

画像解析による監督・検査支援システム

三井建設(株) 技術研究所

渡名喜 重

三井建設(株) 技術研究所

高田 知典

三井建設(株) 技術研究所

掛橋 孝夫

1. はじめに

土木工事における施工管理は、工程、出来形、品質、原価管理に分類され、その中でも出来形、品質管理は、工程及び品質規格の確保を図るためにも重要な管理業務であると言える。しかし、工事現場に於いては、工法の発達に伴って工事の進捗は速さを増し、また複雑な工種を同時に進行させなければならず、施工管理のための作業の負担は大きくなる一方である。また作業工程上、現場の作業エリア内で、施工を中断することなく計測等を行わなければならず、管理業務上、重機との接触等といった危険を伴う事も多い。さらに、施工管理の項目は発注者側における監督、検査業務に使われる計測、確認作業と同様であり、本システムの適用により監督、検査業務の合理化を支援することが期待できる。

一方、これまでに筆者らは「デジタルスチルカメラを用いた2次元写真解析ソフト」を開発してきた。このシステムは、デジタルスチルカメラによって撮影された画像をPCMCIAカードを介して携帯型パソコンに取り込み、そのパソコン画面上に於いて、2次元平面上における点座標や線長、面積を計測することのできるシステムである。本論文では、この2次元写真解析ソフトを用いた「画像解析による監督・検査支援システム」の概要と適用事例を紹介する。

2. システムの概要

(1) 構成

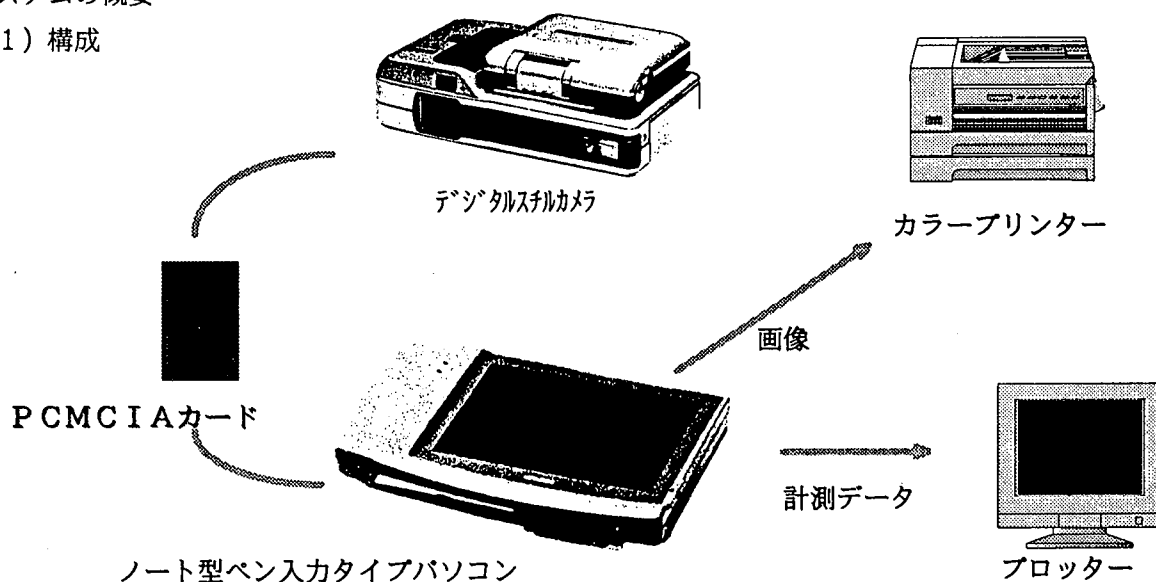


図-1 システム概要図

本システムは図-1のように、デジタルスチルカメラとペン入力タイプパソコン、カラープリンター、及びペンプロッターから構成される。また、処理可能な画像は、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、またはスキャナーで読み取ったビットマップ形式の画像を用いる事ができる。

(2) 作業手順

- ① デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラによって、計測、スケッチ等を行う平面、すなわち対象面の撮影を行う。

- ② ①で撮影した画像をビットマップのファイル形式でパソコンに取り込む。
- ③ ②の対象面に設置された基準点（相対的な2次元座標の既知である点）を4点以上指定し、実座標を入力する。その後、射影変換の計算を実行する。
- ④ パソコン画面上において、スケッチ画作成のためになぞりたい部分や、線長、面積等を計測する範囲を直線や自由曲線で指定する。
- ⑤ カラープリンター及びプロッターから、必要に応じてスケッチ画像や計測結果を出力する。この際、対象面を斜めの角度から撮影した場合であっても、射影変換を行うことによって、正面からの画像及び図面を出力することができる。

(3) 特長

本システムでは、2次元写真解析ソフトによって計測を行い、これによって得られた結果と管理基準の参照、管理表の作成までを行うことのできるシステムである。本システムの特長としては以下のような機能が上げられる。

① 出来形計測機能

2次元写真解析ソフトを用いて、出来形管理の対象となる延長や面積を計測することができる。現場に持ち込んだパソコンを用いれば、その場で計測結果を得ることができる。

② 管理基準参照機能

検査対象項目及び設計値を入力することによって、あらかじめデータベース化された管理基準をパソコンで参照することができる。これにより、2次元写真解析ソフトを用いて計測した結果が、定められた出来形の管理基準値に適合しているか否かを、現場においてその場で判断することができる。また、検査結果は出来形検査一覧表に随時記録されていく。

③ 出来高管理機能

法面工におけるモルタル吹付け面積や擁壁工での施工箇所における展開法面積など、デジタルスチルカメラで対象平面の撮影を行うだけで、2次元写真解析ソフトを用いて簡単に計測を行うことができる。出来形計測管理機能と同様に計測された結果は出来高一覧表の中で、随時更新されていくので、正確でかつ最新の出来高、及び工事進捗状況を簡単に記録することができる。また、歩掛りも容易に知る事ができるので、より正確な工程管理を行う事ができる。

④ 写真・図面記録機能

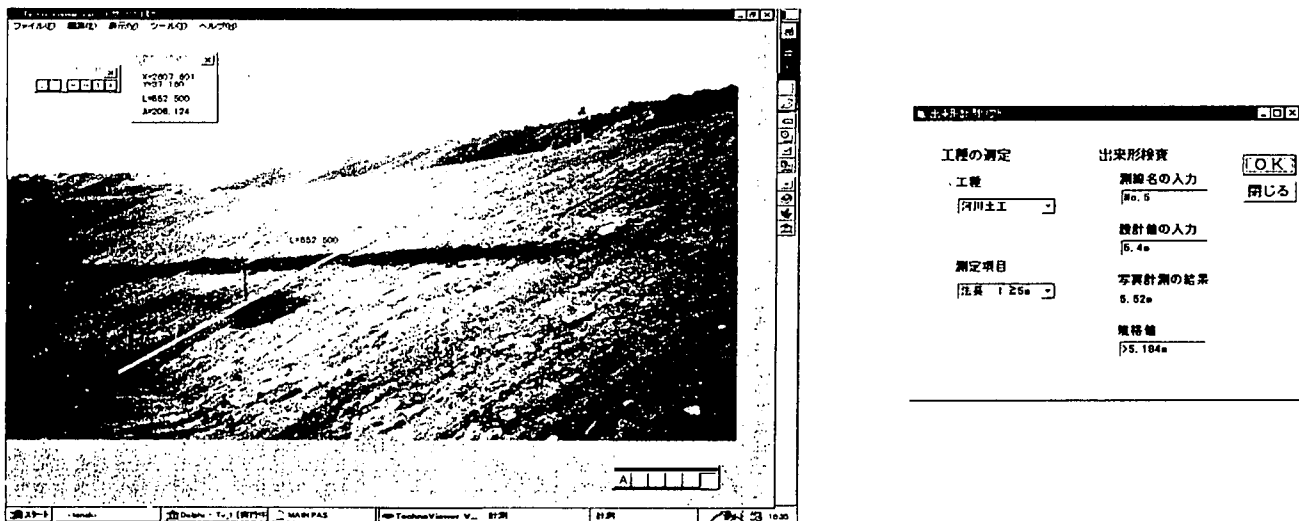
パソコン内に取り込まれ、計測処理等を終えた画像ファイルは、スケッチや計測をするために描かれた線や点、画像上に貼り付けられた計測結果や、テキストとともにデジタルデータとして保存することができる。これらのファイルを保存しておくことによって、デジタル化された写真台帳としての機能も有し、このデータベースを用いることで、膨大な枚数の写真の管理が容易になり、写真の検索等の作業に費やす手間も少なくなる。また本ソフトは、様々な角度から撮影した写真を射影変換し、正面からの画像に修正する機能を持ち、画面上で記入された線を、正面から見た図面として、随時出力する事ができる。

3. 適用事例

(1) 掘削法面における法長の計測（出来形計測）

図-2は、掘削法面の出来形を計測し、実測値が規格値に合っているか否かの検査を行ったものである。ここでは、施工のために設置された法丁張を基準点として用い、計測対象となる測線を含む平面において、パソコン画面上で法肩と法尻を線で結び範囲を指定することによって、法長の計測を行った。計測対象となる法面全体が、基準点とともに画像に納まるように撮影を行うだけで良いので、これまでのように、テープ等を用いて計測を行う時と比較して、大幅な作業の効率化を図る事ができたといえる。

また、本システムでは、検査項目に関する規格値のデータベースとリンクさせることによって、現場においてその場で実測値の合否を知る事ができるようになっている。



●検査結果

検査対象	実測値(m)	設計値(m)	差(m)	規格値(m)	確認	備考
G.L.+28m~32.8m(R)	5.52	5.4	0.12	>5.184		

図-2 掘削法面における法長の計測

(2) 構造物の鉄筋配置の確認

図-3は、鉄筋の配筋状況を撮影し、計測を行った状況である。対象面上の鉄筋の径や配筋間隔を確認することができる。

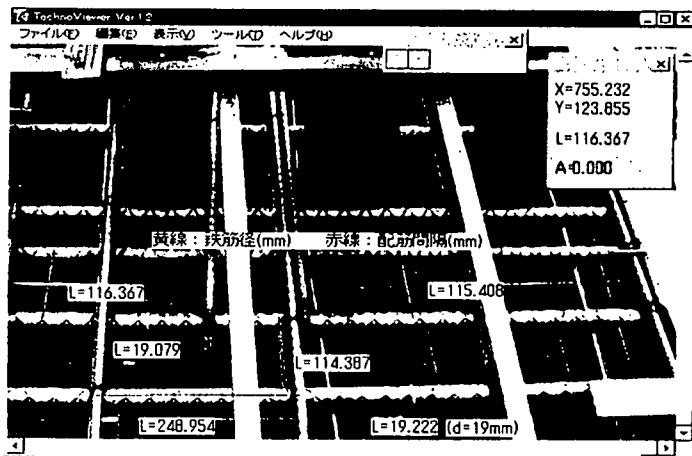


図-3 構造物の鉄筋の配筋状況の確認

(3) 井桁擁壁工における出来高確認

図-4は、井桁擁壁工において、工事の進捗状況を記録した状況である。ここでは、日々設置された井桁ブロックの施工箇所を、その設置展開面積を計測することで、出来高の数量を求めている。画像上に計測結果やコメントを貼り付けることにより、これらの画像ファイルを工事進捗状況の明確な記録として保存することができる。また、計測結果等のデータを表計算ソフトに取り込むことによって、出来高一覧表の作成も容易に行うことができる。

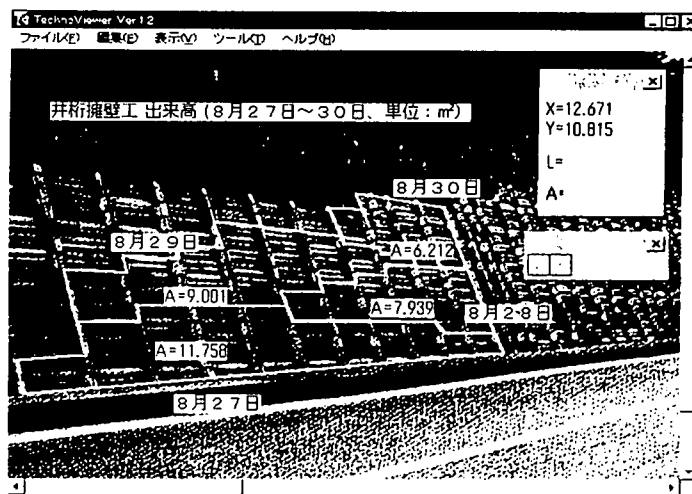


図-4 井桁擁壁工における出来高の確認

(4) 各種調査における適用事例

スケッチ作業の行われている各種調査において、本システムの活用を試みた。図-5～8はそれぞれ、地質調査、トンネル切羽の調査、コンクリートクラックの調査に用いた状況である。パソコン画面上でスケッチを行った画像はそのままカラープリンターから出力が可能であり、また射影変換を行うことによって、図-8のように正面からの図面としてプロッターから出力することができる。これらを調査結果をまとめた台帳とともに整理することによって、デジタル化された調査結果のデータベースを作成することが可能である。

4. 今後の展開

本システムを用いる事によって、遠隔からデジタルスチルカメラ等を用いて撮影を行うだけで、計測や調査のためのスケッチを行うことができ、これによって、現在多くの労力を費やしているこれらの管理業務の作業の効率化、及び作業の安全性の確保を図る事ができると考えている。

パソコンやデジタルスチルカメラのような周辺機器の急速な普及に伴って、建設現場においてもこれらの機材を利用した報告が多く行われるようになってきているが、今後は本システムのように現場において活用されるシステムを、現場と現場事務所、そして現場事務所とシステム開発部門との間で、ネットワークを介して同時処理の可能なシステムとし、建設CALSの実現を前提に、データベースの共有化、コンサルティングによる現場支援等を行う事のできるシステムへと発展させるべく、研究を進めていく考えである。

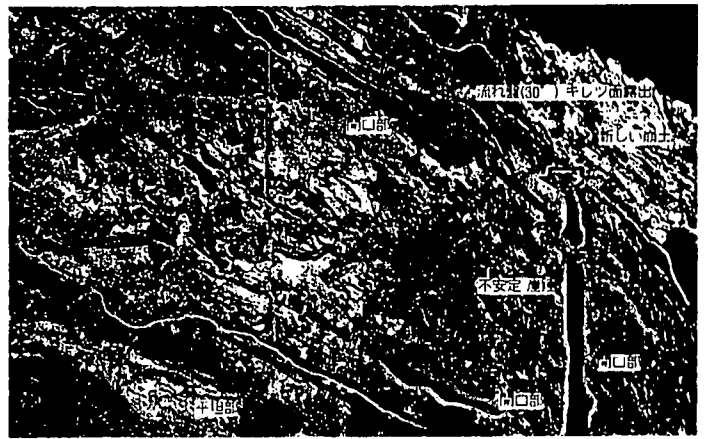


図-5 地質調査

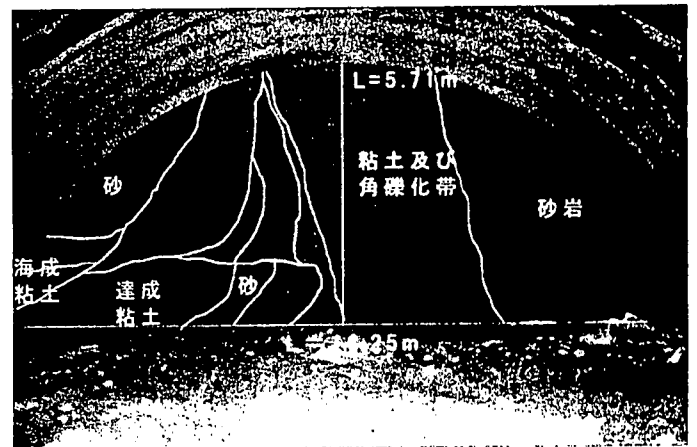


図-6 トンネルの切羽の調査

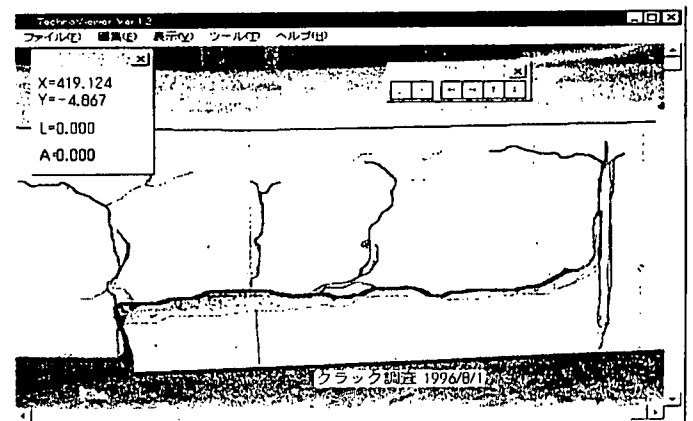


図-7 コンクリートクラックの調査

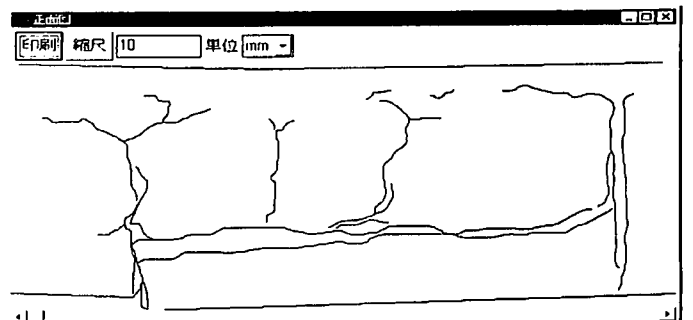


図-8 図-7のスケッチの正面図のプロッター出力