

「交差点マネジメント」の有効性に関する研究
－福島県郡山市における渋滞緩和策の効果に着目して－
The study on effectiveness of the intersection management
- A case study of traffic congestion mitigation project in Koriyama-city -

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 37-146990 高濱 康

In Koriyama-city, Fukushima, a new collaboration between the Public Safety Commission and the local government has been established as a working group to mitigate traffic congestion, where the local government faces financial difficulty. Under this collaboration, I proposed the “intersection management” as a new collaborative measure to alleviate congestion. The “intersection management” confuses of a low-cost and short-team under the new collaboration without the need for site acquisition or compensation for property owners. In this study, the effectiveness of the “intersection management” has been evaluated through actual implementation in the Kuwano 3-chome intersection. The main findings are 1) the proposed method has mitigated traffic congestion in the intersection to a level which many measures could not reach in many years, 2) the new collaboration resulted in the significant reduction of the process time from a proposal to implementation and verification. Therefore, “the intersection management” under the new collaboration could be effective way to mitigate traffic congestion in local cities with financial difficulties.

1. はじめに

人口減少問題や自治体の財政難が深刻化する中、地方都市における慢性的な交通渋滞は、地方自治体が抱える社会的課題のひとつ¹⁾である。これまでは、累次の渋滞対策プログラムを通じて、関係機関毎に検討が進められ、改善などに取り組まれてきた。²⁾しかしながら、2011年12月には、「今後の高速道路のあり方中間とりまとめ(高速道路のあり方検討有識者委員会)」において、効率性を阻害する渋滞ボトルネック対策の重要性が指摘されたこと、また、社会資本整備審議会道路分科会基本政策部会においても、渋滞対策を含め、道路利用の適正化が議論されていること、さらには、交通観測技術の進展・普及により道路交通状況の詳細データが取得可能になるなど、観測環境に大きな改善が見られること等を踏まえ、関係機関の連携による検討体制を整え、課題の状況を継続的に把握・共有し、効果的な渋滞対策の推進を図る旨を2012年5月25日付けで国土交通省道路局から検討体制の明示とともに積極的な取り組みについて通知³⁾された。

このため、各都道府県単位(但し、3大都市圏では圏域単位)で渋滞対策連絡協議会(以下、「渋対協」)を設置し、地方整備局、同運輸局、公安委員会、地方公共団体や高速道路会社などで構成する協議会の中でサービスレベルや渋滞等の課題状況と対応の方向性を検討するとされた。

こうした背景の中、公安委員会と行政との連携、特に地方自治体との共同作業は、渋滞対策の手段として機能し得ると考える。例えば福島県郡山市では、国土交通省東北地方整備局郡山国道事務所が主宰する郡山エリアワ

ーキンググループ(以下、「WG」)を福島県渋対協の下部所属組織として立上げ、市内における主要な渋滞箇所の渋滞緩和に向けて種々の取り組み(以下、「本取り組み」)を進めている。

本取り組みは、市内における交通実態調査から明らかとなった朝、夕のピーク時間の走行速度が低下する交差点⁴⁾や区間を「主要渋滞箇所」に特定⁵⁾し、独自の対策として実施する。公安委員会が行政と連携し、交通渋滞を緩和するための取り組みは郡山市の他に、様々な都市での事例があるが、本研究では、主要渋滞箇所の特定に利用者等の団体からの意向を踏まえ、実態が明らかになってから即対策を実行する速効性に焦点を充てる独自の本取り組みを掘り下げるものであり、本研究の成果が、今後の地方都市における交通渋滞対策の新たな手法のひとつとして展開が図られることを目指す。

特に、対策の具現化には、新たな用地取得や建築物の移転や補償などを伴わず、現条件下の制約上で、かつ関係機関の相互理解の上で、いかに成果を生み出せるかを主眼とし、最終的には、利用者の要望や評価を得ながら改良する手法(以下、「交差点マネジメント」)の有効性について研究を進める。

本研究では、速効性や効果の早期発現を最優先し、現在の制約条件化で改善を施す手法「交差点マネジメント」の有効性について検討する。

なお、本研究における検証については、モデル交差点において渋対協の仕組みの中でこれまでは実施されていない手法「交差点マネジメント」の提案に至ったこと、

本提案の実施結果から渋滞の緩和効果が明確に実測できたこと、さらには、モデル交差点の改良実施において本提案から実施並びに検証までの期間を大幅短縮できたこと等で行う。

2. 郡山市内の道路・交通状況

2.1 郡山市の都市環境

郡山市は、「陸の港」と称される高速交通体系により、現在では道路総距離延長、橋りょう数、河川数及び都市公園数のいずれにおいても、福島県内一の規模を誇る都市環境が整う都市であり、東北地方においては仙台に次ぐ都市規模を誇る。都市内交通に特化した環境を比較しても、地下鉄などが整備されていないなど大量輸送が可能になる交通手段はバス等に依存する状況のために、都市内における代表交通手段分担率(2010年全国都市交通特性調査集計結果)において自動車の分担率が人口40万人未満の地方中核都市の中では最も高い中心都市であることが慢性的な交通渋滞を引き起こしている状況に関連付けられる。

このため、東北地方における交通渋滞の深刻度合については、最大クラスの実情があるものと認識しており、その解消や解決手法を見出す有意性は充分あるものと推察する。

2.2 朝夕ピーク時における旅行速度について

郡山市内における渋滞発生箇所については、後述する福島県渋対協が2012年に実施した都市内交通実態調査結果により、旅行速度が著しく低下する箇所を特定した。これらの特定した区間や交差点をより詳細な実態調査により、朝夕ピーク時における各種データ(ピーク時平均、月平均、気象条件、最大渋滞長、信号待ち回数等)⁹⁾を整理する。郡山市の都市内幹線道路は、都市計画道路74路線が計画決定されており、約85%が完成し供用開始されているため、渋滞発生の要因としては、都市計画道路未整備によるネットワーク不足というよりはむしろ、計画決定断面以上に交通量が增大していること、周辺土地利用等に想定以外の要素が加わったこと、通過車両自体に新技術搭載⁷⁾等により渋滞発生に対する情報等の入手しやすくなったことなど、様々な変化や要因と考える。

3. 福島県渋対協による活動概況

3.1 福島県渋対協の概要

福島県渋対協は、2012年の同会設置以来、郡山エリアをはじめ、県内4箇所のエリア設定を行い、渋滞緩和に向けた定期的な協議の場を設けるように提案するなど、各エリアにおいて地元自治体との連携を図っている。

また、2012年6月からは、交通基礎データの共有や現状に対する意見交換を皮切りに、主要渋滞箇所の抽出、決定等に取り組んでいる。

3.2 郡山エリアWGの取り組み

郡山エリアWGでは、民間プローブデータ⁸⁾により市内の朝、夕ピーク時における走行速度をデータ化し、平日平均、休日平均の速度低下が見受けられる箇所を特定した。エリア内で速度低下が発生している箇所は、主要渋滞箇所として特定され、今後の改良、改善を要する候補とされる。本市の速度低下の箇所については、主に東西方向の街路を中心に、速度低下が見られる傾向が認められる⁹⁾。

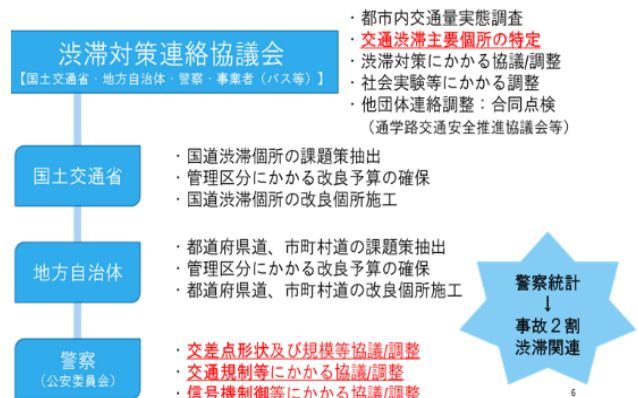


図1 渋滞対策連絡協議会

4. 郡山エリアワーキンググループの実施事例

4.1 エリア全体を考慮した検討

今回モデル交差点として取り上げる「桑野三丁目交差点」(以下、「本交差点」)は、郡山市内における主要渋滞箇所のうち、国道、県道、市道が交差する特殊な交差点である。通常は、国や県、国と国、国と市など2つの関係機関が管理する形が一般的であるのに対し、街道時代からの経過や開発後の管理替えなどの移管により、3つの管理者が混在する交差点となり、各々が整備や改善を行いながら現在に至る。本交差点は、市内西部の主要国道が交わる手前の交差点であり、市内から仙台方面、東京方面、東北自動車道方面や会津若松方面に向かう際には、避けることが出来ない交差点のため、過去からも右折車両が慢性的に滞留する現象が続いていた。このため、これまで整備

表1 交差点改良経過

No.	経過等(レゾネ)	年度
1	道路整備(30m)	S50
2	郡山IC整備	S52
3	流通団地整備	H04
4	県道拡幅(30m)	H05
5	R4B整備(105m)	H06
6	サイクル長調整	H07
7	右折矢印時間6S	H10
8	市道A交差改良	H14
9	右折矢印時間7S	H26
10	交差点高木伐採	H26
11	電線地中化整備	H27
12	右折レーン再延長(105m→135m) ※収容最大21台へ	H27

後約40年間に、車線増設、右折レーン延長、対面県道拡幅、信号現示調整¹⁰⁾などの処置を施してきている。特に、1994年には、地元「ふくしま国体」の開催前に、右折車線を当時としては異例となる通常の3倍程度となる長さ30mを105mまで延長することをを行う。

4.2 交通渋滞対策の比較

今回のモデル交差点において提案された内容は、①信号現示の変更(右折矢印時間の延長)、②右折レーンの再延長、③植樹帯撤去による右折車線の複数化であった。①の信号現示、特に右折矢印時間の延長については、即実施が可能な施策ではあるが、主道路である国道側よりも長い信号サイクルに公安委員会側が難色を示したこと、③の植樹帯撤去には、対面県道との車線にズレが生じることで安全な走行が困難になること、整備費用も上限を超えることなどから、②の右折車線の再延長を行うことで関係機関が合意に至る。再延長の規模については、周辺市道の接続位置や商業施設への出入り位置の関係から、最大延長幅として追加5台分となる30mとし、改良前の105m、普通車約16台分から135mの約21台分までの延長が許可されたものである。今回の改良に至るまで、表1に示した様々な交差点改良対策が実施されてきたが、交通渋滞は解消の見込みがなかったことから、処置としては異例の再々延長となる右折レーンに着手した。施工実施にあたっては、公安委員会との事前調整、検討経過が所轄の警察署交通規制課に対して行われていたため、通常は夜間工事が指定される場所であるが、ピーク時を除いた日中施工が許可されたことにより、整備費用も約5分の1に抑制することが可能となった。

このことから、実施計画を立案する前から関係機関において協議を行うことは、費用面に限らず提案の構築から実施し、評価に至る時間短縮の面でも効果的であったと言える。

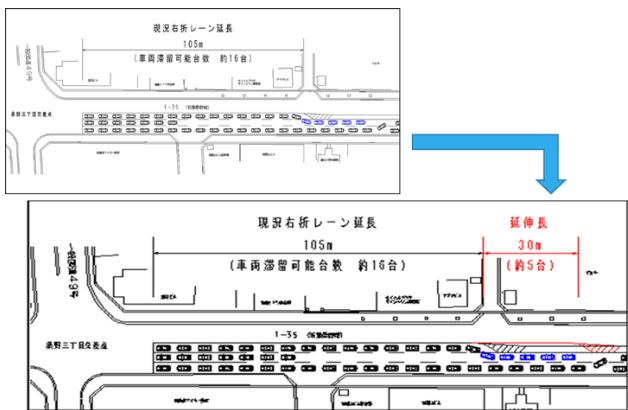


図2 交差点マネジメント実施例

5. 実施事前調査と仮説の整理

5.1 交差点マネジメントの目的

交差点マネジメントは、低迷する社会経済情勢の中で、より効果的で効率的な改善手法を模索する中でやむを得ず採用された手法と云える。なぜならば、これまでの交差点改良は、道路管理者である行政が公安委員会との協議により決定された形状限定で進めてきたためであり、局部的にせよ、暫定的であれ、行政が自由に改良することは適わなかった事情がある。行政も、公安委員会も、交通事故等の発生時における責任の所在が交差点形状にあった場合、道路構造令に合致していることに加え、独自の改良には何らかの根拠を示さなければならなかった¹¹⁾ため、独断での設計には消極的に成らざるを得なかったことも理由のひとつと考える。

No.	調査時間帯	実施前調査日 気象条件(天候)	最大渋滞長(m)・通過平均(分)・待回数	実施後調査日 気象条件(天候)	最大渋滞長(m)・通過平均(分)・待回数	増減(比較)
1	(7:00~9:00)朝	平日(10/1)晴	130m・12分・3回	平日(12/16)晴	100m・9分・2回	△20m・3分・1回
2	(7:00~9:00)朝	休日(10/4)雨天	110m・10分・3回	休日(1/11)雨天	90m・6分・2回	△30m・4分・1回
3	(17:00~19:00)夕	平日(10/7)曇	135m・13分・4回	平日(1/13)曇	105m・10分・2回	△30m・3分・2回
4	(7:00~9:00)朝	平日(10/8)雨天	130m・13分・4回	平日(1/18)雪	125m・13分・4回	△5m・0分・0回
5	(17:00~19:00)夕	平日(10/8)曇	130m・12分・3回	平日(1/18)曇	120m・9分・2回	△10m・3分・1回

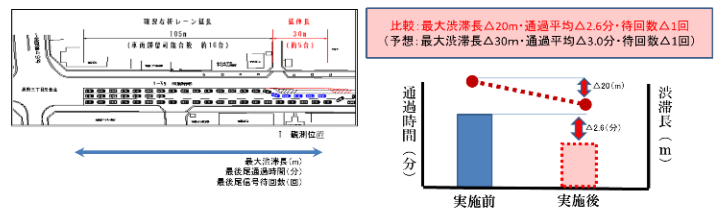


図3 交差点マネジメント実施前後比較調査

いずれにしても、これまでは行政の設計に対して、公安委員会側が構造令に合致や各々の実情を照らし合わせて、説明のつく形状に許可を与える整備フローを順守してきたため、提案された手法は、道路法や道路施行令に準じた内容のため、全国一律で最低基準を満たす形状¹²⁾は保たれたものの、合致しない場合やレアケースの場合には適用されずに実施が先送りになってきた経過がある。

しかしながら、現在における交差点計画においては、二次的改良の場合に整備費用が限定されることや様々なアイデアで一定の効果が期待出来る手法等も考えられてきたこと、先述の通り行政側の財政面に以前ほどの体力が期待出来ないため、小規模な改良が好まれることなどの理由から、出来るだけ現在の条件下内で改良範囲を収める手法に対する行政、公安委員会双方の利得が一致したと想定する。現在の条件下内とは、関係機関相互理解のもと、用地買収や建物補償などを行わず、現在の道路敷内で交差点処理を行う手法を模索して実行することである。

交通渋滞という地方都市の抱える社会問題のひとつに対し、交通事故に関わる約2割は交通渋滞に絡むものであるとの警察統計を考慮したうえで、関係機関及び事

業者等で構成する渋対協主導による交差点マネジメントの実施は、都市全体の渋滞緩和に有効との仮説を立てた。

今後は、その効果を評価し、交差点マネジメントの有効性を明らかにすることが本研究の目的であり、新たな概念としての交差点マネジメントが、交通渋滞緩和に適した手法のひとつとして展開していくことが本研究の最終到達点と考える。

5.2 交差点マネジメントの意義

交差点マネジメントの実施前調査には、朝、夕ピーク時における①最大渋滞長、②最大通過時間、③最大信号待ち回数を採用した。実施前後の比較には、国土交通省から提供を受けた民間プローブデータを使用するが、実態調査との比較も必要と考え、自主調査として比較可能な平日、休日、好天時、雨天時等の各データの調査を行った。本調査からは、①最大渋滞長では約20mの減、②最大通過時間は2.6分の減、③最大信号待ち回数も4回から平均2回に減じる結果が得られたところであり、想定に近い値を得ることが出来た。次に、民間プローブデータの比較では、2014年4月から2016年2月までの22か月間における月別旅行速度平均を比較することとし、施工実施後には平均速度を時速5kmほど向上させ、一定の渋滞緩和に結び付いた結果を残せた。

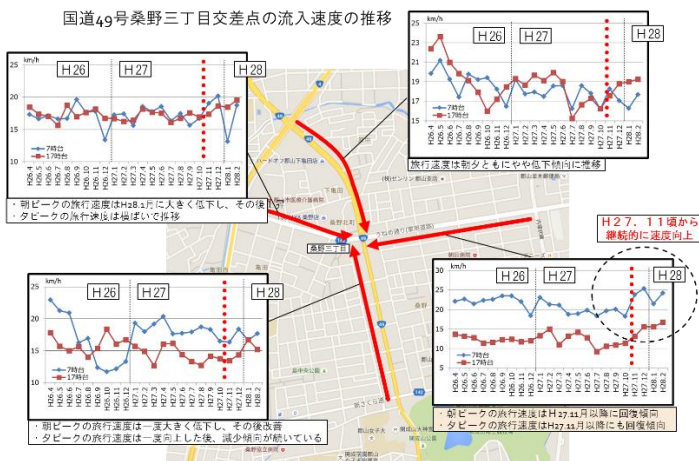


図4 モデル交差点の流入速度推移

5.3 交差点マネジメントの有効性

交差点マネジメントの有効性については、本研究の目的でも述べた通り、モデル交差点における渋対協の仕組みの中でこれまでは実施されていない手法「交差点マネジメント」の提案に至ったことや、本提案の実施結果から渋滞の緩和効果が明確に実測できたこと、さらには、モデル交差点の改良実施において、本提案から実施並びに検証までの期間を大幅短縮できたこと等で行うものであり、主要渋滞箇所の特設数の増減などを明確化するこ

とにより、本研究における検証とする。

6. 交差点マネジメント実証結果と検証・分析

6.1 実施結果の整理

交差点マネジメントの実施は、年度はじめに改良箇所未定の段階から予算化することから始まる。箇所未定ながら協議を進め、渋対協で優先度が高く、即実施すべきとの見解が会一致で採択された場合、WG 一体で取り組むことを統一見解として認識する。本交差点の改良も、二次改良や市道取付け位置、施工時間及び信号現示変更など種々の課題を事前協議の段階で処理し、同時進行の形式により、右折レーンの再延伸を実現出来たことは実施までの時間短縮を考慮すれば最善手法のひとつである。

①実証結果方法

最大渋滞長の測定、通過時間、信号待ち回数の調査方法は、測定者である著者が固定点で朝、夕のピーク時間2時間の調査を行った。調査は、単純に調査時間内における最大値を記録するものである。

また、想定前の予想値についてもあらかじめ設定し、その違いや理由等についても考察を加える。最大渋滞長は、固定観測点から最後尾の位置が停止線から何mラインかを測定するものであり、ピーク時における混雑度合いを図る指標のひとつである。普通車以外に、商用車、大型車両(トラック・営業バス・路線バス・重機類)の割合により、その都度の台数に左右されない指標である。通過時間は、最後尾の車両が信号を通過するまでの所要時間を測定するものであり、本交差点の場合であると、対象とする最後尾に到着してからの通過時間である。最大信号待ち回数は、最後尾の車両が通過するまでに待つ信号の回数であり、交通渋滞を論じる際、渋滞の度合いを図る指標としての分かりやすさでは最高位とされるが、停止してから待ち回数にするカウントの仕方で測定に幅が出てしまうのが欠点となる。停止した時から通過するまでの青回数が最も妥当な測定方法である。

ただし、信号のサイクル長や青時間及び矢印表示時間に変更がある場合には、比較が困難になるため今回は敢えて変更をせずに検証を行うこととした。公安委員会も信号時間の設定変更も了解していたが、右折車線再延長自体の効果を見極める必要があった為、一定期間の経過後に改めて実施していただくよう協力依頼を取り付けた。

②実証結果考察

以上の3点を図3の通りそれぞれ現地で測定し、測定時間内の最高値を記録した。測定前には、A：最大渋滞長は約130m、B：通過時間は約3分、C：信号待ち回数

は無くせる(0回)とそれぞれ緩和規模を予想していた。予想値の理由は、ピーク時において現在の混雑度は、流入交通量に対して流出交通量が約2倍であること、これまで右折車最後尾車両が直進車線を妨害していた状態が理論上は解消されるため、直進車の通過台数が2倍程度に増加することは明らかであるが、右折車両については、青矢印時間が延長されていないため、変化に乏しいという予想になる。信号待ち回数も、先の理由同様、信号の矢印時間の延長が成されない場合、右折車自体の通過時間に変化はもたらされない想定である。

③旅行速度による検証及び分析

次に、本交差点周辺における旅行速度の流入、流出速度、さらには、周辺交差点との流入速度の変化や隣接道路との関連についても比較検討を行う。民間プローブデータによる全日時間平均を比較することで旅行速度の傾向が図れるかどうかの検証である。結果は、図4により示す通り、流入速度を本路線で比較を行った。流出は、混雑とは逆行方向になるため、特に大きな変化は見られなかったが、流入側では実施後から速度が向上する傾向が見られた。これは、本交差点の改良実施後において速度が平均で時速5km程度向上したことを示すものであり、相当のスピードアップが図られたことが伺える。

なお、ここでの「相当」は、感覚的なものではなく、市街地走行上の時速10kmからの5km上昇であり、交通容量としては2倍程度に向上したことを指している。

④旅行速度各項目別検証

モデル本交差点における朝夕ピーク時における旅行速度については、2014年4月からの推移を辿ると朝ピーク時平均では時速22km程度、夕ピーク時においては、15km程度を下回る速度低下が図4からも見てとれる。特に夕ピーク時においては、時速10kmを下回る月もあり、慢性的な渋滞が常態化していたことが推察される。図4では、実施前と実施後に比べると朝ピーク時、夕ピーク時のどちらも旅行速度は時速5km以上向上し、実施後3か月となる2016年2月時点においては、朝ピーク時においては、時速24km、夕ピーク時においては、時速17kmを記録している。今後の傾向は、一定程度の旅行速度で落ち着くことは想定されるが、道路車線数(全4車線)と交通量及び交通容量等から結果的に朝ピーク時で25km、夕ピーク時で20km程度は回復が見込めるのではないかと推察する。

6.2 実施結果における今後の展開策

先ず、本研究で取り上げた本交差点は、国道、県道、

市道の全てが関わる特異な交差点であり、約1km北に、国道4号バイパスが立体交差で存在する。

本交差点は、本交差点を右折して北に向かう交通量が、通過交通量の約6割を占める交差点となり、右折車線が常時飽和状態に陥る。国道4号バイパスは、一日4万台を超える物流等の大動脈的な広域幹線道路であるため、今後は、本交差点の周辺地区を含めた調査と対応が必要であると考えられる。

次に、本交差点の渋滞緩和が図られたことを含め、市内箇所では今後も年間3箇所程度を順次改良予定である。改良計画も交差点ごとに実情が異なるため、本交差点のように安価なパターンで緩和が見込めるものばかりではないが、植樹帯や一部歩道の活用などにより車線部分を増設する緩和策も予定しており、先述したソフト対策との組み合わせにより主要渋滞箇所の解除数も増加見込みである。現在までに31箇所が24箇所にまで軽減される予定¹³⁾であるものの、交通の分散化などが進むことにより、成果が逆行する場合もあるため、今後の動向には注視していく必要がある。

いずれにしても、交通の集中と分散を出来得る限り乖離させることに注力し、柔軟かつ大胆に関係機関が丸となって取り組み続けること自体が今後の展開には必要不可欠である。

7. 本研究のまとめと今後の課題

7.1 本研究のまとめ

本研究は、交差点マネジメントの有効性に関して、以下の3点を明らかにした。

第1に、交差点マネジメントは、モデル交差点における渋対協の仕組みの中で、関係機関の相互理解と情報共有が進んだことを捉え、筆者が提案し、実現に至ったものであり、関係機関の連携による新たな手法として生み出されたものである。

筆者の提案前までは、道路管理者である行政が設計を行い、警察や公安委員会との事前協議に臨みながら、着地点を模索することで実現に至る場合がほとんどであり、警察の要求通りの線形や道路構造に達することを断念せざるを得なくなり、信号処理や疑似的な段差を舗装面に施しドライバーの注意を促すなどのソフト面対策に終始する場合も少なくなかった。今回は、渋滞協WGによる常時の情報共有体制の構築により、課題の共有化が速やかに図られ、安価な手法を選択せざるを得ない事情についても予め認識できるようになったことが極めて有効であった。

第2に、本提案の実施結果から渋滞の緩和効果を明確に実測できた。具体的に、本研究における自主調査とし

て実施した最大渋滞長の減少、最大通過時間及び信号待ち回数の減少を実測することが出来た。

また、民間プローブデータによる全曜日の平均旅行速度が向上できた結果が得られたことは、本交差点の通過車両台数の増加とともに、通過時間の減少が結果として得られたこととなり、通常の投資費用と比較して安価な整備を施した条件下においては、十分な効果が得られたと考える。実際に、道路利用者からも数件であったが、施工に対するお褒めの電話を頂戴したこともあり、利用者にとっても簡易施工でも大きな効果が実感出来たことになったものと推察する。

第3に、モデル交差点の改良実施において、本提案から実施並びに検証までの期間を大幅短縮できたことが挙げられる。本提案で実施された期間は総じて約半年である。予め年度当初から整備箇所や整備内容を特定せず、平均的な簡易施工分として予算計上を行い、提案と同時に警察など関係機関との協議を行いながら、実施に向けたフローチャートを進めた成果である。

本提案規模の場合、過去の事例から比較すると、予算化時期も含めて約2年が一般的な期間であるが、約半年で完了させられたことは、渋対協の仕組みの中で、関係機関の相互理解、情報共有及び連携強化が図られた成果と考える。

以上から、本研究において提案し、実施したフロー全体としての「交差点マネジメント」は、新規の手法であり有効性が高いことが実証された。今後、自動車の分担率が高く、自家用自動車への依存率が高い地方都市における渋滞対策の手法として適用性が高いものとする。

7.2 交差点マネジメントの今後の展開と課題

今後の展開として、本研究における提案箇所止まらず、継続的な交差点改良を実施していくことが重要である。交差点改良には、第1章の背景で述べた通り、2度目の投資に当たる予算化にはそれなりの抵抗があるが、各道路管理者がエリア全体を考慮し、常に数カ所の改良計画を念頭に置きつつ、渋対協が特定する主要渋滞箇所のいずれかを中心に交差点改良を続けることにより、エリア全体の渋滞緩和が図れるものとする。

郡山エリアにおいては、今後年間約3箇所の交差点マネジメントを実施予定であるが、2013年度に比べて2015年度末には主要渋滞箇所が7箇所の交差点で解消された。詳細な因果関係の把握までは至っていないが、地域全体の渋滞緩和に至る可能性は捉えたものとする。

また、県内における他のWGがエリア全体の渋滞緩和が有効との評価から、今後同様の交差点マネジメントを予定するなど、他都市への拡がりも少しずつ進んでいる。

地方都市においては、財政力指数が年々低下傾向にあり、国の補助金や交付金に頼らざるを得ない状況下の中で、短期間で相応の効果を目指す交差点マネジメントが、議論や協議などを重ねることにより、新たな工法を生み出しつつ、有効な手法として定着していくことが期待される。

謝辞

東大まちづくり大学院の2年間は、本研究を進めるにあたりまして、様々な皆様方に大変お世話になりました。

御支援と御尽力を賜りました原田昇教授をはじめ、全ての皆様方に対しまして、心より厚く御礼を申し上げます。誠にありがとうございました。

参考文献等

- 1) 国土交通省：国土交通白書（平成26年度版）2015年7月16日発行
- 2) 国土交通省：交通政策白書（平成27年度版）2015年7月23日発行
- 3) 国土交通省道路局：企画課長、国道・防災課長、環境安全課長、高速道路課長 今後の渋滞対策の推進について 2012年5月25日付通知 国道経第38号、国道国防第49号、国道環安第12号、国道高第70号
- 4) 大口敬編著、交通工学研究会：「交通渋滞」徹底解剖 2005年8月発行
- 5) 日本道路協会：道路の交通容量 2012年3月9日発行
- 6) 交通工学研究会：改訂交差点改良のキーポイント 2011年1月発行
- 7) 西成活裕：渋滞学 2006年9月発行
- 8) 民間プローブデータ：国土交通省提供による民間車両へ搭載している個別車両軌跡をビッグデータ化して集約（個人非特定情報として活用）
- 9) 交通工学研究会：交通調査実務の手引 2008年7月発行
- 10) 交通工学研究会：改訂交通信号の手引 2015年9月発行
- 11) 交通工学研究会：改訂平面交差の計画と設計基礎編 2002年7月
- 12) 交通工学研究会：改訂平面交差の計画と設計応用編 2002年7月
- 13) 国土交通省：福島県渋滞対策連絡協議会ウェブサイト、2016年5月11日確認、http://www.thr.mlit.go.jp/fukushima/antenna/jutai_taisaku.html