

冬用タイヤ自動判別技術の検討

西日本高速道路エンジニアリング四国(株)	正会員	○永易 慎二
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	松田 靖博
(株)リコー ICT 研究所 フォトニクス研究センター	非会員	伊藤 泉

1. はじめに

冬季の路面管理では交通安全性を確保するため、冬用タイヤ規制を実施している。冬用タイヤ規制は、タイヤチェック要員や交通整備員など多くの人員を確保する必要があり、体制実施時の拘束時間を鑑みると多大な維持管理費用を要することから、作業を省力化することが課題である。

本文は、冬用タイヤ規制時の省力化を目的とした、冬用タイヤ装着車両か否かを自動判別する技術の検討結果について報告する。

2. 偏光画像によるトレッドパターン判別

2. 1. 実験概要

近年の冬用タイヤは、大型車両用に再生タイヤが適用される例が散見されることから、タイヤのサイドウォールの刻印とタイヤの種別が一致しないケースがある。よって、判別画像をタイヤのトレッド面とし、現場適用性を考慮し、湿潤状態のノーマルタイヤとスタッドレスタイヤの比較を行うこととした。また、取得画像は既往の論文¹⁾を参考に、輝度画像（可視画像）と、偏光度画像の2種で判別性を比較した。

2. 2. 輝度画像の画像処理方法

通常輝度画像の場合、照明環境の違いや照明角度の違いにより輝度の反射が異なる。より均一な輝度画像を得るため、輝度（モノクロ可視）画像から平滑化処理した画像（輝度分布画像）を差分する画像処理を実施した(図-1)。この画像をここでは、差分輝度画像という。

2. 3. 偏光度画像

偏光度画像の取得には、リコーにて開発された偏光カメラを採用した。通常、黒色の被写体は画像から形状の判別が難しい。これは黒色の被写体は、光の偏光状態が、被写体の面方位に応じて異なるためである。本カメラは黒色の被写体の面方位の違いを偏光度と捉え画像化することができる(図-2)。

3. 取得画像の検証

3. 1. 画像比較

トレッド面の撮影結果を図-3に示す。輝度画像では、サイプ²⁾（スタッドレス特有の細い切れ込み）が確認できるが、黒つぶれ気味で輝度にムラがある。差分輝度画像では、反射分布は改善されているが、画像下部の輝度情報が黒つぶれ気味でサイプが確認しにくい。一方、偏光度画像では、照度のばらつきに関係なく、サイプがはっきり確認できる。

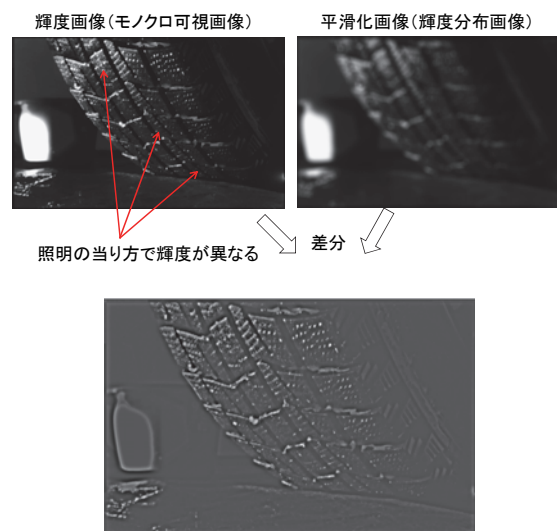


図-1 差分輝度画像の画像処理

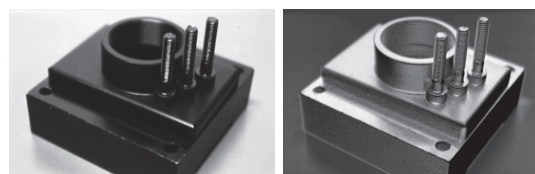


図-2 通常カメラの画像(左)
偏光カメラの画像(右)
(※リコーHPより抜粋)

キーワード：冬用タイヤ，維持管理，偏光度画像，画像処理

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. 2. 画像から得た反射情報の分布傾向

ノーマルタイヤとスタッドレスタイヤのトレッド面の丸部分の反射情報のヒストグラムを図-4に示す。輝度画像はサイプ部の黒つぶれの影響が顕著で、正確な反射情報が得られなかった。差分輝度画像は反射情報の分布を得られるものの、判別可能な分布形状の違いは確認できない。偏光度画像は他画像に比べ、良好な反射情報の分布が取得でき、スタッドレスタイヤの分布傾向を見ると、ノーマルタイヤに比べ分散が大きくなることがわかる。これは偏光度画像が明瞭にサイプ部を捉えていることが数値データとして表れたものであり、標準偏差に着目することで、冬用タイヤの判別の可能性が確認できた。

4. 画像別判別精度の確認

図-5のとおりタイヤ上部周辺、中心部周辺、下部周辺の3箇所でのサンプリングした反射情報から、輝度画像、差分輝度画像、偏光度画像により、ノーマルタイヤとスタッドレスタイヤの判別精度の確認を行った。前項の結果から標準偏差について、少ない標本数に対応するt検定を行った(図-6)。グラフの右軸は自由度に基づく両側検定の有意確率を示し、輝度画像に比べ差分輝度画像と偏光度画像が有意な差があることがわかる。また、左軸のt値を見ると図-4と同様に偏光度画像の値が高いことが分かる。以上の見解から、偏光度画像はノーマルタイヤとスタッドレスタイヤの判別に有効なことがわかった。

5. まとめ

本検討より得られた知見を以下に述べる。

- (1) 黒体であるタイヤは、表面が濡れることで鏡面反射し、可視画像では形状特徴を捉えることが困難である。
- (2) 画像処理した差分輝度画像は、輝度分布ムラを除去できるが、黒つぶれした画像の判別精度は改善しない。
- (3) 偏光度画像はタイヤ種別の判別に有効である。

参考文献

- 1) 中島利郎ほか；近赤外光の吸光特性と偏光特性を用いた路面状態検出システムの開発：計測自動制御学会論文集, Vol. 46, No. 12, 746/753, 2010
- 2) 坂本孝雄ほか；スタッドレスタイヤの開発（乗用車タイヤ）：日本ゴム協会誌, 第65巻第12号, 1992

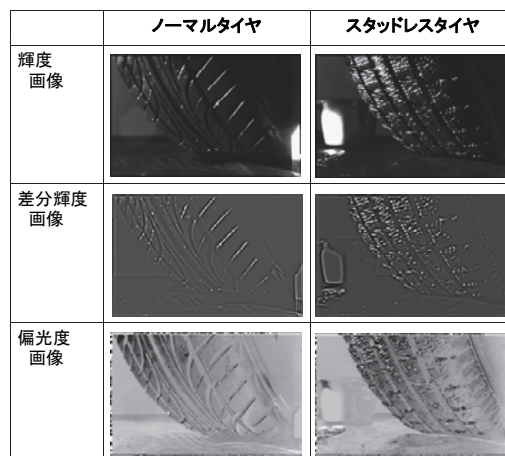


図-3 トレッド面の撮影結果

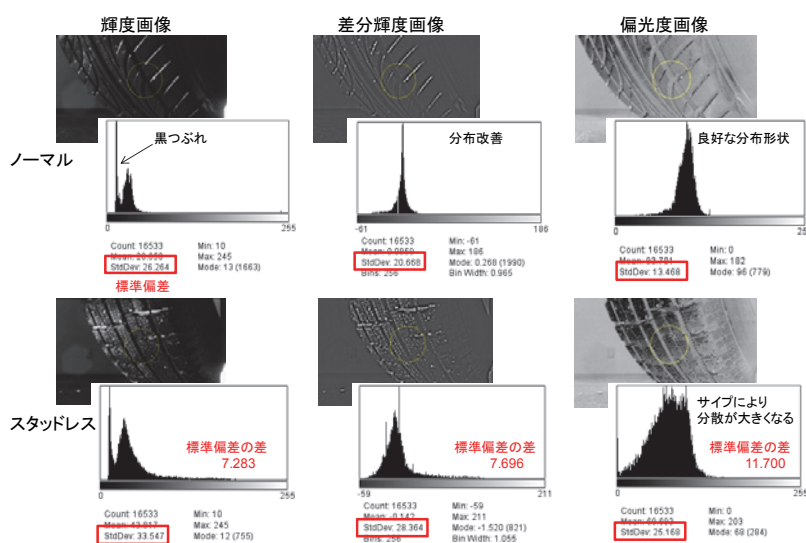


図-4 反射情報のヒストグラム



図-5 サンプリング位置

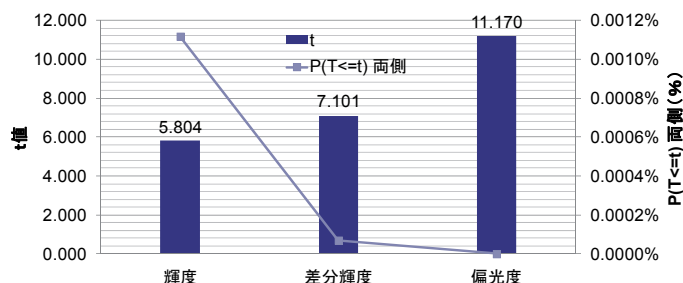


図-6 各画像の標準偏差のグループ間比較