

現実的徴収を考慮した混雑料金に関する交通均衡分析

岐阜大学工学部 学生員○野村 貴博
岐阜大学工学部 正会員 秋山 孝正

1. はじめに

都市における交通渋滞・交通混雑は重要な課題である。交通施設や交通ネットワークを効率的に利用し、混雑緩和を図るための理論として、交通経済学による混雑料金理論が検討されてきた。都市道路網における混雑緩和方策として、ETCの進展を踏まえた混雑料金の導入が検討されている。混雑料金は交通経済学¹⁾の面では社会的限界費用の適正負担を目的とするが、現実的には都心部への流入賦課などの徴収方法が検討されている。本研究では、道路網の混雑料金施策を交通均衡分析から考察するとともに、現実的な意味で都市混雑地域（いわゆる都心部）と混雑料金水準の決定方法について検討する。

2. 混雑料金に関する交通均衡分析

2.1 混雑料金の理論

混雑料金理論^{2), 3)}は、図-1に示すような平均交通費用（AC）、社会的限界費用（SMC）および交通需要関数から規定される。道路混雑が発生すると交通量の限界的利用により社会的費用の増加（外部効果）が生じる。このSMCとACの乖離に対して、社会的費用負担を求めるものが混雑料金である。

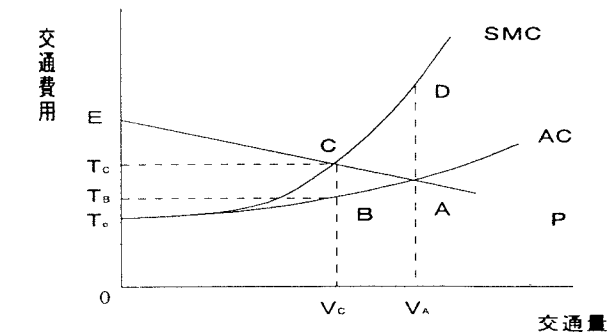


図-1 交通量—交通費用平面

2.2 交通均衡分析の方法

つぎに混雑料金に関する交通均衡分析の方法を検討する。道路網での平均交通費用に関する交通均衡は利

用者均衡（UE）、社会的総費用最小化はシステム最適状態（SO）として定式化できる。具体的には、それぞれの目的関数は次のようになる。

利用者均衡配分 $\rightarrow \min \sum_{a \in A} \int_0^{V_a} t_a(x) dx$

システム最適化配分 $\rightarrow \min \sum_{a \in A} t_a(x) x$

$t_a(x)$: リンク走行時間関数 V_a : リンク交通量
ここで、混雑料金施策は交通需要変動を考慮した経済便益（EB）の最大化で表現することができる。すなわち、消費者余剰としての利用者便益（UB）と社会的費用（SC）との差で計算される経済便益を最大化することと等価である。

$EB = UB - SC = \sum_{w \in W} \int_0^{d_w^*} D_w^{-1}(x) dx - \sum_{a \in A} t_a(x) x$

$D_w^{-1}(x)$: 逆需要関数 d_w : ODペアwの交通量

2.3 混雑料金の算定

都心部と郊外を区別し、リンク単位の混雑料金を算出するために、図-2のネットワークを設定する。

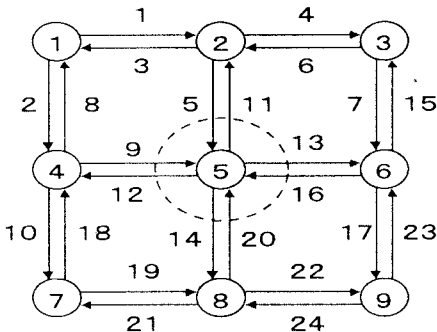


図-2 ネットワーク

諸条件を以下のように設定する。

- 1) リンク走行時間関数はBPR関数を用いる。

リンク走行時間関数: $t_a(x) = t_0 \left[1 + \alpha \left(\frac{x_a}{Q} \right)^\beta \right]$

t_0 : 初期所要時間 x_a : リンク a の交通量
 Q : 交通容量 α, β : パラメータ
 パラメータは $\alpha = 0.15$ 、 $\beta = 4.0$ とする。

2) 交通需要関数は線形関数を用いる。

$$\text{交通需要関数: } P_w = AX_w + B$$

P_w : OD ペア w の需要量

X_w : OD ペア w の交通費用

A、B : パラメータ ($A < 0, B > 0$)

3) OD 交通量は、1、3、5、7、9 をセントロイドとし、各セントロイド間の交通量を 100 台とする。
 ただし、ノード 5 における発生交通量はないものとする。

4) 時間価値を 80 円/分とする。

ネットワークのうち流入交通量の多かったノード 5 へのリンク (5, 9, 16, 20) で、図-1 における点 A と点 C のリンク交通量、交通費用と混雑料金は表-1 の結果が得られた。

表-1 混雑料金の計算結果

リンク	点A		点C		混雑料金
	交通量	交通費用	交通量	交通費用	
5	151	425	121	316	304
9	150	565	113	399	315
16	172	743	128	447	508
20	203	1130	156	603	1132
	(台)	(円)	(台)	(円)	(円)

3. 現実的な混雑料金徴収

3.1 現実的な混雑料金施策

つぎに現実的な混雑料金施策について検討する。前章では、リンク単位の混雑料金を設定した。現実的な意味では、「料金徴収エリア」と「料金水準」の組み合わせを検討することが重要である。すなわち、都心ゾーンの規定と単位費用を用いた料金水準の同時決定が必要となる。これは以下のような 2 段階問題の目的関数として表現することができる。

$$\text{管理者側の目的関数: } \min F(u, x(u))$$

$$\text{利用者側の目的関数: } \min f(u, x)$$

u : 混雑料金 x : リンク交通量

管理者側の目的関数は社会的費用の最小化とし、利用者側は交通費用の最小化とする。

3.2 経済便益の算定

都心部を図-2 において円内として示す。都心部へ進入するときに混雑料金を賦課する。賦課する料金をリンク一律 100 円単位で変更させ、経済便益、リンク交通量は、表-2、3 の計算結果が得られた。

表-2 経済便益の計算結果

点A	186214
点C	582468
200円	231660
300円	512812
400円	379342

(単位: 円・台)

表-3 混雑料金賦課に対するリンク交通量

リンク	200円	300円	400円
5	143	136	100
9	138	119	105
16	158	137	118
20	196	169	152

(単位: 台)

図-1 の点 A では、最も経済便益が小さく、点 C が最も大きくなる。混雑料金を賦課する場合は、300 円賦課するときに最も大きくなる。さらに混雑料金が增加すると、リンク交通量は減少していることがわかる。400 円賦課すると、リンク交通量は減少するが、経済便益も減少してしまう。都心部への流入賦課として適当とはいえない。

4. おわりに

本研究では都心部を固定し、現実的な料金徴収について検討を行った。今後の課題として、以下のことが挙げられる。

- 1) 単位費用をいくりに設定して、混雑料金水準を決定するか。
- 2) 料金徴収エリアの規模をどのように設定するか。
また 1 段階ではなく、数段階に分割すること。
- 3) 混雑料金水準と料金徴収エリアを組み合わせることにより同時に料金とエリアを決定すること。

(参考文献)

- 1) 奥野正寛・篠原総一・金本良嗣：交通政策の経済学、日本経済新聞社、第 1 章 pp27-pp47 1991 年
- 2) Hai Yang: Theory of Road Price、1995 年
- 3) 五井直樹：シミュレーションモデルを用いた混雑料金の算定、土木計画学研究・講演集 19 (2)、pp865-pp868