

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の方法論

岐阜大学大学院 ○杉浦聡志
岐阜大学 高木朗義

三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株) 鈴木俊之
岐阜大学 倉内文孝

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指標を提案する。特に、コンジョイント分析等の表明選好法を用いてユーザーコストを試算する。そして、それらを考慮したLCCを最小化する最適補修戦略を策定するための枠組みを構築する。

2. 安全性・快適性を考慮したLCC

本研究では、社会的費用を考慮したLCCを定義し、その上でLCCを算出するための手法を提案する。最適補修戦略決定フローの流れを図-1に示す。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、環境負荷に関する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。

$$\min_{MCI_i} LCC = \sum \sum \{ MC(i, t) + UC_m(i, t) + UC_c(i, t) + UC_s(i, t) + EC(i, t) \} / (1+r)^t \quad (1)$$

ここで、MCI：道路舗装の劣化指標、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、EC：環境負荷に関するコスト、 i はネットワーク上のリンク、 t はプロジェクト年次、 r ：社会的割引率。

本研究で取り扱う社会的費用の大小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、ネットワーク上での交通量の変動を計測する必要がある。そして、社会的費用を考慮したLCCの算出手法を構築し、岐阜県道路舗装点検データに基づいて岐阜市道路ネットワークにおける最適道路舗装維持管理戦略について検討する。

3. コンジョイント分析を用いた安全性と快適性の評価

(1) コンジョイント分析のための利用者意識調査

道路舗装が劣化するとわだち掘れが大きくなることや

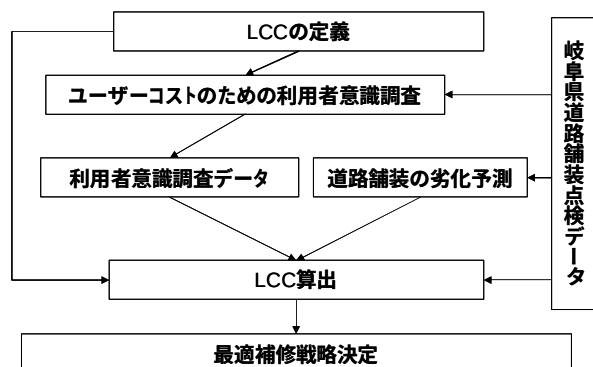


図-1 最適補修戦略決定フロー

表-1 安全性・快適性に対するWTPの推定結果

	係数	t値	尤度比	的中率	WTP (支払意思額)
ひび割れ率	0.086	18.21	0.231	0.739	0.0021(円/(%・km))
わだち掘れ量	0.093	10.39			0.0023(円/(mm・km))
ユーザーコスト	-4.045	-24.56			-

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。

利用者意識調査ではプロフィールを27種類作成し、コンジョイント分析を実施した。プロフィールごとに走行中の乗用車内から撮影した動画映像と、舗装の状態を撮影した写真の2つを提示した。具体的な設問方法は、MCIと補修に必要な費用がそれぞれ異なる2つの道路の動画・写真を2枚提示し、より優先的に補修すべきであると考える方を選択するものである。分析結果は、表-1の通りである。t値、尤度比、的中率についてはそれぞれ良好な結果が得られている。また、ひび割れ率とわだち掘れ量の個別評価結果は、ひび割れ率に対するWTPが0.00211円/(%・km)、わだち掘れ量に対するWTPが0.00231円/(mm・km)となった。

4. 道路舗装の劣化予測

3. でひび割れ率を安全性、わだち掘れ量を快適性に関するユーザーコストとして定義した。そこで、岐阜県道路舗装点検データを用いてひび割れ率とわだち掘れ量の劣化予測式を推定する。岐阜県道路舗装点検データは道路の劣化性状のほかに、点検延長、H11センサス交通量、大型車交通量、幅員、地域区分、積雪・寒冷地域区分、施工年、調査年がデー

タとして収容されている。これらのデータを従属変数とし、重回帰分析を行うことにより、ひび割れ率、わだち掘れ量の劣化予測式、(2)式、(3)式を得た。括弧内は全て検定量値である。

$$C = 0.55x_1 + 1.91x_2 + 3.55x_3 \quad (2)$$

(20.2) (4.75) (7.43)

$$D = 0.32x_1 + 3.04x_2 + 1.68x_3 + 0.0014x_4 + 2.49x_5 - 1.33x_6 - 0.90x_7 \quad (3)$$

(20.79) (10.44) (4.86) (10.45) (7.37) (-4.16) (-3.25)

ここで、 C ：ひび割れ率、 D ：わだち掘れ量、 x_1 ：経過年数、 x_2 ：農村部、 x_3 ：山間地、 x_4 ：大型車交通量、 x_5 ：積雪地域、 x_6 ：寒冷地域、 x_7 ：切削OLによる補修の有無。

ここでは重回帰分析を用いて、簡単のため全ての変数を一次式として取り扱った。(2)式、(3)式の全ての従属変数はt値を満たしているが、重相関係数はそれぞれ0.417、0.403と小さく、課題を残す結果となった。

5. 最適補修戦略のためのLCC算出

本研究の枠組みの妥当性を確認するために道路ネットワークを用いてLCCを算出する。以下では最適補修戦略の策定に用いる手法について説明する。

(1) 予算制約下における補修箇所決定

道路舗装アセットマネジメントは各期において予算の制約を受ける。そのため、補修水準に達した地点が多数存在する期は補修を見送ることも必要となる。効率的にプロジェクトライフの維持管理を進めるために、補修の実施、見送りはしるべき優先度順位によって判断されるべきである。そこで、観測地点における単位距離あたりの社会的純便益を(4)式のように算出し、これを社会的費用考慮した優先度指標として定義する。

$$OP^i = \frac{LCC_{t+1}^i - LCC_t^i}{l^i} \quad (4)$$

ここで、 OP^i ：観測地点の補修優先度、 LCC_t^i ：最適なタイミングで補修した場合のLCC、 LCC_{t+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、 l^i ：観測地点における延長。(4)式を用いた優先度決定手順としては、

①補修をしなければならない最低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して抽出、③全ての区間についてOPを算出し、値の大きいものを選択、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となる。

(2) 交通量配分

交通は道路の劣化性状によって経路選択が変化すると考え

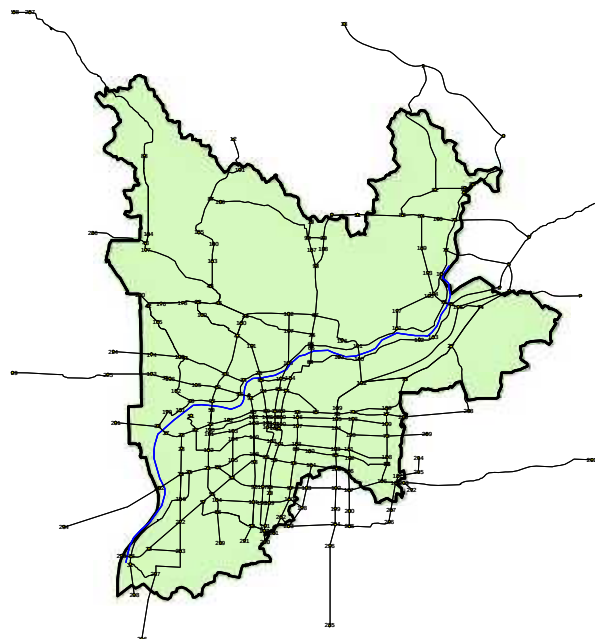


図-2 岐阜市ネットワーク

表-2 補修水準別補修費用・補修工期

補修戦略 (MCI値)	工法	補修費用 (円/㎡)	補修工期 (日/㎡)
5.5以上	OL	1,800	2,300
3.5~5.5	切削OL	3,100	1,050
3.5以下	打ち換え	9,300	100

られる。そこで MCI によって表現される劣化性状が経路選択に考慮されると定義する。具体的な手法としては利用者均衡配分で用いられるリンクコスト関数に、走行費用、安全性・快適性に関するユーザーコストを加える。このリンクコストを全経路において均衡させることにより交通量を配分する。

(3) LCC試算のための設定

ここまで示した手法を用いて岐阜市の道路ネットワークにおけるLCCを試算する。本試算で用いるネットワークを図-2に示す。管理対象は図-2に示したネットワークに属する路線とする。また、劣化性状の初期値は岐阜県道路点検データから用いる。補修水準別に設定する補修工法、補修費用、補修工期を表-2に示す。

補修計画は路線別に設定する補修MCI水準により制御され、

(1)に示した予算制約を考慮して決定される。LCCはこの補修計画によって変化する。最適補修戦略はLCCが最小となる路線別補修MCI水準の組み合わせによって決定される。試算の結果については発表時に示す。

6. おわりに

本稿では道路舗装に対する安全性・快適性を考慮したLCCを定義し、利用者意識調査、劣化予測式を示した。今後はLCCが最小となる維持補修戦略を検討する。