

安全性・快適性を考慮したLCCに基づく 道路舗装アセットマネジメントに関する実証的研究

三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株) 鈴木俊之*¹大日コンサルタント(株) 杉浦聡志*²岐阜大学 高木朗義*³岐阜大学 倉内文孝*⁴

By Toshiyuki SUZUKI, Satoshi SUGIURA, Akiyoshi TAKAGI and Fumitaka KURAUCHI

現在、社会資本を効率的・効果的に維持していくための、アセットマネジメントシステムの導入が全国で進められている。しかしながら、これらのシステムの多くは構造物の維持管理にかかる費用の最小化については図られているものの、道路利用者のニーズが十分に考慮されたものとはなっていない。

本稿では、岐阜県での道路舗装アセットマネジメントの検討内容を基に、利用者ニーズを反映した総合評価指標を踏まえた道路舗装アセットマネジメントについて検討を行った。具体的には、岐阜県内に在住の住民等に対するアンケート調査を実施し、コンジョイント分析を用いて、道路の安全性・快適性に係るユーザーコストを算出した。そして、実際に岐阜市の道路ネットワークを用いて、これらのユーザーコストを含む一般化交通費用を考慮した利用者均衡配分により、ユーザーコストが道路舗装の維持管理計画に与える影響の分析を行った。

【キーワード】道路舗装マネジメント、意識調査分析、LCC

1. はじめに

現在、道路資本の老朽化が急激に進んでおり、将来的に維持管理費用が著しく増加することが予測されている。このため、効率的な維持管理計画の策定を目的とした舗装維持管理システムの構築が全国各地で進められている。しかしながら、そのシステムの多くは健全度評価と劣化予測によって算出された維持管理費用の最小化については図られているものの、事業の優先順位の決定において利用者ニーズが反映されているものは少ない。

そこで本研究では、岐阜県での道路舗装アセットマネジメントの検討内容を基に、道路管理者の視点に加え利用者の視点を反映する評価手法を提案する。具体的には、岐阜県内の住民に対するアンケート調査を実施し、コンジョイント分析を用いて、道路の安全性・快適性に係るユーザーコス

トを算出する。そして、実際に岐阜市の道路ネットワークを用いて、それらのユーザーコストが道路舗装の維持管理計画に与える影響について分析を行う。

2. 本研究の位置づけ

(1) 既存研究のレビュー

道路舗装マネジメントについては、さまざまな研究が行われている。田村・慈道¹⁾らは、道路舗装の劣化について交通需要と自然劣化という2種類の不確実性を考慮すると共に、ユーザーコストとして車両走行費用や迂回費用を考慮し、予算制約下における道路網全体での修繕順位決定ルールを提案している。

さらに、乗り心地の悪化に関するユーザーコストについては、川村²⁾らは、道路利用者の安全性・

※1 政策研究事業本部 研究開発第一部	052-203-5322	mail:toshiyuki.suzuki@murc.jp
※2 コンサルタント事業部 道路部	058-271-2507	mail:sugiura-s@dainichi-consul.co.jp
※3 工学部社会基盤工学科 教授	058-293-2445	mail:a_takagi@gifu-u.ac.jp
※4 工学部社会基盤工学科 准教授	058-293-2443	mail:kurauchi@gifu-u.ac.jp

快適性に対するニーズを把握するため、道路舗装の平坦性の指標であるIRI（International Roughness Index）と被験者による乗り心地評価を行い、IRIと乗り心地の関係式を求めている。また、遠藤・姫野ら³⁾や、石田・丘本ら⁴⁾は、乗り心地の向上に対する支払意思額（WTP（Willingness To Pay））についてアンケート調査を行い、IRIと支払意思額の関係を示している。これらの既存研究は、道路管理者が維持補修計画の立案に評価指標として用いているMCI（Maintenance Control Index）が、安全性や快適性といった道路利用者のニーズを十分に反映していないという問題意識のもと、IRIとユーザーコストの関係を分析した点が成果といえる。また、鈴木・杉浦・高木⁵⁾らは、道路の劣化状態（ひび割れ率やわだち掘れ量）が道路利用者のWTPに与える影響を分析するため、コンジョイント分析により、安全性・快適性に係る支払意思額をMCIに基づいて算出し、仮想道路ネットワークを用いてユーザーコストが補修戦略に与える影響の分析を行っている。これは、地方自治体では、過去のデータベースや点検・劣化予測の技術など、舗装マネジメントに関する知見の多くが、MCIを中心に蓄積されていることから、補修戦略の検討にはMCIを活用することが効率的であるとの考えによるものである。

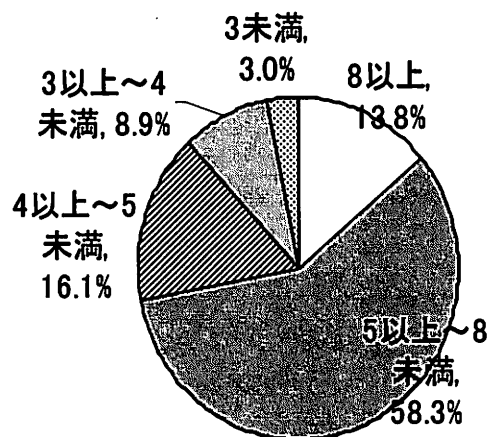
(2) 岐阜県道路舗装データ

ここでは、本研究で用いている「岐阜県道路舗装データ」について整理する。岐阜県では、平成16年度にアセットマネジメント検討委員会を設立し、舗装と橋梁における効率的な維持管理に関する検討が開始されている。舗装については、平成16年度に、約3,000kmについてMCIの調査が実施されている。岐阜県では、舗装のひび割れ率とわだち掘れ量を調査し、(1)式を用いてMCIを算出している。

$$MCI = 10 - 1.51C^{0.3} - 0.3D^{0.7} \quad (1)$$

ここで、 C ：ひび割れ率（％）、 D ：わだち掘れ量（mm）である。

この調査の結果、全区間の平均MCIは6.1となっており、全体としては適切な水準が保たれていることが明らかとなった。しかしながら、図-1に示



平均 MCI : 6.1

図-1 岐阜県管理道路の舗装の現状(MCI)

す通り、4未満の区間が約12%あるなど、維持管理の遅れている区間もある。

先行研究の多く、そして岐阜県におけるアセットマネジメントにおいても、道路の乗り心地の変化に対するWTPの算出や仮想道路ネットワークを用いた影響分析の試算は行われているものの、実際の道路ネットワークを用いた分析は行われていない。また、維持管理計画を作成する際に指標となるLCC（Life Cycle Cost）には、利便性（補修工事時の迂回による費用の増分）・安全性・快適性を含むユーザーコストが考慮されているものの、時間損失費用の算出時には、道路舗装の劣化性状が道路利用者の経路選択に及ぼす影響については考慮されていない。

本研究では、岐阜県での道路舗装アセットマネジメントの検討内容を基に、利用者ニーズを反映した総合評価指標を踏まえた道路舗装アセットマネジメントについて検討を行う。具体的には、岐阜県内に在住の住民等に対するアンケート調査を実施し、コンジョイント分析を用いて、道路の安全性・快適性に係るユーザーコストを算出すると共に、実際の岐阜市の道路ネットワークを用いて、ユーザーコストが道路舗装の維持管理計画に与える影響の分析を行う。また、補修工事時における交通量の変化については、これらのユーザーコストを含む一般化交通費用を考慮した利用者均衡配分を用いることにより、道路舗装の劣化性状が道路利用者の経路選択に及ぼす影響を考慮する。

3. ユーザーコストを考慮した道路舗装LCC

社会的費用を考慮した道路舗装の LCC を補修費用、利便性・安全性・快適性に関するユーザーコストの和と定義し、補修水準最適化の目的関数を(1)式の通り定式化する。なお、LCC は、ライフサイクルにおける毎期のコストを現在価値換算したものである。

$$LCC = \sum_a \sum_T \{MC(a,T) + UC_m(a,T) + UC_c(a,T) + UC_s(a,T)\} / (1+r)^T \quad (2)$$

ここで、 MC ：補修費用、 UC_m ：利便性に関するユーザーコスト、 UC_c ：快適性に関するユーザーコスト、 UC_s ：安全性に関するユーザーコスト、 a ：ネットワーク上のリンク、 T ：プロジェクト年次、 r ：社会的割引率、である。

(1)補修費用 MC

補修費用 MC は、岐阜県道路舗装アセットマネジメントで用いられている考え方に基つき、補修時のMCIに合わせた補修工法を設定し、(3)式により対象箇所における補修費用を算出する。

$$MC = c \times b \times l \quad (3)$$

ここで、 MC ：各補修箇所の補修費用、 c ：単位面積あたりの補修費用、 b ：補修箇所の幅員、 l ：補修箇所の区分長、である。

(2)利便性に関するユーザーコスト UC_m

道路利用者の利便性に関するユーザーコスト UC_m は、補修工事時の通行規制により発生する一般化交通費用の増分として捉える。これは、補修工事に伴う迂回等による所要時間・走行費用の増分を消費者余剰の減少分として算出する⁶⁾。また、補修時の工期は補修工法ごとに決定する。

$$UC_m = \{a_1(t_{1m} - t_0) + a_2(l_{1m} - l_0)\}T_l \quad (4)$$

ここで、 T_l ：工事期間、 a_1 ：時間価値、 a_2 ：走行費用、 t_{1m} ：補修工事時のネットワーク全体の総走行時間、 t_0 ：通常時のネットワーク全体の総走行時間、 l_{1m} ：補修工事時のネットワーク全体の総走行距離、 l_0 ：通常時のネットワーク全体の総走行距離、である。

(3)安全性に関するユーザーコスト UC_s

本研究では、舗装設計施工指針（平成 18 年版）⁶⁾を参考に、「わだち掘れ量の増大」を「安全性の低下」と定義する。同指針では、安全性はすべり抵抗性などからも影響を受けるものとされるが、本研究では岐阜県道路舗装データの使用を前提としているため、入手可能なデータとして「わだち掘れ量」を採用した。安全性に関するユーザーコスト UC_s は、「わだち掘れ量」に対する WTP と交通量、「わだち掘れ量」の積により算出する。

$$UC_s = \sum_a WTP_s \times v_a \times RD(i,t) \quad (5)$$

ここで、 WTP_s ：安全性に対する支払意思額、 v_a ：リンク交通量、 $RD(i,t)$ ：わだち掘れ量、 i ：道路区間、 t ：直近の補修時点からの経過年数（補修履歴の無い地点については、施工年からの経過年数）、である。

(4)快適性に関するユーザーコスト UC_c

快適性に関するユーザーコストも、舗装設計施工指針（平成 18 年版）を参考に、「ひび割れ率の増大」を「快適性の低下」と定義する。同指針では、快適性は平坦性や透水性などからも影響を受けるものとされるが、入手可能なデータがひび割れ率のみであるため、こちらを採用した。快適性に関するユーザーコスト UC_c は、舗装の劣化（MCI の低下）のうち、「ひび割れ率」に対する WTP と交通量、「ひび割れ率」の積により算出する。

$$UC_c = \sum_a WTP_c \times v_a \times CR(i,t) \quad (6)$$

ここで、 WTP_c ：安全性に対する支払意思額、 $CR(i,t)$ ：ひび割れ率、である。

4. 道路舗装ライフサイクルコスト算出手法

本研究で取り扱う社会的費用はそれぞれ利用者の数、すなわち交通量に依存する。そのため、補修工事時におけるネットワーク上での交通量の変動を考慮する必要がある。ここでは、前段で定義された LCC を算出するために必要となる、道路舗装の劣化予測、ユーザーコストを考慮した利用者均衡配分手法、予算制約を考慮した補修地点の優先順位の考え方の 3 点について整理する。

(1)道路舗装の劣化予測

道路舗装は供用環境によって劣化の進行速度が異なる。また、安全性と快適性に係るユーザーコストを個別に算出するためには、ひび割れ率とわだち掘れ量について、それぞれ個別の劣化予測式が必要となる。そこで、岐阜県道路舗装データを用いて劣化予測式を推定する。道路舗装データに蓄積されている観測地点の供用環境を示すすべての属性に、直近の補修時点からの経過年数（補修履歴の無い地点については、施工年からの経過年数）を乗じて説明変数とし、重回帰分析を行う。重回帰分析を実施した結果ひび割れ率 $CR(i,t)$ 、わだち掘れ量 $RD(i,t)$ の劣化予測式は(7)式、(8)式のように推定された。なお、ここでは施工開始年からの劣化と補修後の劣化について、同一の式を用いている。

また、推計結果の概要を表-1および表-2に示す。重相関係数は、ひび割れ率が0.69、わだち掘れ量が0.70となっている。ひび割れ率は、農村部、山間部、都市部とその供用地域によって劣化速度が異なっている。また、わだち掘れ量は大型車交通量の影響を強く受けていると共に、寒冷・積雪地域においては劣化の進行が速くなっていることが確認された。

$$CR(i,t) = CR(i,0) + (0.64x_1 + 0.808x_2 + 0.355x_3) \times t \quad (7)$$

$$RD(i,t) = RD(i,0) + (0.181x_4 + 0.227x_5 + 0.933x_6 + 0.000335x_7(i)) \times t \quad (8)$$

ここで、 $x_1 \sim x_6$ ：ダミー変数（ x_1 ：農村部、 x_2 ：山間部、 x_3 ：都市部、 x_4 ：寒冷地域、 x_5 ：積雪地域、 x_6 ：排水性アスファルト舗装）、 $x_7(i)$ ：大型車交通量、である。

(2)ユーザーコストを考慮した利用者均衡配分

通常の利用者均衡配分では所要時間をリンクコストとして交通量が決定されるため、道路の劣化によって経路選択が変更されることはない。しかしながら、道路利用者が実際の経路選択を一般化交通費用に従って行っていると考えた場合、その一般化交通費用には、安全性や快適性などのユーザーコストも含まれていると考えることができる。そこで、ここではLCCの算出に用いる各ユーザーコストを、一般化交通費用として利用者均衡配分

表-1 劣化予測式の推計(ひび割れ率)

I. 説明変数	係数	t 値
①農村部	0.674	32.24
②山間部	0.808	31.97
③都市部	0.355	4.55
II. 重相関係数	0.695	
III. 観測数	2,236箇所	

表-2 劣化予測式の推計(わだち掘れ量)

I. 説明変数	係数	t 値
①大型車交通量	0.000335	27.08
②寒冷地域	0.181	7.59
③積雪地域	0.227	4.56
④排水性アスファルト舗装	0.933	4.89
II. 重相関係数	0.702	
III. 観測数	2,160箇所	

に導入することで道路利用者が経路選択において道路舗装の劣化性状を考慮していることを表現する。そのために、Frank-Wolfe法の利用者均衡配分を基にして、各ユーザーコストを一般化交通費用として足し合わせた(9)式を用いて交通量配分を実行する。

$$\min Z_u = \sum_{a \in A} \int_0^{x_a} \alpha_a(w) + \beta l_a(w) + WTP_{sa}(w) + WTP_{ca}(w) dw \quad (9)$$

ここで、 t_a ：リンクの所要時間、 α ：時間価値原単位、 β ：走行費用原単位、 l_a ：リンク長、 WTP_{sa} ：リンクの安全性に対する支払意思額、 WTP_{ca} ：リンクの快適性に対する支払意思額、である。なお、時間価値原単位 α は67 (円/分)、走行費用原単位 β は21 (円/km) と設定する⁷⁾。

(3)補修地点の優先順位の考え方

計画的な維持管理を行うためには、每期必要となる補修費用が平準化されることが望ましく、そのために予算制約を考慮する必要がある。そして、適正な予算を確保することで道路舗装の供用水準が保たれ、安定的な利用が可能となる。予算は補修費用 MC に対して制約がかけられるため、予算制約を設けた場合、補修が先送りされる地点が発生する可能性がある。したがって、あらかじめ観測地点間における補修の優先度を設定する必要がある。

ある。ここでは、毎期の補修地点の優先順位の考え方を以下のように設定する。

- ①必ず補修が必要となる最低 MCI 水準を設定
- ②最低 MCI に達している区間を最も優先度順位の高いものとする
- ③その他の優先度順位は、全区間について算出された補修優先度指標 OP に従って決定される
- ④優先度順位に基づいて予算制約の範囲内で補修を行う区間を決定

補修優先度指標は(10)式で算出する。

$$OP^i = \frac{LCC_{i+1}^i - LCC_i^i}{l^i} \quad (10)$$

ここで、 OP ：補修優先度指標、 LCC_i^i ：最適なタイミングで補修した場合のLCC、 LCC_{i+1}^i ：最適なタイミングから一期遅らせて補修した場合のLCC、 i ：道路区間、 l^i ：道路区間長、である。

本研究では、補修をしなければならない最低MCI水準を $MCI < 3$ とする。これは、 $MCI < 3$ では路面上にポットホールが発生し、路床の構造破壊が発生するといわれているためである。

5. 利用者意識調査に基づく安全性・快適性に関するユーザーコストの算出

道路舗装が劣化するとわだち掘れが大きくなることやひび割れが発生することにより、利用者の安全性・快適性は低下すると考えられる。それらを定量的に評価するために、道路利用者への意識調査を実施する。安全性・快適性それぞれに対する支払い意思額を明確にするため、わだち掘れ量・ひび割れ率をそれぞれ、安全性・快適性に関する指標として定義する。利用者意識調査にはコンジョイント分析を用いており、表-3に示す9つのプロファイルを使用している。選択形式は一対比較法を用いている。また、各プロファイルは、同程度の劣化状態である岐阜市内の道路舗装を点検データから抽出し、実際にその地点を約40km/hで走行しながら車内に固定されたビデオカメラで撮影したものを用いている。

調査対象は一般の道路利用者とする。そのために、図-2～図-4に示すようなホームページを作成し、誰にでも回答できるシステムを作成した。

まず、図-2 では普段の通勤（学生の場合は通

表-3 利用者意識調査に用いた地点の劣化の状態

No	ひび割れ率 (%)	わだち掘れ量 (mm)
1	5.0	5.0
2	5.0	9.0
3	5.0	15.0
4	15.0	3.9
5	15.0	9.3
6	15.9	14.3
7	28.7	6.7
8	30.2	10.5
9	30.6	14.1

図-2 個人属性調査の画面

図-3 時間価値調査の画面

学) の状況を中心としたアンケート回答者の個人属性を尋ねる。また、図-3 では、各回答者の時間価値を算出するため、有料道路を利用するのに支払っても良いと思う金額を質問している。そして図-4 の利用者意識調査では、ランダムで2つのブ

ロファイルを抽出する。そして、それに該当する道路舗装の劣化性状を撮影した動画を再生させる。抽出された道路を通勤・通学に利用する場合の所要時間を提示する。通勤・通学時間と道路舗装の劣化性状を見比べて、利用者が通勤・通学路としてどちらを選択するかを問う。

この調査方法を用いた場合、安全性・快適性の変化に対する WTP は、被験者の時間価値から間接的に算出されることになる。つまり、図-3 の設問から各被験者の時間価値を算出し、それを基に図-4 の設問で各被験者がひび割れやわだち掘れを避けるために支払っても良いと感じている WTP を算出している。なお、図-3 の設問では、本研究の対象地域が岐阜市内であることから、都市内有料道路の利用を想定し、一般道 30 分、有料道 40 分というやや短めの所要時間を、全ての被験者に対して同じ設定で示している。

利用者意識調査は、岐阜県インターネットモニター、中濃 ML の参加者、岐阜大学工学部社会基盤工学科の学生を対象として実施した。意識調査の結果、回答者数 168 人、有効回答数 1,555 サンプルを得た。しかしながら、全サンプルを対象とした分析では、有意な結果を得ることができなかった。そこで、特に自動車の運転頻度が高く、日常的に経路選択行動に慣れていると考えられる「通勤・通学手段が自動車の回答者」のみを抽出（回答者数 107 人、有効回答数 938 サンプル）して分析したところ、表-4 に示す結果を得た。なお、支払意思額は、X1、X2 の係数をそれぞれ X3 の係数で除すことによって算出される。最尤推定法による分析の尤度比は 0.115 とそれでも課題の残る結果となったが、ひび割れ率における t 値は検定統計量を満たしている。推定精度の改善に関しては今後の課題とし、以下の試算においてはこの分析結果を用いてすすめる。

6. 岐阜市ネットワークにおける道路舗装ライフサイクルコストの試算

ユーザーコストを考慮した道路舗装アセットマネジメント手法の妥当性を確認するため、岐阜市ネットワークを用いた試算を行う。プロジェクトライフは 60 年とし、年間の予算制約を 1 億 5 千万

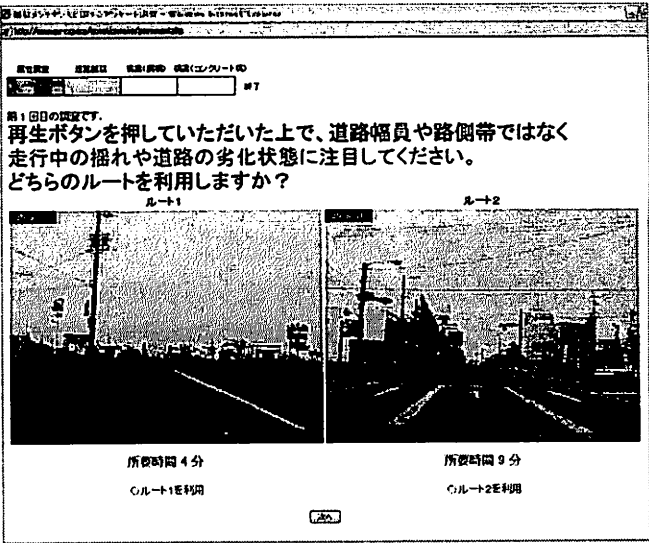


図-4 利用者意識調査(一対比較)の画面

表-4 安全性・快適性に対する WTP の推定結果

	係数	t値	尤度比	支払意思額
ひび割れ率 X1	-0.0128	-2.07	0.115	0.00325 (円/(%・km))
わだち掘れ量 X2	-0.0089	-0.43		0.00175 (円/(mm・km))
ユーザーコスト X3	-3.94	-6.1		-

円、社会的割引率は 4%とする。

(1)道路ネットワーク

管理対象とする路線は、岐阜市道路ネットワークの主要路線から抽出した 6 路線、総延長 56.125km とする。管理対象は、県道 77 号（環状部分のみ）、県道 1 号線（岐阜南濃線）、県道 78 号（岐阜大野線）、国道 248 号線、国道 157 号線、国道 256 号線の 6 路線である。これらの路線を区切った管理区分におけるひび割れ率、わだち掘れ量は、岐阜県道路舗装データより抽出した。利用者均衡配分を用いる道路ネットワークは図-5 に示す岐阜市ネットワークを用いる。ネットワーク上の太線のリンクが管理対象路線である。OD 交通量は H17 年度道路交通センサスデータを参考にして設定した。

(2)補修戦略

補修戦略はMCI値によって3種類を想定した。各補修戦略に対する補修工法、工賃、工期は表-5の通りである。また、補修工事の際、工期中は車線規制によりリンク交通容量が1/2になるとした。

(3)対象路線全体のLCCについて

図-6は管理対象としている6路線の合計のLCCと各種コストである。また、図-7は補修戦略別のLCCの構成を示したものである。これらの結果から、本試算においては補修費用と利便性に係るユーザーコストの2つが支配的となっている。まず補修戦略①と②を比較すると、補修工法が同じであるため、補修回数が少なくなる補修戦略②の方が、LCCは小さくなっている。補修戦略②の方が舗装の劣化が進むため、快適性と安全性のユーザーコストは大きくなるが、その増分が微少であるため補修戦略への影響はない。次に補修戦略①と③を比較すると、補修費用のみの場合は補修戦略①の方が費用は大きい、LCCでは補修戦略③の方が大きい。これは、補修戦略③では工期の長い打ち換えにより、利便性（迂回費用）に関するユーザーコストの増大が影響している。さらに、補修戦略③では補修が将来に先送りされるため、現在価値換算後の補修費用が低く算出されることも1つの要因となっている。

なお、図-6および図-7に示す通り、UCcとUCsが非常に小さな値となっているが、これは表-4に示される支払意思額が小さいことによるものである。本研究では(9)式のように、UCcとUCsを交通量配分時の一般化交通費用の一部として考慮しているが、その影響は小さいことが明らかとなった。ただし、表-4の支払意思額には、信頼性について課題が残されていることから、ユーザーコストを一般化交通費用として考慮することの是非と併せて再検討が必要といえる。

(4)路線ごとの補修戦略への影響

表-6に各路線の日交通量と概要を整理した。最も交通量の多いのは国道256号で、市街地と市北部を結び、交通量が多く代替路が少ない路線である。また、最も交通量の少ないのは県道78号で、岐阜市と隣市（本巣市）を結び、国道256号と同様に代替路は少ない路線となっている。

図-8に、路線別・補修戦略別のLCCの試算結果を示す。多くの路線でLCCが最小となる補修戦略が②となっている中、県道78号では補修戦略③でLCCが最小となっている。しかしながら、補修戦

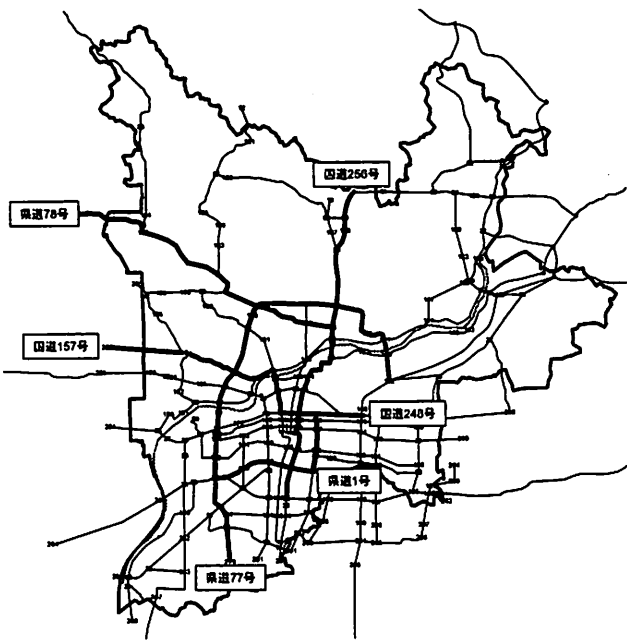


図-5 岐阜市ネットワーク

表-5 補修戦略と条件設定

補修戦略	補修MCI値	補修工法	工費 (円/㎡)	工期 (日/日)
補修戦略①	MCI≤5	切削オーバーレイ	3,100	1,050
補修戦略②	MCI≤4			
補修戦略③	MCI≤3	打ち換え	9,300	100

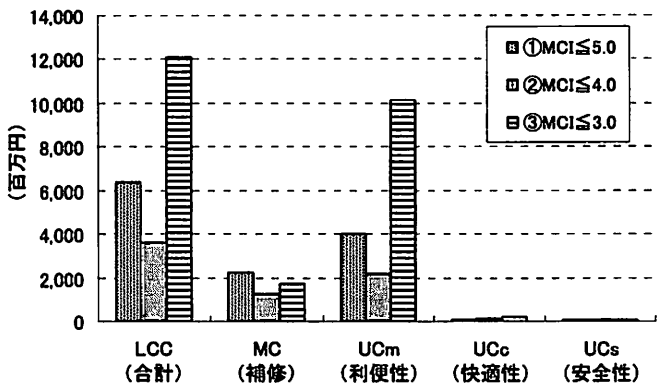


図-6 補修戦略別のLCCと各種コスト

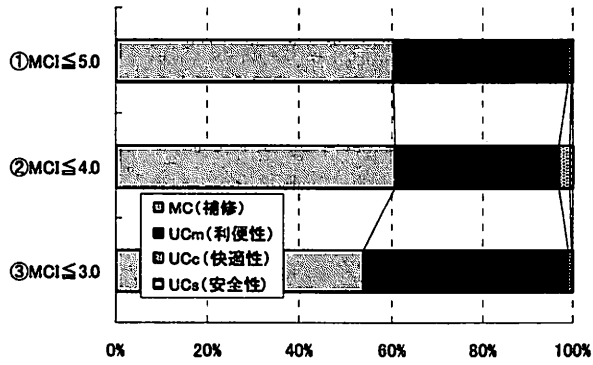


図-7 補修戦略別のLCCの構成

略③では本試算で設定した予算制約（1億5千万円/年）が不十分となり、県道78号の補修が先送りされMCIが3.0以下となる区間が数多く発生している。これは本来県道78号において実施されるべき補修が実施されなかった結果である。なお、県道78号の補修が先送りされた原因は、交通量が少ないために補修を遅らせることによる安全性・快適性のユーザーコストの増分が、他の路線と比較して小さかったことによるものと考えられる。

次に、路線別のLCCの構成に着目する。本試算では、路線別の最適補修戦略は、県道78号を除いていずれも同様の結果となったものの、そのLCCの構成については、路線ごとに特徴がみられる。まず、安全性・快適性に関するユーザーコストが全体のLCCに占める割合に着目する。最も割合が高いのは、補修戦略②の場合（図-10）は国道248号で約20%となっており、逆に最も割合が低いのは国道256号で約2.3%となっている。本研究では、算出されたWTPが高い精度で得られていないため、この割合の大きさについては、十分な検討を行うことはできない。しかしながら、路線ごとにその割合が大きく異なっているという点には、意味があるものと思われる。

表-6をみると、国道248号と国道256では日交通量には大きな違いはみられないものの、図-9～図-11に示す「利便性に関するユーザーコスト（補修工事時の所要時間・走行費用の増分）がLCCに占める割合」を比較すると、国道256号の方が大幅に高くなっている。これは、国道256号については他の路線と比較して迂回路が少なく、補修工事時の迂回費用が高くなっていることが原因と考えられる。

交通量が多いことは、安全性・快適性に関するユーザーコストを増加させる要因となるが、さらに迂回路がどの程度確保されているかは、利便性に関するユーザーコストに大きく影響を及ぼすため、安全性・快適性に関するユーザーコストがLCCにどのような影響を及ぼすかについては、ネットワーク特性が大きな影響を与えることとなる。

したがって、安全性・快適性に関するユーザーコストが、補修戦略に影響を与えやすい路線の特性としては「日交通量が多く、補修工事時の迂回

表-6 路線別概要と平均リンク交通量（補修なし）

路線名	交通量	路線概要
国道 157 号	7,144 台/日	岐阜市と隣町（北方町）をつなぐ路線。代替路は比較的少ない
国道 256 号	9,945 台/日	市街地と市の北部をつなぐ路線。交通量が多く、代替路が少ない
国道 248 号	8,483 台/日	市街地を横断する路線。交通量が多いが、代替路も多い
県道 78 号	2,657 台/日	岐阜市と隣市（本巣市）を結ぶ路線。代替路は少ないが、交通量も少ない
県道 1 号	4,693 台/日	市街地と環状線（県道 77 号）を結ぶ路線。交通量は少なく、代替路も比較的確保されている
県道 77 号	7,732 台/日	市街地を囲む環状路線。交通量は比較的多い

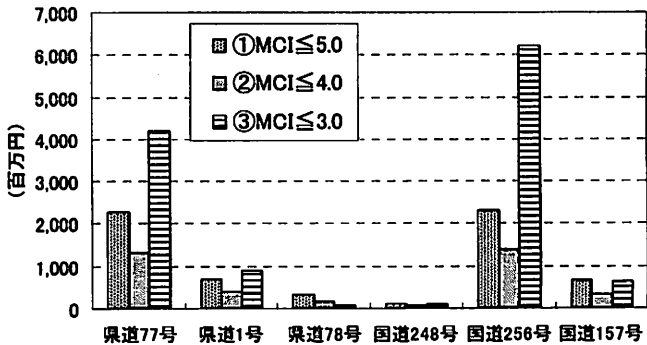


図-8 路線別・補修戦略別のLCC

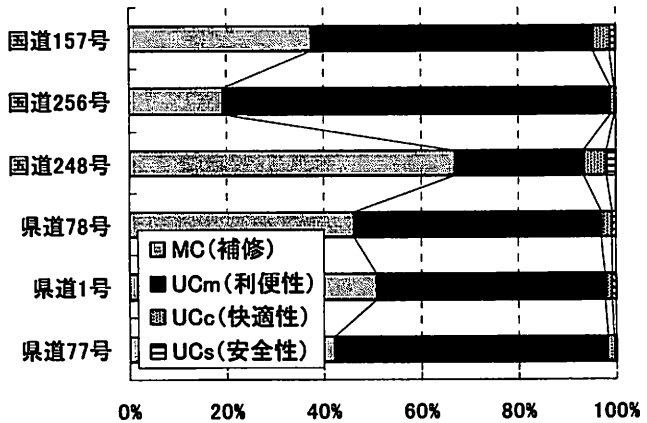


図-9 路線別のLCCの構成（補修戦略①）

損失が小さい路線」が1つのケースとして想定される。舗装の補修戦略を、迂回損失を含めたLCCで策定している自治体も既にあるが、その場合は安全性・快適性に関するユーザーコストを加えて

補修戦略を策定する場合と比較して、上記のような特性の路線の補修を先送りしている可能性もあると考えられる。

7. まとめ

本研究では、利便性・快適性・安全性を考慮した総合評価指標を用いて、利用者ニーズを反映した道路舗装アセットマネジメントについて検討を行った。そして、実際に岐阜市の道路ネットワークを用いて、これらのユーザーコストが道路舗装の維持管理計画に与える影響について分析を行った。以下に、本研究で得られた知見を整理する。

- ・ 今回の試算では、安全性・快適性に関するユーザーコストは微小であり、ネットワーク全体の補修戦略には影響を与えない結果となった。
- ・ また、それと同様に安全性・快適性に関するユーザーコストを一般化交通費用として考慮した利用者均衡配分についても、WTPが小さいため、配分の結果には影響を与えない結果となった。
- ・ しかしながら、路線別の分析では、路線ごとにLCCの構成が大きく異なっており、安全性・快適性に関するユーザーコストがLCCにどのような影響を及ぼすかについては、ネットワーク特性が大きな影響を与えることがわかった。
- ・ したがって、安全性・快適性に関するユーザーコストが、補修戦略に影響を与えやすい路線の特性としては「日交通量が多く、補修工事時の迂回損失が小さい路線」が1つのケースとして考えられる。

また、今後の課題や展望については以下の通りである。

- ・ WTPの精度の向上が挙げられる。本研究において算出されたWTPが、十分な精度を得ることができなかった原因としては、「①安全性・快適性に大きな影響を及ぼすと考えられる平坦性の指標が考慮されていない」、「②ビデオカメラによる撮影という手法を用いているため、被験者にリアリティの高い状況を示すことができていない」などが想定される。
- ・ 平坦性については、現在岐阜県において平坦性の指標であるIRIの調査の実施が検討されており、実現されればWTPの精度を向上させること

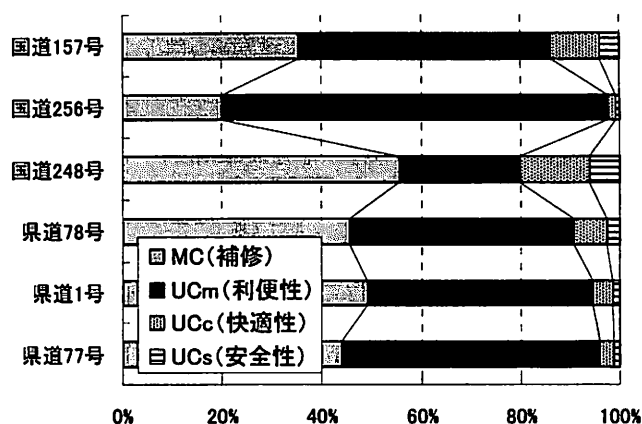


図-10 路線別のLCCの構成（補修戦略②）

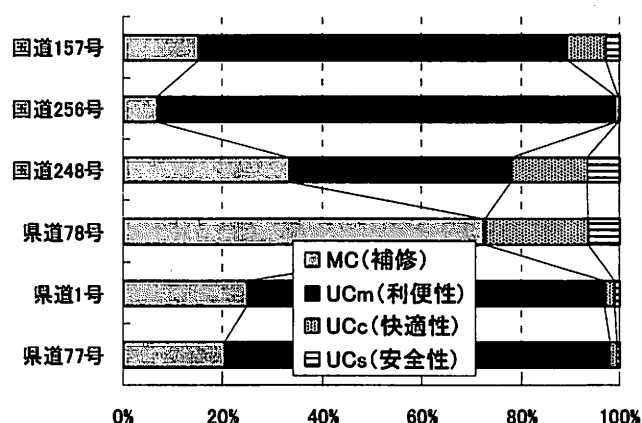


図-11 路線別のLCCの構成（補修戦略③）

も可能になると考えている。

- ・ リアリティの問題については、コンジョイント分析（一対比較法）では多くのサンプルを必要とするため、ドライビングシミュレータや実車を用いて実施することは困難である。したがって、既存研究で実施されているようなCVMを用いた手法と合わせながら、成果を蓄積していくことが必要であると思われる。
- ・ WTPがどの程度の水準であれば補修戦略に影響を与える可能性があるかについては、感度分析を実施して検証することも可能である。WTPの精度の向上にと合わせて今後の取組みとしたい。

謝辞：本研究において使用した岐阜県道路舗装点検データは、岐阜県から提供していただいたものである。関係者の方々には心より感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 田村謙介, 慈道充, 小林潔司: 予算制約を考慮した道路舗装の修繕ルール, 土木計画学研究・論文集, Vol.19(1), pp71 - 82, 2002.
- 2) 川村彰, 榊本友紀, 大野滋也, 佐藤正和, 鈴木一隆: 道路利用者の視点から見た高速道路の路面プロファイルについて, 舗装工学論文集, vol.5, 2000.
- 3) 遠藤桂, 姫野賢治: 舗装の乗り心地調査結果に基づいた乗り心地の費用化に関する基礎的研究, 舗装工学論文集, vol.8, 2003.
- 4) 石田樹, 岳本秀人, 川村彰, 白川龍生: ドライビングシミュレータによる舗装路面の乗心地・安心感評価, 舗装工学論文集, vol.9, 2004.
- 5) 鈴木俊之, 杉浦聡志, 高木朗義: 道路舗装アセットマネジメントのための表明選好法を用いた安全性・快適性ユーザーコストの試算と考察, 土木計画学研究・論文集, Vol.25(1), pp121 - 127, 2008.
- 6) 社団法人日本道路協会: 舗装設計施工指針 (平成18年版), 2006.
- 7) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編: 道路投資の評価に関する指針 (案), 1998.

An Empirical Study on Road Pavement Asset Management based on LCC Considering Driving Safety and Comfort

By Toshiyuki SUZUKI, Satoshi SUGIURA, Akiyoshi TAKAGI and Fumitaka KURAUCHI

Recently many local governments start introducing an asset management system (AMS) to maintain infrastructures effectively and efficiently. However, most of the AMSs only consider the minimization of the cost related to the infrastructure itself, and the cost derived from the user side such as increase of travel time, decrease of driving safety or safety has not been considered.

In this paper, we examined the road pavement asset management by the integrated evaluation index that reflects both infrastructure cost and the needs of the road user. We carried out a questionnaire survey to the residents of Gifu Prefecture, and evaluated the user cost of driving safety and comfort by the conjoint analysis. The proposed model is applied to the network of Gifu city, the user cost is calculated by using the user equilibrium traffic assignment model with the general transportation cost. Based on the result, the influences of the users cost on the repair strategy of road pavement is discussed.