

都市土木工事における交通規制の影響評価シミュレーション技術の検証

前田建設工業(株) 正会員 ○工藤 敏邦 蕪尾 はるみ
正会員 河野 浩之 正会員 清水 英樹

1. はじめに

都市土木を担当する作業所では、施工計画と同時に、工事に着手するための道路占有許可申請を行う必要がある。警察署などの関係各所への説明に加え、膨大な図面や資料を準備する必要があるなど、申請は非常に煩雑であり、工程的にも、コスト的にも作業所の大きな負担になっている（図-1）。迅速に道路占有許可申請を得るためには、関係各所の担当者に交通占有の影響を正確に、かつ分かり易く伝えることが肝要となる。

関係各所の担当者に納得してもらうためには、工事占有の影響をビフォアアフターで見せること、それが現実をかなり正確に表現していることを確認してもらう必要がある。また、その道路占有を行う現場の実際の条件で解析した結果にリアリティがあればさらに信頼性が増す。この2つの条件を満足するツールとして交通シミュレーションツールを選定し、当社の実現場にて道路占有が「有り」、「無し」の解析を行い、実際に占有した時の交通量の実情をどの程度再現できるかを検証した。

本稿では、より分かりやすく、短期間で道路占有許可を得ることができ、「誰でも安価・簡易に」工事占有の影響評価解析を可能とするツールの検討を行った。実現場に活かすことを目指し、今回はそのための第一段階としての検証結果を報告する。

2. 交通シミュレーションに用いたツールの概要

(1) UC-win/Road 選定の経緯と選定理由

道路占有許可協議においては、道路の通行規制等を可能な限り最小限に抑えるための工夫が求められる。

本試行では、FORUM8 社の「UC-win/Road」²⁾（以下：UC-win/Road）を準用。UC-win/Road の優位性は、CAD 連携（Civil-3D インポート等）、点群データインポート、現地交通量調査結果を解析初期境界条件としてインポートする等により、緻密かつリアルな VR（国土地理院提供の標高図データと連携、ビジュアルリティとリアリティを併せ持つ）機能を有する所にある。さらに、車両移動量に関する工学的かつ精緻な制御アルゴリズムを内包し、後述の試行結果でも、高い交通流予測精度を確認した。

UC-win/Road の交通シミュレーションは、交通流プロファイル、交差点信号現示、経路確率、走行車グループなどの設定により、リアルタイムに交通流が可視化され、交通シミュレーション結果を説得力のあるプレゼンテーション資料として示すことができる。

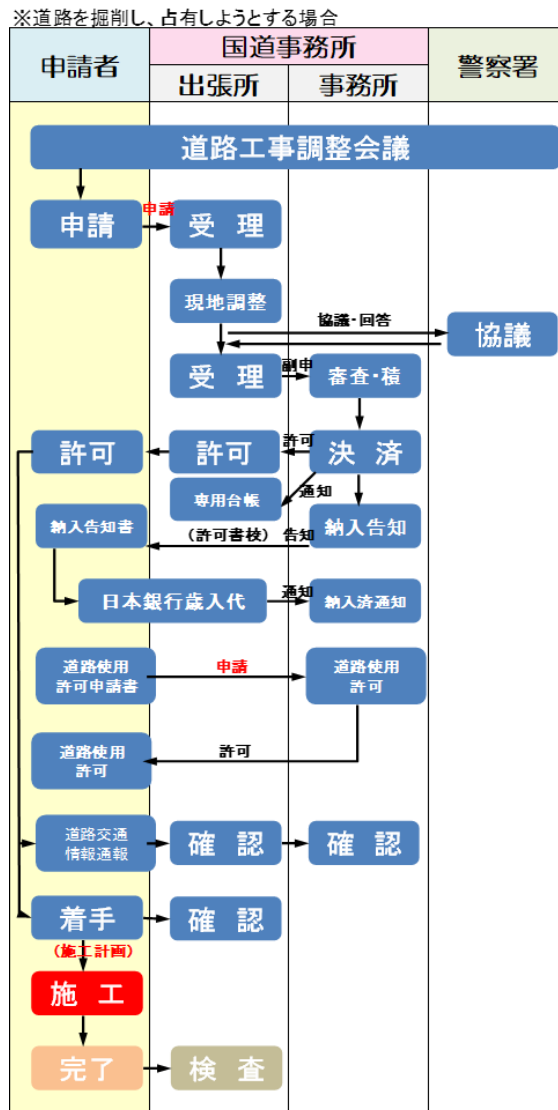


図-1 道路占有許可申請手続の流れ図¹⁾

キーワード 交通シミュレーション, 道路占有許可申請, VR, MMS, 3D モデル

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-2 前田建設工業(株) TEL 03-5276-5166

(2) 解析手法の概要と解析の流れ

本稿で用いた交通流のミクロシミュレーションモデルでは、UC-win/Road の中で独自に組み立てられた複数の車両制御アルゴリズム群が用いられている。

制限速度制御、減速・停止制御（赤信号、急カーブ、先行車両の減速、車線変更による割り込み時等）、安全距離（制動距離）制御（先行車両の減速、車線減少、IC 合流時等）などがこれに該当し、車両が持つ走行性能に応じた移動量を車両同士の相互作用を考慮したうえでリアルタイムに算定する。各車両の走行のばらつきには乱数が用いられる。解析は以下の手順に従って行われる。

- ① 地形・地図情報の入力（空間モデルの作成）
- ② 道路定義（平面、縦横断線形・交差、橋梁トンネル等）
- ③ 現地交通量（初期条件）と道路占有条件（境界条件）の設定
- ④ 交通流のミクロシミュレーション

①では、一般的な地図情報に加え、現場の設計 CAD 情報や実測点群データを用いることで、モデル化の精度（リアリティ）を高める事が可能である。③の現地交通量に関しては、後述する全天球カメラを用いた現地調査の実施により、解析精度を高めることも可能である。なお、道路占有は、解析モデルの中では走行可能路線の変更、減少という境界条件の変更として表現される。

3. 工事占有影響のシミュレーション事例

(1) 対象とした現場の概要

今回の対象現場は夜間に規制帯を設置する工事であり、道路占有について管轄の警察署を始め関連各所との協議が必要であった。実現現場の対象交差点及び道路標準断面を図-2 に示す。施工場所は主要道路が多く、交通量が非常に多いエリアのため、作業時間帯は交通量が減少傾向にある夜間のみに限られる。

(2) 解析モデル、解析ケースおよび解析条件

交通シミュレーションに用いる解析モデルの精緻化のために、交通現況を再現するための道路情報、データ、解析条件の設定において、渋滞の発生が予測される実際の交差点交通量調査結果（規制帯設置前・設置後）があると極めて有用である。

このため、解析モデル情報の照査は、一般公開データである「路線網図」および「道路幅員図」に加え、交通量調査計画書、施工図（道路幅員）等の情報を併せ用いた。解



図-2 解析の対象とした現場の概要
(位置図・断面図)



図-3 実現場・点群・VRモデルの比較

析条件には、解析対象となる実際の交差点における交通量（規制帯設置前・設置後）が必要であるが、一般公開されている道路交通センサスでは十分な精度の情報が得られないため、独自に交通量調査を行うことにより、交通シミュレーションモデルの入力パラメータを取得した。図-3 に、本論文で用いた解析（空間）モデルの一部を示す。図-3(a)の実現場空間、図-3(b)の点群データ空間、図-3(c)のVR空間の順に、リアルからバーチャルへの空間変換が高精度で実施されている。

補足として、路盤以外のリアルな外部環境を再現するため、図-3(b)に示したように、交通シミュレーションモデリングにあたり、移動式高精度3次元システムである Mobile Mapping System（以下 MMS）による点群計測を導入し、MMS による計測結果（点群データ）を UC-win/Road にアップロードした。

(3) 交通量測定の状況と測定結果

本試行では、規制帯設置時に渋滞の発生が予測される実際の交差点として、「交差点①」「交差点②」を選定した。本報告では、「交差点①」の解析結果を中心に報告する。

図-4 に交通流解析の初期条件となる現地交通量の測定状況と測定結果を示す。現地交通量の測定は、図-4(a)に示す全天球カメラを用いて交通量計測の動画を撮影し、目視により通行車両台数と車種などをレーン（車線）ごとにカウントした。図-4(b)に、その結果の一例を示す。道路占有と同時刻（夜間）を狙い、占有箇所に流入する手前の交通量を各車線、昼夜毎（実際には普通車やトラック、バイクなどの車種毎）に整理した。交通流解析では、これらの実測交通量を初期条件として入力している。解析は表-1 に示す3ケースを実施した。

なお、道路占有の影響は図-5 に示すように、空間的な制約条件の違い、すなわち走行可能なレーンの限定・削減としてモデル化される（車両移動制御の境界条件の変化）。

表-1 解析ケース

ケース名	モデル概要	時間帯 (交通流)	規制帯
ケース①	夜間交通流の 現状再現モデル	夜間	なし
ケース②	夜間に道路占有した場合の 交通流予測モデル	夜間	あり
ケース③	昼間に道路占有した場合の 交通流予測モデル	昼間	あり



図-4(a) 交通量測定用の動画取得状況

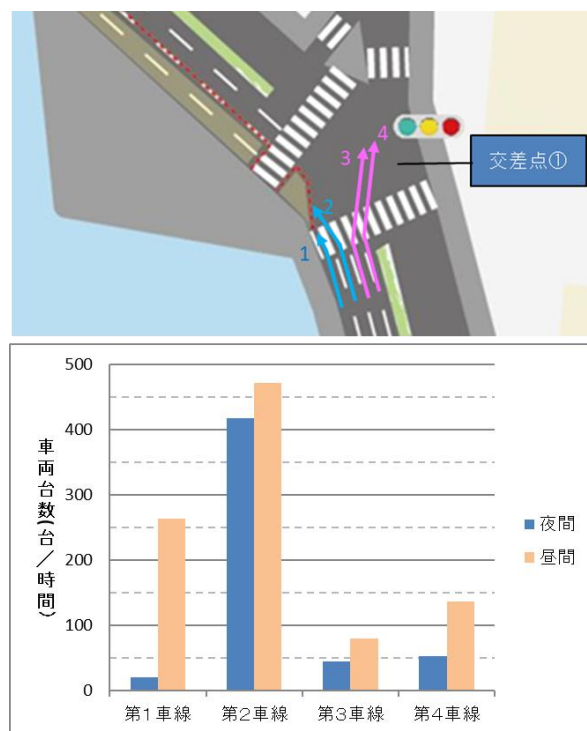


図-4(b) 車線別 1時間の交通量測定結果比較

(4) 解析結果および考察

図-6 は、道路占有による交通渋滞が発生しやすい「交差点①」付近の解析結果を切り取り、道路占有開始直後、および1時間経過後の渋滞状況をケース1：図-6(a)（夜間）とケース2：図-6(b)（昼間）で比較したものである。

夜間の道路占有による交通渋滞の影響は、占有開始直後には若干見られるものの早期に解消し、1時間経過後にはその影響がかなり低減している。これは、道路占有を元々交通量の少ない夜間に設定したことの妥当性を裏付けるものである。

一方、仮想的に実施したケース②の昼間占有のケースでは、当然、夜間よりも相対的には渋滞が発生しやすい結果になっている。しかしながら、本現場条件ではそれでも1時間経過するとその影響はかなり低減し、深刻な交通渋滞をもたらすものではないことを示唆している。

本現場では、実際には夜間のみの道路占有許可となったが、UC-win/Road の解析ツール³⁾の大きな特徴は、物理的・工学的制御モデルに基づく精緻な交通流予測を組み込んでいる点にあるため、このような解析結果を関係者に示すことで、夜間占有はよりスムーズに認可され、さらに昼間占有の許可を得ることも可能となることが期待される。

本現場では、実際に夜間占有を行った時の交通量調査を図-4(a)の方法により後日、別途実施した。図-7 は、

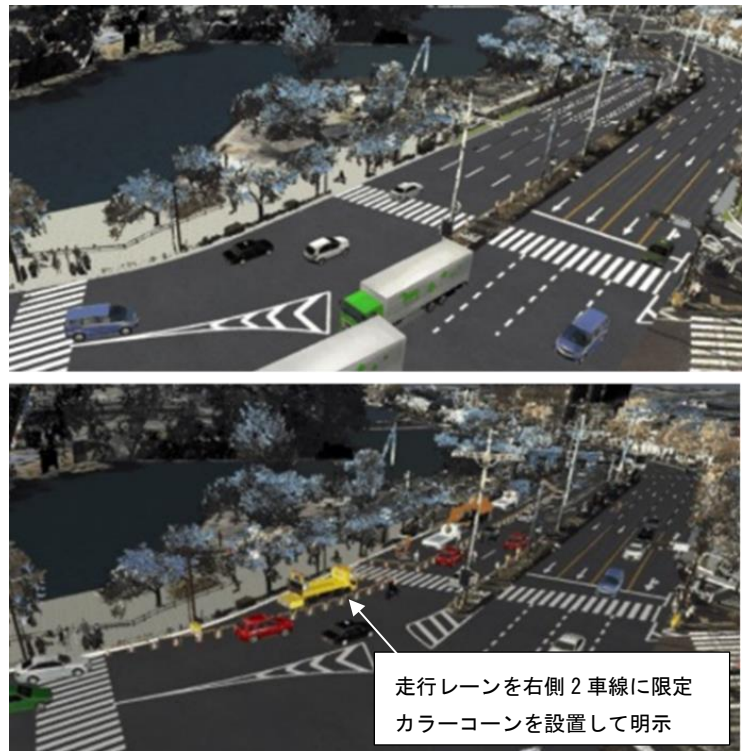


図-5 道路占有の表現方法



図-6(a) 道路占有 夜間 解析結果



図-6(b) 道路占有 昼間 解析結果

その実測データと解析結果から15分ごとの普通車の台数を抽出し、直接比較したものである（交通量の大半を占める普通車を対象として整理）。図より、両者は良好な一致を示し、本解析手法による交通渋滞予測の精度が確認された。道路占有による規制帯設置後に渋滞の影響がある第3車線と第4車線では、交通量の値のみならず、その時間的な低減傾向が異なるが、解析結果は、そのような違いも比較的良好に再現している。

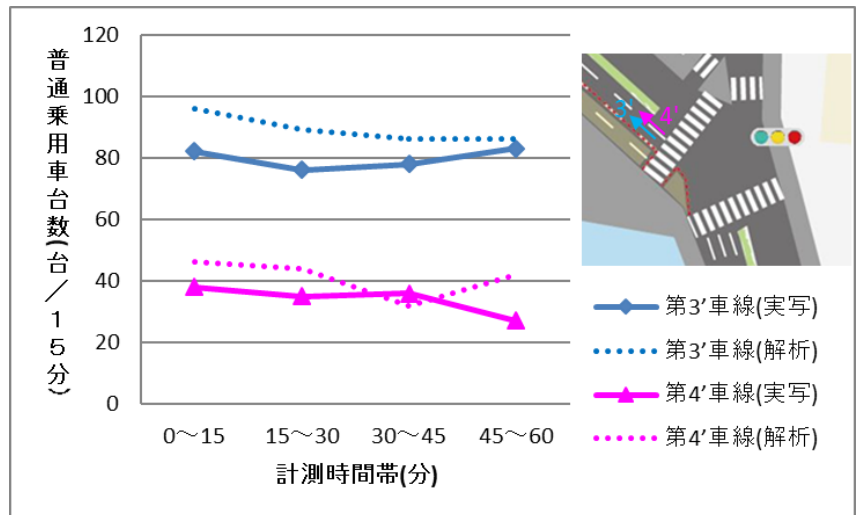


図-7 普通乗用車 実写・解析の車両台数比較

4. 今後の検討課題と展望

道路占有許可協議において、短期間で警察等の許可を得ることのできる交通シミュレーション結果を簡単に作成するツールの構築を目指し、今回はその第一段階として、1現場、1条件での適用性を確認した。今後、新たな現場条件を定義し、初期交通条件や占有条件が異なるケースで同様の検討を実施、さらに本ツールの汎用性を確認する必要がある。

今後の課題として、実際に警察署などの関係各所の担当者に向け、このツールによる資料で説明を行い、実測と解析の良好な一致も含めて、その反応を確認する必要がある。説得資料としてのブラッシュアップや、資料作成に伴う当社としてのマニュアル化や社内人材育成、ビッグデータを扱うハードやソフトの環境整備も課題となる。また、今回は解析結果を実測と比較するために実測とVRの画像を人力目視にてカウントした。そのような場合において、AIによる画像認識、自動判定ツールを導入し、解析結果整理の大幅な効率化を目指したい。今回は、都市土木の工事占有をターゲットにしたが、今後、建築工事、コンセッション事業、建築設計プロポーザル等への展開が期待できるため、解析事例を重ねて、「誰でも安価・簡易に」解析できるツールとして、改善を進める必要がある。

今後の展望として、実現場での試行が必要ではあるが、景観・気象・災害・避難等の外部シミュレーションと連携することにより、災害時の津波と車・人の非難の連携解析など、社会システム評価への展開（CSV的な価値の追求）も可能など、本ツールのポテンシャルは高く、当社がその適用実績の蓄積を継続していく意義は高い。同時に、広域的な環境アセスメント対応等への拡張を目指すならば、より高度な連携型解析モデルのカスタマイズにも取り組んでいく必要がある。

参考文献：

- 1)国土交通省関東地方整備局 道路の占有許可申請：http://www.ktr.mlit.go.jp/road/sinsei/road_sinsei00000068.html,
- 2)FORUM8 社製「UC-win/Road」：<http://www.forum8.co.jp/product/ucwin/road/ucwin-road-.html>,
- 3)交通シミュレーションクリアリングハウス：<http://www.jste.or.jp/sim/verification/index.html>.