

走行映像及び音声によるアスファルト舗装路面性状簡易診断手法の研究

山口大学大学院 学生会員 ○吉武俊章

山口大学大学院 学生会員 垣原憂佑
山口大学大学院 フェロー会員 宮本文穂

1. はじめに

本研究はアスファルト舗装道路の路面に対し、車両走行映像と音声を活用することにより低コストで簡易に舗装路面性状を診断する手法の検討を行ったものである。走行映像はハイビジョン画質で保存されるため、補修必要箇所の走行映像を複数人で視聴することで、より客観的な評価も可能となる。また、映像や解析情報を整理しデジタルアーカイブ化することで経年変化の比較による舗装の劣化予測も可能となる¹⁾。

2. 走行映像及び音声記録装置

記録のための主な装置は、低コストで簡易にという条件から、国内で簡単に入手可能な民生用のハイビジョンビデオカメラ、コンデンサーマイク、GPS センサー、吸盤式雲台、フロントガラス貼付マーカーとした。これらの装置を普通乗用車に図-1 のように設置する。



図-1 記録装置の設置状況

3. 走行映像及び音声の記録対象

山口県において平成20年及び21年に路面性状調査車により MCI を測定し、測定値が既知である県管理道路の測定車線について、上記記録装置を実装した車両で概ね 50~60km/h でトレースした。音声の記録周波数は 20Hz~20,000Hz、映像はハイビジョンのスタンダー

ド画質の 1440×1080 ピクセルの解像度とした。今回の解析データは国道 489 号 96 区間、国道 315 号 17 区間、その他 28 区間の計 141 区間のデータについて取得した音声と映像記録と、MCI 値、わだちぼれ量、ひび割れ率、平坦性との関連を調べた。

4. 音声解析

路面状況がロードノイズとしてタイヤを通じて車内騒音に反映されると仮定した。ロードノイズが車内騒音に影響する帯域は 20Hz~1000Hz であることが知られている²⁾。また、供用中の道路を実走するため対向車の影響を考慮したが、車外での測定で車両に起因する騒音の周波数は 1000Hz をピークにした特性があることから 300Hz 以下の帯域に着目すれば対向車の影響は小さいと考えた。そこで、バンドパスフィルターをかけて 50Hz~300Hz 近辺の周波数帯の解析を行った。

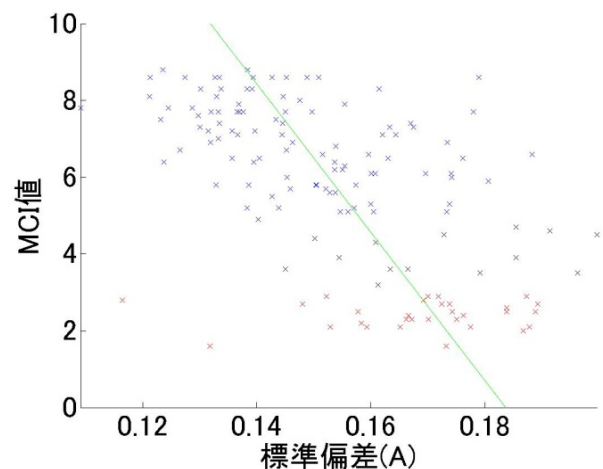


図-2 音声パワーの標準偏差値と MCI 値

FFT 解析後 50Hz~150Hz の音声パワーの標準偏差値とその記録区間の MCI 値との解析を行い、図-2 にその結果を示す。この図をみると MCI 値が低い（路面状況が悪い）ほど音声の標準偏差が大きい傾向が読み取れる。回帰分析の結果、相関係数が -0.578 となり音声の標準偏差値と MCI 値の間に負の相関がみられた。

5. 映像解析³⁾

路面の凹凸に起因して車体が揺動することに着目し特殊なセンサーを用いることなく走行映像に揺動を記録し,その解析による MCI 値推定方法を考案した.

解析の手順は車体のピッチングとローリング検出のマーカースとしてフロントガラスに1cm 平方の台紙に半透光性の円形もしくは三角形のフィルムを貼付し,車体の揺動につれて揺動するビデオカメラでこのマーカースを撮影する.次に撮影した走行映像中のマーカースの動きを解析し MCI 値との相関があるかを解析する.

マーカースの動き(実体はビデオカメラの揺動)は,走行映像を画像分割ソフトで1秒間に30コマの静止画像に変換し,マーカースの重心を検出するソフトにより X,Y 座標を求め時間軸にプロットして解析した.

対象としたデータは音声解析で使用したのと同じ141区間のデータを使用した.特に曲線部走行時や加速減速時に遠心力や加速度でカメラがぶれるので,使用データは直線部でほぼ等速度で走行しているものを選択している.

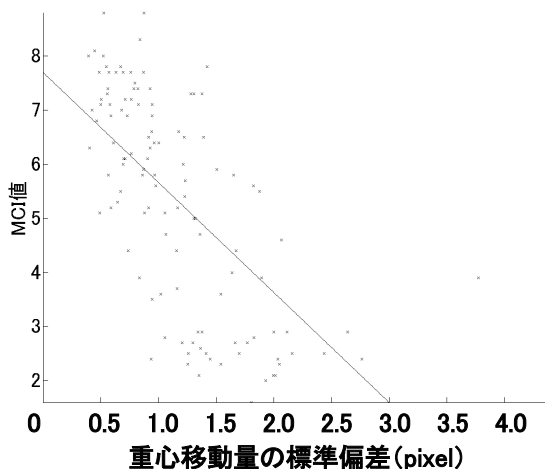


図-3 Y 軸方向の重心移動量標準偏差値と MCI 値

マーカース重心の移動については,車両のピッチングと Y 軸方向の動き,車両のローリングと X 軸方向の動きの関連が想定され,Y 軸方向の重心移動量標準偏差値と MCI 値の解析を行い, 図-3 にその結果を示す.

この図をみると MCI 値が低いほど重心移動量の標準偏差値が大きい傾向が読み取れる.回帰分析の結果,相関係数が-0.656 となり重心移動量の標準偏差値と MCI 値の間に負の相関がみられた.また, Y 軸方向の重心移動量の標準偏差値と平坦性との間に 0.685 の正の相関がみられ,路面の状況が車体の揺動に影響を与えることが判る.

6. 路面性状の診断指標の提案

走行映像と音声解析から MCI 値の推定は理想だが,これまでの解析で高精度の推定には限界があることが判明した.維持管理の現場で必要なことは MCI の値を求めることなく,補修が必要な箇所の選択である.つまり,この研究では通常緊急的に補修が必要とみなされる $MCI < 3$ の判定を行うための判別式の決定の可能性を探った.図-4 に判別関数の概念を示す.

この判別関数の条件は, $MCI < 3$ の箇所の見逃しを許さず, $MCI > 3$ の箇所を拾うという空振りを許す.なぜならば,この簡易診断手法は最終的な判断を人間が現地で下すための半自動の支援手法であるからである.

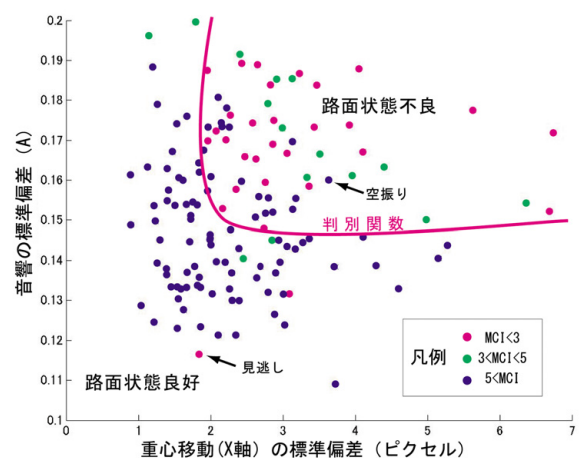


図-4 判別関数の概念図

7. 今後の課題

音声の信号処理に比較して画像処理に時間を要するため,ピッチングを検出するジャイロセンサーの活用等解析時間を短縮することが今後の研究課題である.

8. まとめ

これまで路面性状簡易診断について,走行映像及び音声により実用レベルでの適用可能性を検討し,診断可能な手法の開発を行うことができた.今後は実施フィールドを増やし,運用上の診断手法の課題を洗い出し精度の向上とより使い易い診断手法の改良を目指すものである.

<参考文献>

- [1]吉武・長岡・宮本: 道路維持管理における走行映像と道路台帳を利用した協同点検作業環境の開発:土木学会論文集F,Vol.66, No.1, pp.214-219,2010.3.
- [2]自動車技術ハンドブック Vol.1, p325,2004.9.
- [3]越智: 道路走行映像を利用した路面性状評価手法に関する研究, 山口大学卒業論文集,2010.2.