

北海道大学 正会員 姫野賢治
 同上 正会員 菅原照雄
 運輸省港湾技術研究所 正会員 八谷好高

1. 緒言

道路舗装、空港舗装などの設計、施工、維持管理を行う場合は、利用者が直接見たり触れたりする路面の性状に対する認識が重要であることは言うまでもない。このような利用者の主観的な満足度と、路面の客観的な性状とを結び付ける研究が多くなされ、その結果に基づいて路面性状を表すための指標が提案されてきた。それらのほとんどは、舗装の破損の程度をわだち掘れ深さやひび割れ率などの単純な物理量で代表させ、これらが定まれば路面性状も一義的に決定するといった考えに基づいて定式化されている。しかしながら、複雑で種々の発生形態を持つこのような破損が利用者の感性に及ぼす影響には他のさまざまな要因もあろうし、同一の舗装に対する満足の度合いも利用者によってまちまちであろうことが容易に想像される。

本研究は、個々の破損の評価方法の特質を調べ、それらと舗装の総合的な評価結果との関係进行分析すると同時に、Fuzzy理論を応用したより合理的な評価方法を提案することを目的とした。ただし、一般の利用者による路面の技術的な評価は困難であることから、個々の破損の評価は熟練技術者が行い、また、総合的な評価も同じ熟練技術者による維持修繕の必要性の判断結果を用いることとした。

2. 路面の視察評価の概要

路面の評価データは、運輸省港湾技術研究所が1980年に東京国際空港において実施した視察評価結果¹⁾を用いた。評価者は、平均勤続年数13年の空港管理者および舗装技術者24名で、滑走路、誘導路およびエプロンについて主要な破損形態の発生程度と、その舗装が維持修繕を必要とするか否かについての評価をすべて3段階で回答したものである。併せて、わだち掘れ深さ、ひび割れ率等の客観的な量についての測定も行われた。ただし、ここでは誘導路のアスファルト舗装部32箇所のみのデータを分析の対象とした。

3. 視察評価の分析結果

3.1 正準判別分析による分析結果

まず、AASHTO道路試験結果から導かれたPSIの考え方にならい、わだち掘れ深さ、ひび割れ率および縦断凹凸量という3つの物理量のみから、技術者が総合的に判断する維持修繕の必要性がどの程度説明し得るかを調べた。外的基準が質的なデータであるため、分析には正準判別分析法を用いた。結果は図-1に示すとおりであり、ここでいう「規格化」とは、この分析の範囲内において最小値を0、最大値を10とすることをいう。

もし、この正準変量の値によって維持修繕の必要

性が3つの程度に完全に判別されればこれらの物理量のみによって維持修繕の必要性が一義的に決定できることになるが、維持修繕の必要性が高まるにつれて評価がばらついていくことがわかる。そこで、わだち掘れを例にとって、この破損に対する技術者の主観的な評価とわだち掘れ深さという1つの物理量との関係を調べた。その結果、図-2のように、わだち掘れ深さが大きくなるにつれて、わだち掘れの程度についての評価の判別が曖昧になり、単なる深さ以外のさまざまな因子が評価に影響しているであろうことがわかった。この傾向は、ひび割れや平坦性についても同様であった。

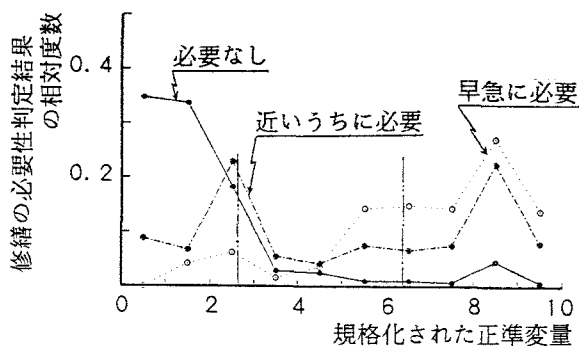


図-1 正準判別分析法による維持修繕の必要性の判別結果

3.2 数量化理論第Ⅱ類による分析結果

以上より、技術者が総合的に判断する維持修繕の必要性の程度には、同じ技術者の判断する個々の破損の程度の説明力の方が高いことが推定されたので、これを用い説明変数も質的なデータの場合の数量化理論第Ⅱ類により分析を行った。その結果、図-3のように、正準判別分析の場合に比べると説明力は高まったが、維持修繕の必要性の判断は依然として必ずしも一義的ではない。

3.3 Fuzzy数量化理論第Ⅱ類による分析結果

このような個々の路面性状の評価結果では維持修繕の必要性が必ずしも説明し得ないという事実は、データの精度や質などの問題ではなく、ファジネスの問題ではないかと考えられる。そこで、このファジネスを数量化理論第Ⅱ類に組み込んでさらに分析を試みた。同一の条件でも評価者によって反応は異なるし、1人の評価者にとっても2つ以上のアイテムに反応させたいと考えるような微妙なケースもあるため、24人の技術者の評価結果のもつ分布をメンバーシップ関数とし、これを直接入力データとし得るように、数量化理論第Ⅱ類を拡張した。

図-4は、このFuzzy数量化理論第Ⅱ類を適用して上と同一の評価結果を分析した結果である。各サンプルスコアごとの維持修繕の必要性の程度をなめらかに結ぶことによって、いずれのサンプルスコアに対してもメンバーシップ関数を得ることができる。すなわち、仮に個々の破損の程度に対する評価が同じで等しいサンプルスコアをもつ舗装に対しても評価者によって維持修繕の必要性の判断が異なるという事実を、データの誤差として排除するのではなくファジネスとして積極的に容認するわけである。このことにより、サンプルスコアの値が大きくなるにつれ、すなわち、個々の破損が徐々に進行するにつれて維持修繕を必要とする判断が次第に強まるという自然でかつ合理的な解釈を行うことが可能となった。

4. 結言

舗装の路面評価にファジネスを取り込むことにより、路面性状が健全であると評価されていた舗装が僅かな破損の進展により突然に維持修繕を必要とする判断されるようになるというような不連続的な解釈を回避することが可能となった。

参考文献

- 1) 運輸省港湾技術研究所滑走路研究室・(株)パスコ：舗装路面性状評価式作成業務報告書、1981

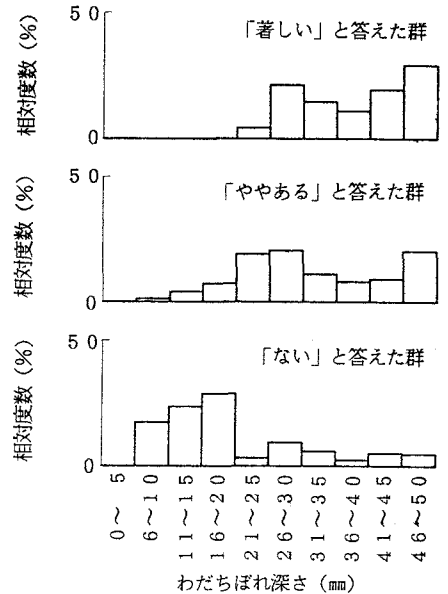


図-2 わだち掘れ深さと発生程度の主観的な評価との関係

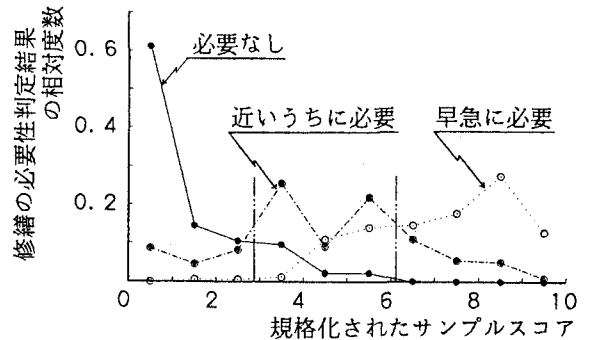


図-3 数量化理論第Ⅱ類による維持修繕の必要性の判別結果

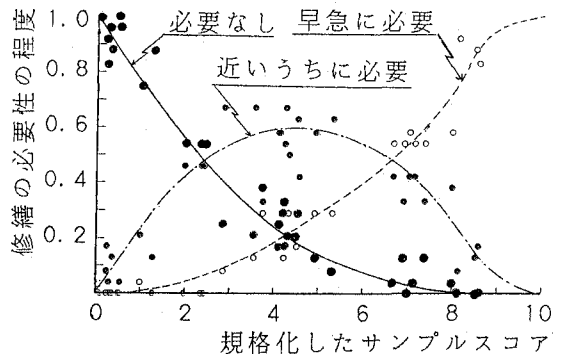


図-4 Fuzzy数量化理論第Ⅱ類による維持修繕の必要性の判別結果