

MFD を用いた流入制御手法の効果分析

愛媛大学 学生会員 ○前原慎也 愛媛大学 正会員 吉井稔雄
愛媛大学 正会員 高山雄貴

1. はじめに

Geroliminis and Daganzo¹⁾は道路ネットワークにおいて、平均占有時間と平均交通量の間に Macroscopic Fundamental Diagram (MFD)という関係が存在することを確認した。同研究では、この関係を利用することで、ネットワーク内の交通密度の管理のみでネットワーク内の流動性を高めることができると結論づけている。米澤ら²⁾は、同関係を利用し、交通密度の管理のみで実施可能である「集計 QK 制御」を提案した。同制御の有効性はシミュレーション解析を通して検証されている。しかし、同制御の制御効果は、常に発現するとは限らないため、制御効果が発現する交通状態を把握することが必要である。

そこで、本研究は集計 QK 制御の制御効果が発現する交通状態の把握を目的とする。そのために、交通流シミュレーションを用いて、制御開始時の集計 QK 状態および集計 QK 状態の時間推移が制御効果に与える影響を分析する。

2. 集計 QK 制御

集計 QK 制御とは、MFD の考え方に基づいた流入制御手法である。同制御は、まず、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義する。そして、同エリア内に存在する車両台数を事前に設定した台数に維持することを目標とし、エリア内への流入交通量を調節する。詳しくは先行研究²⁾を参考されたい。

3. 制御効果の発現する交通状態の分析

本稿では、交通流シミュレーション SOUND³⁾を用いて、制御開始時の集計 QK 状態および集計 QK 状態の時間推移が制御効果に与える影響を分析する。

(1) シミュレーション概要

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 1)である。なお、図中赤で示したリンクは集計 QK 制御対象エリアで、環状線と放射線の一部から構成されるネットワークとする。

シミュレーションに用いる OD 交通量は、起終点調査結果と検知器情報に基づいて推定された 2008 年 5 月 22 日の午前 5 時～正午の 1 時間単位のデータを用いる。総発生車両台数は 268,928 台である。

(2) 制御概要

図 2 に制御しない場合の集計 QK 状態図を示す。各プロットは、シミュレーションで、5 分ごとに集計されるエリア内の流率と密度の座標を示す。制御は、集計交通密度がエリア内の臨界密度 $K_c=1,374$ (台/エリア)以上のプロットの交通状態において実施される。制御対象となる交通状態は計 24 プロットとなった。したがって、本分析では、24 の交通状態における制御効果を検証する。制御終了密度は、 $K_c=1,374$ (台/エリア)とし、同密度になるまで制御を実施し続けるものとする。また、制御は制御対象エリア内の全オンランプ群(10 リンク)に対して実施し、制御流入交通量を一律 0 とした。

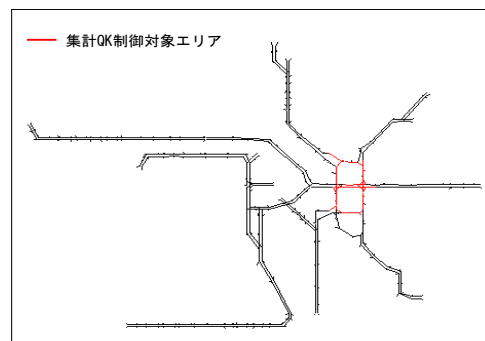


図 1 対象ネットワーク図

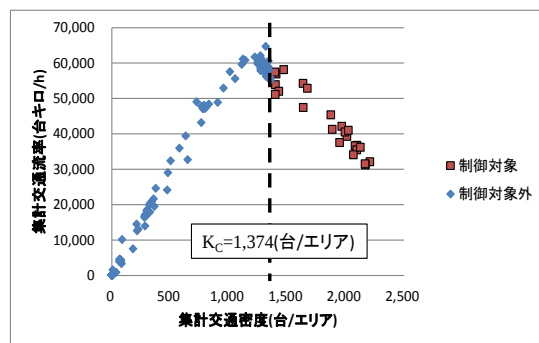


図 2 集計 QK 状態図

4. シミュレーション結果

(1) 集計 QK 状態と制御効果

図 3 に集計 QK 状態と制御効果の関係を示す。ここで、制御効果を表す指標として総旅行時間を用いる。総旅行時間とは、オンランプ部での「総待ち時間」とネットワーク上に出現して目的地に到達するまでの「総旅行時間」の和である。制御効果は、総旅行時間が制御を実施しない場合と比べて、減少した場合は効果ありとし、増加した場合は効果なしとする。図より、集計交通密度が 1,300~1,800(台/エリア)にかけては、制御効果が発現した場合としない場合が混在しており、互いの交通状態には大きな違いは見られなかった。また、集計交通密度が 1,800(台/エリア)を超えた付近から、グリッドロックが発生すると結果が得られた。したがって、制御開始密度が大きな交通状態である時、制御効果は得られず、かえって、ネットワーク内の円滑性を損ねてしまう可能性がある。

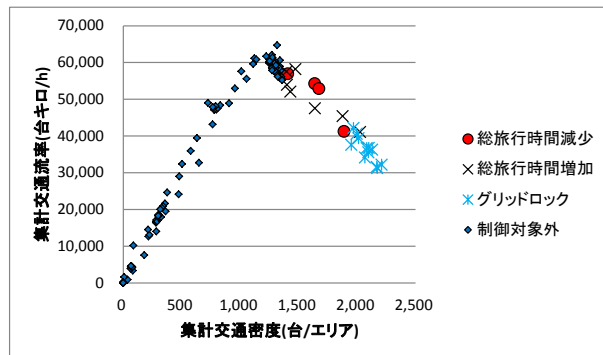


図 3 集計 QK 状態と制御効果

(2) 集計 QK 状態の時間推移と制御効果

本稿では、集計 QK 状態の時間推移を集計 QK 状態図上の制御開始時のプロットと直前時間のプロットを結ぶベクトルで表す。したがって、集計 QK 状態の時間推移のベクトルは制御開始時のプロットと直前時間のプロット間での集計交通流率の変化量と集計交通密度の変化量をもって表される。そして、同ベクトルを図 4 のように 4 つに分類する。(+, -)は集計交通密度が増加、集計交通流率が減少したことを示す。図 5 に集計 QK 状態の時間推移のベクトルと制御効果の関係を示す。図より、ベクトルが(+, -)である交通状態の時のみ、制御効果が発現し、その他では発現しないとの結果が得られた。ベクトルが(+, -)の交通状態はエリア内の渋滞が延伸する状態であり、(-, +)の交通状態は渋滞が解消する状態であると考えられる。以上より、集計 QK 制御の制御効果は、エリア内の渋滞が延伸する交通状態において制御効果が発現し、解消する交通状態では発現しない可能性が示された。

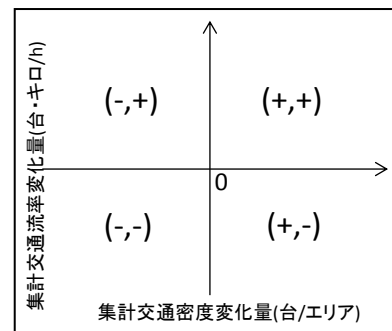


図 4 ベクトルの分類の定義

5. まとめ

本稿では、集計 QK 制御開始時の集計 QK 状態および集計 QK 状態の時間推移が制御効果に与える影響の分析を行った。その結果、大きな集計交通密度を持つ交通状態である時、制御実施により、グリッドロックが発生するため、ネットワーク内の円滑性を大きく損ねる可能性が示された。また、集計 QK 状態の時間推移に関しては、エリア内の渋滞が延伸する交通状態において制御効果が発現する可能性が示された。しかし、依然として制御効果が得られる交通状態の把握には至っていない。今後は、ネットワーク内の交通の偏りが制御効果に与える影響を分析することで、制御効果発現の交通状態の把握に努める。

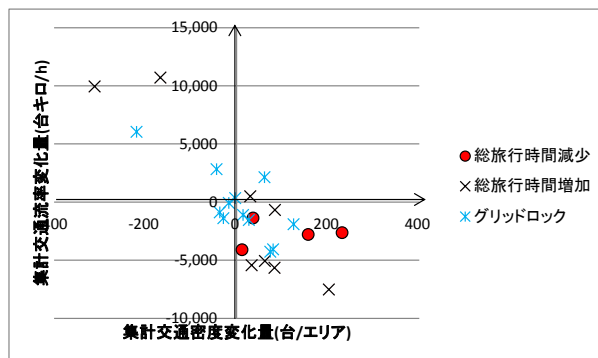


図 5 時間推移ベクトルと制御効果

【参考文献】

- 1) Geroliminis, N. and Daganzo, C. F., Existence of urban scale macroscopic fundamental diagrams: Some experimental findings. Transportation Research Part B, Vol. 42, No. 9, pp. 759-770, 2008.
- 2) 米澤悠二, 吉井稔雄, 北村隆一: 都市内高速道路における集計 QK エリア流入制御の実施効果検証, 第 29 回交通工学研究発表会論文報告集, pp. 181-184, 2009.
- 3) 吉井稔雄, 桑原雅夫, 森田紳之: 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, No1, pp. 33-41, 1995