

第4部門

路線状道路ネットワークを対象とした集計 QK 流入制御の有効性検証

京都大学 学生会員 遠藤 皓亮
 京都大学 正会員 吉井 稔雄
 京都大学 正会員 藤井 聡

1. はじめに

本研究では、検知器情報の獲得のみを要件として実施可能な簡便なランプ流入制御手法の確立を目的とし、同要件を満たす集計 QK を用いた流入制御手法の有効性に関する検証を行う。具体的には、複数のボトルネックを有する路線状ネットワークとして阪神高速道路神戸線道路ネットワークを取り上げ、同ネットワークを対象として同流入制御手法の有効性を評価する。

2. 集計 QK

本章では, Geroliminis ら¹⁾によって提案された MFD (Macroscopic Fundamental Diagram) の考え方を援用し集計 QK 関係を定義する。

複数のリンクから構成される道路ネットワークエリアを定め、同エリアの交通状況を示す指標として、集計交通流率、集計交通密度を式(1),(2)にて定義する。この集計交通流率と集計交通密度との関係を集計 QK 関係と定義する。

$$\cdot \text{集計交通流率} \quad Q = \sum_{i \in L} (q_i \times d_i) \quad (1)$$

Q : 集計交通流率 (台・km/h)

q_i : リンク i の交通流率 (台/h)

d_i : リンク i の区間長 (km)

L : エリア内のリンクの集合

$$\cdot \text{集計交通密度} \quad K = \sum_{i \in L} (k_i \times d_i) \quad (2)$$

K : 集計交通密度 (台/エリア)

k_i : リンク i における空間車両密度 (台/km)

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 (QK 関係) での臨界密度に相当する集計交通密度 (以下, “目標台数”) が存在することが先行研究により示されている。すなわち, 目標台数付近の集計交通密度を維持することで高い交通フローが実現

される可能性がある。

3. 許容流入交通量の決定方法

本流入制御手法においては、エリアの集計交通密度を目標台数 K_c 付近に保つため、エリアへの総流入交通量を調節する。ただし、 K_c は観測に基づいて事前に設定する制御パラメータである。制御では、集計交通密度が目標台数 K_c を上回った場合に制御を開始し、式(3)で許容流入交通量を算出、単位時間 T 毎に許容流入交通量の更新を行う。

$$N_l(t) = q_l(t-1) \times \left[1 + \frac{\sum_{i \in B} q_i(t-1) \Delta T - \{K(t-1) - K_c\} - \sum_{i \in A} q_i(t-1) \Delta T}{\sum_{i \in C} q_i(t-1) \Delta T} \right] \quad (3)$$

$N_l(t)$: t 番目時間帯における制御リンク l の制御交通流率 (台/h)

$q_i(t)$: t 番目時間帯におけるリンク i の交通流率 (台/h)

$K(t)$: t 番目時間帯終了時の集計交通密度 (台/エリア)

A : 流入リンクの集合

B : 流出リンクの集合

C : 制御リンクの集合

制御開始後は、集計交通密度が制御終了判定 K_E (台/エリア) 下回った場合に制御を終了する。ただし、 K_E は事前に設定するパラメータである。

4. 対象道路ネットワークと集計 QK 関係

4.1. 対象道路ネットワーク

制御対象となる道路ネットワークを以下の2つの視点から類型化する。

面的な広がりをもつか路線状であるか

ボトルネックが単一であるか複数か

うち、米澤ら²⁾の研究において、面的な広がりをもち複数のボトルネックを有する環状ネットワークにおける制御の有効性が確認されている。そこで本稿では、路線状で複数のボトルネックを有するネットワークとして、図1に示す阪神高速道路神戸線上り神明口～摩耶区間を対象にシミュレーション解析を行う。

Kosuke ENDO, Toshio YOSHII, Satoshi FUJII

連絡先: endo@trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp

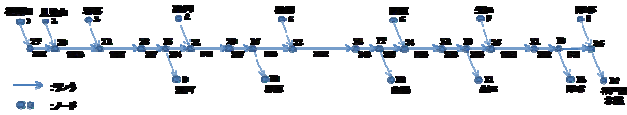


図1 対象とする阪神高速道路神戸線道路ネットワーク

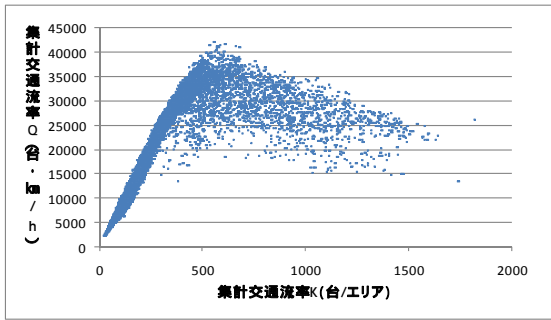


図2 阪神高速道路神戸線における集計 QK 関係

4.2. 集計 QK 関係

本節では、制御効果の有効性検証に先駆けて、同道路ネットワークエリアにおいて、上に凸となる集計 QK 関係が成り立っていることを確認する。

図2に同ネットワークエリアにおける集計 QK 関係を示す。なお、同図は2008年5月1ヶ月間の区間検知器データを集計して求めた。図より、同ネットワークエリアにおいて上に凸の集計 QK 関係を示すことを確認した。これより、エリア内集計交通密度を、目標台数付近に維持することで、エリア内の高い交通流率を実現できる可能性があると考えられる。

5. エリア流入制御実施効果の検証

本章では、上記道路ネットワークエリアを対象に実施する集計 QK 流入制御手法の有効性を検証する。検証はシミュレーションモデル SOUND³⁾を用いる。

シミュレーション入力値であるリンク長、交通容量、OD 交通量は観測や調査から獲得された実データを用いた。なお、制御パラメータである目標台数 K_c は、図2を参考に $K_c = 800$ (台/エリア)、制御単位時間 T は5分に設定した。シミュレーション時間は午前5時から11時まで6時間である。また、今回の検証においては、交通事故などの突発事象によって一時的に特定のリンク交通容量が大きく低下した場合を想定、具体的には、図2中神戸線本線に向かう最下流リンクでの事故を想定、午前7時30分から午前8時の30分間同リンクの交通容量を1,800 (台/h) とした。

図3には、制御実施有無の別に対象エリア内に実現した5分単位の集計 QK 関係を示す。制御無しの場合との比較において、制御実施により集計交通密度が一定値以下に抑えられていることが見て取れる。しかし

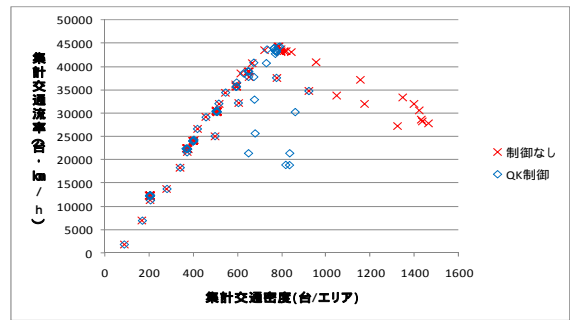


図3 神戸線集計 QK 関係の変化

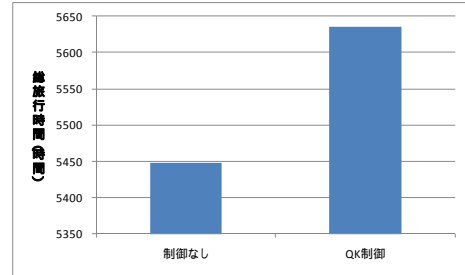


図4 総旅行時間比較

ながら、高い流率の実現には至らなかった。図4に対象とした全車両による総旅行時間^{脚注)}を示すが、制御実施によって総旅行時間が増加しているとの結果が得られた。すなわち、今回対象としたエリアにおいては、集計 QK 制御によって交通混雑を悪化させるとの結果が得られた。

以上より、複数のボトルネックを有する路線状ネットワークにおいては、集計 QK 制御が負の効果をもつ可能性があることが示された。

6. おわりに

今後は、4.1.で類型化した各属に属する道路ネットワークを対象とし、各ネットワークに対して有効に機能する適切かつ簡便な流入制御手法の検討を行う。

最後に、本研究を進めるにあたっては、阪神高速道路株式会社より貴重なデータをご提供いただきました。また、(株)交通システム研究所の大藤武彦氏、(有)都市未来の土田貴義氏には貴重なご意見ならびにご支援を頂きました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) Geroliminis N. and Daganzo C.F., Macroscopic modeling of traffic in cities, 86th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C.2007.
- 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・講演集 (CD-ROM),2009.
- 3) 吉井稔雄・桑原雅夫・森田綽之: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.

注)同旅行時間は制御によって発生するオンランプでの待ち時間も含む。また、シミュレーションでは、高速道路の混雑状況にかかわらず全OD交通が所定のオンランプ-オフランプ間の移動を行う。