

区画線塗り替え判定ソフトウェアの開発

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○平澤 匡介
同 上 正会員 武本 東
同 上 正会員 葛西 聡

1. はじめに

北海道において道路の区画線は、冬期の除雪作業や滑り止め材の散布などによって損傷し、毎年、春先に復旧のために塗り替えられている。区画線の塗り替え等の客観的な基準は明確に定められておらず、道路管理者の判断に委ねられている。昨今は公共事業のコスト縮減が求められている。そこで、(独)土木研究所寒地土木研究所では、区画線の維持管理の現状と課題抽出を行い、一般道路利用者の満足する水準や区画線の耐久性を把握し、区画線の適正な管理のあり方や塗り替え基準を取りまとめた区画線の維持管理ガイドライン(案)を作成した。本稿は、区画線の維持管理ガイドライン(案)の塗り替え基準に従って塗り替えを判定するためのソフトウェアの開発について報告する。

2. 区画線塗り替え基準の作成

路面標示ハンドブック¹⁾では、車道外側線の目的を①路外逸脱走行の防止、②運転者のための連続的誘導線、③車両と歩行者・路外障害物等との交通事故を減少させることとし、施工後においては、その効用が損なわれないように、適宜塗り替えを行い、良好な状態に保持しなければならないことが示されている。また、維持管理のための評価方法として表-1に示す外観評価、はく離評価、夜間の視認性評価から求めた総合評価が3以上であることが望ましいとしている。

表-1 区画線の評価¹⁾

評価項目	外観評価：A	はく離評価：D	夜間の視認性評価：N
評価方法	5人以上の観測者が3m以上離れた地点から視認した第1印象	区画線のはく離割合を測定	反射輝度計による計測結果(mcd/m2/x)
評価ランク	5 施工初期と変わらず良好	3%以下	247以上
4	やや変色あるが標示機能は十分	3~8	186~247
3	汚れ、質変、ブリードなどを認めている	8~23	126~186
2	汚れ、質変などが著しい	23~40	65~126
1	原形がなく流れ、汚れがあり視認性悪い	40以上	65未満

総合評価 (W, R) = 0.30A + 0.30D + 0.40N
A：外観評価、D：はく離評価、N：夜間の視認性評価

区画線の塗り替え基準を検討するにあたり、公共事業のコスト縮減を達成するためには、現状よりも基準を下げなければならないが、安全性も低下することが懸念される。安全性を確保しながら道路利用者の満足できるレベルを把握することが重要である。そこで試

験道路に評価ランクが5段階の区画線を各100m作成し、公募した一般道路利用者209名による実走行実験やCG動画による視認性評価により、道路利用者が受容できる区画線の限界ランクとして評価ランク1.7を得た。区画線のラベリング試験から損傷度予測式を作成し、図-1に示すように12月31日時点で限界ランク1.7を上回るように4月1日の塗り替え基準値を設定した。また、車両通過位置調査から区画線上を通過する車両割合を把握し、交通量毎に区画線の塗り替え基準を作成した(図-1、表-2)²⁾。

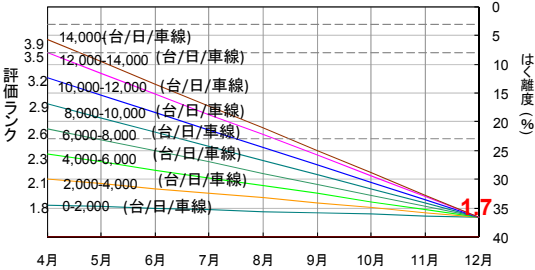


図-1 交通量毎の区画線損傷予測

表-2 区画線塗り替え基準

	交通量(台/1車線/日)						
	14,000以上	12,000以上 14,000未満	10,000以上 12,000未満	8,000以上 10,000未満	6,000以上 8,000未満	4,000以上 6,000未満	2,000以上 4,000未満
一般国道	3.9	3.5	3.2	2.9	2.6	2.3	2.1

3. 塗り替え判定ソフトウェアの作成

塗り替え基準を運用する上で、最も重要となるのが区画線の状態を評価する方法である。国土交通省北海道開発局において区画線の塗り替えをどのように判断しているのか、各道路事務所にヒアリングを行った結果、約8割が目視調査のみ実施という結果であった³⁾。目視調査は、測定者の主観による判断のため、整数以下の数値を正確に判断することは困難である。そこで、客観的、かつ正確な測定手法として、区画線の損傷度を簡易に判定するソフトウェアの開発を行った。ソフトウェアの開発目標は、デジタルカメラで撮影した画像ファイルを使って、区画線のはく離度を判定し、評価ランクを得ることである。

ソフトウェアを開発する過程で最も重要なのが、画像を区画線とアスファルトに分離するための判定処理

キーワード 区画線、維持管理、交通安全、サービス水準、交通管理

連絡先 〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 (独)土木研究所寒地土木研究所 TEL:011-841-1738

が重要である。通常濃淡画像を白黒画像に変換することを二値化と呼び、閾値処理を行わなければならない。閾値を t とした時の $f(x, y)$ の閾値処理は、次式の処理で行われる。

$$g(x, y) = \begin{cases} 1; f(x, y) \geq t \\ 0; f(x, y) < t \end{cases}$$

閾値の設定方法には、いくつか方法があるが、最も簡単な濃度ヒストグラムに基づく方法を採用した。濃度ヒストグラムは、カラー画像をドット単位で 256 階調のグレースケールに変換し、各階調の頻度分布を作成する。判定しやすいように、各階調の 20 階調単位の移動平均を採用し、頻度分布を平滑にした。

区画線のはく離度を精度良く判定するために、頻度分布の谷間を閾値とするモード法と対象物の濃度と、背景の濃度とが各々最も良くまとまり、かつ対象物と背景との違いが際立つように閾値を定めるという判別分析法、さらに、各色調の頻度を平方根化してから判別分析法を用いる方法を検討した。

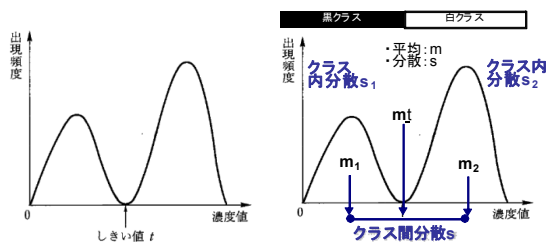


図-2 二値化処理方法（左：モード法、右：判別分析法）

モード法は双峰性を持つ分布の場合は精度良く二値化を行うことが出来るが、凸型の分布の場合は、谷間が出来ないので、定数を閾値としなければならず、精度が悪くなることが多い。判別分析法ではクラス内分散とクラス間分散の分散比が大きくなるように設定するため、双峰性が見られない場合でも閾値を決定することができる。また、特定の濃度範囲の頻度が極端に大きいと画像中の濃度変化が表現され難いので、平方根化して値を小さくすることは、精度を向上させる。

ソフトウェアの開発に用いた画像は、北海道開発局各開発建設部から集められた塗り替え前の区画線を撮影した画像ファイルで、大量のファイルから様々な状態の 120 画像を抽出した。まず、判定精度を確認するために、120 画像のはく離度を目視で判定した。目視判定は、各画像を実寸大に拡大し、5mm のメッシュに区切り、1,800 マスのはく離度を判定し、集計した値を真値

とした。

判定は、各画像ファイルの区画線部分を抽出し、256 階調のグレースケールに変換してから、3つの方法により白黒の閾値を決定し、白黒画像に変換し、画像全体に対する白の割合をはく離度とそれぞれ算出した。各判定方法と目視判定を比較した結果、モード法では極端に低い値が出力される場合があり、他の 2 つの方法と比較して、ばらつきが大きい（図-3, 4）。判定誤差を集計した結果、平方根化と判別分析法を組み合わせる方法が最も精度が高く、120 サンプル中、誤差 10% 以下は 96%、誤差 5% 以下は 77% であった（図-5）。これらの結果から、その正確度は高く、客観的な測定方法として実用化に十分であると考えられる。

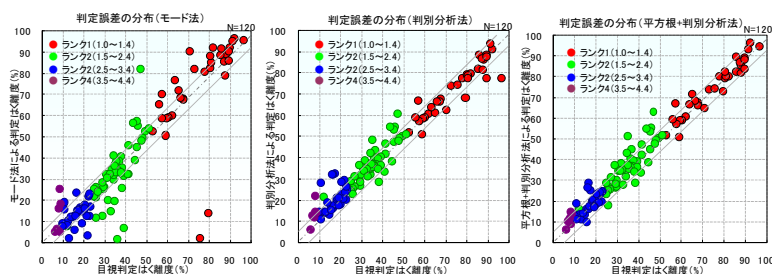


図-3 各判定方法と目視判定の比較結果

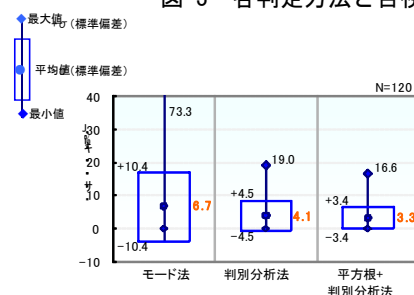


図-4 各判定方法の判定誤差

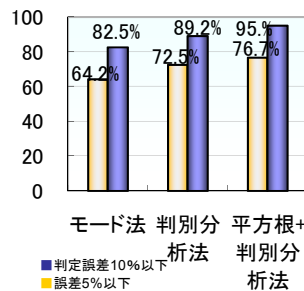


図-5 各判定方法の正確度

4. おわりに

今回開発した区画線判定ソフトウェアは区画線塗り替え基準を運用するためのツールとして、十分な精度を有することが確認できた。既にソフトウェアのインターフェイスの開発も終了しているので、今後は区画線塗り替え工事において、塗り替え基準と塗り替え判定ソフトウェアを試行し、精度検証や運用方法の検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 全国道路標識・標示業協会：路面標示ハンドブック，共立速記印刷(株)，1998。
- 2) 平澤他：北海道における区画線塗り替え基準の検討について，土木計画学研究・講演集No. 38，2008。
- 3) 平澤他：北海道における区画線塗り替え基準の検討について，第51回北海道開発局技術研究発表会，2008。
- 4) 村上伸一：画像処理工学，東京電機大学出版，2004。