移動計測車両測量システムを用いた舗装路面のラフネス評価に関する研究

日本道路(株)技術研究所　正会員　○遠藤　桂
東京農業大学　正会員　竹内　康
東日本高速道路(株)　正会員　高橋茂樹
アイサンテクノロジー(株)　佐藤直人

1．はじめに

現在，日本の道路延長は約 120 万 km にもおよび，そのうちの 80%，約 96 万 km が簡易アスファルト舗装を含む舗装道路となっている．一方，舗装は橋梁と同様に新設から維持修繕の時代に移行しており，約 96 万 km もの道路ストックを限られた予算および人員の制約条件下で効率的に維持管理し，安全で円滑な交通の確保を図っていくためには，ネットワークレベル～プロジェクトレベルの適切な舗装のマネジメントが必要となる．また，一般的にネットワークレベルでプロジェクトの維持修繕の優先順位を決定するにあたっては，ひび割れ，わだち掘れ，平たん性（ラフネス）の 3 項目の路面損傷データが用いられている．

一般道でのラフネスの評価には，3m プロフィルメータ等で計測される 1.5m おきの縦断プロファイルの標準偏差σが用いられてきたが，国際的に同一尺度での比較が可能である等の観点から，クラス 4（調査員の体感や目視）レベルではあるが，高速自動車道と同様に幹線道路のラフネス評価に IRI が導入されることとなった[1]．

一方，トンネル内変位調査や滑走路の地盤沈下，路面のわだち掘れ調査，幹線道路等の道路台帳整備のために移動計測車両測量システム[2]（MMS と略す）が用いられている．MMS は，車両に GPS アンテナと IMU（慣性姿勢計測装置），走行距離計，デジタルカメラ，高精度レーザスキャナ等を搭載したもので，普通走行しながら道路周辺の地形・地物等に関する 3 次元位置情報（**図-1**）を効率的かつ迅速に計測できるため，新たな測量技術として活用が期待されている．

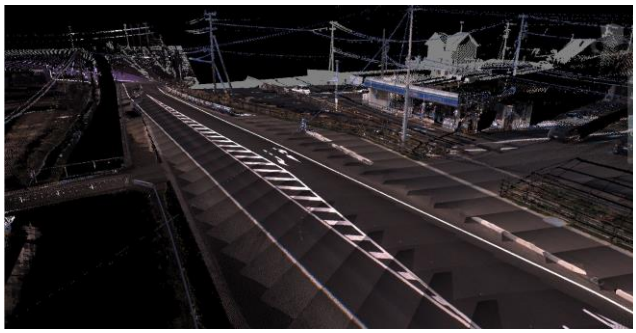

図-1　MMS での計測結果の一例

本研究は，東日本高速道路（株）の“アスファルト舗装「解体新書」プロジェクト”[3]の一環として，上信越道，長野道において MMS とプロファイラで計測した路面プロファイルを比較するとともに IRI を算出し，ラフネス評価への MMS の適用性について検討したので報告するものである．

2．路面プロファイル計測

アスファルト舗装「解体新書」プロジェクトでは，**表-1** に示す 3 区間の下り車線において MMS（三菱電機社製）と牽引式プロファイラ（クマタカエンジニアリング社製）を用いて縦断プロファイルを計測した．なお，牽引式プロファイラによる計測は，舗装の開削調査に伴う規制区間内（走行車線）の外側線側のわだち部（OWP）で実施し，牽引式プロファイラの計測位置にわせて MMS 計測データを抽出した．また，麻績～更科区間では，トンネル（コンクリート舗装）も規制区間に含まれていたことから，開削区間外ではあったが縦断プロファイルを計測した．なお，縦断プロファイルは測定区間の標高の平均値からの差をとった相対的な値である．

計測結果は**図-2, 3** に示すとおりで，図中の凡例 MRP は牽引式プロファイラによる計測結果を示している．MMS と MRP の結果は概ね一致している．GPS 計測環

表-1　路面プロファイル計測区間

車道名	IC 区間	KP 区間
上信越道	長野～須坂長野東	125.3～125.8KP
長野道	安曇野～麻績	33.4～33.9KP
	麻績～更科	58.6～61.8KP

キーワード　路面プロファイル，ラフネス，IRI，移動計測車両測量システム
連絡先　〒146-0095　東京都大田区多摩川 2-11-20　日本道路株式会社　技術研究所　TEL 03-3759-4872

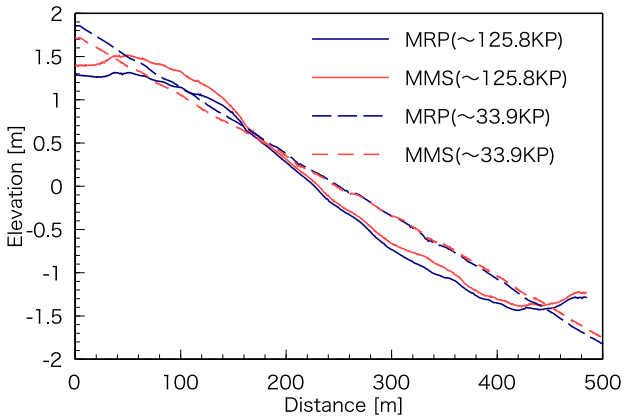

図-2 長野～須坂長野東，安曇野～麻績区間での計測結果

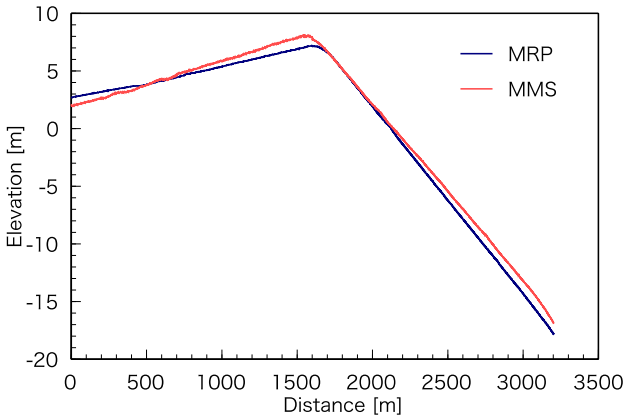

図-3 麻績～更科区間での計測結果

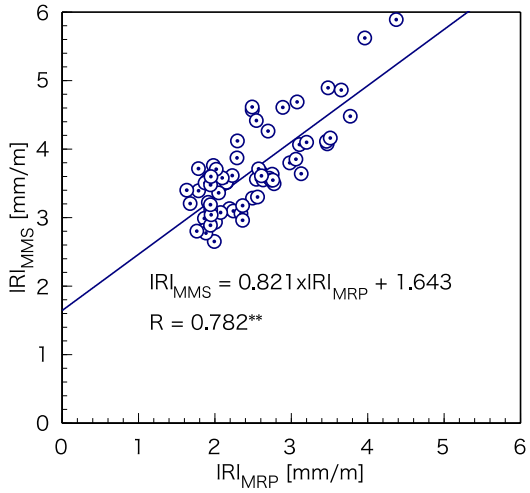

図-4 IRI 算出結果（評価区間 100m）

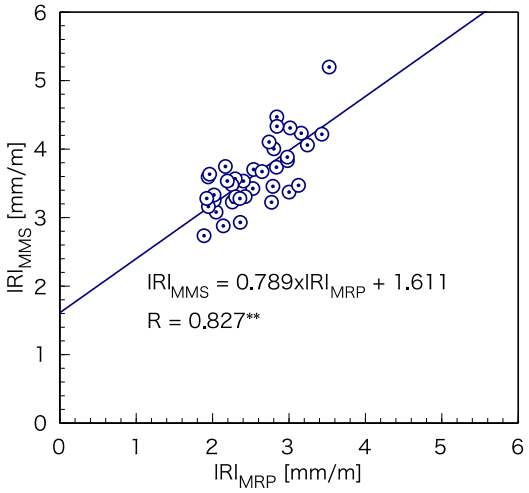

図-5 IRI 算出結果（評価区間 200m）

境の変化により生じたと思われる誤差により，最大で 30cm 程度（±15cm 程度）の標高差が生じていた．MMS は高速走行しながら計測を行うため，レーザスキャナの計測結果は車両姿勢の影響を受ける．これを MMS では IMU によって信号処理を行うとともに，GPS 情報をとり入れて 3 次元位置情報を決定している．そのため，特にトンネル部等の GPS 信号の受信環境が悪い場所では測定精度が低下する．これが MRP よりも MMS のプロファイル測定値が大きくなった原因であると考えられる．

3．IRI の算出

次に，**図-2**，3 の結果を用いて IRI を算出した． IRI は World Bank Technical Paper No.46 に記載されているソースコードを VBA に移植して解析を行った．また，解析にあたっては，高速道路での評価実績と総点検実施要領（案）【舗装編】[1] の記載内容に鑑みて評価区間を 100，200m とした．その結果を**図-4**，5 に示す．各図の軸ラベルの添え字 MMS, MRP は，それぞれ MMS，牽引式プロファイラによる計測結果から算出した IRI であることを示している．

以上の結果より，MMS での計測結果から算出した IRI_{MMS} は，牽引式プロファイラによる IRI_{MRP} よりも大きくなる傾向にあるものの，図中に併記した一次関数によって回帰できることがわかる．なお，各図の式下の R は相関係数を示しており，**は 1%の有意水準を満足していることを示している．このことより，IRI_{MMS} は IRI_{MRP} と高い相関性を有しており，MMS は路面のラフネス評価に用いることができるものと考えられる．また，IRI_{MMS} が大きくなったのは，前述したように GPS 受信環境に起因するものと考えられる．これについては，水準測量による補正を行った検証実験を行い，プロファイル測定精度と IRI 算出精度について確認する必要があるものと考えられる．

参考文献

1) 国土交通省：第 2 回道路メンテナンス技術小委員会配布資料，http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/road01_sg_000133.html, 2013.
2) 国土地理院：移動計測車両を用いる測量システムを用いる数値地形図データ作成マニュアル（案），2012.
3) 高橋ら：高速道路におけるアスファルト舗装の「解体新書」プロジェクトー検討の概要ー，第 68 回土木学会年次学術講演会講演概要集（掲載予定），2013.