

IV-37

都市間高速道路の舗装改良計画法

京都大学工学部 学生員 清水 理

京都大学工学部 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きている。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。

本研究では都市間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その劣化要因は交通量、気象条件などにより左右され、供用性指数(P S I)等を用いて舗装の状態を客観的に表したものが多い。
- ③今日における種々多様な補修戦略に対応できておらず、補修戦略の選択の幅がきわめて小さい。
- ④計画策定者が、どの様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た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

いは確率的いづれに対しても)

- 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。

- ③補修時期の選択決定と同時に、補修方法の選択にも幅をもっていること。

以上の点を踏まえ①～③をすべて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、離散の状態量としてしかわからないこと、また、舗装状態は一定の期間をおいて検査され、連続的にチェックできないこと、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その期の交通量により規定され、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補修戦略は各期首において瞬間的に行われ、工事に伴う利用者の損失は考えない。この仮定は非現実的であるが、モデル構築の第一歩として導入したもので、将来この仮定を外すことは容易にできる。
- ④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。
- ⑤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単位長当りの期待純便益とし、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間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」を採用としたら、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とのみ考える立場、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

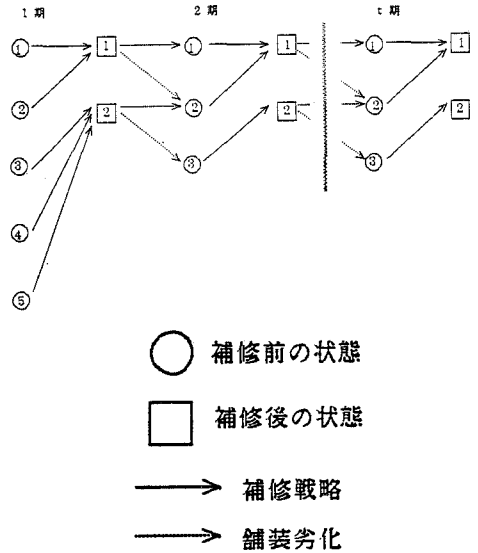
利用者便益 高速道路利用による便益

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. 適用例

本研究では都市間高速道路の1つのO・D間にモデルを適用して計算した。舗装状態は、供用性指数に基づき5つの状態に分類し、遷移確率は供用性指数で云うと年に0.1~0.3ポイント低下するという今までの路面の劣化のデータをもとにして、できるだけ現実に沿うものとなるように恣意的に与えた。また、補修戦略は、全面打替、オーバーレイ、表面処理、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社会的割引率、補修費上昇率、計画目標期、需要成長率といったパラメーター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。



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