

Ⅱ-3 デジタル画像データのトンネル切羽観察への適用

(株) 富士総合研究所 ○桑嶋隆夫 斎藤友一郎
 (株) 東亜測器 藤田清一
 清水建設 (株) 泉谷泰志 清水一都

1. はじめに

NATM工法によるトンネル工事において、安全かつ経済的に施工を行うためには、掘削時に得られる地質情報を十分に活用することが重要である。現在、一般的に行われている方法は、情報の有効利用といった観点からみると必ずしも理想的な方法とはいえず、改善の余地がある。

そこで、デジタル画像を切羽観察に用いることを考え、デジタルスチルカメラを取り入れたトンネル切羽画像処理システム¹⁾を開発した。ここでは、いくつかのトンネル工事の施工管理業務における使用実績をもとに成果や今後の課題について報告する。

2. 切羽観察の現状

切羽観察の目的は、支保工を施工する箇所の地山等級評価を行い、安全性を確保し、地山条件に応じた適切な支保を選定することである。これまで、切羽観察記録は手書きのスケッチと地質状況の諸項目に関するチェックシートで行われているが、内容に個人差がでやすく、やや客観性、信憑性に欠けることもある。

また、観察記録表は予め印刷された用紙に書き込んでいるためデータベース化や長期の管理保存が困難な状況にある。切羽写真も観察記録と対応付けて保存する必要があるが、これも長期保存しにくい。

得られた地質状況を正確かつ客観的に記録し、地山評価基準として有効な観察記録が望まれていると考えられる。さらには完成供用後の維持管理においても役立つような記録が求められている。

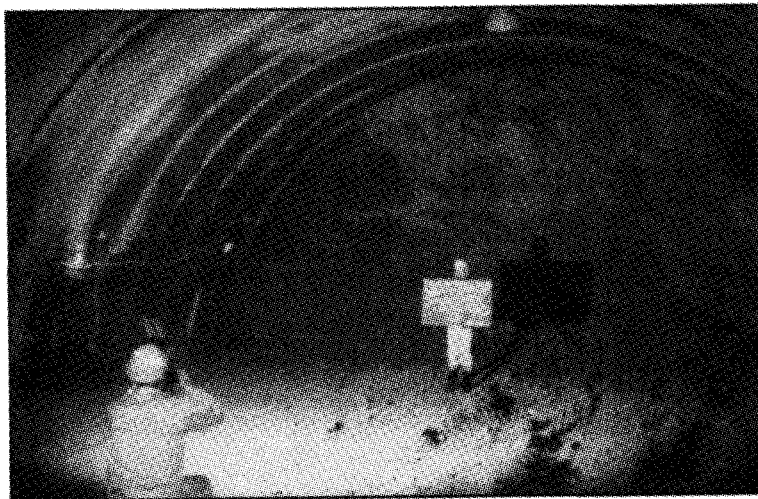


図1 デジタルスチルカメラによる切羽撮影

3. デジタル画像の切羽観察への適用

切羽の観察記録作成を効率よく行ない、記録の客観性・信頼性を向上させ、データを利用しやすい形で管理保存できるようにするための道具として、デジタル画像を利用するシステムを開発した。

ハードウェアの標準的な構成は、切羽を撮影してデジタル画像化するデジタルスチルカメラ、画像処理・切羽観察日報の作成・データベース管理を行なうパーソナルコンピュータ、記録データを保存する外部記憶装置として光磁気ディスク、観察記録表を出力するカラープリンタである。(図2 参照) また、デジタルスチルカメラを用いた切羽観察作業は図3のようになる。

本システムは以下のような特長を有する。

- (1) 現場事務所の施工管理業務において容易に利用できることを目的としているので、マニュアル等なしでも、メニューを順次実行するだけで簡単に使用することができる。
- (2) 画像データだけでは切羽の状況がわかりにくかったり、情報の不足する事項については線画やコメントの入力機能により、切羽画像上に補足説明を加えることができる。
- (3) 切羽画像を含む観察記録は既往の切羽観察日報用紙と同じ様式でカラープリンタから出力され、そのまま発注者に提出することができる。切羽画像については、高精度のカラープリンタを使用することで写真に近い画質で出力することが可能である。

4. 現場適用の結果

本システムはすでに4つのトンネルで使用されている。実際の施工管理に利用して切羽観察を行なった結果、得られた知見を以下にまとめる。

(1) 撮影

画像を利用して切羽観察記録を作成する以上、画質のよい切羽画像を得ることが必要となる。施工サイクルの中の限られた時間内に、どれだけ良い画像を得ることができるかがポイントとなる。

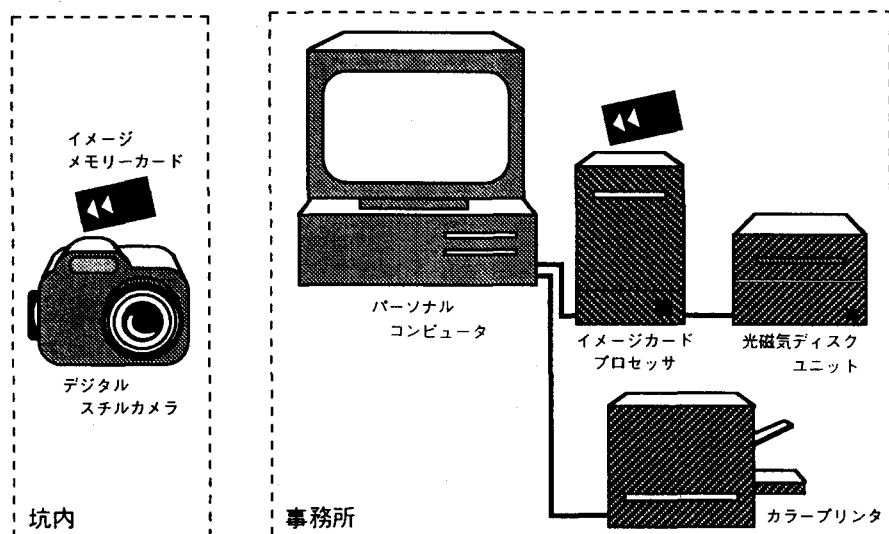


図2 ハードウェア構成

実際の使用の際に問題となったのが、粉塵・排気ガスであった。撮影時期は通常ずり出し終了後から吹付けコンクリート作業の開始までの間に限られるが、撮影のために切羽付近の空気が清浄になるまで待つことは難しい。一般のカメラでも同様であるが、粉塵や排気ガスの影響が著しい撮影環境では、切羽の地質状況を把握するのに十分な画質を得るのが困難なこともある。採用しているデジタルスチルカメラの感度がISO 160相当であり、坑内が暗い場合にはかなりの光量で切羽を照らす必要があるため、粉塵や排気ガスの影響を受けやすい。

現状では光同調ユニットによってカメラの内蔵ストロボと同時に発光させることのできる大型のストロボを切羽近くに置き、粉塵・排気ガスに光をできるだけ当てないようにして切羽を照らす方法が有効な手段の1つとなっている。

(2) 画質

保存や応用が容易なデジタル画像であるが、パソコンでも容易に取り扱える大きさのデータの範囲では、画質という点で一般の写真に比してやや劣ることは否めない。

デジタルスチルカメラを入力装置とする場合には、画質はカメラのCCD素子の画素数に大きく依存する。現在採用しているカメラは40万画素程度であり、スケッチに替わる画像記録としては十分であるが、地質状況の分析等には画像が粗い。

(3) 信頼性

デジタル画像は、コントラストの強調や明るさの調整が可能であり、記録としての質を向上させることができる。その反面、さまざまな処理や加工も比較的容易にできるため画像データを切羽観察記録として用いる場合には、その信頼性をどのように確保するかが問題となる。

開発したシステムでは、1つの切羽に対して、原画像と処理を加えた画像の2枚の画像を保存し、原画像の加工・処理はユーザーにはできないようにすることで対応している。

(4) システム導入による効果

品質面では、手書きのスケッチと比較して、画像記録がリアルタイムで提示できるため、大きな効果があった。事務所における切羽観察表の作成に要する時間は、画像の取込み作業等を含めても5～10分であった。従来の手書きのスケッチの場合はもともとの品質にかなり差があるので、一様にどれくらいの短縮効果があったかを評価することは難しいが、1/2～1/3程度の短縮効果があると考えられる。

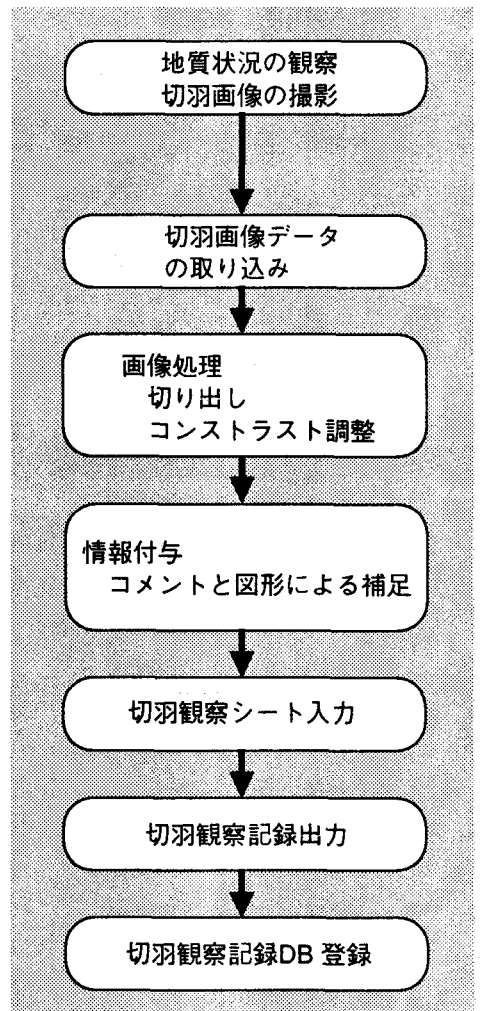


図3 作業フロー

5. 今後の課題

最後に今後の課題について述べる。

(1) 切羽観察記録として

これまでの使用結果から、切羽観察にデジタル画像を用いる方法の有効性は明らかとなった。ただし切羽画像の画質に対する要求は厳しく、一般の写真に匹敵する画質が求められる。そのためには、高解像度のデジタルスチルカメラが必要となり、同時に画像データも大きくなるため、使用するハードウェアは速い処理速度と大規模な記憶容量が不可欠となる。

しかし、ハードウェアの性能で問題となっていることについては、画像を扱うハードウェアが特に性能向上の著しい分野なので、近いうちに解決されると思われる。さらに、コストパフォーマンスに優れたハードウェアが出てきているので、デジタル画像を利用しやすくなることが予想される。

(2) 切羽情報の応用

信頼性が高く、処理しやすい形で切羽観察記録データが蓄積できるようになれば、それらを利用してさまざまな情報を得られる可能性がある。次ステップの課題としては次のようなことを検討している。

- ・データ通信による即時情報の利用
- ・地質縦断面図、展開図の作成
- ・切羽前方予測（予測縦断面図、予測切羽）

また、基礎的な研究テーマとして

- ・画像処理による風化状況や割れ目分布の識別判定

切羽を撮影した静止画像の分析だけで、地山評価や施工管理を行なうのは困難であるが、切羽情報を蓄積し、その解析・検討を行なっていくことでより有効な情報を引き出せるようになると考えられる。

(3) 画像データの利用

最近、注目されるマルチメディア技術の中でも画像は重要な要素の1つであるが、画像データを記録として用いるには、その処理や加工の容易さゆえにデータの信頼性を確保しなければならないという問題が生じる可能性もある。

一方、今後画像データを切羽観察記録として施工時から維持管理まで広く利用するようになれば、データを互換性のあるものにしたり、標準的なデータ形式を設定するといったことが必要になってくると考えられる。

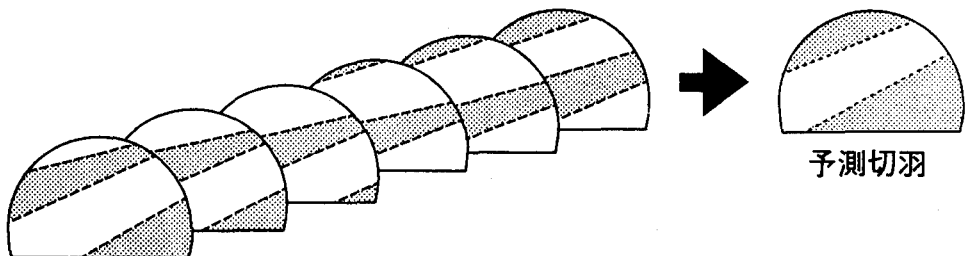


図4 切羽前方予測

参考文献

- (1) 泉谷, 傳田, 藤田, 安藤, 桑嶋, トンネル切羽画像処理システムの開発, 土木学会 トンネル工学研究発表会 論文・報告集 第3巻 p191-194, 1993.11.