

東京電機大学	大学院	学生員	水野 直樹
東京電機大学	理工学部		福井 康裕
東京電機大学	理工学部	正会員	松井 邦人
日本舗道会		正会員	井上 武美

【1】 はじめに

我が国の舗装延長距離は、道路整備の進展に伴い年々増大している。それに伴い、既設舗装の維持管理費用も年々増大してきている。現在、舗装管理において計画から調査・設計・施工・維持管理等を効率的に、有限な財源の中から行う必要に迫られている [1]。

現実における舗装の維持修繕は、路面のひび割れや、わだち掘れ等の損傷の程度に道路における機能や地域性等の諸条件を考慮して優先順位の決定や工法の選定が行われているが、その評価判定の基準や方法には、かなりの幅があり必ずしも明確ではない。現在稼働、及び開発されている維持管理システム（以下：従来の手法と記す）は、多くの修繕工法の代替案を作成し、ライフサイクルコストが最小となる最適案を見出す手法である。しかしこれは、修繕時の基準となるの供用性レベル（構造から見た望ましい修繕工事の実施時）における値によって、大きく左右されている。そのため、意志決定までに多くの時間を要していた。

また、舗装の維持修繕と新設（または打換）を独立して扱うのではなく、新設舗装の設計段階から、将来の維持修繕までを含めたライフサイクルコストという観点から最適な舗装設計を検討することが必要な時代になってきている [2]。

本報告は、ライフサイクルコストの最適化に動的計画法（Dynamic Programming：以下 DP と記す）を用いて、システム構想を明確にし、かつモデル化を行って解析、及び考察を行ったものである。

【2】 システムの流れ

従来の手法と本システムの流れを図-1 に示す。本システムは、新設・既設舗装状態を定量的に把握し、将来の維持管理計画の意志決定を DP を用いて行おうと考えている。

現在の舗装状態の把握において、考慮する点は①道路管理者・②対象地域・③交通区分・④大型車混入率（％）・⑤規定速度・⑥舗装の経歴の7項目である。維持管理計画においては、①予測年数・②処理工法・③物価年上昇率（％）・④交通量増加率（％）・⑤残存価値の5項目である。

現状として、16ビットのパーソナルコンピュータを用い、N88-BASICの言語を使用している。

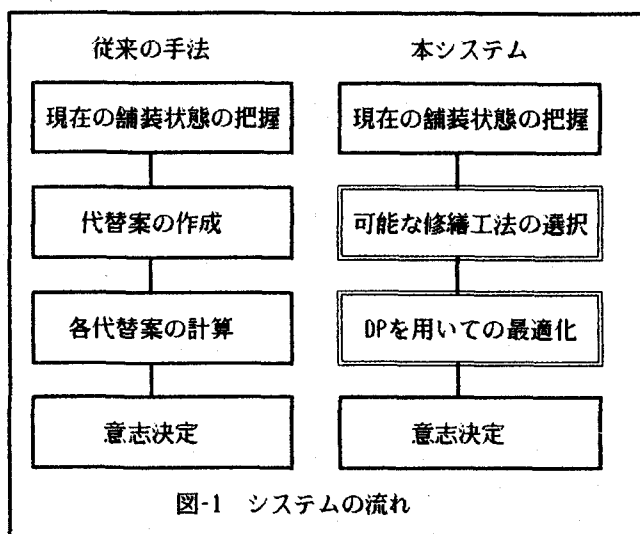


図-1 システムの流れ

【3】 維持管理システム

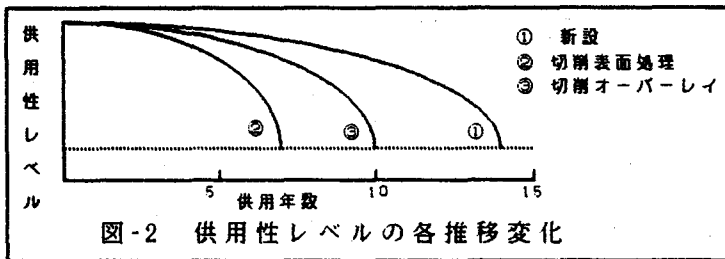
3-1 モデル化

今回、維持管理システムを開発し、解析、及び考察するにあたって、現場レベルでのデータの入手が困難なために、簡単なモデル化を行った【1】【2】【3】。考慮した要因は、①日常の維持管理費用・②事故賠償費用・③わだち掘れ量・④修繕費用である。また修繕工法は、①切削表面処理・②切削オーバーレイとした。これらの費用等は、供用年数が長くなるほど値は大きくなる【2】【4】。

また、今回の解析及び、考察を行うために以下に基づく設定をたてて行った。

- 1)新設時の最大供用年数は、14年間である。
- 2)切削表面処理後の最大供用年数は、7年間である。
- 3)切削オーバーレイ後の最大供用年数は、10年間である。
- 4)切削表面処理とは、対応するわだち掘れ量の切削オーバーレイを行う。
- 5)切削オーバーレイは、5cm の切削オーバーレイを行う。
- 6)修繕後の維持費・事故賠償費用・わだち掘れ量は、残存価値が劣るため切削表面処理は2倍・切削オーバーレイは1.4倍になる。
- 7)物価年上昇率は、3%とし、残存価値は考慮しない。

図-2に新設後・切削表面処理後・切削オーバーレイ後の供用性レベルの推移変化を示す。



3-2 解析結果と考察

○試算例1

設定条件として、表-1に示すような条件下の基で、解析を行った。ライフサイクルコストと供用年数の関係を図-3に、また供用性レベルの推移変化を図-4に示す。また、同時に、従来の手法の結果を同時に示す。

表-1 試算例1の設定条件

対象地域	一般地域
交通区分	D交通
予測年数	30年間
現在の舗装状態	新設して0年
処理工法	切削オーバーレイ

○試算例2

設定条件として、表-2に示すような条件下の基で、解析を行った。ライフサイクルコストと供用年数の関係を図-5に、また供用性レベルの推移変化を図-6に示す。また、従来の手法における方法の代替案が2つ設定できるので、同時に示す。但し、代替案1は、1回目:切削オーバーレイ・2回目:切削表面処理、代替案2は、1回目:切削表面処理・2回目:切削オーバーレイである。

表-2 試算例2の設定条件

対象地域	一般地域
交通区分	D交通
予測年数	30年間
現在の舗装状態	新設して1年目
処理工法	切削表面処理 切削オーバーレイ

図-3・図-5から、従来の手法より DP を用いた場合がライフサイクルコストが低い値を示している。また、DP を用いた場合は供用性レベルが、ある程度高い所で修繕を行っている。これは、「供用性レベルがある程度高い場合に修繕工事を繰り返して行った方がライフサイクルコストは低い値を示す [2] [4]」ことを定量的に答える結果である。

また、従来の手法は多くの修繕工法の代替案を作成し、ライフサイクルコストの最適案を見だしてきた。しかしこれは、修繕時の基準となる供用性レベルの値によって大きく左右される。従って、適切な時期に適切な修繕工法の実施の方法論の確立が必要とされていた [1] [2]。図-5から適切な時期に適切な修繕工法の実施は、定量的に答える結果である。また、既設舗装に関しても同様である。

3-2 プロトタイプ作成

システム化を行うにあたって、プロトタイプのシステムを開発を行った。

維持管理システムの入力画面と出力結果の一例を図-6～図-8に示す。コンピュータによる入力、エンドユーザがコンピュータに不慣れな者が操作することが要求されるため、マウス入力により操作を行えるように設計を行った。これにより、コンピュータに不慣れなエンドユーザがキーボード入力からの負担の軽減や、ヒューマンエラーの防止によるシステムの効率化の向上につながる。そして、十分にコンピュータ上でシステムは稼働できることを確認した。

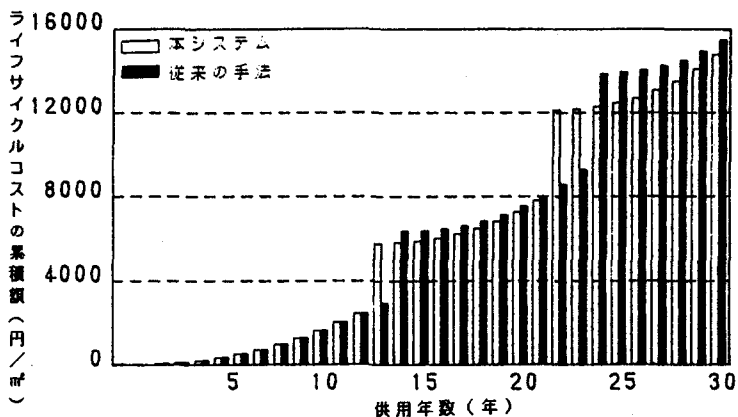


図-3 ライフサイクルコストと供用年数の関係

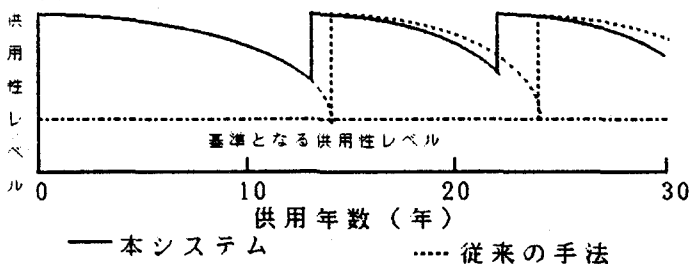


図-4 供用性レベルの推移変化

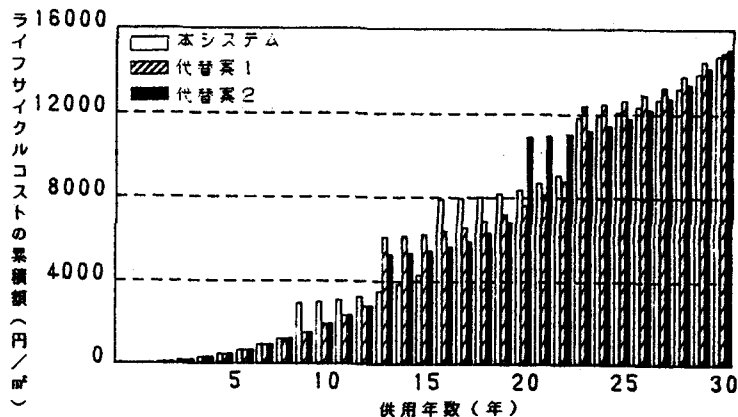


図-5 ライフサイクルコストと供用年数の関係

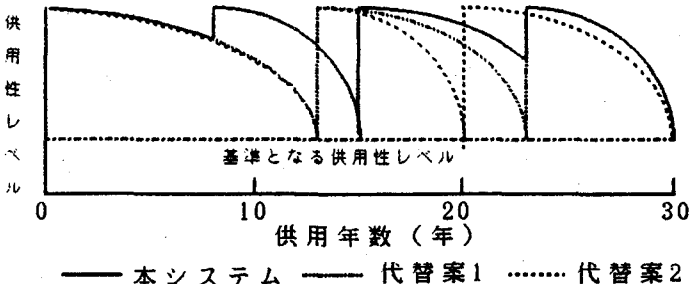


図-6 供用性レベルの推移変化

[4] おわりに

アスファルト舗装における維持管理の選択問題に関する意志決定問題を、最適化手法の一つである DP を用いて解析、及び考察を行い、その有効性を証明した。すなわち、

- (1) DP を用いた場合は、ライフサイクルコストが低い。
- (2) DP を用いた場合は、修繕工法を選択させれば、定量的に修繕工事の実施時と最適な修繕工法を答える結果を与えることを確認した。
- (3) 既設舗装に関しても同様である。

また、システムの流れを明確にし、プロトタイプの作成を行った。そして、十分に16ビットのパーソナルコンピュータ上でこのシステムは稼働できることを確認した。

以上のことから、従来の手法よりも効率的で信頼度の高いシステムを開発することが可能であることが示唆できる。現状では、基本的な問題でモデル化を行っているが、設計段階から将来の維持管理までを含めた、合理的・経済的な計画が可能な維持管理システムへ発展させることも可能であると思われる。

《参考文献》

- [1] 建設省道路局第一課・建設省土木研究所,「舗装の管理水準と維持修繕工法に関する 総合的研究」,1986年
- [2] 第34回建設省技術研究所,「舗装の維持修繕の計画に関する調査研究」,1980年
- [3] 水野・福井・松井・井上,「アスファルト舗装を対象としたライフサイクルコストの一考察」,土木学会第43回年次講演会,1988年
- [4] Gonzolo. Rada, Jossef Perl, and Matthew W. Witeczak : Integrated Model for Project-Level Management of Flexible Pavement. ASCE. Vol. 112, No. 4, July, 1986
- [5] Stephen G. Ritchie, Che-I Yeh, Joe P. Mahoney, and Newton C. Jackson : Surface Condition Expert System for Pavement Rehabilitation Planning. ASCE. Vol. 113, No. 2, Mar. 1987

☆☆☆☆現在の舗装状態の入力画面☆☆☆☆

道路管理者	直轄	公団	公社	都道府県	指定市	市町村								
対象地域	一般地域		雪害地域											
交通区分	A交通	B交通	C交通	D交通										
大型車混入率(%)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50			
規定速度	10	20	30	40	50	60								
現在の状況	新設		切削表面処理		オーバーレイ		切削オーバーレイ							
何年月	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

よろしいですか

図-6 現在の舗装状態の入力画面

☆☆☆☆維持管理の入力画面☆☆☆☆

予測年数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
処理工法	切削表面処理		オーバーレイ		切削オーバーレイ										
	切削表面処理・オーバーレイ		切削表面処理・切削オーバーレイ												
	オーバーレイ・切削オーバーレイ														
物価年上昇率(%)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
交通年増加率(%)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
既存価値	考慮する 考慮しない														

よろしいですか

図-7 維持管理計画の入力画面

☆☆☆☆結果の出力画面☆☆☆☆

年数	決定策	年予算	累計	年数	決定策	年予算	累計	年数	決定策	年予算	累計
1	KEEP	23	23	11	KEEP	53	3115	21	KEEP	214	8701
2	KEEP	41	63	12	KEEP	111	3226	22	KEEP	314	9015
3	KEEP	64	127	13	KEEP	173	3398	23	KEEP	399	9413
4	KEEP	92	220	14	KEEP	249	3647	24	HYOU	2817	12231
5	KEEP	136	356	15	KEEP	365	4012	25	KEEP	38	12318
6	KEEP	172	527	16	KEEP	462	4474	26	KEEP	168	12487
7	KEEP	210	738	17	CUL	3719	8193	27	KEEP	282	12745
8	KEEP	261	999	18	KEEP	50	8243	28	KEEP	375	13124
9	KEEP	304	1303	19	KEEP	95	8338	29	KEEP	581	13671
10	HYOU	1754	3056	20	KEEP	149	8487	30	KEEP	639	14310

5万円

KEEP : 維持
HYOU : 表面処理
CUL : オーバーレイ
CUL : 切削・オーバーレイ

単位(円/m²)

トータルコストの累計

30年

終了

図-8 出力結果の画面