

舗装の維持修繕と機能の付加 に対する便益評価

光谷修平¹・丸山暉彦²

¹正会員 大林道路 エンジニアリング部 (〒131-8540 東京都墨田区堤通 1-19-9)

E-mail : shuuhei-mitsutani@obayashi-road.co.jp

²正会員 工博 長岡技術科学大学大学教授 環境・建設系 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1)

E-mail : terem@nagaokaut.ac.jp

我が国の道路整備は一定の水準に達しており、維持修繕の合理性が問われる時代となっている。一方で、舗装の機能が多様化しており、機能付加のための費用増加が余儀なくされている。このような舗装の機能改善あるいは向上のために資金を投入するには舗装のライフサイクル・コストの評価が必要である。交通渋滞解消等を目的とした道路事業の経済分析の研究は進んでいるが、舗装の修繕の合理性や機能付加の経済効果についての研究は少ない。本研究は、舗装の修繕といくつかの機能性舗装に対し経済分析を試みたものである。舗装の MCI やすべり抵抗を指標として修繕工事を実施した結果として得られる便益、凍結抑制舗装や保水性舗装あるいは遮熱性舗装に改良した場合に得られる便益等を算定し経済分析を行った。

Key Words : *Economic analysis, Benefit by function, Function of pavement*

1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

生活や産業の基盤となる道路網が未成熟な社会においては、道路を整備することの是非が問われることは少ない。これに対して道路網の整備が一定の水準に達している社会においては、更なる整備に費用を負担することに際して納税者に説明責任を尽くす必要が生じる。わが国の道路網の整備率は、平成20年4月1日現在で56.4%¹⁾であり、道路整備が行われる場合と行われない場合のそれぞれについて一定期間の便益額と費用額を算定し比較する‘道路事業の経済分析’が実施されている。

一方、舗装率は一般国道で99.4%(市町村道まで含めた全体で79.7%と主要な道路は殆ど舗装済みの状態)となっており、舗装の維持修繕のために多くの費用が発生している。また、舗装を改良して多様な機能を付加する事例も増えており、機能付加のための費用も発生している。現在、舗装事業に資金をどの程度投入するかを検討する経済分析の方法には、数種類の代替案のライフサイクル・コスト評価で費用が最小となるものを選ぶ方法があるが、機能を回復・追加することによる便益を考慮する研究は少ない。舗装事業を効率的かつ効果的に行うためには、舗装に特化した費用便益分析の方法が必要と考えられる。ここに本研究は、‘舗装事業の経済分析’を確立することを目的に行っているものである。

(2) 研究の方法

旧建設省道路局は道路の計画や事業の妥当性を判断するための評価方法の実際を示すために平成10年に委員会を立ち上げ、‘道路投資の評価に関する指針’²⁾をとりまとめた。現在、わが国の道路事業においては、国土交通省が‘道路投資の評価に関する指針’を基に‘費用便益分析マニュアル’³⁾を策定し、道路事業の新規採択時、事業実施中の再評価時、さらには事業実施後の事後評価時の費用便益分析が実施されている。

そこで本研究では上記道路事業の大枠では適切に評価できない舗装事業(舗装の修繕や改良)の経済分析の方法を以下の手順で検討した。

- ① ‘道路事業の経済分析’の方法をレビューする。
- ② ライフサイクル・コストによる経済分析の考え方と費用便益費の算出の必要性を整理する。
- ③ 舗装の機能の回復あるいは向上による便益を、価値(金額)を尺度として評価する方法を検討する。
- ④ 舗装の経済評価を含む舗装事業のフローを作成するものとした。

ここで考慮しなければならないのは、‘道路事業の経済分析’においても分析の対象となる費用、便益とも多くの仮定を含まざるを得ないことである。特に、便益については例えば事業による雇用の創出といった間接的なものをどこまで考慮すべきか等議論の余地が大きく、一般

的な経済理論との整合性がとれていない部分も多く残っている。本研究では、前述「費用便益分析マニュアル」との整合性を考慮した舗装事業の経済分析方法とすることを心がけた。

2. 道路事業の経済分析

(社)日本道路協会は道路経済学の全てを網羅した極めて利用価値の高い研究成果として Robley Winfrey (アイオワ州立大学元教授) の著書「Economic Analysis for Highways」を「道路経済学」⁴⁾として翻訳している。「道路経済学」では経済分析の方法を「年間等価費用法」「費用現在価値法」「年間等価純収益法」「純現在価値法」「費用便益比法」「収益率法」の6種類に大別(表-1 参照)し説明している。

これらの方法の内、「費用便益比法」は経済的有利さだけではなく不特定多数の人の便益を重視した評価となり公共事業に適用しやすい。

「費用便益比法」を次式に示す。「費用便益比法」では費用に対する便益の比が 1.0 以上の代替案は何れも経済的に可能性があると評価される。

$$B/C = PVB/PVC \geq 1.0 \quad (1)$$

ここで B/C : 費用・便益比率
 PVB : 便益の現在価値
 PVC : 費用の現在価値

前述「費用便益分析マニュアル」は、国土交通省が道路事業の経済性を費用便益比法で分析するガイドラインを示したもので、その主たる適用可能範囲は、幹線道路の新設や拡幅などの道路事業⁵⁾である。実際の費用便益分析の計算手順と方法に主眼をおいて記述されており、その計算手順と方法は一般的な経済理論とどのように整合しているかなどは特に問題としていない。

図-1 に「費用便益分析マニュアル」の費用便益分析の手順を示す。また、対照としている費用と便益および経済分析の前提を以下に略記する。

a) 費用

費用は、主に供用以前に支出される工事費、用地費および補償費で更正される事業費と、供用後に支出される維持管理費の2要素から算定して行うこととしている。

表-1 経済分析方法の分類

番号	分析方法	方法の概要	結果の評価
1	年間等価費用法	分析対象期間中の全投資費用と全支出を合計して年間費用に換算	最も小さい値を示す案を採用
2	費用現在価値法	全投資費用と全経費を現在価値に換算	〃
3	年間等価純収益法	年間等価収入(便益)と年間等価費用法の差	最も大きい値を示す案を採用
4	純現在価値法	流出する現金と流入する現金の現在価値の差	〃
5	費用便益比法	年間等価費用に対する年間等価便益の比	1.0以上の案から採用 最も大きい値を示す案が良
6	収益率法	費用と収入(便益)を等しくするような割引率を決める	高くなるほどよい

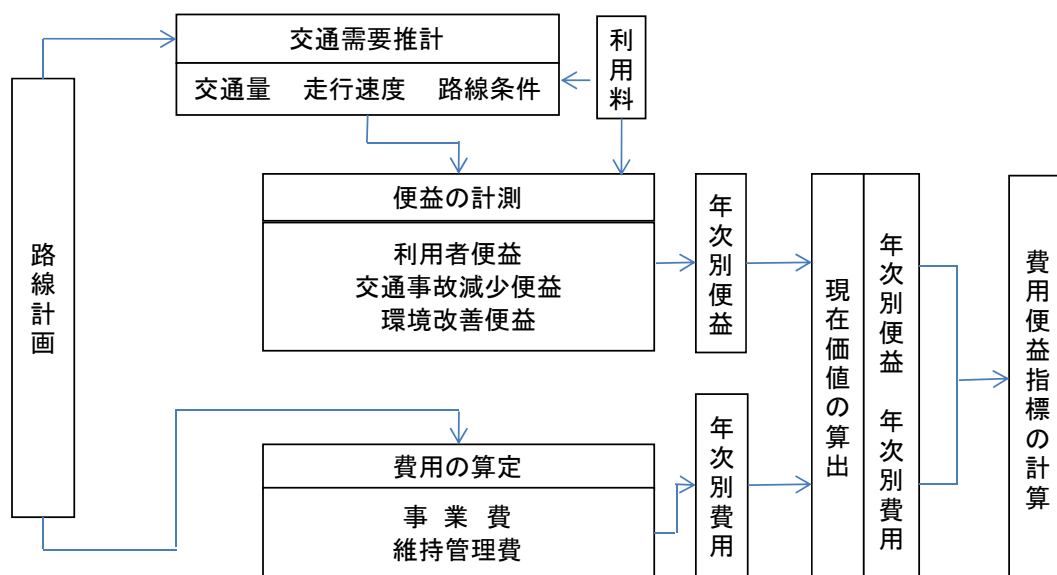


図-1 費用便益分析の手順

b) 便益

便益は利用者便益、交通事故減少便益、環境改善便益の3要素から計測するとしている。この理由は「道路投資の評価に関する指針」において、多くの便益項目を便益の帰着先との連関で整理した上で、定量的な計測が可能でかつ金銭表現が可能な項目で絞った経緯が説明されている。

c) 検討年数と社会的割引率

評価時点を基準年次として検討年数は、道路施設の耐用年数を考慮した50年間で設定する。また、現在価値算出のための社会的割引率は、日銀統計の全国貸出約定平均金利を基に4%を前提としている。

3. 舗装事業の費用と便益

本研究では、「道路事業の経済分析」との整合性を考慮して、「舗装事業の経済分析」に前項6種類の方法から公共事業に摘要しやすいとされる「費用便益比法」を適用することを前提とする。

(1) 費用

舗装事業を「費用便益比法」で経済分析するためには、先ず「費用」と「便益」を算定するための標準的な方法が必要となる。現在、舗装事業計画時における「費用」の評価には、ライフサイクル・コストを用いるべきとする考え方が主流であり、その研究も多い。舗装事業の実施を前提に、疲労破壊に対する長寿命を期待して舗装断面の強化に費用をかけるか否か。あるいは、流動わだち掘れに対する長寿命を期待して改質アスファルトの使用に費用をかけるか否か。逆に維持修繕に費用をかけた方が合理的ではないか。といった検討の回答は、ライフサイクル・コストを比較することで明確に得られる。(社)日本道路建設業協会は、全米アスファルト舗装協会によ

る「Pavement Life Cycle Costing」を「舗装のライフサイクル・コスト分析」⁶⁾として翻訳し、「費用現在価値法」で舗装のライフサイクル・コストを分析する方法の情報を提供している。「費用現在価値法」は、数種の代替案の全投資費用と全経費を現在価値に換算し、その合計が最も小さくなる案が最も経済的であると評価される方法である。新設あるいは改良工事に要する費用や維持管理費用の他、工事(交通規制)の影響による交通渋滞で生ずる利用者の遅延費用を算出し、経済評価に反映する方法が示されている。さらに谷口らはその研究成果⁷⁾として我国の道路において工事を行った場合に生ずる交通渋滞と遅延費用を算定する方法を発表している。

これらの研究成果を基に、舗装事業を一定の水準で実施することを前提とし、その方法に数種の代替案が存在する場合の選定に用いる経済分析は、数種の代替案のライフサイクル・コストを「費用現在価値法」で算定して比較することで可能となっている。

(2) 便益

舗装事業の実施が必ずしも前提とされず、かつ実施する場合の水準も未定の状態で、数種の代替案が存在する場合には、先ず、各案のライフサイクル・コストを算定して「費用」とし、次に各案の実施によって得られる「便益」を算定し、各案を「費用便益比法」で比較する経済分析が必要となる。

現在、道路において舗装に求められる機能とこれに対応する技術、および計測する便益を表-2に整理した。

基本的に「道路事業の経済分析」で評価される便益は舗装されていることを前提とした新たな路線を追加する場合としない場合の交通流の違いに対して算出され、例えば平坦性等、舗装の状態の良否は反映されない。

表-2 舗装に求める機能～便益

	舗装に求める機能	要件	機能性舗装等対応技術	便益		舗装に求める機能	要件	機能性舗装等対応技術	便益		
車道および側帯	視距内で制動停止できる	わだち掘れが小さい	すべり止め舗装	交通事故減少便益	歩道	すべらない	すべらない	すべり止め処理	交通事故減少便益		
	車両操縦性がよい		改質アス他による切削オーバーレイ	ライフサイクル・コスト		転倒時の衝撃が少ない	衝撃を吸収する	ゴムチップ・土・木片他舗装	環境改善便益		
			改質アス他による切削オーバーレイ	ライフサイクル・コスト		つまずかない	段差がない	切削オーバーレイ表面処理	交通事故減少便益		
	ハイドロプレーニング現象がない		改質アス他による切削オーバーレイ	ライフサイクル・コスト		障害物がない					
	水はねがない		改質アス他による切削オーバーレイ	ライフサイクル・コスト		水たまりがない	平坦である		利用者便益		
	路面の視認性がよい	明るい	明色舗装	交通事故減少便益		砂ほこりがない	飛散しない		利用者便益		
	スリップ事故をなくす	凍結しにくい	凍結抑制舗装	ライフサイクル・コスト		泥濘化しない					
	疲労破壊してない	ひび割れがない	打換え、断面補強他	ライフサイクル・コスト		周囲への水はねがない					透水する
	乗り心地がよい	平坦である	切削オーバーレイ	利用者便益		地下水を涵養する					
	荷傷みがしない					砂ほこりがない	飛散しない			環境改善便益	
	水はねがしない					透水性舗装 排水性舗装	利用者便益	路面温度の上昇を抑制する	路面温度が低い	保水性舗装／遮熱性舗装	環境改善便益
	沿道等への水はねがない							透水性舗装 排水性舗装	環境改善便益	景観と調和している	景観と調和している
	地下水を涵養する	CO2排出を低減する	CO2排出が少ない	中温化技術						環境改善便益	
	都市型洪水を抑制する										
	騒音が小さい	騒音が小さい	低騒音舗装	環境改善便益							
	振動が小さい	振動が小さい	切削オーバーレイ	環境改善便益							
	路面温度の上昇を抑制する	路面温度が低い	保水性舗装／遮熱性舗装	環境改善便益							
CO2排出を低減する	CO2排出が少ない	中温化技術	環境改善便益								

しかし、例えば舗装路面の平坦性が一定の水準以下に悪化すると、道路の利用者であるドライバー等の「乗り心地が低下する」「燃費が悪くなる」といった便益の減少に結びつくことは容易に想定される。よって、平坦性をどの水準で維持管理するかといった舗装事業の検討には、舗装の劣化に伴う便益の減少、逆に劣化が進んだ舗装を補修して平坦な舗装路面を回復させることによる便益の増加をきめ細かに算定し経済分析に反映させる方法が必要である。

一方、道路の立地条件等によって付加機能を追加した舗装（本論では仮に機能性舗装と総称する）に改良するか従前の舗装をそのまま補修するかといった際の経済分析には、追加する付加機能により期待される便益を算定する必要がある。

以下、舗装を一定の水準に維持修繕することで得られる便益、あるいは機能性舗装に改良することで得られる便益を算定する方法を提案する。

4. 便益算定方法の提案

(1) 補修工事による便益

a) MCI の回復と管理水準

舗装の基本的な機能は路面をわだち掘れやひび割れを含む凹凸の少ない平坦な状態に保つことにある。極端な例として、平坦な舗装路面と平坦さを保てない未舗装路面とを比較した場合の便益は燃費の差で端的に現れる。執筆者らは、以下の条件で縦断凹凸が大きい未舗装路面での燃費を測定し、その差を確認した。

使用車種) ライトバン 1500cc SOHC エンジン

天 候) 曇り

路面状態) ほぼ乾燥状態 目だったわだち掘れなし

道 路) 幅員約4m 縦断勾配) 0%

交通量) N_1

延 長) 砂利敷き ; 180m AS舗装 ; 150m

燃費計測) 燃費計による直接計測

速度を変えた燃費の計測結果を図-2 に示す。

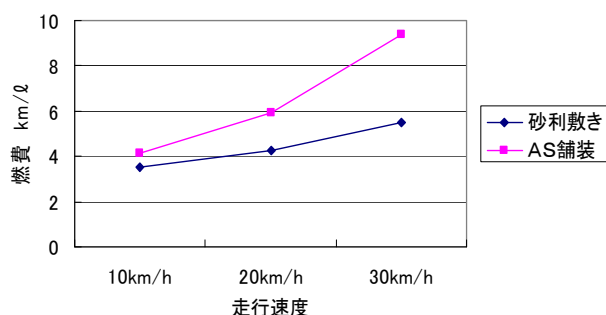


図-2 舗装の有無による走行速度別燃費

表-3 走行費用に対する縦断凹凸の影響

縦断凹凸 (in/mile)	部品とタイヤにかかる 費用の増加 (%)		燃料消費の増加 (%)	
	部品	タイヤ	乗用車	バス
25(39cm/km)	-41	-4	-4	-5
75(118cm/km)	0	0	0	0
200(316cm/km)	+80	+7	+7	+11
500(789cm/km)	+160	+15	+15	+24

路面の平坦性が低下すると、自動車が受ける転がり抵抗が大きくなり、ドライバーの加・減速操作も増えるため走行燃費が高まり、利用者便益の内、走行費用が大きくなる。全米アスファルト舗装協会は走行費用に対する縦断凹凸の影響を表-3 のように示して⁸⁾ いる。

わが国では、舗装を維持管理する際に用いる路面の健全度を表す指標として平坦性、ひび割れ率、わだち掘れの深さの3要素を組み合わせて指数化するMCI が一般的に用いられている。MCI と走行費用には、例えば図-3 のような関係⁹⁾ が示されており、MCI の維持管理水準による便益を走行費用の減額で評価する方法が考えられる。

安崎らはほぼ直線で縦断勾配がなく、一定の走行が可能でMCI が適度に分布するような国道の供用区間10箇所を選定し走行費用の違いを調査し図-4, 5¹⁰⁾ のように報告している。本研究では、MCI を指標とした管理水準の差による利用者便益を舗装の維持修繕の経済評価に用いる方法として、①安崎らの結果を燃料価格120円/ℓとして、利用者が1km走行することに対して支払う走行費用に換算(図-6, 7)した。②前述「道路投資の評価に関する指針」に示されている走行費用原単位(表-4)が普通貨物と乗用車はMCI に応じて図-6, 7の大型トラックと乗用車のように変化し、バスと小型貨物は大型トラックと乗用車の平均値のように変化すると仮定して、時速30km/hにおける走行費用原単位を設定(表-5)した。

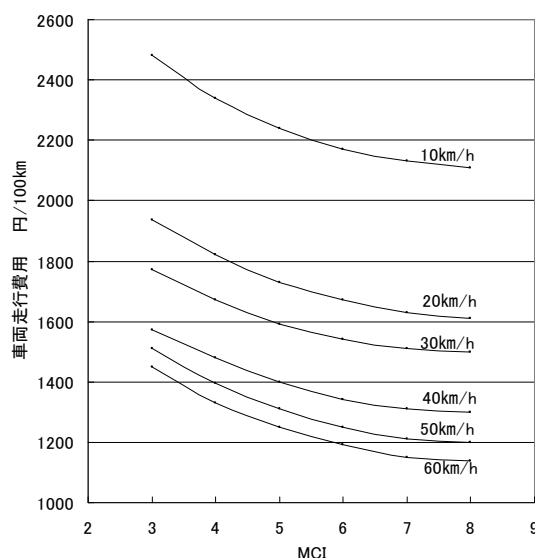


図-3 走行費用とMCI (小型車)

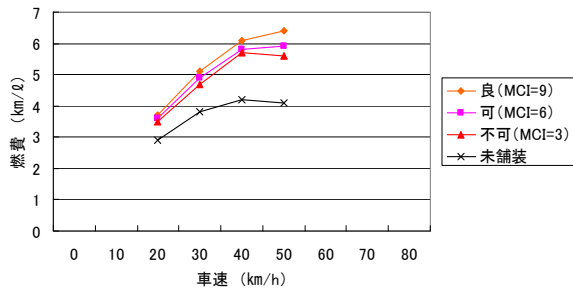


図-4 車速と走行燃費との関係（大型トラック）

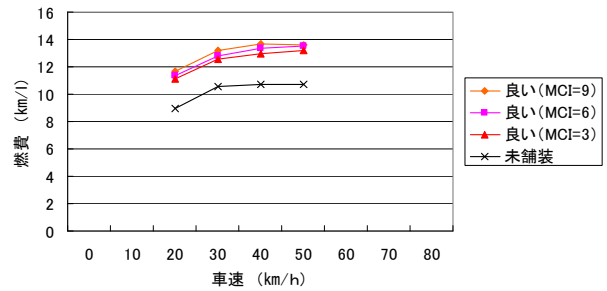


図-5 車速と走行燃費との関係（乗用車）

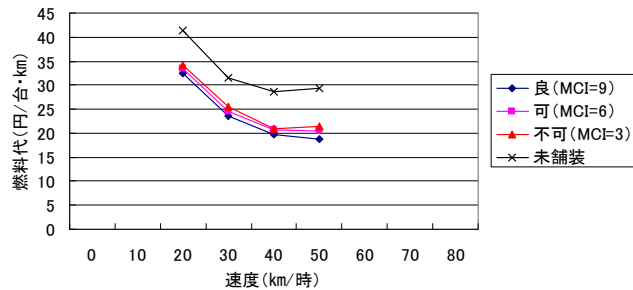


図-6 車速と走行費用との関係（大型トラック）

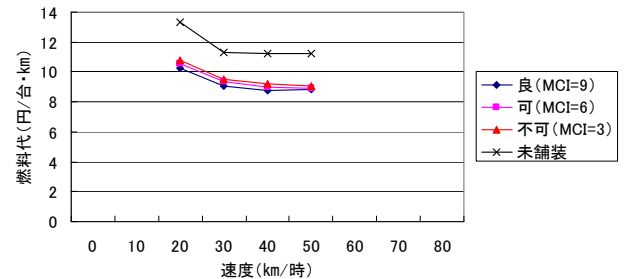


図-7 車速と走行費用との関係（乗用車）

表-4 走行費用原単位

一般道路(平地)		(単位:円/台・km)			
速度(km/時)	乗用車	バス	乗用車類	小型貨物	普通貨物
10	19	56	20	27	38
20	14	49	15	22	30
30	12	46	13	21	27
40	11	45	12	20	26
50	11	44	12	20	26
60	11	45	12	21	26

表-5 各 MCI における時速 30 km/時の走行費用原単位

(単位:円/台・km)				
	乗用車	バス	小型貨物	普通貨物
未舗装	14	62	27	35
MCI:3	13	49	23	29
MCI:6	12	46	21	27
MCI:9	12	46	21	27

表-5 の原単位を用い、諸条件を仮定した評価例を以下に示す。

【条件】

- ① 表層切削オーバーレイによる補修工事の費用 21,000 千円/kmを負担して MCI を 3 から 9 に回復
- ② 延長 1 km, 幅員 7.8mの範囲が対象
- ③ 総交通量
 - ・乗用車 16,000 台/日
 - ・バス 600 台/日
 - ・小型貨物 5,600 台/日
 - ・普通貨物 1,500 台/日
- ④ 通行車両の平均走行速度 30 km/時
- ⑤ 補修後、メンテナンスフリーで 3 年間 MCI が 6 を下回らない

【試算】

表-5 から算出される、舗装の MCI が 3 から 9 に改良されることによる 1 日あたりの利用者便益の増加額は

乗用車 16,000 台/日 × (13-12) 円/台・km
= 16,000 円/日・km

バス 600 台/日 × (49-46) 円/台・km
= 1,800 円/日・km

小型貨物 5,600 台/日 × (23-21) 円/台・km

= 11,200 円/日・km
普通貨物 1,500 台/日 × (29-27) 円/台・km
= 3,000 円/日・km

計 32,000 円/日・km

休日交通係数を 0.98 すると上記における休日の利用者便益の増加額は

32,000 円/日・km × 0.98 = 31,360 円/日・km

年間の 1/3 が休日とすると、休日は 365 日/年 × 1/3 = 122 日/年、平日は残りの 243 日となり年間利用者便益の増加額は、

32,000 円/日・km × 243 日/年 + 31,360 円/日・km × 122 日/年 = 11,602 千円/年・km

である。このことから本件費用便益分析の結果から、11,602 千円/年・km以下の年間コストを費用として負担できるという結論が得られる。3 年間で MCI が 6 を下回らないという契約条件で、工事費用 21,000 千円/kmを負担して改善する場合、年換算の費用は

21,000 千円/km ÷ 3 年 = 7,000 千円/年・km

であり、利用者便益 11,602 千円/年・kmと比較して約 1.7 倍の経済効果が得られると説明できる。

表-6 交通事故の原単位

単位:千円

物損事故1件当り物的損失額	447	
	1,539	
人身事故1件当り渋滞損失額	時間損失額	走行費用損失額
	906	633
死傷者1人当り損失額	死亡	31,533
	重傷	9,374
	軽傷	644

b) すべり抵抗値の回復と維持

舗装路面の劣化には、ポリッシングによるすべり抵抗の低下も挙げられ、特に交差点や曲線部など制動を要する箇所において交通事故による損失増加の原因となる。

「道路投資の評価に関する指針」には物損事故と人身事故の損失額を表-6のように設定しており、本研究では前述整合性を考慮しそのまま原単位に用い舗装事業に適用させた場合の評価を試みた。

表-6の原単位を用い、諸条件を仮定した評価例を以下に示す。

【条件】

新設時に湿潤時のすべり摩擦係数が0.40であったことが確認されている路線の曲線部で、供用4年目から雨天時にすべりの影響が大きいと思われる人身事故が発生するようになった。発生件数と損失額を表-7に示す。供用後6年目となった時点で湿潤時のすべり摩擦係数を測定した結果0.20に低下していることが判明した。

- ① 一般道路の曲線部のすべり摩擦係数をニート工法を用いて0.2から0.4に回復してメンテナンスフリーで1年間以上維持
- ② 雨天に追突や横滑りによる交通事故が頻発している延長200m、幅員3.5mの車線が対象
- ③ 総交通量は交通事故が頻発しはじめる以前と大差ない状態で推移
- ④ ニート工法による補修工事費用は4,500千円

【試算】

舗装のすべり抵抗を回復することで減少する交通事故の損失額は、すべり抵抗が低下する前の交通事故の損失額を査定することで求めることができる。舗装路面のすべり抵抗の低下は湿潤時において顕著に現れ、統計的にみると摩擦係数と湿潤時事故率に明確な相関関係が認められる¹¹⁾とされている。本事例の事故はいずれも湿潤時に発生しており、すべりの影響を受けた可能性が高いことから、摩擦係数の回復は事故率の低下に直接連動すると推定される。経時的にすべり抵抗と交通事故の関係を記録していないこの場合においては、すべりの影響が大きい交通事故数の増加時から、すべり抵抗が低下する以前の交通事故の損失額を894千円/年と査定し、回復による事故総減少便益は現状との差額73,001千円/年、1年間で対策工事費用4,500千円の約16倍の経済効果が得られると説明できる。

表-7 供用年数と事故による損失額

	物損事故		人身事故				損失額の計(千円)	低下以前損失額との差(千円)
	件数	物的損失額(千円)	件数	渋滞損失額(千円)	件数	1人当たり損失額(千円)		
供用1年目	2	894	0	0	死亡	0	894	0
					重傷	0		
					軽傷	0		
供用2年目	2	894	0	0	死亡	0	894	0
					重傷	0		
					軽傷	0		
供用3年目	3	1341	0	0	死亡	0	1341	447
					重傷	0		
					軽傷	0		
供用4年目	4	1788	2	3078	死亡	0	16172	15278
					重傷	9374		
					軽傷	1932		
供用5年目	6	2682	2	3078	死亡	31533	57329	56435
					重傷	18748		
					軽傷	1288		
供用6年目	4	1788	2	3078	死亡	31533	73895	73001
					重傷	37496		
					軽傷	0		

(2) 機能性舗装の付加機能と便益

a) 凍結抑制舗装の機能

凍結抑制舗装は、ゴムや塩化物を混入することで路面の氷着を抑制するものである。凍結抑制舗装の効果は寒さの程度によって異なり、最低気温が氷点を大きく下回らず、スタットレスタイヤが普及していない地域において最も効果を発揮しやすいといわれている。

この場合、凍結抑制舗装による主たる便益は、路面凍結対策として行う塩化物薬剤の散布の費用の減額であり、対象区間における従前の塩化物薬剤の散布に要した費用からの減分（あるいは塩化物薬剤の散布で代替する場合の費用）が便益となる。

【条件】

- ① 関東圏の山岳道路1km、7500 m²が対象
- ② 適用前は冬日60日間において6回/日の塩化物の散布を遅滞なく行った場合に交通事故は発生せず
- ③ 塩化物の散布費用は2円/m²
- ④ 凍結抑制への改良工事の費用は38,000千円
- ⑤ 凍結抑制への改良後の塩化物の散布回数は他の実績から1回/日で持続する。
- ⑥ 凍結抑制機能のライフサイクルはメンテナンスフリーで10年間以上あることが確認されている。

【試算】

凍結抑制舗装の採用で塩化物の散布回数を1回/日に減ずることで節減される散布費用は年間

$$2 \text{ 円/m}^2 \times 7,500 \text{ m}^2 \times 5 \text{ 回/日} \times 60 \text{ 日/年} = 4,500 \text{ 千円/年}$$

凍結抑制舗装のライフサイクル10年間における散布の費用の低減額は

$$4,500 \text{ 千円/年} \times 10 \text{ 年} = 45,000 \text{ 千円}$$

となり、改良工事の費用38,000千円と比較して、約1.2倍の経済効果が得られると説明できる。

b) 保水性舗装や遮熱性舗装の付加機能と便益

保水性舗装や遮熱性舗装は、潜熱輸送や近赤外線を反射することで夏季における路面の温度上昇を抑制し熱環境を改善しようとするものである。一般に路面温度の上

昇を抑制する方法として路面散水があり、散水で代替する場合の費用が便益となる。

【条件】

- ① 駅前広場 1,500 m²が対象
- ② 7～9月の2/3にあたる60日間が晴天として、3回/日の散水を20千円/回の費用で行う。
- ③ 保水性舗装あるいは遮熱性舗装への改良工事の費用は6,000千円

【試算】

3回/日の散水を年間60日行った場合の費用は
20千円/回×3回/日×60日/年=3,600千円/年
よって、保水性舗装あるいは遮熱性舗装が所定の機能を2年間以上発現できれば
3,600千円/年×2年=7,200千円>6,000千円
と経済効果をもたらすと説明できる。

4. 今後の課題

本研究では、諸条件に種々の仮定を設定して、補修工事の実施、あるいは各種機能性舗装への改良工事等、‘舗装事業の経済分析’のシミュレーションを行った。シミュレーションで示した便益の原単位は、前提とした仮定の違いで大きく変化するものであり、未だ実用可能なレベルに達していない。今後各方面からデータを収集してブラッシュアップする必要がある。
本研究の過程で得られた知見を以下に列記する。

- ① アスファルト舗装の設計寿命は10年間で一般的であり、埋設管工事等によってさらに短い期間で更新される場合も少なくない。このため舗装事業は道路事業の場合と比較してきめ細かな分析を要し、評価対象期間の標準化(例えば50年間)を行わず、現場要件にあわせて都度設定する方法が実用的と考えられる。
- ② すべり抵抗値の項で試算したように補修工事により回復する便益は供用により損傷を受ける前の便益と一致することが前提となる。このため新設時の便益をあらかじめ計測しておく必要がある。新設時の便益に関するデータが存在しない場合においては、新設時と同様であると判断される箇所のデータを用いる方法が考えられる。
- ③ 機能性舗装による凍結抑制効果や温度低減効果等、機能の便益が直接的に計測できない事項の場合は、同じ機能を他の方法で代替させる場合の費用、受益者の支払い許容額等から算出する方法の採用を検討する。

また同様に以下の課題が抽出された。

- ④ 道路事業の実施による便益が交通流の変化を予測して体系づけて算定されるのに対して、舗装事業

では要件に応じて異なるアプローチの貨幣換算を行わざるを得ない。このため、本研究から試行錯誤で最適な評価方法を探っていく必要がある。

5. おわりに

わが国の舗装は繰り返し作用する交通荷重に一定期間耐えうる構造とする構造設計と、道路利用者へ一定以上のサービスを提供する路面設計の2つのアプローチを別々に検討し組み合わせる方法で設計されている。これらの設計方法は、イニシャルコストやランニングコストを最小とするための検討方法であり、限られた予算内でニーズに合わせた機能を最大にするための検討方法は示されていない。舗装を含む大枠としての道路整備については、整備に要する費用と整備することによる便益を分析し計画する交通工学的な手法が確立され、多くの道路管理者によって採用されている。同様の考え方を舗装の設計にも応用できれば、各方面で開発されている多種多様な舗装をより合理的に使い分けことが可能となる。

本研究の最終目標は、舗装の設計に費用便益分析のプロセスを追加する方式の標準化にある。そのためには、便益の合理的な貨幣換算が不可欠であり、各方面の情報を収集し検討を続けていく所存である。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局；道路統計年報2009
- 2) 道路投資の評価に関する指針検討委員会：道路投資の評価に関する指針，2000
- 3) 国土交通省道路局都市・地域整備局：費用便益分析マニュアル，2008
- 4) Robley Winfrey 日本道路協会訳：道路経済学
- 5) 森地茂他：道路投資の便益評価，2008
- 6) 日本道路建設業協会：海外舗装情報3
- 7) 谷口聡他：舗装工事におけるプロジェクトレベルのLCC算定法に関する研究，2002
- 8) 日本道路建設業協会：海外舗装情報18
- 9) 道路局国道第一課，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，第41回建設省技術研究会報告，1987
- 10) 安崎他：舗装の供用性と車両走行費用に関する検討，第18回日本道路会議論文集，1989
- 11) 市原他：路面のすべりとその対策，技術書院，1997.3

ECONOMIC ANALYSIS FOR PAVEMENT MENDING AND ITS ADDITIONAL FUNCTIONS

Shuuhei MITSUTANI and Teruhiko MARUYAMA

The road administrators spend so many amounts of both human power and money annually on pavement maintenance programs that the rational maintenance operation is now required. On the other hand the diversification of pavement functions in these years requires significant construction expenditures. The estimation of the life cycle cost of pavements should be executed in order to justify the spending the funds for these pavement improvement. Although there are several economic analyses on the reduction of traffic congestion, benefit cost analysis for pavement maintenance is not implemented sufficiently, and there is no economical estimation for additional pavement functions. This study gives B/C analyses for pavement mending and several additional functions of pavements. The conclusions of this study are (1) when pavements are mended under the contract that the Maintenance Control Index (MCI) is recovered from 3 to 9 and kept over 6 for 3 years, the user's benefit from fuel consumption reduction is 2.5 times of the mending costs, (2) when the coefficient of friction of curved sections of a highway is improved from 0.2 to 0.4, the benefit from the traffic accident reduction becomes 15 times larger than the repairing costs, and (3) when times of salt applications are reduced from 6 times/day to 1 time/day on each of 60 snowy days by the surfacing of anti-freezing pavements, the salt application costs will be saved 1.2 times of the pavement improving costs.