

渋滞シミュレーションを用いた都市間高速道路の交通事故の影響分析*

An Analysis of Influence of Traffic Accidents on Inter-City Expressway Using Traffic Simulation*

小川 圭一**・秋山 孝正***

By Keiichi OGAWA** and Takamasa AKIYAMA***

1. はじめに

都市間高速道路における交通事故は、大規模な事故渋滞をしばしば発生させ、数多くのドライバーの交通に影響を及ぼしている。

本研究では、交通事故による社会的影響をドライバーの時間的損失の点から評価することを目的に、渋滞シミュレーションを用いた交通渋滞の推計をおこなう。これにより、個々のドライバーの時間的損失を推計するとともに、交通事故による社会的な損失について分析をおこなう。さらに、交通事故の影響が、交通事故発生位置での交通渋滞のみならず、その他の区間での交通渋滞に対しても及ぼされていることから、交通事故の発生位置、発生時刻と時間的損失との関連について分析をおこなう。

2. 対象区間の交通事故発生状況

本研究では、東名高速道路の自然渋滞の多発区間である、上り線の静岡 IC-焼津 IC 間 (40.0km) を対象とする。この区間には、静岡 IC-焼津 IC 間に日本坂トンネル (2,005m) が含まれており、年末年始や旧盆などの多客期を中心に、しばしば大規模な自然渋滞が発生している。

まず、東名高速道路での交通渋滞の発生原因についてみる。図 1 は、対象区間および東京 IC-三ヶ日 IC 間 (251.0km) で発生した交通渋滞の原因の

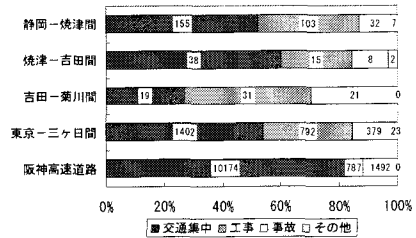


図 1 交通渋滞発生原因の内訳

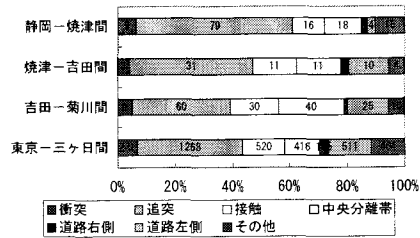


図 2 類型別の交通事故発生件数

内訳をみたものである¹⁾。また比較対象として、都市高速道路である阪神高速道路の渋滞原因についても内訳を示す²⁾。これをみると、日本坂トンネルを含む静岡 IC-焼津 IC 間においては、自然渋滞 (交通集中渋滞) に比例して事故渋滞も多く発生していることがわかる。これは、渋滞内部や後尾での追突のように、渋滞に起因して2次的に発生する交通事故が存在することによると考えられる。また、阪神高速道路では 80%以上が自然渋滞であるのに対し、都市間高速道路では事故渋滞の割合が多くなっている。すなわち、都市間高速道路ではこのような突発事象に対する渋滞対策が重要であることがわかる。

つぎに、対象区間での交通事故発生状況の特徴をみる。図 2 は、対象区間で発生した交通事故の類型別件数と、東京 IC-三ヶ日 IC 間で発生した交通事故の類型別件数を比較したものである¹⁾。これをみると、東京 IC-三ヶ日 IC 間では、追突事故が 1,268 件と最も多いものの、道路左側や中央分離帯への衝突、車両同士の接触事故もそれぞれ 500 件程

* キーワード：交通流，交通安全，シミュレーション
 ** 正会員，博(工学)，岐阜大学工学部土木工学科講師
 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1
 TEL: 058-293-2446, FAX: 058-230-1528
 E-mail: kogawa@cc.gifu-u.ac.jp
 *** 正会員，工博，岐阜大学工学部土木工学科教授
 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1
 TEL: 058-293-2443, FAX: 058-230-1528
 E-mail: takamasa@cc.gifu-u.ac.jp

度発生しているなど、さまざまな種類の交通事故が発生していることがわかる。これに対し、日本坂トンネルを含む静岡 IC—焼津 IC 間では、追突事故が 79 件と最も多く、全交通事故件数 144 件に対して 54.9%の構成率を占めている。これは、日本坂トンネルによる自然渋滞の多発区間であるという、静岡 IC—焼津 IC 間の特性に起因するものと考えられる。

3. 渋滞シミュレーションによる交通渋滞推計

(1) 都市間高速道路の交通流の記述

構築するシミュレーションモデルの基本構造は、対象路線を複数の区間に分割し、各区間の交通密度の変化を算定することにより交通流の時間的変動を記述するものである。モデルの構造については、都市高速道路（阪神高速道路）を対象として構築された既存研究のシミュレーションモデルを参考とし、都市間高速道路の道路構造特性にあわせて構築をおこなっている^{3),4)}。

渋滞シミュレーションモデルの作成に当たって、考慮すべき都市高速道路と都市間高速道路の道路特性の違いとしては、IC 間隔が長く、比較的長距離にわたって均一な道路構造であることや、料金体系が対距離比例制であるため、IC の入口、出口ともに料金所を設ける必要があることが挙げられる。また交通流特性としても、自由走行速度が大きいなど、K-V 関係などの特性が異なるものとなっている。

これらの点から、モデル上での区間長を 1.0km とし、計算間隔を 20 秒とした。これは、都市間高速道路では比較的長距離にわたって均一な道路構造であると考えられること、また自由走行速度が大きい（規制速度は 100[km/h]であるが、車両感知器計測値から得られる実勢速度は 110～120[km/h]に達することから、交通流の連続条件を満たすためには区間長を大きくする必要があることによる。

対象区間内には両端を含めて 5 箇所の IC が含まれている。モデルでは、IC の流入路、流出路は区間の分割点に接続されているものとする。ここでは、単位時間ごとの流入交通量、流出交通量の受け渡しをおこなうとともに、料金所のサービス水準（具体的にはブース数やサービス時間に応じた処理容量）を設定し、料金所での待ち行列の算定をおこなう。

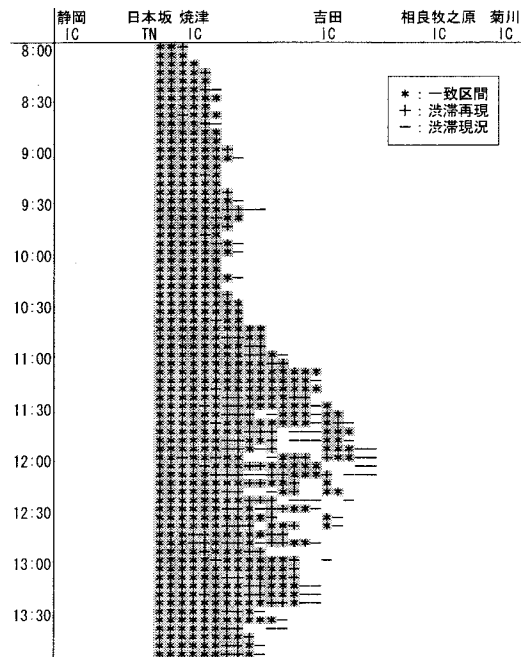


図3 シミュレーションモデルの現況再現性

また、K-V 関係など、具体的なモデルの構築に必要な各種のパラメータについては、対象路線に設置された車両感知器による計測値をもとに、現況再現性が高くなるように設定をおこなっている。

(2) 現況再現性の確認

対象路線に設置された車両感知器による計測値をもとに、平成 6 年 8 月 12 日（金）8:00～14:00 のシミュレーション計算をおこない、本線上の渋滞状況に対する現況再現性の確認をおこなった。なお、当日は旧盆の多客期に当たり、日本坂トンネル入口付近では自然渋滞が発生していた。

シミュレーションにより得られた渋滞状況と、このときの実測値による渋滞状況との比較を、図 3 に示す。なお、ここでは区間の平均速度が 40[km/h]未満となる状況を「渋滞」と定義している。これを見ると、日本坂トンネル入口付近を先頭とした自然渋滞が、良好に再現されている様子がわかる。

4. 交通事故の影響分析

(1) 交通事故の設定

ここでは、渋滞シミュレーション上での交通事故の設定を、以下のようにおこなった。

まず車線数については、2 車線のうち 1 車線が閉塞されるものとした。また、使用される 1 車線についても、自由速度、飽和密度が平常時より低下するものとした。これは、側方余裕の減少や速度規制の実施により自由走行状態においても速度が低下すること、また車線変更や合流にともなうコンフリクトが発生し、交通容量が減少することを表現するためである。具体的には、一般的な 1 方向 1 車線の運用での規制速度にもとづき、自由速度を 70[km/h]とした。また車線数の減少にともない、飽和密度は平常時の 60%の値となるように設定した。

(2) 交通事故による影響の評価

計算結果の一例として、187[kp]付近（相良牧之原 IC—吉田 IC 間）で交通事故が発生した場合を想定し、シミュレーション計算をおこなった。この結果を図 4 に示す。ここでは、交通事故の発生時刻を 9:00、事故処理時間を 60 分間とした。

これをみると、車線閉塞にともない交通事故発生位置を先頭とした事故渋滞が発生し、最大で菊川 IC 付近にまで達している様子がわかる。また車線閉塞が終了する 10:00 以降においては、事故渋滞によってこの区間に車両が累積したことにより、交通容量の小さい相良牧之原 IC 付近を先頭とした自然渋滞が発生し、これが 11:30 ごろまで継続していることがわかる。さらには、事故渋滞によって下流側に流出する交通量が減少することから、9:00～10:30 の間には日本坂トンネル付近での自然渋滞はむしろ減少していること、また、事故渋滞区間に累積した車両が事故処理終了後にまとまった車群として下流側へ流出することから、10:30 以降の自然渋滞は逆に増大していることがわかる。

このように、車線閉塞にともなう交通状況への影響が、交通事故発生位置のみならずその他の区間に対しても及ぼされている様子がわかる。すなわち、一般的に「事故渋滞」として記録される交通渋滞の他にも、交通事故にともなう交通状況の変動が起こり得ることがわかる。これより、交通事故の影響評価をおこなう上では、いわゆる事故渋滞のみならず、こうした間接的な影響による交通渋滞を含めて評価する必要があることがわかる。

このときの渋滞量を、対象時間帯で「渋滞」と判

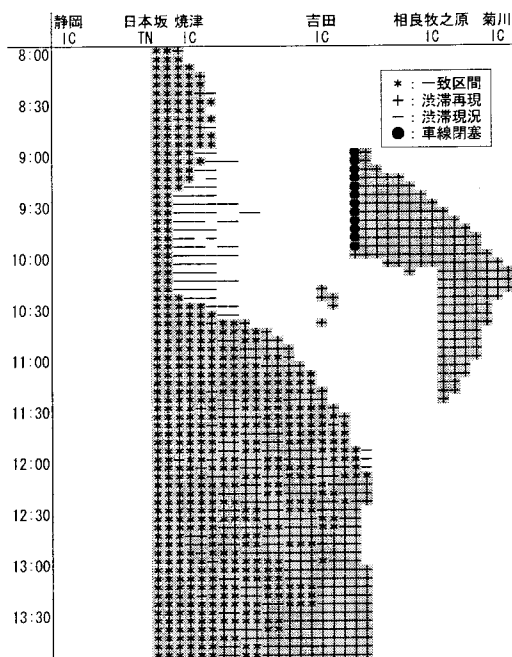


図 4 車線閉塞による渋滞状況の推計結果

定された区間の距離と渋滞継続時間の積として定義すると、83.3[時間・km]と算定される。これを平常時（交通事故が発生しない場合）の渋滞量 54.2[時間・km]と比較すると、29.1[時間・km]の渋滞量の増大が引き起こされていることがわかる。また、5 分間ごとの流入車両に対して対象区間の通過所要時間を求め、これを平常時の所要時間と比較することにより、各車両の時間的損失が求められる。これを対象時間帯（8:00～14:00）の全交通量について合計することにより、事故渋滞による社会的な損失を算定することができる。このケースの場合には、3,624[時間]と算定される。

5. 交通事故の発生状況による損失の比較

つぎに、推計される時間的損失について、交通事故の発生位置、発生時刻の違いによる比較をおこなう。これらの発生状況による損失の違いは、交通事故発生位置周辺での自然渋滞の発生位置、発生時間帯との関連によるものと考えられる。

そこで、交通事故の発生位置についてはボトルネックである日本坂トンネルの前後で 4 箇所、交通事故の発生時刻については 1 時間ごとに 4 時点を設定し、それぞれのケースにおける渋滞量およびドライ

バーの全損失時間の推計をおこなった。ここで、165[kp]はボトルネックである日本坂トンネルより下流側（焼津 IC－静岡 IC 間）、172[kp]は日本坂トンネルを先頭とした自然渋滞の内部（焼津 IC 付近）、187[kp]は自然渋滞の後尾付近（相良牧之原 IC－吉田 IC 間）、195[kp]は自然渋滞後尾より上流側（相良牧之原 IC 付近）を想定したものである。

これらの設定にもとづくドライバーの損失時間の推計結果を図5に示す。これを見ると、自然渋滞の発生区間よりも上流側で車線閉塞がおこなわれた場合に比較して、自然渋滞の内部、もしくは自然渋滞よりも下流側で車線閉塞がおこなわれた場合に、損失時間が大きくなっている様子がわかる。また、渋滞量の増減についても同様の傾向が得られている。

これは、交通量が多く、平常時にも自然渋滞が発生する設定で推計をおこなっているためと考えられる。すなわち、ボトルネックとなる日本坂トンネルよりも上流側で車線閉塞がおこなわれた場合には、事故処理中はボトルネックへの流入交通量が減少して自然渋滞が減少することから、車線閉塞による所要時間の増加が相殺されているためと考えられる。

6. おわりに

本研究では、都市間高速道路における交通事故の社会的影響について、ドライバーの時間的損失の点からの分析をおこなった。

その結果、以下のような点が示された。

- ① ボトルネックよりも上流側で交通事故が発生した場合に比較して、自然渋滞の内部、もしくは自然渋滞よりも下流側で発生した場合に、渋滞量、損失時間も大きくなっている様子が示された。
- ② このことから、交通事故の影響評価をおこなう上では、いわゆる「事故渋滞」のみならず、こうした間接的な影響による交通渋滞を含めて評価する必要があることが示された。
- ③ 交通事故の発生状況と渋滞量、損失時間との関係は単純ではなく、発生位置周辺でのボトルネックの位置や、交通量の変動に応じた複雑な関係となっていることがわかった。

今後の課題としては、以下の点が挙げられる。

- ① 一般には、交通事故による渋滞は当該位置を先

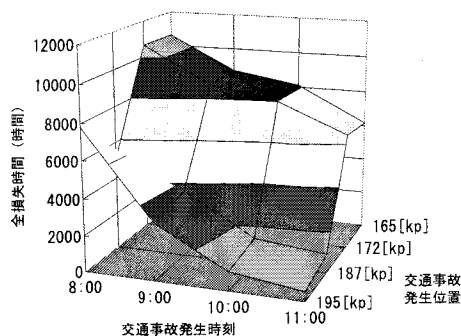


図5 車線閉塞によるドライバーの損失時間

頭とした渋滞について「事故渋滞」として記録される。本研究では渋滞量、損失時間ともに対象路線全体で一括して推計されるため、これを「事故渋滞」と「その他の渋滞」とに分離して考慮する必要がある。そのためには、区間ごとの所要時間を推計できるモデルを作成する必要がある。

- ② 渋滞量の変化、損失時間は、交通事故の発生状況によって変動が大きいと考えられる。この関係を明確にするには、交通事故の発生位置、発生時刻などの要因と、渋滞量、損失時間との関係を表すモデルが必要である。これには、ニューラルネットワークなどの非線形の関係を表現できるモデルが有効と考えられる。
- ③ 渋滞量、損失時間などの推計結果は、計算に用いられる交通量変動などの設定によって異なるものとなる。そのため、より一般性のある結論を得るためには、対象路線の一般的な交通量変動のパターンにもとづき、複数の交通量パターンにもとづく影響評価をおこなう必要がある。

謝辞

本研究の遂行に当たっては、財団法人佐川交通社会財団に研究助成をいただいた。また計算に当たっては、元岐阜大学工学部学生 赤尾克氏にご協力をいただいた。深く謝意を申し上げる。

参考文献

- 1) 日本道路公団東京第一管理局技術部：東名高速道路交通便覧（東京－三ヶ日），1994。
- 2) 阪神高速道路公団：阪神高速の渋滞対策プログラム，1998。
- 3) 佐佐木綱：都市高速道路の旅行時間予測システムによる情報提供に関する研究，平成3年度科学研究費補助金試験研究(B)(1)研究成果報告書，1992。
- 4) 土田貴義，横山剛士，秋山孝正：渋滞シミュレーションを用いた交通管理支援システムの構築，土木計画学研究・論文集，No.16，pp.879-886，1999。