

事故渋滞による損失時間の評価法の比較分析

*首都高速道路公団 正会員 ○田沢 誠也
千葉工業大学工学部 正会員 赤羽 弘和
首都高速道路公団 正会員 割田 博
千葉工業大学大学院 学生会員 船岡 直樹

1. はじめに

交通の需給関係が日常的に逼迫している都市高速道路では、事故や工事などによる道路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約13,000件の交通事故が発生しており、直接的な被害はもとより、直接事故に関わらない利用者の間接的被害も甚大である。一方、事故により追加的に発生する社会的損失を抽出して定量的に評価する手法・指標が確立されていないため、安全対策などの企画・実施が合理的・系統的行われていない。このため、対症療法的な安全対策に重きが置かれざるを得ないのが現状である。

本研究では、首都高速道路における事故渋滞により発生した後続車両の損失時間を、車両感知器のデータに基づいて2つの手法により推定し、両者の比較分析を試みた。これにより、事故抑止及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. 損失時間の推定法

(1) 累加交通量による推定法

渋滞先頭の直近下流の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。渋滞先頭から最大渋滞長時の末尾位置にかけて、車両の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、本推定法における渋滞とは、臨界速度を下回った状態と定義する。

次に、渋滞発生時と解消時のボトルネック交通量の直線補間により、渋滞中の各時刻の需要交通量を仮設定する。これと各区間の交通量－速度相関図か

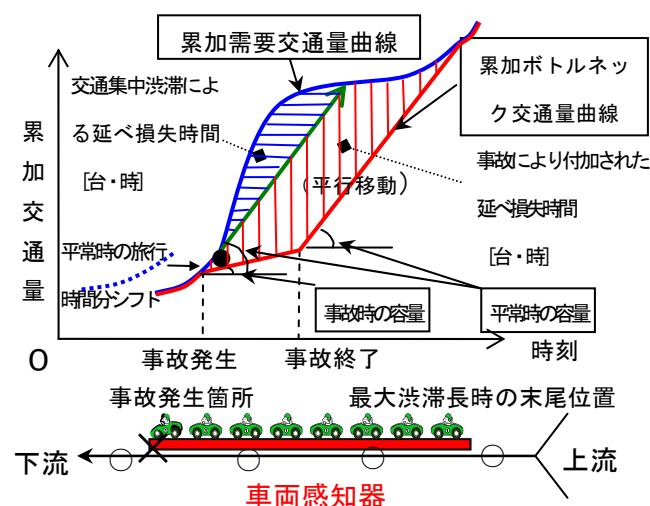


図-1 累加交通量による推定法

ら各時刻の平常時区間走行速度を推定する。この各区間走行速度と各区間距離とから平常時旅行時間を算定し、両旅行時間の差として渋滞時の遅れ時間

(損失時間)を推定する。累加ボトルネック交通量曲線を、各時刻の遅れ時間に応じて、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。両累加曲線により囲まれる領域の面積は、全走行車両の遅れ時間の総和である。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に推定法の概念を示す。

(2) 統計値との比較による推定法

事故渋滞時の旅行時間が事故や工事の影響を受けない平常時の平均旅行時間を上回る区間について、両者の差を事故によって付加された遅れ時間とみなし、当該区間の遅れ時間と通過台数との積を事故渋滞継続区間及び時間について累加することで、延べ損失時間を算出するものである。(式-1 参照)

$$L = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \{N(i, j) \cdot (A(i, j) - U(i, j))\}, \dots \text{(式-1)}$$
$$(A(i, j) - U(i, j) > 0)$$

ここに、

- L : 延べ損失時間[台・時]
- $N(i, j)$: 事故時の通過台数[台]
- $A(i, j)$: 事故時の旅行時間[時]
- $U(i, j)$: 平常時の平均旅行時間[時]
- i : 時間帯の順序番号
- j : 区間の順序番号
- I : 事故渋滞時間帯の集合
- J : 事故渋滞区間の集合

である。

3. 適用結果と両手法の比較

両手法の適用事象は、事故が原因の渋滞による損失時間を厳密かつ容易に把握するため、平常時に交通集中渋滞が発生しておらず、当日も事故処理前後で渋滞が発生していなかった時刻・場所の事故渋滞とする。今回は2003年1月10日（金）の3号渋谷線下りで発生した事故について分析する。表-1に事故概要、図-2に事故発生箇所と渋滞区間を示す。尚、今回は深夜の事故のため交通量は同等と判断し、平常時旅行時間の算定には翌週同曜日2003年1月17日（金）の観測値を用いた。

累加交通量による推定法では、延べ損失時間は978台・時、最大遅れ時間は約38分と算出された。統計値との比較による推定法では、延べ損失時間は1079台・時、最大遅れ時間は約39分と算出された。図-3、4に両手法の延べ損失時間を、図-5、図-6に遅れ時間、延べ損失時間の比較を示す。統計値との比較による推定法の延べ損失時間の方が大きい理由としては、渋滞を避けて途中の出口で高速道路を降りた交通量を含むためである。遅れ時間、損失量の時間的ずれの理由としては、累加交通量による推定法では逆タイムスライス法により到着時刻を基準とした旅行時間を算定したので、出発時刻を基準とした瞬時値から旅行時間を推定した統計値との比較による推定法との時間差が生じるためである。両手法とも1000台・時前後となり、渋滞による損失時間を示す手法として両手法の近似性を示せた。

累加交通量による推定法は感知交通量のバイアス誤差の影響を受けにくく、遅れ時間の推定精度が相対的に高い。統計値との比較による推定法は、比較的簡便に事故による損失時間と出口交通量も含めた

損失時間を推定できる。表-2に両手法の特徴をまとめる。

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 : 4 7	0 : 5 4	3 : 3 4	8 . 9 3 k p
車 線	形 態	車 両	人 身
右	追 突	普 通 車	軽 傷

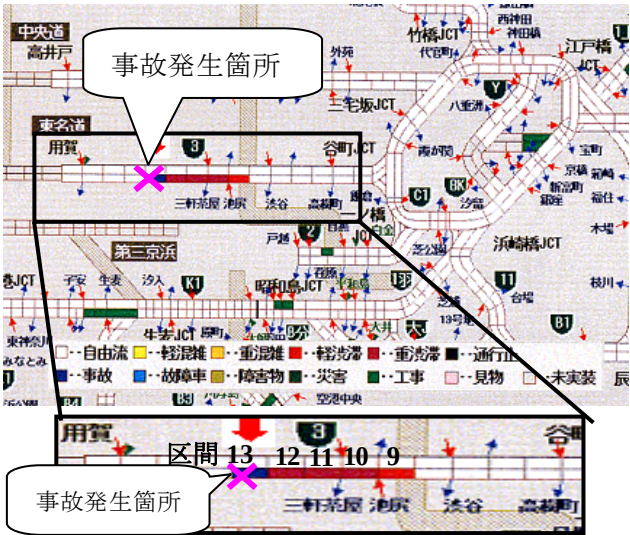


図-2 事故発生箇所と損失区間

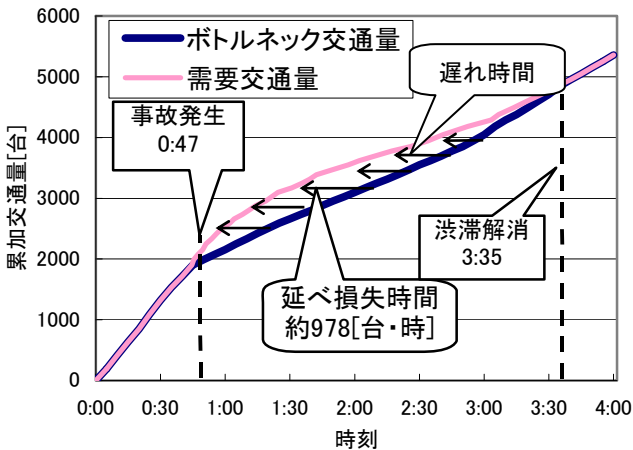


図-3 累加交通量による推定法の延べ損失時間

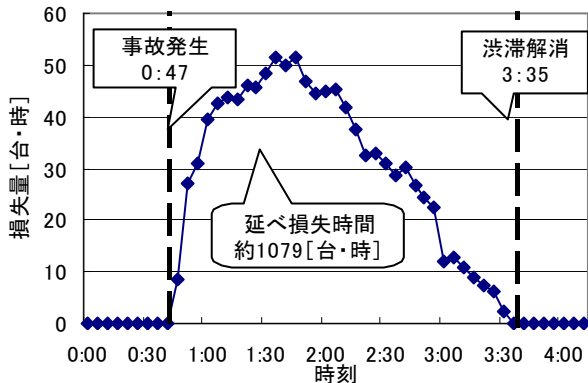


図-4 統計値との比較による推定法の延べ損失時間

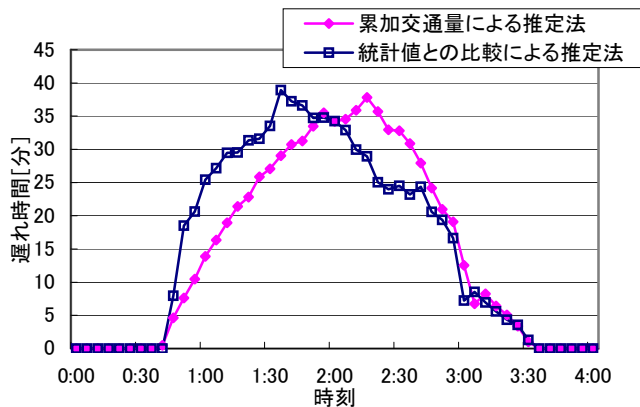


図-5 遅れ時間の比較

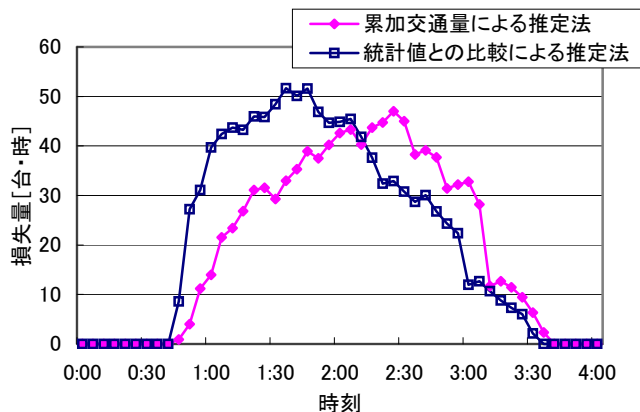


図-6 延べ損失時間の比較

表-2 両手法の特徴

累加交通量による推定法	長所	遅れ時間の推定精度が相対的に高い
		感知交通量のバイアス誤差の影響が小さい
	短所	都市間高速道路のような出入口間の距離が長く、比較的単路に近い場合は、推定誤差が小さく、交通集中渋滞による損失時間と事故渋滞による損失時間の分離が可能である
		渋滞時交通量をボトルネック交通量としているため、出口交通量の損失が取り込まれていない
統計値との比較推定法	長所	首都高速道路のようなネットワーク上の事故は、事故地点より上流側の情報提供によって経路選択可能なため、交通集中渋滞と事故渋滞の分離が明確に出来ない場合がある
		計算手法が煩雑である
	短所	出口交通量の損失時間も考慮できる
		計算手法が単純なため、ネットワーク全体の損失量の計算には有利である
		事故渋滞のみの損失時間がわかる
		瞬間値であるため、実際の走行状態に近い損失時間の変動の把握は不可能である
		統計値設定の妥当性に大きく依存する

5. その他の間接的損失

平常時交通量は統計値と同じく翌週同曜日の交通量を用いて、以下を算出した。

(1) 一般道への迂回交通量

事故が発生しなければ首都高速道路を利用したであろう交通量として、迂回交通量を以下の式で算出

した。(式-2 参照) 図-7 に増減交通量を示す。

$$Q_d = \sum_{i \in I} (n(i, K) - N(i, K)), (n(i, K) - N(i, K) > 0) \quad \dots (式-2)$$

ここに、

Q_d : 迂回交通量 [台]
 $n(i, j)$: 平常時交通量 [台]
 K : 迂回区間

である。対象時間帯は事故発生から渋滞解消までであり、迂回地点は事故発生箇所から最大渋滞長時の末尾位置までの間に存在する入口である。(図-2 参照) 適用ケースにおける迂回交通量は 521 台であった。

(2) 転換交通量

事故が発生したことで、関連(並行)道路が負担したであろう交通量として、転換交通量を以下の式で算出した。(式-3 参照)

$$Q_c = \sqrt{\sum_{i \in I} (n(i, M) - N(i, M))^2}$$

流入交通量の場合 $(n(i, M) - N(i, M) > 0)$
流出交通量の場合 $(n(i, m) - M(i, M) < 0)$
 $\dots (式-3)$

ここに、

Q_c : 転換交通量 [台]
 M : 転換交通が通過する流入出区間

である。対象時間帯は事故発生から渋滞解消までであり、流入出区間は対象路線方向の事故発生箇所までの間に通過する全流入出箇所である。(図-2 参照) 適用ケースにおける転換交通量は 2499 台であった。

6. 経済評価指標

(1) 遅れ時間による損失額

渋滞による延べ損失時間を損失額に換算した。尚、延べ損失時間は 1000 台・時とした。(式-4 参照)

$$V = L \cdot C \quad \dots (式-4)$$

ここに、

V : 遅れ時間による損失額 [円]
 C : 時間価値 [円/台・分]

である。適用ケースにおける損失額は 450 万円であった。

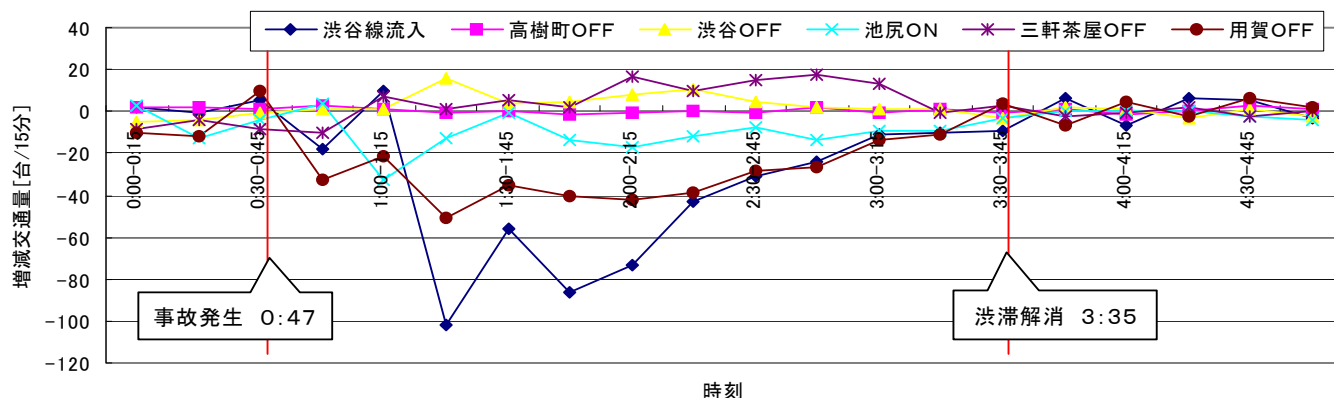


図-7 増減交通量変動図

(2) 一般道路への迂回交通の料金収入への影響

事故が発生しなければ得られたであろう料金収入を，迂回交通量より以下の式で算出した．（式-5 参照）

$$R = Qd \cdot F \quad \dots (式-5)$$

ここに，

R ：損失料金 [円]

F ：通行料金 [円/台]

である．適用ケースにおける損失料金は 36 万円であった．

(3) その他

上記の他に経済的換算が困難な損失として，転換交通量 2499 台の損失（当該道路の平常時の旅行時間と転換先道路の当日の旅行時間との差）と，転換先の道路に生じた速度低下による平常時の転換先道路通行車両の損失（転換先道路の平常時の旅行時間と転換先道路の当日の旅行時間との差）が存在する．

7. おわりに

本研究では，事故渋滞による損失時間について 2 つの推定方法を比較分析することで両手法の近似性と特徴を示した．また，事故渋滞による損失額を示すことで，事故抑止及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と新しいサービス水準の提案を行うための基礎的知見を獲得した．

今後の課題は，様々な事故を対象に両手法について，規模，継続時間，発生時間・場所，事故形態と影響量の相関把握と定量的評価が必要である．これらを踏まえた上で，以下の分析も必要と考える．

- ・ 事故状況に応じた適用手法の判断基準の提示
- ・ 転換交通と転換先に生じた損失の定量的把握

謝辞

本研究を進めるにあたり，首都高速道路公団・錦戸綾子氏，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，pp. 669-676，2002.
- 3) Hiroshi WARITA, Tomoaki OKADA, Atsushi TANAKA: "Evaluation of Operation for Travel Time Information on The Metropolitan Expressway", Proceedings of 8th 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 回日本道路学会論文集，2003.
- 5) 上野秀樹，大場義和，割田博，森田紳之，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.
- 6) 船岡直樹，赤羽弘和，田沢誠也，錦戸綾子：「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」，土木計画学・講演集，Vol. 29，2004（投稿中）