

FWDによる舗装構造値と路面性状評価を用いた補修効果の調査

舗装 路面性状 劣化予測

早稲田大学 学生会員 ○三浦真紀
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
早稲田大学 学生会員 小林尚登

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、各地点における最善の補修工法を推測しなければならない。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、路面性状評価と舗装構造値を用い補修効果を調査することとした。

2. 舗装構造と路面性状

「舗装構造」とは、舗装の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。以下に路面性状評価値MCI(Maintenance Control Index)算出式を示す。

$$MCI = 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47\sigma^{0.2}$$

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、路面状態を数值的に評価することができる¹⁾。

3. 補修工法

対象路線では2008年度と2010年度にセメント安定化工法が実施された。また2010年度には薄層オーバーレイ工法を実施された。ここで、これらの補修工法の概要について以下に示す。

(1)セメント安定化工法とは、路盤において性状が劣る材料にセメントを加え改良する工法である。路盤を安定処理することにより強度の増加が図ることができる。

(2)薄層オーバーレイ工法とは、舗装表面に加熱アスファルト混合物を3cm未満で舗設する工法である¹⁾。わだち掘れ、ひび割れ、平坦性の低下やすべり抵抗値の低下を改善する。

4. 研究手法

対象路線の路面性状と舗装構造値を用いて、補修効果を以下の手順で調査する。

(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)FWDによりデータを採取し、以下の式に代入しアスファルト混合物層と路床の弾性係数を求める。

$$E_{as} = \frac{240 \times \left(\frac{D_0 - D_{200}}{1000} \right)^{-1.25}}{h}$$

$$CBR = \frac{1000}{D_{150}}$$

$$E_{路} \approx 10 \times CBR$$

ここで、 E_{as} ：アスファルト混合物層の弾性係数(MPa)、 $E_{路}$ ：路床の弾性係数(MPa)、CBR(%)：路床材料のCBR値(%)、 D_x ：載荷点からの距離Xにおけるたわみ量(mm)である。 E_{as} が6000(MPa)以上、 $E_{路}$ が30(MPa)以上で健全と評価することができる¹⁾。

(4)測定地点を①未補修区間②2008年度セメント安定化工法を実施した区間③2010年度セメント安定化工法を実施した区間④2010年度薄層オーバーレイ工法を実施した区間に分類し、各MCIを時系列で表し調査する。

(5)個々の測定地点でのMCI推移とFWDによる舗装構造値とを実際に例に挙げ、補修による効果を調査する。

The investigation of maintenance effect using
Pavement Structure Calculation by FWD and
Road-Surface-Quality Measurement Vehicle

MIURA MAKI WASEDA University
AKAGI HIROKAZU WASEDA University
IKEUCHI TATSUNORI WASEDA University
KOBAYASHI NAOTO WASEDA University

5. 結果と考察

図1に2007年から2012年における補修年度と補修工法ごとに分類した平均MCIの経年変化を示す。

図1より未補修区間については、年数を経るに平均MCI値が減少している。また、何らかの補修を実施した区間において、補修直後において平均MCI値が増加していることが分かる。その後、年数を経るにしたがって平均MCI値は低下していくことが確認できた。

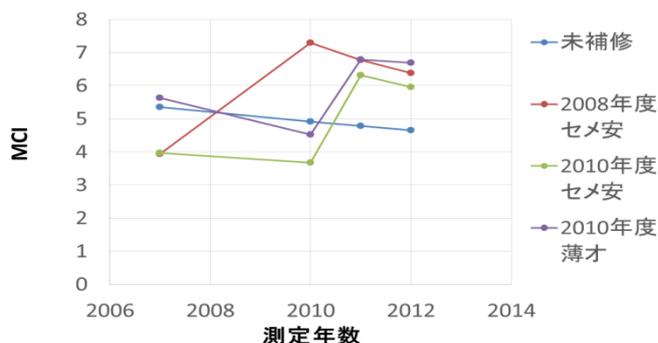


図1. 補修履歴別の平均MCIの経年変化

次に、個々の測定地点におけるMCIとFWDによる舗装構造値を経年変化で比較し、補修の効果を調査する。

表1に2008年にセメント安定化工法を実施した区間において2地点に着目し、各測定地点でのMCIと弾性係数の経年変化を示す。

表1. 各測定地点でのMCIと弾性係数の経年変化(2008年にセメント安定化工法実施)

測点	MCI				アス混層の弾性係数(MPa)			路床の弾性係数(MPa)		
	2007年	2010年	2011年	2012年	2007年	2009年	2013年	2007年	2009年	2013年
U7.0	4.3	7.1	6.6	5.8	11788	9631	6989	121	182	122
D7.1	4.5	7.0	6.7	6.8	6007	14613	8235	222	211	240

表1よりD7.1地点のように路床とアスファルト混合物層の弾性係数が良好である場合、MCI値はほぼ一定である。一方で、U7.0地点では路床とアスファルト混合物層の弾性係数が良好であるにもかかわらず、MCI値が急速に減少している。このように、両地点で路床とアスファルト混合物層が健全であるが、劣化に差があるのはU7.0地点において何らかの理由により路盤の補強効果が十分でなかったため劣化速度が速いと考えられる。

次に薄層オーバーレイ工法の効果について説明する。表2に2010年に薄層オーバーレイ工法を実施した区間において3地点に着目し、各測定地点でのMCIとアスファルト混合物層と路床の弾性係数を示す。

表2. 各測定地点でのMCIと弾性係数の経年変化(2010年に薄層オーバーレイ工法実施)

測点	MCI				アス混層の弾性係数(MPa)			路床の弾性係数(MPa)		
	2007年	2010年	2011年	2012年	2007年	2009年	2013年	2007年	2009年	2013年
D1.1	5.8	4.6	5.5	5.4	8579	7569	8106	50	51	52
D2.3	5.5	5.0	7.2	7.3	1619	1417	1562	20	22	22
D2.4	5.2	4.7	7.5	7.5	6707	5627	7810	31	34	34

表2よりD2.4地点における2007年から2010年にかけてMCI値はほぼ一定に保たれており、補修直後においてもMCI値は一定となっている。また、アスファルト混合物層・路床の弾性係数においても良好な値を示している。次にD2.3地点に着目すると、MCIの推移はD2.4地点の変化と類似している一方で、アスファルト混合物層・路床の弾性係数は良好ではない。D2.3地点においては、路盤が健全であるため劣化速度が遅くなったと推測することができる。また、D1.1地点については、アスファルト混合物層・路床ともに弾性係数が良好と言えるが、2007年から2010年にかけてMCIの値が急速に減少している。また、補修直後においてもD2.3地点やD2.4地点に比べMCI値が低い。D1.1地点では、路盤が健全でないため劣化速度が速いと推測できる。以上より、D2.3地点やD2.4地点においては薄層オーバーレイ工法が有効であったと言えるが、一方でD1.1地点においては薄層オーバーレイ工法よりセメント安定化工法のほうが有効であったと言える。

FWDによりアスファルト混合物層と路床の弾性係数を求めることができる。しかし、路盤の弾性係数を求めない限り補修による効用を定量的に考慮することができない。そこで今後解析ソフトを用い路盤の正確な弾性係数を求め補修効果と路面性状評価との関係を調査する予定である。

6. 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