

デジタルビデオカメラを用いた車載型計測に関する基礎実験

三井住友建設(株)	正会員	○塩崎 正人
(株)コスモプランニング	正会員	掛橋 孝夫
ステラ精密(株)	非会員	加藤 健一
(有)テクノフラッシュ	非会員	菊地 典明
山口大学	正会員	工博 河村 圭

1. はじめに

今般、構造物の長寿命化を図る目的から維持管理の重要度が増している。トンネル構造物においては、従来の近接目視点検に加えて、専用車両に高精度の計測機材を車載し、高速で走行可能な計測システムの開発が進んでいる。走行計測の場合、供用中のトンネルにおいても交通規制が不要のため、特に交通量の多い幹線道路で有効的な計測手法である。計測はラインスキャナー・デジタルビデオカメラを使用し、結果をデータベース化することで径時変化を把握することも容易となる。一方で、専用車両を用いて高精度なデータ取得するため、費用が高額となる場合がある。維持管理の予算が年間100万程度という地方自治体等もあるため、継続的に活用するにはコストの問題が発生する。

筆者らは、走行計測システムの有効性を認識しつつ、活用の場を広げるために、計測機材の構成を簡素化した『簡易型』という位置付けでシステム開発を進めている。昨年度、車載化装置の試作版を製作し竣工前のトンネルで計測を行ったため、この結果を報告する。

2. 計測仕様

本システムは機能を簡素化した『簡易型』と位置付けている。これは、管理者が日常点検で実施するパトロールする際の目視点検の代替を目的とし、画像データをデジタル記録することで径時変化を把握する。日常点検の代替という目的から、以下の仕様で開発を進めることとした。

- ①一般的なワゴン車等で計測可能とする
- ②計測装置は車上に設置し脱着・収納可能とする
- ③カメラ等の機材は入手容易な市販品を使用する
- ④発電機を使わずバッテリー等で動作可能とする

計測精度については、ひび割れの有無を判定するも

のとした。変状が発見された場合、詳細調査については別の方法を用いて判定を行うこととする。具体的には、早急に補修・補強が必要となる幅3mmのひび割れ¹⁾を確実に捉えることが必要なため、安全側で設計を行いカメラの画素分解能1mm以下とした。

3. 装置製作

弊社技術開発センター所有の公用車を使用して、計測装置を試作した。試作装置は加工が容易な木製とし、

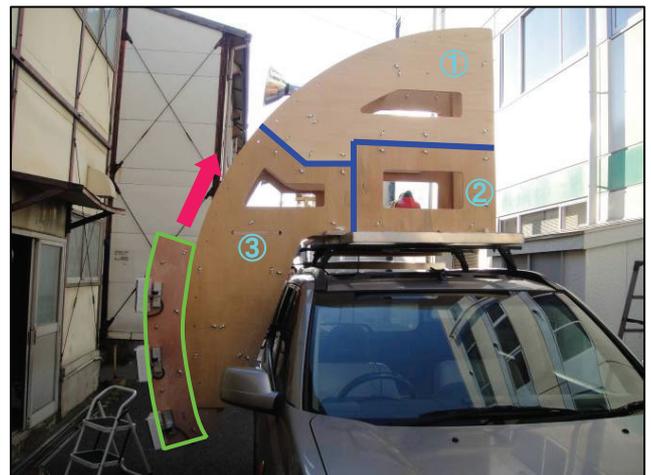


写真-1 計測装置 (緑枠内は可動部)



写真-2 計測距離インジケータ

キーワード：画像計測、トンネル、ひび割れ、デジタルビデオカメラ、車載システム

連絡先：〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 三井住友建設(株) 技術開発センター TEL 04-7140-5201

E-mail: MasandoShiozaki@smcon.co.jp



写真-3 計測状況（全点灯時）

車内に格納するため3分割とし、カメラ・照明機材装着部は可動式となっている（写真-1）。計測用のビデオカメラにはSONY製HDR-CX560Vを5台使用し、カメラを挟む形でLED投光器6台を配置した。これらはバッテリーで駆動する。今回の計測では必要光量についてもデータを取得するため、増灯用として岩崎電気株式会社製高圧ナトリウムランプCMH-252を2台装着し、この2台については発電機を用いた。

また、トンネル壁面との撮影距離を一定に保つため、側面にレーザー距離計を取り付け、撮影距離が許容値を超えた場合にアラームを発するインジケータソフトを開発し、運転席前に設置した（写真-2）。

4. トンネルでの計測実験

竣工前のトンネルを使って計測実験を行った（写真-3）。未舗装トンネルであったため路面に凹凸が残っており、映像のブレを防止するため走行速度を5~10 km/hとして計測を行った。計測は5台のカメラを1セットとし、スライド式の可動部を位置を変えながら5回撮影を行い、壁面の半分を計測した。

本トンネルは長さ700m超であり、撮影時間は約5分であった。フレームレート60 fpsで撮影したため、カメラ1台当たり約20,000枚の静止画像を取得したことになる。これらの静止画はセントル長（10.5 m）ごとに画像合成を行う必要があり、合成用のソフトとしてMicrosoft社が無償配布しているMicrosoft Image Composite Editor（ICE）を使用した。ICEはパノラマ写真作成が本来の用途であるが、画像の結合方法を選択できるなど多機能なフリーソフトであったため、今回の作業に適用した。合成画像を一部抜粋したものが図-1である。撮影箇所は坑内照明用のケーブルが写っているが、これが部分的に欠如しており、不自然

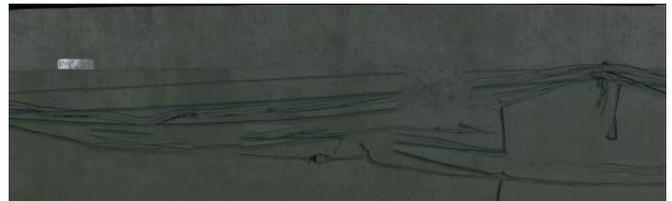


図-1 ICEによる画像合成（抜粋）

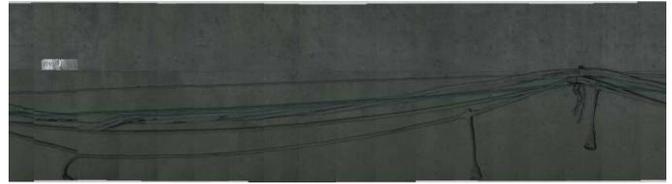


図-2 開発ソフトによる画像合成（抜粋）

な形で繋がっている箇所もあった。ICEでは濃淡の少ないコンクリートでは、適切な合成が困難であることが判った。また、結合時に作業領域となるメモリを大きく必要とすることが判り、メモリ量に制限がある32 bit機では作業が困難であることも判明した。

このため、ICEの適用を断念し、山口大学大学院システム設計工学研究室が開発した画像合成ソフトウェアを使用した。このソフトは、重ね合わせた範囲の類似度からマッチング位置を決定するもので、このソフトで合成画像したものが図-2である。この合成画像ではケーブルが滑らかに繋がっていることが判る。

5. まとめ

今回の計測実験から以下の知見を得ることができた。

- ①高輝度LED投光器のみで計測可能（発電機不要）
- ②未舗装面では10 km/h以下で走行する必要がある
- ③直進性を向上させるため離間インジケータは有効
- ④画像合成プログラムの開発が必要
- ⑤ナトリウムランプではフリッカーが発生する

『簡易型』の計測システムは、変状を把握することを目的とした日常点検の代替システムである。計測機材・ソフトウェアを簡便化することで地方自治体等の道路管理者が広く活用できると考えている。今後は、計測装置の簡素化・解析の自動化を進め、システムの省力化を図る計画である。

参考文献

- 1)財団法人道路保全技術開発センター：道路トンネル点検・補修の手引き【近畿地方整備局版】，財団法人道路保全技術開発センター，pp.57-62，2001年7月。