

V-7

確率動的計画法を用いたプロジェクトレベルでの  
舗装の維持修繕計画

アイオワ大学 大学院 学生員 ○ 水野 直樹  
 工学部 James R. Buck  
 東京電機大学 理工学部 正会員 松井 邦人  
 日本舗道(株) 総合技術部 正会員 井上 武美

I. はじめに

現在の道路機能は、経済活動において大きな役割を果たしており、また生活活動の活発化から一般生活においても交通手段として道路機能が多く利用されている。そのため、交通量が増大し、車両の大型化や積載量の増加等もあり、道路機能を取り巻く諸条件は厳しくなっている。また、道路利用者の道路機能に対する要求も高くなってきている。しかしながら、道路機能に対する投資には限度があり合理的かつ効率的な財源の利用が求められている。舗装の維持修繕計画に関しても同様であり、有限な財源の中から合理的かつ効率的に行う必要に迫られている。筆者らは、対象とする一つの舗装区間に対して行われるプロジェクトレベルでの舗装の維持修繕計画においてライフサイクルコストという観点から動的計画法(DP)を用いて維持修繕計画に関する最適化の有効性を確認している<sup>1)</sup>。しかしながら、現実の舗装寿命は、設計寿命等にばらつきがあるためDPを用いた最適化では、このようなばらつきを十分に反映することができない。今回は、舗装の設計寿命における信頼度を考慮するために確率動的計画法(PDP)を用いて解析と考察を行ったも

のである。

II. モデル化

可能な修繕工法をオーバーレイと表面処理として下記に示す設定条件に基づいて解析を行った<sup>1)</sup>。

- 1)解析期間：30年間
- 2)基準となる修繕時の維持管理指数(MCI)：4.0
- 3)最大供用年数：新設 14年  
 オーバーレイ 10年  
 表面処理 6年
- 4)現在の舗装状態:新設後0年目
- 5)考慮する費用:①維持費用、②車両走行(損失)費用、③修繕費用(オーバーレイ:4749(円/m<sup>2</sup>)、表面処理:1976(円/m<sup>2</sup>))、④遅延費用:240(円/m<sup>2</sup>)

経済評価法には、現在価値法を用いディスカウント率を6%と設定した。また、解析最終年での舗装構造物の残存価値も考慮して解析と考察を行った。各年における維持費用と車両走行費用の値を表-1に示す。新設及び修繕後に何等かの原因により設計寿命より早く修繕時の基準となる値に達する確率 $p_m$ を、図-1に示す。

表-1 各種舗装状態の費用

径年数	新設			オーバーレイ			表面処理		
	MCI	維持費用	車両走行費用	MCI	維持費用	車両走行費用	MCI	維持費用	車両走行費用
0~1	9.1	27	0	7.7	62	0	7.6	62	0
1~2	8.6	44	0	7.3	62	14	6.9	79	50
2~3	8.2	44	0	6.8	79	64	6.2	79	175
3~4	7.8	62	0	6.4	79	132	5.5	96	375
4~5	7.4	62	8	6.0	79	224	4.7	113	698
5~6	7.0	62	39	5.6	96	342	4.0	113	1061
6~7	6.6	79	94	5.2	96	485			
7~8	6.2	79	175	4.7	113	698			
8~9	5.8	96	280	4.3	113	896			
9~10	5.4	96	410	3.0	130	1120			
10~11	5.0	96	565						
11~12	4.5	113	794						
12~13	4.1	113	1005						
13~14	3.7	130	1241						

(円/m<sup>2</sup>)

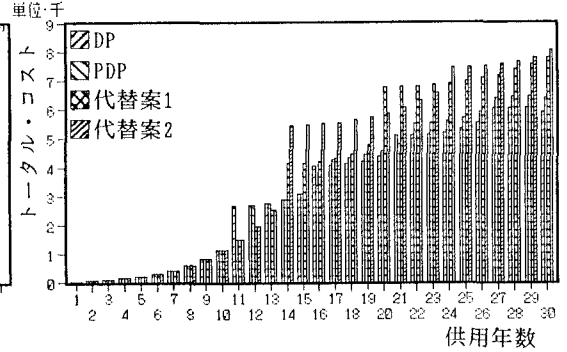
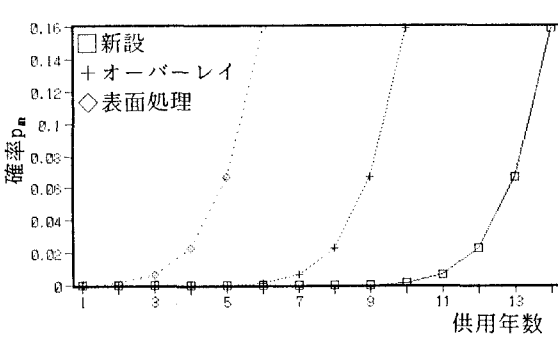


図-1 新設後及び修繕後に寿命に達する確率  
III. 解析と考察

図-2 トータル・コストと供用年数

従来のように適切な代替案を作成し、その中から最適代替案を選択する手法(従来の手法)として2つの代替案を作成した。

- 代替案1 新設～オーバーレイ～表面処理
- 代替案2 新設～表面処理～オーバーレイ

また、DPとPDPの意志決定に関する関数方程式を下記に示す<sup>3)</sup>。

1)DPの場合

$$Fn(m)=\text{Find min} \begin{cases} M(m)+Y(m)+fn-1(m+1) & (\text{維持}) \\ Y(m)+R+fn-1(0) & (\text{修繕}) \end{cases} \dots\dots\dots(1)$$

2)PDPの場合

$$En(m)=\text{Find min} \begin{cases} p_m[Y(m)+R+fn-1(0)]+(1-p_m)[M(m)+Y(m)+fn-1(m+1)] & (\text{維持}) \\ M(0)+Y(0)+R+fn(0) & (\text{修繕}) \end{cases} \dots\dots\dots(2)$$

ここで、Fn(m):DPでの新設後または修繕後の舗装状態m年目で解析最終年までn年目のトータルコストの最小値、En(m):PDPでのトータルコストの期待最小値、M(m):舗装状態m年目の維持費用、Y(m):舗装状態m年目の車両走行費用、R:修繕費用、 $p_m$ :舗装状態m年目のときに修繕の判断となるレベルまで達する確率、なお、従来の手法とDPの場合、修繕工事実施年において、年の最後に修繕を行い、PDPの場合、その年の最初に行うと設定した。

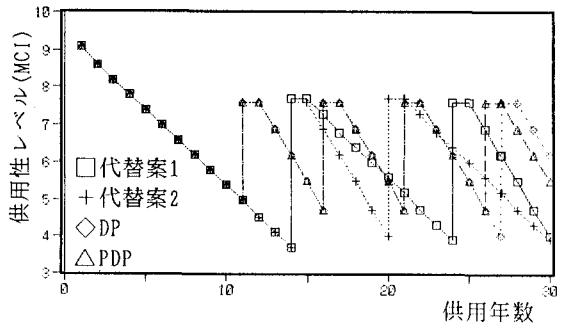


図-3 供用性レベルの推移変化

待最小値は、代替案1・2のトータル・コストよりも低い値を与えている。

また、図-3からPDPの場合もDPの場合と同様に供用性レベルがまだ幾らか高いときに修繕の決定を与えており、柔軟な意志決定を行っている。

IV. おわりに

PDPを用いた舗装寿命の信頼度を考慮した舗装の維持修繕計画は、DPと同様に可能な修繕工法を与えれば合理的かつ効率的な意志決定を与えることが示唆できる。舗装状態の推移変化の予測が定量的に可能であれば、舗装構造物と路面状態の診断から含めた舗装の維持修繕計画は可能であると考えられる。今後は、これらの応用に期待される。

参考文献

- 1)水野他:"アスファルト舗装を対象とした維持管理支援システムの開発",土木学会論文集, Vol.409, VI-11, 1990.9, pp.93-101.
- 2)"舗装の管理水準と維持修繕工法に関する総合研究", 第41回建設省技術研究会報告、建設省, 1987
- 3)尾形克彦:"ダイナミック・プログラミング", 培風館, 1973, pp.161-171.