

V-15

アスファルト舗装の残存価値モデルに関する一検討

日本舗道(株)技術研究所 正員 内田 精一
同 正員 井上 武美

1 まえがき

近年我国でも舗装のストックが増えるにつれ、適切な維持修繕を実施することが極めて重要な課題となってきた。舗装の修繕時期については、ひび割れやわだち掘れなどの路面性状即ち供用性の客観的指標による総合評価で判断されているが、修繕の際に構造設計上必要となる破損舗装の T_A の評価については、客観的評価手法といえるものではなく、その舗装の管理担当者の判断に委ねられているのが実状のようである。

本報告は、ライフサイクルコスト最適化解析におけるサブシステムとして、修繕時の舗装の構造的価値を評価する残存価値モデルに関して一提案を行なったものである。

2 残存価値モデルの検討

2.1 モデルの作成

修繕への適用を目的とした残存価値モデルを考える場合、舗装の構造的価値と供用性能とを対応させて評価できるものでなければならないとした。そこで、構造評価式の根拠としてはアスファルト舗装の設計式である T_A 式¹⁾を、また供用性評価式としては調査結果から構造的因子をも含んで表されているMCI式²⁾をとり、構造評価式との接点を求めモデルを作成した。

$$T_A = 3.84N_5^{0.16}/CBR^{0.3} \quad \cdots(1), \quad MCI = 9-65(\log N_T-5)^4(2-\log T_A)^8(2-\log CBR)^5 \quad \cdots(2)$$

ここに、 N_5 :設計5t換算輪数(輪/1方向)、 N_T :累積大型車交通量(台/1方向)

T_A 式により設計された舗装の構造的価値は交通荷重の通過とともに低下するが、ある時点(5t換算輪数 N_5')でこれをみると、この舗装は設計5t輪数 N_5 までの荷重通過に耐えられるように設計されているわけであるので、その時点以降さらに(N_5-N_5')の荷重を通過させられると考えられる。従って、その時点でのこの舗装の構造的価値は設計5t換算輪数(N_5-N_5')で設計された舗装の T_A と同等であると見なすことができる。

$$T_A' = 3.84(N_5-N_5')^{0.16}/CBR^{0.3} \quad \cdots(3)$$

ところで我国の T_A 式はPSI=1.5を破壊とするAASHO道路試験のPSI=2.5に根拠を置くため、設計年数に至った時点でもまだ幾らかの構造的価値は残っているものと考えられる³⁾。従って、(3)式をそのまま構造評価式とすることは不合理である。そこで、設計年数に至った時点でも残る価値を T_A の固定分と、また(3)式により低減する価値を T_A の変動分として対応させる形により、任意の時点での構造的価値を表した。

$$T_A(\text{残存}) = T_A(\text{固定}) + T_A(\text{変動}) \quad \cdots(4)$$

ここで、固定分の T_A を設計当初の T_A の α 倍($0 < \alpha < 1$)とすると、(4)式は次式のように表せる。

$$T_A(\text{残存}) = \alpha(3.84N_5^{0.16}/CBR^{0.3}) + (1-\alpha)\{3.84(N_5-N_5')^{0.16}/CBR^{0.3}\} \quad \cdots(4')$$

舗装の残存価値RVを T_A (残存)の T_A (初期)に対する比と定義すると、構造評価式として次式がえられる。

$$RV = \alpha + (1-\alpha)\{(1-N_5'/N_5)^{0.16}\} \quad \cdots(5)$$

2.2 モデル計算

計算では、道路維持修繕要綱⁴⁾において修繕時の a_1 に最低でも設計当初の5割を与えていることから、これを最下限のモデルと考え構造評価式において $\alpha=0.5$ を採った。計算の対象は、CBRについてはMCI式の成立条件である4-12、交通量の区分についてはB-Dとした。但し、各交通量の区分の設計5t換算輪数には、アスファルト舗装要綱で規定される数

表-1 計算に用いた交通量条件

交通量の区分	大型車交通量 (台/日・1方向)	同左中央値 ³⁾ (台/日・1方向)	設計5t換算輪重数 (輪/1方向)
B B'	250 -1000	490	100万 200万 ⁵⁾
C C'	1000 -3000	1760	700万 1000万 ⁵⁾
D D'	3000-(9000)	5250	3500万 3000万 ⁵⁾

値の外に、近年の車両重量調査結果に基づき考察されている数値⁵⁾も使用した(B'-D')。なお、各交通量の区分における大型車交通量は範囲の中央値³⁾とした(表-1参照)。

残存価値の交通荷重の通過による推移を図-1に示す。また図には、一般的に修繕が必要とされるMCI=4に相当する点をプロットした。交通量の区分及びCBRにより多少のばらつきはあるが、全般的には0.89-0.96とMCI=4時点の価値

はかなり残っている結果である。このことは、修繕工法として5cm程度の切削オーバーレイや路上表層再生などが行なわれて特に問題が生じていない現況を考えると、ほぼ妥当な結果と見なせる。図-1において、B, C, D'に対し夫々B', C', Dを同一交通量の区分で T_A を大きくとって設計したものとして見ると、MCI=4に至るまでの5t換算輪数は2倍前後となっている。これは、設計輪数を大きくとって設計を行なっても初期建設コストは設計輪数の差に比べあまり差がないとの報告⁶⁾を踏まえると、建設当初に設計式より求める数値よりも大きめの T_A で設計を行なうのが、ライフサイクルコストで考えていく場合有利と解釈できる結果でもある。

3 残存価値モデルの修繕への適用

検討当初、残存価値モデルとしては(5)式自体ではなく、(5)式を5t換算輪数の代りに時間で整理すると交通量の区分に拘らず一本化できることに着目し、その形状に合致するように舗装の構成各層の a_i を低減させる式を与えて、 $\sum a_i T_i$ から計算される T_A に基づくモデルとしようとした。しかし、この方法ではCBRが大きくなるほど或は交通量の区分が上位になるほど、残存価値の早期での低減が大きくなるという不合理な結果となった(図-2参照)。これは、舗装各層の破損の実態を考えて a_i の半減期間(設計当初の a_i から道路維持修繕要綱に規定される最下限の a_i にまで低減する期間)をアスコン層が一番短かいように設定したのに対し、表・基層の最小厚との関係から、CBRの或は交通量の区分が上位になるに従い、舗装全体の T_A に対するアスコン層の占める T_A の割合が大きくなるためである。

そこで、修繕に際してアスコン層より下の各層の a_i が必要とされる場合は、実験から得られる材料の弾性係数の低減⁷⁾と a_i との関係から評価する方法⁸⁾を採用として、ここではアスコン層に限定される一般的な修繕を対象に、構造評価式である(5)式を表面の損傷から破損状態を比較的正確に評価できるアスコン層⁴⁾とそれ以外の部分とに分けて考え、修繕へ適用するとした。これより、破損舗装の T_A は次式で表すことができる。

$$T_{A0} = RV \cdot T_A(\text{初期}) = T_{A0}(\text{アスコン}) + T_{A0}(\text{アスコン以外}) = a_{10} T_1 + T_{A0}(\text{アスコン以外}) \quad \cdots (6)$$

ここに、 a_{10} : 破損アスコンの a_i 、 T_1 : 破損舗装のアスコン層の厚さ(cm)

従って、(6)式における a_{10} を路面性状との対応でMCIの関数により表しておけば、本モデルはオーバーレイのみならず切削オーバーレイ及び路上表層再生等の修繕工法の設計へ適用することができるようになる。

3 あとがき

任意の供用性レベルにおける舗装の構造的価値を評価する手法として、 T_A 式とMCI式とに接点を求め残存価値モデルを作成・提案し、その考え方を述べた。モデルに関しては修正或は適用上の問題点等も多々あると思われるので、諸兄の御意見を頂ければ幸いである。

<参考文献> 1)「アスファルト舗装要綱」,(社)日本道路協会,1978。 2)「舗装の維持修繕の計画に関する研究」,第34回建設省技術研究会報告,1980。 3)阿部頼政,「わが国の構造設計法に対する基本的考察」,アスファルト Vol.28 No.144,1985。 4)「道路維持修繕要綱」,(社)日本道路協会,1987。 5)飯島尚ほか,「車両重量調査結果による大型車重量の実態と舗装設計への適用」,土木技術資料 24-2,1982。 6)井上武美ほか,「アスファルト舗装の舗装構造の最適設計」,第39回土木学会年次学術講演会講演概要集,1984。 7)井原勝ほか,「環境と荷重外力が路盤材料の疲労に及ぼす相乗効果の検討」,第42回土木学会年次学術講演会投稿中。 8)「AASHTO Guide for Design of Pavement Structures,1986」, American Association of State Highway and Transportation Officials.

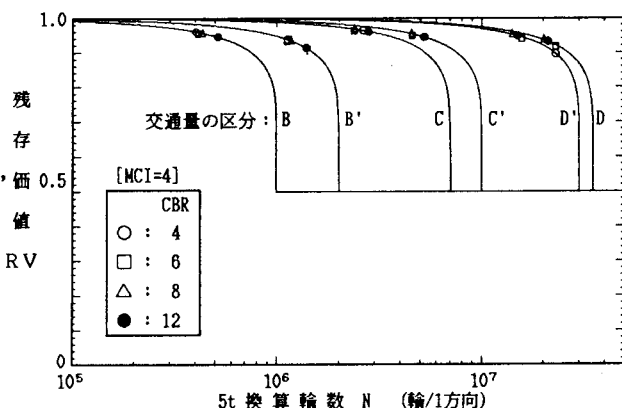


図-1 残存価値の交通荷重による推移

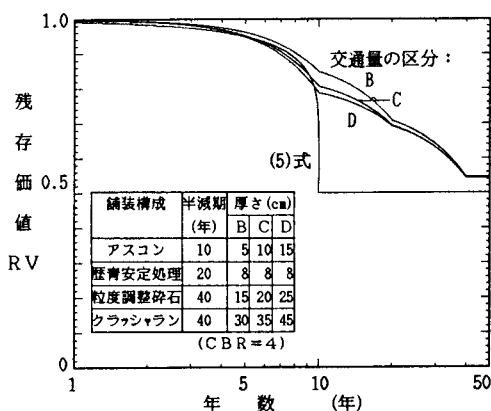


図-2 各層の a_i を基にしたモデルでの計算