

IV-70 都市高速道路の舗装改良計画モデル

戸田建設正員 清水理
熊本大学工学部 正員 黒田勝彦

1. はじめに

わが国は今や世界の中でも有数の経済大国となり、それに応じた社会資本の整備はそれなりに進んでいる。高速道路整備水準は未だ不十分であるとは云え、過去の事業の実施により、ストック量も着実に増大してきている。従って、これらを良好な状態で維持・管理していくことが今後ますます重要なものとなると思われる。

現状においては、地方・国レベルでの維持管理政策の立案は目下の急務ではあるが、舗装のライフサイクルの考え方については世界的にみても統一されておらず、今後の研究に委ねられている。

本研究では都市高速道路の舗装について着目し、その劣化がマルコフ過程に従うものとして考え、舗装の更新期を含めた最適投資計画法を費用便益理論を基に提案する。

2. モデルの概要

過去の研究モデルにおける、舗装劣化過程及び舗装改良計画法についての様々な考え方について概観すると、以下のような点が解る。

- ①舗装の劣化過程に関していえば、確定的なモデルを用いているものが多い。
 - ②計画策定者が、どのような立場から見て計画を策定するかによって最適計画を決定するに当たっての判断基準が変化してくる。
- 以上のような点を踏まえ、舗装改良計画に必要な性質(本研究の目指すところ)を以下に示す。
- ①舗装状態を左右する要因は様々であるので、その遷移を確定的なものとしてとらわれず、多様に対応できるモデルであること。(確定的あるいは確率的いずれに対しても)
 - ②計画策定者である管理主体の立場が明白であり、妥当な判断基準であること。

以上の点を反映できるような決定モデルを提案する。

(1) モデルの前提

モデル化に際しての重要な諸前提を簡潔に挙げていく。

- ①舗装状態の遷移は時間と共に連続的に徐々に劣化するものであるが、現実には微少な劣化による影響は殆ど無視できること、現実の舗装の劣化度の判定は、離散的状態量としてしかわから

ないこと等を考え、各期末において瞬間的に起こるものと考えた。従って、その期における交通は同じ舗装状態のもとで通行できるものとした。

- ②舗装路面の状態の遷移確率は、時間及びそれまでの舗装状態の遷移に左右されず一定である一様マルコフ過程であるものとする。
- ③道路利用者の時間価値の経年変化はないものとする。そして利用者の便益は本来各期末において発生するものの、期内に於ける価値は変化しないものとして各期首において等価な便益として評価する。
- ④各期の補修に対する投資額は計画目標期まで投資時期以降毎年等価な費用として償還され、その支払は各期末において行われるものとする。

(2) モデルの構成

本研究で提案するモデルは、その評価手法として経済分析(費用便益分析)を用いる。最適補修戦略の評価基準は、各期に発生する費用・便益、及びその期以降の舗装の劣化の程度により左右される期待費用・期待便益から確率動的計画法を用い算出した期待純便益とし、それを最大にする代替案を最適補修戦略とする。

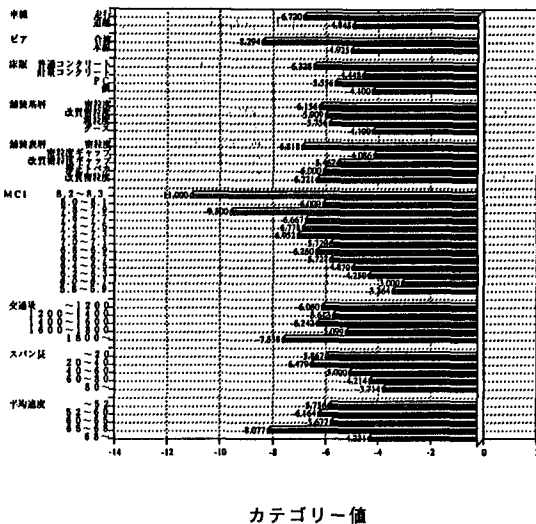
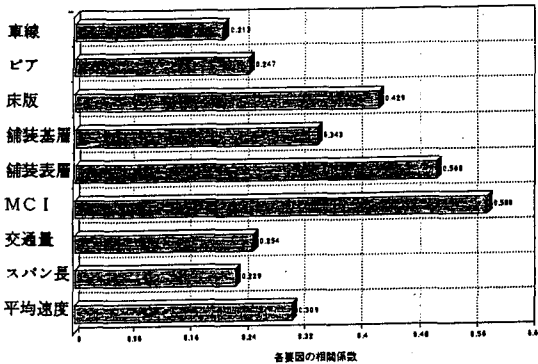
本研究では対象を都市高速道路としているため、計画策定者は高速道路管理者となる。ここで高速道路管理者が「国民経済的立場」を採るとしたら、高速道路利用者の便益と同時に、一般道路利用者の便益も考えるべきであるが、通常そのような立場は採らず、高速道路利用者のこののみ考える立場、いわば「半国民経済的立場」を採っている。従って、本研究における費用・便益についてはそれぞれ次のようなものを考慮する。

管理者費用	補修費用
利用者費用	走行費用, 時間費用, 通行料金
管理者便益	通行料金
利用者便益	高速道路利用による便益

これらのうち、通行料金は相殺するものとし、また、それ以外の利用者費用・便益については一括して消費者余剰という形で評価する。混雑費用に対して需要の弾力性が無いものと仮定する。

3. 遷移確率の要因分析

遷移確率をより現実性のあるものとするためデータから算出することとしたが、要因が多いままであると遷移確率自体が算出不可となるので、先にMC I 低減値を被説明変数とした要因分析を行い要因数を絞った上で遷移確率を推定することにした。要因分析の結果を一部以下に示す。



当初相関係数が高いであろうと予想していた交通量、平均速度等の交通条件より、舗装表層、床版種類等の構造条件の方が相関係数が高いという結果になった。これはデータの関係上、対象路線の性質上からのものであると思われる。

4. 適用例

本研究では都市高速道路の3つのリンク間、一方方向片側2車線にモデルを適用して計算した。舗装状態は、維持管理指数に基づき5つの状態に分類した。また、補修戦略は、全面打替、表層打替、填充・パッチングの工法を考え、それぞれ前述の舗装状態の強制的な変化としてとらえた。そして初期状態及び、リンク間の距離、交通量、構造条件等のパラメータを変化させ感度分析を行った。その結果の一部を以下に示す。

9期	OD番号	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
補修前状態	43	54	11	43	54	11	43	54	11	43	54	11	43	54	11	43
補修後状態	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
車線規制法	片	両	片	両	片	両	片	両	片	両	片	両	片	両	片	両

OD番号	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
補修前状態	43	54	33	43	54	41	43	54	42	43	54	43	43	54	44
補修後状態	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
車線規制法	片	両	片	両	片	両	片	両	片	両	片	両	片	両	片

OD番号	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
補修前状態	43	54	51	43	54	52	43	54	53	43	54	54	43	54	55
補修後状態	11	11	21	11	21	11	11	11	21	11	11	21	11	21	21
車線規制法	片	両	片	両	片	両	片	両	片	両	片	両	片	両	片

4. おわりに

本研究において、従来ほとんど用いられなかった考え方を導入し、概念を整理したことにより、今後の研究を進める上での一つの材料となるものを提示できた。また、舗装の劣化がマルコフ過程に基づくものとして進めたが、それによって舗装の劣化の不確定要素に柔軟に対応できるものとなった。すなわち、毎期首の点検とその結果による最適行動、といった最も現実的な維持・補修行動を統計的決定理論による「観測行動計画法」で定式化し、具体的に最適戦略を容易に求められることを示せた。

今後に残された課題としては、舗装の劣化を一樣マルコフ過程に基づくものとしているが、今後、多くのデータの収集、力学的な劣化メカニズムの研究が進展すれば、その成果を取り込むことにより改善する必要がある。

参考文献

- 1) 黒田勝彦・内田 敬・鈴木雅人：既存土木施設の維持管理・改良を考慮した施設運用計画に関する研究：土木学会第44回年次学術講演会講演概要集第4部、1989年