

一般均衡分析による道路舗装の補修計画最適化モデルおよび政策評価*

Computational Modeling for Road Pavement Maintenance Planning by General Equilibrium Analysis and Policy Assessment*

西浦正展**・西岡喬**・林貴大**・宮田将門**・奥谷正***・那須清吾****

By Masanobu NISHIURA**・Takashi NISHIOKA**・Takahiro HAYASHI**

Masato MIYATA**・Tadashi OKUTANI***・Seigo NASU****

1. はじめに

現在、日本国内の各自治体では、アセット・マネジメントの導入に向けて検討が行なわれているが、第一に、予算制約下における維持管理の経営方法の必要性を課題として上げている。道路舗装を例に挙げると、予算制約がない条件でライフサイクルコスト (LCC) を最小にするために必要な各年度の補修費用を算出すると、特定の年度に多大な予算を必要とする上、各年度に必要な予算も現状を超えたレベルになる場合がある。従って、道路種別、交通量、地域特性に応じてサービス水準を差別化し各路線で設定していく必要がある。その結果、場合によってはサービス水準を下げる路線もあり得る。道路舗装は定性的に損傷が大きい路線や交通量の多い路線、苦情件数が多い路線などを優先して維持・補修が行われてきたが、今後はLCC、市民あるいは道路利用者の満足度を考慮したサービス水準の設定および維持管理方法を検討する方向にある。今後、アセット・マネジメントの導入に当たっては、満足度に代表されるアウトカム指標をベースに、道路利用者の満足度と、その満足を得るために投入される税金等のコストに基づきサービス水準を検討していく仕組みを構築していくことが求められる。

著者らは前の研究により、舗装の劣化曲線モデルおよび補修工法による資産回復水準から、投入される維持修繕費によって社会資本の資産価値を評価できるシステムを導出できた。これから、資産評価の維持水準とサービスレベルの関係を明らかにすることにより、維持修繕費に対する社会的便益をモデル化することも可能であり、政策評価へと発展させることができる。

* キーワーズ: 公共事業評価法、財源・制度論、土木施設維持管理

** 非会員、工学士、高知工科大学工学部社会システム工学科

(高知県土佐山田町宮ノ口 185、TEL0887-57-2232)

*** 正員、工修、国土交通省四国地方整備局土佐国道事務所

(高知県高知市江陽町 2-2、TEL088-884-0359、

FAX088-885-1494)

**** 正員、工博、高知工科大学工学部社会システム工学科

(高知県土佐山田町宮ノ口 185、TEL0887-57-2792、

FAX0887-57-2811)

2. 資産価値・サービス水準目標とコスト・政策評価

舗装の減価償却システムのための資産の劣化モデル、資産価値 (⇔ MCI) と走行速度や環境・安全性などのサービス水準との関係モデルを導出することによって、目標とするサービス水準や経営方針を維持する為の舗装の修繕費や減価償却費などのコストの導出が可能となる。

国民が求めるサービス水準をマーケティングすることで、国民がどの程度の政策コストを容認するかを需要関数によって求めるとともに、舗装のサービス水準を維持するための費用を供給関数として設定することで、需要と供給の均衡点において舗装のサービス水準あるいは経営政策を決定することが可能である。

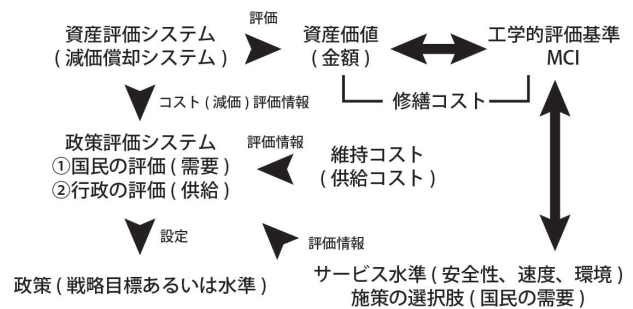


図-1 政策評価のプロセス

3. 需要関数と供給関数の均衡点による

目標サービス水準の決定

国民の需要は提供されるサービス水準に対する不満足度で表すことが可能である。つまり、サービス水準に応じた不満足度関数を設定することで、サービス水準を向上させた場合の不満足度の解消という便益を得ることが可能となる。また供給はサービス水準を維持するための必要な修繕コストであり、この2つを関数化することができれば、予算制約がない場合はその均衡する点においてサービス水準を決定できる。

複数の道路が存在し、それぞれの道路に対する国民の不満足度が存在する場合にも同様に、それぞれのサービス水準を決定できる。

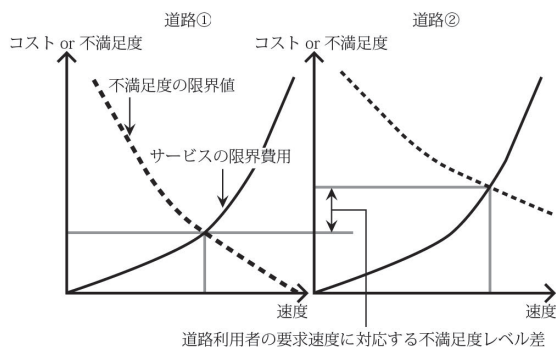


図-2 一般均衡分析例

しかし、一般的には予算制約が存在することから、不満度の限界費用が均衡する点よりも低いサービス水準を設定することが求められ、複数の道路において同時に均衡する必要がある。例えば、行政側が提供する道路毎の走行速度のサービス水準に対応する道路利用者の不満度が関数化されている場合、利用者の不満度を全ての道路において一定に保つ条件下での一般均衡分析を実施することが可能であり、道路毎にサービス水準および配分される予算水準を導き出すことができる。ここで、利用者の不満度に関わる条件を「全ての道路の不満度の総合計が最小となるよう、各道路の不満度を設定する」とすることも可能であり、多様な制約条件が考えられる。道路利用者等がどのような価値観や要望を持っているかを考え、行政側は適切に一般均衡条件を設定することが求められる。

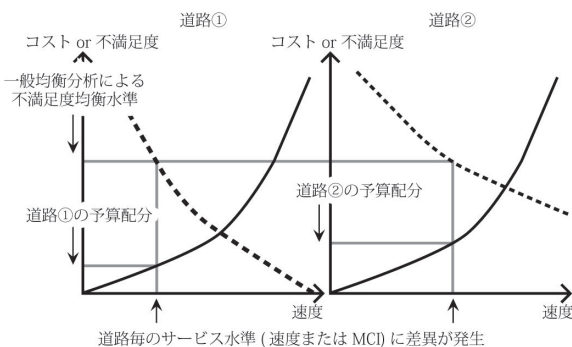


図-3 予算制約下における一般均衡分析

4. 舗装の需要関数の導出

エリア毎に、交通量や規制速度で不満度が異なるため、エリア別に需要関数を求めた。今回は速度と不満度の関係を土佐国道事務所が管理している国道で実際に車で走行し、9つのエリアに分けた後、その感覚を不満度として仮定した。

表-1 エリア別の不満度の仮定表

		規制速度 (km/h)		
		40	50	60
交通量 (台/日)	0-9999		●	
	10000-19999		●	●
	20000-29999	●	●	
	30000-39999	●	●	
	40000-49999		●	●

●：不満度を仮定できたエリア

需要曲線を算出するためには走行速度とその時の不満度の関係を求めなければならない。不満度の判断基準は下表のとおりである。実際の走行時の感覚から、その道路の理想速度(不満度0%)、不満度20%、80%時の走行速度の3つの速度について評価した。また、0km/hの時点では不満度が100%であるとした。これらの不満度が0、20、80、100%の時の走行速度から、下図のように4点を結ぶ3つの一次関数からなる需要曲線をエリア別に9つ導出した。

表-2 不満度の評価基準

不満度	評価
80%	この速度では我慢できない
20%	この速度ならあまり気にならない
0%	この速度で快適、全く気にならない

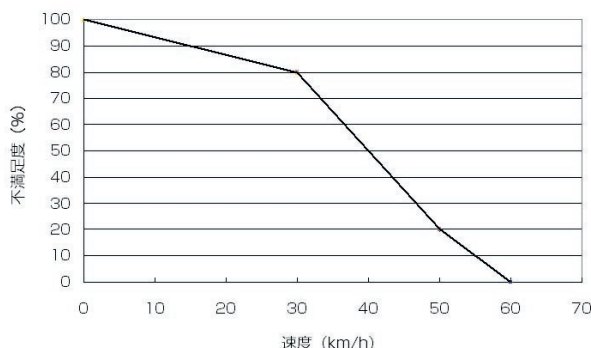


図-4 需要曲線 a

(交通台数 0～9999台/日 規制速度 50km/h)

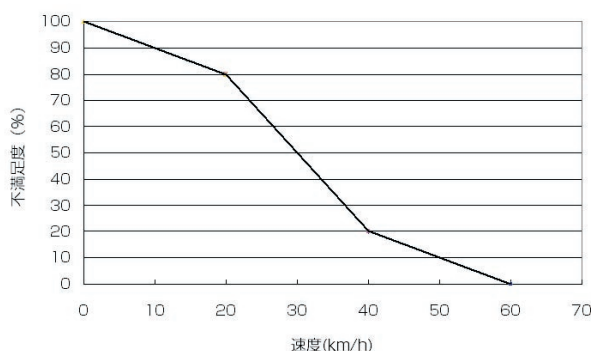


図-5 需要曲線 b

(交通台数 40000～49999台/日 規制速度 60km/h)

5. 舗装の供給関数の導出

最低限維持する MCI 水準を「戦略的維持水準」とし、LCC を計算する。維持するサービス水準 (MCI 水準) を高くすると、補修間隔が短くなるため LCC が高くなる。

※工法 CR = 切削オーバーレイ

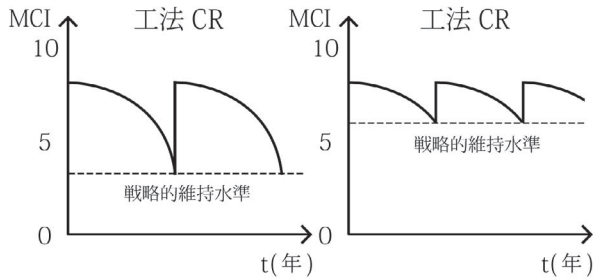


図-6 サービス水準による LCC の比較

そのため、サービス水準別に LCC を算出すれば、サービス水準と LCC の関係を表すことができ、供給曲線を導出できる。

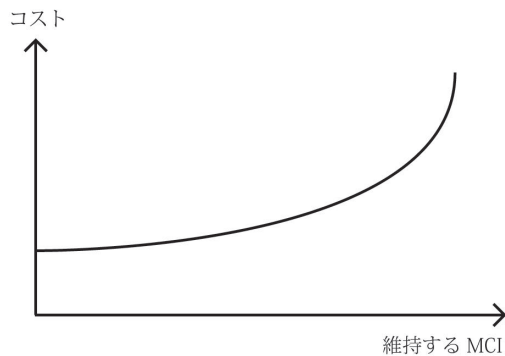


図-7 維持する MCI とコストの関係

上の図-7では、サービス水準に対する不満足度関数である需要曲線とは軸が違うため、比較することはできない。そのため図-7の MCI 水準を走行速度に換算できるようにする必要がある。換算を可能とするためには MCI と走行速度の関係を明らかにしなければならないが、ここでは簡単に線形モデルを用いて仮定した。MCI が7のときに満足して走行できる速度は 50km/h、MCI が5のときは 30km/h とし、理想とされる MCI が10の場合は理想走行速度には限界がないものとした。また、走行速度には MCI 以外の特性 (混雑度や道路の線形等) は考慮していない。そして、これらの点を直線で表したものが右上の図-8である。

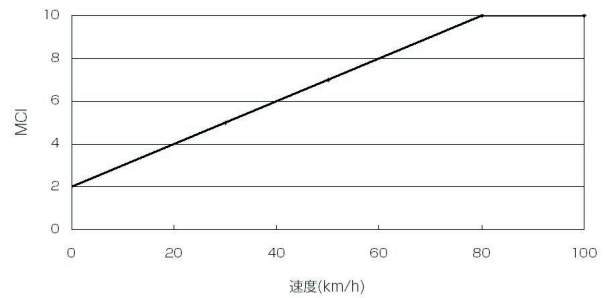


図-8 供給曲線への換算曲線

換算曲線を用いることで需要と供給を比較し、サービス水準を設定することができる。

6. LCC を最小にする最適補修方法の算出プロセス

供用期間において補修工法の選択や工事回数、維持するサービス水準によって LCC が変わる。そのため道路アセット・マネジメントではこの LCC を最小化する維持管理方法が求められる。需要と供給の均衡点によって決定されたサービス水準、及び舗装管理支援システムから道路劣化モデルを算出したことによって、一定供用期間での最適な LCC を決定することができる。MCI の値は 20m および 100m 区間で調査されるが、ここでは路線あるいはエリアごとに検討する。十分に長期の供用年数を対象として、その期間の最適な補修費用と補修工法および回数を求め、その結果から当該期間において戦略的維持水準を下回らない工事費用を求め、1年あたりの修繕費用に換算することで、年間コストが最も少ない維持管理方法を決定する。

※工法 CR = 切削オーバーレイ、工法 AA = 全打換え

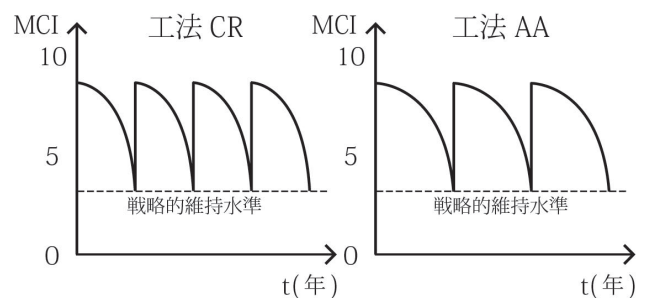


図-9 維持管理による MCI モデル

単位工事費用は土佐国道事務所で使用されている工事単価データを用い、補修からサービス維持水準に達するまでの期間は、工法別に劣化関数から求める。この方法で維持管理方法を検討すると、ただ1つのみの工法だけが選択されることになる。しかし、実際には1つの工法のみで維持修繕している道路はないことから、工法選択に何らかの制約条件があると考えられる。仮にオーバーレイ工法を連続して行くと、アスファルト厚が補修

毎に増してしまうことになるため、現実には連続では行われていない。

7. 結論および課題

本研究により導出した道路舗装の劣化曲線を用いることで、道路の資産評価や自治体の道路への予算配分の決定に利用できる。

現段階では、不満足度に対して走行速度を決めることができ、更に走行速度から維持する MCI 水準と必要なコストを決めることができる。また、予算制約と満足度から道路毎にサービス水準を決めることができる。このときにサービス水準が低ければ、予算を増やすように提案することができる。

不満足度の費用化には大学の研究では広範囲になるため、今後、行政との連携を通じて将来的には調査等を行い、アウトカム指標を収集して換算できるようにすることで、需要関数の不満足度を費用に換算でき、更に供給関数の維持サービス水準に対する費用を算出することもできるため、同軸で均衡分析が行える。

また、現段階の劣化関数は新設から 10 年以内に何らかの修繕工事が行われていると仮定しており、10 年以内に何らかの修繕工事を必要としない程度の交通量とサービス水準の道路においては異なる劣化関数を求める必要がある。今後は工法選択の制約条件や長期間の劣化関数を更に明らかにしていかなければならない。

それを踏まえた上で、本稿で提案したサービス水準および予算配分決定システムを適用することで、維持管理予算の適正規模を決定し、維持管理費に対する資産価値の維持便益や社会的便益などを導出することで維持管理政策の評価にも応用することが可能になると考える。