

クリティカル交差点の交通応答信号制御に関する研究

山口大学大学院 学生会員○宮本 直樹
総合警備保障(株) 非会員 小野 浩司
山口大学工学部 正会員 久井 守

1. はじめに

信号制御は、定時制御よりも時々刻々の交通状況に応答するタイプの交通応答制御の方が効率のよい制御が期待できる。実際にクリティカル交差点では、スプリットのマクロ感應制御が行われている。そこで本研究では、系統信号路線内のクリティカル交差点を対象とし、シミュレーションを用いて青時間の交通応答制御を行い、その効果を定量的に比較し評価する。

2. シミュレーションの特徴

本研究で用いるシミュレーションは、各車両の速度と位置および信号をスキャンサイクルごとに更新する微視的シミュレーションであり、主な機能と特徴は次のとおりである。

- ①信号交差点からなるネットワークを対象とする。
- ②加減速，追従，車線変更，右左折現象を扱う。
- ③感知器情報の収集機能を有する。
- ④交通信号の制御パラメータを自由に設定できる。
- ⑤画面上に交通状況を動画で再現することができる。
- ⑥信号制御に人間が介入するゲーミング機能を有する。

3. 感知器情報と渋滞長の関係

まず、Fig.1 に示す1車線の孤立交差点1流入部を対象として次のような条件でシミュレーションを行い、時間オキュパンシーと渋滞長の関係を検証する。

- ①サイクル長：130 秒（損失時間 10 秒）
- ②青時間および赤時間：60 秒
- ③飽和交通流率：1800 台/青時（0.5 台/青秒）
- ④交通需要量：0.1～0.5 台/秒まで 0.1 きざみ（5 通り）
- ⑤シミュレーション時間：780 秒（6 サイクル分）
- ⑥感知器設置位置：リンク下流端から 200m 上流

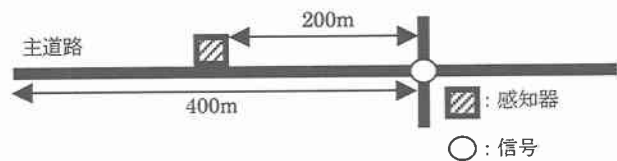


Fig.1 孤立交差点

この条件でシミュレーションを行い、主道路側赤終了（サイクル終了）時ごとに渋滞長を目分量で計測した。また時間オキュパンシーを感知器で計測し、渋滞長との関係を求めた。それをFig.2に示す。

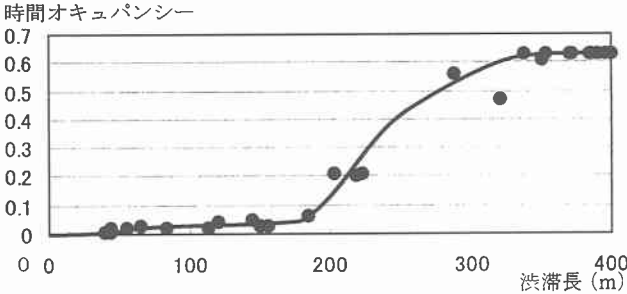


Fig.2 時間オキュパンシーと渋滞長の関係

図より、渋滞長が感知器設置地点を超えると時間オキュパンシーは大きく増加すると判断される。このことから、本研究では渋滞長が感知器設置地点を超えたかどうかは、時間オキュパンシーが 0.2 以上であるかどうかで判断し、感知器設置地点と時間オキュパンシーの関係から、渋滞長を推定することとする。

4. 交通応答制御の制御効果の比較

Fig.3 に示すような2本の系統信号路線が交差するクリティカル交差点を対象とし、青時間の交通応答制御を実行して遅れ時間の観点からその制御効果を比較する。

シミュレーション条件を以下に示す。

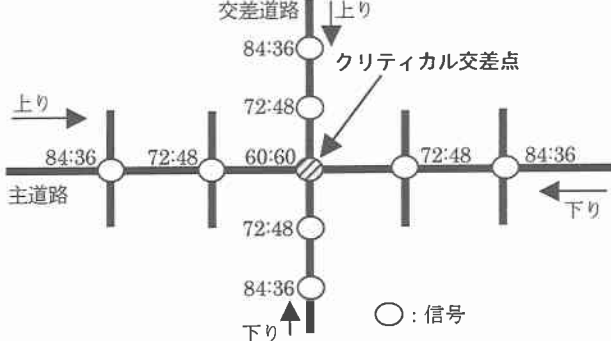


Fig.3 系統信号路線

- ①リンク長：すべて 400m
- ②共通サイクル長：130 秒（損失時間 10 秒）
- ③青時間および赤時間は Fig.3 に示す。数値の左が青時間（秒），右が赤時間（秒）を示す。
- ④クリティカル交差点の青時間は隣接信号の青時間を考慮して 72 秒を上限値とする。
- ⑤飽和交通流率：1800 台/青時（0.5 台/青秒）
- ⑥オフセットは平等オフセットとする。
- ⑦感知器:クリティカル交差点から上流に向かって 100m 間隔で各リンク 3 個ずつ設置する。

⑧交通需要量：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.4に示す。

⑨車の進行方向：直進率100%

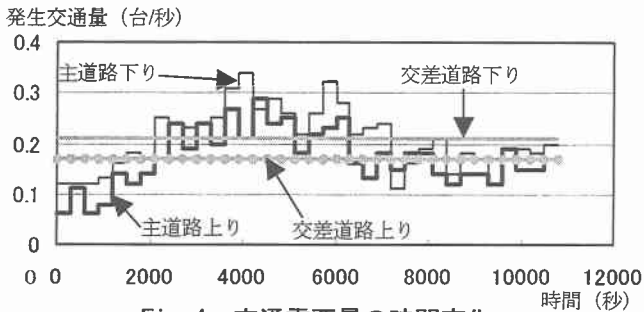


Fig. 4 交通需要量の時間変化

以上の条件で3時間分のシミュレーションを行い、総平均遅れ時間を求め各制御方式の比較を行った。

なお、主道路と交差道路の上下各方向9個の感知器では、クリティカル交差点主道路方向青開始時点から1サイクル分の交通量と時間オキュパンシーを計測する。その情報を基にして次サイクルの青時間を制御する。

(1) 単純系統式制御

比較対照の基準として、交通応答制御を適用しない単純系統式制御のシミュレーションを行った。その場合の渋滞長の時間変化をFig.5に示す。遅れ時間は路線全体を走行するのに要した時間から自由速度で走行した時間を引いて求める。各車両の遅れ時間を総計し、それを総台数で除したものが総平均遅れ時間である。

総平均遅れ時間：31.1秒

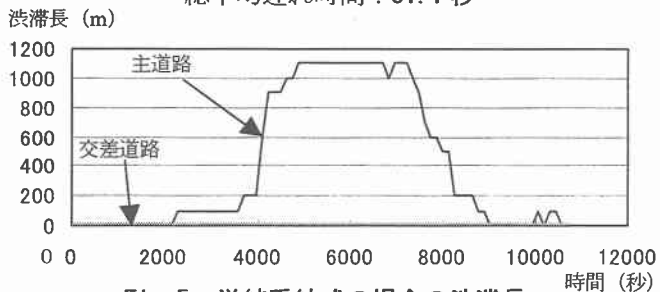


Fig. 5 単純系統式の場合の渋滞長

(2) M値の比による制御

M値²⁾とは交通量と時間オキュパンシーの加重和であり、ここでは次式で定義する。

$$M = Q + \alpha O \quad (1)$$

ここで、Qは交通量、Oは時間オキュパンシー、 α は重み係数である。M値はサイクルごとに、上下各方向とも9個を計算して平均をとり大きい方を用いる。主道路と交差道路のM値で比例配分して次サイクルの青時間を決定する。これによる制御の結果は次のとおりとなった。

総平均遅れ時間：25.8秒

(3) 渋滞長の比による制御

100m 間隔で設置した感知器情報から渋滞長を100m単位で推定する。主道路と交差道路の渋滞長で比例配分して青時間を決定する。ただし、渋滞がなしの場合には青時間および赤時間を60秒のままとし、どちらか一方のみで渋滞が発生した場合にはその方向の青時間を上限値である72秒とする。これによる制御の結果は次のとおりとなった。

総平均遅れ時間：24.2秒

(4) 負荷交通量比による制御

負荷交通量¹⁾はここでは次のように定義する。

$$S = Q + \beta E \quad (2)$$

ここで、Qは上流端の到着台数(台/サイクル)、Eは待ち台数(台)、 β は重み係数である($\beta=90$)。主道路と交差道路の負荷交通量で比例配分して青時間を決定する。これによる制御の結果は次のとおりとなった。

総平均遅れ時間：23.0秒

この負荷交通量比による交通応答制御を適用した場合に最も遅れ時間が減少した。単純系統式の場合のFig.5と比較すると、Fig.6に示すように主道路の渋滞発生が抑制されることがわかる。

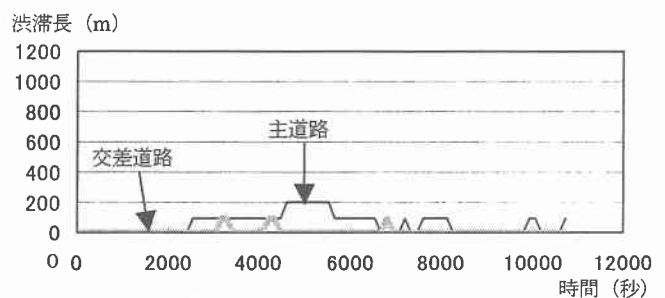


Fig. 6 負荷交通量比による制御の場合の渋滞長

(5) 右左折を考慮した場合

各交差点の直進率90%、左折5%および右折率5%とし、右折車線を設け、また交通需要量を大きくし、負荷交通量比による交通応答制御を適用した場合の総平均遅れ時間は23.0秒となった。また、単純系統式の場合の総平均遅れ時間は26.7秒だった。遅れ時間は約14%改善された。このことから、右左折を考慮した場合も負荷交通量比による制御が有効であることがわかった。

5. むすび

本研究では、系統信号路線のクリティカル交差点を対象として、シミュレーションを用いて青時間の交通応答制御を3とおり実験し単純系統式と比較した。その結果、負荷交通量で青時間を比例配分する制御が優れていることがわかった。

参考文献

- 1) 交通工学研究会：交通信号の手引，pp.75-79，平成6年
- 2) 越正毅編著：交通工学通論，p.198，1989