

北陸地方における舗装供用性の遷移予測に関する検討

道路研究室 北上幸
指導教官 丸山暉彦

1. 目的と背景

近年，蓄積した道路施設のストックを適切に維持管理することが道路管理者に求められており，舗装に関しても維持管理の技術が重視されるようになってきている．

このことから，舗装の維持・修繕を計画的かつ経済的に行うためのツールである舗装管理システム (Pavement Management System:以下 PMS)の構築が望まれている．そして，その開発においては，舗装の路面状態を予測するための遷移予測モデルの開発が必要不可欠となっている．

現在，北陸地方のデータベースに使われている舗装の遷移予測モデルは，ひび割れ率，わだち掘れ，平坦性のそれぞれの値に対する予測式により予測値を求め，その予測値により舗装の状態を表す指標である MCI(Maintenance Control Index)の予測値を算出する方法を取っているが，その方法では，予測式が舗装の構成（路盤材の種類や修繕工法など）などによらず，路面の種類および沿道状況，前回測定時の舗装評価値のみに依存する¹⁾ため，正確な予測は出来ないと思われる．

ここで，MCI はひび割れ率，わだち掘れ，平坦性の 3 要素から算出される数値である．表-1.1 に MCI と修繕工法などの関係を示す²⁾．

表-1.1 MCI と修繕工法との関係

| MCI | ランク | 修繕可否および工法 |
|----------|-----|-------------------------|
| 8<MCI<10 | A | 修繕を必要としない |
| 6<MCI<8 | B | 修繕を必要としない |
| 4<MCI<6 | C | 修繕を必要としない |
| 2<MCI<4 | D | 簡単な維持修繕工事を要する(シールコートなど) |
| 0<MCI<2 | E | 大規模な修繕を要する(打ち換えなど) |

表-1.1 から分かるように，MCI の数値からは修繕が必要か否か，修繕が必要な場合の修繕工法などが決定されるが，その数値から舗装の状態が実際にはどのような状況であるのかをイメージすることが困難である．

以上のことから，本研究では，より合理的な舗装の劣化モデルとしてマルコフ連鎖を導入した劣化モデルを作成すること，新しい舗装状態指標として，Fuzzy 理論を導入した FPCI(Fuzzy Pavement Condition Index)を使用した劣化モデルを作成することを目的とした．

2. FPCI

FPCI とは，道路技術者の舗装の評価 Fuzzy 理論を用いることにより，舗装評価手法として導入し，舗装の状態を数値として評価するものである．FPCI を用いることで舗装は 5 段階で評価される．

FPCI を作成するときの手順を図-1.1 に示す。

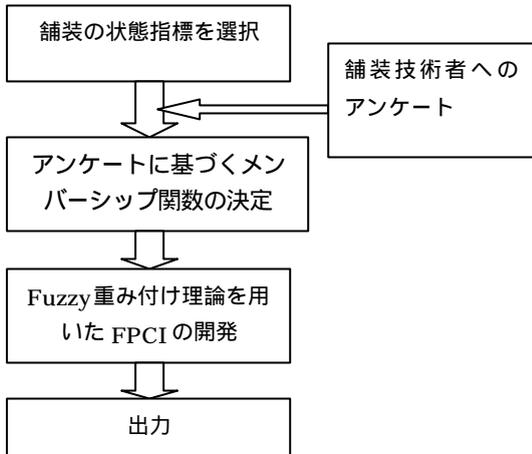


図-1.1.FPCI の開発フロー

舗装技術者へのアンケートとして、舗装評価指標（ひび割れ率・わだち掘れ・平坦性）の評価の限界値とそれぞれの指標の舗装評価における重みについてアンケートを行った。その結果を表-2.1 から表-2.4 に示す。

表-2.1 アンケートに基づくひび割れ率の評価値

| Linguistic term | Limit Value (%) |
|-----------------|-----------------|
| Excellent | 0.00 - 3.46 |
| Very Good | 3.46 - 9.16 |
| Good | 9.16 - 17.12 |
| Fair | 17.12 - 27.88 |
| Poor | >27.88 |

表-2.2 アンケートに基づくわだち掘れの評価値

| Linguistic term | Limit Value (mm) |
|-----------------|------------------|
| Excellent | 0.00 - 4.49 |
| Very Good | 4.49 - 9.53 |
| Good | 9.53 - 16.59 |
| Fair | 16.59 - 26.14 |
| Poor | >26.14 |

表-2.3 アンケートに基づく平坦性の評価値

| Linguistic term | Limit Value (mm) |
|-----------------|------------------|
| Excellent | 0.00 - 0.89 |
| Very Good | 0.89 - 1.53 |
| Good | 1.53 - 2.21 |
| Fair | 2.21 - 3.00 |
| Poor | >3.00 |

表-2.4 それぞれの評価指標の重み

| No. | 舗装パラメーター | 重み |
|-----|-----------|---------------------|
| 1 | ひび割れ率(%) | Very Important |
| 2 | わだち掘れ(mm) | Extremely Important |
| 3 | 平坦性(mm) | Very Important |

以上のアンケートの結果を反映して作成した FPCI と舗装の状態の関係を表-2.5 に示す。

表-2.5 FPCI と舗装状態の関係

| FPCI | 舗装状態 |
|--------------------|-----------|
| 9.13 < FPCI < 10 | Excellent |
| 7.80 < FPCI < 9.13 | Very Good |
| 5.52 < FPCI < 7.80 | Good |
| 2.59 < FPCI < 5.52 | Fair |
| FPCI < 2.59 | Poor |

3. 北陸地方データベース

本研究に用いたデータは道路保全技術センターの平成 13 年度舗装性状データ及び管理システム局版に含まれている舗装データであり、本研究ではデータベースに含まれているデータのうち、新潟～金沢間の国道 8 号線の路面性状データ、舗装構成データ、交通量、舗装工事データを使用した。また、舗装構成データは画像によるデータであったため、数値のデータとして路面性状データに追加した。

また、路面性状データはセクション毎

に存在するが、本研究では延長が 30m 以下のセクションは考慮しないものとした。

4. 劣化モデル

4-1. 劣化モデル作成の流れ

マルコフ連鎖を利用して劣化モデルを作成するときの手順を図-4.1 に示す。舗装データのフィルタリングを行って舗装の種類分けを行い、それぞれについて劣化モデルを作成する。舗装の種類分けを行った結果を表-4.1 に示す。

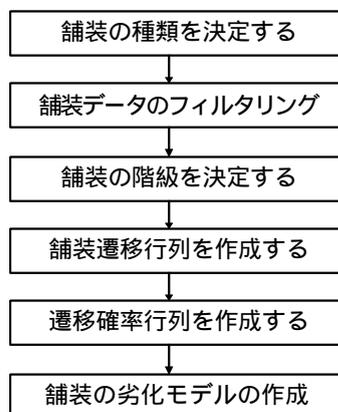


図-4.1.マルコフ連鎖による劣化モデル作成のフロー

表-4.1. 舗装の種類分け結果

| クラス番号 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------|--------|--------|--------|--------|
| 交通量 | D | D | D | D |
| 路盤材 | 瀝青安定処理 | 瀝青安定処理 | 粒度調整 | 粒度調整 |
| 修繕工法 | オーバーレイ | 新設・打換え | オーバーレイ | 新設・打換え |

表-4.1 のように、舗装の種類分けは、アスファルト舗装であり、交通量が D 交通であることを前提として、路盤材については粒度調整路盤・瀝青安定処理路盤、表面の修繕工法についてはオーバーレイ舗装・打換えもしくは新設という基準に基づいて行った。

4-2. 出力結果

マルコフ連鎖による劣化モデルと、現行の予測式による劣化モデルの比較結果例を図-3 に示す。また、同セクションにおける FPCI と MCI の出力結果例と FPCI と MCI の劣化モデルの出力結果例をそれぞれ図-4.2, 図-4.3 に示す。

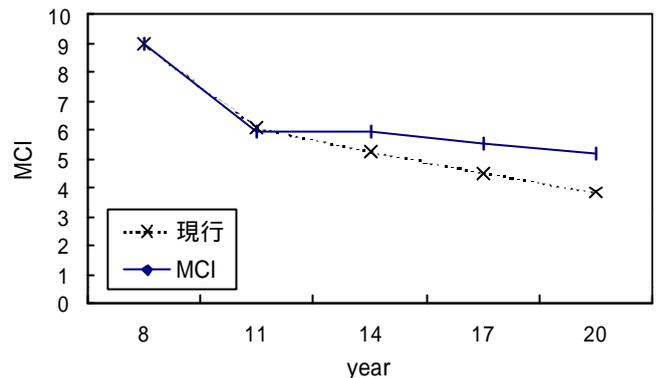


図-4.2.マルコフ連鎖によるモデルと現行のモデルとの比較

図-4 で、色の付いている部分は FPCI と MCI の評価がほぼ一致している箇所であり、評価が一致している部分が全体のデータ数の約 92%を占めることから、MCI と FPCI では、ほぼ同様の評価が得られると考えられる。

しかし、一部ではあるが MCI と FPCI が同様の評価でない箇所がある。

その様な箇所のうち、例として 22 の場所を見てみると、FPCI の構築の際に行ったアンケートによる舗装の評価値の基準によれば、ひび割れ率・わだち掘れ・平坦性ともに最良もしくは良好であると評価されることから、舗装の評価が最良、もしくは良好であると評価されるべきであると考えられるが、MCI による舗装の評価は高くないという結果が出力された。

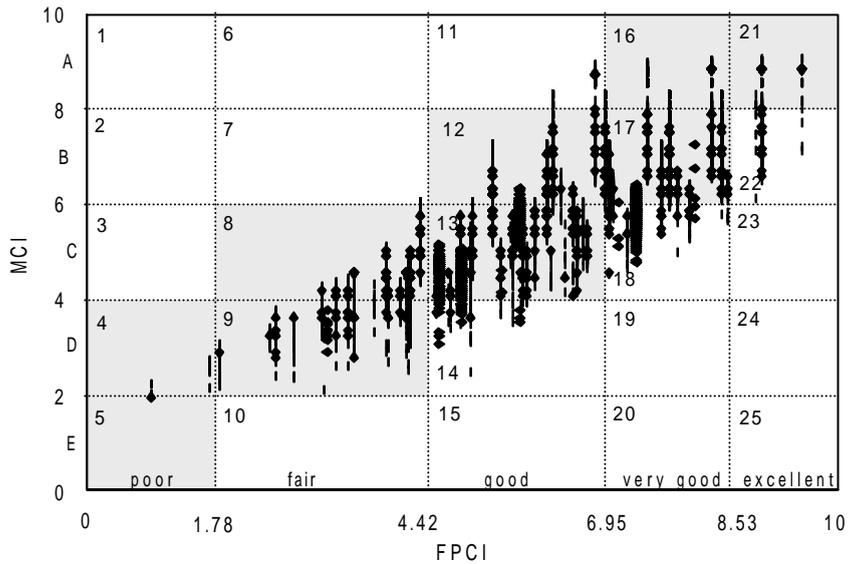


図-4.3 MCI と FPCI の出力結果

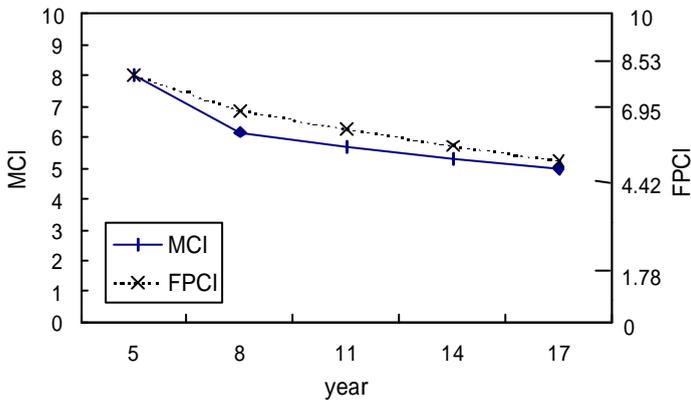


図-4.4 MCI と FPCI の劣化モデルの出力結果例

しかし、FPCI による評価は良好であり、MCI では評価できなかった舗装の状態を、FPCI では評価できる可能性があると考えられる。

このことより、MCI とは異なった基準での評価値である FPCI を導入することにより、MCI では表現しきれないような状態も表現できるのではないかとと思われる。また、図-4.4 より、MCI と同様に FPCI でも舗装の劣化モデルが作成できるため、MCI と FPCI を併用することにより、より精度の高い舗装の劣化モデルの構築が可能になるといえる。

4. 結論

結果より、以下のことを結論として得た。

- ・マルコフ連鎖を用いることにより、確率論的に舗装の劣化の遷移予測を行うことが出来るツールを作成できた。
- ・FPCI を導入することにより、MCI とまた異なった観点から将来的な舗装の状態について評価する手法を提案できた。

参考文献

- 1) 平成 12 年度路面性状調査作業（路面性状予測式作成業務）報告書，国際航業株式会社，2001.2
- 2) 舗装試験法便覧，日本道路協会：1988.12