

# 累加交通量曲線による損失時間評価法の首都高速道路における事故渋滞への適用\*

Application of a lost time evaluation method with cumulative curves of traffic volumes to traffic congestion caused by traffic accidents on Metropolitan Expressways\*

船岡 直樹\*\*・赤羽 弘和\*\*\*・田沢 誠也\*\*\*\*・錦戸 綾子\*\*\*\*\*

By Naoki FUNAOKA・Hirokazu AKAHANE\*\*・Seiya TAZAWA\*\*\*・Ayako NISHIKIDO

## 1. はじめに

利用密度が高い都市高速道路では、事故や工事による交通サービスの低下が社会経済的に大きな影響を与えている。首都高速道路においては年間14,000件の交通事故が発生しており、直接的な被害はもとより、間接的被害も甚大である。一方、事故時の損失を定量的に評価する手法・指標がないため、安全対策の合理的な企画・実施が困難であるのが現状である。

本研究では、首都高速道路における事故渋滞により発生する後続車両の損失時間を車両感知器のデータに基づいて推定した。これにより、事故抑止および事故処理時間短縮の重要性の明示、より合理的な安全対策の企画手順の提案、新しいサービス水準の提案などのための基礎的知見の獲得を目標とした。

## 2. 損失時間の推定方法

### (1) 損失時間推定の基本概念

事故発生箇所直近下流の交通量をボトルネック交通量とし、車両感知器データに基づいて累加ボトルネック容量の累加交通量曲線を描く。これに渋滞末尾直近上流の交通量を需要交通量とし、平常時の旅行時間分だけ時間軸上をシフトさせ累加需要交通量曲線を描く。渋滞による延べ損失時間は、これらの両累加曲線に囲まれる領域の面積として推定される。

\*キーワード：サービス水準、損失時間、交通容量、交通事故

\*\*非会員，千葉工業大学大学院工学研究科土木工学専攻

(千葉県習志野市津田沼2-17-1，

TEL: 047-478-0440, E-mail:g0377012@cc.it-chiba.ac.jp)

\*\*\*正会員，工博，千葉工業大学工学部

\*\*\*\*非会員，工修，首都高速道路公団

\*\*\*\*\*非会員，首都高速道路公団

る。さらに、事故時のボトルネック容量値を平常時の容量値で置換することにより、事故による追加的損失時間を推定できる。図-1に損失時間推定法の概念を示す。

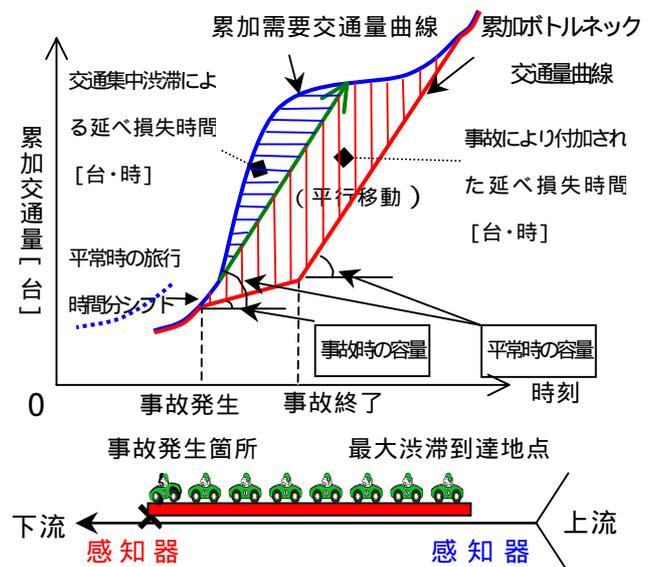


図-1 累加交通量曲線による損失時間推定法

### (2) 遅れ時間と交通需要の推定手順

図-2に示すように本研究の推定方法では、車両感知器交通量のバイアス誤差の影響を受けにくい方法を開発し、損失時間推定の精度の向上を図った。まず、事故発生箇所直近下流の5分間交通量をボトルネック交通量とし、累加ボトルネック交通量曲線を描く。次に感知器データに進行方向と逆向きにタイムスライス法を適用して、渋滞時旅行時間を求める。ただし、本研究において渋滞とは、臨界速度を下回った状態と定義した。事故発生箇所直近下流感知交通量の時間変動図から需要交通量を仮設定する。これと交通量-速度相関図とから走行速度を推定する。走行速度と各区間距離とから非渋滞時旅行時間を推定する。両者の差として、渋滞による遅れ時間、即ち渋滞による損失時間を推定する。ボトルネック容量の累加曲線を、各時刻の渋滞による遅れ時間に

じて、時間軸上を過去に変位させて累加需要交通量曲線を推定する。延べ損失時間は両累加曲線に囲まれる領域の面積として推定する。以下に、推定手順の詳細を説明する。

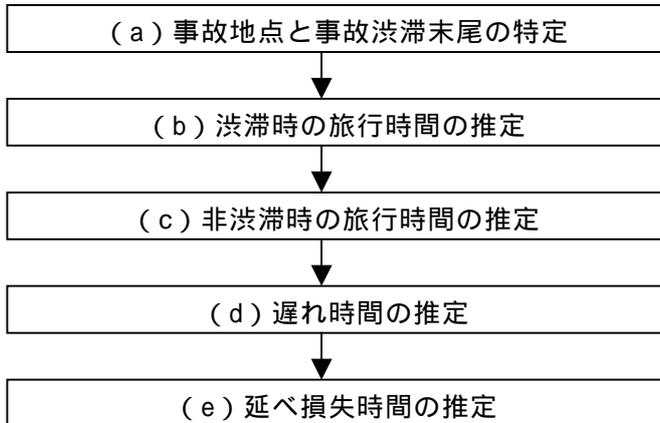


図-2 遅れ時間と交通需要の推定手順

**(a) 事故地点と事故渋滞末尾の特定**

事故記録より事故地点，車両感知器データより事故渋滞延伸末尾地点の特定を行う。

**(b) 渋滞時の旅行時間の推定**

車両感知器データの各道路区間の5分間平均速度データに，ボトルネックから進行方向と逆向きにタイムスライス法を適用して，車両のボトルネック通過時刻と渋滞時の旅行時間との関係を推定する。

図-3に逆タイムスライス法概念を示す。

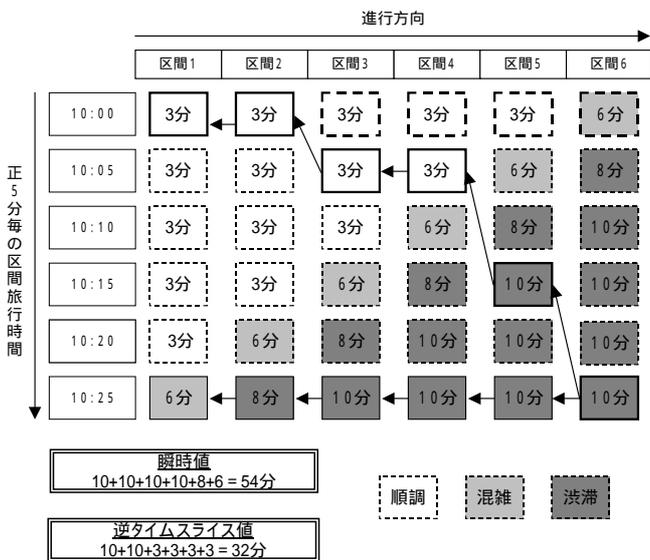


図-3 逆タイムスライス法概念

**(c) 非渋滞時の旅行時間の推定**

非渋滞時の旅行時間を仮推定需要交通量変動図と回帰直線式とから算出する。まず，車両感知器デ

ータより得たボトルネック交通量から，渋滞発生直前と解消直後の5分間交通量とを直線補間することにより，渋滞中の需要交通量の変動を仮推定し，時刻Tにおける交通量Qを求める。次に渋滞区間において感知器区間ごとに自由流下限速度以上のデータのみにより，交通量と走行速度の回帰直線を同定する。この回帰直線式を用いて自由流域での推定走行速度Vを求める。この計算を全渋滞区間で行い，各時刻の交通量に対応する非渋滞時走行速度Vを推定する。これと各感知器区間の区間長とから非渋滞時の旅行時間を推定する。なお，自由流域側での走行速度は変化が少ないため，図-3に示す逆タイムスライス法は使用せず瞬時値により推定したものである。図-4に仮推定需要交通量の概念，図-5に回帰直線の模式図を示す。

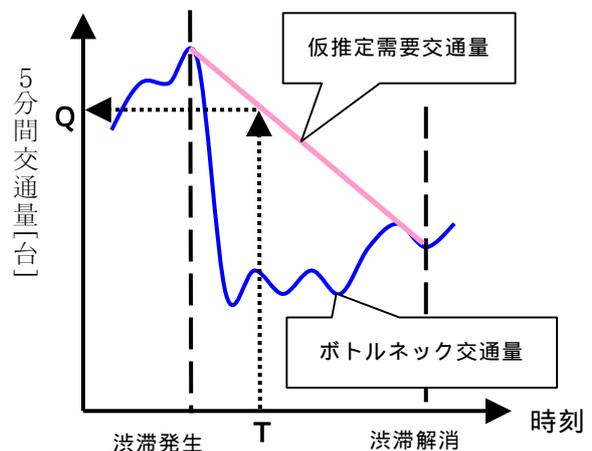


図-4 仮推定需要交通量の概念

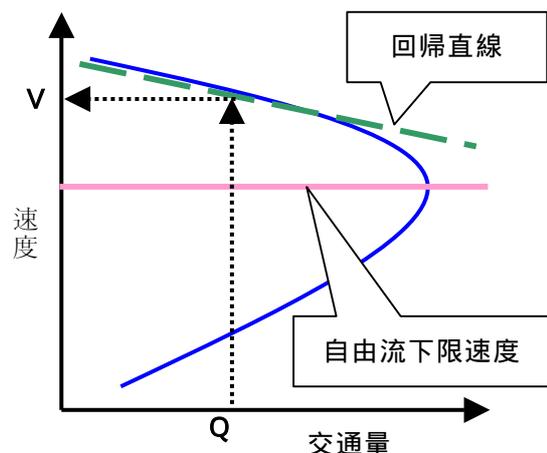


図-5 回帰直線の模式図

**(d) 遅れ時間の推定**

(b)，(c)で求めた渋滞時の旅行時間と非渋滞時の旅行時間との差から渋滞による遅れ時間を推定する。

### (e) 延べ損失時間の推定

ボトルネック交通量と各遅れ時間の積により渋滞による延べ損失時間が求められる。これは、渋滞により損失を被った全走行車両各々の遅れ時間の総和である。また、累加ボトルネック交通量曲線を、各時刻の遅れ時間だけ時間軸上を過去に変位させることで累加需要交通量曲線が求められる。累加需要交通量曲線と累加ボトルネック容量曲線で囲まれる部分の面積として延べ損失時間は表される。

### 3. 適用結果

本評価手法の適用対象は、純粋に事故が原因の渋滞による損失時間を把握するため、首都高速道路で交通集中渋滞が比較的発生しにくい放射線下り方向で深夜に発生した事故とした。ここでは2003年1月10日(金)の3号渋谷線下りで発生したデータを使用する。表-1に事故概要、図-6に事故発生地点と区間位置、図-7に仮推定需要交通量変動図を示す。評価対象日の翌年同週日の交通量変動を踏まえ、事故発生直前と解消直後の5分間交通量とを直線補間した。表-2に回帰直線式一覧、図-8に回帰直線の例として区間9の回帰直線、図-9に旅行時間変動図を示す。

表-1 2003年1月10日(金)の事故概要

発生時刻	規制開始	規制終了	発生箇所
0:47	0:54	3:34	8.93kp

車線	形態	車両	人身
右	追突	普通車	軽傷

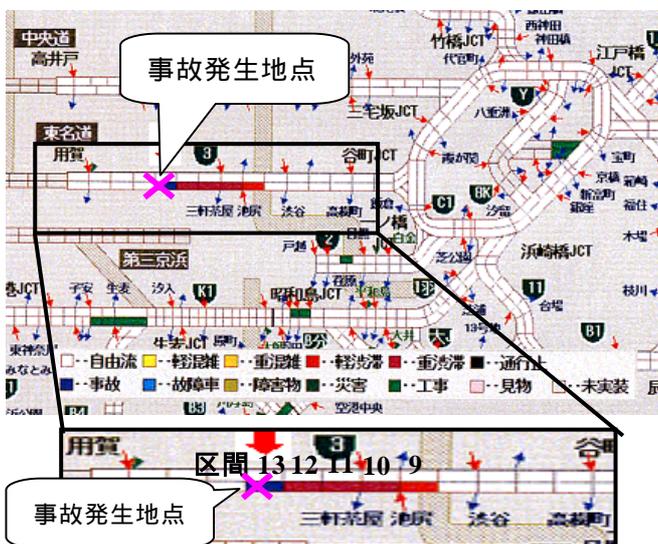


図-6 事故発生地点と区間位置

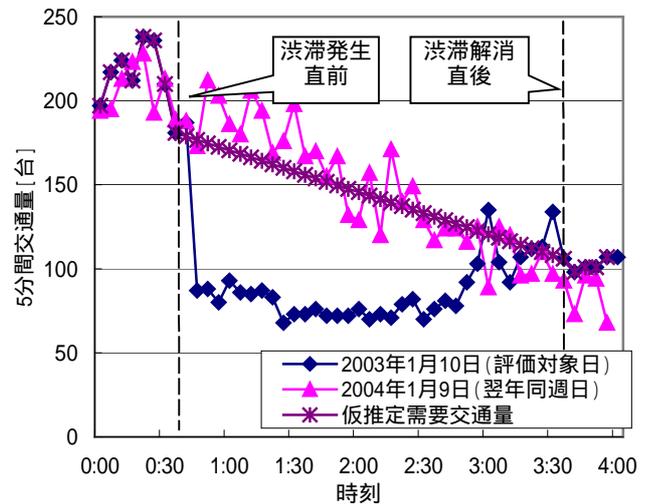


図-7 仮推定需要交通量変動図

表-2 回帰直線式一覧

区間番号	回帰直線式
9	$V = -0.0724Q + 94.764$
10	$V = -0.0786Q + 83.138$
11	$V = -0.0558Q + 84.461$
12	$V = -0.0605Q + 89.918$
13	$V = -0.0367Q + 85.741$

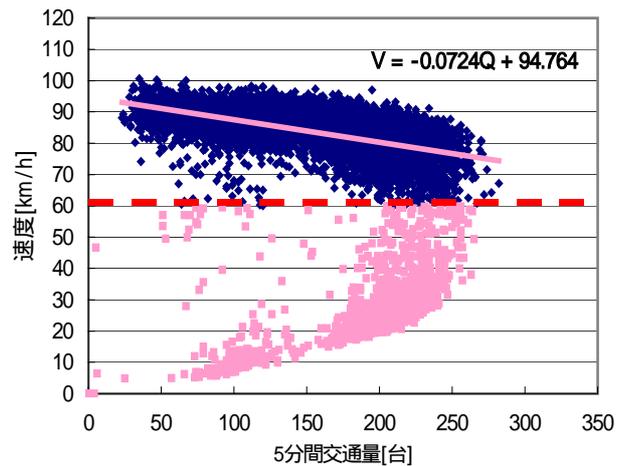


図-8 区間9の回帰直線

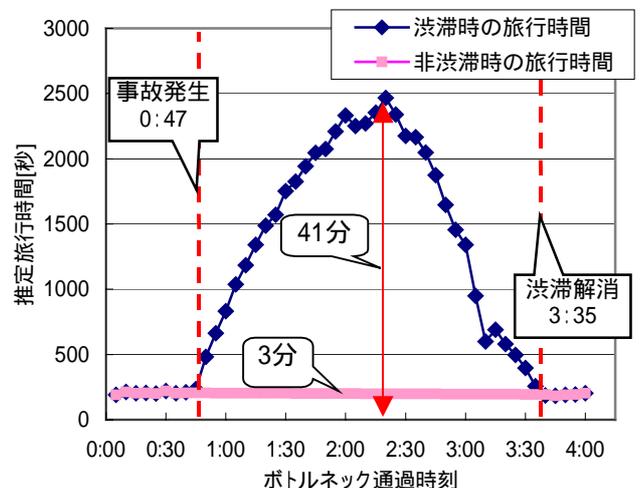


図-9 旅行時間変動図

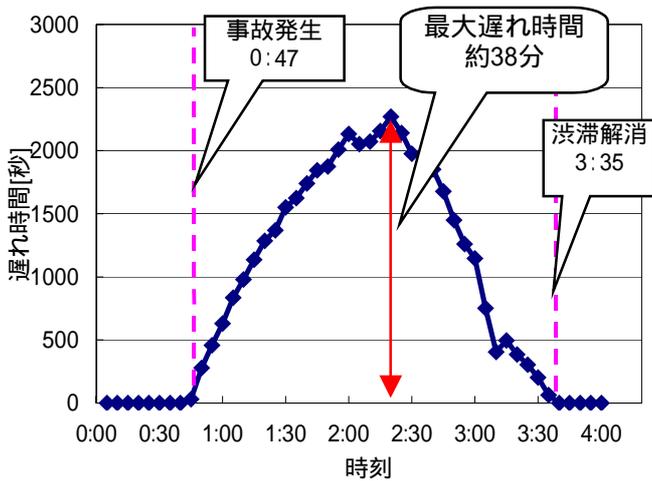


図-10 遅れ時間変動図

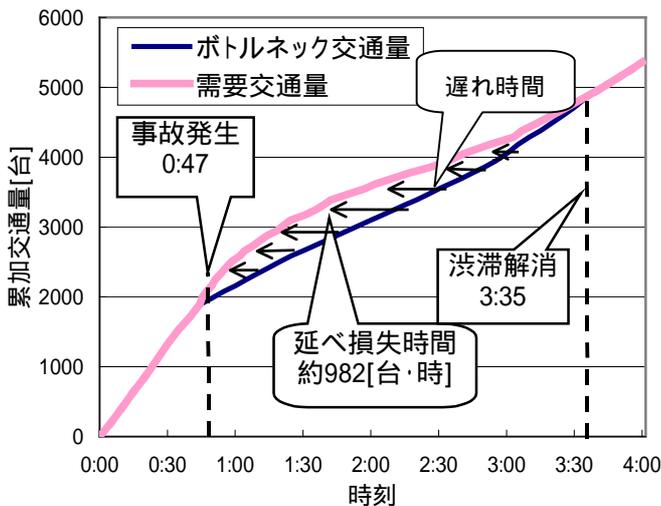


図-11 累加交通量曲線を用いて表現した遅れ時間と延べ損失時間

図-10に遅れ時間変動図，図-11に累加交通量曲線を用いて表現した遅れ時間と延べ損失時間を示す。渋滞時の旅行時間は最大で約41分，非渋滞時の平均旅行時間は約3分であった。よって最大遅れ時間は約38分である。この事故により損失を被った車両は3055台であり，延べ損失時間は約982台・時と求められた。このような深夜に発生した事故であるが，捌け残りが30分以上生じてしまい，渋滞による影響は多大であることがわかる。適用対象とした事故の場合，事故処理規制が3：34に終了し，渋滞は3：35に解消しているが，交通が集中する昼間に発生した事故ならば，渋滞による影響はさらに多大になるであろうことが予測される。

#### 4. おわりに

本研究により，需要交通量とボトルネック交通量の累加曲線を感知交通量のバイアス誤差の影響を

受けにくい方法で描くことが可能となり，渋滞による損失時間を一定の精度で分析可能であることを示した。さらに，事故時のボトルネック容量値を平常時の容量値で置換することにより，交通集中渋滞中に発生する事故による追加的損失時間や，それによるサービス水準の低下を推定できるため，近々報告する予定である。

今後の課題として，以下の分析が挙げられる。

- ・ 今回は深夜に発生した事故のため仮推定需要交通量を直線補間したが，交通量変動が激しい時間帯での仮推定需要交通量の推定方法の検討
  - ・ 首都高速道路は車両感知器が密に設置されているが，感知器間隔のより大きな区間での検証
- 上記を踏まえ，より一般的な評価指標として妥当であるかの検証のため，交通状況の複雑な時間帯，路線・方向などを考慮し，データ分析の評価対象を増やす必要がある。

本研究を進めるにあたり，首都高速道路公団・割田博氏，千葉工業大学学生（当時）として卒業研究に当たった佐藤郁也氏に多大なる協力を得た。ここに記し感謝の意を表する。

#### 参考文献

- 1) 赤羽弘和，桑原雅夫，佐藤拓也：「高速道路の利用予約制に関する基礎的研究」土木学会論文集，No. 653/IV-48 pp.3-16 土木学会 2000.
- 2) 赤羽弘和，加藤佳則，「高速道路利用者との双方向通信による休日交通需要の平準化」第1回 ITS シンポジウム 2002 予稿集，669-676，2002.
- 3) Hiroshi WARITA, Tomoaki OKADA, Atsushi TANAKA: "Evaluation of Operation for Travel Time Information on The Metropolitan Expressway", Proceedings of 8<sup>th</sup> World Congress on ITS, Sydney, 2001.
- 4) 錦戸綾子，割田博，赤羽弘和：「交通事故による損失評価指標に関する検討」第25回日本道路会議論文集，2003.
- 5) 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, 149 - 154，2003.