

高規格道路の持続的な維持管理・更新のための適正料金水準の導出

山梨大学大学院 学生会員 ○有働友哉

山梨大学大学院 正会員 武藤慎一

1. はじめに

社会資本の多くは高度経済成長期に整備され、今後急速に老朽化することが懸念されており、維持補修費用の財源の確保が重大な課題となっている。現在、維持補修は、基本的には税金が原資とされ、高速道路は利用者から徴収した料金が充てられている。しかしながら、今後増加する維持管理・更新費用を持続的かつ公正に賄うためには適正な費用負担を確立させる必要がある。一般道路に対して、税金のみが充当されている現状は、公的資金の限界費用(MCF: marginal cost of public funds)と呼ばれる損失を発生させ、それは社会が負担するコストとなっている。その一方で、利用者は直接的には負担をしていないため、損失が発生していない。この意味で、必ずしも公正ではない。高速道路の場合は、その逆に利用者のみが負担をしているという現状において公正ではない。

本研究では、まず、持続的で公正な一般道路・高速道路のすべての道路での適正料金水準の導出を目的とする。まず、ここでは一般道路と高速道路の単純な2路線を対象として適正な料金水準を導出する考え方の整理を行う。本研究では最終的には税金の投入も考慮に入れた分析に拡張させる。そのための基礎分析をここでは行う。

2. 維持補修のための適正料金水準モデル

森杉・河野¹⁾は、高速道路整備において財源調達の限界費用を考慮した効率的料金水準の公式を導出した。これに対し、本研究では、まず総費用を最小化させるという意味での適正料金水準の導出を行う。これは、瀬木ら²⁾の行った補修費用の推計とその負担のための適正料金水準の導出に関する研究を参考に、これを山梨県において一般道路にまで料金徴収を拡張したときの適正料金水準の導出に関わる知見を、整理しようと考えたためである。

ここで、高速道路をリンク1、一般道路をリンク2

(リンク $k(k \in \{1,2\})$)とする。解くべき総費用最小化問題は以下のように定式化される。

$$\min_{\{x_1, x_2\}} TC \quad (1)$$

$$TC = \sum_{k \in \{1,2\}} \{\beta x_k t_k + m_k x_k + F_k\} \quad (2)$$

s. t.

$$(p_1 + f) + \beta t_1 = (p_2 + f) + \beta t_2 \quad (3)$$

ここで、 t_k は走行時間関数であり、BPR関数を用いて

$$t_k = t_0 \left[1 + \alpha \left(\frac{x_k}{C_k} \right)^\gamma \right] \quad (4)$$

と定式化する。 t_0 は自由走行時間を表し、 C_k はリンク k の交通容量を示す定数であり、 α 、 γ はパラメータである。 p_1 は高速道路料金、 p_2 は一般道路料金、 f は燃料税である。 m_k は車1台当たりの限界維持補修費用を表す定数である。 F_k は道路事業者の固定費用であり、自然劣化に起因する維持補修費用や債務の償還費用等から構成される。

式(2)の第一項は旅行時間費用、第二項は道路事業者の維持補修費用のうち、可変費用部分であり、第三項は固定費用部分を意味する。道路利用者が支払う料金は道路事業者の収入となり、社会全体では差し引きゼロになるため式(2)には p_1 、 p_2 は現れない。

式(3)は一般化費用による利用者均衡条件である。この制約により式(2)の x_k が導出されることから、間接的には p_1 、 p_2 、 f が導出することになる。

以上にて、提案したモデルに基づき、ここでは、3つのケースにおける数値計算を行う。

■ Case1

Case1は現状におけるシミュレーションである。すなわち、高速道路のみ料金徴収され、一般道路は、燃料税により賄われている状況である。このとき、上の最適化問題に対し、以下の制約条件式が追加される。

$$p_1 x_1 = m_1 x_1 + F_1 \quad (5)$$

$$f(x_1 + x_2) = m_2 x_2 + F_2 \quad (6)$$

■ Case2

Case2は高速道路、一般道路それぞれにおいて独立した料金徴収を行ったケースであり、このときは、燃料税は考慮しない。

キーワード 維持管理費用、適正料金水準、限界費用、総費用最小化問題

連絡先 〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11 山梨大学大学院工学専攻土木環境工学コース Tel:055-220-8599 E-mail:g18tc003yamanasi.ac.jp

表-1 モデルの適用条件

パラメータ	リンク1	リンク2
距離(km)	5	5
自由走行速度(km/h)	80	50
自由走行時間(m)	3.75	6
日交通容量(台/1車線)	12000	11000
α	0.48	0.48
β	2.89	2.89
時間価値w(円/m)	2000	2000
固定費用(円/km)	625979	42385
限界費用(円/km/台)	1	6

このとき、上の最適化問題に対し、以下の制約条件式が追加される。

$$p_1 x_1 = m_1 x_1 + F_1 \quad (7)$$

$$p_2 x_2 = m_2 x_2 + F_2 \quad (8)$$

Case3

Case3 は Case2 における高速道路と一般道路の独立性を無くし、道路全体で料金徴収を図ったケースである。このとき、上の最適化問題に対し、以下の制約条件式が追加される。

$$p_1 x_1 + p_2 x_2 = m_1 x_1 + m_2 x_2 + F_1 + F_2 \quad (9)$$

Case1, Case2 については制約条件のみから料金が決定される。Case3 のみがTCを最小化する p_1, p_2 の導出のための非線形計画問題となる。

3. 数値シミュレーションによる分析

(1) モデルの適用条件

本章では、表-1 に示したパラメータ設定の下で数値シミュレーションを行う。高速の固定費用に関しては、1kmあたりの建設費用は 50 億円であり、災害リスク等を考慮した資本コストは 1km あたり 100 億円、構造寿命は 100 年間であるとして、当該区間の一日当たりの資本コストを概算した。計画管理費用は当該区間 1km あたり年間 7330 万円程度³⁾、維持補修費用は、舗装以外に関する費用で当該区間 1km あたり年間 6390 万円程度⁴⁾であると仮定する。一般道路については山梨県の過去 5 年間の舗装以外の維持管理費用⁵⁾の平均値を固定費用としている。限界費用に関しては田上⁶⁾の知見をもとに設定している。式(2)の左辺にターミナル料として 150 円を計算に反映しているが距離に応じない料金であるため、これ以降の計算には考慮しないものとする。

(2) 計算結果の比較

それぞれのケースにおける料金設定とその料金下での交通需要の結果を表-2 に示す。Case2, Case3 では、一般道路においても料金を徴収することを想定しているこ

表-2 料金と交通需要の計算結果

変数	case1	case2	case3
x1(台/日)	27338	31671	36026
x2(台/日)	52662	48329	43974
p1(円/km)	23.9	20.8	14.7
p2(円/km)	4.5	4.2	10.0

表-3 総費用の計算結果とその内訳

	(万円/日/km)		
	case1	case2	case3
維持管理費用(高速)	65.3	65.8	66.2
維持管理費用(一般)	35.8	33.2	30.6
維持管理費用(合計)	101.2	99.0	96.8
総走行費用(高速)	89.8	108.7	130.7
総走行費用(一般)	456.7	378.0	312.2
総走行費用(合計)	546.5	486.7	442.9
TC(高速)	155.1	174.5	196.9
TC(一般)	492.6	411.3	342.8
TC(合計)	647.6	585.7	539.8

とから Case1 に比べ一般道路の交通需要は減少していることが分かる。また、表-3 に示すように、Case1 から Case3 にかけて、高速道路の交通需要が増加することで、維持管理費用と総走行費用がいずれも増加している。対して、Case1 から Case3 にかけて、一般道路の維持管理費用と総走行費用は減少しており、社会システム全体に発生する費用、すなわち TC の合計からは、Case3 における料金水準が最適な財源調達方法と言える。

4. おわりに

本研究では、2 リンクで維持管理費用を賄うための適正料金水準の導出を行った。一般道路と高速道路をまとめて統一的な料金体系とすることにより、維持管理費用や総走行費用を抑えることができ、結果として総費用が最小化されることが明らかとなった。

5. 参考文献

- 1) 森杉壽芳, 河野達仁: 道路整備財源調達に伴う厚生損失を考慮した高速道路の効率的料金水準, 日本経済研究, No.67, 2012
- 2) 瀬木俊輔, 小林誠司, 田上貴士: 維持修繕費用を考慮した次善高速道路料金, 土木学会論文集 D3, Vol70, No.3, 2014.
- 3) 日本高速道路保有・債務返済機構: 高速道路ファクトブック 2018
- 4) 中日本高速道路株式会社: 高速自動車国道中央自動車道富士吉田線等(他1路線)に関する維持, 修繕その他の管理の報告書(2018)
- 5) 国土交通省 道路局: 道路統計年報 2018
- 6) 田上貴士, 瀬木俊輔, 貝戸清之, 小林潔司: 道路舗装の限界維持補修費用の試算, 土木計画学研究・講演集, Vol.48, 2013