

都市における土石系循環資源利用の適正化のための道路アセットマネジメント

九州大学大学院 学生会員 ○岡村 聡
九州大学大学院 正会員 中山 裕文
九州大学大学院 正会員 島岡 隆行

1 はじめに

道路の修繕事業は必要に応じて修繕を行うという対症療法型の道路管理が行われている。近年、道路を資産と捉え、道路が提供するサービスを一定水準に維持しつつ、維持管理や更新にかかる費用を縮減する予防保全型の管理(アセットマネジメント)の検討が始まっている。一方で、今後はこれまでに蓄積された土木構造物・建築物の解体・更新に伴い、建設廃棄物の増加が予想される。道路は碎石等の土石系循環資源の大きな受け皿となっており、本研究では土石系循環資源利用の視点を取り入れたアセットマネジメント手法を構築するため基礎的な検討を行った。

2 土石系循環資源利用を考慮した道路アセットマネジメント

2.1 分析の枠組み

本研究では、道路修繕事業におけるコストおよび土石系循環資源利用量に着目し分析を行った。補修において発生する費用だけでなく、道路の劣化に伴い発生する費用および修繕事業が土石系循環資源を受け入れている便益を総合的に考慮し、LCC分析を行った。また、道路修繕事業の新たな指標として道路修繕事業における循環利用効率を定義し、資源の循環利用促進とコスト削減に関する指標として感度分析を行った。具体的には、土石系循環資源利用量を分子、修繕事業に関わる総コストを分母とした。

$$\text{道路修繕事業における循環利用効率 (t/円)} = \frac{\text{設定期間あたりの総土石系循環資源利用量 (t)} \times \text{補修間隔 (年)}}{\text{設定期間あたりの修繕事業に関わる総コスト (円)} \times \text{設定期間 (年)}}$$

2.2 分析手法

1) 分析対象 表1に本研究で用いる現地条件を示す。交通量別に2箇所選定し、工事延長を300mとした。また、選定した道路の舗装構成は設計CBR=4としてT_A法に従った。

2) 用いたデータ LCCおよび循環利用効率の視点から管理者費用と利用者費用に循環的利用・最終処分に関わる便益も加え総合的に考慮する。本研究で考慮する費用便益項目を表2に示す。また、分析において修繕に用いられる工法は打換え工および切削オーバーレイ(切削OL)工とし、打換えは表層および路盤層を更新、切削OLは表層のみを更新するものと設定した。さらに舗装劣化の判断指標であるMCI値(Maintenance Control Index)の減少に伴い選択される工法は遷移するため、その分布は正規分布に従うと仮定した。

①管理者費用 修繕費用を補修現場の現地条件である補修面積と各工法の補修単価を乗じて算定した。

②利用者費用 交通量と大型車混入率から推測する供用性予測式¹⁾を用いて経年のMCI値を予測し、各MCIにおける一台あたりの車両走行費用原単位¹⁾および算出した年間交通量を用いて年間の車両走行費用を算出した。ただし、12年以降に関してはロジスティック曲線に従うと仮定して推定した。工事規制区間損失費用²⁾は、時間損失費用・走行損失費用に分けられ、時間損失費用を各車種の断面交通量、工事時間、施工日数、工事中の時間遅れ¹⁾、時間価値原単位³⁾から、走行損失費用を断面交通量、工事時間、施工日数、走行費用原単位³⁾、規制延長から算出した。

③循環的利用・最終処分に関わる便益 再生材利用量に最終処分回避原単位を掛けて

最終処分回避便益を算出した。再生材利用量は補修現場で用いられる碎石利用量を土木工事積算基準に従い算出し、原ら⁴⁾に従い再生材プロセスデータに基づき再生アスファルト混合物中の廃棄物混合比を30%、路盤用再生碎石中の廃棄物混合比を100%と置いて算出した。最終処分回避原単位は、中間処理単価・土砂処分単価から最終処分単価・新材と再生材の価格差を引いたものを原単位とした。

④各種分析 ①～③で算定した費用を総合し補修現場1、2に対しLCC分析を行った。次に補修現場2を対象として上記に従い設定期間を20年として一回の修繕事業における循環利用効率を算出した。また、最終処分単価およびMCI=3となる経年数のパラメータを動かし循環利用効率の感度分析を行った。

3 結果および考察

1) LCC分析 図1、2にそれぞれ補修現場1、2におけるLCC分析結果を示す。

表1 現地条件

補修現場	1	2
工事延長(m)	300	300
幅員(m)	8.5	8.5
交通量(台/日)	12,500	4,000
大型車混入率(%)	10	13
交通量区分	C交通	B交通
補修単価(円/m ²)	切削OL 2,663 打換え 7,412	2,650 5,179
日当たり施工量(m ² /日)	切削OL 710 打換え 125	710 200
廃棄物投入量原単位(t/100m ²)	切削OL 11.3 打換え 195.1	7.5 143.1
最終処分回避原単位(円/t)	-4,981	-4,981

表2 本研究で考慮する費用便益項目

管理者費用	修繕費用
利用者費用	時間損失費用 走行損失費用
供用期間	車両走行費用
循環的利用・最終処分に関わる便益	最終処分回避便益

横軸の補修までの期間は供用開始後初めて補修するまでの期間を示す。図1、2ともに修繕費用、工事規制区間損失費用、最終処分回避便益が減少、増加、減少の挙動を示した。これはMCI減少に伴い選択される工法が変化するためであり、主な工法として、劣化の程度が軽い前半では切削OL工が選択され、次第に劣化が進む後半では打換え工が選択される。切削OLと打換えでは、工法の単価、施工日数、再生材利用量に差があるため補修までの期間における工法選択の遷移に伴い費用および便益の増減が生じている。ここで、総コストを見ると、図1は供用期間後すぐ減少し、中盤から後半にかけて増加する結果を示した。これは、交通量が多いため道路の劣化に伴い発生する車両走行費用が増大するためであり、交通量の多い道路では車両走行費用が増大する前の早期の段階で切削OLを行うのがLCCが最小となった。図2に関しては、総コストは減少、増加、減少の挙動を示し、一度減少後はほぼ一定の値で推移した。これは、交通量が少ない道路では車両走行費用の増加があまり見られないためであり、交通量の少ない道路では、切削OLと打換えのどちらを選択してもある一定期間を過ぎればLCCはあまり変化しないという結果となった。

2) 循環利用効率の感度分析 図3、4に補修現場2における循環利用効率と舗装寿命、最終処分単価に関する感度分析結果を示す。横軸の補修間隔は設定期間20年のうち供用開始後何年間で補修を行うかを示す。図3を見ると、舗装寿命が長くなるにつれて循環利用効率は右へ移動し、最大値も大きく右へとシフトした。これは劣化の遅延により車両走行費用の発生も遅れたためであり、循環利用効率を考える際は劣化の予測が非常に重要だと考えられる。図4を見ると、補修間隔が短い場合は主に切削OLが行われ一度の補修にかかる費用は少ないが頻度が多いため総費用は大きく、再生材利用量も少ないため循環利用効率は低い結果となった。補修間隔が長い場合は主に打換えが行われ一度にかかる費用は大きいが頻度が少ないため総費用が小さく、多くの再生材が利用されるため、循環利用効率が高い結果となった。また、最終処分単価の増加は、最終処分回避便益を増加させるため、多くの再生材を受け入れる打換え工が行われる場合に大きく影響した。

4 まとめ

本研究では、道路の維持管理事業に着目し、管理者費用、利用者費用に加え土石系循環資源利用に関して最終処分回避便益を考慮に入れLCC分析を行い、また新たな指標である循環利用効率を定義し、感度分析を行った。その結果、今回分析に用いた現地条件では循環利用効率は、利用者費用に対して資源循環による便益の影響が大きく、補修間隔を長くし、大規模な補修を行うことで循環利用効率も高くなった。ただし、工法選択に関する分布関数等の設定条件次第で循環利用効率は大きく変化するため慎重に検討する必要がある。今後の課題としては、投入される再生土木資材だけでなく補修を行った際に排出される既存の資材ストックも考慮に入れ、様々な視点から土石系循環資源利用の適正化を図り、維持管理計画を立てる必要がある。

【参考文献】1) 建設省土木研究所：舗装の管理水準と維持修繕工法に関する総合的研究，第40回建設省技術研究会，pp.362－381，1987年、2) 清野昌貴ら：ライフサイクルコストを考慮した舗装の最適管理水準の検討，北海道開発土木研究所月報，No.622号，pp.31－38，2005年、3) 費用便益分析マニュアル，国土交通省道路局・都市整備局，2003年、4) 原卓也ら：建設廃棄物に着目した道路のマテリアルバランス，土木学会論文集，No.734/VII-27，pp.85－97，2003年5月

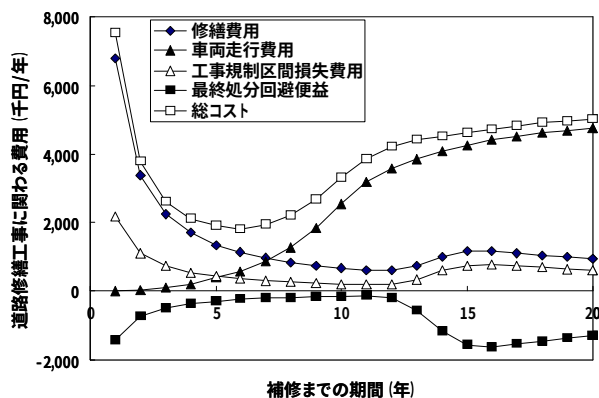


図1 道路修繕事業におけるLCC (補修現場1)

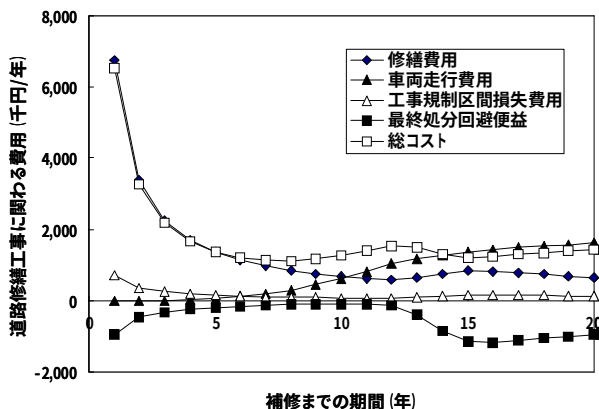


図2 道路修繕事業におけるLCC (補修現場2)

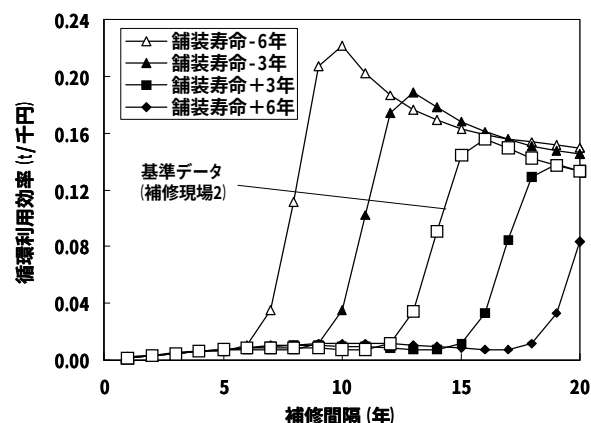


図3 循環利用効率の感度分析 (舗装寿命)

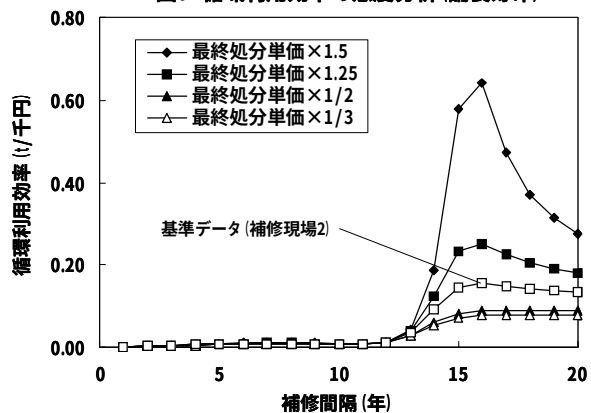


図4 循環利用効率の感度分析 (最終処分単価)