

建設省土木研究所 正員 ○菊川 滋
同 猪股 和義

1. はじめに

道路は、適切な時期に適切な方法によって維持管理がなされなければならない。特に、舗装の必要な供用水準を確保するための計画的な維持修繕の実施は道路ストックの蓄積が高水準に達した現在重大な課題である。この目的を達成するための手段としてPMS（舗装マネジメントシステム）がある。PMSの決定的な特徴は、舗装の設計及び維持修繕の計画に経済評価を中心的なクライテリアとして組み込んだことである。本報告では、PMSの適用事例としての舗装の維持修繕ライフサイクルコスト解析モデルについて報告する。

2. モデルの概要

(1) モデルの全体フローと入力データ

本モデルは、予め設定された計画期間内で各種修繕代替案の供用性予測を行い、それにもとずき発生する費用（道路管理者側費用と道路利用者側費用）の算定を行い、トータルとして最も効率的な維持修繕戦略の決定を行うものである。モデルの全体フローを図-1に示す。入力データは、路面性状データ、交通量データ、補修履歴データに区分される。また、舗装の供用性の評価指標としては、路面のひびわれ率、わだち掘れ量、縦断方向凹凸量からとまる維持管理指数¹⁾（MCI）を用いる。

(2) 供用性予測モデル

地域や舗装種別、修繕工法によって舗装の供用水準がどのように変化していくかを経年数、車線当り交通量、大型車混入率の3つの説明変数で長期にわたって推定する供用性予測モデルを、地方建設局のデータを用いて表-1のように決定した。ここで、代替工法は最も一般的に採用されている、打換（RC）、オーバーレイ（OL）、表面処理（ST）の3つに限定した。

(3) 維持修繕費用モデル

本モデルで対象としている3つの修繕工法と、MCIで表された供用水準に対応する日常的な維持費（パッチング、シーリング、局部切削等）の単価を、建設省の既存の調査資料より求めて維持修繕費用モデルとした。

(4) 車両走行費用モデル

損傷の激しい凹凸のひどい路面と修繕直後の平坦な路面とでは、車の燃料消費や損耗等に大きな差がでることは明らかである。しかし、この種の車両走行費用についての、路面状態と結び付けた検討が我が国では殆どなされていない。そこで、アメリカ連邦道路局の報告書²⁾をもとに、車種別、速度別に舗装の供用性（MCI）と車両走行費用の関係を示す曲線を求めた。図-2に大型車の場合の関係曲線を示す³⁾。この図から明らかなようにMCIの走行費用に与える影響は3～5で大きく、7以上では少なくなる。

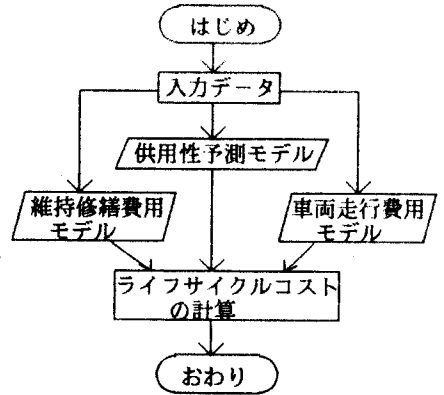


図-1 モデルのフローチャート

表-1 供用性予測モデル（一般地域）

$$MCI = b - a1 \cdot A - a2 \cdot B - a3 \cdot C$$

工法	b	a1	a2	a3	IV	R
RC	9.2	0.48	$0.34 \cdot 10^{-4}$	$0.22 \cdot 10^{-1}$	8.5	0.66
OL	9.3	0.51	$0.49 \cdot 10^{-4}$	$0.22 \cdot 10^{-1}$	8.5	0.67
ST	8.7	0.65	$0.63 \cdot 10^{-4}$	$0.20 \cdot 10^{-1}$	7.5	0.46

A:経年数、B:車線当り交通量、C:大型車混入率

IV:初期値 R:相関係数

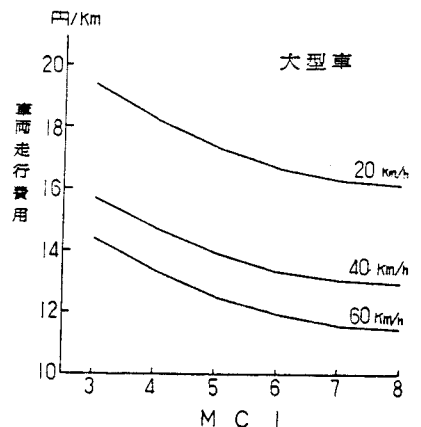


図-2 MCI-走行費用曲線

3. ライフサイクルコストの算定

ライフサイクルコスト(LSC)の算定は①式により、計画期間内に必要となる維持修繕費用と発生する車両走行費用を現在価値に変換して合計する方法で行う。なお、車両走行費用については路面の供用性の上限となるMCI=10を基準として②式により算定する。また、計画期間を過ぎた後の舗装の残存価値の評価はA. I (米国アスファルト協会)の方法により③式により行う⁴⁾。

$$LSC = \sum_{t=0}^{n-1} \frac{Mt}{r^t} + \sum_{t=0}^{n-1} \frac{Rt}{r^t} - \frac{SV}{r^n} + \sum_{t=0}^{n-1} \frac{Ut}{r^t} \text{-----①}$$

ここで、計画期間:n年、現在年度:0年、Mt:第t年度の維持費、Rt:第t年度の修繕費(修繕しない年はRt=0)、SV:最終修繕費用の残存価値、Ut:第t年度の走行費用、r:1+d(d:デスカウント率)

$$Ut = \{(1-p) \cdot TV \cdot L \cdot VOC1 + p \cdot TV \cdot L \cdot VOC2\} \cdot 365 \text{-----②}$$

p:第t年度の大型車混入率、TV:第t年度の日交通量、L:区間長、VOC1(VOC2):小型車(大型車)1台当り単位延長当りの走行費用、

$$SV = (T - S) / T \cdot R0 \text{-----③}$$

T:計画最終年度直前の修繕の寿命、S:当該修繕から計画最終年度までの年数、R0:最終修繕の費用

4. モデルの適用例

計画期間20年で、上述の3つの代替修繕工法を設定された管理水準(MCI=3、4、5)に達した時点で反復して実施するとしてモデル計算を行った。計算に用いた条件は下記の通りである。

区間長:500m、幅員:15m、車線数:4、地域区分:一般地域、交通量:10000台/日、交通量の伸び率:0%、大型車混入率:20%、現在のMCI:6.0、デスカウント率:6%

図-3に、MCIの管理水準を4とした場合の供用性予測モデルからとまる3つの代替工法のライフサイクルを、また、表-2に、ライフサイクルコスト解析の結果を示す。この表から、例として与えられた条件の下では道路管理者側費用のみを考慮した場合、MCI=3で表面処理を実施するのが安価で、利用者費用を含めたトータルコストではMCI=5で表面処理を行うのが最も経済的であるという結論が導かれる。

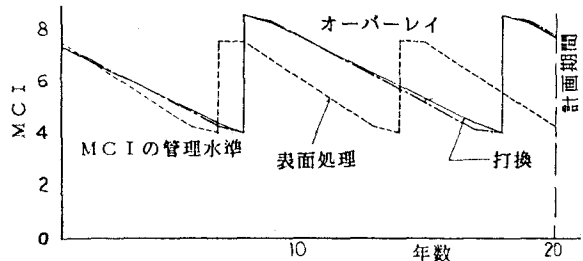


図-3 舗装のライフサイクル(3ケース)

表-2 ライフサイクルコスト計算結果の比較(例)

単位:100万円

工法	表面処理			オーバーレイ			打換		
MCI	3	4	5	3	4	5	3	4	5
MCOST	20.9	23.9	32.0	24.7	29.9	40.8	62.3	82.3	119.4
UCOST	7.2	13.5	4.7	19.7	11.4	5.2	18.5	10.8	4.9
合計	38.1	37.4	36.7	44.4	41.3	46.0	80.8	93.1	124.3

MCI:管理水準、MCOST:維持修繕費用、UCOST:車両走行費用

参考文献

- 1) "舗装の維持修繕の計画に関する調査研究" 建設省技術研究会昭和56年度報告書
- 2) J.P.Zaniewski et.al. "Vehicle Operating Costs, Fuel Consumption and Pavement Type and Condition Factors" FHWA June 1982
- 3) "舗装修繕計画システムの開発" 建設省土木研究所、昭和61年3月
- 4) The Asphalt Institute, MS-1 "Thickness Design - Asphalt pavements for Highways and Streets" September, 1981