

## 連続走査画像の撮影によるトンネル検査について

○竹原 孝弘 前田 昌彦 (アーバン・エース)

佐藤 巧二 西島 敦 (阪神電気鉄道)

川端 康之 (ジェイアール総研情報システム)

The new inspection technique that was a method of continuously taking a picture of the tunnel inner wall with Line sensor camera

Takahiro Takehara, Masahiko Maeda (Urban Ace Corporation)

Koji Sato, Atsushi Nishijima (Hanshin Electric Railway Co., Ltd.)

Yasuyuki Kawabata (JR Souken Information System Co., Ltd.)

In this paper, we report on a new inspection technique of a concrete structure in the railway tunnel. There were a lot of problems in the past inspection technique. For instance, a lot of inspection personnel were necessary for inspecting it by watching on foot. Then, Hanshin Electric Railway Co., Ltd. developed a new inspection technique that was a method of continuously taking a picture of the tunnel inner wall with Line sensor camera, and using the image. Now, the excellent technique is evaluated, and the application experiences in other railway companies have increased.

キーワード：トンネル、ラインセンサカメラ、変状展開図、健全度判定

Key Words : Tunnel, Line sensor camera, harmful alteration map, soundness diagnosis of structures

## 1. はじめに

1999年に相次いで発生した鉄道トンネル内でのコンクリート剥落事故以来、鉄道トンネルの安全性に関する問題がマスコミ等でも大きく取り上げられ、維持管理における検査の重要性が改めて問われている。その一方、従来の検査手法は徒歩目視によるものが主流であり、検査要員の確保、健全度診断の不均一性や検査コストの低減化等への対応が鉄道事業者で急務の課題となっている。

ここでは、これらの課題に対する取り組みの一つとして、トンネル内空をラインセンサカメラで連続的に撮影し、その画像を定期検査へ用いる検査手法を実用化し、効率的な検査運用を行なっている取り組みについて報告する。

## 2. 連続走査画像を利用したトンネル検査手法

### 2.1 従来のトンネル検査の問題点

鉄道構造物の定期検査は、2006年2月の定期検査に関する告示改正に伴い、トンネルの変状展開図を2年毎に作成

することが義務付けられた。従来はトンネル内を徒歩目視（夜間）して手書きによる記録が主流であったが、暗く狭隘な場所での作業の非効率性、また検査員の技術力による診断精度のばらつき等の問題点があった。このため、JR等では「ラインセンサカメラ」や「レーザー光」によりトンネル壁面を撮影する機材を搭載した専用検査車両を新造し運用を行なっているが、イニシャルコストが高く（2～3億円程度）、導入が困難な状況であった。

### 2.2 連続走査画像を利用したトンネル検査の実用化

「ラインセンサカメラ」は、一次元画像を撮影するカメラであり、カメラを延長方向に移動させながら撮影することで、切れ目やダブリの無い長尺画像が得られるという特徴がある。阪神電気鉄道では、上述の状況を踏まえ、「作業の簡便性」、「低コスト化」を図るべく保有している工事用車両上にラインセンサカメラ等の機器を簡易的に設置できるフレームを製作し、低速で車両を走行させながら連続撮影する方法を考案・実用化を図った。

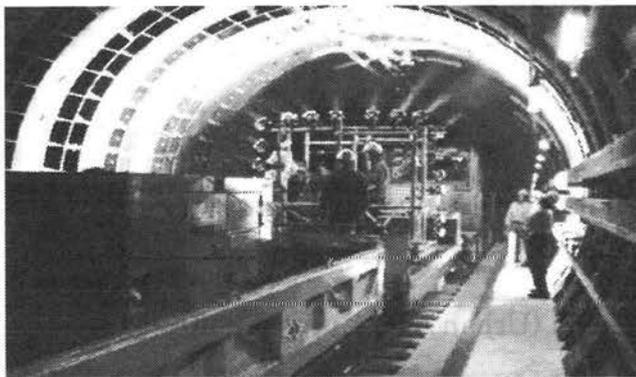
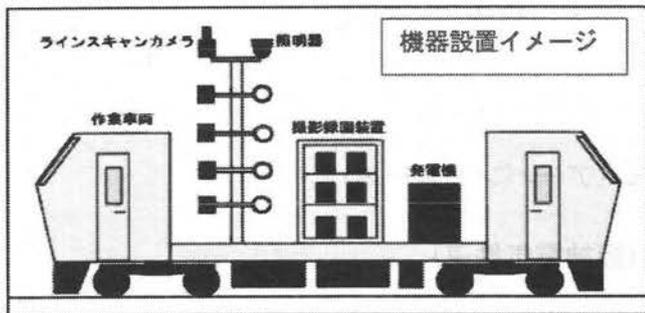
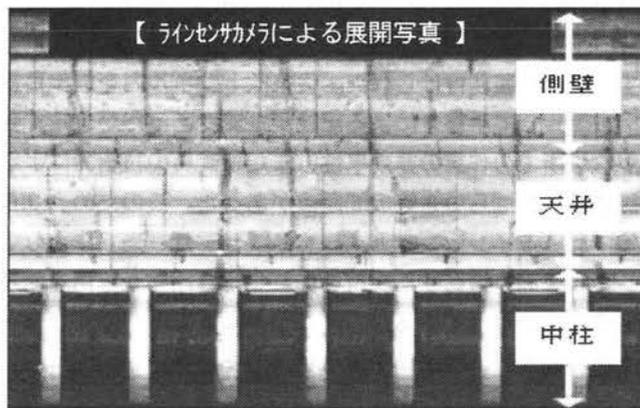


図 1 撮影状況

この手法の実用化により、専用車両を新たに製作するのではなく、以下に示す仕様によるトンネル内空画像の撮影が可能となり、阪神電気鉄道では 2004 年度よりこのシステムを本格導入し運用を行ってきた。

- ・撮影方法：5150 画素/ライン × 3~4 台  
(側壁・上床版・中柱)による連続走行撮影
- ・画像分解能：0.5~1.0mm/画素
- ・撮影速度：10~20km/h
- ・撮影可能距離：約 20 km/日

図 2 連続走査線画像 (ボックス内空展開画像)



この手法は他で開発されている類似の検査手法と比べて非常にコストパフォーマンスの優れた手法であるが、阪神電気鉄道を含め、アーバン・エース他の阪急阪神グループ各社で協働実施体制を新たに構築することにより、機器の運搬・設置の作業経費を更に低減し、現在では、コストパフォーマンスの優れた検査手法として各鉄道事業者から高い評価を得て、今般では関西圏の鉄道事業者を中心に検査運用を行なうに至っている。(表 1 参照)

表 1 運用実績 (受注実績)

年度	事業者名	撮影延長 (単 km)
2007年	神戸市交通局	48
	京阪電鉄	2
2008年 (予定含む)	神戸市交通局	32
	京阪電鉄	20
	泉北高速鉄道	2
	阪急電鉄	9
	阪神電気鉄道	15
	北大阪急行電鉄	2
	北神急行電鉄	14

### 2.3 構造物管理支援システムとの一体運用

「構造物管理支援システム (以下、支援システム)」は 2005 年度に阪急・阪神をはじめ、全国の鉄道事業者 14 社局と鉄道総研が共同開発し、定期検査で既に実用化されているデータベースシステムであるが、撮影画像データをこの支援システムへリンクさせることにより、健全度診断作業等の効率化と診断精度向上を図り、撮影作業と健全度診断を効率的に一体的に行う事が可能である。

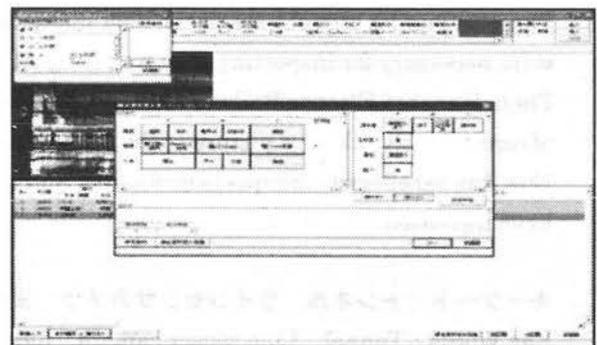


図 3 支援システム (目安判定画面)

### 3. おわりに

本手法は類似の機械的検査手法に比べても非常にコストパフォーマンスの優れた検査手法として評価を得ているが、トンネルに限らず多くの鉄道構造物への応用が可能な手法である。現在、阪神電気鉄道では車両とホームとの離隔測定や掘割り擁壁部、盛土部等への適用についてその有効性の検証を行っている。

また、レール面の変状確認や電車線の劣化状況確認にも応用できる手法であり、今後は、これまでのノウハウを活かし幅広く運用していきたいと考えている。

### 参考文献

- 1) 小島芳之, 鶴飼正人: トンネルの健全度診断, RRR, pp.14-19, 2006.5
- 2) 鶴飼正人, 長峯望: 画像処理を用いたトンネル覆工ひび割れの高精度検出方法, 鉄道総研報告, Vol.20, No.10, pp.47-52, 2006.10