

加速度計による簡易な IRI 計測手法に関する基礎的検討

Study on a simplified IRI measurement method using accelerometers

(独)土木研究所 寒地土木研究所 ○正 員 丸山 記美雄 (Kimio Maruyama)
同 上 非会員 吉川 敏之 (Toshiyuki Yoshikawa)
同 上 正 員 熊谷 政行 (Masayuki Kumagai)

1. 研究の背景と目的

高度経済成長期を中心として整備された膨大な道路施設が、建設後数十年を経過した今、本格的な維持管理・更新の時代を迎えようとしている。道路舗装においても維持管理が重要となるが、舗装の点検評価を適切に行うための人員や調査・計画立案に必要な予算が十分に確保できないのが実態であり、道路舗装の健全性や供用状態を安価かつ少ない労力で把握し、維持、更新を計画的に実施する技術の必要性が増している。

そのような課題を解決する方策として、富山らは加速度計を用いた簡易路面平坦性測定装置による平坦性モニタリングの提案を行っている¹⁾²⁾。当研究所においても、これらの検討を踏まえつつ、幹線道路から生活道路までの幅広い道路を対象として、簡易な路面平坦性測定装置によって通常のパトロール時に路面の国際ラフネス指数（以下、IRI）を平行して自動取得しておき、そのデータをストックして必要な時に解析や評価を行うことで維持管理の省力化を図る手法についての研究を進めているところである。このような手法を用いる場合、様々な走行速度や、多少の速度変化および信号や交差点での発進・停止を伴う中で測定を行うこととなるが、簡易な IRI 測定装置により得られる IRI 値が測定時の速度や加発進・停止・加速・減速によってどのような影響を受けるのかといった基礎的な計測器特性を把握しておく必要があると考えられる。本報告は、これらの検討結果について報告するものである。

2. 検討の手法

本検討で用いた簡易な IRI 測定装置とは、車両バネ上およびバネ下に設置した2つの加速度計から得られる上下加速度を逆解析することによって路面プロファイルを測定し、リアルタイムで国際ラフネス指数 IRI を算出する装置である。2個の加速度計と GPS センサ、アンプおよびデータ処理ソフトを内蔵したモバイルパソコンで構成され、製品として販売されている。本装置は、任意の車両に取り付けることができ、走行しながらの計測が可能であることから、計測が非常に容易で経済的な負担も少ないことが特徴として挙げられる。

試験に使用した車両は、パトロールカーを想定した一般乗用車タイプの車両(トヨタランドクルーザー)であり、前述の IRI 測定装置を搭載したこの車両を、当研究所の施設である苫小牧寒地試験道路周回路(全延長が 2700m, 図-1)で走行させ、車両の低速度走行や発進停止や加減速によって IRI の計測値がどのような影響を受けるのか

を調査計測した。さらに、簡易な IRI 測定装置による IRI 値の再現性や他の路面プロファイルとの整合性についても測定した。以下に、実施した試験の種類とその試験手法について述べる。

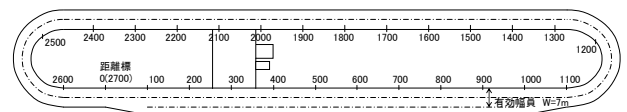


図-1 測定を行った周回路の概要

2.1 計測車両の低速度走行の影響に関する計測手法

試験車両のギアはドライブに固定し、計測車両を 10km/h、15km/h、20km/h、25km/h、30km/h、35km/h、40km/h、50km/h、60km/h の一定速度で周回路一周約 2700m 区間の同一車線上を走行させ、車両の走行速度が IRI の測定値にどのような影響を及ぼしているかを把握するものである。試験対象速度は、一般道では最高速度が 60km/h でありその速度以下での測定が主となり、かつ、生活道路などの測定を行う場合には 20km/h 程度の低速度での走行が余儀なくされるため、それらの速度域での測定を行うこととした。なお、製品の仕様としては、40km/h 以上での測定が目安とされているが、本検討ではそれ以下の速度域での測定可能性に関して着目している。

2.2 計測車両の発進、停止、加減速の影響に関する計測手法

周回路の直線区間 1000m を 100m 区切りで 10 区間設定し、各 100m 区間ごとに発進、加速、減速、停止を繰り返してその間の IRI の計測を行い、車両の発進停止や加速・減速によって IRI の測定値がどのような影響を受けるのかを把握した。

2.3 再現性確認試験手法

計測車両を 40km/h の一定速度で周回路一周約 2700m 区間の同一車線上を 10 回走行し、各走行回の IRI 値の再現性を把握した。

2.4 小型プロファイラによる IRI 値との比較試験手法

簡易な IRI 測定装置の測定を行った同じ測線上を、小型プロファイラを用いて測定し、各々の測定から得られた IRI 値を比較する。試験に用いた小型プロファイラは、2 個のレーザセンサを搭載したキャリアを道路の縦断方向に人力でけん引し、計算処理によって凹凸形状および IRI 値を求める装置である。

3. 結果と考察

3.1 計測車両の低速度走行の影響計測結果

計測車両の速度を変えて約 2700m の周回路を一周ずつ走行して得られた IRI 値(基底長 10m)を図-2 に示す。同一の測線上を走行しているにもかかわらず、車両速度が 10km/h と 15km/h の時は IRI 値が大きく測定されていることがわかる。それと比較して、走行速度が 20km/h 以上で測定された IRI 値は、概ね同じような値となっている。

図-3 には、走行速度毎の IRI 測定値の平均値および標準偏差を整理した結果を示す。走行速度が 20km/h を下回ると、IRI 値が大きく算出されており、標準偏差も大きいことから変動幅が大きくなっていることがわかる。これらのことから、生活道路など低速度で IRI の計測を余儀なくされる場合においても、測定速度は 20km/h 以上を確保することが一つの目安になると思われる。

3.2 計測車両の発進、停止、加減速の影響計測結果

1000m の区間を 100m 毎に区切って繰り返し発進・停

止させたときの IRI 値を図-4 に示す。図中には、比較のために 30km/h の一定速度で同一区間を走行させたときの IRI 値を点線で、発進・停止をさせているときの車両速度を丸印でプロットしてある。

発進停止・加減速試験時の IRI 値は、特に発進後の加速時に大きな IRI 値を示しており、一定速度での走行時に計測された IRI 値と比べて値がかけはなれている傾向となっている。加速が終わり車両速度が 20km/h 以上となった後から、停止のために減速している間は、IRI 値の差が小さい。図-5 には、加減速試験時の IRI 値と一定速度時の IRI 値の差と、計測車両の加速度との関係をグラフで示した。加速している時には一定速度での IRI 値よりも大きい IRI 値となる傾向があり、特に加速度が 0.5m/s^2 以上では差が大きくなる傾向が認められる。加速度が大きいときに測定された IRI 値は信頼度が低いと考える必要がある。一方、減速時には IRI 値の差が小さく、概ね測定が成立していると判断できる。加速と減速では IRI 値に及ぼす影響が異なることが確認できた。

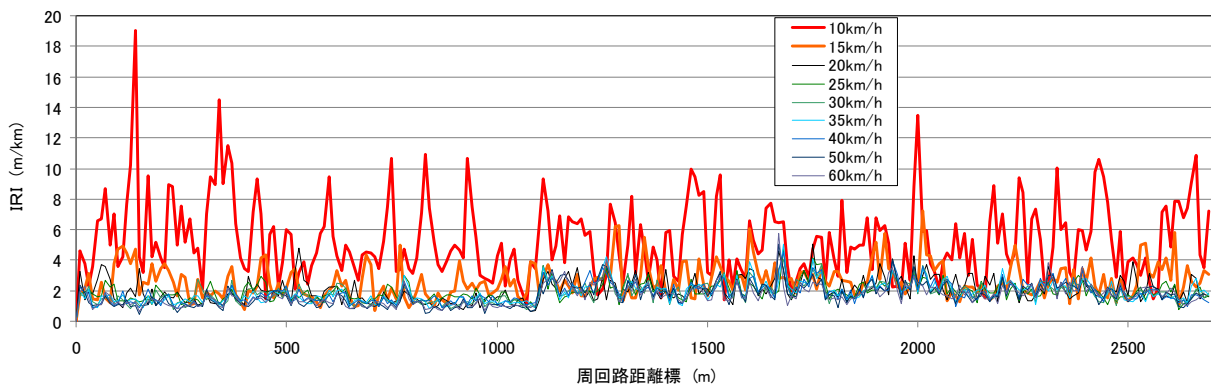


図-2 測定時の速度と IRI 値の関係

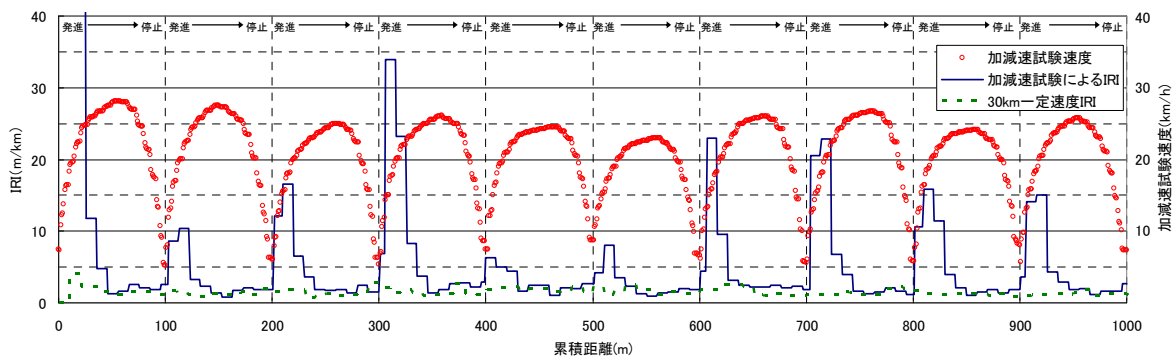


図-4 繰り返し発進停止に伴う速度変化と IRI 値関係

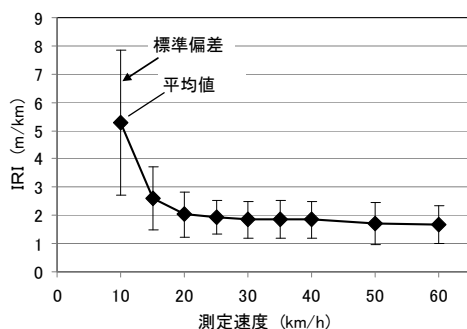


図-3 測定時の速度と IRI 値の平均値と標準偏差

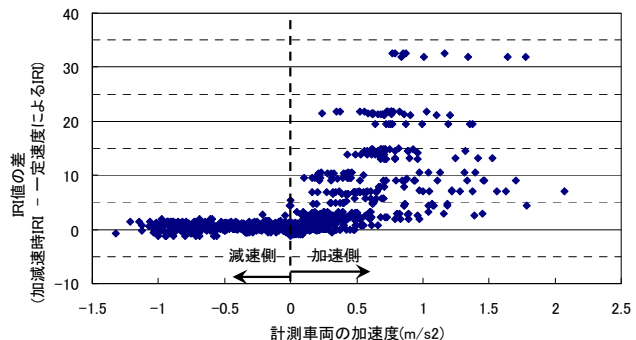


図-5 加速度が IRI 値に及ぼす影響整理結果

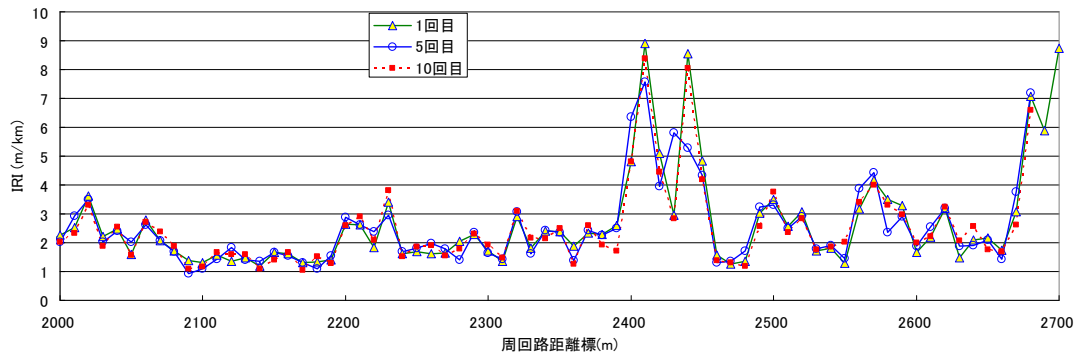


図-6 IRI 測定値の再現性試験結果 (1, 5, 10 回目の 2000~2700 区間の IRI 値を抜粋表示)

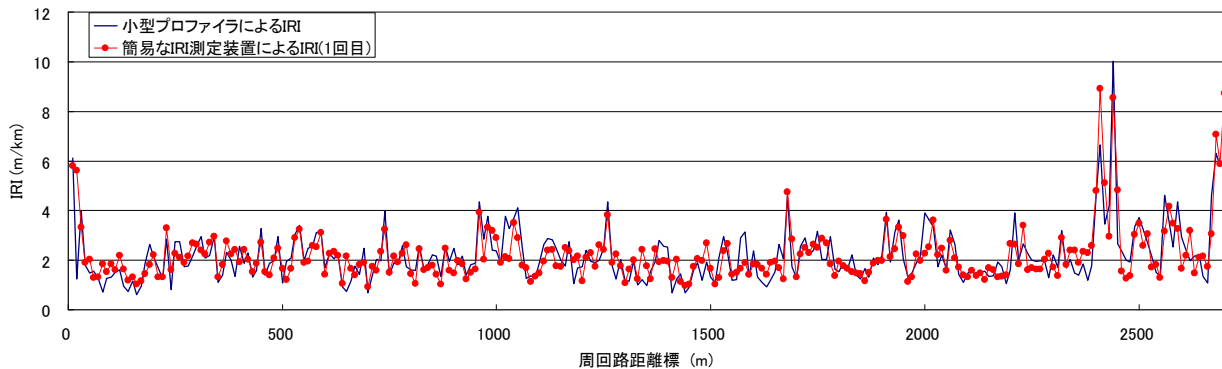


図-7 簡易な IRI 測定装置および小型プロファイラでの IRI 値対比結果

3.3 IRI 測定値の再現性試験結果

計測車両を 40km/h の一定速度で周回路一周約 2700m 区間の同一車線上を 10 回走行させ、各回の IRI 値の整理した結果を図-6 に示す。図中には 1 回目、5 回目、10 回目の結果を抜粋して示している。いずれの測定においても同一地点の IRI 値はほぼ同じであることがわかる。本図では煩雑になるのを避けるために 3 回分の結果だけを示したが、10 回計測を行った結果は全て図-6 に示した線に近いところにプロットされる。10 回測定を行った結果得られた各地点の IRI 値の標準偏差は 0.25 となり、非常に高い再現性を示すことが確認された。このことから、本装置によって路面の IRI 値を把握するためには、一定速度での 1 回の測定で実用上は十分であると考えられる。なお、図-6 および後述する図-7 の IRI 値が図-2 に示した IRI 値と異なっているのは、これらの測定が期間の離れた別の日に行ったものであり、その間に周回路舗装路面の補修が実施されたためである。

3.4 小型プロファイラとの相関

周回路 2700m の同一測線上を簡易な IRI 測定装置および小型プロファイラの各々で測定した IRI の測定結果を図-7 に示す。各々のプロファイラで得られた IRI 値はいずれもその値や各地点の凹凸傾向がほぼ同じであることがわかる。図-8 には、各々の装置で得られた IRI 値の対応を整理した結果を示した。両者の相関係数は 0.8 以上と非常に高い相関が見られる。

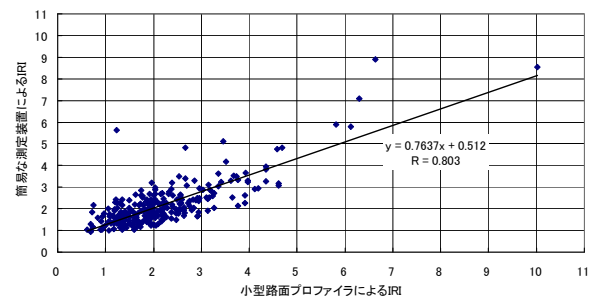


図-8 各々の装置で得られた IRI 値の対応関係

4. まとめ

加速度計を用いた簡易な IRI 測定手法に関する本検討は以下のとおりまとめることができる。

- (1) 本測定装置で測定した IRI 値は測定車両の速度や発進時の加速の影響を部分的に受け、20km/h より低速域での測定時や、発進に伴う加速時に得られた IRI 値は、正しい値よりも大きな IRI 値となることを認識する必要がある。
- (2) 再現性の高さや値の正確性を確認することができた。

参考文献

- 1) 富山和也, 川村彰, 石田樹, 中田孝一: 地方自治体の道路維持管理実態と市街地道路の簡易平坦性モニタリング, 土木学会年次学術講演会概要集, Vol.66, V-408, 2011
- 2) 富山和也, 川村彰: 加速度計を用いたモバイルプロファイロメータによる市街地道路の路面モニタリング, 土木学会第 67 回年次学術講演会概要集, Vol.67, V-309, 2012