

## デジタルカメラを用いた画像処理手法によるトンネル断面計測システムの試作

西日本旅客鉄道（株）	正会員	御崎 哲一
西日本旅客鉄道（株）	正会員	鈴木 喜也
西日本旅客鉄道（株）	正会員	藤原 申次
ジェイアール西日本コンサルタンツ（株）	正会員	竹田 喜彦

### 1. はじめに

トンネル断面計測システムとは、鉄道トンネルの建築限界確認を簡易に行うことを目的としたものである。本稿では、デジタルカメラ写真を画像処理することにより、トンネル内空断面を簡易に計測する方法を開発し、検証試験を行った結果について報告する。

### 2. 計測手法の概要

計測機器および配置状況を図1に示す。レーザ照射器を計測位置に設置し、線路方向直角にトンネル断面を照射させ、その照射面と平行になるように標点（ターゲット）を5点配した基準定規（図2）を設置する。その基準定規の標点およびトンネル覆工面に映し出されたレーザ輝線をデジタルカメラで同時に写し込む。そして既知である基準定規の各標点間距離の関係をを用いて方程式を立て、未知であったカメラの位置情報（座標・傾き）を算出する。次に、カメラCCD面上に撮像されたレーザ輝線について画像処理を施し、求めたカメラ位置情報との関係から覆工面の座標化を行うものである。

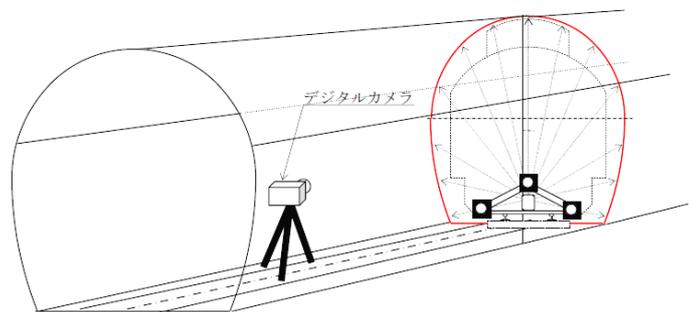


図1 計測概要

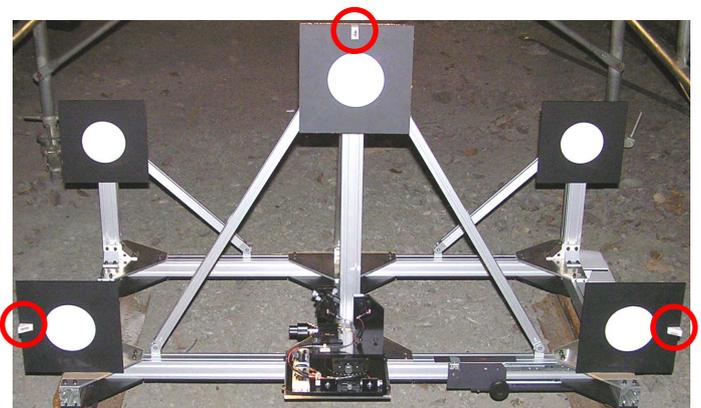


図2 基準定規（部：据付精度確認器）

### 3. これまでの成果

平成16年度の検討において、計測精度を5mm程度にするには、立体的に標点（ターゲット）を配置した基準定規が必要との知見を得ている。計測精度5mmであれば、建築限界確認精度としておおよそ実用に適したレベルのものであり、平成17年度の開発目標とした。

### 4. 要求性能・機能

平成16年度の試験結果・知見を受け、使用性・堅牢さ・価格等に着目し、プロトタイプ機及び解析プログラムの試作を行った。以下にその要求性能・機能を列挙する。

- (1) 計測精度は5mm以内であること。
- (2) 計測結果の判定は現場で即座に確認でき、トンネル断面と建築限界・車両限界の位置関係を特定し、基準によるランク付け（A, B, C, S）を行えるシステムとすること。
- (3) 基準定規およびレーザ照射器の据付精度を、簡易に確認・調整できる機能を付属すること。
- (4) 軌道短絡を発生させないこと。

キーワード トンネル断面計測システム, 建築限界, デジタルカメラ, 画像処理, レーザ

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田 2-4-24 西日本旅客鉄道(株) 鉄道本部技術部 TEL06-6376-8136

## 5. 検証

### 5.1 計測精度

光波測量器及びレーザ測距型トンネル内空断面測定器との精度を検証した（図3、4）。各々の計測点と比較したところ、5mm以内の精度が得られることが判明した。

### 5.2 計測結果の判定

デジタルカメラにノートパソコンを直結し、撮影したデータをもとに取り込み、解析プログラムを作動させることにより、現場においてトンネル断面と建築限界・車両限界の関係、「A、B、C、S」判定を行うことを可能にした。

### 5.3 計測機器類の据付精度確認・校正機能

本計測方法は、定規面とレーザ照射面が平行でなければ誤差が拡大する。レーザ照射面が定規面と壁面位置で  $dL$  だけずれた場合の高さ方向誤差  $dW$  は図5に示すような値となる。在来線トンネルの場合、 $L$ =約 5.0m、 $H$ =約 5.0m、 $T$ =約 1.5m 程度であることから、天井壁面位置での平行度のずれ  $dL$  に対し、高さ誤差比 ( $=dW/dL$ ) は、約 0.7 程度である。つまり前後左右に 5mm ずれても計測誤差  $dW$  としては 3.5mm になる、という意味である。基準定規の高さは約 0.5m、 $H$ =約 5.0m であれば、定規面でレーザ照射面との誤差が 0.5mm あれば計測誤差  $dW$  は 3.5mm という事になり、測定誤差未満となる。

そこで、レーザ照射面上にレーザ照射面と斜角に交わるように据付精度確認器を設置した（図2部）。レーザ照射器は据付を微調整出来るようになっている。また、斜角設置の効果によりレーザ輝線が広がり照射面の確認が容易になったので、定規面でレーザ照射面との誤差を 0.5mm 以内で設定する事が簡易に可能となった。

### 5.4 軌道短絡防止

本基準定規は軽量化と剛性保持のため、アルミ製としたが、軌道短絡しないよう、アルミ骨組露出部を全てカバー、テープで被覆した（図6）。

## 5. おわりに

単線断面大のトンネルにおいて、本手法による測定誤差は最大 5mm 未満であり、鉄道トンネルの建築限界確認を簡易に行うという目的において、実用に適したレベルのものとなった。今後は計測器の軽量化、システムの使用性向上を図り、現場へ適用させていく所存である。

## 参考文献

・藤原申次他 土木学会第 60 回年次学術講演会（平成 17 年 9 月）6-275

デジタルカメラを用いた画像処理手法によるトンネル断面計測

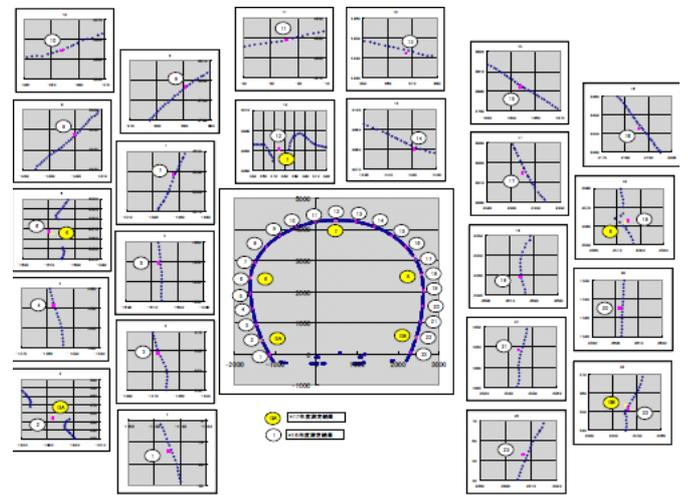


図3 光波測量器との比較

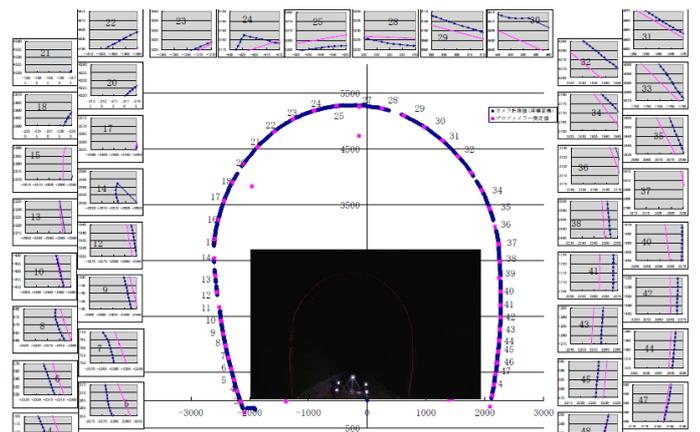


図4 レーザ測距型トンネル内空断面測定器との比較

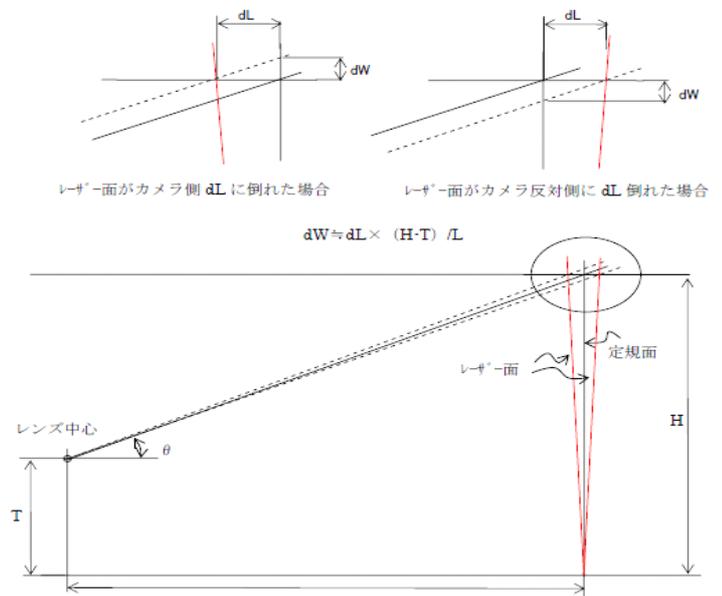


図5 レーザ照射面と定規面の平行度のずれによる誤差

図6 軌道短絡防止措置済みの基準定規

