

交通事故発生時における交通流シミュレーションモデルの適用に関する考察*

Consideration about Application of Traffic Simulation Model at Time of Traffic Accident*

鷲見 剛**・奥嶋政嗣***・秋山孝正****・小川圭一*****

By Tsuyoshi SUMI**・Masashi OKUSHIMA***・Takamasa AKIYAMA****・Keiichi OGAWA*****

1. はじめに

都市間高速道路における交通事故の影響は、重大かつ多様である。この交通事故の影響を即時的に推計することは、交通管理面での有効性がない。しかしながら、交通事故渋滞と自然渋滞が混在する局面では、極めて複雑な現象解析が必要である。このため既存研究では、交通流シミュレーションを用いた事故時の交通現象の推計方法が提案されている¹⁾²⁾。この場合、交通事故発生時の交通状況の特定においては、事故処理時間や事故処理時間中の交通容量の推計が必要である。

そこで本研究では、交通事故発生直後に得られる情報から、交通条件を推定するファジィ推論モデルと交通流シミュレーションモデルを併用した予測方法を提案する。

2. シミュレーションによる交通事故影響評価

2.1. 交通事故影響評価の手順

交通事故の影響評価の手順を説明する。まず、交通事故が発生すると、交通事故の発生状況が分かる。交通事故の発生状況が分かると、ファジィ推論モデルより 事故処理時間、 事故発生区間の交通容量が推計される。ここで、推計された交通容量はシミュレーションモデルの事故処理時の交通容量として設定される。そして事故発生場所、事故発生時刻、推計された事故処理時間、車線状況を入力すると、全区間・全時間の平均速度、静岡 IC - 菊川 IC 間の

* キーワード：交通流、交通管理、シミュレーション

** 学生員、岐阜大学大学院工学研究科土木工学専攻
(〒503-0837 岐阜市柳戸 1 - 1)

Tel:058-293-2446,Fax:058-230-1528)

E-mail:h3101020@guedu.cc.gifu-u.ac.jp)

*** 正会員、工修、岐阜大学工学部社会基盤工学科

**** 正会員、工博、岐阜大学工学部社会基盤工学科

***** 正会員、博(工学)

立命館大学理工学部環境システム工学科

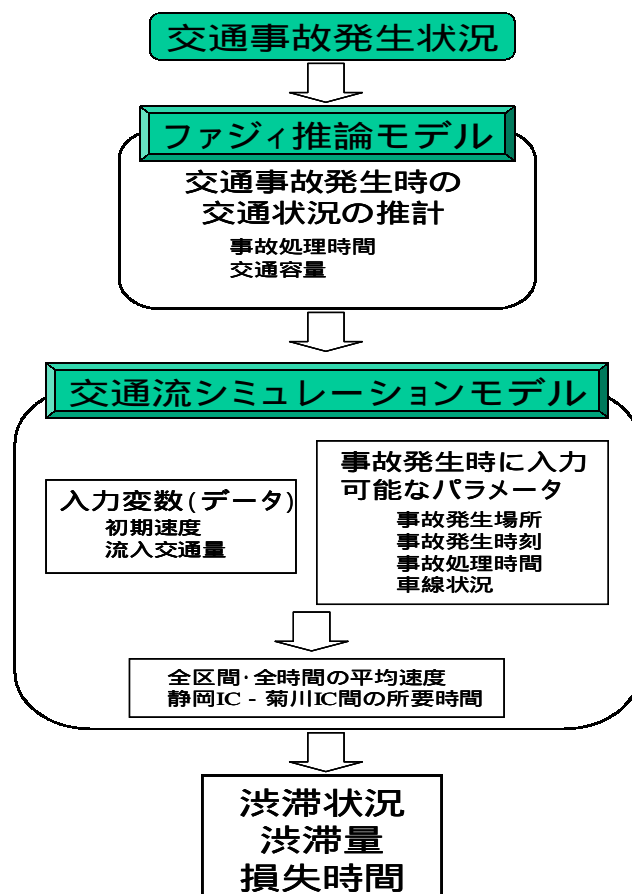


図 - 1 交通事故影響評価の手順

所要時間が算出される。平均速度から渋滞状況や渋滞量が推計され、事故発生時の所要時間と平常時の所要時間から損失時間が推計される。

2.2. 交通流シミュレーションの概要

ここでは交通流シミュレーションモデルの概要を紹介する。このモデルの基本構造は、対象区間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。したがって交通流の時間的変動を記述するマクロなモデルである。

本研究では、東名高速道路上り線の静岡 IC - 菊川 IC 間 (40.0km) を対象とする。シミュレーション計算時には、各区間の初期速度、各 IC における流入交通量、流出交通量を入力変数として用いる。また、事故発生時に入力可能なパラメータは、 事故発生

場所、事故発生時刻、事故処理時間、車線状況の4項目である。また、事故発生直後から事故処理が終了する間、事故発生区間の交通容量は平常時(事故が発生していない場合)より低下させている。

なお、具体的な交通流シミュレーションモデルの構造については、参考文献1)に詳述されている。

3. 交通障害時の条件推定モデル

交通事故処理時間や事故発生区間の交通容量は、事故の規模、類型、天候、当事者車両の車種などの要因により相違する。こうしたことから、本研究では交通シミュレーションの設定条件となる流入交通量、交通事故処理時間、交通事故発生区間の交通容量を規定するプロセスを考える。

3.1. 流入交通量の算定

上記の設定条件のうち、流入交通量については、連休日の交通量を想定し、算定の基準値とした。

3.2. 交通条件推定モデルの説明指標

ここでは、交通条件を規定する要因として、多数の計測値を想定した。このとき交通条件推定モデルの説明変数とするため、各要因を統合して指標化を行った。これらを整理したものが、表-1である。

天候レベルとは、「天候の状態」を0~100点で表すものであり、数値が大きくなると、天候条件の悪化を示している。具体的には、表-1に示すような評点を行った。事故規模レベルとは、交通事故の様態や状況から、交通事故の災害規模を規定する指標である。記録される様態分類では、7種類の事故が存在するが、これらを表-1に示すようにランクづけした。したがって、本指標が大きくなると、交通事故の災害規模が大きいことを示している。

3.3. ファジィ推論によるサブモデルの構築

本研究では簡略ファジィ推論を用いる。簡略ファジィ推論では、重心計算などの非ファジィ化手順が省略されるので全体の計算が簡単になる。また、推論形式を用いて容易に非線形関係を記述できる³⁾。

表-1 説明変数の指標

1	天候レベル	快晴:0	晴:20	曇:40	小雨:60	大雨:80
2	事故規模レベル	側方に接触:10	中央分離帯に接触:20	他車と接触:30	その他:40	追突:50
		側方に衝突:60	中央分離帯に衝突:70			

- R-1 :IF Xw is good THEN Yc is large
- R-2 :IF Xw is medium THEN Yc is medium
- R-3 :IF Xw is bad THEN Yt is long
Yc is small
- R-4 :IF Xs is small THEN Yt is short
THEN Yc is large
- R-5 :IF Xs is medium THEN Yt is medium
- R-6 :IF Xs is large THEN Yt is long
Yc is small
- R-7 :IF Xr is true THEN Yt is long
Yc is small
- R-8 :IF Xr is false THEN Yt is medium
Yc is medium
- R-9 :IF Xn is few THEN Yt is medium
- R-10:IF Xn is medium THEN Yt is long
- R-11:IF Xn is many THEN Yt is long
Yc is small
- R-12:IF Xk is true THEN Yt is long
Yc is small
- R-13:IF Xk is false THEN Yt is medium

Xw:天候レベル Xs:事故規模レベル Xr:横転・転倒事故の生起
Xn:事故車両台数 Xk:大型車を含む事故の生起
Yt:事故処理時間 Yc:交通容量

図-2 ファジィ推論のルール構成

(1) 推論ルールの作成

はじめに推論ルールを作成する。交通管理者は経験や知識に基づいて事故処理時間などを判断していると考えられる。そこで、ここではその経験や知識をルールで記述する。具体的には、過去のデータなどを参考にルールを作成した。ここでは、図-2に示すような13個のルールを作成した。

(2) 各言語変数(メンバシップ関数)の定義

つぎに、天候レベルについて「good, medium, bad」という3種類の認識があると考えた。事故規模レベル、事故車両台数についても同様である。(図-3)簡略ファジィ推論では、後件部のファジィ数はクリスプ数(確定値)で表現される。そこで本研究では、過去のデータ等から事故処理時間に対して、short = 30分、medium = 60分、long = 90分と設定した。同様に、事故発生区間の交通容量について、small = 40%、medium = 50%、large = 70%と設定した。

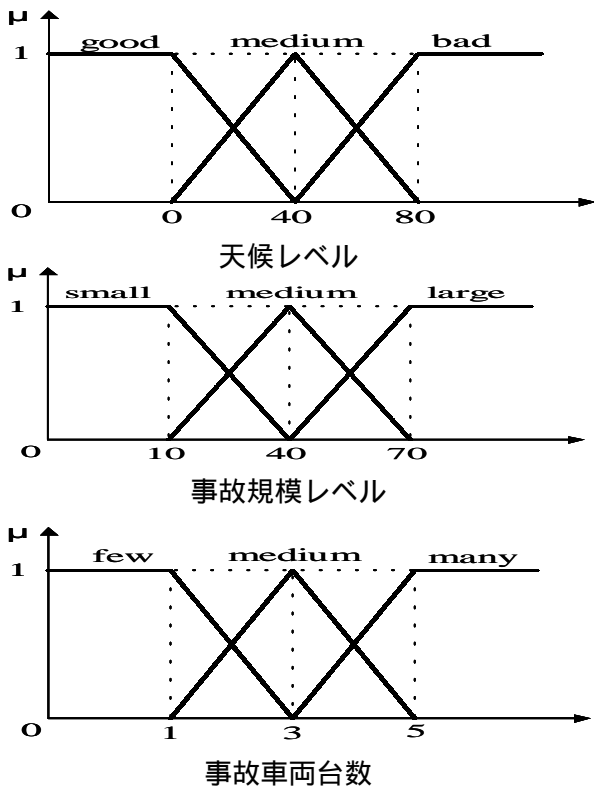


図 - 3 メンバシップ関数の形状

3.4 . 交通事故による渋滞状況の推計

ここでは、構築したサブモデルを用いて交通事故による渋滞状況の推計を行う。天候レベルと事故規模レベルに着目して、以下に示す事故を想定する。

- 大雨の日に大型車が中央分離帯に衝突
- 雨の日に大型車が普通自動車に追突
- 曇の日に大型車が左側防護柵に接触
- 晴の日に大型車が普通自動車に追突

計算結果の一例として、の事故による渋滞状況を推計する。ここでは、日属性レベルを連休と設定している。各入力変数のメンバシップ値と推計結果を表 - 2 に示す。本研究では、各変数から推計された事故処理時間、事故発生区間の交通容量を加算平均することにより事故処理時間、交通容量を推定している。したがって、想定事故の事故処理時間は71分、事故発生時の交通容量は44%と推定される。

推定されたパラメータを交通流シミュレーションモデルに入力して、渋滞状況を推計した。(図 - 4)ここでは平均速度が40km/h以下となる区間を渋滞と定義している。ここでは事故発生場所184[kp](吉田IC付近)交通事故の発生時刻を10:00とした。

図 - 4 を見ると、車線閉塞に伴い事故発生地点を

表 - 2 簡略ファジィ推論の推計結果

入力変数	メンバシップ値	事故処理時間	交通容量
天候レベル	good=0,medium=0.2,bad=0.8	84分	42%
事故規模レベル	small=0,medium=1.0,large=0	60分	50%
横転・転倒事故の生起	$\mu=0$	60分	
事故車両台数	$\mu=0$	60分	
大型車を含む事故の生起	$\mu=1.0$	90分	40%

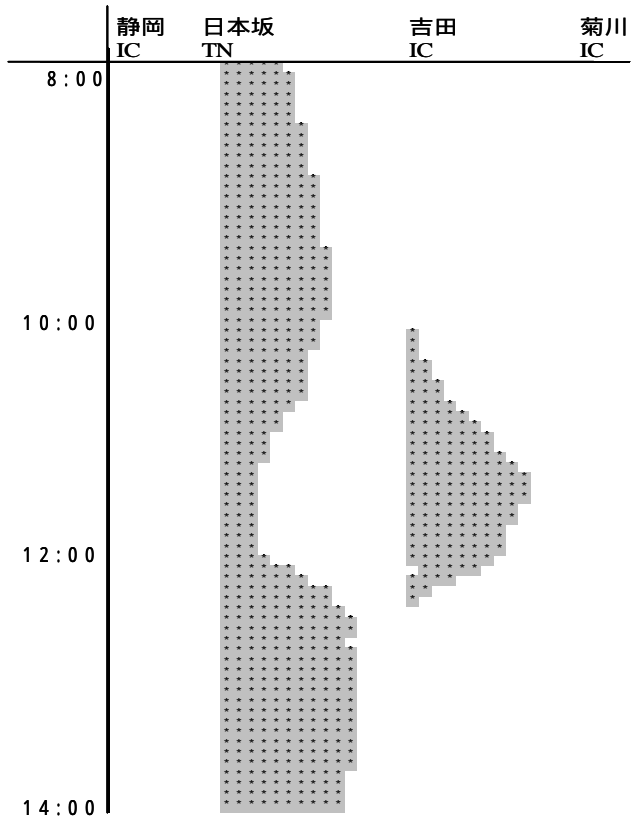


図 - 4 交通事故による渋滞状況の推計結果

先頭とした事故渋滞が発生している。一方、事故渋滞によって下流側に流出する交通量が減少しているため、10:00 から自然渋滞が一時的に減少している。

事故発生区間の下流側の速度を調べると、事故処理が行われている間は約100km/hとなっている。また、事故処理が終了すると、時間が経過するとともに速度は緩やかに減少し、事故発生前の状態に戻っていることが分かる。

3.5 . 交通事故発生状況の変化による渋滞量の比較

他の想定事故についてもパラメータを推定する。想定事故の事故処理時間は78分、交通容量は42%と推定された。同様に、想定事故の事故処理時間は57分、交通容量は54%、想定事故の事故処理時間は61分、交通容量は52%と推定された。

まず、それぞれの想定事故による渋滞量を比較す

る。これを図 - 5 に示す。ここで、渋滞量とは対象時間帯で「渋滞」と判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。これを見ると、自然渋滞の渋滞量と事故渋滞の渋滞量を合計した渋滞量は事故処理時間や交通容量の大小に関わらず、ほぼ一定であることが分かる。一方、事故渋滞の渋滞量を比較すると、想定事故により大きく変化していることが分かる。想定事故の渋滞量が 43.6[km・時間]と最も多く、想定事故の渋滞量が 7.6[km・時間]と最も少ない。これは、想定事故は想定事故と比較して事故処理時間が約 20 分長く、交通容量が約 10% 低く推計されたためであると考えられる。また、想定事故と想定事故を比較すると、推計されたパラメータに大きな違いはないが、想定事故の渋滞量は想定事故の渋滞量より約 8[km・時間]多い。

また、想定事故において交通量が変化した場合の渋滞量を図 - 6 に示す。想定した交通量の 90% と 95% の交通量で比較した。ここで、想定した交通量の 90% は平日の交通量にあたると考えられる。これを見ると、事故渋滞の渋滞量も全体の渋滞量も変化している。流入交通量が 5% 増加すると、事故渋滞の渋滞量も全体の渋滞量も約 2 倍となり、流入交通量が 5% 減少すると、事故渋滞の渋滞量も全体の渋滞量も約 50% 減少することが分かる。

5 . おわりに

本研究では、都市間高速道路の交通障害時の交通管理に関して交通事故影響評価の方法を検討した。なかでも、交通事故発生直後の情報から、交通条件を推定する「ファジィ推論モデル」を構築し、交通流シミュレーションモデルを併用することで、交通事故の影響を推定する方法を提案した。

この結果、交通事故の多様な様態および状況の相違から交通条件の相違を表現する方法が示された。また、交通流シミュレーションの設定値として、有効な推計結果が与えられ、交通事故の影響を交通渋滞の変化として把握可能なプロセスが提案された。ここで、本研究の成果を発展させるための今後の検討課題として以下の諸点があげられる。

現段階では、交通事故状況と交通条件の関係を簡単な推論モデルで構成した。しかしながら、

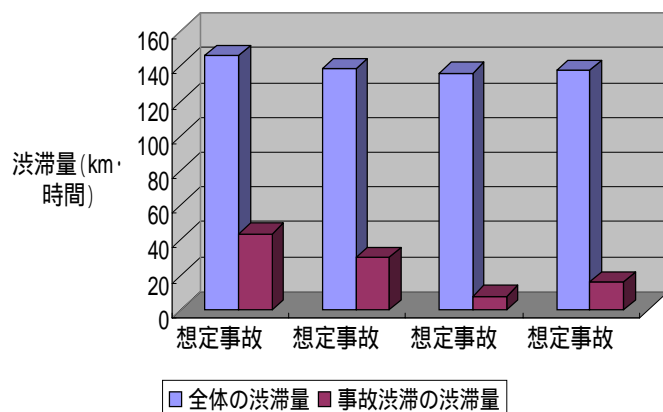


図 - 5 想定事故による渋滞量の比較

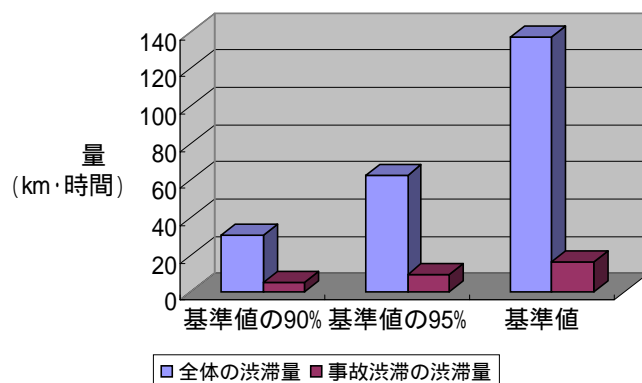


図 - 6 交通量の変化による渋滞量の比較

現実には、計測困難な要因や、観測値自身にあいまい性を含む変数である場合があり、これらを考慮した検討が必要である。

本研究では、交通流シミュレーションでの算定量として「渋滞量」などの統計的指標を中心に議論を進めた。しかしながら、交通事故発生時には局所的な交通現象解析も重要であり、今後モデル構造を含めた各種改良が必要である。

【参考文献】

- 1) 小川圭一、秋山孝正：交通現象記述のための都市間高速道路の渋滞シミュレーションモデルの構築、岐阜大学工学部研究報告、No52、2002.
- 2) 小川圭一、秋山孝正：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、土木計画学研究・講演集、Vol24、CD-ROM、No334、2001.
- 3) 秋山孝正：ファジィ推論を用いた経路選択行動分析に関する研究、平成 7・8 年度科学研究費補助金基盤研究(C) (2) 研究成果報告書、1997