

都市道路網における大型車課金の有効性に関するモデル分析

関西大学大学院 学生員 ○常 荃 奎
 関西大学 正会員 井ノ口弘昭
 関西大学 正会員 秋山 孝正

1. はじめに

都市道路網において、大型車の走行が交通混雑・環境負荷・道路損傷などの社会的費用を発生する¹⁾。欧州においては、都市道路網において大型車課金制度が導入されている。このため、本研究では、一般道路における大型車課金の有効性に関するモデル分析を行う。具体的には、需要変動型の車種別利用者均衡配分により、大型車課金に関する交通混雑緩和効果を算定する。これより、今後の道路課金制度としての大型車課金の妥当性を検証する。

2. 大型車課金に関する基本モデルの定式化

2.1 基本モデルの概要

ここでは、都市道路網における大型車課金の問題を検討するため、基本モデルを定式化する。都市道路網において、ODペア rs 間における普通車交通量： q_{rs}^N 、大型車交通量： q_{rs}^H を定義する。このとき普通車は無料であり大型車は「対距離料金」が課せられるとする。すなわち、図1に示すように p_k ： rs 間の経路 k の対距離料金とすると $p_k = \alpha \cdot l_k$ である。また、リンク a に対して普通車交通量： x_a^N 、大型車交通量： x_a^H とする。このとき、リンク所要時間はリンクパフォーマンス関数 $t_a = t_a(x_a) = t_a(x_a^N + \beta \cdot x_a^H)$ で示される。ここで、 β ：大型車換算係数である。

このとき、需要変動型 UE モデルは以下のように定式化される²⁾。

$$\min z(x, q) = \sum_a \int_0^{x_a} t_a(w)dw - \sum_{rs} \int_0^{q_{rs}^N} D_{rs}^{N-1}(w)dw - \sum_{rs} \int_0^{q_{rs}^H} D_{rs}^{H-1}(w)dw$$

2.2 数値計算アルゴリズム

つぎに、対距離課金制度の有効性を検討するための数値計算アルゴリズムを構築する。本研究で提案する基本モデルの計算手順を図2に示す。ネットワーク条件を設定した後、普通車・大型車のOD間一般化費用を算定する。このとき、大型車については、

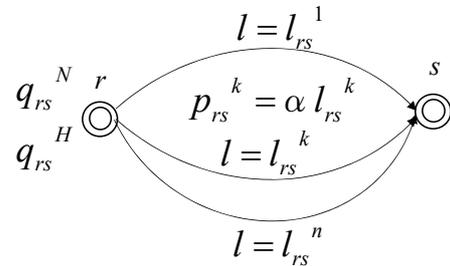


図1 大型車対距離料金の概要

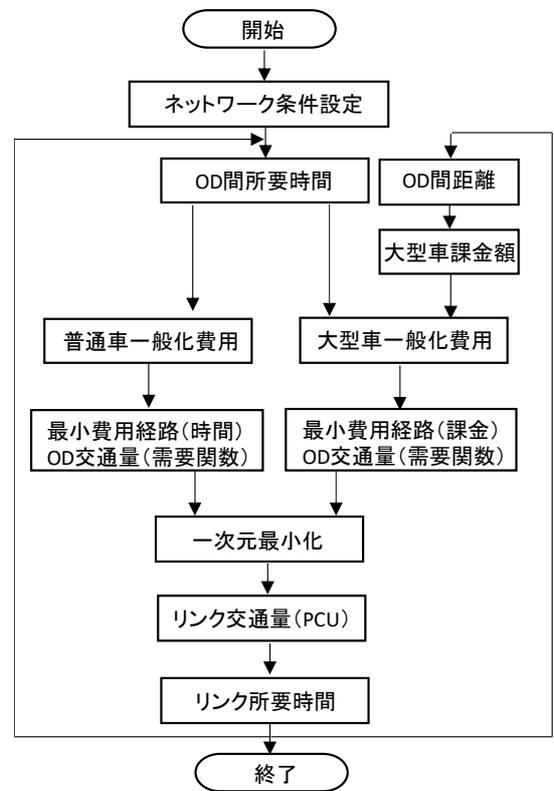


図2 車種別利用者均衡計算アルゴリズム

距離比例の課金額を考慮している。普通車・大型車それぞれの需要関数により、各OD間のOD交通量が算定される。本研究では、線形の需要関数： $Q_{rs}(C_{rs}) = \alpha_{rs} - \beta_{rs} C_{rs}$ とする。

つぎに、普通車・大型車それぞれに対して、最短経路探索を行う。さらに、これらを合わせて通常のFW法と同様のアルゴリズムで降下方向ベクトル、最適ステップサイズの決定を行う。これらの計算手順により、大型車の対距離課金を考慮した車種別の交通状態が算定される。

キーワード 大型車課金、対距離料金、利用者均衡配分、時間短縮便益、無課金状態
 連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35 関西大学 環境都市工学部 井ノ口 弘昭 TEL06-6368-0964

3. 大型車課金の有効性分析

ここでは、都市道路網モデルを用いて大型車対距離課金の有効性を検討する。このため、一般道路で構成される都市道路網として、図3に示す道路ネットワークモデルを構成する。

本研究では、需要固定型の交通量配分モデルを用いて、均衡時のOD間所要時間を算定し、価格弾力性： $\epsilon = 0.1$ を用いて需要関数を設定している。また、所要時間を費用に換算する時間価値として、道路投資の費用便益分析マニュアルより、普通車：40.10円/分・台、大型車：64.18円/分・台を用いる。本研究では、大型車の対距離課金額として10円/km、20円/km、30円/kmのケースを検討する。このとき、システム最適(S0)状態への相対的改善率を算定する。無課金の場合の死荷重損失(dead weight loss)は649台・時である。

交通量配分モデルによる計算結果を表1に示す。課金額が高額の場合、大型車の生成交通量は少なくなる。本研究の計算結果では、30円/kmの場合は課金なしの場合と比べて大型車の生成交通量は4%少ない。一方、普通車は大型車の減少により交通混雑が減少し、OD間所要時間が短くなるため、生成交通量は若干増加する。30円/kmの場合は課金なしの場合と比べて生成交通量は0.1%多い。

生成交通量の影響により、総走行時間・総走行距離は課金額が高額であるほど少ないことが分かる。また、30円/kmの場合の総走行時間の相対的改善率は35%であり、大型車の対距離課金は総走行時間の改善便益も期待できる。また、対距離課金による収入は、課金額が多いほど大きく、30円/kmの場合は361万円と算定された。

4. おわりに

本研究では、一般道路の大型車課金問題に関する数値計算モデルを構成して、基本的な有効性について検討した。本研究の主要な成果は以下のように整理できる。

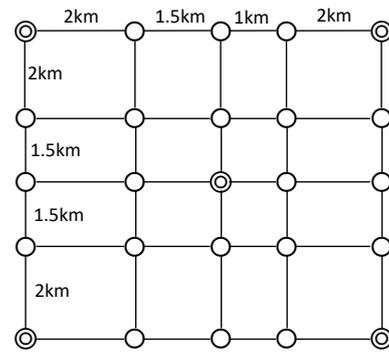


図3 数値計算ネットワーク

- 1) 大型車課金問題に対応する大型車・普通車の車種別料金を設定して、需要変動型交通量配分を行った。具体的な車種別交通量を用いた定式化を示すとともに、課金に伴う車種別交通量推計のための計算アルゴリズムを提案した。
- 2) 走行時間短縮便益にもとづく課金の有効性を検討するため、最適課金状態(システム最適状態)と市場均衡状態(UE)の算定結果から、いわゆる死荷重(dead weight loss)を算定することで、社会的有効性の指標化を行った。
- 3) 一般道路の大型車課金制度に対応する利用者均衡分析を行った。大型車課金によって算定される走行時間短縮便益に関して、相対的に最適課金に比べて相当程度の有効性を観測することができることがわかった。

都市道路網の大型車課金に関する現実的適用に関して、①大型車の与える道路損傷費用に関する課金、②大型車による環境負荷に対応する課金などが今後の課題として挙げられる。なお、本研究は、平成26年度～平成29年度科学研究費補助金基盤研究(C)の研究の一部であることを付記する。

参考文献

- 1) 根本敏則, 味水佑毅: 対距離課金による道路整備, 勁草書房, 2008.
- 2) 土木学会土木計画学研究委員会: 交通ネットワークの均衡分析—最新の理論と解法, 土木学会, 1998.

表1 大型車課金に関する算定結果

大型車課金額	生成交通量			総走行時間(時間)			総走行距離(km)			課金収入(万円)	相対改善率
	普通	大型	合計	普通	大型	合計	普通	大型	合計		
S0	60,269	15,592	75,861	9,733	2,516	12,249	460,892	118,633	579,525	-	-
0	63,432	16,410	79,843	10,249	2,649	12,898	485,213	124,895	610,108	0	-
10	63,461	16,190	79,651	10,216	2,605	12,821	485,386	123,319	608,705	123	12%
20	63,486	15,969	79,455	10,183	2,562	12,745	485,563	121,744	607,308	243	24%
30	63,516	15,749	79,265	10,151	2,520	12,671	485,751	120,172	605,923	361	35%