

ソーシャルコスト入門講座 ③

非開削工法の客観的評価と 自動車交通シミュレーション

坂本 邦宏

SAKAMOTO Kunihiro

埼玉大学大学院
理工学研究科



1. はじめに

本稿では、非開削工法の客観的評価に際して、有用なツールとなり得る自動車交通シミュレーションの紹介を行う。

道路工事における非開削工法の開削工法に対する最大の優位性の1つは、言うまでもなく「道路交通への悪影響の縮小」にある。物理的に道路が開削されてしまえば、その期間は道路が道路たる機能を有することは不可能となる。道路の機能とは、一般に「交通機能」と「空間機能」の2つに分類することができるが、開削工法では特に交通機能が大きく低下してしまう。交通機能は、車両走行を担う「トラフィック機能」と沿道空間・建物との出入りや歩行者用空間を担う「アクセス機能」に区分することができるが、非開削工法ではその両者の機能低下を抑制することが可能であると考え。その際、特にトラフィック機能がどの程度低下するかについての客観的評価の際に有用なツールとなり得るのが、自動車交通シミュレーションである。

2. 交通シミュレーションとは

最近の道路特定財源の議論からも明らかであるが、既存交通インフラの有効的利用やきめ細かな整備計画立案・運用が求められており、交通シミュレーションは意志決定支援の有効な1つのツールとして認識されている。渋滞対策・道路改良計画において既存手法に加えて自動車交通シミュレーションによる検討が増えているだけでなく、大規模小売店舗立地法の運用においては既に法運用主体（都道府県及び政令指定市）のいくつかは、自動車交通シミュレーションによる道路環境予測を条例や運用規則によって規定しているなど、現在、シミュレーションは専門的業務として日常的に用いられていると言える。

本稿では、自動車交通シミュレーションを「個々の自動車車両が道路上を走行した結果の交通状態の変動

を主な分析対象としたシミュレーション」と定義し、単純に交通シミュレーションと表記する。この定義に当てはまるシミュレーションは一般的に以下のような状況である。なお、車両1台1台を個別に識別せず、車両の集合を流体的に扱うシミュレーションモデルも存在するが、近年では大規模ネットワーク分析以外での利用は限定的であるため省略させていただく。

自動車の中には、いわゆる乗用車や大型車・バスが含まれるが、バイクや自転車を厳密に扱っているシミュレーションは限定的であると言える。一方、車両の車種やドライバー属性を区分して、車両の走行状態のばらつきを表現するモデル構造をとっているものがほとんどである。遅い車もいれば、速い車もいる、車線変更を素早く行うドライバーもいれば、同一車線の走行を重視するドライバーもいるなどの、実際の交通状況を再現するためのモデル化である。実際の道路でも車両が均等間隔で走行せずに車群が形成されているのは、ドライバー（車両）の特性、特に希望する走行速度の違いがその主原因であることから、入力パラメータとして設定可能となっているモデルが普通である。海外輸入モデルでは攻撃的運転性など、実際にどうやって測定するのかわからないパラメータなども散見し、走行行動のばらつきを表現することの難しさを感じることができる。一方、歩行者の扱いについては、道路の横断歩道を横断する歩行者によって交差点左折時の自動車が一時待機するといった挙動自体を自動車の走行モデルに取り入れている場合が多く、直接的に歩行者の移動を表現するシミュレーションは少ない。時間的な対象範囲は、ピークとなる数時間程度が主流であり、長くても1日における変動程度となる。曜日変動や季節変動が課題となる場合には、該当期における1日単位のシミュレーション計算を行うことで代替されることが多い。空間的な対象範囲は、単一交差点から数十キロ四方の都市レベルまでと広い範囲にわたっており、評価対象・目的に応じて、計算能力と計算時間、入力データの獲得可能性などから範囲が

決定される。

交通シミュレーションはその開発経緯で分類すると、まず複雑な車両挙動を局所的な現象解析としてとらえたシミュレーションが存在する。交差点解析や信号制御の最適化などを対象としてミクロな交通状態を検討するために車両挙動そのものをモデル化するシミュレーションであり、分析における焦点は、車両位置の移動を表す挙動モデルの記述であり、道路ネットワーク全体のフローといった大きな視点ではない。もう一つは、交通量配分手法の限界から、動的配分の実用的手法として開発されたシミュレーションである。動的な均衡状態の再現を目指したネットワーク交通シミュレーションモデルであり、均衡状態の近似的な解法として終起点間における利用者最適を保証しない代わりに現在位置から終点までの経路について逐次的に最小コストの経路を選択させる逐次的利用者最適配分の研究が進められ、待ち行列理論による実用的な数理モデルだけでなく交通シミュレーションへの適用が図られてきた。この開発アプローチは交通量配分を原型としていることから、道路にどの程度の交通量が配分されるのかが分析目的の1つであり、シミュレーションによる時間軸概念を持たせることで、道路の車両走行速度や待ち行列の発生・消滅の状況などの分析が可能なものとなっている。道路工事工法の違いによって周辺の交通環境がどのように変化するか、その変化量の幅はどの程度か、さらに変化自体がどのようなパターンで発生するものか、などの分析はこのようなネットワーク交通シミュレーションを用いることで評価可能と考えられる。

交通シミュレーションを構成する基本モデルについては、一般的に経路選択モデルと車両走行モデルによって構成されている。自動車を運転することを想定すれば容易であるが、起終点（出発地点と目的地点）と出発時刻が与えられた後、どのような道順（経路）で、どのように運転（走行）するかを決めれば、原則として目的達成（目的地に到着）することができる。その際、人間は様々な経路を選択する理由を所有しているが、多くのシミュレーションモデルではなるべく短時間で到達できる経路を選択することを経路選択の目的関数とする場合が多い。ただし様々なその他の要因を考慮するために、確率的に最短経路を選ぶという前提を置いている。その結果、一定量の車両は遠回り

をすることを許容し、現実の経路選択行動に近いという判断をしている。また、走行についても、車両・運転者特性をばらつかせることで、実際の交通状況の再現を高めている。

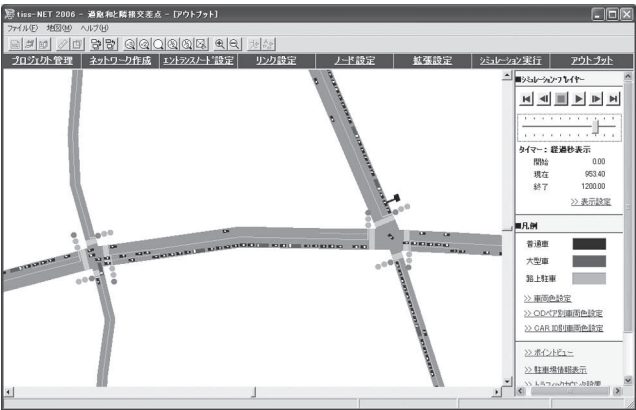
3. 路上工事による交通工学的インパクト

道路工事による交通工学的インパクトは、まず通行止めによる道路封鎖が挙げられる。該当区間の道路交通容量ゼロになるとも言えるが、容量がゼロのために、これまで通行していた車両は他の道路への迂回が必ず発生する。よって、他の道路に迂回した車両によって、新たな混雑・渋滞が発生しないのかといった検討が必要となる。このようなケースで交通シミュレーションを用いない場合には、通常は静的交通解析が実施されることになる。静的交通解析とは、一般に0.9以上で交差点が流れ込んでくる交通需要を処理できなくなると言われる「交差点需要率」を算出することによる影響予測のことである。交差需要率を簡単に説明すると、信号交差点における流入交通量と交通容量の比の最大値を方向別に集計することでどの程度の余裕があるかを表す指標である。交差点需要率が「1.0」の時、交通容量と流入交通量の比が等しいという状況になるが、信号交差点では、信号が青に変わった瞬間に最大交通容量の台数が処理されるわけではなく、また全方向の信号が赤色となる全赤時間が必ず存在するため、余裕をもって0.9程度が許容範囲と言われている。交差点間が長い郊外部の道路であればこのような静的分析で十分な場合も多いが、複数交差点が隣接する都市部の道路の場合には正確に計算することが理論的に困難である。交差点需要率は0.9を大幅に下回っていても、交通シミュレーションでは道路網全体として渋滞が発生することが容易に確認できる。（図－1）

また、工事による車線・幅員の減少、片側相互通行などの運用は、道路の交通容量を直接的に低下させる。交通容量が低下すると何が問題となるかは明らかであり、交通需要が容量を超過することで交通混雑・渋滞が発生することになる。低下する交通容量が、その道路の交通需要を越えていればこの心配は無いが、幅員減少や片側相互通行による交通容量の低下を定量的に推量することは技術的に難しい。渋滞発生の原因は、

たった数パーセントの需要超過程度であると言われて
いることから、静的解析における容量計算式を単純
に用いることは安易と言わざるを得ないためである。

実際の工事時には、現場の交通管理者がこれまでの
経験によって、工事による幅員減少がこの程度であ
れば容量低下はあまりないといった判断がされることが
多いと聞いているが、科学的根拠に基づく裏付けを求
めることは重要と考えられる。



左側交差点を先頭とした滞留が右側交差点まで達していることから（先
詰まり状態）、右から左へ進む車両は左側交差点が青信号でも先に進むこ
とができない。この結果、右交差点の交差点需要率は0.9以下の低い値と
なるが、交通シミュレーションでは混雑が発生していることがわかる。

図－1 隣接交差点のシミュレーションの例

4. 交通シミュレーションによる客観的評価
に向けて

筆者は、仮想空間における道路工事による道路への
影響を交通シミュレーションで簡易的に試行してみ
た。検討したケースは、①単路部における「交通容量
低下（片側の幅員減少，すれ違える車とすれ違えない
車が混在する状況）」、②単路部における「車線減少
（片側2車線道路の1車線規制）」、③道路の全面通行止
め時の3ケースとした。

①単路部における交通容量低下（片側幅員の減少）で
は、容量をほんの少し超過したことによる滞留の発
生・増減状況が視認でき、工事運用時の適切なガー
ドマン配置の必要性が確認できた。工事区間および
その前後の道路における地点速度や区間旅行時間を
シミュレーションで算出（表－1，2）することで、
費用換算可能な総遅れ時間などの指標が算出できる
ことも確認した。

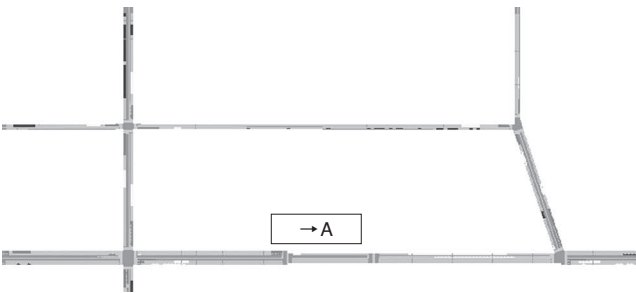
- ②単路部における車線減少（片側2車線道路の1車線
規制）では、該当区間の容量低下に伴い渋滞が発生
したことで、該当道路以外の道路に迂回する車両を
確認でき、容量低下時にも道路ネットワークとして
の検討が必要となることが確認できた（図－2）。
- ③道路の通行止め時には道路が閉塞されることから、上
記のような検討は必須であることは言うまでもない。

表－1 通常時の観測結果

経路番号	観測台数 (台)	所要時間 平均	所要時間 最大	所要時間 最小	距離 (m)
1	1311	2分45秒	3分23秒	1分59秒	1598

表－2 工事時（片側幅員の減少）の観測結果

経路番号	観測台数 (台)	所要時間 平均	所要時間 最大	所要時間 最小	距離 (m)
1	1366	2分07秒	2分29秒	1分49秒	1598



道路ネットワーク上のA地点の車線が2車線から1車線に減少することで、
滞留が発生して迂回車両が発生した。単路ではなく道路ネットワークと
しての検討が必要であることが確認された。色の違いが地点の速度を表
示しており、A区間直下は平均10km/h以下、上流の交差点まで20km/h
以下の状況となっている。

図－2 車線減少による迂回の影響

5. おわりに

本稿では、交通シミュレーションの概況を説明し、
非開削工法の客観的評価のためにシミュレーションに
よる試行を行ってみた。シミュレーションによる分析
は、データ取得後に現況再現を確認し、その再現性確
保を根拠として、将来案の比較を相対的に行うもの
である。つまり、将来案AとBの比較を相対的に行うも
のであって、将来案Aの再現性自体を高めることは
重要ではない。再現性確保については本稿では詳しく
触れていないが、交通シミュレーション・クリアリン

グハウス等に豊富な情報があるので参考にできる。相対的比較であっても、非開削と開削工法の差については、交通シミュレーションを用いることで定量的指標を得ることが可能であることは明らかであるが、今後は現実の事例に当てはめた分析等を行い、実務上の課題等を把握することが望まれる。

また、交通シミュレーションによる分析を行う場合には、膨大で緻密な入力データ（自動車交通需要の起終点データ、信号制御パラメータ等）を収集する必要がある点にも考慮が必要である。

事業者内だけではなく、交通管理者・道路管理者・

住民などの関係者一同が工事の影響度合いをアニメーションで意識共有するだけでなく、指標を用いた数的根拠に基づく検討を実施することで相互理解と適切な工法選択が可能となることを強く望んでいる。

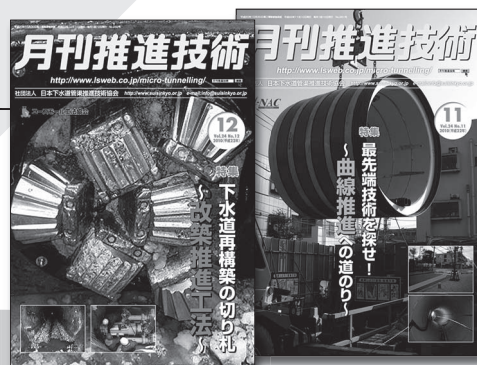
【参考文献】

- 1) <http://www.jste.or.jp/sim/>
- 2) 社交通工学研究会：交通シミュレーション適用のススメ、丸善
- 3) 社交通工学研究会：改訂 平面交差の計画と設計 基礎編 第3版、丸善

月刊推進技術

購読のご案内

定期購読料金 **12,000円** (@1,000円/月×12ヶ月 税・送料込)



わが国の管渠整備事業においては、社会的ニーズや現場の施工条件等の要因により、推進工法の採用が必要不可欠とされています。月刊推進技術では、円滑かつ適正に推進工事を行っていただくため、必要とされる技術情報をわかりやすく解説をしております。また、推進関連のニュースはどこよりも早く、かつ情報満載でお届けしており、管渠埋設の計画・設計・施工の業務にお役立ていただける内容となっています。

申込方法

お申込は、郵便局備え付けの払込取扱票に口座番号：00130-3-576039 加入者名：株式会社エルエスプランニングとして、通信欄に購読開始月を明記し年間購読料金 12,000円（毎月1冊×12ヶ月 税・送料込）をお支払いください。

詳しくは、月刊推進技術編集室にてご案内いたしております。

月刊推進技術

検索

お問い合わせ先

月刊推進技術 編集室

<http://www.lswb.co.jp/micro-tunnelling/>

〒135-0046 東京都江東区牡丹2-2-3-105 株式会社 LSプランニング内
電話 03-5621-7850 FAX 03-5621-7851 E-mail akasaka@lswb.co.jp