

関西大学環境都市工学部 正会員 秋山 孝正
 関西大学環境都市工学部 正会員 井ノ口弘昭
 大阪府 正会員 浅原 麗
 関西大学大学院 学生会員 ○藤井 勇樹

1. はじめに

わが国の都市高速道路においては、償還主義と公正妥当主義に基づいて料金が設定されている。また、近年対距離料金制の導入により、利用形態に応じた料金設定が可能となっている。そこで本研究では現実的な料金設定において、混雑料金の理論を踏まえた弾力的な対距離料金設定について検討する。すなわち、都市高速道路料金の交通調整機能に着目した料金設定を検討する。具体的には、現実道路網に対する需要変動型交通量配分を用いて妥当な弾力的対距離料金設定を検討する。

2. 対距離料金に関する経済学的考察

道路ネットワーク上の料金に関して経済学的な考察を行う。通常の利用者均衡(UE)は、平均交通費用(AC)に関する均衡点であり、式(1)のように定式化できる。

$$\min Z = \sum_{a \in A} \int_0^{x_a} t_a(w) dw - \int_0^{q_{rs}} D^{-1}(w) dw \quad (1)$$

一方で、社会的限界費用(SMC)に基づく経済便益が最大となる最適均衡点は、式(2)のように定義できる。

$$\max Z_{SO} = \int_0^{q_{rs}} D^{-1}(w) dw - \sum_{a \in A} x_a \cdot t_a(x_a) \quad (2)$$

ここで、 D^{-1}_{rs} : $r-s$ 間の OD 逆需要関数、 q_{rs} : $r-s$ 間の OD 交通量である。これらは交通量配分において、需要変動型の利用者均衡配分(UE)とシステム最適配分(SO)の算定結果に対応する。最適設定では、上記の SMC と AC の差額分をリンク単位に料金とするものである。この場合は、一般道路・都市高速道路の全リンクを対象とする料金設定が必要であり、現実には技術的な困難を伴う。そこで、本研究においては、現実的な都市高速道路についての対距離料金設定（一般道路は無料）を行うことを基本として、次善問題（second best problem）としての検討を行う。

3. 現実的なネットワークにおける交通現象の分析

本研究では図 1 に示す阪神高速道路を含む京阪神道路網を対象に検討を行う。具体的には、計画路線完成年次



図1 対象道路ネットワーク

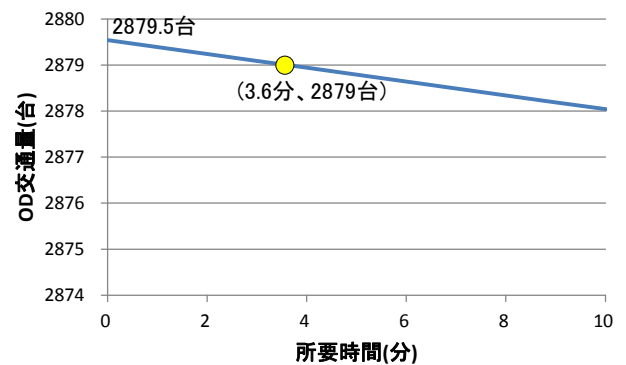


図2 ODペア(1-2)の需要関数

である平成 22 年を想定した道路ネットワーク（ゾーン数：786，ノード数：5264，リンク数：7826）である。時間価値は 70 円/分を用いる。また、各リンクの特性を表す走行時間関数は BPR 関数とし、パラメータ値は土木学会で推定されている $\alpha = 0.48, \beta = 2.82$ とする²⁾。

(1) OD需要関数の推計手順

本研究では、対象道路網の需要変動の表現方法として、図 2 に示すような最も基本的な形式である式(3)の直線型需要関数を用いる。以下に具体的な推計手順を示す。

- ① 利用者均衡状態（現状均衡点）を仮定して、各OD交通量，OD所要時間を算定する。
- ② 各ODペアの，現状均衡点に対する価格弾力性を定義する。本研究では-0.15とした。
- ③ 各ODペアの，現状均衡点を通過する需要曲線（直

線)を設定する。

以上の手順で推計された関数を式(3)に示す。

D_rs(C_rs) = \alpha - 0.15 \cdot C_rs (3)

ここで、\alpha はr-s間の最大需要交通量、C_rsはr-s

間のOD所要時間を表す。

(2) リンク料金課金時の社会最適状態の推計

本研究は全リンクにおいてリンク別料金を徴収した場合の状態を評価基準とする。全道路無料の場合とリンク別料金を設定した場合の利用者均衡状態結果を表1にまとめる。この総走行時間の短縮を時間価値に基づいて金額に換算した走行時間短縮便益を評価指標として用いる。

4. 対距離料金の提案

(1) 対距離料金の設定例

対距離料金は階段型料金と上限・下限付直線型料金、逓増逓減型料金、関数型料金の4種類を設定する。階段型料金は実際に現在阪神高速道路で導入されている対距離料金である。本研究の階段型料金は下限500円、上限900円、6kmごとに100円増加する設定である。上限・下限付直線型料金は対距離料金の最も基本的な形式である。平均利用距離17.5km・平均交通料金760円の点を通る料率33円/kmの直線関数に基づいて下限400円上限1200円を設定している。逓増逓減型料金は距離帯別に料率を変化させ、短距離帯では逓増し、長距離帯では逓減する料金設定である。料率は10円/kmと20円/kmを組み合わせている。関数型料金には、次式(4)に示す関数を用いる。

f(x) = 900 / { 1 + 22 / 23 * exp(17.5 - x / \alpha) } + 300 (4)

ここで、f(x)は高速道路料金、xはランプ間距離、\alphaはパラメータを表す。本研究ではパラメータを6として設定した。各ケースの料金形式を図3に示す。

(2) 対距離料金の計算結果

これらの料金設定に基づいて需要変動型利用者均衡配分計算を行った結果を表2にまとめる。階段型料金の場合、リンク別料金設定時と比較して都市道路網全体の走行時間短縮便益は45280(万円)である。上限・下限付直線型料金・逓増逓減型料金・関数型料金の総走行時間が大きいのは、これらの形式が階段型料金と異なり1円単位の細かい料金徴収が可能となるためであると考えられる。本研究で設定した4種類の対距離料金の中で社会的余剰

表1 リンク別料金の課金における均衡状態

料金形式	都市高速道路			
	料金収入(万円)	利用台数(台)	平均利用距離(km)	総走行時間(台・時)
無料金	0	1743795	12.9	579606
リンク別	234918	1251315	13.8	330475

料金形式	道路網全体		
	総走行時間(台・時)	総OD交通量(台)	走行時間短縮便益(万円)
無料金	10735200	12074267	-
リンク別	10088200	11679798	271740

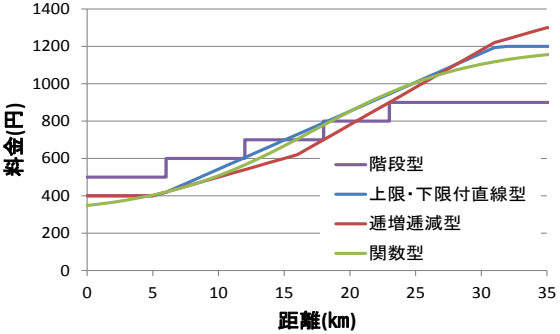


図3 対距離料金の設定形式

表2 対距離料金の評価

ケース	料金形式	都市高速道路				
		料金収入(万円)	利用台数(台)	平均利用距離(km)	総走行距離(km)	総走行時間(台・時)
1	階段型	77699	1113250	17.8	19802190	468987
2	上限・下限付直線型	80451	1188034	16.2	19235760	445988
3	逓増逓減型	80789	1186276	16.2	19158830	444215
4	関数型	79688	1190390	16.2	19265970	447338

ケース	料金形式	道路網全体			
		総走行距離(km)	総走行時間(台・時)	総OD交通量(台)	総走行時間短縮便益(万円)
1	階段型	213002600	10627390	12013315	45280
2	上限・下限付直線型	212808000	10609130	12030031	52949
3	逓増逓減型	212819300	10626830	12029534	45515
4	関数型	212756200	10599530	12032162	56981

が最大となる形式は、関数型料金である。

5. おわりに

本研究では、都市高速道路の弾力的な対距離料金設定方法について検討を行った。主要な研究成果は以下のようである。①需要変動型の交通量配分法を用いた都市高速道路の弾力的な対距離料金設定方法を提案した。これより多様な対距離料金の比較検討が可能となった。②都市道路網全体の時間短縮便益に基づく料金設定の比較検討を行った。従来の階段型料金に対して、非線形関数を用いた料金設定の有効性が示された。

参考文献

(1) 奥嶋政嗣・秋山孝正：交通均衡分析を用いた都市高速道路の対距離料金制度の検討，交通学研究，2005年研究年報，Vol. 49，pp.91～90，2006

(2) 土木学会計画学研究委員会編：道路交通需要予測の理論と適用・第Ⅱ編・利用者均衡配分モデルの展開，(社)土木学会，2006