

現実的道路網を対象とした時間帯別乗り継ぎ制の有効性分析

岐阜大学 正会員 奥嶋政嗣

岐阜大学 正会員 秋山孝正

(社) システム科学研究所 安田幸司

1. はじめに

各種情報技術の進展により、都市高速道路では交通状況の時間変化に応じた交通管理が可能となっている。混雑緩和方策として検討されている乗り継ぎ制についても、交通需要の時間変化に応じた時間帯別の乗り継ぎ制の設定が実現可能となっている。

本研究では都市高速道路の乗り継ぎ制を考慮した時間帯別利用者均衡配分のアルゴリズムを構築する。また現実的道路網を対象とし、時間帯別乗り継ぎ制について交通均衡分析をおこなう。これより、乗り継ぎ制の時間帯別設定の有効性が検証できる。

2. 乗り継ぎ制を考慮した時間帯別均衡配分法

(1) 都市高速道路の時間帯別乗り継ぎ制

都市高速道路の乗り継ぎ制は本来、交通の不連続の利用が生じる場合に導入される均一料金制度の特別措置である。しかしながら近年では図-1に示す混雑緩和を意図した乗り継ぎ制の適用が検討されている¹⁾。

一般に都市高速道路の交通需要は時間帯により大きく変動する。このため、乗り継ぎ制導入にあたっては、時間帯別交通量を対象として検討を行う必要がある。

これまで、簡単なネットワークを用いて時間帯別乗り継ぎ制の導入効果について分析がなされている²⁾。本研究では、大規模道路網を対象として時間帯別乗り継ぎ制の導入効果を分析し、実用的運用の検討を行う。

(2) 乗り継ぎ制を考慮した時間帯別均衡配分モデル

ここでは、乗り継ぎ制導入時の交通均衡状態を表す時間帯別交通量配分モデルの記述方法を考える。このとき、「リンクの相互作用を考慮した交通量配分法」を用いると、目的関数は式(1)で表現される¹⁾。

$$\min Z_A(x) = \frac{1}{2} \sum_a \left(\int_0^{x_a^n} t_a(w, x_a^n) dw + \int_0^{x_a^n} t_a(w, 0) dw \right) \quad (1)$$

時間帯別配分モデルでは、残留交通量が発生するため、時間帯ごとに需要交通量が変化する。このため、式(2)で表される目的関数をもつ需要変動型利用者均衡配分モデルとして定式化できる²⁾。

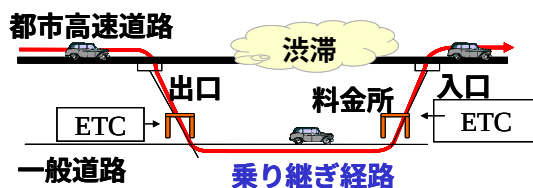


図-1 混雑緩和を意図した乗り継ぎ制

$$\min Z_B(x, g) = Z_A(x) - \sum_{rs} \int_0^{g_{rs}^n} \frac{2T_w}{Q_{rs}^n} (q_{rs}^{n-1} + Q_{rs}^n - z) dz \quad (2)$$

ここで、①経路選択においては一般化費用を用いて算定し、②残留交通量の修正においては経路所要時間の平均値に基づく到着交通量を基本として算定する。これらの定式化により、乗り継ぎ制に関して「時間帯別 OD 交通量」と「乗り継ぎ導入箇所」の設定に基づき時間帯別の交通現象を推計可能とする。

(3) 計算アルゴリズムの提案

前節での定式化に基づき、大規模な都市道路網を対象とした交通量推計を実行するための、計算アルゴリズムを提案する。ここで大規模ネットワークを対象とするとき、乗り継ぎ制を考慮した最短経路探索法を交通量配分モデルに組み込む必要がある。

ここでは、乗り継ぎ対象として指定された出口 j - 入口 i について、高速道路ネットワークに出口 j と入口 i を直接接続する乗り継ぎダミーリンクを用いる。具体的なアルゴリズムは以下に示す3点の特徴をもつ。

- ①乗り継ぎ最短経路探索：乗り継ぎ対象ペア (j, i) について、一般道路ネットワークを対象として、最短経路 δ_{ji} (所要時間 t_{ji}) を dijkstra 法により探索する。
- ②OD 間最短経路探索：乗り継ぎ経路所要時間 t_{ji} により、乗り継ぎダミーリンク k の所要時間 t_k に更新する。またダミーリンクを含むネットワークを対象として OD 間 $(r-s)$ の最短経路リンク列 δ_{rs} を抽出する。
- ③乗り継ぎ経路の補助フロー負荷：最短経路リンク列 δ_{rs} にダミーリンク k が含まれる場合、乗り継ぎ経路 δ_{ji} に時間帯 n の需要交通量 g_{rs}^n を補助フロー y に負荷する。

このように、乗り継ぎランプペアが多数設定される場合にも、OD 間の最短経路探索が可能となる。

キーワード：時間帯別交通量配分、交通均衡分析、時間帯別乗り継ぎ制、都市高速道路

連絡先 (〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部社会基盤工学科, TEL: 058-293-2446, FAX: 058-230-1528)

3. 時間帯別乗り継ぎ制の有効性分析

(1) 乗り継ぎ制導入ランプペアの設定

本研究では阪神高速道路を対象とし、大阪市内の都市道路網のネットワーク表現をおこなった。ここで、時間帯別乗り継ぎ制の分析対象となる乗り継ぎ制導入ランプペアの設定について検討する。

ここでは、以下に示す手順にしたがって、分析対象となる乗り継ぎ制導入ランプペアの設定を行った。

- ①対象道路網の 62 入口, 63 出口の組み合わせから、現実的制約を考慮して乗り継ぎ経路の設定可能性を検討し、70 組の乗り継ぎ制導入ランプを選定した。
- ②単一ペアの設定での交通量推計において、乗り継ぎ交通量が発生した 55 組のランプペアを対象とした。
- ③上記の 55 組から利用者便益の上位 10 組のランプペアを選定した。ここで利用者便益とは、総走行時間の短縮便益と、料金徴収額の減少分の合計とする。
- ④上位 10 組のランプペアについて、すべての組み合わせ $1024(=2^{10})$ 通りの交通量推計結果から、利用者便益が最も高いランプペアの組み合わせを設定した。

最終的に 4 組のランプペア（R3 海老江－R12 扇町，R3 中之島西－R12 扇町，R11 福島－R16 天保山，R15 芦原－R3 西長堀）を設定した。このとき、全時間帯での乗り継ぎ実施による導入効果を表－1 に整理する。

表－1 全時間帯での乗り継ぎ制実施の導入効果

		乗り継ぎ制の導入箇所の設定		
		なし	全10組に導入	対象ペアに導入
総走行時間 (10^3 台・分)	高速道路	18,369	18,328	18,333
	一般道路	37,577	37,590	37,582
	合計	55,945	55,919	55,915
料金徴収額 (10^3 円)		578,135	580,224	579,706
利用者便益 (10^3 円)		-	2,139	2,424

利用者便益については、対象ペアに実施した場合には、全 10 組に導入した場合より 285 千円上回る。このように、導入対象となるランプペアを適切に選定することにより道路網の効率化が図られることがわかる。

(2) 時間帯別乗り継ぎ制の有効性評価

乗り継ぎ制の導入時間帯パターンを午前・午後のピーク時を中心とした時間帯に導入するものとする。具体的には①午前（7 時～10 時）、②午後（16 時～19 時）、③午前・午後（7 時～10 時、16 時～19 時の 2 回）である。設定したすべての導入時間帯パターンについて、時間帯別の交通量推計を行い、利用者便益を算定した。

ここでは、R3 海老江⇒R12 扇町と R3 中之島西⇒R12 扇町が②午後、R11 福島⇒R16 天保山が③午前・午後、R15 芦原⇒R3 西長堀が①午前にそれぞれ乗り継ぎ制を

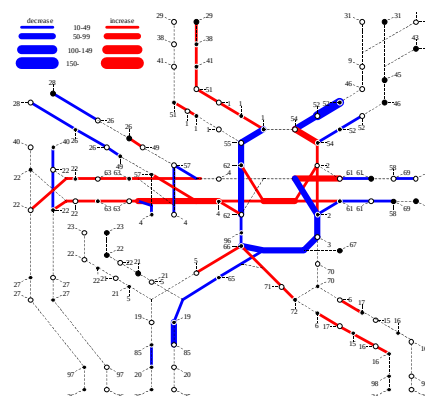
導入した場合において、利用者便益が最も高くなった。

ここで、全時間帯で乗り継ぎ制を導入した場合と比較して、最適時間帯による導入効果を表－2 に整理する。総走行時間を比較すると、最適時間帯で実施した場合では、6,000 台・分小さい値となっている。

表－2 最適時間帯パターンの乗り継ぎ制導入効果

		乗り継ぎ制の導入時間帯の設定		
		なし	全時間帯で実施	最適時間帯で実施
総走行時間 (10^3 台・分)	高速道路	18,369	18,333	18,338
	一般道路	37,577	37,582	37,570
	合計	55,945	55,915	55,909
料金徴収額 (10^3 円)		578,135	579,706	577,727
利用者便益 (10^3 円)		-	2,424	2,933

つぎに、最適時間帯パターンでの乗り継ぎ制導入の有無による各リンク交通量の変化を図－2 に示す。



図－2 最適時間帯パターンでの交通流動

環状線を中心にして池田線・守口線・大阪港線上り、堺線下りにおいて、混雑緩和効果が得られることがわかる。

4. おわりに

本研究では、時間帯別乗り継ぎ制の実用的運用について検討を行った。本研究の成果を以下に整理する。

- ① 乗り継ぎ制を考慮した交通均衡分析のためのアルゴリズムを構築し、乗り継ぎ経路探索の組み込みにより大規模道路網への適用が可能となった。
- ② 交通需要の時間変化に応じて、ピーク時以外では乗り継ぎ制実施による利用者便益は高くない。
- ③ ネットワーク効率の観点から、午前・午後のピーク時を中心にして時間帯別乗り継ぎ制を導入することにより、効果的運用が可能であることがわかった。

【謝辞】：本研究は、平成16年度科学研究費補助金若手研究(B)15760395の研究成果の一部であることを付記する。

参考文献

- 1) 秋山孝正, 安田幸司, 奥嶋政嗣, 椎谷拓也: 都市高速道路乗り継ぎ制における最適設定方法についての研究, 土木学会論文集, No. 751, IV-62, pp. 13-25, 2004.
- 2) 椎谷拓也, 秋山孝正, 奥嶋政嗣: 時間帯別乗り継ぎ制に関するモデル分析, 第1回ITSシンポジウム2002 Proceedings, pp. 433-438, 2002.