

道路ネットワークと交通状況に適応したランプ流入制御の効果分析

愛媛大学大学院 学生会員 ○松本洋輔
愛媛大学 非会員 藤原拓

愛媛大学大学院 正会員 吉井稔雄
愛媛大学大学院 正会員 倉内慎也

1. はじめに

高速道路を対象とした種々のランプ流入制御手法が提案されている．その中でも，都市内高速道路のネットワーク流動性向上を目的とする代表的な手法として，佐佐木ら¹⁾によってLP型ランプ流入制御手法が提案されている．同手法は高いネットワーク流動性を確保しうる優れた手法であるが，制御時間帯において精度の高い予測OD交通量を必要とすることなどの問題を抱えており，これまで複数の改良モデルが提案されているものの，実用化されるには至っていない．そこで，米澤ら²⁾は，制御の実用化を視野に入れ，OD交通量の獲得を要件とすることなく，交通密度のみの管理で実行可能な集計QKを用いたエリア流入制御手法を提案，環状ネットワークを対象とするシミュレーション解析を行ってその制御効果を示した．また遠藤ら³⁾はネットワーク形状が路線状か面的な広がりを持つか，ボトルネックの数が単一か複数かでネットワークを類型化し，各ネットワークに適した流入制御手法の提案を行った．

本稿では，集計QKを用いて，複数のオンランプからの流入交通量を管理する制御手法に加えて，局所的に単独のオンランプの流入交通量を管理する流入制御手法を提案，阪神高速道路ネットワークを対象に両制御実施による混雑緩和効果を比較検討する．

2. 集計QK

本章では Geroliminis ら⁴⁾によって提案され MFD (Macroscopic Fundamental Diagram) の考え方をを用いて集計QK関係を定義する．複数リンクから構成される道路ネットワークエリアの交通状態量として，集計交通流率と集計交通密度を定義し，その関係を集計QK関係と命名する．集計交通流率 Q [台・km/h] は，道路ネットワークエリアに内包される全てのリンクについて，リンク単位で算定される単位時間あたりの車両台キロを合算した値，集計交通密度 K [台/エリア] は，エリア内に存在する全ての車両台数と定義する．図1に集計交通流率と集計交通密度の関係例を示す．両指標間には，一定の条件を満たす場合に，単路部道路区

間において定義されている交通密度-交通流率関係と同様，図1に示すように集計交通流率を最大にする集計交通密度（以下目標台数）が存在する．すなわち，目標台数に近い集計交通密度を維持することが叶えば，高い集計交通流率を確保する可能性があると考えられる．

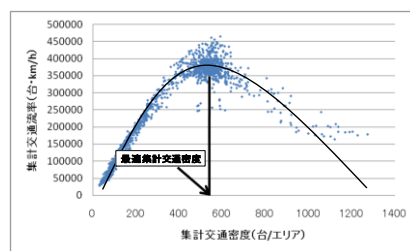


図1 集計QK関係の例

3. ローカルLP制御

本章では複数ボトルネックを持つ路線状道路ネットワークに対しての有効性を持つと考えられる流入制御手法を考案する．各オンランプについて，ランプが接続している本線下流部において渋滞が発生している場合に，当該オンランプでの流入交通量を制限し，渋滞の延伸を回避するという手法である．なお本手法は，上流への渋滞延伸が無い場合にはLP型ランプ流入制御を動的に実施しているということに他ならないことからローカルLP制御 (Local Linear Programming Control) と命名する．

・制御方法

図2において，合流部下流リンクが渋滞流になった場合に，式(1)にてオンランプリンクの流入交通量の上限値（以下制御流入交通量）を決定し，この値に従って流入制御を実施する．

$$Q_{on}^{control}(t+1) = Q_{down}^{out}(t) - Q_{up}^{out}(t) \quad (1)$$

ただし，

$Q_{on}^{control}(t)$: 時間帯 t におけるオンランプリンクの制御流入交通量

$Q_{down}^{out}(t)$: 時間帯 t における下流リンクからの流出交通量

$Q_{up}^{out}(t)$: 時間帯 t における上流リンクからの流出交通量

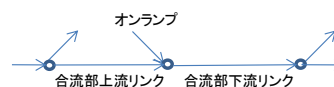


図2 ボトルネック部

4. 交通シミュレーションを用いた有効性検証

本章では、交通流シミュレーション SOUND⁵⁾を用いた数値解析を行う。

(1) シミュレーション概要

本稿で対象とするネットワークは、7号北神戸線、8号京都線、31号神戸山手線、湾岸垂水線を除く阪神高速道路ネットワーク（図3）である。なお、集計 QK を用いた制御の対象エリアは環状線と放射線状各路線の一部から構成されるネットワーク（図3中赤で示したリンク）とした。

本検証では制御なしのケースに加え、集計 QK 制御のみ（制御1）、ローカル LP 制御のみ（制御2）、両制御を組み合わせた制御（制御3）を実施し、各制御実施の有効性を検証する。制御リンクは、制御1、制御3の集計 QK 制御においてはエリアに接続している全てのオンランプ、制御2においては全てのオンランプ、制御3のローカル LP 制御においては集計 QK 制御の制御リンク以外の全てのオンランプとする。総発生車両台数は 230,237 台であった。また、以下の分析では全リンクが臨界状態である場合の集計交通密度値 1,374 台を集計 QK 制御の目標台数とする。

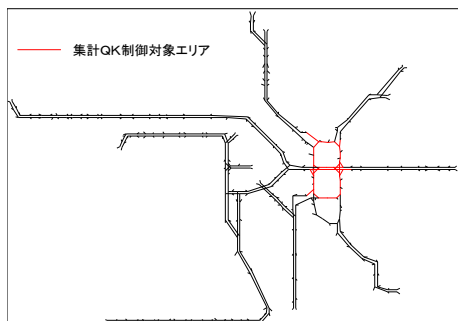


図3 対象とした阪神高速道路ネットワーク図

(2) シミュレーション結果

制御を実施していない場合と、制御1、制御3を実施している場合の集計 QK 状態図をそれぞれ図4、図5に示す。両制御で目標台数を若干上回る集計交通密度が観測されているが、これは環状線に流入する放射線の本線リンクを制御していないために、オンランプで制御交通流率を0に設定しても交通密度の増加を抑える事が出来ない状況が発生したことによるものである。しかし、制御を実施していない場合と比べて、集計交通密度が低い値に抑えられており、かつ高い集計交通流率を維持出来ている。

制御を実施していない場合と、制御1～3を実施している場合のランプ部における総待ち時間、本線におけ

る総走行時間、その合計の総旅行時間を表1に示す。3つの制御を実施することで、いずれも総旅行時間が削減されるとの結果が得られた。また、集計 QK、ローカル LP 両制御を組み合わせた制御3の効果が大きくなっており、両制御を適切に組み合わせることでさらなる混雑緩和効果を獲得する可能性があることを示した。

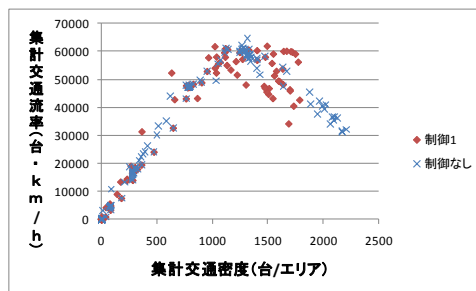


図4 集計 QK 状態図(制御なし・制御1実施時)

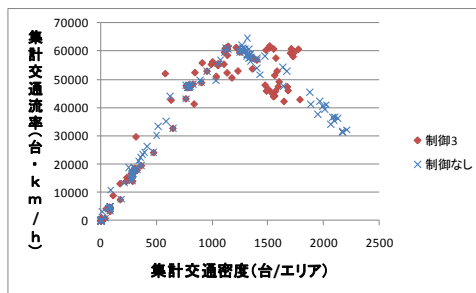


図5 集計 QK 状態図(制御なし・制御3実施時)

表1 総旅行時間比較

	制御なし	制御1	制御2	制御3
総待ち時間	12652	12242	13800	12001
総走行時間	125502	102368	122953	100668
総旅行時間	138154	114610	136753	112669

(時間)

5. まとめ

本検証において、2つの制御を組み合わせた道路ネットワーク特性に適応させた制御の有効性が確認された。今後は、一般街路も含めたネットワークにおいて、両流入制御手法の有効性を検証していきたい。

【参考文献】

- 1) 佐佐木 綱・明神 証：都市高速道路網における流入車制御理論，交通工学，Vol.3，No.3，pp.8-16，1968。
- 2) 米澤悠二・吉井稔雄・北村隆一：集計 QK を用いたエリア流入制御手法の実施効果検証，土木計画学研究発表会・講演集（CD-ROM），2009。
- 3) 遠藤皓亮・吉井稔雄・藤井聡：ネットワーク形状と交通状況に適応したランプ流入制御手法，土木計画学研究発表会・講演集（CD-ROM），2010。
- 4) Geroliminis Nikolas, Daganzo, Carlos F Nikolas：Macroscopic modeling of traffic in cities, 86th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C., 2007。
- 5) 吉井稔雄・桑原雅夫・森田緯之：都市内高速道路における過飽和ネットワークシミュレーションモデルの開発，交通工学 Vol.30, No.1, pp.33-41, 1995