再現性の高いミクロ交通シミュレーションを用いた渋滞発生メカニズムの検証

香川河川国道事務所　道路調査課　大西　祐未
道路部　道路管理課　八木　雅治
香川河川国道事務所　道路調査課　亀岡　大悟

香川県丸亀市内の国道１１号の渋滞区間（飯野・丸亀大橋東詰・西詰・西村交差点）を対象に，事故・渋滞要因の分析，対策案の検討を行うための基礎データを得る目的で交通実態調査を実施し，このデータをもとに交通シミュレーションにより連続する交差点の渋滞メカニズムを再現した．次年度以降，渋滞対策案の評価は交通流シミュレーションにより行うこととしており，シミュレーションモデルの現況再現性の確保に留意した．

キーワード　渋滞要因分析，渋滞対策，交通シミュレーション

1. 地域の概況

(1) 地域の状況

香川県丸亀市は，坂出市，善通寺市，高松市への通勤通学者が多く，国道11号は東西軸として重要な路線として位置づけられている．また、近傍には坂出ICが位置しており，国道11号を通過する交通が多い．対象地域は周辺地域に比べ信号交差点密度が高く，停止車両の遅れ時間による速度低下が大きい地区となっている．

図-1 丸亀市の通勤通学流動

図-2 位置図

(2) 道路・交通状況

丸亀大橋周辺の混雑時旅行速度は20km/h未満となっており，平日朝ピーク時には国道11号西向き方向で飯野交差点を起点とした約700mの渋滞が，平日夕ピーク時には西村交差点を起点とした約700mの渋滞が，休日ピーク時においては，西村交差点を起点とした約800mの渋滞が発生している．また，対象地域は事業中区間を除いて香川県内ワースト3位の死傷事故率であり，速度低下による交差点手前での追突事故の割合が高い地域である．

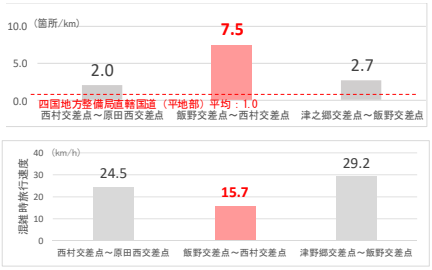


図-3 交差点密度と混雑時旅行速度
資料：平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査

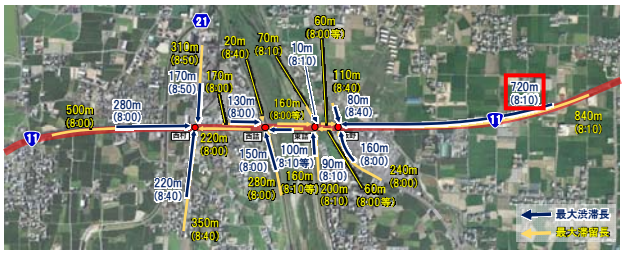


図-4 国道11号平日朝ピークの渋滞状況①

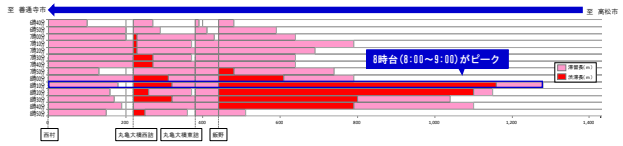


図-5 国道11号平日朝ピーク時の渋滞状況②

2. 渋滞発生要因の把握

(1) 交通実態調査の実施

渋滞発生要因を把握するため，交通量調査，渋滞長調査，ナンバープレート調査を平日，休日のそれぞれについて実施した．

a) 交通量調査

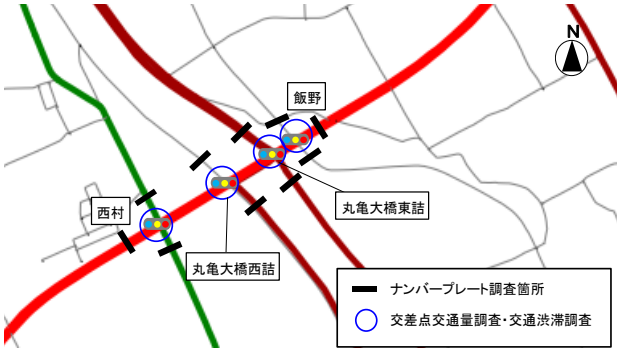
従道路から国道11号に流出入する状況を確認し，それらが渋滞に与える影響を把握するため，各交差点における方向別交通量調査を行った．

b) 渋滞長調査

複数の渋滞がつながる状況を把握するため，各交差点における渋滞長調査を行った．

c) ナンバープレート調査

対象地域の交通流動を把握するため，各流入部におけるナンバープレート調査を行った．



①交差点部交通量調査：4交差点
・12時間調査（平日・休日 7:00～19:00）は1時間毎に集計　※調査は20分前から開始
・ピーク時間調査（平日 7:00～9:00、17:00～19:00、休日 10:00～18:00）は10分毎に集計

②交通渋滞調査（滞留長・渋滞長・信号現示）：4交差点　※調査は20分前から開始
・平日4時間（7:00～9:00、17:00～19:00）
・休日8時間（10:00～18:00）

③ナンバープレート調査：国道2断面・従道路8断面、計10断面
※調査は20分前から開始及び20分後に終了
・平日4時間（7:00～9:00、17:00～19:00）
・休日6時間（12:00～18:00）

図-6 交通実態箇所と調査内容

(2) 渋滞発生メカニズムの把握

交通実態調査及び現地踏査結果をもとに，渋滞発生メカニズムの把握を行った． 以下に，平日朝ピーク時における国道11号西向き方向の飯野交差点を起点とした渋滞の発生メカニズムを示す．

① 通勤時間帯において，国道11号西向き方向の交通需要が大幅に増加

通勤交通などの集中により，飯野交差点東側流入部で渋滞長が急激に増加しており，交通需要が大幅に増加している．

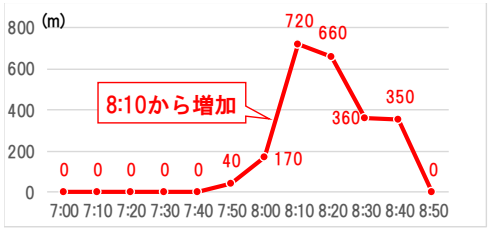


図-7 国道11号西向き方向の渋滞長

②従道路側の交通量が多く，交通容量が不足

ピーク時の主道路・従道路ともに流入交通量が多く，主方向に十分な青時間を確保できず，飯野交差点・丸亀大橋東詰交差点において渋滞が発生しており，交差点需要率は閾値を超過する．

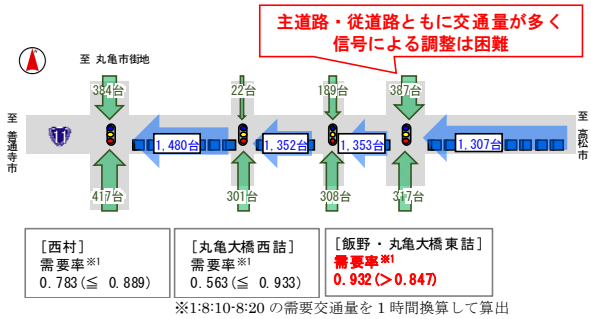


図-8 各交差点の交差点需要率

③高い信号交差点密度により，速度低下が発生

信号交差点密度が高くなるにつれ，発進遅れ時間が大きくなり，速度低下を助長している． （図-3参照）

④従道路からの流入交通により，西側に進むにつれて交通量が増加

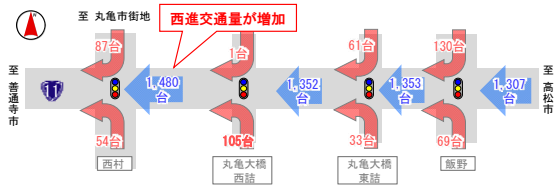


図-9 従道路からの流入交通量

⑤交差点が近接しているため，滞留スペースが少なく従道路からの交通が滞留し先詰まりが発生

西村交差点や丸亀大橋西詰交差点を先頭に従道路からの交通による滞留が延伸し，先詰まりが発生することにより処理能力が低下する．

図-10 従道路からの交通による先詰まりの様子

3. ミクロ交通シミュレーションによる現況再現

信号交差点の渋滞解析として一般的に用いられる交差点需要率を用いた容量解析（静的解析）では，平日朝ピーク時における飯野交差点・丸亀大橋東詰交差点の需要率は閾値を超えており渋滞交差点と評価できるが，同様に渋滞が発生している西村交差点の需要率は閾値を下回っており，これらの渋滞現象を評価することは困難であった。そのため，ミクロ交通シミュレーション（動的解析）による評価が必要となった．

渋滞発生メカニズムを把握したところ，当該地域は一部の時間帯に交通が集中していることや，交差点が連続する区間での発進遅れによる速度低下や交差道路から本線に流入する交通の交差点間閉塞等から発生する先詰まりに起因した渋滞であることが確認された．

よって、 1台1台の車両の動きをコンピュータ上で再現可能なミクロ交通シミュレーションを用いた動的解析により現況での渋滞を再現を行うこととした．

(1) 条件設定

現況の渋滞発生状況をもとに，ミクロ交通シミュレーションにおける条件を以下のように設定した．

a) 対象範囲

4交差点での渋滞発生状況を踏まえ，対象範囲を以下のとおり設定した．（図-11）

b) 対象時間帯

平日朝夕と休日において，最も滞留が伸びている時間帯を対象時間帯に設定した．

表-1　交通シミュレーション対象時間帯

ピーク	時間帯
平日朝ピーク	8時台
平日夕ピーク	17時台
休日ピーク	15時台

(2) 再現性の検証

交通量や滞留長，所要時間の観点から，現況再現性の検証を行った．また現況再現性については，可能な限り客観的な再現性を確保するため，参考文献[12]や統計データを基に以下のような判定基準を設けた．（表2）

また，渋滞発生要因と判断された先詰まりによる渋滞発生状況については，視覚的に確認することとした．

なお,当該地域においては,交差点が近接しているため、信号周期に関しては、時々刻々と変化する信号現示をすべて入力し、右左折時速度等も観測により設定した。

表-2　現況再現性評価指標一覧

指標	再現データ		判定基準
交通量	交通実態調査結果	時間帯別交通量	観測交通量とシミュレーション交通量の相関が0.7以上
		累積交通量	観測累積交通量とシミュレーション累積交通量の誤差が日変動の概ね2割範囲内
滞留長	交通実態調査結果		最大滞留長が実測値とシミュレーション値で整合が図れること
所要時間	ETC2.0データ		ETC2.0データとシミュレーション値の誤差が日変動の範囲内

a) 時間帯別交通量

時間帯別方向別交通量について，シミュレーション結果と交通実態調査結果の相関分析を行った結果，相関係数が0.99と非常に高い再現性が確保されている．

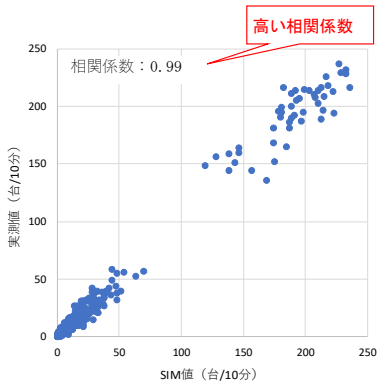


図-12　平日朝ピーク時交通量の相関分析

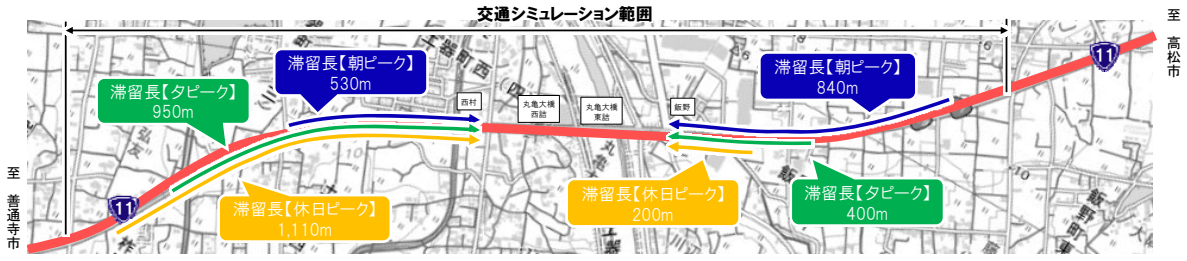


図-11　交通シミュレーション対象範囲

b) 累積交通量

流入方向別の累積交通量について，シミュレーション結果と交通実態調査結果の比較を行った．シミュレーションにおける全交差点の方向別流入累積交通量が判定基準内となっており，再現性が確保されている．

表-3　平日朝ピーク時累積交通量の比較

交差点名	流入部数	SIM値/実績値
飯野交差点	4	1.00～1.04
丸亀大橋東詰交差点	4	0.99～1.01
丸亀大橋西詰交差点	4	0.98～1.02
西村交差点	4	0.96～1.05

c) 滞留長

最大滞留長について，シミュレーション結果と交通実態調査結果の比較を行った．最大滞留長の誤差は20m程度となっており，現況との整合性が図れている．

図-13　平日朝ピーク時滞留長

d) 所要時間

交通シミュレーション対象範囲の上下線別所要時間について，シミュレーション結果とETC2.0データの比較を行った．シミュレーションにおける所要時間が判定基準内となっており，再現性が確保されている．

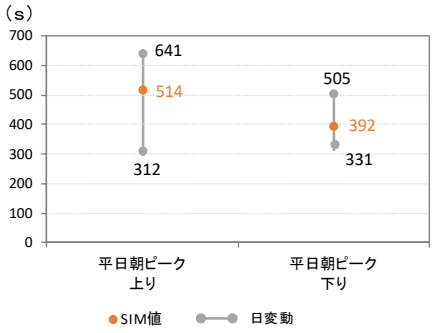


図-14　平日朝ピーク時所要時間

e) 先詰まりによる渋滞発生状況

平日朝ピーク時において，国道11号の下り方向で西村交差点を先頭とした滞留が発生し，これが上流側に順次伝搬し，飯野交差点において先詰まりによる渋滞が発生する過程が視覚的に再現できた．（図-15）

4.　まとめ

香川県丸亀市内の国道11号の渋滞区間について，定量的評価指標をもとに現況再現性の確認を行った結果，すべての指標で閾値内での再現ができており，構築したシミュレーションモデルは妥当と判断できる．また，渋滞区間は信号４交差点が連続しており，下流側交差点での停止車両による発進遅れが上流側に順次伝搬し，上流側交差点で先詰まりが発生する渋滞メカニズムがミクロ交通流シミュレーションで視覚的にも再現できた．

本モデルの有用性が確認できたことから，次年度以降，渋滞対策案の評価を交通流シミュレーションを用いて行うことを予定している。また，対策案の相違が視覚的に表現できることから関係機関，地元等への説明資料としても有用と判断される．

参考文献

1) 一般社団法人交通工学研究会：交通シミュレーション摘要のススメ
2) 一般社団法人交通工学研究会：交通シミュレーション活用のススメ

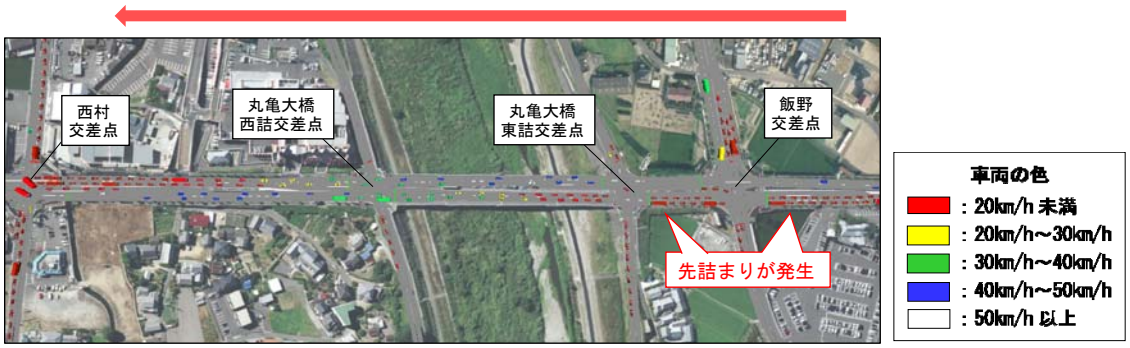


図-15　平日朝ピーク時における下り先詰まりの再現