

日本大学理工学部 正会員 〇三 浦 裕 二
 日本大学理工学部 正会員 中 山 晴 幸
 日本大学大学院 学生員 下 川 澄 雄

1. はじめに

社会システムの一部である道路の機能を十分に発揮させるためには、その効率的な運用、維持管理の遂行を必要とする。現行の手法では、道路維持修繕要綱に代表されるように、舗装の表面性状がある一定のサービス基準を満足しなくなった場合に維持修繕を行うとしているが、無数の道路ネットワークのうち、なにを優先するか、維持修繕のレベルをどうするか、など多くの問題を含んでいる。

道路の持つ経済効果は計り知れないほど大きく、それ自身の持つ社会資本としての価値もまた大きい。したがって、ダイナミックに変動する経済に対して、より効率的な維持管理の最適解を見いだせるシステムを構築することは、舗装工学の大きな課題であろう。これを遂行するためには、舗装の持つ価値、すなわち残存価値を構造評価を含めて推定する必要がある。本報告は、このようなシステム構築の基礎となるであろう残存価値をいかに評価し、推定するかについて提案を行うものである。

2. 残存価値の推定

残存価値を推定する手法は、これまで確立された理論もないまま、多くの場合過去の経験に頼って行われているのが現状である。本研究では、主として路面のサービス指数であるMCIと、舗装構造評価の一手法であるたわみと曲率半径を用いた構造評価システム(多層弾性理論解析による層別弾性係数推定手法)による舗装の弾性係数にとから、以下に示す手法に従い既設道路の残存価値の推定を行った。

図-1には、推定手法をフローチャートにして示した。舗装構造の評価には、たわみ量が大きな位置を占めていることから、構造因子と交通量および破壊確率とを結びつけるために、たわみ量と交通量の関係を過去の実測データによって明確にしているTRRL(Transport and Road Research Laboratory)のデータを参考(軸重 8.175 tf を 10 tf に換算)にして、ある破壊確率における交通量Nとたわみ量wとの関係(図中A)

を見いだした。一方、建設省土木研究所によるMCIと時間との関係(図中B)より、破壊確率とMCIとを関連づけ、MCI $\sim w \sim N$ 関係を求めた。この関係より、任意のMCI条件下での交通量とたわみの関係を求め、さらに路床のCBRとからそれぞれの条件での舗装厚Hおよび等値換算係数 T_A を求めた。

これら求められた T_A とたわみ量wとの関係は、CBRをパラメータにして例えば次式のように表わせる。

$$W_{CBR5} = 4.92 - 0.39 T_A + 1.09 \times 10^2 T_A^2 - 1.06 \times 10^4 T_A^3 \quad \dots (1)$$

ここに、 W_{CBR5} : CBR = 5 でのたわみ量(mm) , MCI = 4.0 条件。

次に舗装要綱の T_A およびH式から、交通量Nを消去した次式より、所定の舗装厚とCBRより得られる T_A より、式(1)を用いてたわみ量を推定した。

$$T_A = 0.0186 \cdot CBR^{0.66} \cdot H^{1.6} \quad \dots (2)$$

推定されたたわみ量は、路床のCBR値と共に舗装部分の弾性係数 E_p の推定に用いられる。 E_p の推定は、先に述べた構造評価システムを用いて行った。このシステムを利用するためには、たわみ量のほか曲率半径を求めるための偏差たわみが必要である。ここで、荷重条件、路床の弾性係数 E_s が一定の場合のたわみと偏差たわみとの関係を調べると、ある限られた範囲に分布していることから、その範囲を考慮すること

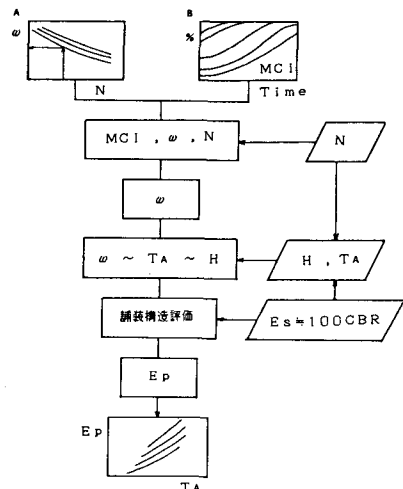


図-1 残存価値推定手法

にした。このようなことから、舗装の弾性係数 E_p は、この範囲の中央値をとるように推定することとした。なお、路床の弾性係数 E_s は Heukelom らによる $E_s \approx 100 \cdot \text{CBR}$ を採用した。

3. 残存価値の評価

図-2～4には、各MCI別の $T_A \sim E_p$ 関係の推定結果を示している。また、図-2のMCI=4.0条件には、筆者らが試験舗装（CBR=8条件、 $E_s \approx 800 \text{ kgf/cm}^2$ 相当）の追跡調査より得た実測値の回帰分析結果（ $r=0.976$ ）を破線で示した。実測値は理論値の E_s よりも多少低めであり、また傾きが大きいがほぼ理論値の傾向と一致していることから、本手法がほぼ妥当であることを示している。

残存価値は、これらの図より求めることができる。判断基準であるMCIをどのレベルに設定するかにより、残存価値の判定基準が異なる。たとえば、MCI=6.0とMCI=4.0を比較すると、同じ E_s でもMCI=6.0は傾きが大きく、より低レベルの T_A に対応している。

残存価値の評価方法は、次の通りである。まず、舗装構造評価手法により、舗装および支持層の弾性係数をそれぞれ求める。次に、維持管理基準をどのレベルに設定するかにより図を選ぶ。例えば、図-3のMCI=5.0を例にとれば、求めた弾性係数 E_p および E_s を図中にプロットし、この点に対応する T_A を点より垂線を引いて求めると、この T_A が残存価値として評価する T_A となる。さらに、この舗装が持つべき T_A あるいは設計、施工時の T_A を調べ、この T_A と比較することにより供用開始時からの T_A の変化を知ることができる。

このように、求められた T_A は舗装の構造因子を含む残存価値として評価できるため、維持管理システムの基礎データとしてきわめて重要な情報を持っている。たとえば、オーバーレイの設計には、不足する T_A として即座にオーバーレイ厚を推定することも可能である。

図-2には3路線について実測した結果をA～Cとしてプロットし、設計時の T_A と求めた T_A' を表-1に示した。現状の維持修繕基準がMCI=4.0であることから、この条件で検討する。これによると、路線Bを除く他の2路線は T_A の低下が見られ、修繕が必要であることを示している。とくにC路線については T_A が10cmも不足しており、早急な処置が必要であろう。B路線については、供用開始後あまり時間を経っていないことから、 T_A の変化が少なかったものと思われる。このように、技術者にとって残存価値を T_A で評価することは、具体的評価に繋がるものと考えられる。

本手法を利用した維持管理システムの構築については、『舗装の維持管理システムについて（その1）』で紹介しているので、そちらを参照いただきたい。

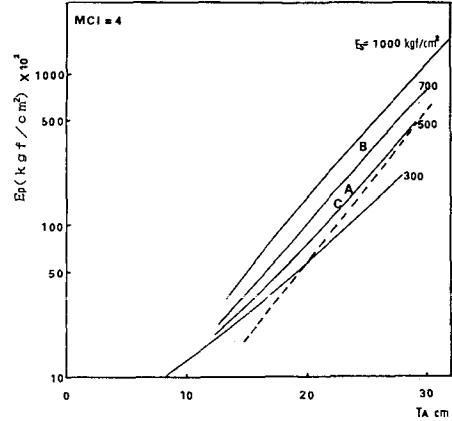


図-2 路床部弾性係数別 E_p と T_A の関係

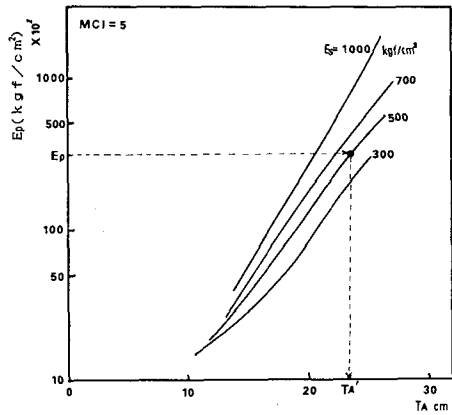


図-3 路床部弾性係数別 E_p と T_A の関係

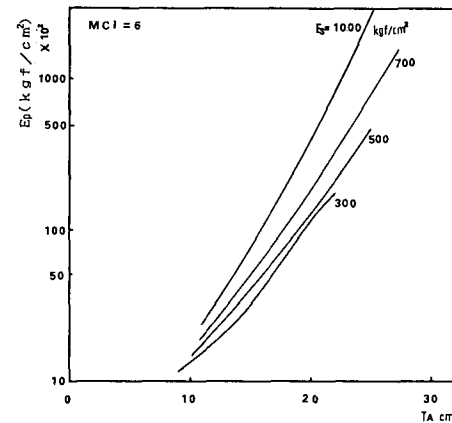


図-4 路床部弾性係数別 E_p と T_A の関係

表-1 残存価値

路線	A	B	C
T_A	26	24	32
T_A'	23	24	22
ΔT_A	-3	0	-10

単位：cm