

路面データの三次元化による路面点検について

(株) 保全工学研究所 正会員 ○天野 勲
倉敷紡績(株) 山本 実、 兵庫佑美

1. はじめに

舗装のメンテナンスにおいて、表面のひび割れやわだち掘れなどの路面の状態を把握することが重要である。路面上のひび割れは、専用の路面性状車や点検員が撮影した二次元の可視画像の情報から検出されている。ひび割れ部の画素の濃淡の違いに着目するため、舗装表面の色調の違いにより自動検出が困難で、画像から目視で検出する場合は、作業に長時間を要する点などが課題としてあげられる。

この度、路面の高さ情報を可視化した三次元画像に着目した走行型路面検査コンパクトユニット「PG-4」(倉敷紡績製)を開発した。このユニットは小型軽量かつ可搬可能であり、一般車のルーフに取り付けることで、ひび割れ、わだち掘れ、ポットホール、MCI等の路面性状の情報を効率的に取得することが可能である。本報告では、このコンパクトユニットを一般車に装着し、現道を走行して三次元画像を撮像し、ひび割れを抽出した事例を報告する。



図 1 機材を装着した車両

2. 技術概要

2.1 測定原理

本システムは図 2 に示すように光切断法を使い、路面に直角に照射されたラインレーザーのひび割れなどの凹凸形状の変化を斜めからエリアカメラによって撮像し、レーザーの基線位置(視野範囲の最も輝度が高い箇所)の変化を高さとして捕らえることで舗装面の精細な三次元形状を計測する。

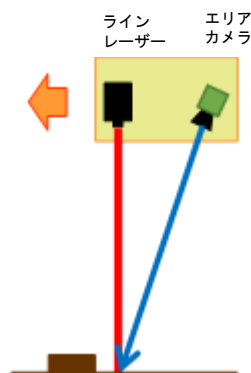
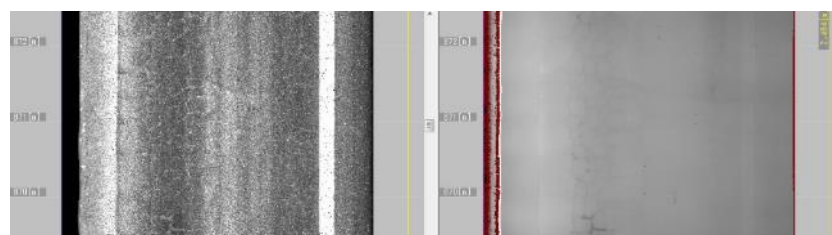


図 2 光切断法の原理

2.2 ユニットの仕様

撮像ユニットには赤外線ラインレーザーとエリアカメラが組み込まれている。車速計から発生したパルス信号をシャッター信号(トリガー)として入力することで、車両の移動に応じて一定距離ごとに連続撮像を行い、1枚の画像を作成する。また、撮像時にレーザーの反射強度も同時取得が可能で、図 3 に示すように三次元(高さ)画像とともに輝度画像も表示できる。輝度画像は、レンマークなど可視情報と同様の情報が取得できるため、解析時の位置確認などに利用できる。撮像ユニットの仕様を表 1 に示す。本ユニットはエリアカメラの角度を最小最適に調整し、高さ方向の分解能を 0.5mm に高精細化している。また、最大 1 秒 10,000 回と高速で断面測定が可能のため、時速 36km で 1mm メッシュのデータ取得ができる。このユニットを車両の後方に 2 台取り付け 1 車線幅を撮像する。



輝度画像

三次元画像(高さ画像)

図 3 撮像画像

表 1 三次元撮像ユニットの仕様

計測速度	10~100 km/hr
サンプリングレート	最大 10,000 断面/秒
横方向解像度	1 mm
横方向撮像幅	約 2,000mm
高さ解像度	0.5 mm
進行方向撮像間隔	1~4 mm

キーワード 路面性状調査、ひび割れ、わだち掘れ、ポットホール、画像解析、自動検出

連絡先 〒152-0033 東京都千代田区神田小川町 1-11-9 (株) 保全工学研究所 TEL03-5283-8111
〒572-0823 大阪府寝屋川市下木田町 14-30 倉敷紡績(株) TEL: 072-812-5218

2.3 解析ソフトウェア

取得した三次元画像を用いて、横断方向の高さ情報から図 4 に示すようにわだち掘れ量を、深さ・長さをパラメータとしてひび割れを、さらに幅・面積をパラメータとして図 5 に示すポットホールを自動抽出を行うことができる。また、それらの変状部は、区間ごとに自動集計され、総点検実施要領 (案) への点検結果帳票への出力が可能である。

3. 現道での測定結果

3.1 測定概要

場所は、大阪府寝屋川市に位置する中央分離帯の無い車線幅員 3.5m の平坦な 2 車線道路であった。1 回の撮像で 1 車線分の撮像を行った。測定区間は延長 3km で、区間内には信号交差点が 7 箇所、曲線部が 2 箇所あった。撮像時刻は、4 月の晴天日の 15 時頃実施し、途中数回の信号待ちによる停車を含め撮像に要した時間は 20 分であった。

3.2 ひび割れ抽出結果

撮像した三次元画像及びひび割れの自動抽出結果図を図 6 に示す。図 7 には、図 6 と同位置のデジタルカメラで撮影した可視画像と手動でトレースしたひび割れ図を示す。

三次元画像は、デジタルカメラの画像に比べ、舗装面の骨材やポットホール部の色調の変化の影響が少なく、クラック及びポットホール部分のみが黒色として識別が可能な状態であった。

図の 1m 四方の範囲のひび割れ長さは、三次元画像による自動抽出結果では、5.24m、デジタルカメラによる手動トレースでは 5.07m と約 3% の違いであった。

作業時間は、表 2 に示すように 1 m² 当たりで比較すると手動トレース 60 秒、自動抽出 1 秒以内であった。今回の 1 km 区間全体では、手動トレースでは 2.9 日、自動抽出では 20 分以内で作業が終了することになり、内業での作業の効率が大幅に向上することが期待される。

4. まとめ

本システムは高さ情報をもとにひび割れやポットホール、わだち掘れなどの特徴的な形状を高精度で撮像・解析する自動解析機能を備えており、現道での測定結果から、ひび割れの抽出精度は手動トレースと同等レベル、作業時間は大幅に向上することが確認された。100km での走行も可能であるため、高速道路でも車線の規制なしに測定を行えるため、大幅な効率化、コスト削減につながると考えられる。

今回は密粒アスファルトを対象に実施したが、排水性舗装など舗装種別による適用性についても把握する予定である。

【参考文献】

- 1) 総点検実施要領 (案)【舗装編】，国土交通省道路局，2013.2
- 2) 舗装調査・試験法便覧，公益社団法人 日本道路協会，2007.6

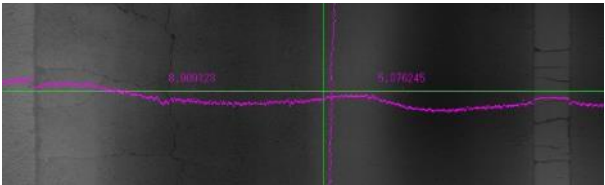


図 4 わだち掘れ量の検出処理結果

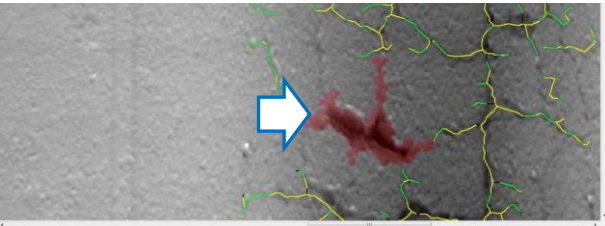
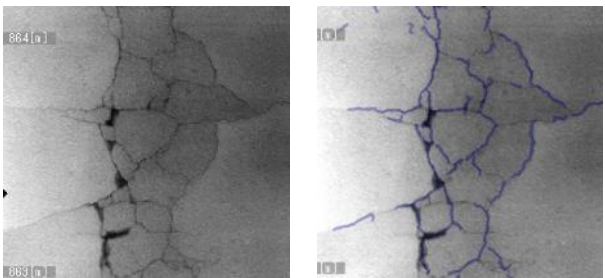


図 5 ポットホールの検出処理結果



三次元画像 ひびわれ自動抽出結果

図 6 ひび割れ自動抽出結果

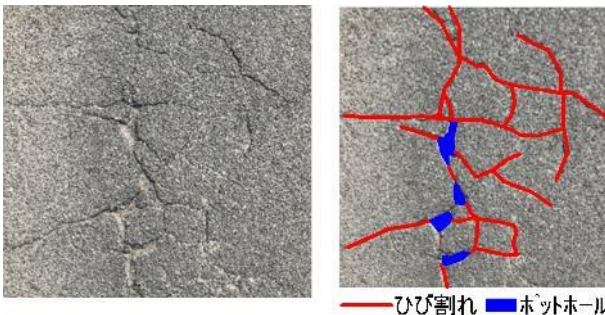


図 7 デジタルカメラによる画像と手動でのひび割れトレース結果

表 2 ひび割れに要する作業時間の比較

抽出方法	1m×1m四方	長さ1km×幅4m(想定)	
自動抽出	1 秒以内	1,200 秒	20 分以内
手動トレース	60 秒	72,000 秒	2.9 日

ひび割れ部の発生頻度 30%