

V-252

修繕工法を考慮したプロジェクト型舗装管理システム

東北大学大学院情報科学研究科 学生員○斎藤 雅道
東北大学大学院情報科学研究科 正 員 福田 正

1. はじめに

舗装ストックの管理費用が増加しているなかで、その管理を合理的に行う舗装管理システムの構築が望まれている。本研究において対象とした舗装管理システムは、舗装の初期設計や修繕計画などの政策の決定をプロジェクトレベルにおいて行うものである。既往のシステムは、修繕工法の選択に関して、必ずしも現場の設計条件に応じた柔軟性を有するものではなかった。そこで本研究においては、実際の道路管理で用いられるオーバーレイの厚さを、任意に選択できる最適化システムを構築した。

2. システムの構築

(1) 動的計画法による最適化

本システムにおいては、最適化の手法として動的計画法を用い、最適な修繕計画と修繕工法の決定を行う。修繕工法としては、一般的に採用されている2cm～5cmの範囲のオーバーレイを対象とした。舗装が同じ状態であっても、採用された厚さのオーバーレイによりその後の維持管理費用が異なってくる。したがって、オーバーレイ厚によりグループ分けを行う。そして、その後の管理費用と利用者費用をそれぞれのグループについて評価することで最適化の定式化を行う。

$$f_t(G, j, i) = \min \begin{cases} c[G, j, i] + f_{t+1}(G, j, i+1) \\ c[2, j+1, 0] + R_d + f_{t+1}(2, j+1, 1) \\ \vdots \\ c[5, j+1, 0] + R_d + f_{t+1}(5, j+1, 1) \end{cases} \quad (1)$$

G：舗装のグループ（1：新設、2～5：層厚2～5cmのオーバーレイ）

R_d ：オーバーレイ厚dの修繕費用

$f_t(G, j, i)$ ：グループG、修繕回数j、供用年数i年目の舗装を最適に管理するためのt年目以降の費用

$c[G, j, i]$ ：グループG、修繕回数j、供用年数i年目の舗装の管理者費用と利用者費用

なお本システムにおいては、現在価値法に基づいて解析を行う。図-1に本システムのフローチャートを示す。

(2) 舗装のパフォーマンスモデル

本研究においてはパフォーマンスモデルとして東北地方、2車線道路、15箇所103個のデータから作成したニューロパフォーマンスモデル¹⁾を用いた。こ

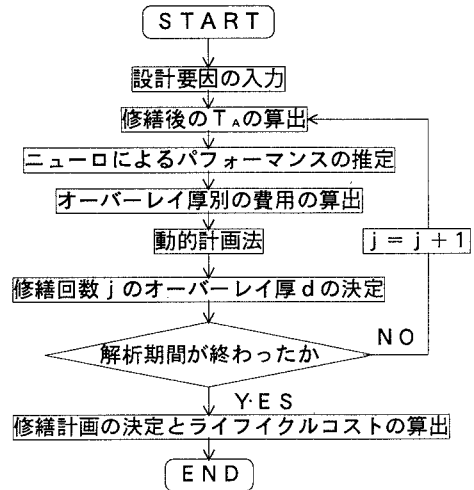


図-1 フローチャート

れは大型車交通量、 T_A 、設計CBR、表層材料の種類を入力値としてMCIを出力するモデルである。

(3) ライフサイクルコスト

道路管理者費用（初期建設費用＋維持修繕費用）と利用者費用の和を舗装のライフサイクルコストとして、道路利用者費用は安崎ら²⁾の研究、また管理者費用は建設省の研究³⁾を参考に作成した次式⁴⁾を用いる。

$$MC = 180 - 18.8 \cdot MCI \quad (2)$$

$$UC = 7.6 - 1.6 \cdot MCI + 0.09 \cdot MCI^2 \quad (3)$$

また、初期建設費用と T_A の関係については次式⁴⁾を用いる。

$$IC = 356.64 \cdot T_A - 382.20 \quad (4)$$

(4) 修繕工法

層厚2cm～5cm（1cm刻み）のオーバーレイを修繕工法として採用した。修繕費としては宮城県土木部の積算基準を基に作成した図-2に示される式を用いる。

(5) 修繕後のパフォーマンス

修繕後のパフォーマンスについては、次式(5)を用いることによって表す⁵⁾。

$$T_{AR} = 0.8 \cdot T_{A0} + d \quad (5)$$

ここで、

T_{AR} ：修繕後の T_A

T_{A0} ：修繕前の T_A

d：オーバーレイ厚

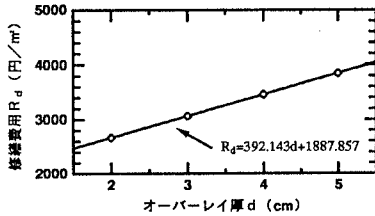


図-2 修繕費用とオーバーレイ厚の関係

3. 解析事例

(1) 解析条件

解析期間：10～30年、設計CBR：6、8、10、12%、
割引率：8%、表層材料：細粒度アスファルト混合物、
対象交通区分：B、C、D交通として、それぞれの
交通量（台/日）については表-1の値を用いた。

表-1 各交通条件における交通量

交通区分	全日交通量(台/日)	大型車交通量(台/日)
B交通	5000	600
C交通	9000	2000
D交通	13000	3000

(2) 修繕工法と修繕計画の最適化

最小のライフサイクルコストを示す初期 T_A を最適 T_A 、またその時に採用された工法を最適工法とする。

図-3は、この最適 T_A を単一工法（修繕工法として5cmのオーバーレイのみ）の場合と複数工法（オーバーレイ厚を可変）の場合について比較したものである。

両者の最適 T_A を比較すると、C交通においてはほぼ同様な値を示すが、B交通においては複数工法の場合の方が大きく、逆にD交通においては小さくなる。これは劣化の進行が遅いB交通においては、費用の高い厚いオーバーレイを選択するよりは、初期 T_A を大きくして層厚の薄いオーバーレイを最適工法として採用した方がライフサイクルコストの面で有利となることを示している。また、C交通においては、複数を考慮した場合においても5cmのオーバーレイが最適工法となるために同様の値となる。D交通においては、解析年度に応じた層厚のオーバーレイを採用することで、修繕回数が増加しても初期 T_A を小さくした方が有利となる。

図-4はC交通、設計CBR 12%における最適修繕計画の例を示したものである。この図において複数工法を考慮した場合、最後の修繕に層厚の薄い薄層オーバーレイが採用される。これは費用の安い修繕策は長い供用年数を必要としない短期の方策であることを示している。

(3) 解析期間の違いによるライフサイクルコスト

図-5は複数工法と単一工法の場合において、解析期間の設定の違いによるライフサイクルコストの変化を示したものである。複数工法を考慮した方が解析期間の設定如何にかかわらずライフサイクルコストを小さくでき、解析期間の設定の違いによるライフサイクルコストの差を小さくすることができる。

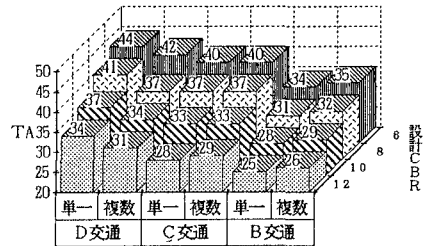
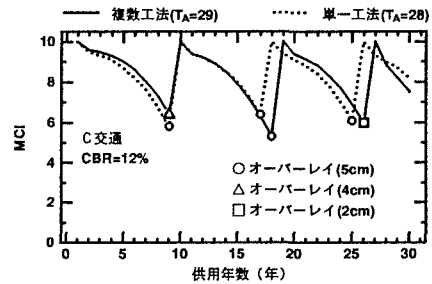
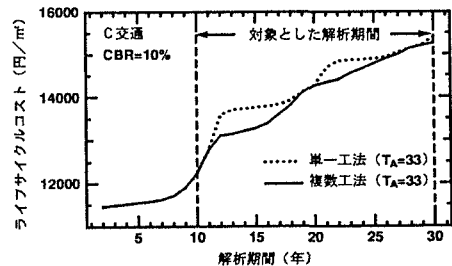

図-3 複数、単一工法の場合の最適 T_A （解析期間30年）

図-4 最適 T_A における最適修繕計画の例（解析期間30年）


図-5 解析期間の違いによるライフサイクルコストの変化

4. おわりに

オーバーレイ厚を任意に選択できるプロジェクト型の最適化システムを構築した。このシステムを用いて劣化状況や解析期間に応じたオーバーレイ厚を決定することが可能であり、設計条件に応じた柔軟性の高い設計を行うことができる。

参考文献

- 1) 堀本賢一、堀田正：ニューラルネットワークによる舗装のパフォーマンスモデル、土木学会論文集 NO. 496、p99-102、1994. 8.
- 2) 安崎裕、片倉弘美、伊佐真秋：舗装の供用性と車両走行費用に関する検討、舗装、Vol. 2 5、NO. 3、1990.
- 3) 建設省：舗装の管理水準と維持修繕工法に関する総合的研究、第41回建設省技術研究会報告、1987.
- 4) 孔永健、堀田正：動的計画法に基づくアスファルト舗装の最適設計、土木学会論文集、NO. 502、1994. 11.
- 5) 日本道路協会、アスファルト舗装要綱、1992. 11.