

平面交差点の多様な制御手法の比較に関する研究

横浜国立大学 大学院都市イノベーション学府 学生会員 ○長谷 卓
 横浜国立大学 大学院都市イノベーション研究院 正会員 中村 文彦
 横浜国立大学 大学院都市イノベーション研究院 正会員 田中 伸治
 横浜国立大学 大学院都市イノベーション研究院 正会員 王 鋭

1. 研究背景と目的

道路の平面交差点は、互いの交通流により減速や停止を余儀なくされるため単路部に比べて交通容量が小さくなる。ある程度の交通流が存在するとき、安全かつ円滑な交通流を達成するために信号制御が導入されるが、交通量の増加に伴って交差点の容量超過や遅れ時間の増大が懸念されている。

米国では平面交差点におけるこのような問題解決のために容量増加、安全性向上を目的とした制御方式「Unconventional Intersection」が提案されており、その中のいくつかは実際に運用されている。既存研究ではシミュレーションソフトを使用し各交差点制御方式の比較が行われている。シミュレーションによる分析は自動車それぞれの運動を設定し、複雑な交通状況を再現できる可能性はある。しかしながら、得られるのは与えられた設定に対する結果のみであり、自動車の動きには乱数を利用することから1つの設定に対して繰り返しシミュレーションを行う必要があるため、評価に時間がかかる。

そこで本研究の目的は、多様な交通状況に対して汎用的に利用できる既存の算定式を用いて容量や遅れ時間を算出し、各交差点制御方式の比較・評価を行うこととする。

2. Unconventional Intersection に関して

Unconventional Intersection にはさまざまな種類があるが、本研究では海外で実際に運用されているもの、既存研究で取り上げられているものを選定した。その中からルート変更によって対向直進車との交錯を排除したもの、主要交差点を2度通過するものを1つずつ取り上げた。

(1) Median U-Turn Intersection(MUT)

図1に Median U-Turn Intersection を示す。この交差点制御方式は主要交差点での右折を禁止し、直進車と右折車の交錯を排除する。右折車は一度交差点を通過した後、下流に設置された U-turn のための道路を通過して主要交差点に戻り左折をするという行動をとる。よって、主要交差点の現示は2現示のみとなり、交差点全体の遅れ時間の減少が期待される。

(2) Continuous Flow Intersection(CFI)

図2に Continuous Flow Intersection を示す。この交差点制御方式では、すべての方向別に車線が分離する。左折車は主要交差点上流で直進車と分離し専用レーンを通り主要交差点を通過せずに左折する。右折車はまず、主要交差点が赤現時の間に主要交差点上流で対向直進車の右側に移動する。そして主要交差点が青現時になった際に、直進車と同じ現示で交錯なく右折することができる。遅れ時間の減少、交差点容量の増加が期待できる反面、U ターンができない、必要用地が広いなど問題点があげられる。

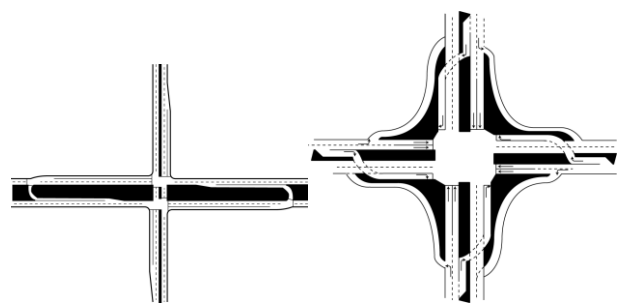


図1.MedianU-turnIntersection(左)

図2.Continuous Flow Intersection(右)

3. 計算条件と利用算定式

計算条件

右折：直進：左折＝20：70：10(%)とし、交通量パターンとして主方向(交通量の多い方向)を1000, 1300, 1500台/時/片方向とし、従方向は200, 400, 600, 800の交通量が少ないケース1と1000, 1300, 1500と交通量が多い(最大主方向と同等)ケース2の

keywords Unconventional Intersection, 算定式, 平面交差

連絡先 横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 交通研究室 045-339-4039

2つを用意し、それぞれ、12パターン、6パターンで計算を行った。また、ケース1に関しては従方向の制御方式を一般的な制御方式(以下 Conventional)とし、ケース2では主方向と同じ制御方式とした。

利用した算定式

飽和交通流率の算定においては補正率を幾何構造に関しては考慮せず、大型車混入による補正率、左折車混入による補正率、右折車混入による補正率のみを考慮する。

サイクル長は、Webster の経験式より最適サイクル長を算出した値を使用した。しかしながら CFI に関しては既存研究よりサイクル長は主要交差点と従属交差点の間の旅行時間の4倍にするとされているため本研究では66秒として計算を行った。

4. 計算結果

容量に関して

図3にケース1に関する Conventional(CI)の交差点容量を1とし各交差点制御方式ごとの容量費を示す。どの交通量においても CFI の容量が大きくなった。

理由として考えられることはサイクル長の設定は交差点間の距離に依存することが考えられる。また、飽和交通流率の算定において、右左折車の混入による補正率を考慮しているが、CFI はどの車線も方向別になっているためほかの制御方式と比べて飽和交通流率が大きくなることなどが考えられる。

MUT は主要交差点において右折車の分だけ交通量が多い分、交差点需要率が大きくなるためサイクル長が大きくなることから交差点容量が大きくなったことが1つの理由として考えられる。

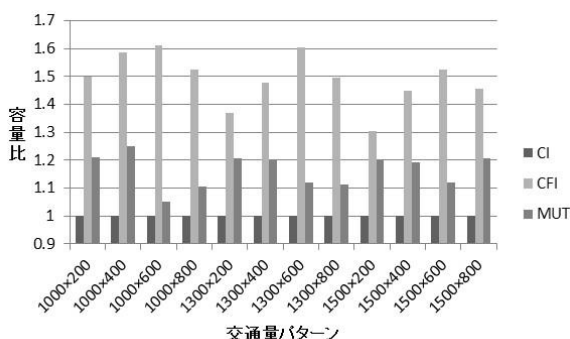


図3. ケース1に関する交差点容量比

遅れ時間に関して

従方向の制御手法が Conventional で統一した場合(ケース1), CFI はほとんどの交通量で遅れ時間が最も小さくなった。Conventional と MUT に関しては、

交通量ごとに遅れ時間に差が見られ、従方向の交通量が少ない場合は MUT が、多い場合は Conventional のほうが遅れ時間が小さいことが示された。従方向の制御手法も主方向の制御手法と同一とした場合(ケース2), Conventional、MUT、CFI の順に遅れ時間が小さくなった。

Conventional と MUT は交通量の大小と遅れ時間の大小に関係性が見られたが、CFI では見られなかった。理由として考えられることは、サイクル長・スプリットの設定の仕方である。CFI のサイクル長は従属交差点との距離に関係しているため本研究では交通量との関係がない。また、スプリットについてもケース2においては一定としたため交通量の影響が小さいことが考えられる。

5. 結論

容量に関して

MUT、CFI とともに容量の面からは改善が見られる。

遅れ時間に関して

CFI はほとんどの交通量において Conventional、MUT よりも遅れ時間の削減が示された。

MUT と Conventional に関しては、遅れ時間を指標として適用範囲を図4に示す。交通量に応じて最適な制御手法が違ってくる。しかしながら、交通量や右左折率の変化に応じて、車線数の決定や信号現時も変化するため以下の領域が変化することも考慮しなければならない。

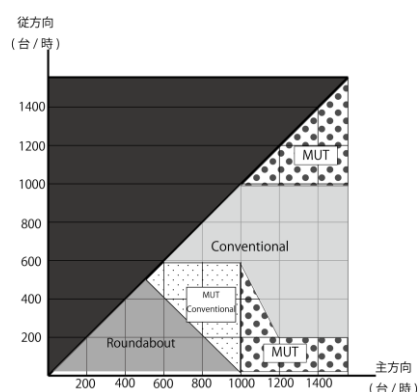


図4. 遅れ時間を指標とした制御手法毎の適用範囲
参考文献

- 1). Jarvis Autey , Tarek Sayed , Mohamed EL Esawey : Guidelines for the Unconventional Intersection Designs , the 4th International Symposium on Highway Geometric Design , 2010 など