

首都高速道路における事故損失時間評価手法の検討

*首都高速道路(株) 正会員 ○岩崎 興治
千葉工業大学 正会員 赤羽 弘和
パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 船岡 直樹
千葉工業大学 非会員 増子 卓

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ることは明白である。この様な状況下、首都高速道路においては年間約 13,000 件の事故が発生しており、直接的損失は勿論、事故渋滞により後続車両など事故当事者以外が被る追加的時間損失等の間接的損失も甚大である。よって、安全対策の立案に際しては、事故件数だけではなく社会的影響も考慮する必要があると考えられる。

これまで、間接的損失の評価指標は渋滞長の時間積分値である渋滞量[km・時]で表していた。しかし、この概念には、損失を被る車両台数や渋滞中の走行速度の増減の影響が含まれていなかったため、実態に即した評価ができなかった。そこで、事故抑止及び事故処理時間短縮の重要性の明示、事故対策優先箇所選定への適用及びこれらによるサービス水準の評価に適用することを目的に、これまでの間接的損失の評価指標を改善することとした。

本稿では、延べ損失時間[台・時](=Σ(通過交通量×損失時間))として時間損失を定量的に示すことができる評価手法に関し、既往の研究¹⁻³⁾を踏まえて有効性を確認し、首都高速道路における事故損失の評価手法を検討した。その概要を紹介する。

2. 事故損失時間の定義と影響範囲の特定

事故損失時間とは、個々の車両が事故渋滞に伴う速度低下により追加的に要する所要時間である。本研究では、「事故時の通過所要時間－非事故時の通過所要時間」[時]と定義した。

図-2.1 に示すように、予め精度検証を行った車両感知器データにより、時空間速度分布を事故時および平常時について作成する。この速度分布に閾値を越えた差分が生じている領域を、交通事故の時空間影響範囲（以下、影響範囲）として特定する。平常時の走行速度としては、事故日の前後の週における中央値を設定した（以下、中央値速度）。

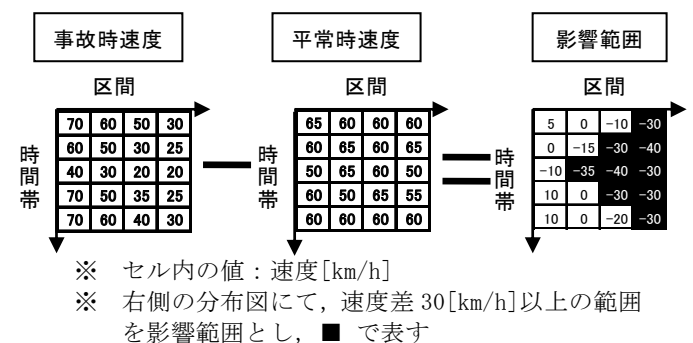


図-2.1 事故損失の時空間影響範囲の特定

交通集中渋滞が日常的に発生している箇所においては、事故による損失時間は事故時と平常時(非事故時)との差分により推定できる。また、交通集中渋滞による損失時間は、平常時(非事故時)と非渋滞時(概ね目標とするサービス水準)との差分により推定できる。

図-2.2 に、損失時間の分離の概念を示す。

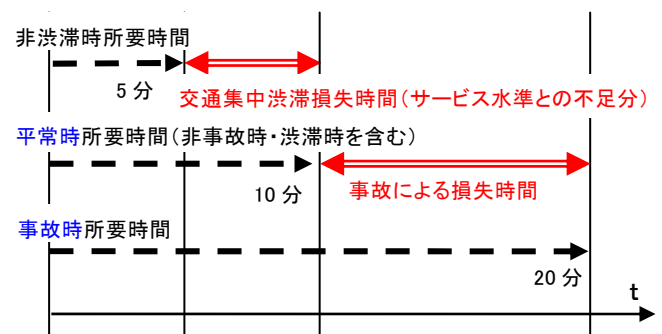


図-2.2 損失時間分離の概念

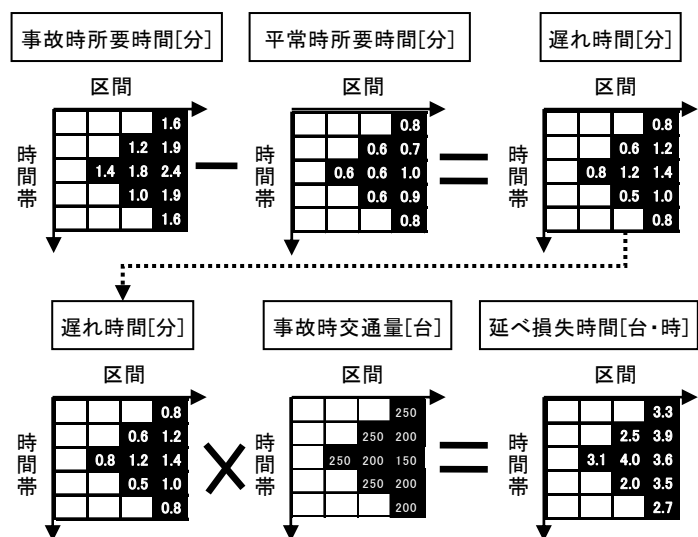
Keywords: 事故渋滞, 損失時間, サービス水準

*連絡先: k.iwasaki621@shutoko.jp

03-3539-9504

3. 損失時間の推定方法

3.1 区間積和法



※ ■は影響範囲を表す

※ 延べ損失時間は、影響範囲内の損失時間の合計

図-3.1 区間積和法の概念図

図-3.1に示すように、事故時と平常時について、同一の区間・時間帯での所要時間の差分から遅れ時間を算出する。これに対応する事故日の交通量との積を求め、影響範囲内の損失時間の総和を延べ損失時間として推定する。

渋滞が合流部を超えて延伸する場合にも、影響範囲内における各区間・時間帯の損失時間の総和により延べ損失時間を推定できる。

3.2 走行軌跡積和法及び累加曲線収束計算法

図-3.2に基本概念を示す。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。次に、各時間帯で事故時と非事故時または非渋滞時の所要時間の差分を時間軸上の過去へ変位させ、非事故時または非渋滞時の累加交通量曲線を描く。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に相当する。

走行軌跡積和法及び累加曲線収束計算法においては、図-3.3に示すようにボトルネックを先頭とした逆タイムスライス法²⁾を用いて、走行軌跡に沿った渋滞時の所要時間を算出する。

前者は事故は発生していないが日常的に交通集中渋滞発生している時間帯ではその交通状況での所要時間、後者は結果的に非渋滞時の所要時間と、事故時所要時間とを比較することになる。両手法の非渋

滞時所要時間の推定手順は、以下の通りである。

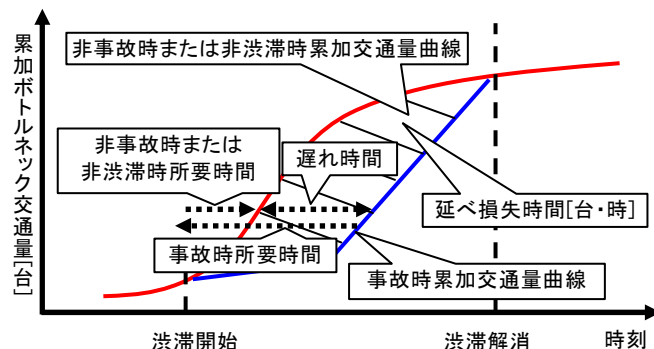
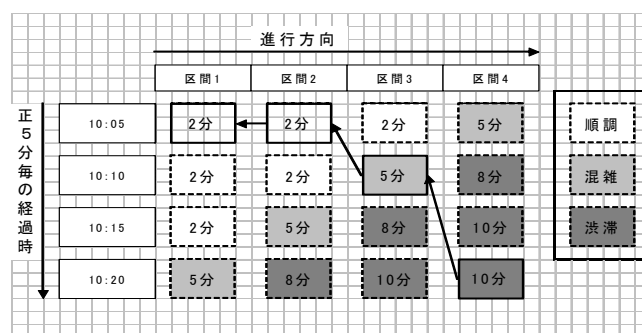


図-3.2



累加曲線法の概念図

図-3.3 逆タイムスライス法の概念図

①走行軌跡積和法による非事故時所要時間の推定

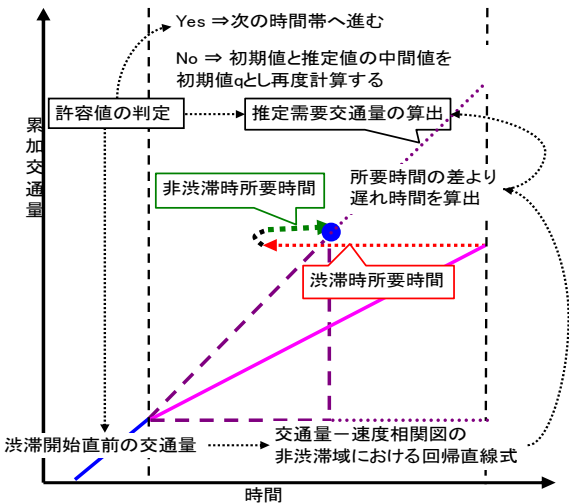
本手法では、影響範囲内において、事故日の前後の週における感知器データの中央値速度を用い、逆タイムスライス法を適用し、平常時(非事故時)における所要時間の推定を行う。

②累加曲線収束計算法による非渋滞時所要時間の推定

図-3.4に示す本手法における非渋滞時所要時間の推定手順は、以下の通りである。

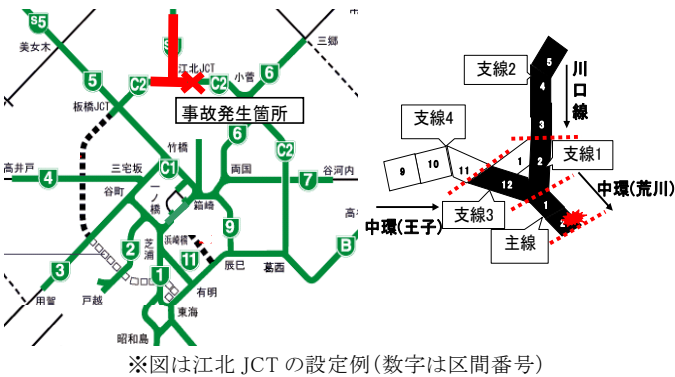
- 渋滞発生時間帯において、当該時間帯直前の非渋滞時交通量を需要交通量の初期推定値とする。
- 初期推定値を、当該区間における交通量-速度相関図の非渋滞域における回帰直線式に入力し、非渋滞時速度を推定する。
- 非渋滞時速度と当該区間長とから、非渋滞時所要時間を推定する。次いで、それと渋滞時所要時間との差より遅れ時間を算出する。
- 遅れ時間より、当該時間帯における需要交通量を再推定する。
- 需要交通量の初期推定値と再推定値との差が許

容値未満であれば、再推定値を当該時間帯における需要交通量（非渋滞時交通量）とする。許容値以上のときには、初期推定値と再推定値の平均値を算定し、手順の先頭に戻って許容値未満に収束するまで繰り返す。同様の手順を各時間帯において渋滞終了時刻まで継続する。



図－3.4 累加曲線収束計算法における非渋滞時所要時間の推定方法概念

図－3.5 に示すように、本 2 手法では延べ損失時間推定時にボトルネック交通量を用いることから、渋滞延伸末尾が複数経路に及ぶ場合には、分・合流部に仮想ボトルネックを設定することで、事故による延べ損失時間を推定できる。これより、渋滞の影響を被ったがボトルネック手前で分流した交通も考慮した損失時間を推定できる。



図－3.5 仮想ボトルネックの設定方法

4. 事故渋滞および交通集中渋滞による損失時間の分離精度の評価

累加曲線収束計算法では、非渋滞時速度を用いる

ため、事故渋滞だけでなく交通集中渋滞による損失時間も含めた総損失時間が推定される(図－2.2 参照)。一方、走行軌跡積和法で用いた中央値速度により非事故時における累加ボトルネック交通量曲線を描くと、非事故時と非渋滞時との差分として、平常時における交通集中渋滞による損失時間が推定できる。したがって、これを事故時の総損失時間から差し引くと、事故により付加的に発生した損失時間も推定することができる。

累加曲線収束計算法以外の 2 手法においては、規制速度などを目標サービス水準の評価値として設定することにより、平常時におけるサービス水準からの低下分としての損失時間を推定することも可能である。

5. 具体事例への適用

5.1 事故の概要

2 から 4 に示した各手法を、実際の事故に適用した結果を、以下に示す。事例抽出に際しては、大規模なネットワークを抱える首都高速道路全線にて、全時間帯において損失時間評価を行えるように、以下の条件を設定した。

- 事故渋滞が合流部を超えて延伸した
- 日常的に交通集中渋滞が発生していた

適用した事故の概要を、表－5.1 及び図－3.5 に示す。

表－5.1 中央環状線事故概要

路線	発生箇所	事故発生	規制開始	規制終了
中央環状線(外)	江北 JCT～扇大橋出口	4:48	5:01	7:27

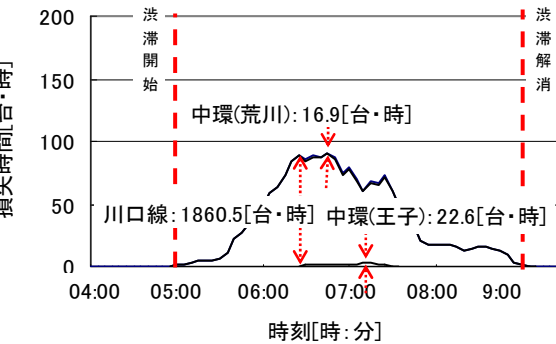
5.2 評価結果

表-5.2 および図-5.2 に、各手法における推定結果を示す。延べ損失時間に関しては、走行軌跡積和法と累加曲線収束計算法とにおいて、推定値は一致した。また、区間積和法の結果もほぼ同程度となった。各時間帯の損失時間の変動も、前 2 者においてはほぼ一致した。これらと比較して、区間積和法の結果は、ピーク時間が相対的に繰り上がっている。

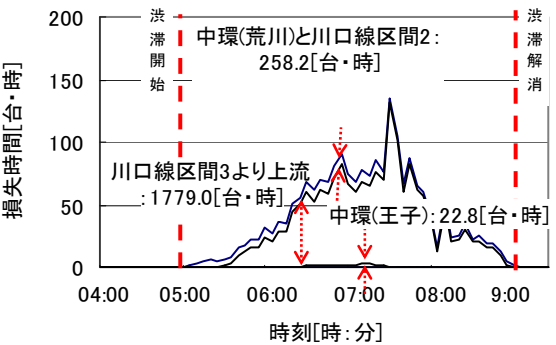
表－5.2 延べ損失時間評価結果

手法	延べ損失時間[台・時]	
	事故渋滞	交通集中渋滞

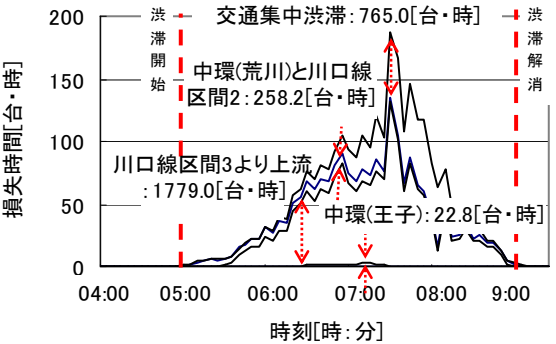
区間積和法	1901	—
走行軌跡積和法	2060	—
累加曲線収束計算法	2060	765



① 区間積和法



② 走行軌跡積和法



③ 累加曲線収束計算法

※区間番号は図-3.5 参照

図-5.2 適応事例における推定結果

5.3 各推定手法の特徴

表-5.3 に、各手法の特徴の比較を示す。

表-5.3 損失時間推定手法の比較

項目	区間積和法	走行軌跡積和法	累加曲線収束計算法
平常時所要時間	中央値速度	中央値速度	Q-V 図より算出した速度
推定に用いる交通量	各区間の交通量	ボトルネック交通量	ボトルネック交通量
旅行時間の推定方法	同時刻の区間旅行時間の和	走行軌跡に基づいて推定	走行軌跡に基づいて推定
感知交通量のバイアス誤差の影響	大	小	小
計算手法の難易度	容易	やや容易	煩雑

感知器設置密度の高さ	必要	低くても可	低くても可
流出入交通量の考慮	○	△ (煩雑)	△ (煩雑)
交通集中渋滞と事故渋滞の分離	○	○	△ (煩雑)

首都高速道路の特徴として、出入口が多く、感知器が多いことが挙げられる。これらを考慮すると、当道路において損失時間を評価する際は、簡易かつ実用的な精度で損失時間を評価できる区間積和法が最も適切と考えられる。

6. おわりに

本研究により、損失時間評価手法は3手法とも有効な評価方法であること、首都高速道路においては区間積和法が最も適切な手法であることを確認した。

さらに詳細な影響を分析するには、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一般道路への迂回交通や、事故発生により並行する一般道路や関連する路線が負担した転換交通による他経路への影響も考慮する必要がある。この迂回・転換交通量は事故時と平常時との差分より推定できるが、所要時間の把握は困難である。首都高速道路だけではなく全国の道路網に適用するため、迂回・転換交通による損失評価方法や、感知器設置密度が疎で出入口がある路線へ適用できるように改善が必要である。

本研究に取り組むにあたり、千葉工業大学卒業生の古澤英信氏や同修士2年の前司敏昭氏をはじめ、パシフィックコンサルタンツ(株)の佐藤光氏、首都高速道路(株)の田沢誠也氏、小川晃市氏、割田博氏には、親切丁寧なご指導とご助言を頂いた。ここに、心より感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 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，No. 02043，2003.
- 2) 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，土木計画学研究発表会，Vol. 29，2004.
- 3) 田沢誠也，赤羽弘和，割田博，船岡直樹：事故渋滞による損失時間の評価法の比較分析，第24回交通工学研究発表会，pp. 81-84，2004.