

トンネル画像を用いた変状展開図の作成

復建調査設計株式会社 非会員 ○前田 憲治
復建調査設計株式会社 正会員 高橋 良尚
復建調査設計株式会社 非会員 横手 了

1. はじめに

平成 24 年 12 月に発生した、中央自動車道笹子トンネルの天井板落下事故を契機に、社会資本の維持管理の重要性が再認識されている。国土交通省では、平成 25 年を「社会資本メンテナンス元年」と位置づけ、道路インフラの老朽化対策を推進している。道路トンネルについても、「道路法施行規則の一部を改正する省令」や「トンネル等の健全性の診断結果の分類に関する告示」により、原則、5 年に 1 回の頻度で近接目視を行い、健全度を評価したうえで診断結果を記録し保存することが定められた。本論文では、道路トンネルの定期点検業務における、現地点検作業時間の短縮や変状展開図の精度向上等を図ることを目的に、トンネル内画像の取得方法及び画像処理技術を用いた変状展開図の作成方法について報告する。

2. トンネル画像取得方法

従来の点検方法では、近接目視点検や打音検査により変状が確認された箇所をスケッチすることで変状展開図を作成しており、ひび割れ等の正確な形状の表現や人為的なミスによる誤記や漏れなども発生しやすい状況にあった。また、現道上の作業となるため作業時間の制限があり、短時間で変状箇所の位置や形状を記録する手法が求められている。同分野においては、レーザースキャナ等を搭載した大規模な装置が実用化され、ひび割れの検出、変状展開図作成に利用されているが、今回はより簡易な機材を利用した覆工展開画像の撮影方法について検証した。トンネル形状や車線数、カメラの画角や焦点距離等の情報から、複数のカメラの撮影条件がほぼ同一条件となるようにカメラ設置位置を選定し、トラック荷台に計測機器を設置することでトンネル内の画像撮影を行った(図 1)。カメラの選定条件としては、動画撮影時におけるシャッタースピードのマニュアル調整及び撮影感度の調整、4K 動画記録が可能であることなどから、Panasonic 社製の DMC-G7 を使用した(表 1)。



図 1 計測状況

表 1 使用機器の諸元

形式	LUMIX DMC-G7
タイプ	レンズ交換式デジタル一眼レフカメラ
撮影素子	4/3型LiveMOSセンサー
動画解像度	3840×2160(4K/30p)
焦点距離 (35mmカメラ換算)	28mm~280mm
最大画角	75°
最低被写体照度	9ルクス
撮影時間	200分
本体重量	265g

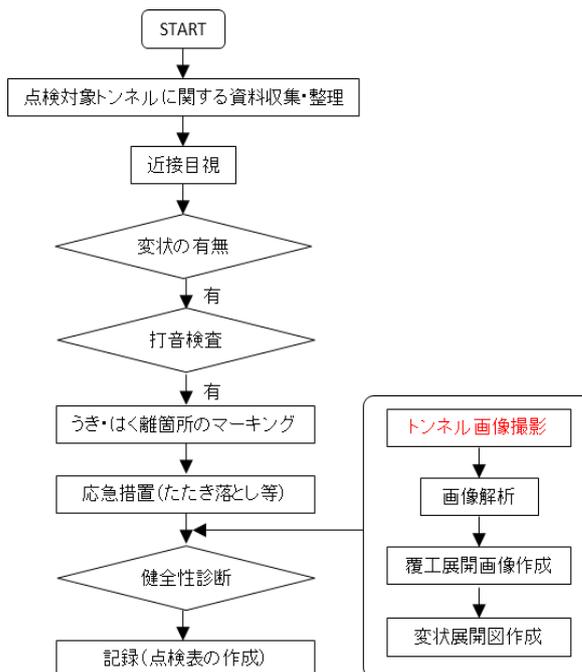


図 2 点検フロー

3. 変状展開図作成

変状展開図の作成には、図2の手順により行った。具体的には、取得したカメラ毎の動画映像から静止画像を取得し、隣接する画像と特徴点を比較することで、隣の画像に何ピクセル移動したかを調べ、静止画を短冊状につなぎ合わせることで連続画像を作成した(図3)。なお、移動ピクセル数を算出するためには、特徴点を明確にする必要があったため、静止画ごとに画像処理することでエッジ検出を行った。画像の特徴を強調するためのフィルタとして用いられる「sobel」、「Laplacian」、「Canny」の3種類について検証したが、ラプラシアン変換が最も特徴点が抽出できたため、移動ピクセル数の算出にはラプラシアン画像を用いた。カメラ毎の連続画像をトンネルの調査スパン毎につなぎ合わせることで覆工展開画像を作成し(図4)、CAD上に展開することで、近接目視点検でマーキングを行った箇所を画像から直接トレースすることで変状展開図を作成した(図5)。

4. おわりに

点検作業の効率化を行うことを目的に、カメラ撮影によるトンネル画像の取得方法及び変状展開図の作成について検証を行った。今回、検証した簡易な計測方法でも覆工展開画像の作成は可能であり、現地での点検作業時間の短縮や変状展開図作成における入力ミスの防止、作業効率の向上など一定の成果を得ることができたと考えている。また、計測に使用した機材は家電量販店やホームセンターなどで入手可能な機材で作成しており、安価にトンネル内画像の取得ができるという特徴もある。また、取得した覆工展開画像は前回点検時からの変状の進行を判断する上で有用なデータであり、次回点検時の基礎資料としても利用可能である。しかしながら、覆工展開図の作成には課題もあり、排気ガス等の汚れの影響や目地等の特徴点の少ない壁面の画像に対して、ラプラシアン変換からの移動ピクセル数の算出が正しく計算できていない箇所もあり、完全な自動処理化には至っていない。今後はエッジ検出の方法を再考し、連続画像作成における効率化及び精度向上を図る必要がある。

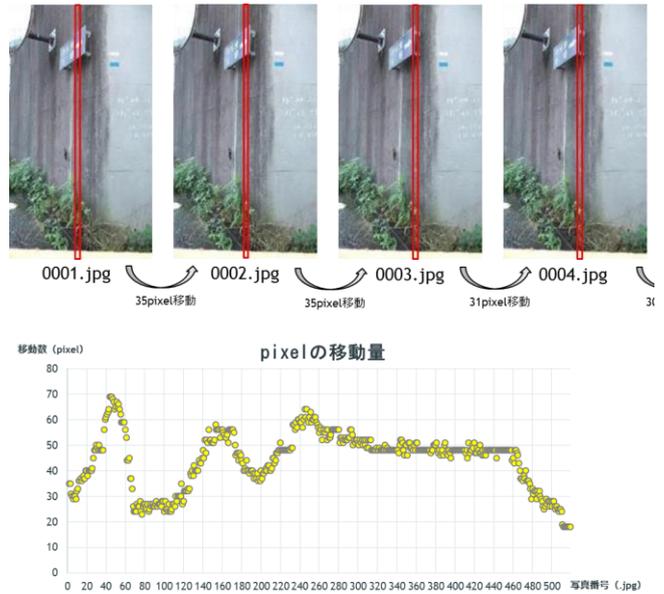


図3 連続画像作成方法

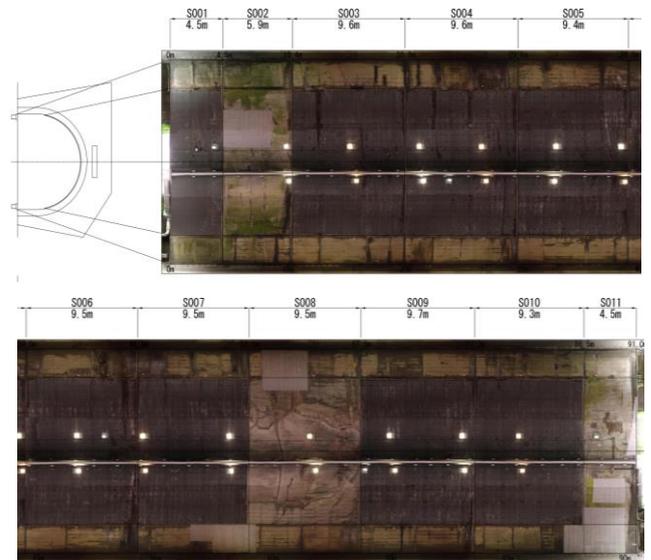


図4 覆工展開画像

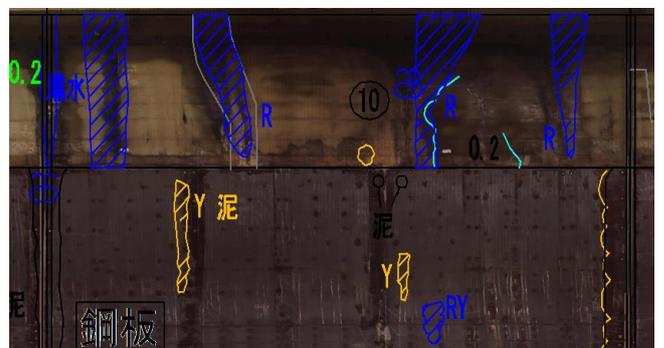


図5 変状展開図

キーワード 維持管理, 変状展開図, 画像処理技術

連絡先 〒732-0052 広島市東区光町 2-10-11 復建調査設計株式会社

TEL 082-506-1811, FAX 082-222-2496