

トンネル覆工コンクリート表面の汚れとトンネル内走行視環境に関する基礎的研究

西日本高速道路エンジニアリング四国(株) ○正会員 条野 佑允
 西日本高速道路エンジニアリング四国(株) 正会員 橋本 和明
 西日本高速道路エンジニアリング四国(株) 正会員 明石 行雄

1. はじめに

トンネル内は運転者の視環境が悪いことから、照明設備や内装工が施されており、点検や清掃が適宜実施されている。トンネル覆工コンクリート表面の汚れはトンネル内走行視環境に影響を与え、トンネル内照度を低下させる要因のひとつである。

本文は、覆工コンクリート点検システムにおいて撮影された画像の解析で照度低下を定量評価することで、トンネル内の照度低下予測の可能性について基礎的研究を実施したものである。

2. 検討方法

2. 1. 実験概要

本検討方法を図-1に示す。まず、電波環境計測車(Dr.イエロー)にて真値となる照度測定値を取得したトンネルにおいて、トンネル覆工面撮影車にて撮影を行う。次に作成したトンネル覆工画像の画像解析を行い、コンクリート表面の汚れを定量化する。最後に定量化した値と照度の実測値を用いて、照明設備諸元に対する傾向を分析し、トンネル内の照度予測手法を検討する。

2. 2. 照明灯具の特性把握

トンネル内照度環境は照明灯の配置の影響を受ける。図-2に照明灯とトンネル内の照度の関係を示す。照明灯直下あるいは近傍については照度が高く、隣り合う照明灯が最も離れる中間部の照度が低いと仮定した。この照明灯の設置間隔や種類は、トンネル毎に異なるため、検討には対象となるトンネルの完成(設計)図面を確認し、照明種別や配置を確認した。

2. 3. 取得データ

取得データは電波環境計測車による照度測定結果(平成26年5月29日)とトンネル覆工面撮影車によるトンネル覆工画像(平成26年6月12日)とし、ほぼ同一時期に取得した。

2. 4. 画像解析

画像解析手順を図-3に示す。解析区間は基本照明がある連続した7スパンとし、トンネル覆工画像を輝度に換算するため、取得したカラー画像をグレースケールに変換し、1Pixel/mm毎に256階調にて数値化した(図-4)。次に照明灯や照明ラック、ケーブルの写り込みの影響のある範囲を対象外とし、その範囲の上下をコンクリート表面輝度の解析エリアに設定し、上部(Con上)は灯具からトンネルクラウン部のセンターまで、下部(Con下)は灯具から縁石までとした。

解析値については解析エリア進行方向に10cmの短冊状に分割し、分割したエリア内の1Pixel毎の輝度値の平均値を算出した。

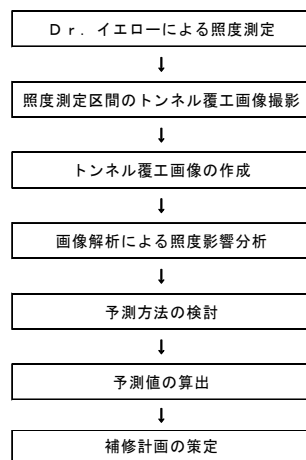


図-1 検討フロー

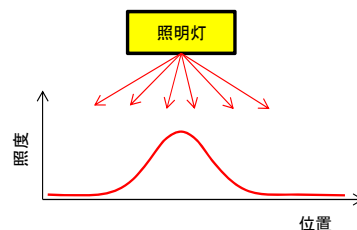


図-2 照明灯と照度の関係

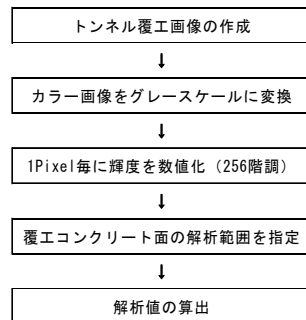


図-3 画像解析フロー

キーワード：維持管理、予測手法、画像処理、照明、汚れ
 連絡先 〒760-0072 高松市花園町三丁目1番1号

TEL 087-834-1121 FAX 087-834-0150

3. 照度劣化予測手法

3. 1. 独立変数の設定

解析に用いる独立変数として、対象トンネルにおける照明灯の配置から照度分布を設定し、ランプ交換日からの経過日数を設定した。また、画像解析による輝度値は解析エリアの大きさによって影響を受けることから、解析エリア 10cm の平均輝度値を最小単位とし、10, 20, 40, 60cm の移動平均値を上下エリア別に算出し、合計 12 種類を独立変数として設定した。

3. 2. 照度劣化予測

予測手法はニューラルネットワーク、判別分析、決定木分析、ロジスティック回帰分析等、複数の解析手法を用いた。SPSS Modeler ソフトによる解析の結果、本検討では決定木分析とともに予測精度の高いニューラルネットワークを予測モデルとした。図-5 に示すとおり照度測定値と予測値の比較結果からニューラルネットワークによる予測モデルの精度が高いことを確認した。

次に、独立変数別に照度予測に影響する重要度を図-6 に示す。照度分布は照明灯配置により既知であることから、ここでは、照明ランプの寿命を示す交換からの経過日数とトンネル覆工コンクリート表面輝度について確認した。ランプ交換からの経過日数の影響度が 0.1 に対し、コンクリート表面輝度値の影響度は 0.05~0.01 となり、路面照度に与える影響は、ランプ交換からの経過日数が支配的であった。

また、覆工コンクリート表面輝度、移動平均量の違いによる影響度に着目すると、移動平均 60cm と、移動平均 20 cm では、影響度が大きく異なる。照度測定値と各移動平均の表面輝度を比較(図-6)すると、移動平均 20cm は輝度分布と大きく異なる箇所が散見される。可視画像により確認すると、輝度の差異はトンネル目地部のはく落対策ネットの影響であり、これが影響度を低下させる要因となっている。

5. まとめ

- (1) 走行視環境に影響する照度測定値の推定は、照明のランプ交換からの経過日数、すなわち照明本体の照度の影響が支配的であり照明の性能低下を定量評価する手法の開発が望まれる。
- (2) トンネル覆工コンクリート面の汚れの定量評価を行うには、画像の輝度分布を計測することが有効である、ただし、トンネル覆工面以外の、付属物の影響を受けるため、覆工コンクリート表面を限定する方法¹⁾などにより、評価対象物を絞り込む必要があると考える。

参考文献

- 1) 桑野ほか：トンネル覆工に着目したひび割れ抽出のための画像処理範囲特定に関する基礎的研究，土木学会第 69 回年次学術講演会，平成 26 年 9 月

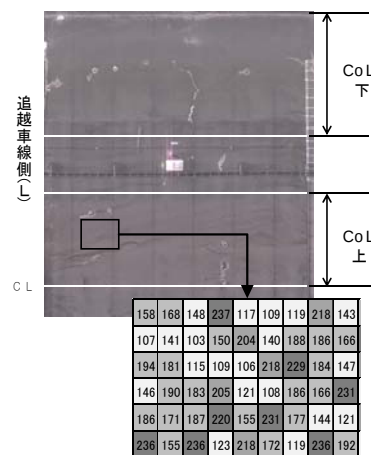


図-4 輝度値への変換

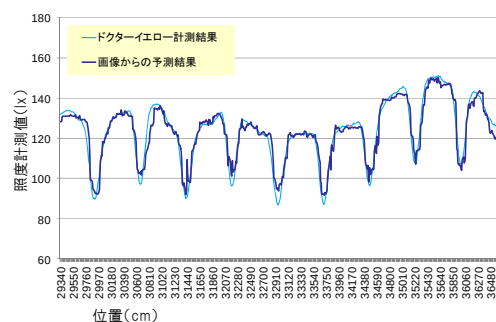


図-5 計測値と予測値の比較

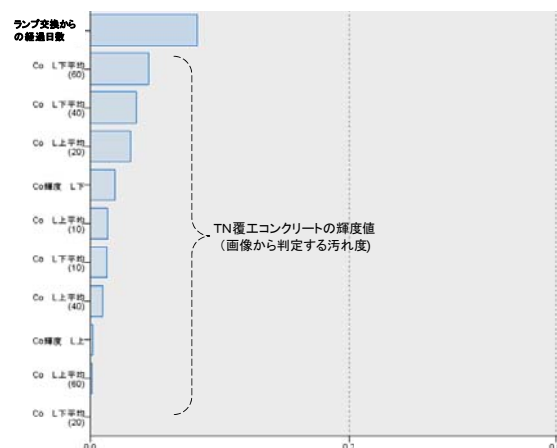


図-6 独立変数別の重要性(影響度)

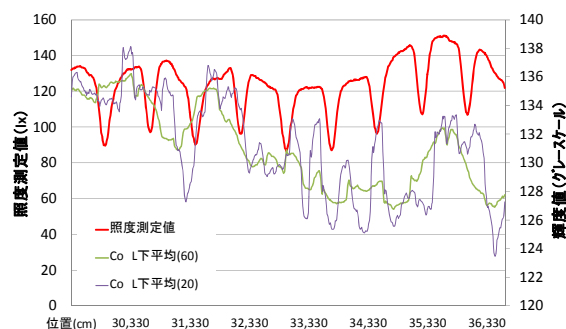


図-7 照度測定値とコンクリート表面輝度値