

首都高速道路における事故処理時間予測に関する一考察*

Prediction of Time Taken to Clear Accident on Metropolitan Expressway *

稲富貴久**・割田 博***・桑原雅夫****・佐藤 光*****・岡田知朗*****
By Takahisa INATOMI**・Hiroshi WARITA***・Masao KUWAHARA****・
Kou SATOU*****・Tomoaki OKADA*****

1. はじめに

首都高速道路は路線延長286.8km, 1日の利用台数115万台の大規模な道路ネットワークであり, 首都圏の大動脈としての機能を有する一方, 需要超過による交通集中渋滞や年間約13,000件の事故が発生しているなどの問題を有している¹⁾.

このような交通集中渋滞や事故などの事象に対し, ドライバの心理的負担や更なる事故の発生を抑制するため, 旅行時間や事故発生などの情報提供は, 重要なサービスである. 更に, 情報提供はドライバの出発時刻の変更や経路選択に大きな影響を与え, 渋滞緩和への寄与も期待されている²⁾. 現在, ドライバは可変情報板やインターネットによって, 通常時の的確な情報を入手することは可能であるが, 道路交通状況が急激に変化する突発事象発生時において, 旅行時間情報の信頼性低下が問題となっている^{3) 4)}. 的確な情報提供を行うために, 各事故における事故状況や事故処理作業などの基本情報をデータベース化し, 旅行時間精度に大きな影響を与える事故処理時間を正確に予測することが急務である.

この様な背景から, 近年, 突発事象発生時における旅行時間予測に関する研究として, 情報提供の誤差に関する研究⁴⁾や, 旅行時間に影響を与える要因を多項式によって予測する手法⁵⁾などが提案されている. また, 事故処理時間に関する研究として, 事故発生場所との関係や事故処理時間に影響を与える要因分析⁶⁾などが実施されている. しかしながら, これらは, 研究の域に留まっており, 実運用を意識した提言には至っていない.

*キーワード: 事故, 処理時間, 交通情報, オンラインシミュレーション

**正員, 工修, パシフィックコンサルタンツ株式会社
(東京都新宿区西新宿 2-7-1 新宿第一生命ビル,
TEL:03-3344-1206, FAX:03-3344-1887)

***正員, 工博, 東京大学 生産技術研究所
(東京都目黒区駒場4-6-1, TEL:03-5452-6419, FAX:03-5452-6420)

****正員, Ph.D, 東京大学 国際・産学共同研究センター
(東京都目黒区駒場4-6-1, TEL:03-5452-6419, FAX:03-5452-6420)

*****正員, 理学, パシフィックコンサルタンツ株式会社
(東京都多摩市関戸1-7-5 (せいせきC館),
TEL:042-372-6159, FAX:042-372-2155)

*****M.E., 首都高速道路株式会社
(東京都千代田区霞が関1-4-1,
TEL:03-3539-9506, FAX:03-3502-5676)

一方, 現在の首都高速道路の交通管制システムでは, 事故発生時の処理時間(容量低下時間)を一定のまま処理終了まで継続する仕様となっている. しかしながら, 全ての事故に対して処理時間を一律設定していることや, 事故処理終了間際においても, 発生直後と同一の処理時間を設定していることから, 将来の道路交通状況を予測し, 旅行時間を算定する際に大きな誤差が生じる^{3) 4)}. そのため, 最適な事故処理時間の設定を行うことが, オンラインシミュレーションでの活用を念頭に置いた場合に, 重要な課題となる.

そこで本研究では, 事故処理時間予測を行うための基礎分析として, 影響要因を統計的手法によって分析する. 今回は事故処理時間に影響がある個々の要因について分析を行うこととした.

2. 事故処理時間に関する現状の問題点

現在の交通管制システムが保有する事故処理時間設定の考え方は, どのような事故時においても, 事故処理時間を2時間と設定し, 事故処理終了が登録されるまで現在時点から2時間継続させている. 図1に現在の事故処理時間の更新方法を示す. 図のように, 一定の処理時間をスライドさせながら, 事故処理時間を更新している. そのため, 終了間際においても, 開始時と同じ事故処理時間を更新し続けている. これにより, 事故処理終了間際において, オンラインシミュレーションに大きな誤差が生じると考えられる.

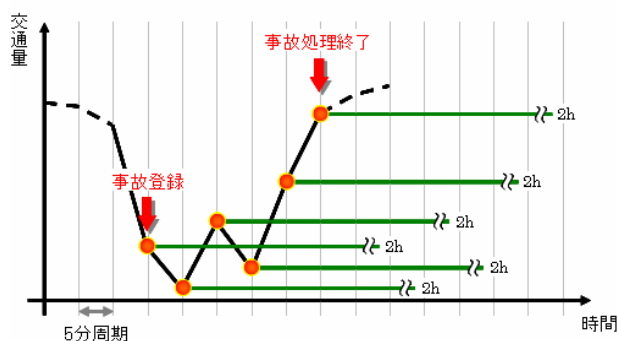


図1 事故処理時間の更新方法

このように、現在の交通管制システムにおける事故処理時間の設定方法は、オンラインシミュレーションでの活用を念頭に置いた場合、将来の道路交通状況を的確に予測することは困難である。ドライバに有効な道路利用を推進する情報提供のために、将来の道路交通状況を正確に予測可能な事故処理時間の設定が重要である。

3. 事故処理時間分析

本研究では、以下のデータを用いて事故処理時間分析を行う。

期間：2003年1月1日(水)～12月31日(水)

対象：首都高速道路東京東地区

①道路交通データ

車両感知器から得られる5分間の交通量と速度

②事故記録データ

事故発生通報によって把握された事故記録

なお、対象期間内に発生した総事故件数は、事故記録データより4819件であった。

事故記録データより、事故処理時間の基本的な分析を行う。図2に全事故の処理時間を5分単位で区切り、度数分布によって示した比較を示す。事故件数の約80%が事故処理時間31分～90分に集中していることが分かる。また、事故処理予測時間を100分とすることで、約90%の事故を包括することが出来る。全事故の事故処理時間の平均値は65分であり、中央値は56～60分である。

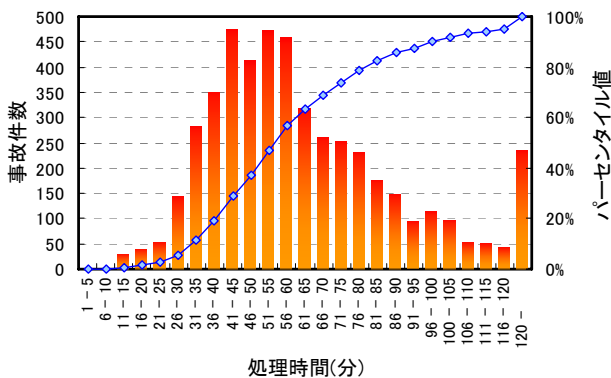


図2 全事故による事故処理時間の比較

図3に予測事故処理時間による将来予測における誤差を示す。2003年8月12日(火)に高速川口線下りで発生した事故を例とし、予測事故処理時間を平均値である1時間に変更することによる影響を把握した。その結果、事故処理時間を1時間に設定した場合、的確に事故処理時間を予測していることが分かる。また、現在の事故処理

時間予測では、2時間後に大きな誤差が生じていることが分かる。よって、現在は事故処理時間を一律2時間に設定しているが、全事故処理時間の平均値が約1時間であることを踏まえ、最適な事故処理時間の設定を検討する必要がある。

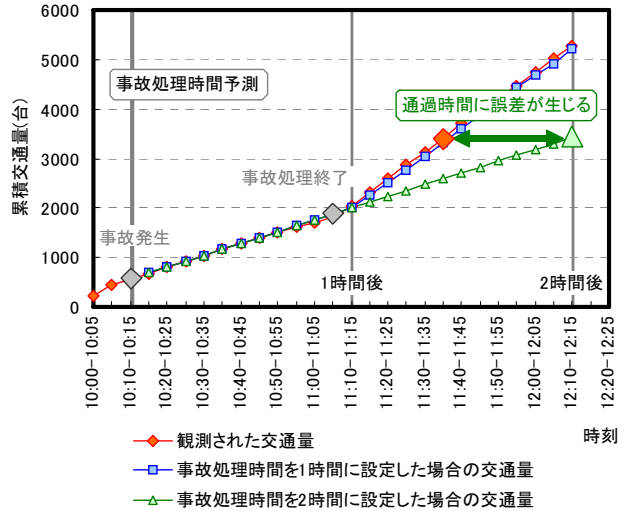


図3 予測事故処理時間による累積捌け交通量

4. 事故処理時間予測

(1) 事故処理時間予測の考え方

図4に、タイミングを考慮した事故処理時間予測手法を示す。図に示すように、事故の発生から処理終了まで、タイミングに応じて取得可能なデータは異なっており、各段階で事故処理時間予測に用いる手法も異なる。

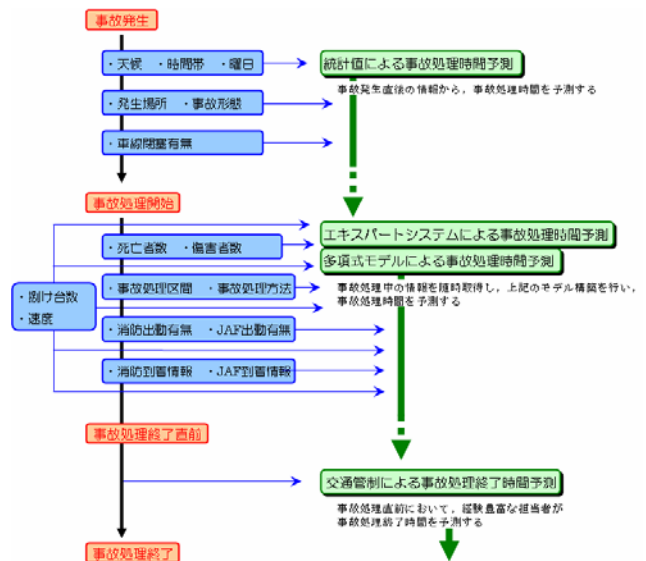


図4 事故処理時間予測フロー

次に事故発生から事故処理終了までの事故処理予測手法の詳細を示す。

〈事故発生直後〉

① 統計値による事故処理時間予測

事故記録データより要因別に、事故処理時間の平均値などの統計値を用いて事故処理時間を予測する。

〈事故処理中〉

② エキスパートシステムによる事故処理時間予測

事故記録データ及び①統計値による事故処理時間予測より、専門家の知識と解析ルールをプログラム化し、事故処理時間を予測する。

若しくは、

③ 多項式モデルによる事故処理時間予測

事故記録データより、事故処理時間に影響を与えると考えられる要因を抽出し、事故処理終了時間の予測モデルを構築し、事故処理時間を予測する。

〈事故処理終了直前〉

④ 交通管制員による事故処理終了時間予測

事故現場の状況から、交通管制員・現場作業員の経験を参考にし、事故処理終了時間を予測する。

交通管制員による事故処理終了時間予測は、他の手法と組み合わせることで、事故処理時間の予測精度が向上すると考えられる。特に、事故処理終了直前において、現場の作業状況・情報を勘案し、終了時間を予測できれば、事故処理時間の予測精度は大きく向上することが期待できる。

本研究では、事故発生直後に事故処理時間を予測（設定）する状況を考え、事故処理時間に影響を及ぼすと考えられる要因に対し、統計値を用いた事故処理時間への影響分析を行うこととした。

（2）事故処理時間に対する各要因の影響分析

事故記録データに記載されている各要因を用いて、事故処理時間に影響を及ぼす要因を分析した。

① 天候による影響

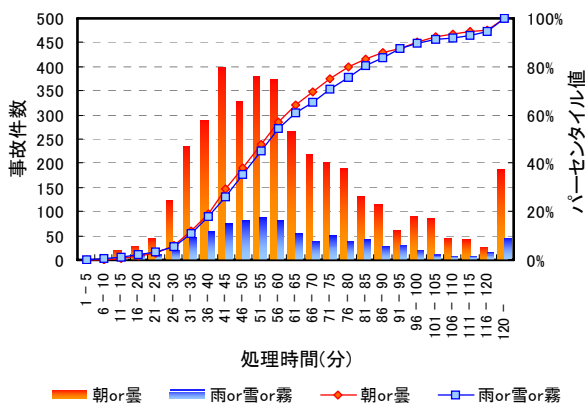


図5 天候による事故処理時間の比較

図5より、天候によって事故処理時間に影響がみられないことが分かる。しかしながら、雨、雪、霧のサンプルが少ないため、今後も分析が必要である。

② 時間帯による影響

図6より、事故発生時間帯が0:00～6:00において、他の時間帯より処理時間が長いことが分かる。この要因として、大きな事故が発生しているのか、夜中に発生した事故から事故処理作業が困難であることなどが考えられる。しかしながら、交通量が少ない時間帯に発生した事故であることから、ドライバーに対して影響が小さい。また、6:00～24:00に発生した事故に関しては、事故発生時間帯による影響がみられないことが分かる。

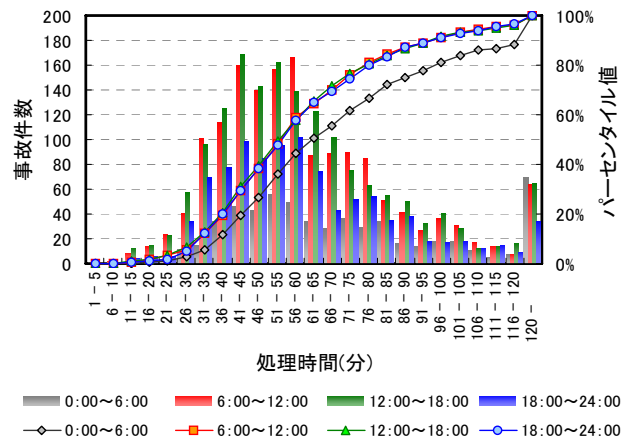


図6 時間帯による事故処理時間の比較

③ 事故形態による影響

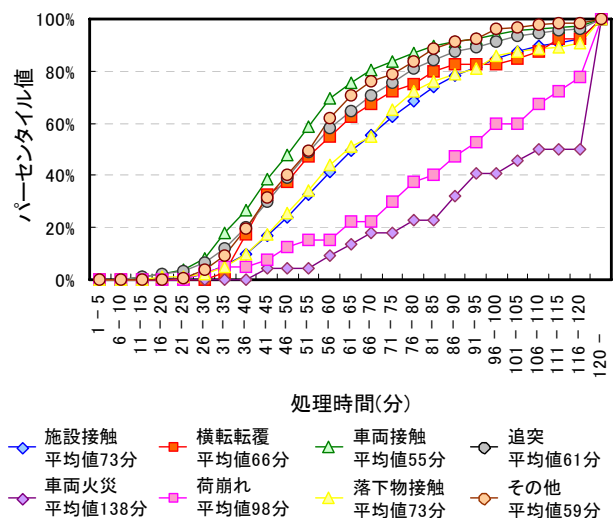


図7 事故形態による事故処理時間の比較

図7より，“車両火災”と“荷崩れ”が他の事故形態の処理時間と傾向が大きく異なることが分かる。この要因として、事故処理作業の困難さが影響していると考えられる。また，“施設接触”と“落下物接触”の事故処理時間は、他の事故処理時間より若干長くなっている傾向がある。このように、事故形態による事故処理時間の差異を把握することが可能なため、分析の有効性を推測することが出来る。

④車線閉塞の有無による影響

図8より、車線閉塞がある事故で、事故処理時間が長いことが分かる。この要因として、車線閉塞の場合、事故車が自走不能になっているなど、比較的大規模な事故であることから、事故処理時間が長くなっていることが考えられる。

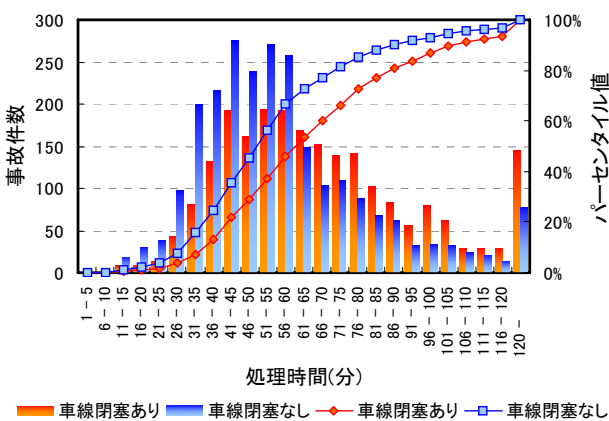


図8 車線閉塞有無による事故処理時間の比較

このように、事故処理時間に影響を与える要因を数多く把握することにより、事故処理時間の予測精度は、向上すると考えられる。事故処理時間が長くなる場合は、車線上に異常が発生（車線が閉塞）している状況が考えられ、車線閉塞に着目した分析を行うことが有効であると考えられる。

5. おわりに

本研究では、突発事象として、特に事故発生時における処理時間を統計的に分析した。現在の考え方では、事故処理時間を常に2時間に設定しているが、全事故処理時間の平均値が約1時間であることを踏まえ、事故処理時間を1時間に設定することによって、予測精度が向上することが分かった。また、事故処理時間に対する各要因の影響分析において、天候や事故発生時間帯にお

ける影響はみられなかったが、事故形態や車線閉塞時においては、事故処理時間が長くなることが確認できた。このように事故処理時間に影響を及ぼす要因を把握することによって、的確な予測が可能である。事故処理時間予測手法は、処理作業の進捗状況によって、取得可能なデータは分類され、各手法を組み合わせによって予測精度の向上を図ることが推測される結果が得られたため、更に詳細な検討が必要であると考えている。

今後の課題として、容量制約を受ける車線閉塞時の事故処理時間予測を精力的に取り組むとともに、最適な事故処理時間の設定について精緻な予測方法を検討する必要があると考えている。

謝辞

本研究は、首都高速道路の「新しいリアルタイムネットワークシミュレーション」研究WGの一環として遂行しているものである。研究遂行に際し、京都大学：吉井稔雄准教授、首都大学東京：小根山裕之准教授、株式会社アイ・トランスポート・ラボ：堀口良太氏らから貴重な助言を得た。ここに記し感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 首都高速道路株式会社HP：<http://www.shutoko.jp/>
- 2) 割田博，森田緯之，桑原雅夫，田中淳：道路交通情報の高度化に対応する直前の交通状況を考慮した統計的予測手法の研究，第2回ITSシンポジウム2003，pp.215-220，2003.12
- 3) Hiroshi Warita, Tomoaki Okada, Atsushi Tanaka：Evaluation of Operation for Travel Time Information on The Metropolitan Expressway，第8回ITS世界会議シドニー，2001.10
- 4) 齋藤純一，割田博，田中淳：事故・工事時における所要時間予測手法に関する研究，第22回交通工学研究発表会論文報告集，pp.173-176，2002.11
- 5) 上野秀樹，割田博，森田緯之，桑原雅夫：突発事象発生時の旅行時間予測に対する多項式モデルの応用の検討，第25回交通工学研究発表会論文報告集，pp.249-252,2005.10
- 6) 上野秀樹，大場義和，割田博，森田緯之，Edward Chung，桑原雅夫：突発事象発生時における旅行時間に関する研究，第2回ITSシンポジウム2003，pp.149-154，2003.12
- 7) 白石智良，桑原雅夫，堀口良太：「リアルタイム予測交通流シミュレーションシステムの開発」，土木計画学研究・講演集，Vol30，2004