

マイクロシミュレーションを用いた渋滞転移の再現と対策の効果

Assessment of Congestion Transition and Effectiveness of Measures by Using Micro Simulation

青木宣行**・モーション・J・サーカー***・森本章倫****

By Nobuyuki AOKI**・Mohsin J SARKER***・Akinori MORIMOTO****

1. 研究の目的

日本全国で、渋滞解消に向けた様々な取り組みがなされている。最近では道路の新設や拡幅改良、立体交差といった大規模なハード的整備だけでなく、PIによる参加型交差点改良などの小規模な道路改良や、TDM等のソフト的施策も増加し、早急な事業効果の発揮と様々な悪影響の除去が重要になってきている。そのため、渋滞対策ツールとしてマイクロシミュレーションの利用価値は高まる可能性が高い。

そんな中、慢性的渋滞箇所にはマイクロシミュレーションを利用し、早期解消を目的とした短期的渋滞対策の検討を行った。実際に対策案を実施した結果、渋滞は大幅に解消されたが、他の場所に渋滞が転移するといった現象が現れた。

本研究はその短期的渋滞対策の事例を分析して渋滞転移の特徴を整理するとともに、実用段階に入ったマイクロシミュレーション¹⁻²⁾の渋滞対策への利用に対し、対策効果の確認と、渋滞転移の再現を考慮に入れた際の留意点と課題を明らかにすることを目的とする。

2. 短期的渋滞対策事例³⁻⁴⁾

(1) 慢性的な先詰まり状況とこれまでの取り組み

北関東最大の内陸工業地帯である宇都宮市東部

*キーワード：整備効果計測法・ネットワーク交通流

**正員，株式会社シー・アイ・エス計画部
(栃木県宇都宮市平松本町 465-22
TEL・FAX028-636-5100)

***正員，工修，株式会社富貴沢建設コンサルタンツ
企画開発部 (栃木県宇都宮市築瀬 2-13-26
TEL028-635-3136 FAX028-635-3069)

****正員，工博，宇都宮大学工学部建設学科
(栃木県宇都宮市陽東 7-1-2
TEL028-689-6221 FAX028-689-6230)

に位置する清原工業団地及び芳賀・高根沢工業団地周辺では、通勤時間帯を中心に慢性的な渋滞が発生している。これまで本田技術研究所(HGT)ではフレックスタイム制が導入されてきたが、道路交通の増大に伴ってその効果が減少していることから道路整備が必要であり⁵⁾、実際に数年先には新設渡河橋梁が建設予定である。しかし、渋滞解消まで多くの時間が必要なることから早急な渋滞対策の要望が高まっていた。

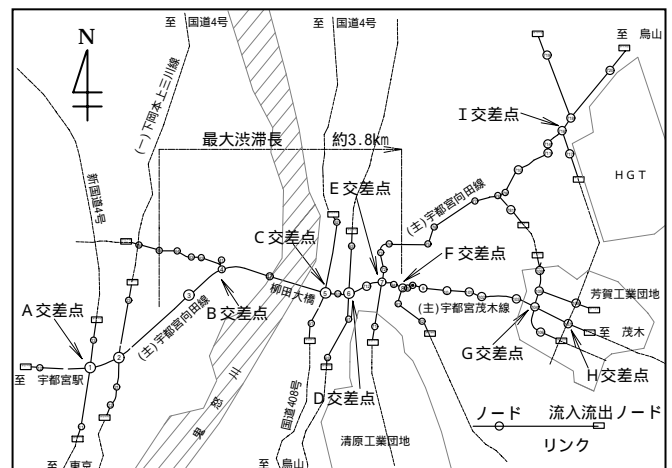


図 - 1 研究対象箇所と渋滞状況

(2) 交通現況調査

平成 13 年 3 月に交通量・渋滞長・旅行時間・渋滞原因等の交通現況調査を実施した。柳田大橋には 40,000 台/日以上交通量が通過し、F 交差点を先頭に最大渋滞長約 3.8km、A 交差点から F 交差点の最大通過時間約 31 分、渋滞原因としては交通の時間的集中のほか、信号連動方向が渋滞発生方向の反対方向に設定されていたことや、E 交差点周辺における信号サイクルの設定の問題等が明らかとなった。

(3) 現況シミュレーション

上記の結果をもとにマイクロシミュレーションを

利用した渋滞対策の検討を図 - 1 のエリアにおいて実施した。シミュレーションモデルは「TSIS4.32」を用い、交通量の変化や渋滞長の変動を考慮し、ピーク時間(午前 7~8 時)を含む午前 6 時 30 分から 9 時までの 2 時間半、5~10 分ごとの時間帯分割による交通量等のデータ入力を行った。

なお、現況再現性のチェックは時間帯ごとの渋滞長や通過時間の変動を考慮し、現況の実測値とシミュレーション値の時間帯変動のグラフを作成して行った。その結果、渋滞箇所全体で誤差 5% 程度の範囲内で同様な変動を示したことから再現性は概ね良好であることを確認している(図 - 2)。

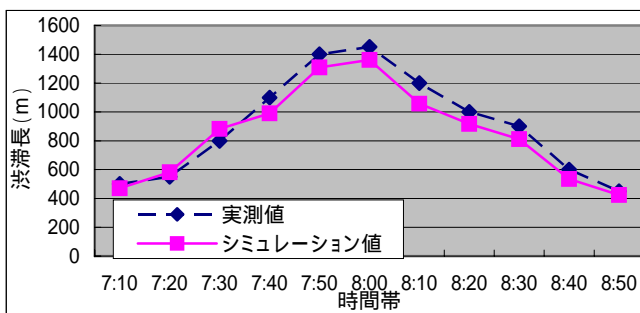


図 - 2 精度検証結果例(渋滞最後尾B交差点)

(4) 対策当初案：パターン 1 (H13.3 時信号設定)

渋滞対策は、交通管理者・道路管理者・コンサルからなる協議会を開催し協議の上で進めていった。

対策案は大きく分けて、E 交差点のみの対策を講じた案(パターン 1-1~1-4)と、C・D・E 交差点の東進右折レーンの延長や東進車への信号連動など、渋滞の原因を全て解消できるように設定した対策案(パターン 1-5)とした(表 - 2)。

シミュレーションの結果、E 交差点のみの対策(パターン 1-1~1-4)では効果は得られなかった。これは、渋滞原因が重複している場合、局所的な渋滞対策では良好な結果が得られないことを示している。パターン 1-5 では、それぞれの渋滞原因が解消され、A~F 間の最大通過時間が半分になるなど大きな効果が得られた。

(5) 東進連動後案：パターン 2 (H13.10 以降信号設定)

対策途中 (H13.10) に東進交通の円滑化を図るため、交通管理者が 7 時より信号現示の連動方向を変えた。そこで、東進連動後をパターン 2 としてパターンの詳細な設定を行った。(表 - 1 参照) なお、渋滞長や旅行時間、渋滞原因調査を改めて実施し、新

たに発見した渋滞箇所(I 交差点)も含めて、再現性の確認を行った(表 - 3)。

シミュレーションの結果、渋滞対策を実施していくことで、最大渋滞長、最大通過時間も減少し渋滞が緩和していた(表 - 4)。しかし同時に、渋滞悪化箇所が転移するため、全ての対策案を講じなければ渋滞原因が解消されないことがわかった(図 - 3)。

表 - 1 シミュレーションパターン

パターン	対策案	対策箇所
パターン 1	1-1 第4現示東進左折追加	E 交差点
	1-2 第5現示東進直左可・市道の出入り左折のみに規制	
	1-3 東進左折フルレーン設置	
	1-4 第5現示削除(市道流出不可)	
	1-5 ネットワーク全体案	ネットワーク全体
パターン 2	2-1 東進連動(パターン2 現況)	B~E 交差点間の信号
	2-2 2-1+早朝より連動	2-1+B~E 交差点間の信号
	2-3 2-2+オフセット調整	2-2+F 交差点信号制御調整
	2-4 2-3+東進右折レーン延長	2-3+C・D・E 交差点
	2-5 2-4+西進左折レーン設置+信号制御化	2-4+I 交差点

表 - 2 パターン 1 結果

評価項目	現況 シミュレーション値	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
A-F間最大通過時間(分)	27.24	27.55	27.28	28.34	26.50	14.48
B交差点東進最大渋滞長(m)	1361	1372	1302	1353	1309	210
D-E間燃料消費量(l)	416	296	323	189	313	128
D-E間汚染物質排出量(kg/km)	4.30	4.17	4.06	3.87	4.14	2.35

表 - 3 パターン 2 現況再現

精度検証内容	着目箇所	精度検証結果
最大渋滞長	F 交差点からの渋滞長	3250m(計算値)
		3750m(実測値)
最大通過時間	A H間の通過時間	31.79分(計算値)
		32.00分(実測値)
渋滞原因	渋滞箇所	現況を再現化

表 - 4 パターン 2 結果

評価項目	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5
A-F間最大通過時間(分)	27.87	27.14	23.65	14.03	14.12
B交差点東進最大渋滞長(m)	896	-	567	490	480
燃料消費量(l)	15322	15266	13255	12302	11841
平均速度(km/時)	19.52	19.04	23.52	25.60	26.72
汚染物質排出量(kg)	5.59	5.59	5.22	5.11	5.00



図 - 3 渋滞悪化箇所の転移

(6) 検証調査

(a) 検証調査目的

マイクロシミュレーションによる短期的渋滞対策の効果検証と有効性、渋滞転移現象の確認のため、現状復帰可能なパターン 2-3 を選択し、栃木県警交通規制課の協力を得て現況再現させ、平成 14 年 2 月 20・21 日の 2 日間の調査を実施した。

(b) 対策効果の検証

早朝からの信号設定により早朝の渋滞が解消され、F 交差点の信号制御の調整により F 交差点からの先詰まりは解消された。対策効果は最大渋滞長約 1km の減少、最大通過時間約 10 分短縮であった。

(c) ミクロシミュレーションの有効性

渋滞長については、F ~ G 交差点間での押しボタン信号等の問題(下記(d)参照)により、シミュレーション値より過大な時間帯があったが、F 交差点からの連続最大渋滞長はシミュレーション値と実測値の誤差はわずか 100m 程度であり、渋滞最後尾の時間帯変動はほぼ同様であった。通過時間も同様の問題で誤差最大 5 分の時間帯はあったが、最大通過時間の誤差は 1 ~ 2 分であり、ほぼ同様の時間帯変動を示していた。また、パターン 2-3 の渋滞転移が実際に発生したことからマイクロシミュレーションの短期的渋滞対策への有効性を確認できた。

(d) 渋滞転移現象の確認

C・D・E 交差点の右折レーンオーバー頻度が大きくなる渋滞転移は、F 交差点の先詰まりが解消し交通流がスムーズになったことで、単位時間あたり(以下 t)の通過交通量が増加し、 t 右折交通量も増加したためである。また、I 交差点への渋滞転移は F 交差点の東進車の流出がスムーズになったことで t の流入交通量が増加したためである。

しかし、シミュレーションで予測していなかった渋滞転移が発生していた。これまで問題となっていなかった F ~ G 交差点間の押しボタン信号や沿道への右折待ちの車両に先詰まり原因が転移したことである(図 - 4)。また、F 交差点の直進車の流出がスムーズになったことで、通過交通の最大の目的地である HGT の駐車場出入口部において渋滞が(主)宇都宮茂木線近くまで発生した。これらの現象は対策前には全く影響が無かったため、事前にシミュレーションに取り入れてなかったことに起因している。

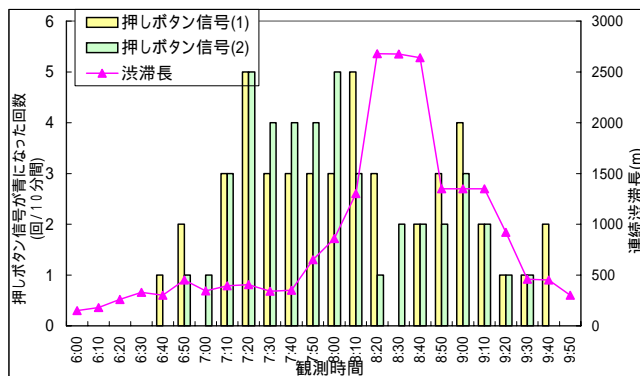


図 - 4 押しボタン信号と渋滞長の関係

(7) 渋滞対策の提案

以上のシミュレーションや検証調査の実施により、転移していく渋滞への対策を早急に講じることを提案した(図 - 5)。

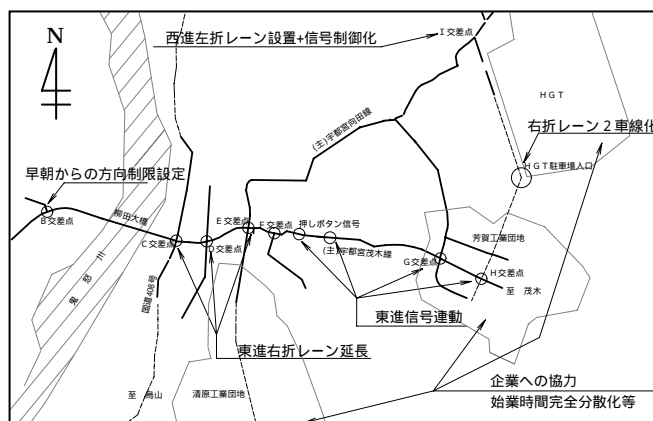


図 - 5 渋滞対策の提案

3. 渋滞転移の特徴整理

(1) 渋滞原因の手前の交差点への転移

渋滞解消により、先詰まり状態で流れがスムーズでなかった交差点では t の交通量が増加するため、同時に t の右左折需要が増加し、専用レーンから溢れ出す可能性がある。特に右左折先に工業団地などの到着時間、目的がはっきりしている場合は、始業時間の少し前にその現象が起こる。

(2) 流出先への転移

(a) 既に渋滞が発生している箇所

上記(1)と同様に、 t の交通量が増加するため、さらに渋滞が悪化する。

(b) 沿道への出入り箇所

これまで渋滞原因となっていなくても、流出交通量の増加で t の断面交通量の増加に伴い、流出先

における沿道への出入りがある箇所について(特に片側1車線)渋滞原因となる可能性がある。

(c)押しボタン信号

歩行者数が少ない押しボタン信号であっても、主道路側の流れが良くなり流出ギャップ数が減少することで、自動車を降りて押しボタンを押し、主道路の流れを止めることが渋滞の原因となりうる。

(3)時間帯転移

渋滞が解消されることにより、人々は徐々に始業開始時間に合わせた行動選択を取るようになる。そのため到着時間帯前に交通が集中し渋滞が発生する。

4. ミクロシミュレーションの留意点と課題

(1)渋滞転移を考慮に入れた留意点

(a)シミュレーション範囲の設定

事前調査により現況で渋滞箇所となっていないくても、ピーク時以外も含めた断面交通量が渋滞箇所と同等であればスムーズな流れとなったことで渋滞箇所が顕在化する可能性がある。そのため十分に調査範囲を設定した上で、ネットワークの構築を行う必要がある。また、解消箇所周辺の前後区間においてはとりわけ、押しボタン信号や沿道への出入り等の詳細部分についてもできる限り再現できるよう留意する必要がある。つまり、ミクロシミュレーションを渋滞対策に利用する際には、交通流の時間的変動や影響範囲の変化に十分な考慮が必要である⁶⁾。

(b)事後検証調査の実施

渋滞対策の効果算出の目的以外に事後検証調査を実施し、本研究の対策事例のように渋滞が転移していないか調査分析する必要がある。特に事業効果を十分に発揮し、アウトカムの向上に寄与するためにも転移箇所に早急な対策を講じておく必要がある。

(2)ミクロシミュレーションの課題

沿道への出入りをどこまでシミュレーションで再現するかがシミュレーションの技術的課題である。また、交通量の時間帯転移をシミュレーション内にどう取り込むかも問題である。そのため今後は、渋滞転移のメカニズムを解明することに加えて、沿道施設や時間帯転移の調査及び分析が必要である。

5. まとめ

本研究により短期的渋滞対策へのミクロシミュレーションの有効性が確認できた。また、渋滞対策は潜在的なボトルネックポイントに渋滞が転移することから、事後検証調査による継続的な対策の実施が必要である。さらに、渋滞転移のメカニズムを解明するために空間的転移の他に時間帯転移の調査分析が重要である。

なお本研究の結果から、局所的に交通容量を増大させる交差点の立体交差化や高速道路料金所へのETC導入などの中長期のハード的渋滞対策においても、より広範囲に渋滞が転移することが懸念されるため実施にあたって十分な検討が必要である。

最後に、本研究の対策事例において多大なご助言、ご協力をいただいた宇都宮土木事務所やその他関係各機関の方々、実作業機関の(株)富貴沢建設コンサルタントの方々に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 門司隆明ほか：「交通流ミクロシミュレーションの交通計画策定支援ツールとしての可能性」,平成13年度建設コンサルタント業務・研究発表会論文集, pp.29-32, 2000.
- 2) 安藤良輔ほか：「道路整備計画における交通量配分・交通流シミュレーションを複合させた評価手法の提案」,土木情報システム論文集, Vol.10, pp.185-192, 2001.
- 3) 栃木県宇都宮土木事務所：「平成13年度交通解析業務委託報告書」, 2001.12.
- 4) 栃木県宇都宮土木事務所：「平成13年度交通量調査業務委託報告書」, 2002.3.
- 5) 橘優一,古池弘隆,森本章倫：「宇都宮市におけるフレックスタイム制の事後評価に関する研究」,第20回交通工学研究発表会論文報告集, pp.89-92, 2000.
- 6) 関達也,森本章倫,古池弘隆：「大規模開発に伴う交通影響評価の空間的・時間的变化に関する研究」第25回土木計画学研究発表会(春大会), 2002.6.