

(43) トンネル維持管理のための車載撮影装置の開発

塩崎 正人¹・河村 圭²・吉村 忠雄³・飛田 正人³・加藤 健一⁴

¹正会員 三井住友建設株式会社 技術開発センター (〒270-0132 千葉県流山市駒木518-1)
E-mail: MasandoShiozaki@smcon.co.jp

²正会員 山口大学准教授 大学院理工学研究科 (〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1)
E-mail: kay@yamaguchi-u.ac.jp

³非会員 株式会社双葉電機製作所 (〒310-0841 茨城県水戸市酒門町字西割4265-3)

⁴非会員 ステラ精密株式会社 (〒300-1286 茨城県牛久市小坂町1890-6)

老朽化したトンネルの維持管理が問題となっている。従来はトンネルを通行止めにして高所作業車等を用いる「近接目視点検」が一般的であったが、近年ではデジタル画像機器の発展から、デジタルビデオカメラやレーザースキャナーを搭載した専用車両で高速走行しながら撮影・計測を行う「走行型計測」も実用化されている。一方で、「走行型計測」は通行止めが不要である反面、計測費用が高額となる場合もあり、維持管理予算の少ない地方自治体において継続的な運用が難しい。

筆者らは全ての道路管理者が運用出来る「走行型計測」の普及を目指し、低コストの計測システム開発を進めており、専用車両を必要としない分解・可搬型の車載撮影装置の試作機を製作した。

Key Words : tunnel, maintenance, mobile imaging system, crack, floodlight

1. はじめに

既設トンネルでは、道路管理者による日常的な点検として徒歩やパトロールカーでの遠望目視点検が実施されている。遠望目視点検によって発見された変状箇所については、高所作業車等を用いての近接目視や打音検査といった詳細調査が実施される。平成26年6月に策定された『道路トンネル点検要領』では、基本的に定期点検を5年に1度実施する¹⁾と具体的な点検サイクルが記載されたことから、効率的な維持管理に向けた技術開発が喫緊の課題となっている。また、紙ベースの点検調書からデジタルデータによる管理への移行も求められており、自動車にデジタルビデオカメラやレーザ計測機器を搭載し、高速走行しながら計測が可能な「走行型計測システム」の導入も始まっている。

「走行型計測システム」の利点として、①道路占有が不要であること、②撮影・計測したデジタルデータを記録できることが挙げられる。しかし、高速走行が可能かつ高精度な計測が可能な専用車両を使用することから、計測費用が高額となる場合がある。このため、高速道路会社や国土交通省直轄国道など限られたトンネルでの運用に留まっている。

『道路統計年報2013』²⁾によると、国内のトンネル本

数は9,760本であり、高速道路・直轄国道が管理するトンネルが2,244本(23%)、地方自治体等が管理するトンネル7,516本(77%)となっている(図-1)。全体の77%のトンネルを管理する地方自治体では、「走行型計測システム」を導入する予算が確保できない自治体もあり、従来からの点検方法を継続しているため、維持管理の効率化は進んでいない。

そこで、「走行型計測システム」の幅広い普及を図るため、筆者らは全ての道路管理者が運用を可能とするため、安価な撮影装置の開発を進めている。

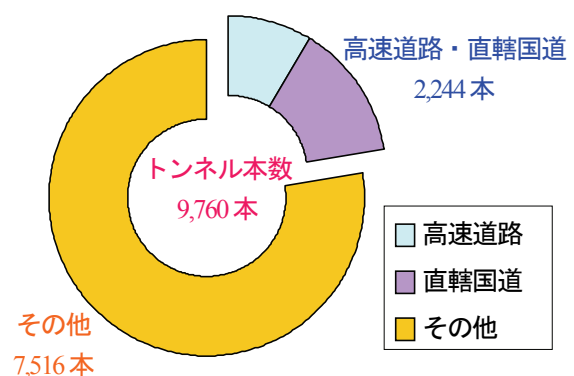


図-1 トンネル本数と管理機関の関係

2. 車載撮影装置の開発

(1) 車載装置の仕様

地方自治体でも運用可能な安価な撮影装置を開発するため、装置仕様は以下のように決定した。

- ① 専用車両を必要とせず自動車屋根上に搭載する
- ② 分解可搬型で脱着可能とする
- ③ 0.2 mm以上のひび割れを抽出可能とする
- ④ 発電機を使用せずバッテリーで駆動する
- ⑤ 運用は一般道に限り低速での撮影とする

価格と消費電力を抑えるため、ビデオカメラと照明を必要最低限の台数とした。ビデオカメラは入手が容易な市販品（SONY製HDR-CX630V）を使用し、照明は省電力で光量の大きな高輝度LED投光器を製作した。

(2) ビデオカメラ・照明台数の決定

計測対象を一般道としているため、撮影距離4 mから0.2 mmひび割れを抽出する場合、今回使用するビデオカメラの分解能は0.143 mm（サブピクセル化）であるため、トンネル半周を撮影するためには18台必要となった（図-2）。そこでカメラ台数を減らすため、ビデオカメラ装着部にスライド機構を採用することとし、6台のビデオカメラで1回計測し、それを3回繰り返すこととした。

また、筆者らが過去に実施した実験³⁾から、ビデオ撮影に600 lx以上の光量が必要であることが判ったため、高輝度LEDを1.2 m間隔で3台設置することとした。

(3) 車載装置製作

カメラ・照明の台数を決定した後、車載撮影装置の試作機製作を行った。撮影装置は一般道の最高速度60 km/hでの走行風を載荷荷重として強度設計を行った。

撮影装置はスライド部、円弧部およびベース部に3分割が可能であり、各パーツに取っ手を付けて持ち運びを容易にしている。スライド機構はワイヤーで円弧部を可動させる機構とし、撮影装置背面側に手動のウィンチを装着した。ハンドル位置が地上より1.5 m程度にあるため、地上から昇降作業が可能である。

3. まとめ

車載撮影装置の試作機を製作したことで、専用車両を必要としない「走行型計測システム」の運用に可能性を見いだした。これにより、道路管理者が所有するパトロールカー等での「走行型計測」が可能となるため、効率的な維持管理に寄与できるものと考えている。

今後は、装置の軽量化を図ることに加え、日常点検についても効率化するため、計測機器を簡素化した車載撮

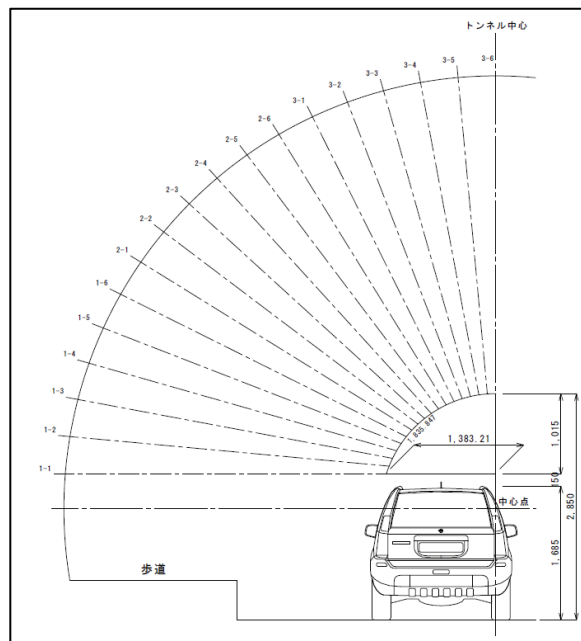


図-2 ビデオカメラ配置

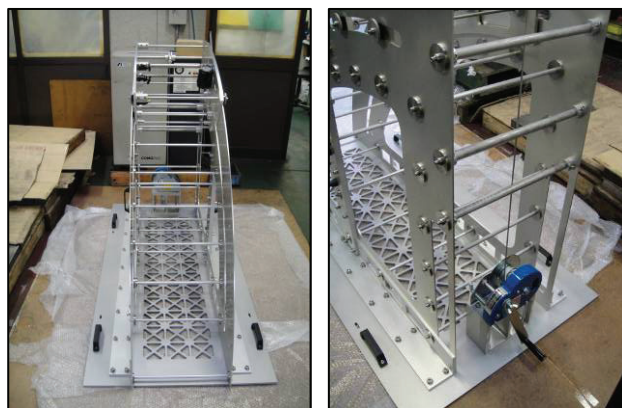


図-3 撮影装置（左）とスライド昇降機構（右）

影装置の開発を進める計画である。

謝辞：本研究は、平成 25 年度独立行政法人科学技術振興機構研究成果展開事業 A-STEP フィージビリティスタディシリーズ顕在化タイプ【AS2511142H】における成果の一部である。ここに関係各位への感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局 国道防災課：道路トンネル定期点検要領，p.8，2014.
- 2) 国土交通省：道路統計年報 2013，表 74 トンネル現況総括表，< http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2013/pdf/t_genkyou74.pdf>，（入手 2014.6.28）.
- 3) 塩崎正人，掛橋孝夫，加藤健一，菊地典明，河村圭：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，第 67 回土木学会年次学術講演会，CS8-019，DVD-ROM，2012.