

プローブデータから得られる負荷率情報を用いた 動的な交通信号制御手法の有効性検証

愛媛大学 学生会員 ○坂井仁紀 愛媛大学 学生会員 高田啓介
愛媛大学 正会員 坪田隆宏 愛媛大学 正会員 吉井稔雄

1. はじめに

交通管制システム機能の1つである信号制御では、交差点流入部に設置された車両感知器の計測情報に基づいて、交通状況に応じた通行権の配分を行っている。しかし、車両感知器の設置や維持費には多大なコストを要する為、車両感知器を与件としない新たな観測技術に基づく制御方式の実現が求められている。このような背景を踏まえ、吉岡ら¹⁾は、プローブデータから得られる遅れ時間情報に基づいて負荷率情報を評価し、従来の車両感知器情報に基づく同等の精度で算出し得ることを確認した上で、信号制御への適用可能性を示した。本研究では、プローブデータから算出される負荷率情報に基づく動的な信号制御の有効性を検証する。

2. 方法論

(1) 負荷率の概要

本研究では、プローブデータから計測される遅れ時間情報を用いてアプローチごとの負荷率を算出し、その値に応じて青時間を動的に配分する制御を目指す。負荷率とは飽和交通流率に対する交通需要の比率を表す指標²⁾であり、負荷率が高いアプローチに青時間を多く配分することで、効率的に車両を通過させることが可能となる。しかし、下流側のボトルネックから延伸した渋滞が上流の交差点からの流出を妨げる場合、すなわち先詰まり渋滞発生時においては、先詰まりの影響を受ける方向の交通流は滞

ることになり、青時間を有効に活用することができない。この場合において、負荷率に比例した青時間の配分

が必ずしも有効とは限らず、負荷率の低い交差方向の交通に対して、多くの青時間を与えることが効率的となる可能性が考えら

れる。すなわち先詰まりが発生した場合においては、負荷率に逆比例するように青時間を配分することが適切であると考えられる。

(2) 負荷率算出方法

負荷率の算出方法³⁾として最初に式(1)に示す車両1台当たりの遅れ時間を算出する。次に式(2),(3)に示す負荷率 ρ を算出する。式(2)が非飽和状態、すなわち捌け残りが生じていない状態に対応し、式(3)が過飽和状態、すなわち捌け残りが生じている状態に対応する。 T_{probe} はプローブ旅行時間、 L はリンク長、 V は規制速度、 C はサイクル長、 R は赤信号表示時間を表す。続いて、算出された負荷率に応じて青時間を比例配分する。次に先詰まり渋滞発生時の制御について説明する。本研究での先詰まり判定条件を式(4)に示す。図3に示すとおり制御対象交差点の一つ下流側のリンクの旅行時間、すなわち図3において(緑矢印で示される区間を通過する所要時間)が35秒を超える場合に先詰まり渋滞が発生しているものと判定する。そして、式(4)の条件を満たす場合においては、負荷率に対して青時間を逆比例配分するように制御する。

(3) 想定される結果

先詰まり発生前の負荷率が高い方向では、定周期に比べて旅行時間が短



図-1 対象交差点



図-2 対象交差点の現示



図-3 先詰まり判定

くなり、負荷率が低い方向では定周期と旅行時間が変わらないと考えられる。先詰まり発生後では、逆比例配分により負荷率が高い方向で旅行時間が定周期と変わらなくなり、負荷率が低い方向では定周期に比べて旅行時間が短くなる。このように考える理由として、先詰まり発生前では負荷率が高い方向に、より多くの青時間が配分され、流入できる車両台数が増加するからである。先詰まり発生後では、負荷率が高い方向で車両が流入できない状態になっているため、青時間を短くしたとしても旅行時間は変化しない。一方、負荷率が低い方向では青時間が多く配分されるため、流入できる車両台数が増加する。

表-1 設定交通量(台/時)

| | 0分 | 10分 | 20分 | 30分 | 40分~ |
|------|-----|-----|-----|-----|------|
| 東西方向 | 330 | 450 | 570 | 570 | 1080 |
| 南北方向 | 90 | 150 | 180 | 180 | 360 |

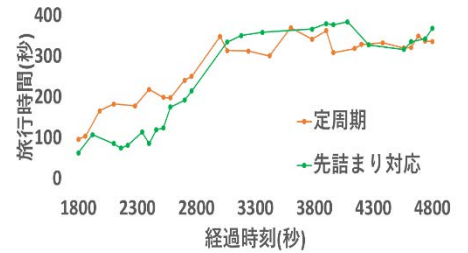


図-4 西アプローチ旅行時間

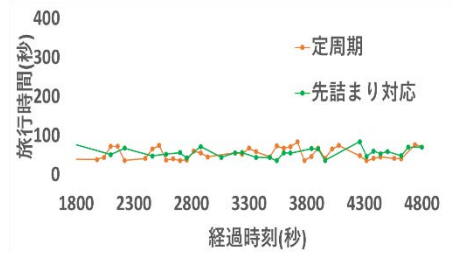


図-5 北アプローチ旅行時間

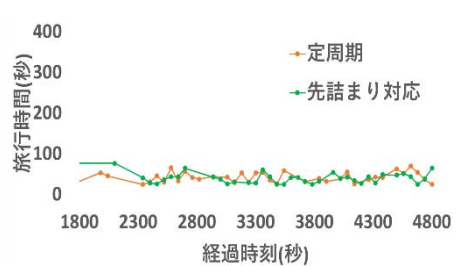


図-6 南アプローチ旅行時間

3. シミュレーション概要

図1で示す東京都世田谷区駒沢通りの東京医療センター前を対象の交差点とし、負荷率を用いて信号制御を行う。サイクル長は全ての交差点で60秒とした。東西と南北の青時間の合計は48秒である。図2に示すように、現示1が東西方向で現示2が南北方向である。飽和交通流率を1800(台/青1時間)とし、表1に示すように交通量(台/時)を設定した。

4. 評価条件

本研究では2条件で実験を行う。1つ目は定周期制御を行い、青時間は常に東西と南北で5:5の配分する。2つ目は先詰まり対応制御を行い、通常時は比例配分、先詰まりが発生した場合にのみ逆比例配分する。

5. 結果

(1) 西アプローチ

図4に西アプローチにおける旅行時間の推移を示す。横軸に経過時刻、縦軸に旅行時間を表す。3000秒付近で東西方向に先詰まりが発生した。先詰まり前では、先詰まり対応の旅行時間が定周期に比べて短くなっている。先詰まり後では、先詰まり対応の旅行時間が定周期に近づいていた。

(2) 南北アプローチ

図5に北アプローチ、図6に南アプローチにおける旅行時間の推移を示す。先詰まり前では、旅行時間が変わらないが、先詰まり後では3300秒付近で先詰まり対応の旅行時間が定周期に比べて短くなった。

(3) 総旅行時間比較

図7にネットワーク内、図8に制御対象交差点内の総旅行時間を示す。表2に示すプローブ車台数を用いた。ネットワーク内では定周期が516分であるのに対して、先詰まり対応では513分と短く、制御対象交差点内でも定周期が284分、先詰まり対応では263分と先詰まり対応が短くなっていた。

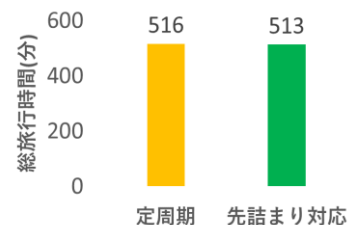


図-7 ネットワーク内総旅行時間

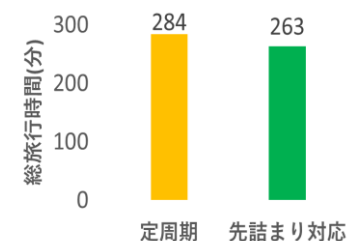


図-8 制御対象交差点内総旅行時間

6. 結論

本研究では、動的に交通信号制御を行うことを目的としており負荷率から青時間を配分することを行った。その結果、負荷率が高い方向では旅行時間が定周期よりも短くなった。また先詰まりにより逆比例配分を行うと、その方向では旅行時間が定周期よりも短くなった。

参考文献

- 1) 吉岡利也, 榊原肇, テンハーゲンロビン, ローコウスキステファン, 大口敬: プローブカーデータを用いた信号制御パラメータ算出手法, 生産研究 74巻1号 2022

表-2 使用したプローブ車

| | ネットワーク | 制御対象交差点内 |
|--------|--------|----------|
| 定周期 | 504 | 159 |
| 先詰まり対応 | 494 | 152 |