

信号現示の変更による IC 交差点渋滞対策シミュレーションの構築

Building of the IC intersection congested measure simulation by changing signal phase

室蘭工業大学建築社会基盤系学科 ○学生員 大井啓史(Hirofumi Oi)
 室蘭工業大学大学院工学研究科 正会員 有村幹治(Mikiharu Arimura)

1. はじめに

現在、道路周辺・外部環境の経年変化による慢性的な交通渋滞が発生している。交通渋滞の影響には、走行速度の低下による旅行時間の増大や事故リスク増加等があり、経済的、社会的に大きな問題がある。そのため、交通渋滞を是正・緩和する交通運用対策が必要である。

交通渋滞対策としては交差点改良、信号制御調整、路面標示の改良、駐車管理などが挙げられる。中でも信号現示改良は、交差点改良などのハード的な対策と比較して、短期間での実施かつコストの削減が可能である。しかし、渋滞対策の計画・実施時には、交通条件が流動的に変化しているため、効果を検証することが難しい。

本研究では、交通流シミュレーターを用いて、渋滞が頻繁に発生している交差点における信号現示改良の効果を評価する。

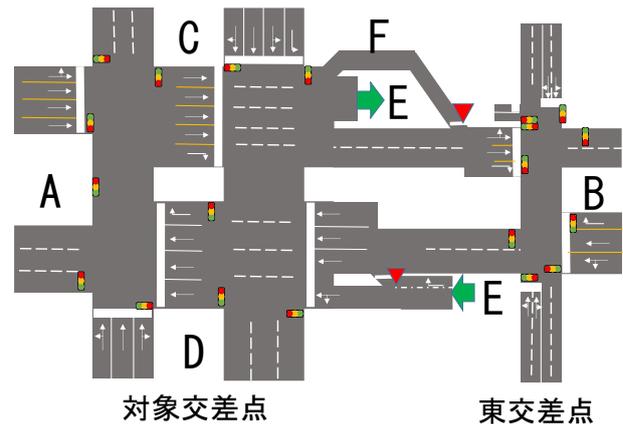


図-1 対象交差点

2. 対象交差点の現況と信号現示改善策

2.1 対象交差点と交通状況

本研究の対象交差点は、交通需要が大きく慢性的な渋滞が発生している六差路交差点である。その東に位置する交差点を東交差点とする。また、高速道路の IC 出入口が対象交差点に隣接している(図-1)。

対象交差点の交通状況は、各流入部でピーク時に渋滞や滞留車両が発生している。特にオフランプ(E流入部)では、夕方ピーク時の17-19時には渋滞長が約2.5kmとなり、オフランプと接続する高速道路本線の路肩で渋滞が発生している。

この交差点での渋滞発生する要因のひとつに、オフランプ右折車線と一般道路との合流部での車線閉塞が挙げられる。ピーク時にオフランプからD流出部への需要の高まりから、オフランプの直左混合車線への滞留が増加する。それに伴い、オフランプからの直進車両は、混雑回避のため合流車線を利用することで車線閉塞が発生し渋滞要因となる。

ほかの要因には、ピーク時でのD流入部からの右折交通の増加、C流入部からのオンランプ利用交通の集中による旅行速度の低下などがある。

2.2 信号現示による渋滞対策案

対象交差点では、信号現示の改良による渋滞対策が検討されている。現況と改良後の信号現示を図-2に示す。

信号現示改良の目的はオフランプからの車両合流スペースの確保である。前述のとおり、オフランプでの渋滞発生要因として合流車線利用増加による車線閉塞がある。

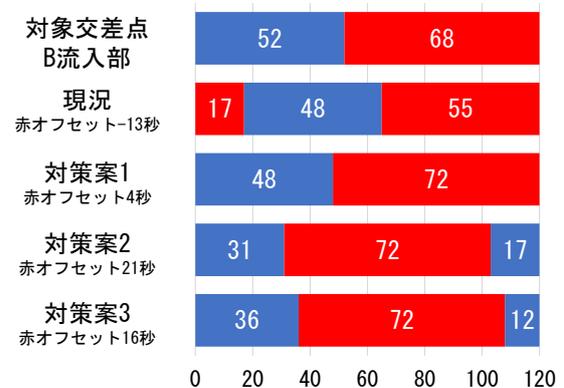


図-2 対象交差点 B 側と東交差点現況、渋滞対策案信号現示

現況では、上流である東交差点の通過車両が対象交差点 B 流入部で滞留することにより、合流スペースの不足が発生している。その対策として東交差点の赤時間を早めることで、対象交差点 B 側での滞留を減少により合流スペースが増大する。

この信号現示の渋滞対策案を実施した社会実験が2020年9月、10月に行われ、交差点での信号現示改良の影響が調査された。

3. シミュレーションモデル

この章では、シミュレーションモデルを作成し、再現性を検証する。

3.1 Vissim

本研究では、現実の交通現象を再現するために PTV 社の交通流マイクロシミュレーションソフトである Vissim を使用した。Vissim は 1974 年に開発された車両追従モデルにより動作し、現在世界 75 か国以上で利用されている。交通流マイクロシミュレーションでは 1 台ごとの車の挙動を表現することが可能である。そのため、現実の多様な交通現象を再現でき、交通課題解決策の有効性確認作業などに用いられている。

3.2 シミュレーション対象日時

2020 年 9 月、10 月に行われた社会実験のデータを基にシミュレーションを行う。この社会実験は現況信号現示と改良信号現示 3 パターンの実装で計 4 日行われた。シミュレーションモデルの作成および再現性の確認は現況信号現示である 2020 年 10 月ある平日を対象に行うこととする。

また、本研究では夕方ピークの 15:00~19:00 でのシミュレーションを行い、特に交通量の変化が大きい 16:00~19:00 のシミュレーション結果を評価に用いた。

3.3 シミュレーションモデルの作成

以下のデータを用いて、シミュレーションモデル作成を行った。シミュレーション画面を示す (図-3)。

- (1) 道路構造データ
ネットワーク情報 (車線長, 車線数, 付加車線等)
交通運用情報 (車線変更禁止, 進行方向等)
- (2) 信号データ
信号現示データ, 信号階梯図
- (3) 交通量データ
各流入部における方向別車種別 10 分間交通量
- (4) 渋滞長・滞留長データ
交差点各流入部における 10 分毎の最大渋滞長・最大滞留長データ。
- (5) ビデオデータ

3.4 現状再現性の確認

1) 検証方法

シミュレーションモデル作成では、各流入部での流出方向、車種別 10 分間交通量の再現性判断指標として GEH 値を使用した。GEH 値が 5 以上となる箇所モデルの較正を行った。また、シミュレーションのアニメーション表示での視認による再現性確認も行い、交通現象の再現のためにモデルを微調整した。

以下では、シミュレーションモデルの現状再現性を確認するため、対象交差点各流入部での方向別 10 分間交通量の相関、時間帯オフランプ滞留長の比較にて検証を行う。

2) 検証結果

対象交差点方向別交通量の相関、オフランプ時間帯滞留長の比較をそれぞれ示す (図-4, 図-5)。

対象交差点方向別交通量の相関では、重相関係数 $R^2=0.9512$ が得られた。

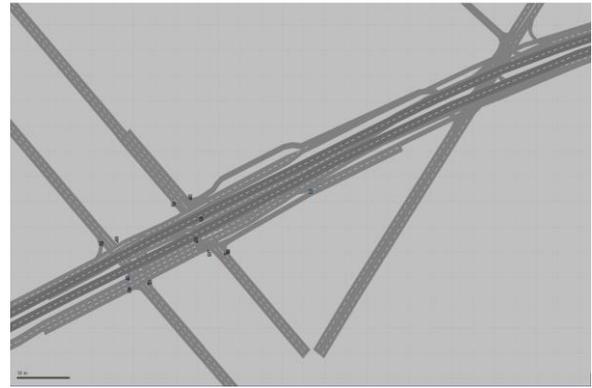


図-3 Vissim 上で作成した交通ネットワーク

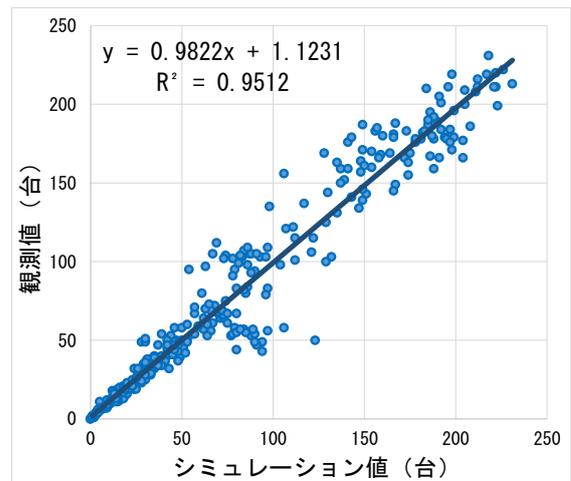


図-4 各流入部方向別 10 分間交通量での観測値とシミュレーション値の相関

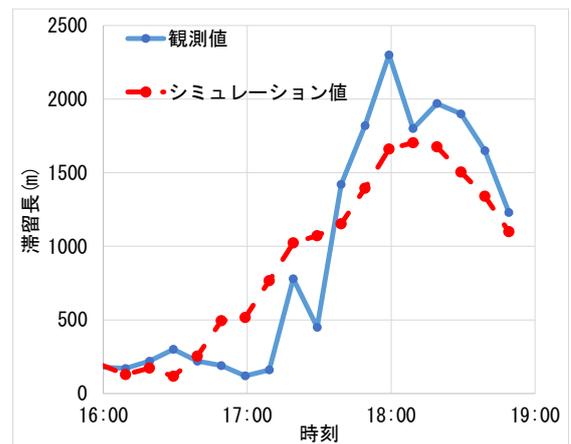


図-5 時間帯オフランプ滞留長の再現性確認

オフランプ滞留長では、時間ごとの増減はおおよそ一致している。しかし、シミュレーション値の最大値が観測値より小さくなっていることに留意する必要がある。

以上より、このシミュレーションモデルはおおむね現況再現できたと考える。

4. シミュレーション方法

作成したモデルを用いたシミュレーション方法と信号現示の変更による影響の検証方法を以下に示す。

4.1 シミュレーションケース

シミュレーションケースを表-1に示す。

現況信号現示を実装した日のデータを基にモデルを作成していることから、交通条件を現況と同様であると考ええる。

4.2 信号現示改良による影響の評価方法

ケース 0-3 結果から信号現示改良の影響を評価する。シミュレーションでは、同じ交通条件下で渋滞対策案の比較検討が可能である。この比較では、オフランプでの渋滞が解消されているかを確認する必要がある。そのため、10分ごとの時間帯オフランプ滞留長を指標に用いた評価を行う。

5. 結果

以上に示したシミュレーションにより信号現示の改良による交通流への影響を評価した。

シミュレーションで得られた各ケースの時間帯オフランプ滞留長の比較を示す(図-6)。

対策信号現示を実装しているケース 1-3 で、現況ケース 0からの滞留長の減少が見られた。特にケース 2では、ケース 0の最大滞留長より約 200m 短縮されている。

また、すべてのケースで同様の時間帯変動が見られる。

6. おわりに

本研究では交通流シミュレーションを用いて、信号現示の改良が交通流にもたらす効果を検証した。指標に滞留長を用いて検証した結果、渋滞対策案の信号現示で滞留長の減少がみられた。信号現示変更が交通流に一定の影響を与えることが示された。

しかし、作成したシミュレーションモデルの再現性の検証では、実測値の最大滞留長よりも 500m 短かった。今回の検証で高い再現性が確認できなかった要因として次のことが挙げられる。

1. シミュレーションモデル作成時に道路混雑時における特殊な車両挙動の再現や歩行者の影響の反映、対象交差点に隣接のネットワークモデルの作成などが行えなかった。
2. 季節や地域、昼夜等での特性、沿道環境などの考慮が必要な場合もある。
3. 再現性の確認を多角的な指標から評価できなかった。
4. 信号制御のプログラムをシミュレーションに組み込むことができなかった。

1, 2 は交通流に影響を与えるため、シミュレーションでの汎用性のある表現手法や周辺環境影響の定量的な評価による再現が課題である。また、シミュレーションモデルの作成では、どのくらい再現性が必要なかを検討する必要がある。

表-1 シミュレーションケース

	交通条件	信号現示
ケース0	現況	現況
ケース1	現況	対策案1
ケース2	現況	対策案2
ケース3	現況	対策案3

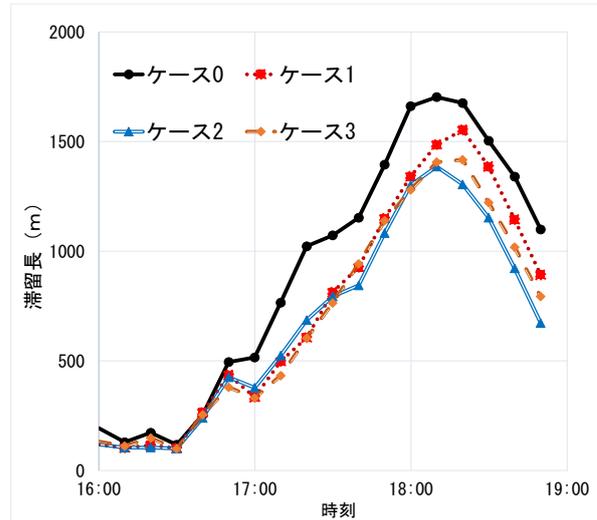


図-6 時間帯オフランプ滞留長の比較

3 では交通現象は不確実な事象が多いため、再現性の確認や渋滞解消の評価で多角的な事項から評価することが望ましい。評価の指標にするためのデータの取得や結果の分析手法が課題である。

4 については、本研究での信号制御は社会実験のサイクル長 120 秒の信号現示になった。しかし、実際の交差点では信号制御は端末感応式で行われている場合もあり、そのときの交通需要によりサイクル長が変化する。その信号制御プログラムをシミュレーションに組み込むことで、より精密な再現ができると考えられる。

以上の課題を解決し、交通流シミュレーションの特性を正しく理解することで、より精度の高い交通渋滞対策の効果検証が可能であると考えられる。また、交通渋滞対策運用計画の事前評価において、交通流シミュレーションの使用がより有効になるだろう。

参考文献

- 1) 一般社団法人交通工学研究会、『道路交通技術必携 2018(第1版)』, 丸善出版株式会社
- 2) PTV Vissim: [PTV Vissim: Software for multimodal traffic simulation \(ptvgroup.com\)](http://www.ptvgroup.com) (2020/12/21)