

デジタルビデオを用いた展開画像 Emaki-Mofix の実用例と解析上の課題

株式会社 復建技術コンサルタント 正会員 ○ 渡辺 敬三¹

1. はじめに

「Mofix」(Movie fixed)¹⁾とはビデオ映像や連続した静止画像より連続した繋ぎ目のない、かつ歪みの少ないパノラマ画像又は連続静止画像(展開画像)を作製するモザイクキング技術を言い、株式会社エマキが開発した。本発表では、Mofix 画像の実用例と解析上の課題について述べる。

2. 「Mofix」の画像処理

(1) 画像処理の原理

Mofix は、ビデオ画像の隣接するフレーム間の画像を比較して、フレームの中心部から幅のせまいストリップ(フレームの中の画像の歪みが最も小さい部分から切り出された短冊状の部分画像)を切り出し、連続的な静止画像を自動合成する。

例えば、ビデオ画像100の特定フレーム101bとその一つ前のフレーム101aを比較し、101aから101bに至るまでに画像がどの方向にどれだけ移動したかを算出し、算出した移動量に基づいて101bからストリップ102bを切り出し、算出した移動方向に沿って作成対象となる静止画に貼り合わせる(図-1)。

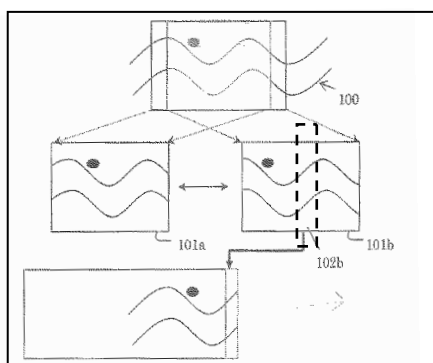


図-1 Mofix の概念図

(2) 小口径パイプの孔壁展開画像処理

この画像処理技術は「パイプ投影」(Pipe Projection)と「Mofix」の2段階処理である²⁾。パイプ投影は管内の前方動画映像の幅狭いリングを座標変換して細い帯状画像にする。この帯状画像をモザイクキングし、切れ目の無い連続静止画を自動生成する。

3. トンネル壁面展開画像

(1) 撮影方法

撮影は複数台のビデオカメラと照明機器を架台に

固定し、これを車両に搭載してトンネルの軸方向に走行させながらトンネル覆工表面を撮影する。一般に、2車線に分かれているトンネルにおいては、各車線で半断面の撮影を行う(図-2)。



図-2 トンネル覆工のビデオ撮影

(2) ビデオカメラの画郭・台数・移動速度

ひび割れ幅の解像度を約0.2mm とすると、デジタル画像の分解能(1画素の1辺の長さ)は2mm が要求される。ハイビジョンカメラのある機種の場合、撮影画郭は次ぎのように縦1.5m、横2.7mとなる。

・縦の分解能 $1.52\text{m} \div 720\text{pix} = 2.1\text{mm}$ (1画素)

・横の分解能 $2.70\text{m} \div 1280\text{pix} = 2.1\text{mm}$ (1画素)

各カメラは壁面との距離によりズーム機能を用いて、同一画郭となるように調整する。壁面には事前にクラックスケールを貼り、後のひび割れ幅解析の基準としている。

ビデオカメラの移動速度Vは、現在のMofixでは1秒間に30コマの動画の各静止画がお互いに90~95%のオーバーラップ率を保つようにするため、 $V = 1.5 \sim 3\text{m/sec}$ (5~10km/h) に限定される。

(3) 展開画像の作製

各カメラのビデオ画像は、Mofixによって自動的に連続静止画の長い帯にする。その後、各帯状画像を接合させ、竣工図や実測した目地間の長さを基に比率の調整を行い、壁面展開画像を完成させる。

(4) 画像解析

印画紙に出力した帯状の展開画像は全体を俯瞰した覆工表面の状態把握が可能である。

電子画像は横断目地に画された各スパンあるいは延長10~20m区間ごとに分割し10~20Mbのjpegや

キーワード：デジタルビデオ、展開画像、画像解析、トンネル、ボアホールカメラ

連絡先： 1 〒980-0012 仙台市青葉区錦町1丁目7-25 (TEL 022-217-2033、FAX022-217-2037)

bmp に調整し、画像処理ソフト（例えば Nikon GS-1）を用いてひび割れや変状部を抽出し C A D 化する。また、ひび割れ幅・ひび割れ密度解析（図-3）を行う。損傷展開図は C A D 図を統合し得られ、近接目視・打音点検展開図との調整を行う。

（5）点検・維持管理における利用法

得られる展開画像は経年劣化把握の基礎資料となるほか、近接目視点検に先立って行うようにし、事前に画像上にひび割れや劣化の想定を行い、点検作業の計画立案、作業の効率化及び点検精度の向上に役立てている。

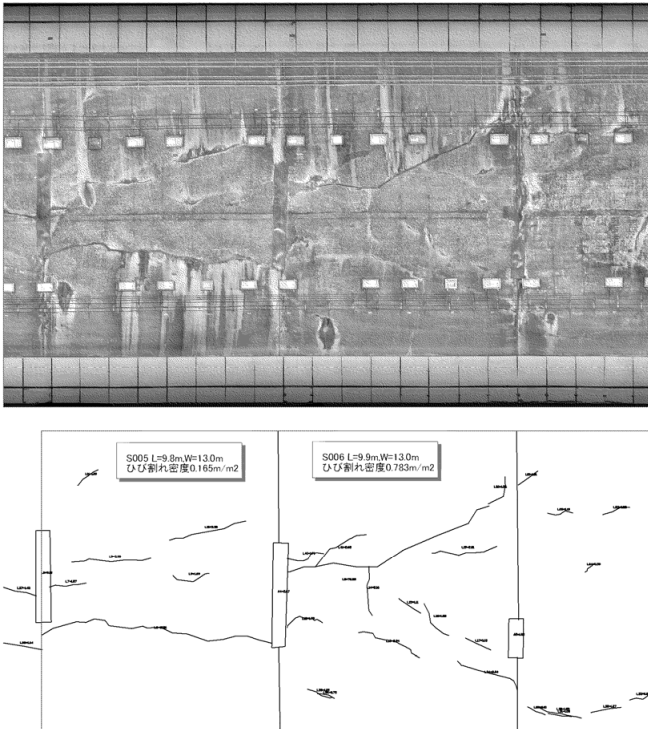


図-3 トンネル展開画像とひび割れ解析例

（6）画像解析結果及び近接目視点検との比較

- ・電子画像で抽出したひび割れは、近接目視点検で確認した幅0.3mm 未満のひび割れより概して多く（ひび割れ密度が大きく）、画像は明らかに幅0.2mmの解像度を示す。
- ・得られたカラー展開画像は壁面の白華・汚れ・鉄さびの範囲にあるひび割れの抽出に優れている。
- ・一般的な画像処理ソフト下のクラックスケールによるひび割れ幅解析は、ひび割れの部分による開口幅の違いを識別できる。ただし、開口幅の傾向は近接目視点検と全体的な偏りが生じる場合がある。
- ・凹凸のある壁面が平面的な画像となる傾向があり、アーチ天端部の細かなひび割れが識別しにくい場合がある。

4. ボアホールカメラ

Mofix-Pipeprojection 専用に開発した前方視ボアホールカメラのビデオ画像からボーリング孔（標準内径66mm）の孔壁展開画像が作製できる³⁾（図-4）。

実際のボアホールは地層の状態によって凹凸が激しいことがあるが、展開画像では滑らかな平面画像となり開口した割れ目・断層の開口度や三次元的な構造が不明なことがある。このため実体視画像を作製し、不連続面の性状把握を試みた（図-5）。

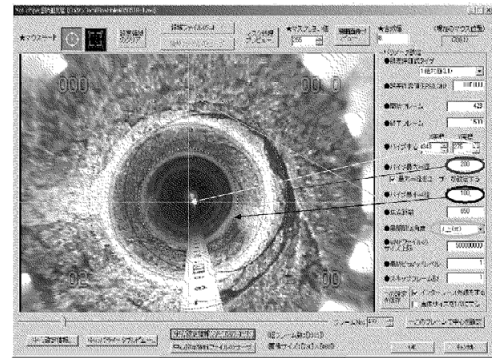


図-4 ボアホールカメラの孔壁展開画像処理

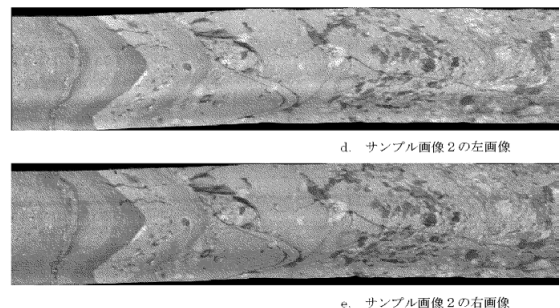


図-5 ボーリング展開画像実体視化の例

5. 画像解析の今後の課題

連続静止画像は印画紙印刷物では「絵巻」状のロールとなり、複数人による解析が可能である。しかし、電子画像では限られた画像（200～750dpi程度）に切り落とし、市販の画像処理ソフト等で解析を行っているのが現状で、高精度画像を十分に生かしきれていない。したがって、トンネルの経年劣化等を把握するため、画像の解像度を維持した上で微細な解析を行う画像解析技術の開発が課題である。

〔参考文献〕

- 1) 榎エマキ・秋月直道・佐藤隆一・Agus SUHARNO:「ビデオ画像をデジタル化されたパノラマ画像に変換し、それをデータベース化するシステム及びそのコンピュータ処理プログラム」,特願2001-194498.
- 2) 榎エマキ・秋月直道・吉田直己・Agus SUHARNO:「管状物内壁のビデオ画像から連続した展開静止画を自動生成するシステム」,特願2001-215318.
- 3) 渡辺敬三・山下智士:「前方視ボアホールカメラ」,実用新案登録第3119012号,2005.