

過飽和系統交通信号の制御原則に関する一考察

山口大学大学院 学生会員 ○三村 慎司

山口大学工学部 正 会 員 久井 守

1. 序論

過飽和とは、交差点の交通処理容量を越えた交通需要があるような交通状態である。過飽和時には、交通量が多いクリティカル交差点を起点に渋滞が延伸していく。このような過飽和時については最適制御はまだ確立されたとはいえないのが現状である。本研究では、過飽和系統交通信号の制御原則について考察し、シミュレーションを用いたリアルタイム制御実験を行いリアルタイム制御の検証を行う。

2. 過飽和制御の基本原則

過飽和制御においては、渋滞の始まりを遅延させること、先詰まりによる青時間の損失という2次障害を軽減すること、および交通処理量を最大化することが重要である。交通処理量を最大化するためには青時間の高度有効利用が最優先事項となりそれには青時間の制御が重要となる。

リアルタイム制御を評価するためには、渋滞の影響が及ぶエリアと時間帯にわたって評価指標を集計し評価することが必要である。

3. 過飽和時のサイクル長制御原則

系統制御路線を対象とし、その交差方向の交通をも考慮した場合、クリティカル交差点の最適サイクル長をそのまま系統制御の共通サイクルとして用いたとすると、それが共通サイクル長として最適となる保証はない。クリティカル交差点が過飽和となり、その他の交差点が過飽和とはならないような場合には共通サイクル長をあまり大きくしない方がよいかもしれない。なぜなら非飽和交差点では必要以上にサイクルを大きくすると、逆に遅れ時間が大きくなるからである。

本研究では、サイクル長は待ち行列長に応じて増減し、待ち行列長制御を行う。

4. 過飽和時のスプリット制御原則

過飽和時のクリティカル交差点についてはスプリットのリアルタイム制御が重要となる。以下にスプリッ

ト制御の重要項目を示す¹⁾。

- ①各サイクルの現示時間は青開始前に決定し、これによって与えられたサイクル長とオフセットを維持できるようにする。
- ②交通量やオキュパンシーの計測時間はできるだけ短くして応答を迅速にするのがよい。しかしその計測時間はサイクル長に等しくするかまたはその整数倍にするなどして現示時間との不一致を避けるようにする。
- ③車の通過がないような無駄な青時間をなくし、青時間を最大限活用する。
- ④いったん過飽和状態になると、待ち行列の延伸を避けることは不可能である。このような場合には、各流入部の待ち行列長を比較しながら制御を行う。交差点の総遅れを最小にしたいという場合には、飽和交通流率が大きくかつ実際に飽和している流入部を優先すること、すなわち現示時間を長くするのが理論的には最適政策となる。

本研究では、待ち行列長でスプリットを比例配分する。

5. 過飽和時のオフセット制御原則

オフセットは、過飽和条件下ではその重要性は小さい。ただし、待ち行列が上流交差点に到達するようなリンクでは、発進波が到達し流入が可能になった時点で主道路従道路のいずれの方向が青信号となるか、すなわちそのリンクの相対オフセットが、交差道路を含めたネットワーク全体の観点から重要な制御パラメータとなる。

リンクの片方向が過飽和でその逆方向に渋滞がない交通条件下では、非渋滞方向の優先オフセットが最適となる。なぜなら過飽和方向の交通処理量は下流のクリティカル交差点のスプリットで決まりオフセットには関係しないからである。

リンク長が短く待ち行列の貯留容量の小さいリンクについてはオフセットの禁止領域を回避しなければならない。本研究では、非渋滞方向優先オフセットによってオフセットを制御する。

6. シミュレーションによるリアルタイム制御実験

以上の制御原則を考慮してリアルタイム制御実験を行い、リアルタイム制御の検証を行った。

(1) 過飽和の判断

待ち行列長が 1000m(上限待ち行列長 1)に達したら過飽和状態と判断し、サイクル長、オフセットの過飽和制御に入る。それまではサイクル長などの各パラメータは初期設定値を用いる。待ち行列長が 300m(上限待ち行列長 2)まで減少したら過飽和状態が解消したと判断して制御パラメータを初期設定値に戻す。

(2) 対象ネットワーク

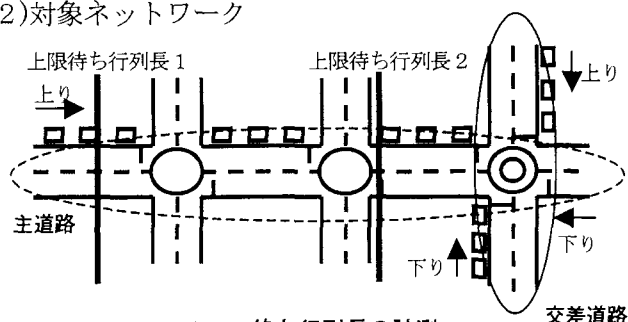


Fig. 1 待ち行列長の計測

Fig. 2 のように 2 本の系統信号路線が交差するネットワークを対象とする。全交差点で右左折を考慮する。待ち行列長は感知器情報により推定する。クリティカル交差点のスプリットは主道路と交差道路の待ち行列長の比により決定する。オフセットの変更はオフセット追従により行う。

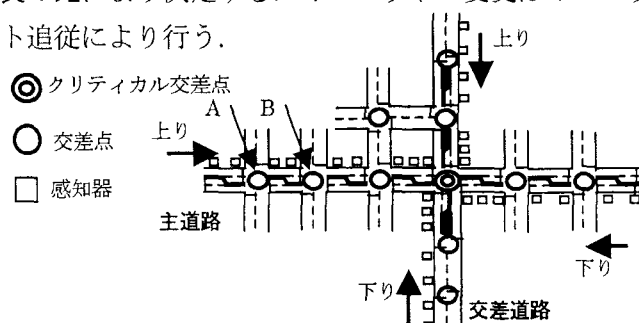


Fig. 2 対象路線

(3) シミュレーション条件

- ① シミュレーション時間：3 時間
- ② リンク別交通量：クリティカル交差点に近いリンクの交通量が多くなるように右左折率を与えた。

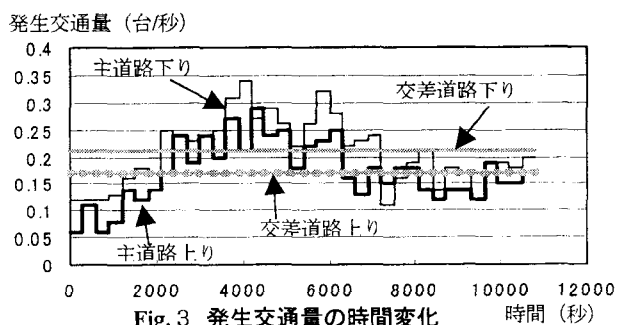


Fig. 3 発生交通量の時間変化

③ 発生交通量：1994 年に山口市の旧国道 9 号線で午前 7 時から 10 時まで計測されたものを用いる。その時間変化を Fig. 3 に示す。

④ リンク長：AB 間を除く全リンク 400m

AB 間 300m(過飽和状態と判断されやすくするため)

⑤ 感知器：100m 間隔で設置

⑥ 初期サイクル：70 秒 ⑦ 過飽和サイクル：100 秒

(4) シミュレーション結果

① 単純系統式による静的制御

交通応答のない単純系統式による制御では Fig. 4 のように主道路の渋滞は時間経過とともに減少した。

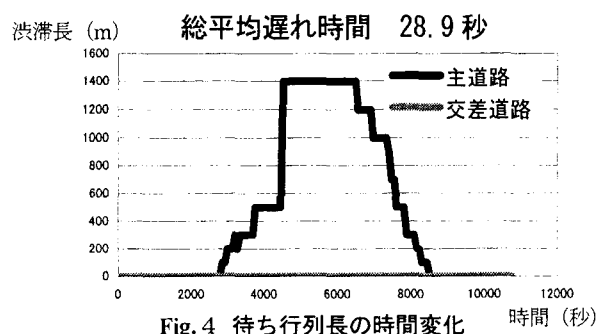


Fig. 4 待ち行列長の時間変化

② 過飽和時のリアルタイム制御

過飽和時のリアルタイム制御では、Fig. 5 のように単純系統式よりも短い時間で渋滞が解消した。

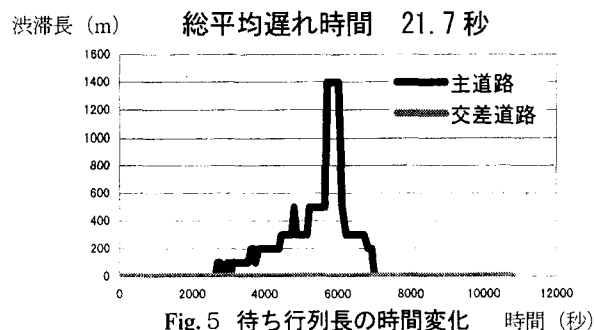


Fig. 5 待ち行列長の時間変化

7. まとめ

シミュレーション結果から、過飽和時にリアルタイム制御を適用すると、遅れ時間減少という点で制御効果が認められた。オフセットについては、過飽和時の非渋滞方向優先オフセットが有効であった。今後の課題としてはオフセット追従動作を効率的に行い、制御の遅れがないようにすることなどがあげられる。

参考文献

- 1) Masaki Koshi : A New Method of Traffic-Responsive Control of Traffic Signals, Int. Symp. on Traffic Control Systems, 1979
- 2) 宮本, 小野, 久井 : クリティカル交差点の交通応答型信号制御に関する研究, 土木学会中国支部研究発表会, pp.437-438, 2002 年
- 3) 畑本, 久井 : クリティカル交差点に着目した交通応答型の系統信号サイクル長の制御, 土木学会中国支部研究発表会, pp.439-440, 2003 年