

都市高速道路の渋滞緩和を目指したランプ流入制御に関する研究

名城大学 学生会員 ○三宅 徹
名城大学 フェロー 松井 寛

1. はじめに

都市高速道路は、都市圏交通の分散・緩和、他道路と連結するネットワークの要であり、非常に重要な役割を担っている。しかし、自動車交通量の増大により、慢性的な渋滞や、著しい混雑が発生している。高速性・定時制・安全性など、高度なサービスを提供し、都市高速道路本来の機能を保持、増進していくうえで、渋滞対策の必要性は極めて高いといえる。

そこで、本研究では都市高速道路本線上の交通容量の不足に起因する自然渋滞を防止し、交通流の円滑化を図ることを目的とし、従来の LP 制御モデルの改良を図った交通量の空間的分布を考慮した LP 制御モデルを用いて、オンランプで流入量を調整する流入制御を行なう。

2. 交通量の空間的分布を考慮した LP 制御

交通量の空間的分布を考慮した LP 制御モデルは高速道路利用 OD 交通需要量を与えられたとき、総走行台キロ最大化を目的関数にとり、各道路区間の容量制約やオンランプでの許容待ち台数制約を制約条件にとった LP 制御を定式化したものであり、さらに本線上の交通流の空間的分布と残留交通量を新たに導入し、時々刻々と変動する交通需要に対応したものである。

3. 目的関数及び制約条件について

目的関数には、総走行台キロ最大化を採用し、次のように定式化する。

$$f = \sum_j a_j X_j^k$$

また、制約条件は次のように定式化する。

1) 本線上の交通容量制約

$$\sum_j b_{ij}^0 x_j^k + \sum_j b_{ij}^1 x_j^{k-1} + \sum_j b_{ij}^2 x_j^{k-2} + \cdots \leq c_i$$

2) オンランプの待ち台数制約

$$Q_j^k - W_j - X_j^{k-1} \leq x_j^k$$

3) 許容流入量の非負条件と最大可能流入量制約

$$0 \leq x_j^k \leq x_j^{\max}$$

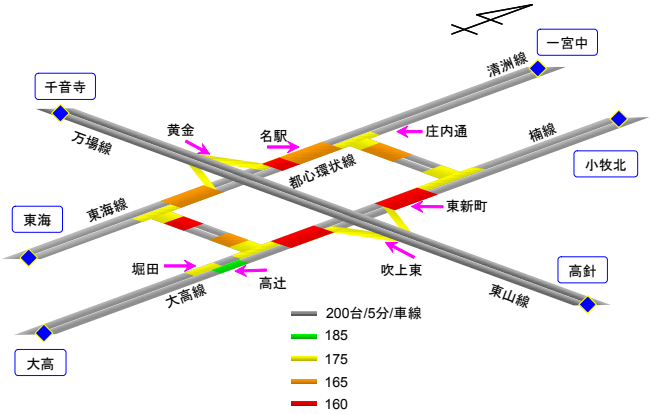


図 1 名古屋高速道路線図

表 1 各オンランプの最大可能流入量
および待ち台数制約値

オンランプ	待ち台数制約値(台)	最大可能流入量(台)
黄金	50	100
東新町	50	100
名駅	50	100
吹上東	70	100
庄内通	50	100
堀田	90	100

4) 積流入量が累積需要量を超えないという制約

$$x_j^k \leq Q_j^k - X_j^{k-1}$$

3. 名古屋高速道路への適用

本研究では、H22 年より供用開始を予定している 6 号清洲線、4 号東海線の新路線を含む名古屋高速道路全路線を制御対象とし、適用を行なう。本線上の交通容量は路線の形状等により、図 1 に示すように、200 台/5 分/車線から 160 台/5 分/車線の範囲で設定した。また各オンランプにおける最大可能流入量および待ち台数制約値(一部)を表 1 に示す。ここで、名古屋西 JCT、小牧北、高針 JCT、東海 JCT、星崎集約所を利用するオンランプ、一宮線下り方面のオンランプについては需要量が最も多いことや路線の形状から本線の上部部分とみなし、流入制御は行なわないものとする。制御時間帯は 7:00～10:00 の朝ピーク時間帯を含む 3 時間とする。また、本線上の走行速度は路線の形状等により 60km/時から 40 km/時の範囲で設定した。

4. 適用結果と考察

交通量の空間的分布を考慮した LP 制御モデルを名古屋高速道路全路線に適用した結果、得られた結果は次のとおりである。

待ち台数の変動を図 2, 3 に示す。図 2 より、堀田ランプでは、待ち行列に制約値を設けなかった場合、待ち台数は最大約 126 台に達した。一方、待ち行列に 90 台の上限値を設けた場合、8:25～8:45 に渡って上限値 90 台に達した。図 3 より、庄内通ランプでは、待ち行列に制約値を設けなかった場合、待ち台数は最大約 89 台に達した。一方、待ち行列に 50 台の上限値を設けた場合、8:30～8:45 に渡って上限値 50 台に達した。表 2 には、各オンランプにおける 3 時間の総待ち時間を示す。名駅ランプ及び、庄内通ランプにおいては、待ち行列を制約値により制限したため、総待ち時間が減少する結果となった。しかし、その影響が他のランプに及び、黄金、東新町、名駅、吹上東ランプで総待ち時間が増加する結果となった。また、流入台数の変動を図 4 に示す。堀田ランプ、庄内通ランプにおいて、ピーク時間帯前半で流入量を抑え、その後急激に流入させる傾向が見られ、流入量の変動が大きくなってしまった結果となった。さらに両ランプで、8:20～8:25 にわたり完全閉鎖の状態に至った。また、堀田ランプでは 8:50～8:55 にわたり、流入台数が最大可能流入量である 100 台に達した。図 5 には、各ランプにおける制御パターンの変化を示す。

5. おわりに

本研究の結果、改良 LP 制御モデルは単位制御時間帯ごとに最適化を行なうことにより、交通需要変動に対応した滑らかな制御解を得ることができた。しかし、目的関数として総走行台キロ最大化を採用することによって、最下流の特定オンランプに待ち行列が集中する傾向が見られた。

【参考文献】

1) 松井 寛 他

『交通量の空間的分布を考慮したファジィ LP 制御』

土木計画学研究 論文 No.10 1992.11.3

2) 『第 12 回名古屋高速道路自動車起終点調査報告書』

名古屋高速道路公社 2004.3

3) 『名古屋高速道路の各ランプにおける需要量データ』

名古屋高速道路公社 2006.7

【謝辞】

本研究を進めるに際して、資料提供していただいた名古屋高速道路公社に感謝の意を表します。

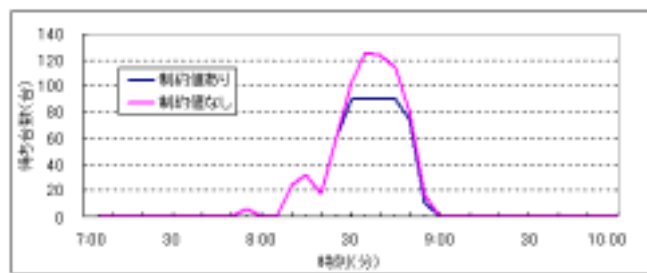


図 2 待ち台数の変動(堀田ランプ)

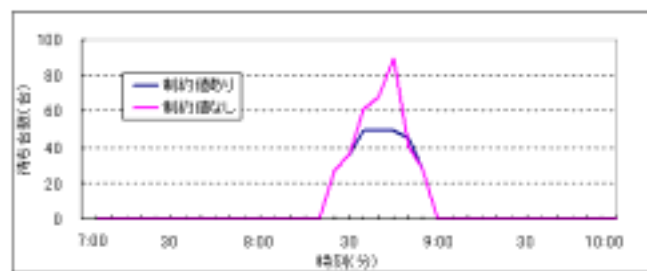


図 3 待ち台数の変動(庄内通ランプ)

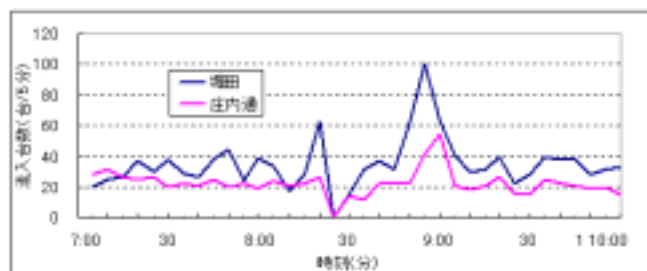


図 4 流入台数の変動 (制約値あり)

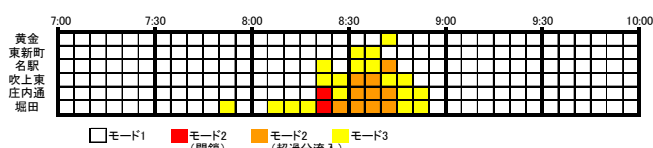


図 5 各ランプにおける制御パターンの変化

- モード 1: ブースの閉鎖は行わず、需要量はすべて流入させる
 モード 2: 完全閉鎖、または待ち台数が制約値を超える場合、その超過分だけを流入させる
 モード 3: モード 1, 2 の中間で、需要量の一部を流入させる部分閉鎖

表 2 各ランプにおける 3 時間の総待ち時間

	待ち台数制約値なし(分)	待ち台数制約値あり(分)
黄金	0	141
東新町	0	383
名駅	132	663
吹上東	97	1384
庄内通	1752	1433
堀田	3517	2937