

ドライブレコーダを用いた舗装ひび割れの検知精度に関する研究

中央大学 学生会員 ○三上 和音
中央大学 フェロー会員 姫野 賢治
奥村組 正会員 前川 亮太

1. はじめに

日本の道路では、定期的にひび割れやわだち掘れ等の計測が必要とされている。その中で、舗装路面の定期的な路面調査には主に路面性状測定車（以下測定車とする）が用いられている。

舗装路面のひび割れ測定を写真撮影により実施するには、これまでの測定車のように、路面の写真を真上から撮影できる方法に限られた。しかしながら、近年のデジタルカメラ（以下デジカメとする）の高性能化と画像処理技術の進歩により、これらを組み合わせることで舗装路面の画像を精度よく得ることが可能になった¹⁾。また、測定車は全国的に数が少なく費用の問題があり、幅の狭い道路を調査するのが困難である。そこで、測定車と違って誰でも利用ができ膨大なデータが使用可能なドライブレコーダ（以下DRとする）を自家用車に取り付け、測定車と比較してどのようにひび割れが検知されるのか検討を行う。

2. 研究目的

本研究では、舗装ひび割れの静止画像をトレースした画像と DR から撮影したひび割れ画像を比較し、DR による画像精度の正確な把握を目的としている。そのために、解析手法を用いて複数のひび割れ画像の一致性評価を行う。そして、DR とデジカメを利用しどこまでひび割れが検知できるか、かつどの程度画像が一致できるのかを本研究の最終目的とする。

3. 評価方法

DRとデジカメの測定精度による評価方法として、これまで提案された一致率プログラムと形状マッチングプログラムの2つの方法を使用して解析を行い、どのような精度が得られるのか検討する。

(1) 一致率プログラム

一致率プログラムとは、ひび割れ画像のひび割れ部



図-1 一致率プログラムの解析例

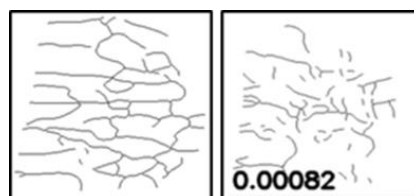


図-2 形状マッチングプログラムの解析例

分を「1」、そうでない部分を「0」で表した文字列に変換し、分母を全体の数、分子を一致数とした一致率を算出したプログラムである（図-1）²⁾。2つの画像の一致性が高ければ高い値を、低ければ低い値を示す。

(2) 形状マッチングプログラム

形状マッチングプログラムとは、主に Hu モーメント不変量を用いて、不一致度の算出が可能なプログラムである（図-2）²⁾。このプログラムによって DR の画像からも測定車と同様にひび割れの不一致度を算出することが可能である。

(3) 解析手順について

以下に解析手順を示す。

- 1)画像比較が可能な状態にするために、台形補正やせん断変形をして画像を真上から撮影した角度に補正し、ひび割れの位置を合わせる。
- 2)ガウシアンフィルタを用いて影やノイズの部分を除き、補正した画像をビットマップファイル形式でひび割れをトレースし二値化する。
- 3)線の太さを統一させるために細線化処理を行う。

4. 実験条件

まず、画像内でのひび割れ検出の妥当性を証明する

ために、大学のキャンパスで撮影したひび割れの静止画像とその静止画像をトレースした画像（以下トレース画像 1 とする）を比較する。次に、DR 画像と実際に道路の真ん中から撮影した静止画像をトレースした画像（以下トレース画像 2 とする）を比較する。さらに、須藤の研究²⁾では不一致度は細線化が有効な処理であるとわかっているが、一致率では細線化の必要性は検討されていない。そこで、細線化の有無でどのような違いが見られるのかも検討する。

静止画像とトレース画像 1 に関しては、晴天の日に撮影した静止画とトレース画像 1 合計 36 枚ずつ評価方法 2 種類、計 72 個のデータを用意した。一方、DR 画像とトレース画像 2 に関しては、トレース画像 2 を 10 パターン、DR 画像を 3 枚ずつ評価方法 2 種類、計 60 個のデータを用意した。

5. 解析結果

(1) 静止画像vsトレース画像1

図-3より一致率は90%前後と高い値が多かったが、細線化前の方が高いデータもあった。サンプル全体の一致率を平均すると、細線化前が91.2%，細線化後が90.3%であり、あまり変化はみられなかった。一方、不一致度は細線化前後で全体的に小さくなったが、大半が 100×10^{-5} 以内におさまった。サンプル全体の不一致度を平均すると、細線化前が 35×10^{-5} ，細線化後が 33×10^{-5} であり、こちらもあまり変化は見られなかった。

概ね正しくひび割れをトレースできているが、図-3より細線化前後では一致率は前の方がわずかに高く、不一致度は後の方がわずかに小さかった。したがって、どちらの処理方法も細線化は有効ではないと考える。

(2) DR画像vsトレース画像2

ひび割れのサンプル数を10個にして、同じ実験場所を3回測定した。トレース画像2のデータを1枚ずつとして、サンプルごとの静止画像に対するDR画像の一致率・不一致度についてまとめた（図-4）。

一致率は細線化後より細線化前の方が高くなり、不一致度は細線化前より細線化後の方が低くなった。一致率が全体的に低く、不一致度が全体的に高くなった。よって、300万画素のDRからでは、図-5のように低速でもひび割れが見えない部分が多いということがわかり、画素数を上げて検討する必要がある。

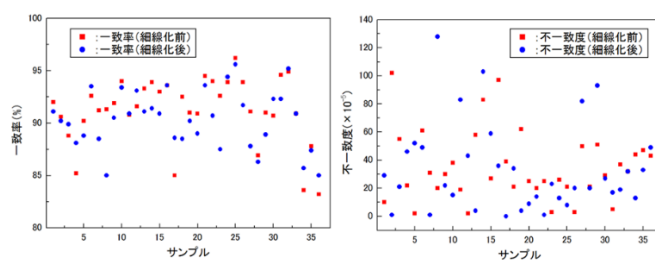


図-3 解析結果（静止画像vsトレース画像1）

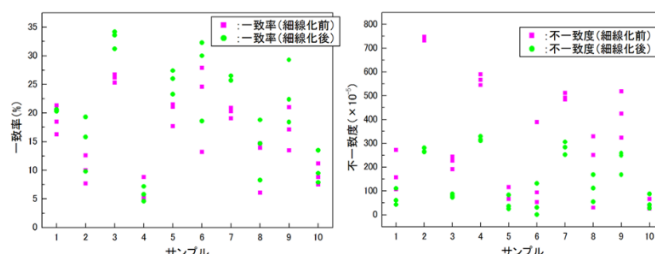


図-4 解析結果（DR画像vsトレース画像2）

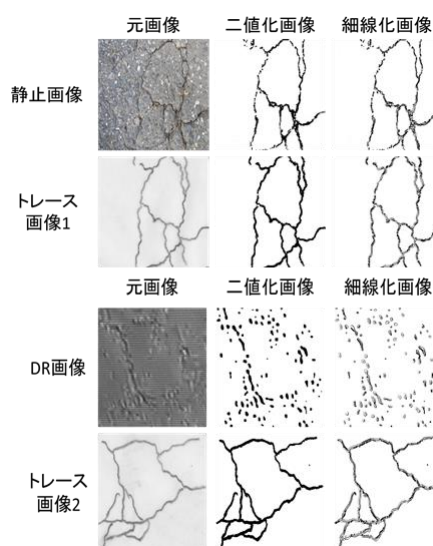


図-5 実験を通して得られた画像の一例

一方、サンプル全体の一致率と不一致度を平均すると、細線化前の一致率は16.1%，細線化後が20.1%であり、後の方がやや向上した。一方、細線化前の不一致度は 313×10^{-5} ，細線化後が 151×10^{-5} となり、大幅に向上した。これらの結果より、どちらの解析方法も細線化の処理が有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 井原正，加藤晃，浅野耕司：デジカメ診断ソフトによる舗装路面のひび割れ測定，第 27 回日本道路会議，2007
- 2) 須藤大仁：路面性状測定車による舗装ひび割れの検知精度に関する研究，中央大学大学院修士論文 2015