

### 画像解析によるトンネル照明灯の劣化予測手法の基礎的研究

西日本高速道路エンジニアリング四国(株)      ○正会員    橋爪 謙治  
 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  
 木更津工業高等専門学校                      非会員    小田 功

#### 1. はじめに

トンネル内は運転者の視環境が悪く、照明設備や内装工を施工し、各種設備点検やトンネル付属物清掃が交通量に応じた頻度で実施されている。トンネル内視環境を低下させる大きな要因として、照明設備の劣化がある。この劣化度合いについては、照度測定車により定期的に行われているが、路面付近の照度を測定しているため、照明灯個々の劣化を評価していない。

本文は、照明灯の出力低下や灯具のガラス面の濁度を、トンネル覆工面撮影車で撮影した画像の解析により評価することで、灯具毎の照度劣化予測手法を提案するための基礎的研究を実施したものである。

#### 2. 照明灯劣化検討

##### 2. 1. 実験概要

トンネル照明灯具の照度低下を再現する因子について実験を実施した(図-1)。実験に採用したトンネル灯具の種類は、近年主流となっているLED照明とした。灯具のガラス面の汚れである濁度を再現するため、照明灯にビニールを複数枚被覆することで、濁度を6段階で再現した。また、照明灯体であるLED素子の劣化を再現するため、灯具の出力強度を9段階にスイッチングした。この因子について水準別に照度測定した照度(ルクス)の値を予測値(真値)とした。

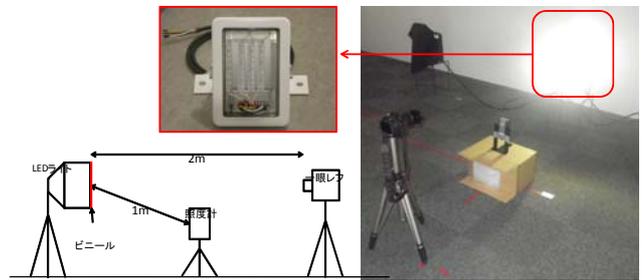


図-1 実験概要図

次に実験因子別に整理した取得データを図-2に示す。照明出力が最大(100%)かつ汚れ無し(濁度0)の測定照度を基準とし、ケース毎の照度測定値との比率を照度比率として整理した。



図-2 取得データ

##### 2. 2. 画像解析と取得データ

前述したケース毎に解析用の画像を取得した。ここでは照明ランプ部のピーク値を輝度値として再現できるようNDフィルターを使用した。取得した画像について傾向を分析した結果、ランプ1個単位の中央部の輝度値に着目した。図-3に解析した濁度の違いによる照度分布を示す。濁度が高い(酷い)ほど、ピーク部が低くなるなど一様の傾向が確認されたため、この分布形状の違いを特徴量とする平均値、標準偏差、最大値、最小値、コントラストの5つの値を解析値として算出した。

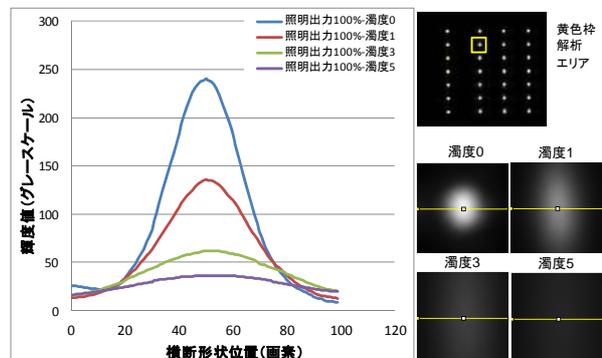


図-3 濁度別の照度分布

キーワード：維持管理、予測手法、画像処理、照明  
 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. 濁度予測

濁度予測に影響のある因子として、解析値の平均値と標準偏差により算出される変動係数を採用した。これは濁度レベルの違いはピーク値に移行する時の傾きを捉えるためである。図-4において濁度の予測について示す。画像解析から取得した輝度値による変動係数と濁度の関係性を示しており、関係式(1)により濁度予測が可能となる。

$$y = -3.303 \times \ln(x) + 0.0491 \quad (1)$$

y: 予測結果 (濁度レベル)

x: 変動係数

#### 3. 2. 照度出力予測

図-5に濁度別に照明出力と最大値(ピーク値)の関係を示す。濁度別の関係式から得た傾きと切片について、照度出力予測のための関係式を導いた(図-6)。この結果から、関係式(2)により照度出力予測が可能となる。

$$y = a \times x + b \quad (2)$$

y: 予測結果 (対新品 LED 照明出力比)

x: LED の画像上の輝度最大値 (ピーク値)

a: 傾き (濁度レベルの予測値に基づく予測式の傾き)

b: 切片 (濁度レベルの予測値に基づく予測式の切片)

この式(2)により、画像解析値から照明灯具の健全度を評価することができる。

### 4. 照度劣化予測による評価

本研究から得た照度予測手法を図-7(a)に示す。この評価手法では、照明灯が汚れていた場合でも、LEDの素子の健全度を評価することが可能となる。図-7(b)のように、濁度にばらつきがあっても、新品のLED素子を1とした場合の照度比率と個々の濁度を推定することが可能である。灯具内部のLEDに異常がなく、濁度が高い場合は清掃で、LEDに性能低下が見られる場合は、清掃せずに灯具交換を行うことで、維持管理を効率化することが可能と考える。

### 5. まとめ

- (1) 照明設備の照度(劣化)低下は、画像解析で得た変動係数と最大値の特徴量により、濁度と照度出力の予測が可能となる。
- (2) 照度予測を行うには、対象物毎に照度分布の傾向について事前に分析が必要である。
- (3) 画像解析技術により、設備保守の最適化やコンクリート覆工面や内装板清掃など維持作業の効率化など、最適な道路施設の維持管理へ活用できると考えられる。

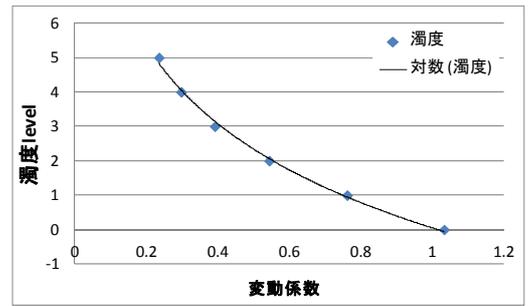


図-4 濁度の予測

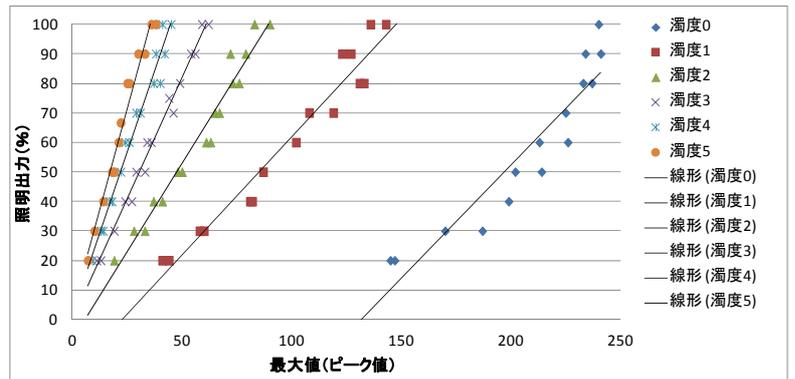


図-5 濁度別の照度出力と最大値の関係

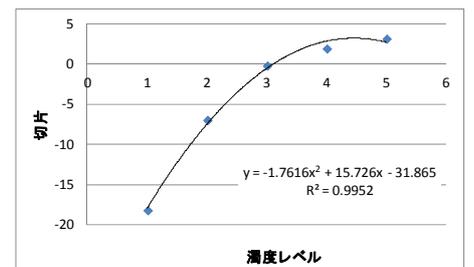
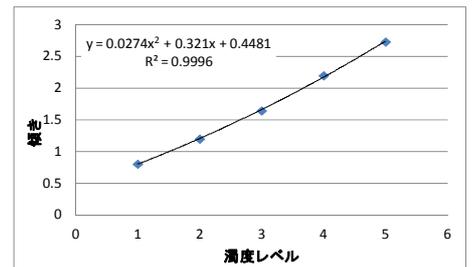
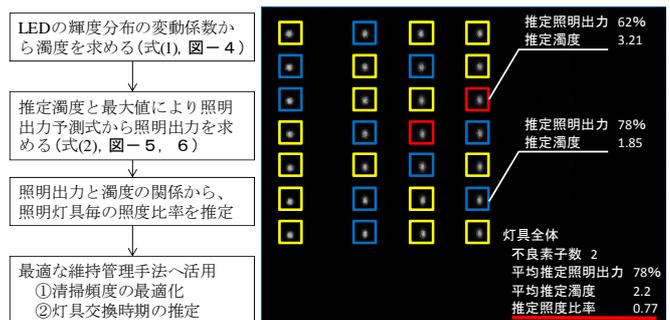


図-6 照度出力予測式の傾きと切片



(a)予測フロー (b)画像解析の出力例

図-7 照度予測フローと出力例