

スマートフォン内の加速度センサーを用いた路面性状評価に関する検討

福岡大学工学部 学生会員 中牟田 慎一郎 西 将太郎  
 福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一 藤川 拓朗 古賀 千佳嗣  
 (株)富士通交通・道路データサービス 北原 文章

1.はじめに 近年、各自治体は管理する道路において、安全で快適な道路を維持するために、MCI等の技術による道路の健全度評価を行い、その結果を用いた舗装構造物の補修・改修を実施している。しかし、自治体が抱える道路に対して適切な予算措置が行われていないことが原因となり十分な維持管理を行うことが困難となっている。道路の長寿命化は、これからの大きな課題であり、コストを削減した上での、最適な維持修繕の計画立案と実施は必要不可欠である。一方、ここ数年のICT(情報通信技術)の発展は目覚ましく、高機能なスマートデバイスがより身近になった。スマートフォンやICカードの利用から取得されたビッグデータの処理・解析技術の発達により、各方面で得られた情報を活用した業務の合理化と最適化が図られている。そこで、本研究では、スマートデバイスとICTを用いた道路舗装の健全度評価技術の現状把握とその評価を目的とし、実地計測による検討を行った。

2.研究概要 本研究では、スマートフォンを用いた交通・道路データサービスが提供している「道路パトロール支援サービス」から得られる道路劣化情報指数(Deterioration Information Index,以下、DIIと表記)と、舗装健全度の評価手法として従来から用いられるMCI値を使用した。ここでMCI値とは、国土交通省が開発した道路の維持管理の評価指数であり、わだち掘れ、たわみ、ひび割れの3要素から求められる。図-1にMCI値の算出式を示す。MCI値は0~10の10段階で評価される。表-1にMCI値を用いた場合の維持修繕基準を示す。一般に、MCI値が3以下の場合が修繕の対象となる。本検討ではこのMCI値とDIIとの関連性について照査及び評価を行った。

$$\begin{aligned}
 MCI &= 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47\sigma^{0.2} & (1) \\
 MCI_0 &= 10 - 1.51C^{0.3} - 0.30D^{0.7} & (2) \\
 MCI_1 &= 10 - 2.23C^{0.3} & (3) \\
 MCI_2 &= 10 - 0.54D^{0.7} & (4)
 \end{aligned}$$

※上記4式のうち最小の値をMCI値とする。  
 C:ひび割れ率% D:わだち掘れ量mm σ:平坦性mm/σが未測定の場合はMCIの代わりにMCI<sub>0</sub>を用いる

図-1 MCI値の算出式

2-1 DIIによる道路舗装の評価方法 本検討で用いるDIIとは、スマートフォンを車に設置し走行することで、スマートフォンに搭載される加速度センサーの振動データとGPS等の情報から舗装の凹凸状況、ひいては路面の損傷具合を指数として算出した値である。DIIの測定に用いるスマートフォンは専用の固定器具で助手席のダッシュボード上に垂直に固定する。写真-1にスマートフォン設置状況を示す。対象の路線にてアプリを起動させると0.1秒単位で加速度データが集積され、任意の距離ごとに集積処理を行い、閾値を設け、DIIの判定が行われる。図-2にDII算出までの概要図を示す。スマートフォンを設置した車両の状態や走行速度等による揺れ発生の際のばらつきを考慮するために、複数回の走行結果を統計処理する点の特徴であり、区間ごとの点数平均を算出する。また、前後および左右の加速度も用いて、速度変化やカーブによる上下加速度の変動が補正されている。本検討では福岡県によりMCI値が測定された福岡県久留米市近郊の福岡県道759号壱丁原白口線(交通量区分:N7 測定距離:4925m)、福岡県道82号久留米立花線(交通量区分:N7

表-1 MCIを用いた維持修繕基準

MCI	維持修繕の判断
MCI ≤ 3	早急に修繕が必要
3 < MCI < 5	修繕が必要
5 ≤ MCI	望ましい管理水準



写真-1 スマートフォン設置状況

測定距離:3275m)の2車線のDIIの測定を行い、比較評価を行った。現地測定では対象路線を3往復し3回分の評価の平均値を使用した。測定車両はトヨタ製5人乗り1000~1500ccクラスの普通自動車を使用した。

2-2 舗装状態の現地調査 今回DIIの測定を行った路線では、DIIによる路面評価が低い区間や、進行した舗装の劣化が見受けられた区間の舗装状態を写真撮影・確認する現地調査を行った。また、DIIは100m区間内での値平均を1つの指標として算出することを考慮し、100m区間内を徒歩で巡回し撮影を行った。これらの舗装状態とDIIを比較しDII測定の特性の取りまとめを行った。

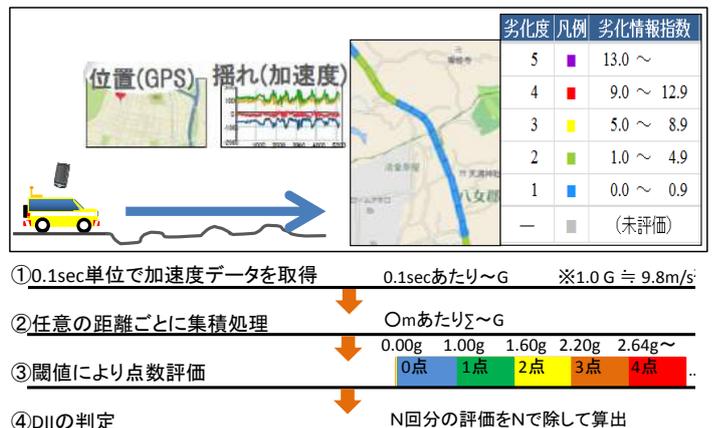
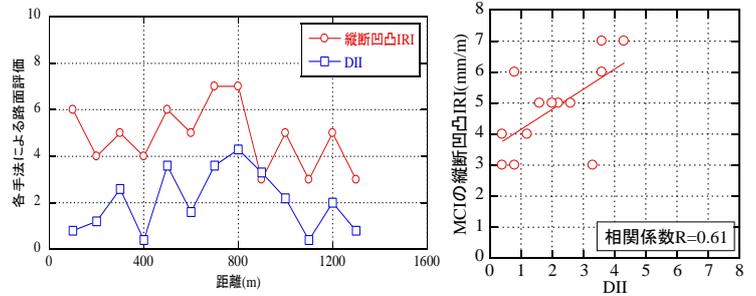


図-2 DII算出までの概要図

3. 結果および考察

3-1 岐阜県内における IRI 値と DII の比較

本検討では、岐阜県安八町内車線の主に走行車の振動の原因となる平坦性を示す縦断凹凸 IRI(mm/m)値と DII との相関の検討をおこなった。図-3 (a) に中組中村東線の縦断凹凸を評価する IRI 値と DII の路面評価における比較を、(b) にその結果から得られる相関図を示す。(a) の路面評価結果から2つの評価法は、路面の凹凸状況をほぼ同じように評価していることが分かる。また (b) に示す路面評価結果から類似性の度合いの相関係数を求めたところ中組中村東線では $R=0.61$ となった。このことから DII と走行車の振動の原因である舗装の平坦性を評価する縦断凹凸 IRI の値には相関があることが確認された。このことより、DII の評価にはある程度の信頼性があると考えられる。



(a) 各手法による路面評価結果 (b) 路面評価結果相関図  
図-3 MCI 値と DII の比較 (中組中村東線)

3-2 福岡県内における MCI 値と DII の比較

本検討に用いる MCI 値は福岡県により 2015 年 10 月に測定された値である。ここでは DII との比較のために「10 から MCI 値を差し引いた値」を修正 MCI 値として整理を行った。図-4 に修正 MCI 値と DII の評価結果を示す。この結果から、DII 値では路面評価が良いが、修正 MCI 値の測定において路面評価が 7 以上となり修繕が必要と判断された区間①において現地調査を行った。区間①では、写真-2 に示すようにひび割れが見られ、これが修正 MCI 値を大きく評価したことが分かる。しかし、DII では走行車の振動に起因しない路面状態であることから、悪い劣化情報が検出されないことが分かった。また、図-4 の区間②のような路面評価の挙動が類似している区間の現地調査 (写真-3) では、舗装表層に進行したひび割れにより発生した凹凸のはっきりした舗装のはがれ等が確認された。このように車の振動を誘発する路面の損傷においては2つの評価は一致することが確認できた。次に図-5 に示すように DII により局所的に大きな縦揺れが記録された箇所では、写真-4 に示すような高速道路下部の交差部分における側溝などの構造物による段差が見られた。これが水路等の構造物による舗装の隆起や舗装補修跡、マンホールなどの、舗装の損傷ではないが走行車の振動の原因となる箇所において DII の評価が悪くなることが確認された。

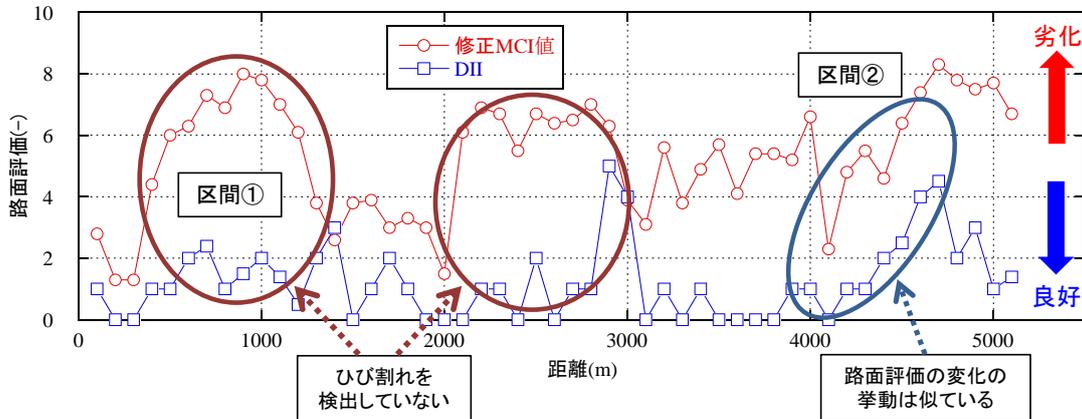


図-4 福岡県道 759 号荻丁原白口線 (交通量区分: N7 測定距離: 4925m)



写真-2 区間①の舗装状態



写真-3 区間②の舗装状態

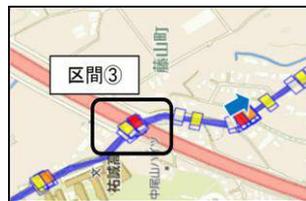


図-5 福岡県道 82 号久留米立花線



写真-4 区間③の舗装状態

4. まとめ 1)舗装の平坦性を示す IRI 値と DII の路面評価について比較したところ、評価の挙動は類似しており、相関があることが示された。2)走行車の振動に起因しないひび割れによる損傷について DII により正確に評価されない可能性が示唆された。3)DII による健全度評価は、現地調査により実用性があることが明らかになった。

<参考文献>

1)村上 茂之, 谷 弘幸, 葛西 一良:スマホで情報収集し、道路補修箇所を特定 道路の簡易点検から始めるインフラ長寿命化, 建設機械施工, Vol66, No2, pp.38-44, 2014.