

道路の補修計画に関する一考 (主として地方道における舗装)

ONE CONSIDERATION FOR THE PAVEMENT MAINTENANCE PLAN
(MAINLY IN LOCAL PAVEMENTS)

石田 紀雄^{*}
By MICHIO MESHIDA

In Japan, we can find out the damages to pavement every day. Especially we point out these in the prefecture roads. I think one of these reasons is the majority of the pavements constructed so far have already exceeded their expected period of service life. Generally speaking, the high class asphalt pavement has a service life of 10 years and the low cost pavement has a service life of 5 years. Therefore, there is the need to give priority to their maintenance. This paper explains one of the methods of how to design for the pavement maintenance plan. Concretely, by using of some data for example pavement volume, maintenance methods and those costs etc., I showed the pavement maintenance plan for a long time.

1. まえがき

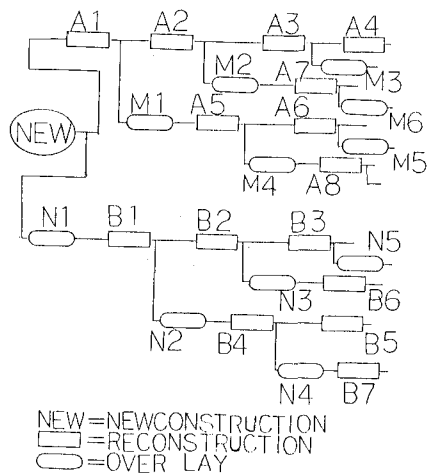
近年舗装の損傷が目につく。特に直轄国道以外の地方道に著しく見られ、このまの状態で放置しておくと近い将来舗装の機能を失い物資輸送の面に大きな障害を生じ、交通安全の面においても危険を伴うことになる。従って補修計画を徹底的に検討し、必要があり、長短期に互に系統立った補修態勢と考慮しなければならない。

しかしながら現在の所、補修計画への立案手法の良策に決り手なく試行錯誤を繰り返す中で最終的にはその場限りの補修にとどまり計画的な補修の行われるケースは稀である。

当報告は、比較的平易にその立案作業を遂行出来る1手法を説明し、具体的補修計画の立案モデルを示すこととした。

* 正会員 日産化学工業株式会社
(〒108 千代田区九段北4-3-29)

2. 立案に係る基本



(図-1) 補修態勢流し図

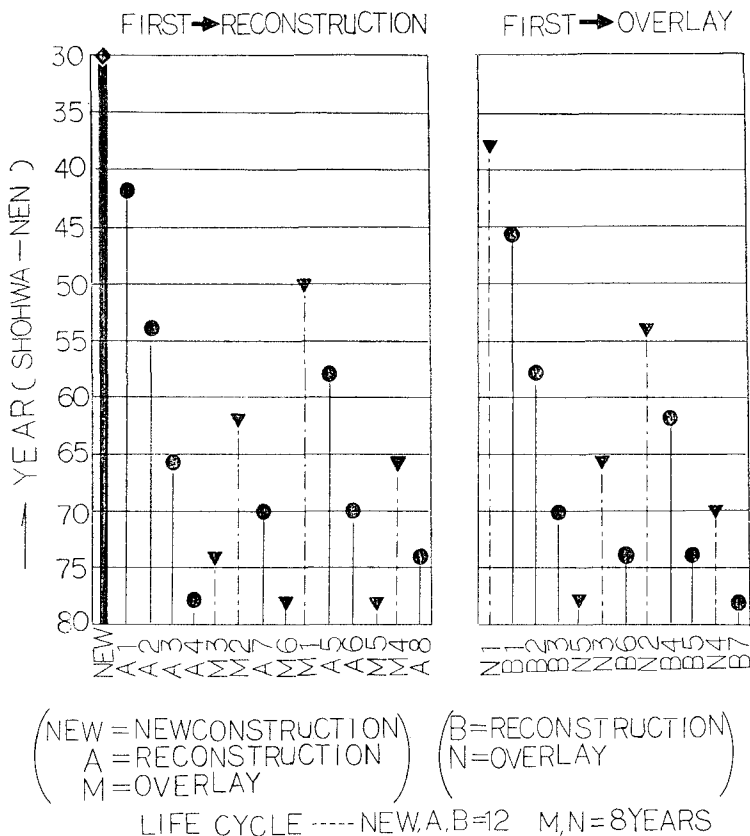
(図-1) は補修型態フローを示したものである。
 ・新設された舗装はライフサイクルに応じ打換之工
 法(以下打換)、オーバーレイ工法(以下オーバ)
 の二種の修繕工法で補修することとした。(表面処
 理等の維持工法は考慮外) 符号A、Bは打換、M
 、Nはオーバを示し新設、打換は寿命終了後打換と
 オーバの両工法を、オーバは寿命終了後に打換のみ
 の工法を決定することとした。オーバは一回のみと
 して、オーバの上にオーバを繰り返すことは考慮し
 ていない。図の上部は新設後一段階の補修に打換
 、下部はオーバを実施するフローを示している。

(表-1) は道路設計年報(85年年度)より得
 た一都道府県当り(一般国道の指定外、政令都市分
 と含む)の舗装延長の年毎増加量である。ただし年
 度の古いものは調査精度の差、多少の延長と調整し

年度 (昭和)	舗装延長(km)			年度 (昭和)	舗装延長(km)		
	高級	簡易			高級	簡易	
30	27	2		44	37	105	
31	27	22		45	112	114	
32	29	16		46	72	149	
33	30	16		47	31	139	
34	43	5		48	61	106	
35	43	0		49	47	72	
36	41	13		50	59	0	
37	44	12		51	60	31	
38	66	16		52	39	56	
39	65	10		53	43	51	
40	71	32		54	27	60	
41	101	56		55	50	14	
42	103	93		56	21	40	
43	93	71		57	38	17	
				58	33	12	

② 道路種別の異質性により舗装延
 長の増加率が0の年度有。

(表-1) 一都道府県道における年度別
 平均舗装延長の増加量。



(図-2) ライフサイクルを考慮した補修流れ図

ながら昭和30年度より示した。なお、舗装種別として高級舗装と簡易舗装とを区別して示した。

(図-ヌ)は(図-1)を参考にしながらライフサイクルを考慮した補修フローである。昭和30年度を新設から1年度とし舗装寿命の到達した時点で打換、オーバーを毎年度実施することを説明しているものである。当図は、打換(新設を含む)の寿命と1年、オーバーのそれぞれを1年とした。

図の左部は新設のオーバー面時の補修に打換、右部はオーバーと実施することと示している。

具体的に(図-ヌ)の使用は次の通りとなる。

- ① (表-1)の高級舗装における30年度の舗装延長は27kmである → NEW
- ② 8年後にこの一部をオーバーする → N1
- ③ 12年後に残りの部分を打換する → A1
- ④ ②は8年後全面打換する → B1
- ⑤ ④は8年後にその一部をオーバーする → N2
- ⑥ ④の残りの部分を12年後打換する → B2
- ⑦ ③は8年後にその一部をオーバーする → M1
- ⑧ ③の残りの部分を12年後打換する → A2
- ⑨ ②は8年後に全面打換する → A3

年度 (昭和)	打換工法 (km)			オーバー工法 (km)		
	高級	簡易	計	高級	簡易	計
59	90.31	120.22	270.64	81.28	113.91	195.29
60	50.44	92.83	249.27	65.63	100.27	165.90
61	109.75	149.38	259.13	75.94	108.03	184.57
62	104.19	25.55	229.74	77.95	159.54	237.49
63	73.63	147.00	220.63	92.77	157.01	249.78
64	91.63	210.97	302.60	63.98	146.98	210.96
65	85.69	200.03	285.72	107.78	100.50	208.28
66	106.80	220.16	326.96	105.80	108.90	214.70
67	118.30	155.80	268.10	67.73	112.13	185.86
68	86.95	160.31	247.26	42.33	152.00	194.33
69	111.84	181.22	293.06	82.31	133.85	216.16
70	113.22	240.44	353.66	72.14	117.45	189.59
計	142.75	270.07	3312.82	94.68	1530.71	2478.39

- ⑩ 1. 工法比 --- 打換工/オーバー工 = 25/75
2. ライフサイクル (寿命年)
- 高級 --- 打換工/オーバー工 = 12/8
- 簡易 --- 打換工/オーバー工 = 6/4

(表-ヌ) 工法別年度毎の補修延長

以下同様の操作にて補修延長と長期間に亘って計算出来る。

昭和31年度分の舗装延長27kmについても、また各年度における分も、上述の手法によって次々

と年度別補修延長と求めることが出来る。

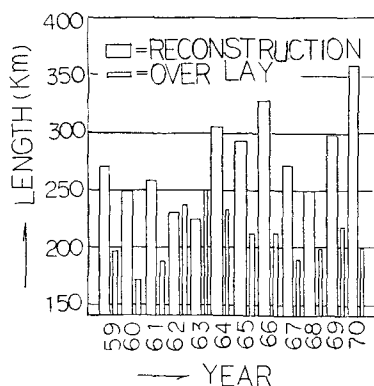
更に、当手法によって求められた補修延長を各年度毎に合計すれば、例之ば60年度における打換、オーバーの総補修延長がどの程度になるか平易に求めることが出来る。

一般的に云って高級舗装で10年、簡易舗装で5年の寿命と仮定し設計がなされる。高級舗装は道路改良部に、簡易舗装は未改良部に使用されている。即ち、簡易舗装は高級舗装に比べ低 class grade と考えられる。従って補修形態として、次の事項と考慮し補修計画の基本とした。

- ① 打換 --- その何かに1回のオーバーと使用し、そのオーバーが寿命に近えた後に打換を使用する。
- ② オーバー --- 同一何かに2回実施する。

即ち、高級舗装に比較し、打換の場合は1回のオーバーとしてから打換と、オーバーの場合は繰り返して2回のオーバーと実施することとした。

(表-ヌ)は注に示す条件を使用して工法別補修延長と求めたものである。尚、年度毎の新設舗装増



(図-3) 工法別補修延長

加量は(表-1)に示す数値と使用した。

(図-3)は(表-ヌ)の数値とグラフ化したものである。

3. 補修延長の試算

(1) ライフサイクルの検討

(表-3)は建設省において作成された路面の特性値に基く予測式である。当式によって、供用年数に依する特性値と予測し(1)式を使用して供用性能指数(PSI)を求め、この値と道路維持修繕費率に参照させると舗装の推定寿命と求めることが出来る。

$$PSI = 4.53 - 0.518 \log E - 0.371 \sqrt{C} - 0.174 D^2 \text{----- (1)}$$

E: 平坦性(mm) C: ひび割れ率(%)
D: わだち粗れ量(Cm)

維持修繕費率(以下維持費率)によると、PSIが1以下になった場合、補修工法として打換と決められている。上述の予測PSI値が1以下になる年数と求めると約10年となる。また、オーバーの寿命については建設省の実態調査より約8年と報告されている。

即ち、高級舗装にあって、新設、打換の場合は8年間、オーバーの場合は8年間の寿命と現場において判断出来る予測される。

簡易舗装にあっては、上述事項と設計寿命と照らし新設、打換の場合6年間、オーバーの場合4年程度の寿命と判断出来るであろう。

一般的に云って、舗装の現時的平均寿命は地域により、或は置かれた道路環境により異なるので、相定

(2) 補修工法の割合
新設された舗装は(図-1)にも示した通り打換とオーバーによって補修がなされる。本題はその比とどの程度にするかによって補修延長が変わってくる。資材不足のこともあるが、調査結果によっても明確な数値と得ることが出来なかつたので、経験上の数値として、打換/オーバー=25%/75%と1つの目安とすることとした。

当数値は地域によって変わるが、実使用値は(1)部と同時経年値と使用することになろう。

(3) 補修延長の試算
こゝでの試算は次の条件で行うこととした。

- ① 舗装寿命年
 - ・ 高級舗装 12(8), 15(12), 20(16)
 - ・ 簡易舗装 6(4), 8(6), 10(8)
- ② 補修工法の比
打換/オーバー= 5/95, 15/85, 25/75
- ③ 年毎の新設舗装増加量
(表-1)を使用

昭和30年度より新設された舗装は舗装寿命年に応じ補修がなされるが、計算式は(図-2)に準じて行った。試算結果として(表-2)を表した。(表-4)は、昭和59年度～昭和70年度の12年

$$dC = 0.15 - 0.451 \times 10^{-11} C^2 + 1.10 C \times 10^{-10} y^2 - 0.12 \left(\frac{C}{T} \right)^2 + 0.612 \left(\frac{C}{T} \times T \times 365 \right)^2$$

$$- 2.92 \left(\frac{C}{T} \times T \times 365 \right) \text{----- (2)}$$

$$dD = 4.27 + 0.014 D^2 - 0.46 D + 6.08 \times 10^{-11} T^2 + 0.15 y - 2.58 \times 10^{-12} \left(\frac{D}{T} \times T \times 365 \right)^2$$

$$+ 0.16 \sqrt{\frac{D}{T}} \times T \times 365 \text{----- (3)}$$

$$d\sigma = 0.013 + 0.12 \sigma + 2.65 \times 10^{-10} T^2 + 4.28 \times 10^{-10} y + 0.052 \sqrt{y} \text{----- (4)}$$

Cに: dC: ひび割れ率の1年間の増加率(%)
dD: わだち粗れ量の1年間の増加率(mm)
dσ: 縦断凹凸量の1年間の増加率(mm)
C: 現在のひび割れ率(%)
D: 現在のわだち粗れ量(mm)
σ: 現在の縦断凹凸量(mm)
y: 供用年数(年)
T: 大型車交通量(台/日・1方向)
T₀: 累積大型車交通量(台)

(表-3) 予測式例(建設省)

するのは困難であるが、最終的にはその地域での経験より得られた数値と使用することになろう。

補修年(年)		打換工法(Km)			オーバー工法(Km)		
		高級	簡易	計	高級	簡易	計
5/95	A	87.0	212.7	300.5	94.9	181.8	276.7
	B	70.3	118.9	189.2	54.9	139.0	194.5
	C	31.3	55.4	86.7	54.5	84.6	139.1
15/85	A	91.5	185.5	277.0	86.9	147.9	234.8
	B	70.1	110.7	180.8	53.2	120.0	173.2
	C	28.3	57.7	86.1	48.8	96.4	145.2
25/75	A	95.8	181.3	277.0	78.5	127.6	206.0
	B	70.5	103.9	174.5	50.5	102.0	152.5
	C	39.8	55.4	95.2	45.0	84.6	129.6

- ⑤ 1. 摘要欄は工法比--打換文/オーバー比
2. 寿命欄は下記のライフサイクルを示す

摘要	舗装寿命(年)		
	A	B	C
高級舗装	12(8)	15(12)	20(16)
簡易舗装	6(4)	8(6)	10(8)

〔打換工法と()内はオーバー工法〕

(表-1) 舗装寿命に依する年間平均補修延長

周に至る補修延長を年間平均に修正し、条件項目に分けて示したものである。

実際の試算を行う場合は道路管理者の所有する上述の①～③項とデータとして使用すればよいことになる。

(図-4)、(図-5)はこうして試算の中から次の図例を示したものである。

① 高級舗装寿命年 = 15年(12年)

簡易舗装寿命年 = 8年(6年)

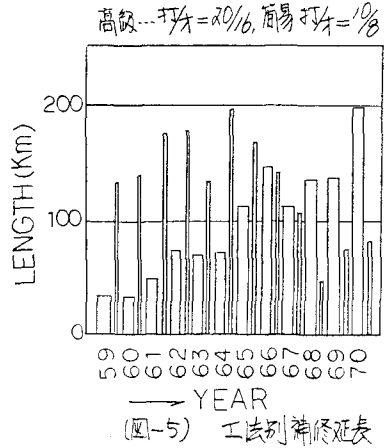
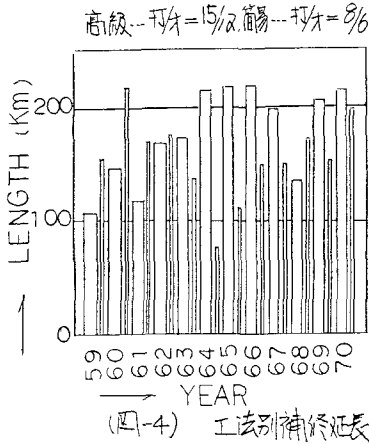
② 高級舗装寿命年 = 20年(16年)

簡易舗装寿命年 = 10年(8年)

(注) () 内はオーバを示す。

③ (打換/オーバ)の比 = 25%/75%

凡例等は(図-3)と同ーとした。



4. 補修金額

上述3章において年度毎の補修延長を求めることが出来た。ここではその補修延長に必要の補修費と

試算することとする。

(図-6)、(図-7)にオーバ、打換の断面を示

工法比	工法	種別	高級=12(8), 簡易=6(4)			高級=15(12), 簡易=8(6)			高級=17.5(14), 簡易=9(7)			高級=20(16), 簡易=10(8)		
			面積 (m ²)	金額 (百円)	金額計 (億円)	面積 (m ²)	金額 (百円)	金額計 (億円)	面積 (m ²)	金額 (百円)	金額計 (億円)	面積 (m ²)	金額 (百円)	金額計 (億円)
5/95	打換	高級	522.80	3102.80	105.32	426.80	2537.80	70.32	324.20	2005.20	52.66	182.80	1122.80	37.38
		簡易	204.80	4374.40		475.60	2372.00		358.40	1788.00		221.60	1102.00	
	オーバ	高級	568.40	967.92	95.46	522.40	559.92	69.60	305.40	519.12	54.00	327.00	555.92	37.50
		簡易	224.80	2029.44		552.40	1563.52		485.60	1359.08		332.40	947.52	
15/85	打換	高級	549.00	3294.00	92.83	420.00	2533.60	62.74	340.80	2444.80	51.62	169.20	1012.80	39.47
		簡易	742.00	3710.00		442.80	2214.00		324.00	1670.00		232.80	1154.00	
	オーバ	高級	521.40	886.32	92.83	319.20	342.64	62.74	291.00	444.70	51.62	292.80	447.76	39.47
		簡易	591.60	1656.48		600.00	1680.00		425.20	1190.52		385.60	1072.68	
25/75	打換	高級	571.20	3422.20	92.83	423.00	2538.00	62.74	342.00	2095.20	51.62	232.80	1154.00	39.47
		簡易	725.00	3622.00		415.60	2072.00		314.80	1574.00		221.60	1102.00	
	オーバ	高級	471.00	800.70	92.83	303.00	315.10	62.74	272.40	463.02	51.62	270.00	452.00	39.47
		簡易	510.40	1429.12		402.00	1142.40		362.60	1022.22		332.40	947.52	

④ 1. 舗装寿命の欄は打換之工法と()内はオーバレイ工法の寿命年と示す。

2. 工法比の欄は打換之工法 / オーバレイ工法の比と示す。

3. 種別の欄は高級 = 高級舗装, 簡易 = 簡易舗装と示す。

4. 補修金額は下記と使用した。

打換工法...高級 = 6,000円/m², 簡易 = 5,000円/m² (=1,400 + 3,600)

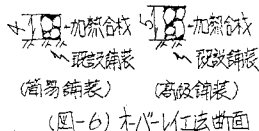
オーバレイ工法...高級 = 1,700円/m², 簡易 = 2,800円/m² (=1,400 × 2)

5. 道路幅員は下記と使用した...高級 = 6.0m, 簡易 = 4.0m

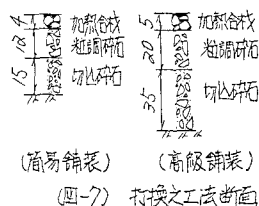
(表-5) 年間平均補修延長と基に換算した補修金額一覧

した。当断面における現時点の概算価額は(表-5)の通りである。なお、簡易舗装については又章で述べた通り下記の条件と基本とした。

$$\begin{aligned} \text{打換} &= (1/\text{回オーバー}) + (1/\text{打換}) \\ \text{オーバー} &= (1/\text{回オーバー}) + (1/\text{回オーバー}) \end{aligned}$$



(図-6) ノーブル工法断面



(図-7) 打換之工法断面

年度毎の舗修費は路面の割合で割愛し、ここまでは(表-4)に示した平均年あたり(の)舗修延長に対する(の)舗修費の比と(表-5)に示した。なお、(表-4)の追加として高級舗装=175(14)、簡易舗装=9(7)の寿命年について示した。

5. 考 察

(1) 舗修寿命と供用性指数(PSI)

試算に使用した舗修寿命年とは四種とした。高級舗装における新設、打換の12年の寿命はPSIの手則値が1.0以下になった時点で、この寿命年と基本とした。15年、20年の寿命ではPSIのそれは0.18、-0.11となる。寿命年17.5年は15年と20年の中間寿命年の恵で示した。オーバーについては美能潤直の報告から値を8年と寿命年の基本とした。そして上述の対応とし、12、14、16年とした。この数値に依するPSIの手則値は、0.40、1.20、0.46、-0.08となる。立米集積の計算時には、これらの寿命年とそれぞれ対して考へた。

簡易舗装の新設、打換の寿命年については設計上5年であるが上述で高級舗装の手則寿命年を12年(設計寿命の20%値)としたことから6年(=5×1.20)とその基本とした。そして高級舗装に对应する寿命年として8、9、10年と考へた。オーバーについては高級舗装で8年(設計寿命の80%)

と基本としたことより、簡易舗装では4年(=5×0.80)と基本とし、6、7、8年と考へた。計算時には高級舗装と厚縁これらの寿命年を対とした。

(表-5)の寿命欄に試算に使用した舗修寿命年数と具体的に示した。

(2) 舗修補修の現状

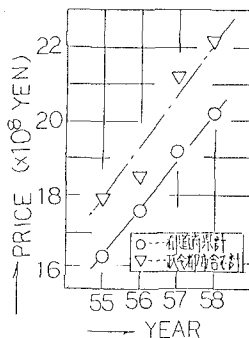
道路統計年報によると舗修補修に費した金額は58年度時に全国計で約1,040億円(仮令都市含む)であった。これは一般道(平均)平均約12億円に相当する金額である。(表-6)に55年～58年における道路事業費の推移(舗修補修のみ)を示した。また、(図-8)は(表-6)の数値をグラフ化したものである。

4章の試算結果に比較し補修費の少ないことが分かる。このことは現場での供用性指数が十分に保たれていないことを示しているものと思われる。路面の損傷が目につくこととの裏付けにつながる資料であるとも考へられる。

年次	種別	一般道	主要道	一般道	主要道	一般道	主要道	合計	平均
55	A	134.0	53.1	13.6	8.3	202.6	21.0	229.4	16.4
	B	168.0	58.1	14.5	7.0	237.6	24.6	239.3	17.9
56	A	150.0	58.9	11.3	9.0	228.5	27.0	225.1	17.0
	B	158.0	61.1	10.4	9.5	238.5	28.5	239.6	18.5
57	A	145.0	50.0	10.3	6.5	201.8	27.0	209.4	15.0
	B	162.0	53.0	10.1	6.7	231.8	28.0	239.3	17.0
58	A	150.0	46.5	10.1	14.0	172.5	28.1	244.8	18.1
	B	171.0	48.0	20.0	15.7	254.7	31.4	257.7	20.7

① 一般道とは一般道(国道)を除く。
② 補修費はA=新設(打換)、B=改修(補修)と仮定。
③ 平均値は合計金額/4.7とした。

(表-6) 一般道(国道)を除く(舗修補修のみ)の推移



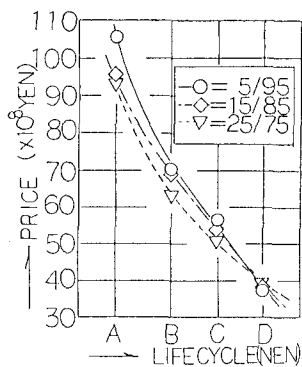
(図-8) 舗修補修費の推移(一般道(国道)を除く)

(3) 現実的なライフサイクルの推定

当報告では補修型態として(図-1)と示し、当図と基本に立案手法と説明した。この試算と現実と比較すると、現実的ライフサイクルと次のように推定される。

(図-9)は(表-5)と基にして作成した補修寿命年と補修金額を示したものである。一般道府県平均補修費の2.5億円と考慮すると、現実的年平均ライフサイクルは下記の略値と考えられる。

- ① 高級舗装 --- 24年(18年)
- ② 簡易舗装 --- 12年(10年)
- ③ ()内はオーバーの寿命年



- ③ 1. 凡例のマフは、打換/オーバーイ比を示す。
- 2. ライフサイクルは下表と使用

種別	工法	耐用寿命年			
		A	B	C	D
高級	打換	12	15	25	20
	オーバー	2	12	14	16
簡易	打換	6	8	9	10
	オーバー	4	6	7	8

(図-9) 舗装寿命と補修金額

(4) 供用性状の向上

補修に際し、供用レベルの高低値によって舗装のライフサイクルは異なる。低値と採れば寿命は延び補修費は低額で済むことになる。

道路利用者側コストと道路管理者側コストの格差が高低値の罅と揺る所で、レベルの低値側においてはお道住民への振動、騒音等の公害問題の発生、車両の燃費や損耗費の増大、交通安全の危険等々が考えられる。従って一定レベル以上に供用性状を確保する必要があり、維持費側では2戸工が1に下った時に打換と、更に下った時オーバーと奨めていく。この状態に維持するには年毎補修費と約100億円/一般道府県、投入する必要がある、このことによ

て路面性状を向上させることが出来る。

まとめ

舗装の補修計画に關し、立案手法と説明した。舗装のライフサイクル、補修工法比(打換工法/オーバーレイ工法)等、地域に自適する数値と考慮すれば、(図-1)に示す補修型態に沿って、年毎の補修延長、補修金額と算定することが出来る。

ここまでは具体的積算例を示したれ、その結果として、現実的補修舗装面に投資されている金額は著しく少ないことが分った。系統立った補修計画を持たないと近い将来、道路は事前で破壊に至るであろう。少なくとも道路維持修繕費側に見る供用レベルと維持したいものであり、その為の立案手法の一つとして報告をまとめた次第である。なお、表面処理やパッチング等の維持費はここで説明した補修費(修繕費)に比べ少費用で済むので説明は省略した。

参考文献

- 1). 『舗装寿命とオーバーレイ層に關する調査研究』(オスフ~オス9回建設省技術研究会報告)
 - 2). 『舗装の維持修繕に關する調査研究』(オス3回建設省技術研究会報告)
 - 3). 道路統計年報/全国道路利用研究会、凡55年~凡58年
 - 4). 道路維持修繕要綱/日本道路協会、凡54年度版
 - 5). アスファルト舗装要綱/日本道路協会、凡53年度版
 - 6). 簡易舗装要綱/日本道路協会、凡54年度版
- (以上)