

簡易路面測定装置を用いた生活道路における平坦性実態の把握

Description of Surface Roughness Condition on Municipal Roads by a Mobile Profilometer

北見工業大学工学部 ○正会員 富山和也 (Kazuya Tomiyama)
 北見工業大学工学部 正会員 川村 彰 (Akira Kawamura)
 北見工業大学大学院 学生員 Nueraihemaitijiang ABULIZI

1. はじめに

日本の道路総延長のおよそ 85%が市町村道であることから、それらを管理する地方自治体において、舗装マネジメントシステム (PMS) の適切な運用が重要性を増している。PMS において、路面の平坦性は、舗装の供用性と関係した重要な指標であり、平坦性水準の低い路面は、道路利用者の安全性や快適性を低下させるとともに、車両運行費用の低下を招く。そのため、PMS を運用する上で、道路ネットワークにおける平坦性データを効率的に収集することは、必要不可欠である。

また、2013 年には、国土交通省より、道路ストックの総点検要領 (案) が発表され、今後、地方自治体の PMS に対する取り組みは、一層加速するものと考えられる。しかし、PMS における舗装供用性能の予測には、平坦性測定データが不可欠であるが¹⁾、現状の路面点検手法は、道路管理者や技術者の目視もしくは体感によるものが主であり、定量的な調査は行われないのが現状である²⁾。さらに、これまでの路面調査の対象は、主要幹線道路以上の比較的規格の高い道路が対象であり、市町村道の大部分を占める生活道路の路面状況については不明である。

そこで、本研究では、生活道路における平坦性の実態把握を目的に、(1) 簡易路面測定装置による市道の平坦性調査と、(2) 調査結果に基づく生活道路と幹線道路の

車両の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た上下加速度について、車両の速度依存成分を除去した後、逆解析により路面プロファイルを測定し、プロファイルを基に IRI などの平坦性指標を算出する路面測定装置である³⁾。図-1 に MPM の概要を示す。MPM は、道路パトロールカーなど、汎用の車両に無改造で搭載することができ、小規模な自治体においても運用可能であると考えられる。

(2) 調査箇所

MPM を用いた路面調査は、2014 年 11 月および 12 月に、北海道における中核都市で積雪前に行った。当該都市は、人口約 13 万人であり、道路の管理延長は約 1,900km である。調査は、市が指定する幹線道路および地域の異なる生活道路を対象に行った。

3. 生活道路における平坦性実態

多くの地方自治体において、生活道路の平坦性に関する技術基準は有しておらず、道路管理者や技術者の経験や、道路利用者からの苦情を基に維持補修の判断を行っている。また、生活道路は、幹線道路に比べ、低交通量や低走行速度、管理延長に対し低予算など、既存の技術基準を適用することも困難である。そこで、本研究では、生活道路の平坦性実態を把握するとともに、道路ネットワークにおける路面維持補修の優先箇所を可視化する方法について検討する。

2. 簡易路面測定装置を用いた平坦性調査

(1) 調査方法

路面調査は、簡易型の平坦性測定装置である Mobile Profilometer (MPM) を用い、道路ストックの総点検でも導入され、世界的に標準の平坦性指標である国際ラフネス指数 (IRI) の測定を目的として行った。MPM は、

(1) 平坦性調査結果の概要

表-1 に平坦性調査結果を示す。表中、両側/片側は、対向車線測定の有無を表す。また、IRI の評価延長は、標準的な 100m と、生活道路における交差点間の延長を

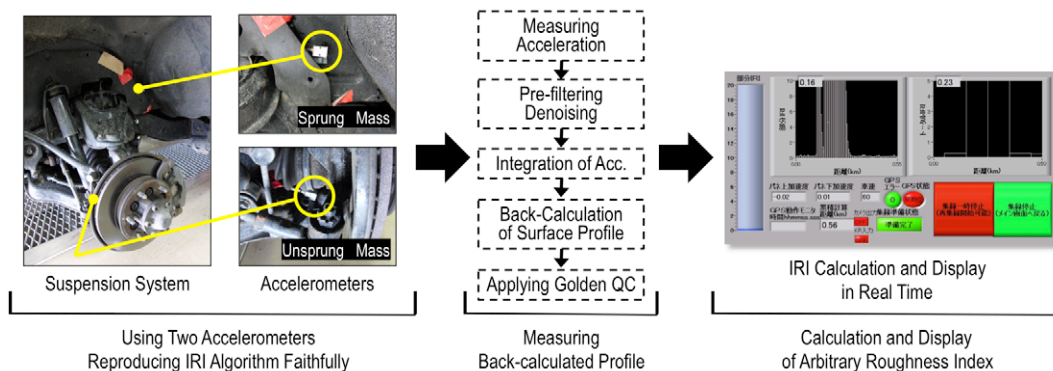


図-1 Mobile Profilometer (MPM) の概要と測定原理

表-1 幹線道路および生活道路における平坦性調査結果の概要

区分	路線/地域	片側/両側	データ数		平均 IRI (mm/m)		標準偏差 (mm/m)	
			IRI ₁₀	IRI ₁₀₀	IRI ₁₀	IRI ₁₀₀	IRI ₁₀	IRI ₁₀₀
幹線道路	Route A	両側	1328	121	2.9	2.8	2.3	1.4
	Route B	片側	280	22	3.1	3.0	2.9	1.8
	Route C	両側	649	56	2.5	2.5	2.3	1.3
	Route D	両側	409	35	3.3	3.3	2.5	1.9
	Route E	両側	553	51	3.1	3.2	2.0	1.1
	Route F	両側	339	30	3.3	3.2	2.3	1.2
	合計/平均		3558	315	3.0	2.9	2.3	1.4
生活道路	Area 1	片側	788	48	4.9	4.5	3.3	1.8
	Area 2	片側	1010	49	6.0	5.5	3.8	2.1
	合計/平均		1798	97	5.6	5.0	3.6	2.0

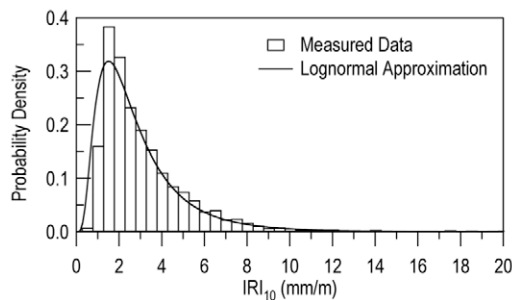
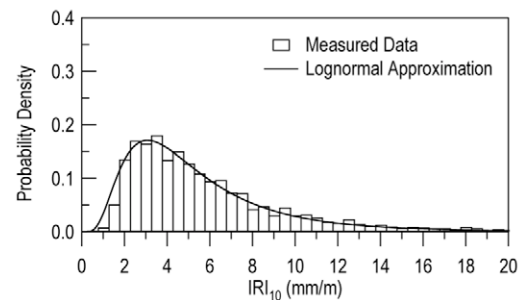
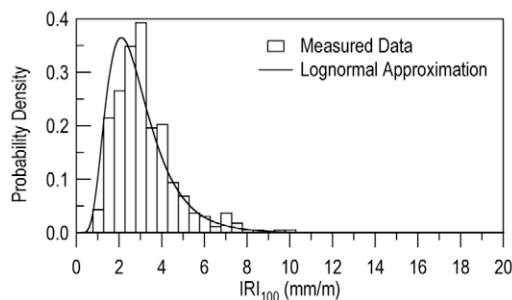
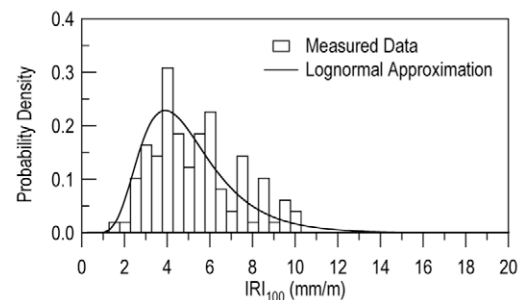

 (a) IRI₁₀: 幹線道路

 (b) IRI₁₀: 生活道路

 (a) IRI₁₀₀: 幹線道路

 (b) IRI₁₀₀: 生活道路

図-2 幹線道路および生活道路における IRI の頻度分布

表-2 対数近似におけるパラメータの推定結果

区分	測定値	平均 (mm/m)	標準偏差 (mm/m)
幹線道路	IRI ₁₀	0.852	0.665
	IRI ₁₀₀	1.515	0.624
生活道路	IRI ₁₀	0.961	0.446
	IRI ₁₀₀	1.532	0.410

考慮し 10m とし、以降、それぞれ IRI₁₀₀ および IRI₁₀ として記す。表-1 より、平均 IRI は、幹線道路において「新設舗装」から「供用後の舗装」相当であり、生活道路では、「供用後の舗装」から「損傷を受けた舗装」相当である⁴⁾。

(2) IRI の頻度分布

図-2 に、幹線道路および生活道路における IRI の頻度分布を示す。図より、生活道路では、幹線道路に比べ IRI の平均値が高く、値のとり範囲も広いことがわかる。また、IRI は常に正の値をとることから、頻度分布は、

対数状に分布していることがわかる。ここで、平均 μ および標準偏差 σ をパラメータに持つ、対数状に分布する変数 x の確率密度関数 $f(x)$ は、次式でモデル化できる。

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}x\sigma} \exp\left\{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right\}; \quad (x > 0) \quad (1)$$

表-2 に、図-2 の各頻度分布におけるパラメータの推定結果を示す。図-2 より、表-2 のパラメータを用いた各近似曲線は、測定結果に対し良く一致していることがわかる。また、図-3 に示す、正規確率プロット (P-P plot: Probability-Probability plot) より、測定値と近似関数から得られた密度の関係は線形となり、モデルの妥当性が確認できた。

4. 平坦性実態の可視化

舗装の維持管理には、膨大な地理データを必要とするため、PMS 支援ツールとして GIS (地理情報システム) が幅広く活用されている^{5),6)}。GIS を用いることで、平

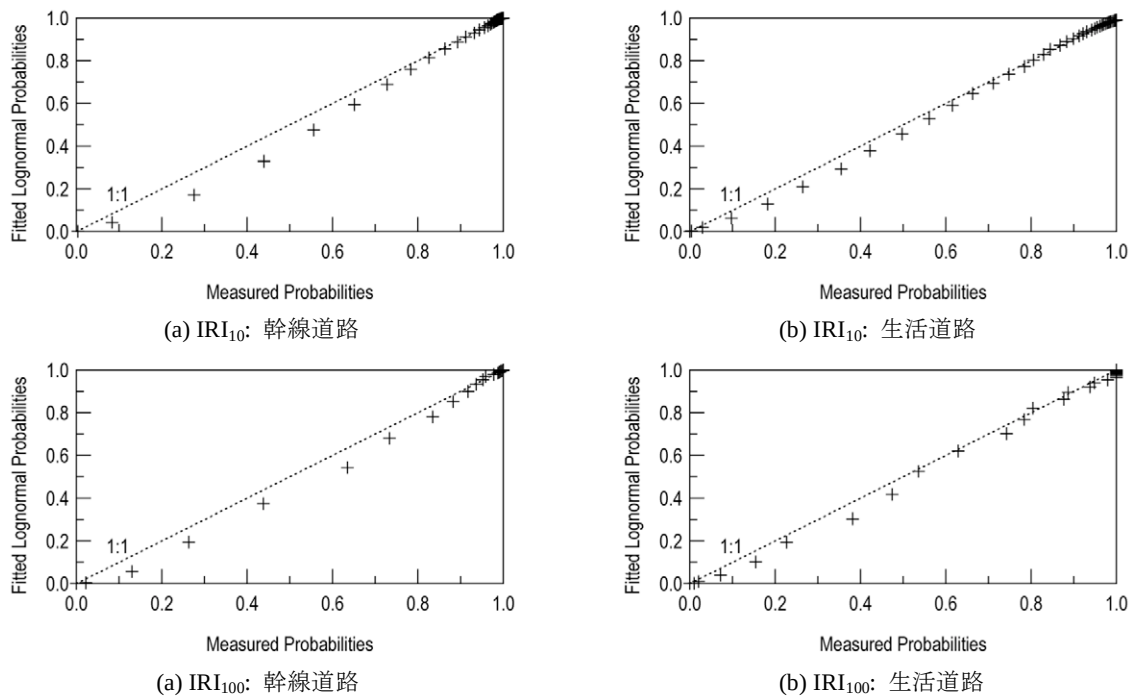


図-3 対数近似モデルの正規対数 (P-P) プロット

表-3 確率密度モデルに基づく IRI の分類

分類	閾値 (mm/m)			
	幹線道路		生活道路	
	IRI ₁₀	IRI ₁₀₀	IRI ₁₀	IRI ₁₀₀
1	IRI ≤ 1.5	IRI ≤ 1.9	IRI ≤ 3.0	IRI ≤ 3.5
2	1.5 < IRI ≤ 2.3	1.9 < IRI ≤ 2.6	3.0 < IRI ≤ 4.5	3.5 < IRI ≤ 4.6
3	2.3 < IRI ≤ 3.7	2.6 < IRI ≤ 3.6	4.5 < IRI ≤ 6.9	4.6 < IRI ≤ 6.1
4	3.7 < IRI	3.6 < IRI	6.9 < IRI	6.1 < IRI

平坦性収集データの容易な可視化が可能である。一方、効果的なデータの可視化には、IRI など属性情報の程度に応じた合理的な分類が必要である。属性データの分類は、一般に、既存の技術基準や既往研究の成果を参照することが可能であるが、生活道路においては、その管理実態を鑑みると、適応可能な既存基準は確立されていない。また、膨大な延長の生活道路を限られた予算で管理するためには、自治体の舗装維持管理実態に応じた対策を行うことが望ましい。そこで、本研究では、前章で得られた IRI の確率密度モデルを用い、25、50 および 75 パーセンタイル値を閾値とした分類方法について提案する。

表-3 に調査対象地域における IRI の分類を、図-4 に分類結果に基づく GIS を用いた IRI マップの一例を示す。図-4 のように、収集データを可視化することで、現状の平坦性実態を考慮した維持補修の優先箇所選定と予算配分の最適化が可能となる。ここで、従来の路面管理基準は、一般に一定の値を設定するが、表-3 に示すデータを、舗装の維持管理実態と平坦性状況に応じて逐次更新することで、柔軟に路面の維持補修対策を立案できるものと期待できる。

5. まとめ

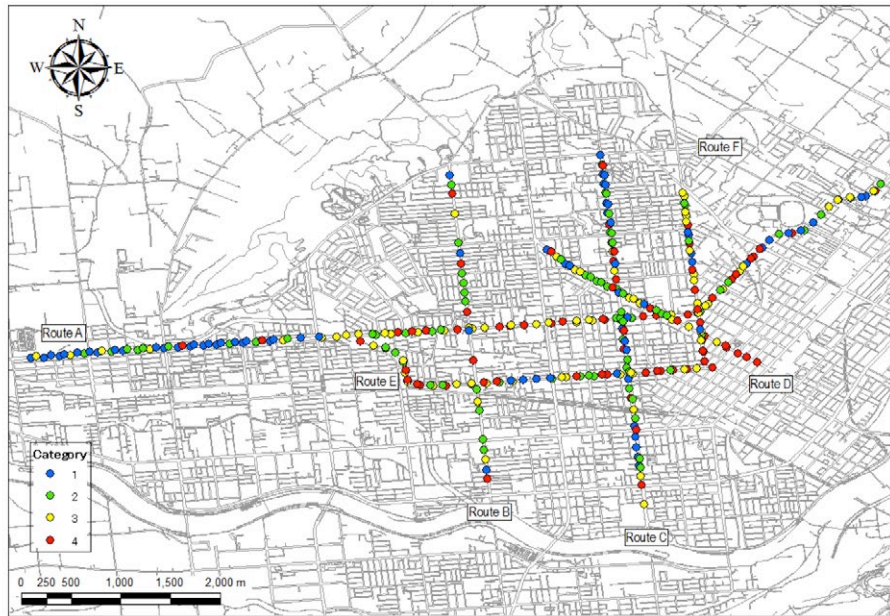
道路構造物の老朽化が深刻化する昨今、地方自治体に

おいても PMS の開発・導入が積極的に進められている。路面の平坦性は、舗装の供用性に直結するため、道路ネットワークにおける適切かつ効果的な平坦性データの収集と評価は、PMS を運用する上で必要不可欠である。しかし、生活道路の平坦性については、その実態が不明であり、技術基準も未整備であることが多い。

本研究では、北海道の中核都市において路面調査を実施し、生活道路の平坦性実態を把握し、幹線道路の平均 IRI が、「新設舗装」から「供用後の舗装」相当であるのに対し、生活道路では、「供用後の舗装」から「損傷を受けた舗装」相当であることを確認した。また、調査結果を基に IRI の確率密度モデルを設計し、GIS における属性として平坦性情報を可視化する方法について提案した。その結果、維持補修に関する技術基準が未整備の場合であっても、舗装の維持管理実態と平坦性状況に応じた、柔軟な路面の維持補修対策の立案が期待できることを示した。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 15K20843 および 2628167 の助成を受けたものである。また、路面調査においては、北見市都市建設部の協力を得た。ここに記して感謝の意を表する。



(a) 幹線道路 : IRI_{100}



(b) 生活道路 : IRI_{10}

図-4 GIS を用いた IRI マップの一例

参考文献

- 1) Giummarra, G.J., Martin, T., Hoque, Z., and Roper, R.: Establishing Deterioration Models for Local Roads in Australia, Transportation Research Record, No. 1989, pp. 270-276, 2007.
- 2) 富山和也, 川村 彰, 石田 樹, 中田孝一: 地方自治体の舗装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, CD-ROM, 2011.
- 3) Tomiyama, K., Kawamura, A., Nakajima, S., Ishida, T., and Jomoto, M.: A Mobile Data Collection System Using Accelerometers for Pavement Maintenance and Rehabilitation, Proceedings of 8th International Conference on Managing Pavement Assets (ICMPA), Paper No. 142, 2011.
- 4) 土木学会 舗装工学委員会 路面性状小委員会: 舗装工学ライブラリー1 路面のプロファイリング入門 - 安全で快適な路面をめざして-, 丸善, 2003.
- 5) Medina, A., Flintsch, G.W., and Zaniewski, J.P.: Geographic Information Systems-Based Pavement Management System: A Case Study, Transportation Research Record, No. 1652, pp. 151-157, 1999.
- 6) Brad, H.J., and Michael, J.D.: Geographic Information Systems Decision Support System for Pavement Management, Transportation Research Record, No. 1492, pp. 74-83, 1994.