に繰り返される工事写真管理業務の範囲に絞って自動化

表一 2 日常的工事写真管理業務

①	撮影予定日の撮影対象部材の確認
②	黒板・電子黒板記入，配筋図データ，写真仕分けBOXの事前準備
③	撮影予定日の工事写真撮影の実施
④	属性情報（工事種別・位置等の基本情報+追加情報）の付加
⑤	撮影ツールからコンピュータ・サーバへ写真データ転送
⑥	収録写真データの不具合，類似写真の除去
⑦	収録写真の工事種別，階，工区等による仕分け
⑧	収録写真と属性データと電子小黒板，等の照合
⑨	撮影予定と収録写真の照合（撮り忘れ防止）と撮影実施記録
⑩	提出アルバムの写真編集とアルバム提出

を検討した。日常的工事写真業務を表一 2 に示す。

表中の項目に対して省力化効果，技術的早期実現性などの観点からさらに絞り込む検討を行った結果，⑥～⑨の項を先行整備することとした。

また，AI 技術に関しては 100% の自動処理でなくとも採用する方針とした。これは完全自動化にこだわらず AI + 人的処理のハイブリッド型でも実務上の確な効果が見込めれば採用する早期実現性を考慮した結果である。その結果として下記 3 項目の自動処理化に着手した。

- a. 不具合写真の自動検出と類似写真の自動選別
- b. 画像解析による部材・材料の判別による自動仕分け支援
- c. 撮り忘れ防止の自動検出

その具体的内容を以下に記す。

(2) 不具合写真の自動選別と類似写真の自動選別

現場で撮影した大量の写真の中にはピンボケ，光量不十分，構図不良などが多数含まれる。今までは担当者が目視で除外してきたが，AI で自動的に除外する処理を目指した。AI で不具合写真を学習してかなりのレベルで不具合写真を選別することができるようになった。工事写真管理の前処理的作業の自動化に位置する技術である。具体的には不具合閾値（しきい値）を指定して閾値外の写真を不具合 BOX に自動仕分けする。図一 6 に不具合写真を自動選別する画面例を示す。ぼやけた写真，輝度の明るすぎ写真，輝度の暗すぎ写真等が選別されて除外される。

また，重複していると思われる複数の似たような写真についても指定した類似閾値を使って類似写真を類似写真 BOX に自動仕分けすることもできるようになった。図一 7 にその画面例を示す。

(3) 画像解析による部材・材料の判別による仕分け作業の自動化

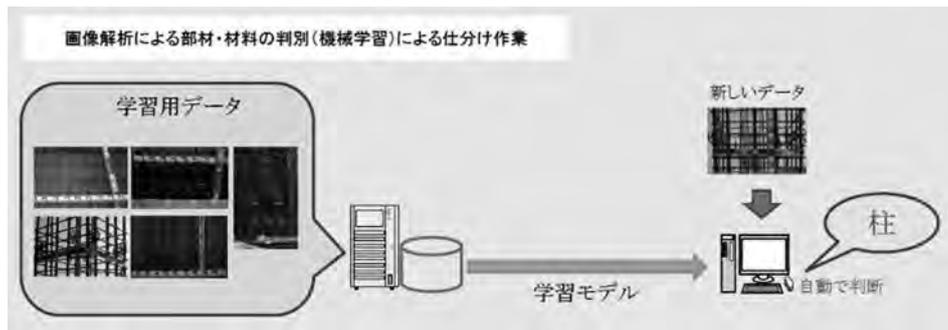
画像解析技術の発達が目覚ましい。最新技術では人の顔の個別認識（顔認証）ができるまでになった。画像解析技術を使って，施工された部材（柱，梁等）や材料（タイル，クロス仕上等）の撮影写真を AI に事前学習させて，新たな撮影写真の部材や材料を判別する自動技術（部材・材料認証）の実現性は高い。弊社



図一 6 不具合写真の自動選別



図一 7 類似写真の自動選別



図一八 画像解析を用いた建築部材、材料の識別処理のフロー

では現在その取り組みを開始した。この判別処理に撮影対象の階・工区等の属性情報を加えれば撮影写真の自動仕分けが可能となる。最近のGPSは進化したつつあるが撮影高さ（階等）は自動認識できないので、写真仕分けのためには現時点ではAIの画像解析結果に一部の属性情報の追加が必要となる。この処理の流れを図一八に示す。最近のAR分野等では3次元自動認識能力が向上しているので、次段階の開発では自動空間認識技術を併用すれば人的情報追加作業なしで工事写真の完全自動仕分けすることを目指したい。工事写真の自動仕分けができると撮り忘れ防止確認も早めることができるので効果は大きい。

(4) 撮り忘れ防止の自動認識

現在取り組んでいるのは、本管理ソフトに登録した撮影予定に対して過不足を自動チェックして不足写真の警告表示や目標達成度などを知らせる機能である。撮影計画ライブラリから取り込んだ工事種別写真撮影計画一覧表を現場固有にカスタマイズすることで、撮り忘れていないかを確認することができるようになる。即ち、工事種別単位に撮影箇所に対する撮影枚数や撮影位置などを登録することで撮影漏れがパソコン画面で自動的に確認できる。そのソフト開発の完成は近い。

5. 建設工事におけるAI活用の共通課題

上記の自動化の取り組みの中でこの分野へのAI適用に関していくつかの課題もあることも判明した。

(1) 大量の学習データの取得

建築工事は建物種別、工事種別、部材、材料、等が多様多様である。そのため、AIの学習段階で大量の実際の工事写真が必要となる。実工事写真を利用するためには建築主、設計者、施工会社等の許可が必要となるためにソフト会社が大量の工事写真を入手するこ

とは容易ではない。その方策としてAI技術適用でベネフィットを得る建設会社等と提携を組むなどがある。本課題は工事写真に限らず大量のAI学習データを必要とする多くの分野の共通の課題ともいえる。

(2) 個別作業所で利用可能なAIコンピュータ環境の構築

現在のAI学習には大量データ処理のために高性能なコンピュータが必要とされる。しかし、個々の一般的作業所で高価な高性能AIコンピュータを設置して学習と判別処理を行うには時期尚早に思える。そのため現時点では、学習処理と判別処理を分けて大量写真の学習処理は夜間に作業所外のクラウドコンピュータ等で処理し、その学習結果を利用して撮影写真の個別判別を作業所内コンピュータで処理する方法などの運用形態がベストな方式と思われる。

6. おわりに

以上、前段で既往IT技術を取り込んで工事写真管理の業務改善に資する取り組みを述べた上で、更なる省力化と迅速化を目指してAI技術等を導入した工事写真管理業務の自動化技術整備の取り組みについて報告した。建設工事に直接携わらないソフト会社としてその活動範囲に限界があるが、個々の建設工事作業所で要求品質が異なる工事写真管理の実質的な業務改善に役立つためにきめ細かい個別要求まで対応できる地道なクライアント型AI構築を目指したいと考える。また、工事写真を利用した品質管理や工程管理の自動化（例、配筋工事の不適合診断、分譲住宅オプション工事の適正チェック、工事進捗管理、リニューアル工事対応、等）への展開もあるが、これは高度な画像解析、位置検出、BIM等の他の先進技術の進歩普及と連携も必要とされ、工事写真管理業務の領域を遥かに超えるのでその実用化には慎重な対応を要すると思われる。

謝 辞

最後になります。本稿で述べた取組を進めるに当たり、絶大な協力を賜りました（一社）建設データベース協議会殿、（一財）日本建設情報総合センター（JACIC）殿には心より謝辞を申し上げます。

J C M A



【筆者紹介】

石井 清（いしい きよし）
（株）アウトソーシングテクノロジー
建設パッケージソリューション課

《参考文献》

- 1) 財公共建築協会：「工事写真の撮り方」
- 2) 国土交通省：「デジタル写真管理情報基準」
- 3) 株井上書院：建築携帯ブック「工事写真」

