

平面交差点における U-turn制御手法に関する研究

長谷 卓¹・中村 文彦²・田中 伸治³

¹学生会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府
(240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5)

E-mail:hase-suguru-vx@ynu.jp

²正会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 教授

E-mail:f-naka@ynu.ac.jp

³正会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 准教授

E-mail:stanaka@ynu.ac.jp

道路平面交差点においては交通流の交錯により、容量低下や安全性の問題が存在する。そこで我が国では信号制御を基本とし、交通管理を行っている。しかしながら、直進車の交通量が増加することで、右折可能ギャップが発生しなくなり、右折専用現示の導入が必要となるため、サイクル長が長くなることや、青時間の直進配分割合が小さくなることで、容量に大きく影響を与える。そこで、米国をはじめとした諸外国では幾何構造と規制を組み合わせたAlternative Intersectionといった交差点制御手法が提案・導入されている。我が国でも近年導入されたRoundaboutもその一つであるが、本研究においては幹線道路での適応事例が多く、発展途上国でも導入されているU-turn制御手法に着目し、U-turn制御導入による効果を実観測データを用いて検証するとともに、運用における諸条件を明らかにすることを目的としている。

Key Words : at-grade intersection, U-turn, signal control

1. はじめに

(1) 研究背景

道路ネットワークにおける平面交差点では、交通流の交錯により、容量および安全性の低下が問題となっている。一般的には、信号制御の導入により交通をさばっているが、それらも直進交通量の増加により、右折可能ギャップが右折需要をさばくだけの発生回数を下回り、右折専用現示等の導入が行われている。しかし、専用現示導入は安全性の向上等のメリットはあるもののスプリットやサイクル長の面で容量の限界があり、そこでの交通需要をさばく際に最適であるとは言い切れない。また立体交差も検討されるがコストが膨大なことや、アクセス制限等の問題により安易に導入はできない。そこで、米国をはじめとした海外では一般的な制御手法の他に、Alternative intersection(以下AI)として規制と幾何構造を工夫した平面交差点制御手法が導入されている。現在国内でも導入されつつあるラウンドアバウトもそれらの1つである。

ラウンドアバウトは環状道路の整備と優先方向規制、

一時停止規制により信号機の撤去ができるとともに、信号制御による遅れが改善できると考えられている。

AIに関してはFederal Highway Administration によってSignalised Intersection¹⁾の中のある1章でAlternative Intersection Treatmentとしてまとめられるほど、事例も多く日本においても導入できる可能性がある。

本研究においてはAIの中でも、先進国だけでなく、発展途上国でも導入されているU-turn制御手法に着目して研究を行う。

既存研究においては、U-turn制御手法の中でもMedian U-turn Intersectionに関するものが多いが、そのほかにもJoe G Bared²⁾らは、U-turn路が中央分離帯ではなく、道路外側に整備されているU-turn制御に関して研究を行っている。また、Paul W. Dorothy³⁾はMichigan州での実際の交差点で交通需要を仮定し、U-turn制御の効果を示している。また、長谷ら⁴⁾は、U-turn合流部を信号制御しているMedian U-turn Intersectionに関して算出式を用いて容量と遅れ時間を一般的な制御手法と比較し、U-turn制御手法の効果を示している。しかし多くの研究は単一交差点での簡易的な仮定の下での算出であり、現実の交通

特性を反映したものはない。また、U-turn制御手法のより効率的な運用方法や条件の整理はされていない。特に、日本のように敷地制限の厳しい場所での効果や運用に関する知見はない。

そこで本研究においては、U-turn制御手法の現況への有効性の検証と運法条件の整理をすることで、U-turn制御の導入のための知見を得ることを目的とする。

(2) Alternative Intersection

Alternative Intersectionの基本概念は、主要交差点における右折車と対向直進車の交錯を取り除き、容量と安全性を向上させることである。

日本国内においても、AIの一つであるラウンドアバウトが長野県飯田市において導入されている。

(3) U-turn制御

U-turn制御手法として代表的なMedian U-Turn Intersectionを図2に示す。この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。したがって右折車の走行時間や遅れ時間の増加が考えられるが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。また図3、4で示されるように、交錯点などは32点から16点に減少し、安全性の増加も期待される。

2. 研究手法

はじめに対象交差点を諸条件より選択し、現在の交通状況を把握する。その際に、交通感知器により得られた15分生交通量と光ビーコンにより得られたアップリンクデータを使用する。そこで、シミュレーションでのU-turn制御における仮定条件の整理を行い、実際にシミュレーションを行う。その上で、効果検証とU-turn制御の導入のための条件整理を行う。本研究では、マイクロシミュレーションソフトであるVISSIMを使用して分析を行う。

(1) 対象交差点

今回は東京都内の交差点を対象とし、研究を行う。交差点の選定条件として

- ・交通量が比較的多い幹線道路を含む
- ・中央分離帯が存在する
- ・交差点付近にU-turn施設が設置されている

とした。対象交差点を表1に示す。



図1 吾妻町のラウンドアバウト(飯田市HPより引用)

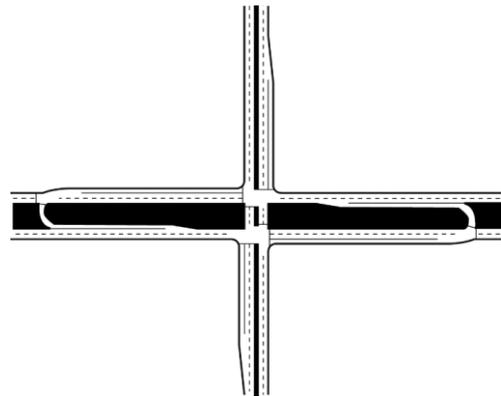


図2 Median U-Turn Intersection

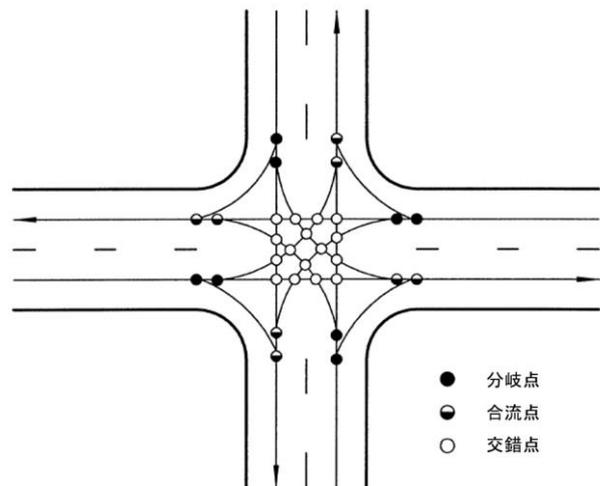


図3 一般的な交差点¹⁾

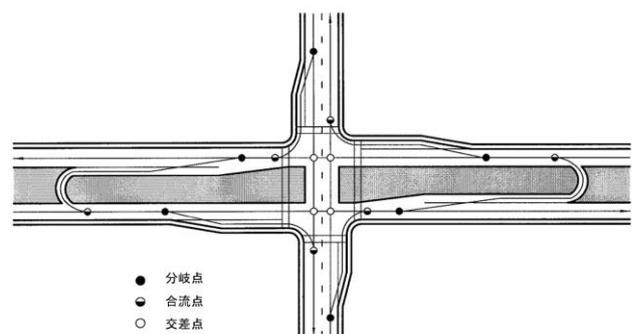


図4 U-turn制御¹⁾

(2) 使用データ

東京都内の対象交差点での車両感知器データと光ビーコンより得られたアップリンクデータを使用した。また、交通量の曜日変動が小さい火曜日から木曜日のデータを使用した。

a) 車両感知器データ

2014年4月15日から2014年4月17日の間の対象交差点付近の感知器によつ15分間交通量のデータを使用した。

b) 光ビーコンデータ

上記期間の対象交差点付近の光ビーコンデータで、車両特定ができない形で取得した。

表1 対象交差点一覧

地点名	周辺住所	交差道路	
中野坂上	中野区本町2丁目	山手通り	青梅街道
富ヶ谷	渋谷区富ヶ谷2丁目	山手通り	井の頭通り
西巣鴨	豊島区西巣鴨4丁目	明治通り	白山通り
霞が関	千代田区霞が関2丁目	六本木街道	特例都道 247 号線



図6 富ヶ谷周辺



図5 中野坂上周辺



図7 西巣鴨周辺



図8 震が関周辺

3. 現状分析

対象交差点における交通特性を把握するために、幾何構造に関する特徴（特にU-turn路）、方向別交通量、区間平均速度をまとめた。分析に関しては以下の通りの時間帯区分を設定した。

表2 分析における時間帯区分

24時間交通量	AMピーク	PMピーク
それぞれの24時間交通量の平均値	7時から9時の1時間平均値	17時から19時の1時間平均値

(1) U-tum路の設置

a) 中野坂上周辺

中野坂上においては、交通量調査においても対象とされている都内区部の主要交差点である。U-tum路に関しては、交差点以南の首都高速中央環状線の中の長者橋出入口付近に設置されている。これは約570mにわたり物理的に上下車線が分離されているため、枝道路へのアクセスのために設置されている可能性がある。

b) 富ヶ谷周辺

中野坂上同様に交通量調査対象地であり、主要交差点といえる。また、こちらも首都高速道路出入口付近にU-tum路が設置されており、設置理由も同様であると考えられる。

c) 西巣鴨周辺

西巣鴨交差点南側の約370m先に都営荒川線が通っており、踏切が存在する。U-tum路はその手前で西巣鴨交差点から約230m離れた場所に設置されているに設置されている。

d) 震が関周辺

対象地域を挟むように内堀通りと外堀通りは交通量調査の対象となっているが本研究では含まない。

U-tum路は首都高速都心環状線震が関料金所付近に設

置されている。また、財務省下交差点では、すでに右折禁止(日曜・休日を除く、路線バスを除く)となっており、現地において設置されたU-tum路を通過する車両が見受けられた。

(2) 方向別交通量

中野坂上、富ヶ谷、西巣鴨の3か所において、車両感知器より算出した方向別交通量図に示す。算出に際しては対象交差点に設置されている感知器及び、周辺感知器を使用した。

交通量を示した図の黄色矢印は感知器から直接得ることができる交通量である。また、赤は周辺の感知器を合わせて間接的に得られた交通量を示し、青は未算出の交通量である。

a) 中野坂上周辺

中野坂上交差点での方向別交通量を図9に示す。山手通り方向の左折車に関しては感知器の設置がないため、間接的に求めたが、深夜時間帯において上流感知器との整合が図れなかった。これは、深夜時間帯においてタクシーや緊急車両といった車両割合が高く停車等により正確に車両感知できなかったことが原因として考えられる。

また、山手通りの左折交通量は上流感知器で得られた交通量と交差点近くの感知器との交通量の差から算出した。

青梅街道の直進交通量が多いが、山手通りの直進車も右左折車両と比較して交通量が大きいためといえる。また、青梅街道で新宿方面からの右折交通量が大変多く、PMピークでは直進車の75%と同等の需要がある。これらから、青梅街道でのU-tum制御導入に際しては、右折車の滞留長を考慮した減速車線の設置が必要であると考えられる。また時間当たりの合流可能台数と右折需要の関係をしっかりと把握することが必要であるともいえる。

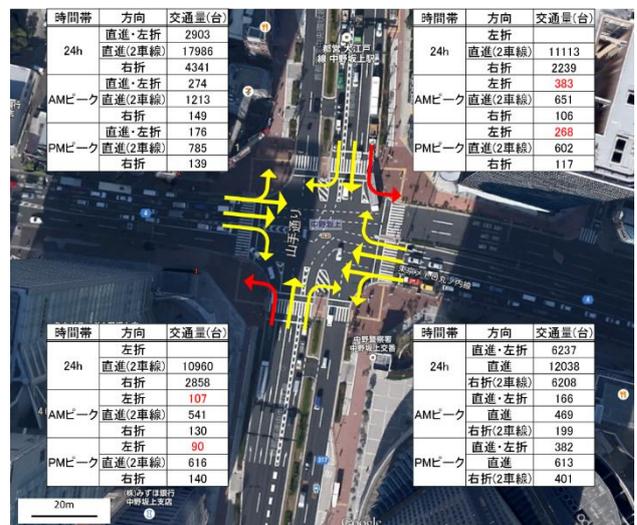


図9 交通量(中野坂上)

b) 富ヶ谷周辺

富ヶ谷交差点での方向別交通量を図10に示す。この交差点は、交差点流出部各車線に感知器が設置されているため、そのデータから算出した。ただし、井の頭通り原宿方面からの第一車線の感知器データはない。

この交差点では山手通りが主道路である。また、山手通り中目黒方面からの右折車両が多く、PM ピークでは、直進車よりも多い台数である。したがって、U-turn 制御においてボトルネックとなる合流部において U-turn の待ち行列が主要交差点まで延伸し、グリッドロックが発生する可能性も考慮しなければならない。また、それらを防ぐために U-turn 路と主要交差点間の距離を長くすることも考えられるが、右折車の走行距離が長くなることによる遅れ時間の増大も考慮しなければならない。

c) 西巣鴨交差点

西巣鴨交差点における交通量を図 11 に示す。

明治通り池袋方面からの車線には右折のみに感知器があり、第1・第2車線の交通量は算出されていない。

白山通りが主道路であり、直進車の需要が大きい。また、右折車は直進車の2割程度の交通量である。

U-turn 路は白山通り沿いの西巣鴨交差点以南に存在するが、以北においては2つ先の信号までの間に存在しない。しかしながら、上部を首都高速中央環状線が走っており、U-turn 路を設置するための中央分離帯としては十分な幅があると考えられる。

今度の検討において、新たな U-turn 路を設置せずに処理できる方法があるのかの検討とともに、U-turn 路設置の際の交差点との距離を求めることが必要であると考えられる。



図 10 交通量(富ヶ谷)

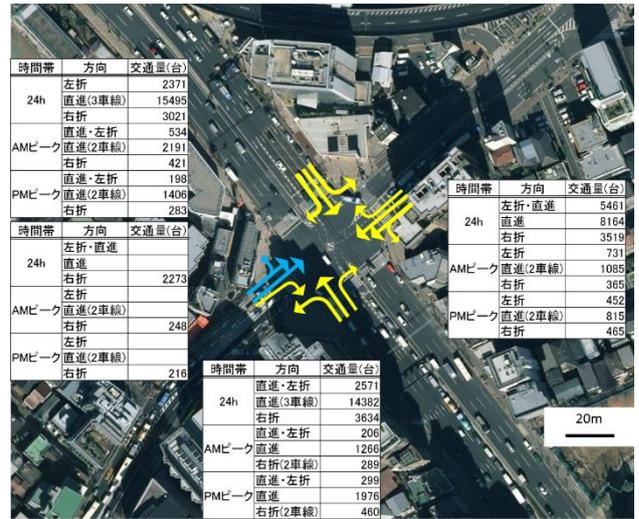


図 11 交通量(西巣鴨)

(3)平均速度

光ビーコンより得られたアップリンクデータより、区間平均速度を抽出した。光ビーコンデータがそろっている中野坂上交差点～坂下交差点間と富ヶ谷交差点付近の2か所で平均速度を算出した。算出するにあたり、停車や迂回している車両を考慮し、時速5km以下の値を除いた。また、緊急車両に関しても、サンプル数が多く、それらのうちの緊急走行時等を判断できないため、排除して計算を行った。この値をもとに現況再現とU-turn制御の効果を確認する。

a) 中野坂上周辺

この平均速度は坂下交差点以北から中野坂上以南のビーコンから得られた所要時間から求めたものであり、直進車の平均速度である。

東京都区部混雑時の平均速度が16.8km/hであり、それらよりも遅いことが示された。特に坂下から中野坂上に向かう午前は15km/hにも満たず、大変遅い値となっている。山手通りは東京都内の環状線整備道路に指定されているものの、その区間は初台以南の未整備区間であり、この区間での具体的な整備案はない。

日平均速度に関しても同様に東京都内の平均速度である20.2km/hには満たず、他の道路と比較しても混雑している区間であることがわかる。

b) 富ヶ谷周辺

この平均速度は富ヶ谷1丁目交差点以東から富ヶ谷交差点以西の2地点のビーコンにおけるアップリンクデータを使用した。

中野坂上周辺と同様に平均速度は東京都区部の混雑時の速度よりも遅い結果となった。しかしながら、AMピークでの速度は日平均速度よりも早い結果となった。こ

これは富ヶ谷における混雑時と中野坂上における混雑時がことなることが考えられる。

実際に、7-9時から6-8時での平均速度は14.0km/hであった。今後、シミュレーションの際には場所ごとの混雑時間の定義により交通量を与えることを検討する必要がある。

表3 平均速度(中野坂上周辺)

区分	坂下→中野坂上	中野坂上→坂下
日平均速度	17.8km/h	17.2km/h
AMピーク	13.4km/h	16.2km/h
PMピーク	14.5km/h	16.7km/h

表4 平均速度(富ヶ谷交差点周辺)

区分	富ヶ谷1丁目→上原1丁目
日平均速度	13.8km/h
AMピーク	16.1km/h
PMピーク	12.0km/h

4. おわりに

今回の分析において、交差点の現況の把握と整理を行った。これらで得られた結果をもとに、今後はVISSIMを用いて、U-turn制御手法の現況での効果を示す。

また、交差点容量・総遅れ時間と幾何条件との関係を明らかにするために、U-turn路の位置関係と交通量を変化させたシミュレーションを行うことで、最終的にU-turn制御導入のための知見を得ることを目的として研究を行う。

謝辞：感知器データ、光ビーコンのアップリンクデータは警視庁より提供いただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) Lee A. Rodegerdts, Brandon Nevers, Bruce Robinson, John Ringert, Peter Koonce, Justin Bansen, Tina Nguyen, John McGill, Del Stewart, Jeff Suggett, Tim Neuman, Nick Antonucci, Kelly Hardy, Ken Courage : SIGNALIZED INTERSECTIONS, Federal Highway Administration, 2004
- 2) Joe G. Bared, Evangelos L. Kaisar : Median U-Turn Design as an Alternative Treatment for Left Turns at Signalized Intersections, ITE Journal, 2002
- 3) Paul W. Dorothy, Thomas L. Maleck, and Sarah E. Nolf: Operational Aspects of Michigan Design for Divided Highway, Transportation Research Record 1579, pp18-26, 2007
- 4) 長谷卓, 中村文彦, 田中伸治, 王鋭 : 平面交差点の多様な制御手法の比較に関する研究, 第68回年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, 2013

(?受付)

A Study of U-turn Control Scheme at Grade Intersections

Suguru HASE, Fumihiko NAKAMURA and Shinji TANAKA

At grade intersections, there are conflicts between through vehicles and right turn vehicles. These are causes of restricting capacity and decreasing safety. Some countries, especially United States, propose and introduce some unique control schemes, so called Alternative Intersections. Among them, we focus on U-turn control scheme and aim at revealing its effects. In this study, we analyzed current situations of study areas and clarified current traffic volumes and average velocities at some intersections.