

GIS および MPM を利用したファジィ理論に基づく路面評価手法の提案

北見工業大学大学院 学生員 ○藤田 旬
 北見工業大学工学部 正会員 富山和也
 北見工業大学工学部 正会員 川村 彰

1. はじめに

舗装が有すべき性能指標である路面の平坦性は、道路利用者の車両の乗り心地や走行時の安心感に直接影響を与える。2013年に国土交通省が示した「総点検実施要項(案)【舗装編】」において、平坦性の評価には乗り心地と関連した *IRI(International Roughness Index* : 国際ラフネス指数)が導入され、目視点検により車両振動レベルに応じて路面水準を判定する方法が定められているが、目視や体感では、個人差により評価の定量化が困難である。本研究では、車両の乗り心地に直結する路面平坦性に着目し、ファジィ理論を用いて車両振動に基づく乗り心地評価の曖昧さを定量化し、道路利用者意識に基づく路面平坦性評価手法を提案する。合わせて、簡易路面平坦性測定装置であるモバイルプロフィロメータ(MPM: *Mobile Profilometer*)と、GIS(*Geographic Information System*)による、ファジィ理論に基づいた路面点検手法を提案する。

2. ファジィ理論を用いた路面の補修必要度の評価方法

ファジィ理論は人間の主観的思考や判断の曖昧さを定量的に扱う数学理論であり、人間の思考や判断などの明確には表せない曖昧さの程度を数学的に表現したものをファジィ集合と呼ぶ。ある集合*A*に対し、個々の要素*X*がその集合に属すると思われる度合いを0から1の数値で表したものをメンバーシップ関数と呼ぶ。このメンバーシップ関数は、曖昧な量を表現するのに用いられる関数で、次のように定義される¹⁾。

$$\mu_A : X \rightarrow [0,1] \tag{1}$$

筆者らは、これまで、ドライビングシミュレータを用いて、*IRI*と乗り心地および走行時の安心感の関係を、人間の主観評価に基づき検証している。その結果、*IRI*が高く、また、走行速度が増加するに伴い、乗り心地および安心感は低下する傾向があることを確認している²⁾。本研究では、ドライビングシミュレータを用いて検証した、乗り心地評価結果を用い、ファジィ理論に基づき、*IRI*と制限速度のそれぞれのメンバーシップ関数を算出した。図-1に*IRI*のメンバーシップ関数を、図-2に制限速度のメンバーシップ関数を示す。また、*IRI*と制限速度の関係から得られる値を補修必要度と仮定し、1から3の数値で表した。図-3に補修必要度のメンバーシップ関数を示す。なお、メンバーシップ関数の算出には、*IRI*の評価値を「良い、普通、悪い」、制限速度の評価値を「遅い、普通、速い」、補修必要度の評価値を「現状維持、経過観察、要補修」とし、ファジィ理論における言語変数とした。図-3のメンバーシップ関数を用い、*IRI*および道路規格を入力データとすることで、路面の補修必要度について、道路利用者の乗り心地および安心感に基づく定量的な評価が可能となる。

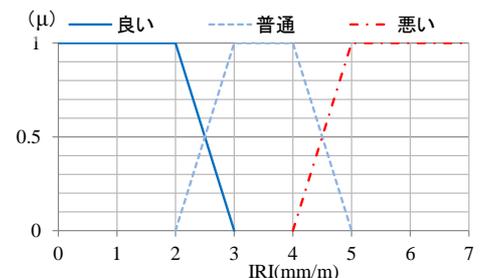


図-1 IRIのメンバーシップ関数

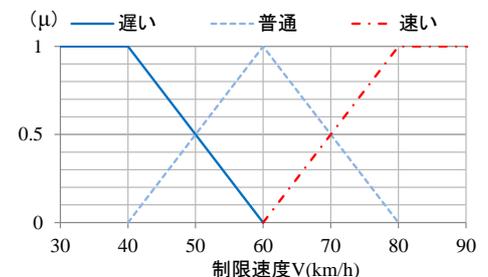


図-2 制限速度のメンバーシップ関数

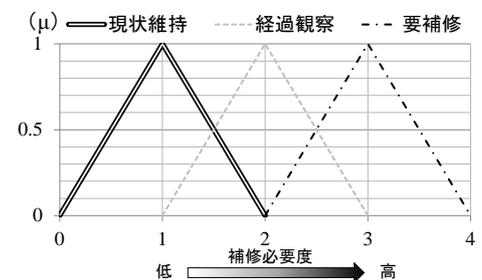


図-3 補修必要度のメンバーシップ関数

キーワード ファジィ理論, 乗り心地評価, 国際ラフネス指数, 簡易路面平坦性測定, GIS

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町165番地 北見工業大学 大学院 交通工学研究室 TEL 0157-26-9516

3. 補修必要度の可視化

本章では、前章で検討したファジィ理論に基づく、新たな路面平坦性評価手法の有効性について検証するため、加速度計を用いた簡易路面平坦性測定装置である *MPM* を用いて、市街地道路の *IRI* (国際ラフネス指数) を調査した。図-4 は、2013 年 11 月に得られた 100m 区間ごとの *IRI* を、総点検実施要領(案)【舗装編】を参考にして *IRI* 区分毎に色分けし、デジタル地図上に表示したものである。また、得られた *IRI* を基に、前章で述べたファジィ理論に基づき路面の補修必要度を算出し、同様にデジタル地図上に表示した(図-5)。図-4 より、一部路線、特に交差点付近において *IRI* が 8 (mm/m) 以上なる箇所が局在し、路面平坦性の低下が確認できる。それに対し、図-5 では、主要道路を除いて、市街地の中心部、特に交差点付近では、補修必要度のレベルが高く表示されていることがわかる。このことから、道路利用者の乗り心地や走行時の安心感に影響を及ぼす箇所は、特に交差点付近に集中しているものと考えられる。以上のように、ファジィ理論を用いて道路利用者の主観評価に基づいた乗り心地および安心感を定量化することで、*IRI* による平坦性評価に加え、道路利用者の乗り心地および安心感評価を取り入れた、路面の客観的かつ効率的なモニタリングと可視化が可能となった。



図-4 「総点検実施要領(案)【舗装編】」を参考にした *IRI* による路面モニタリング

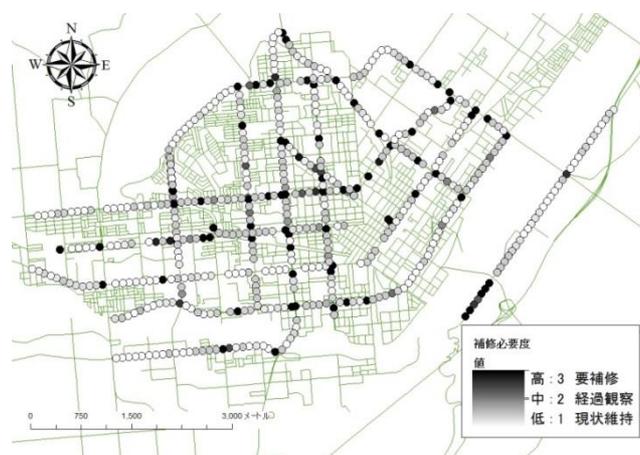


図-5 ファジィ理論を用いた補修必要度による路面モニタリング

4. まとめ

本研究では、ファジィ理論を用いて車両振動に基づく乗り心地評価の曖昧さを定量化し、道路利用者に即した路面平坦性評価手法を提案した。また、簡易路面平坦性測定装置である *MPM* と、*GIS* を導入して、ファジィ理論に基づく路面平坦性評価手法の有効性について検討した。その結果、従来の *IRI* による平坦性評価に、道路利用者の乗り心地および安心感評価を付加した、路面の客観的かつ効率的なモニタリングと可視化が可能になるとともに、道路利用者の乗り心地および安心感に対応した舗装の管理目標値策定に貢献するものと期待できる。

謝辞

本研究は、平成 25 年度一般財団法人 日本デジタル道路地図協会の助成金を受けて実施したものである。また、本研究における路面モニタリングは、北海道北見市都市建設部の協力を得て実施したものである。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 山下 元, 瀧澤武信: ファジィ理論 基礎と応用, 共立出版, 2010.
- 2) 石田 樹, 岳本 秀人, 川村 彰, 白川 龍生: ドライビングシミュレータによる舗装路面の乗心地・安心感評価, 舗装工学論文集, 9, pp.49-56, 2004.