

FWDによる舗装構造値と 路面性状測定によるひび割れ率との関係

舗装構造 路面性状 劣化予測

早稲田大学 学生会員 ○小林尚登
早稲田大学 国際会員 赤木寛一
早稲田大学 学生会員 池内達宣

1.目的

道路のアセットマネジメントを行うためには路面の劣化状況を予測することが必要である¹⁾。しかし路面の劣化進行は一つの道路内でも各々の地点で異なるため、従来の路面性状測定車による舗装表面の劣化は各地点の舗装構造と密接な関係を持つことが予想される。ここでは静岡県のとある有料道路の管理会社の協力のもとで、路面性状測定車及びFWDを使った舗装の調査の結果を受け、舗装構造がどのように路面性状評価に影響を与えるのかということを以下の2点の観点から考察した。

- (1)舗装構造評価により弾性係数や路床 CBR 値を推定することで、ひび割れの進行及び発生による舗装の劣化推移との関係を調査すること。
- (2)舗装の維持修繕履歴や供用開始年などの道路施工時の諸元が無い場合でも、現在の舗装構造評価によって正確な劣化予測を可能とすること。

2.舗装構造と路面性状

「舗装構造」とは、舗装を力学的性質のことであり、舗装への荷重載荷試験により推定される舗装の弾性係数や、路床の CBR 値により評価できる。ここでは FWD を使用して、49kN 荷重載荷による鉛直たわみを測定することでそれらの調査を行った²⁾。

「路面性状」とは路面の損傷状態のことであり、ひび割れの進行度合とわだち掘れ量、表面の凹凸量の3つの数値によって定量的に損傷を評価することができる。以下に4つの路面性状評価値 MCI(Maintenance Control Index)算出式を示す。(式1)から(式4)までの4通りの計算結果のうちその最小値をその測定区間の MCI とする。

$$MCI = 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47\sigma^{0.2} \quad (式1)$$

$$MCI_0 = 10 - 1.51C^{0.3} - 0.30D^{0.7} \quad (式2)$$

$$MCI_1 = 10 - 2.23C^{0.3} \quad (式3)$$

$$MCI_2 = 10 - 0.54D^{0.7} \quad (式4)$$

ここに、C：ひび割れ率(%) D：わだち掘れ量(mm) σ ：平坦性(縦断凹凸量)(mm)

MCI は 0 から 10 までの値をとり、7 以上ならば健全な状態、3 以上ならば軽度の損傷あり、3 未満は重度の損傷ありとして、路面状態を数値的に評価することができる¹⁾。

3.研究手法

以下の手順により、対象路線の路面性状と舗装構造値との関係を調査した。なお、調査は2007年より毎年1回行われている。

- (1)全長 10.7km の有料道路を3つのセクションに分割する。また、1セクション内の 100m ごとに標点を設置する。
- (2)路面性状測定車によって全区間のひび割れ、わだち掘れ量、平坦性を観測し、100m ごとにその MCI 値を求める。
- (3)同日、FWD により、舗装構造評価の計算のための荷重-たわみデータを採取する。
- (4)後日、MCI 値を各セクションごと、各測定年ごとに分類して、その平均値を算出する。
(例) Section1_2008年_平均 MCI = 5.28 Section2_2009年_平均 MCI = 5.19 Section3_2012年_平均 MCI = 4.30
- (5)平均 MCI の推移を各セクションごとのグラフ上に表し、二次の回帰曲線式を求める。
- (6)(5)で求めた二次の回帰曲線式にて今年度の MCI 値を求める。
- (7)FWD 試験機の荷重-たわみデータを用いて舗装の弾性係数と路床 CBR 値を推定する。
- (8)路面性状測定によるひび割れ率と、FWD による路床 CBR 値、弾性係数との関連を調査する。

4.調査結果と考察

図1および表1は2007年度から2012年度の各セクションの MCI の平均値の変化をもとに、二次関係の回帰式を求め、2013年度の MCI を予測したものである。2013年度の MCI 実測値は現在調査中であり、その比較を行う予定である。

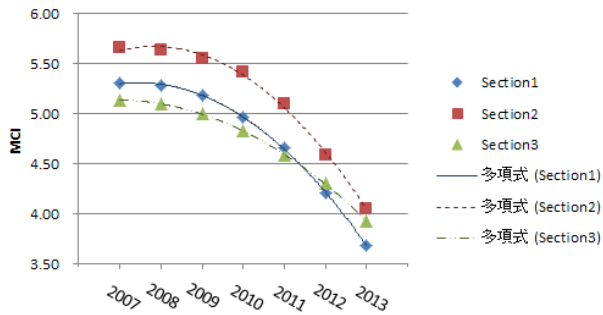


図1 MCI推移(Section別)

表1 MCI 推移のまとめ

	Section1	Section2	Section3
2007	5.31	5.66	5.14
2008	5.28	5.64	5.10
2009	5.19	5.56	5.00
2010	4.97	5.42	4.83
2011	4.66	5.10	4.59
2012	4.21	4.59	4.30
2013(予測)	3.68	4.05	3.93

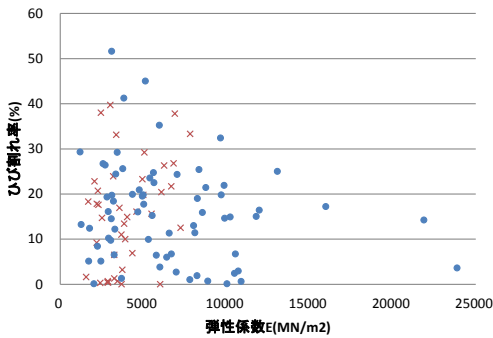


図2 ひび割れ率と弾性係数との関係(CBR値により分類)

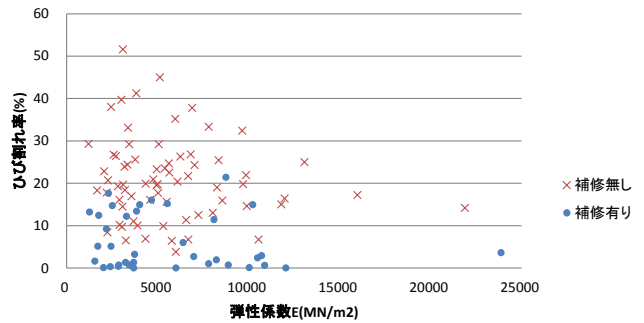


図3 ひび割れ率と弾性係数との関係(補修の有無による分類)

ひび割れ率と弾性係数との関係を路床の CBR 値により分類して図 2 に、また同様に補修履歴の有無により分類した結果を図 3 に示す。図 2 によると、CBR 値が 3 以上の場合は舗装構造の弾性係数が大きくなるにつれて、ひび割れ率が小さくなる傾向があることが分かるが、CBR 値がそれより小さい場合のひび割れは、温度によって進行するひび割れなど荷重によらない要因に依存している可能性もある。なお、今回境界値として設定している CBR 値が 3 未満というのは、路床構造の改良が求められる目安である。

また図 3 の補修を行った箇所としてまとめて表している「補修有り」の区間では、例えばオーバーレイの実行区間であったり、排水性舗装の設置区間であるなど、各地点で舗装構造が大きく異なるため、それらを単純に比べることはできないと考えたため、参考までに図示した。

最後に図 2 および図 3 を比較して、CBR 値 3 以上かつ補修無しの地点を図 4 として表した。図 4 をみると、同程度の弾性係数を持つものの中で、比較的大きなひび割れ率を有する測点が上限値として存在していることが分かる(図中○印)。○印の測点のみを集め、それらを図 5 にプロットし回帰直線式を求めた。年数を経るにつれて、選択箇所以外の測点が次第にこの上限値回帰直線上に推移する可能性を、またこの上限値が年数経過によって増加する可能性を今後の観察を通して検討してゆく予定である。

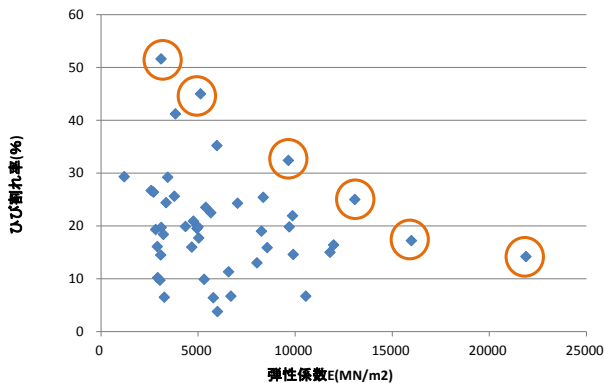


図4 CBR3以上かつ未補修地点

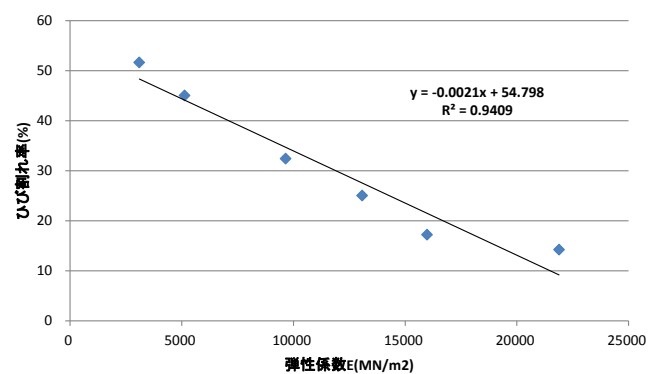


図5 選択地点の回帰直線

5.参考文献

- (1)大西博文、舗装工学の基礎、土木学会、2012年
- (2)財団法人道路保全技術センター、活用しよう!FWD、2005年