

事故渋滞に伴う遅れ時間の指標化検討

大村 陽¹・満島 青葉²・牧野 修久³・伊藤 大貴⁴

¹非会員 首都高速道路株式会社 保安・交通部 (〒100-8930 東京都千代田区霞が関1-4-1)
E-mail:t.omura85@shutoko.jp

²非会員 首都高速道路株式会社 保安・交通部 (〒100-8930 東京都千代田区霞が関1-4-1)
E-mail: a.mitsushima5551@shutoko.jp

³非会員 株式会社長大 第2計画事業部 第3計画部 (〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南1-18-24)
E-mail:makino-n@chodai.co.jp

⁴正会員 株式会社長大 第2計画事業部 第3計画部 (〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南1-18-24)
E-mail:itou-hr@chodai.co.jp

事故渋滞にいったん巻き込まれると長時間抜け出せないこともあり、お客様への悪影響が大きい。首都高速道路においては、これまで事故多発箇所に着目した安全対策による事故削減を中心に取組んできたため、事故渋滞削減の観点は比較的抜け落ちていた。そのため、事故渋滞を安全対策選定の評価基準とすることでお客様へのサービス水準向上を目指すべく、事故渋滞による遅れ時間の指標化検討を行った。

Key Words : 事故渋滞, 遅れ時間, 逆タイムスライス法

1. はじめに

首都高速道路株式会社では、経営理念を念頭に、2018年度からの中期経営計画において、「安全・安心の追求」「快適・便利なサービスの提供」等の5つの柱のもと、常にお客様や社会のニーズを認識しながら、安全・安心で快適なサービスを提供するための努力を続けてきた¹⁾。安全・安心の追求の観点からは事故多発箇所や事故急増箇所等を中心に、安全対策を実施してきたことで、ここ数年の総事故件数は減少傾向を示している。その一方で、快適・便利なサービスの提供の観点から、事故発生に伴う渋滞についてはお客様への悪影響が大きいと考えられるものの、その事象に特化した対策が講じられてこなかった。

本稿では事故渋滞に伴う遅れ時間（以下、事故渋滞遅れ時間）の分析結果をもとに、事故渋滞抑止の観点から今後の安全対策実施のための指標化の検討を行った。

2. 分析方針

首都高速道路では出入口及び本線部において車両感知器による交通量や速度等のデータを蓄積しており、交通状況について、自由流（G）、混雑（Y）、渋滞（R）を判別し、渋滞に際しては事故による渋滞（AR）、工

事による渋滞（CR）等についても判別を行っている。

本稿では、事故渋滞（AR）に着目し、お客様に対するサービス水準向上の観点からより適切な指標について検討した。

具体的には、ある事故により発生した渋滞開始地点から事故渋滞の先頭までの所要時間から、当該渋滞の発生していない平均的な状態での所要時間を差し引いた時間を事故渋滞遅れ時間と定義した。また、平均的な交通状態が自由流の時間帯であれば、自由流時の走行時間との差分を、平均的な交通状態が渋滞している時間帯であれば、渋滞通過時間との差分を遅れ時間として算出する手法を用いることとした。

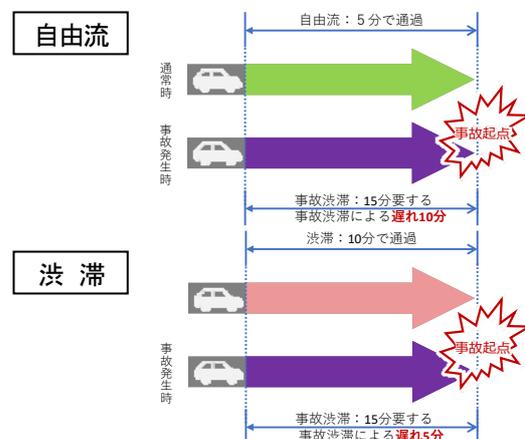


図-1 事故遅れ時間の算定イメージ

事故遅れ時間の算定フローを図-2に示す。

事故渋滞区間を対象として、平均的な交通状態との所要時間差を算出し、所要時間差に事故渋滞に巻き込まれる車両の総台数を乗じて事故総遅れ時間（以下、総遅れ時間）を算出した。総遅れ時間を総台数で除することで1台あたりの平均遅れ時間（以下、平均遅れ時間）を算出する流れとなる。

ここでは、各事故渋滞への巻き込まれ車両の所要時間を考慮して遅れ時間を算定するため、タイムスライス法を活用することとした²⁾。

集計対象期間は、大井南入口専用化（2019年4月15日）後から小松川JCT開通（2019年12月2日）前までの首都高ネットワークが一様な期間である2019年4月～11月の8ヶ月間を対象とした。また、台風による通行止めが発生した日は除外した。

<前提条件>

- ・事故渋滞発生区間（起点）の各5分間交通量を巻き込まれ台数として定義する。
- ・遅れ時間の算定は、対象データ内のデータのみとし、同一区間で算定する。
- ・平均遅れ時間は台数を加味して算定する。
- ・合流部では、事故渋滞起点交通量をそのまま1台あたり遅れ時間に乘じると過剰となるため、合流比率を基に交通量を分割する。

<算定の流れ>

対象とする車両感知器測定区間範囲の設定
交通状況データ（RYG）から事故渋滞発生箇所（AR）を抽出する。

算定対象の設定

事故渋滞巻き込まれ開始～通過までの区間・時間帯を設定する。

事故時所要時間の算定

事故渋滞に巻き込まれた区間・時間帯を起点として、タイムスライス法により所要時間を算定する。

通常時所要時間の算定

事故渋滞に巻き込まれた区間・時間帯を起点として、逆タイムスライス法により通常時所要時間を算定する。
事故渋滞による遅れ時間の算出

の差分から、事故渋滞による遅れ時間を算出する。

総遅れ時間の算出

の結果に事故渋滞起点の捌け交通量を乗じ、事故渋滞に巻き込まれた車両の総遅れ時間を算出する。

平均遅れ時間の算出

の結果を巻き込まれた台数（事故渋滞起点の捌け交通量）で除して平均遅れ時間を算出する。

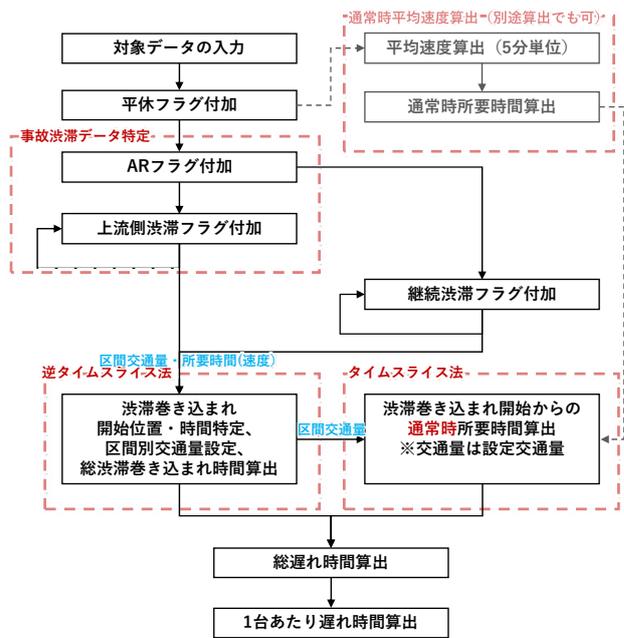


図-2 タイムスライス法を適用した算定フロー

上述の算定の流れに基づいた算定例について図-3に示す。なお、使用する車両感知器データは5分単位であるため、観測されている交通量の平均通過時刻は、各5分間の中央として、2.5分の位置からスタートし、どの区間、時間帯を通過しているかを示したものである。

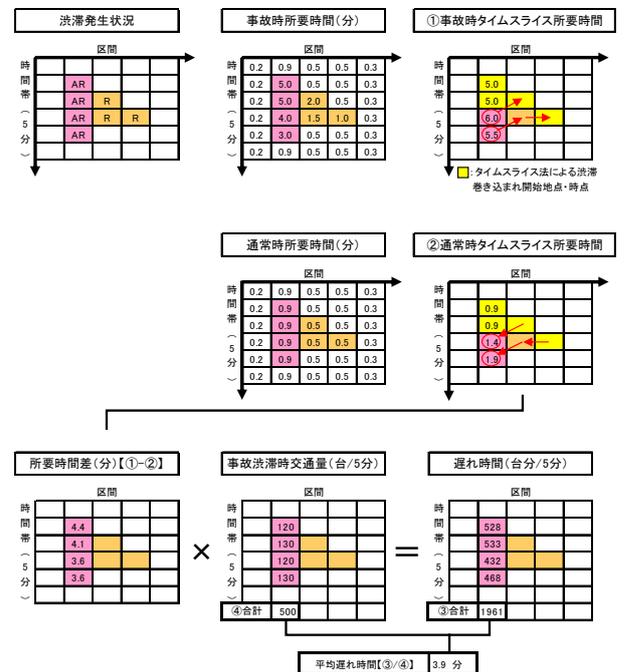


図-3 タイムスライス法による平均遅れ時間算定イメージ

3. 分析結果

(1) 平均遅れ時間の傾向

事故渋滞に伴う遅れ時間が長期化しやすい事故の特徴を把握するため、総遅れ時間を事故渋滞の影響を受けた総台数で除した1台あたりの平均遅れ時間に着目して分析した。

なお、集計に際しては、事故による遅れ時間が発生している事象を対象とした。

a) 平均遅れ時間の頻度分布

集計期間における首都高速道路全線での平均遅れ時間は、1台あたり4.4分であり、85%タイル値では8.7分程度の遅れが発生している状況にある。

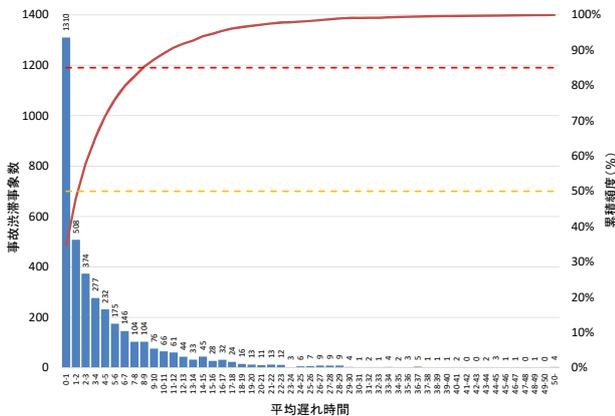


図4 平均遅れ時間の分布状況

渋谷線、4号新宿線、高速川口線等)で遅れ時間の長い箇所が連担している傾向がみられ、その他一部平均遅れ時間の長い箇所が点在している状況がみられた。一方、都心環状線、6号向島線等、渋滞により比較的速度低下が発生しやすい箇所では平均遅れ時間は必ずしも長くない傾向がみられた。

c) 事故内容別平均遅れ時間の傾向

事故内容別に平均遅れ時間の傾向(図-6)をみると、物損事故に対し、死傷事故では約1.8倍の時間を要している。背景には、事故発生時の処理時間が物損事故に対し、死傷事故では2.0倍の時間を要しており、車線規制の解除までの時間が長いことなどが理由として考えられる³⁾。

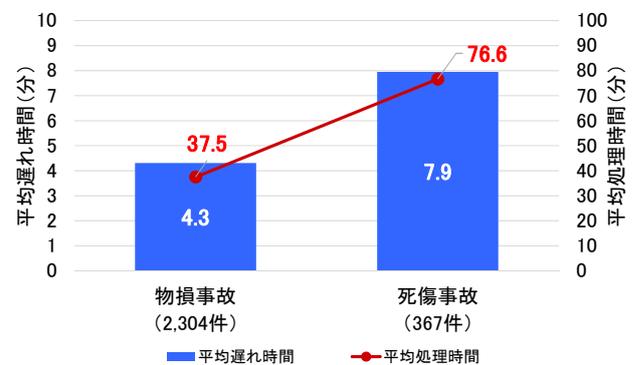


図6 事故内容別平均遅れ時間の比較

b) 区間別平均遅れ時間の傾向

車両感知器測定区間別に平均遅れ時間の分布(図-5)をみると、特に中央環状線外側の放射線上り方向(3号

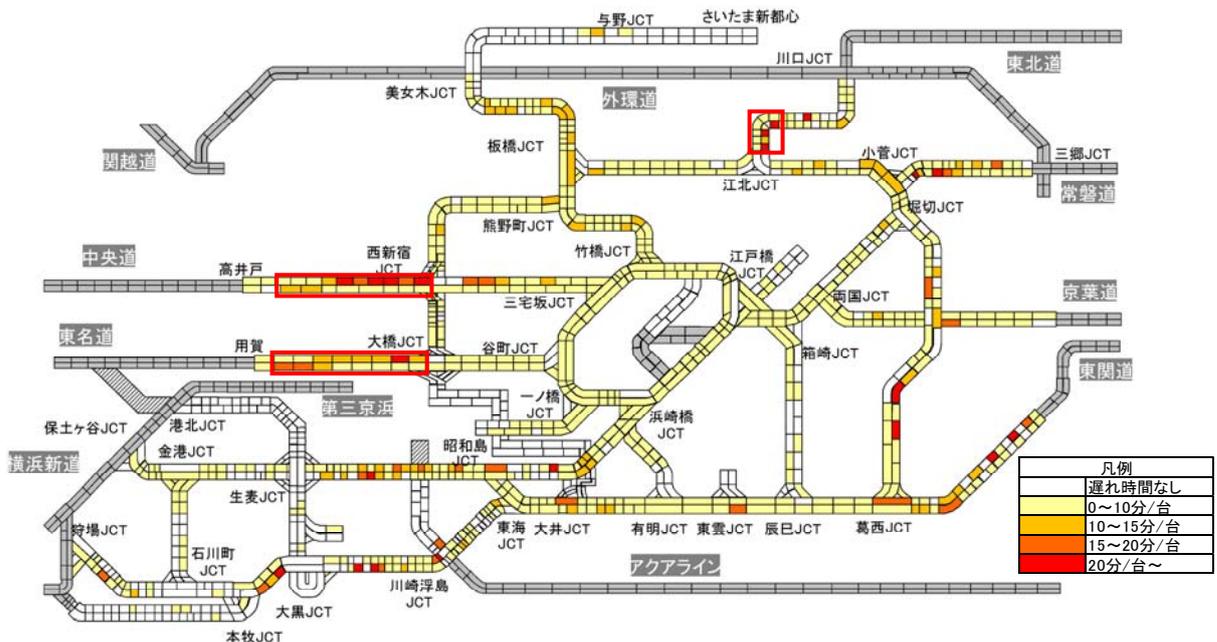


図-5 区間別平均遅れ時間の分布

d) 事故形態別平均遅れ時間の傾向

事故形態別に平均遅れ時間の傾向（図-7）をみると、物損事故、死傷事故ともに最も平均遅れ時間が長いのは追突事故であった。一方、平均遅れ時間と事故処理時間には特に相関はみられなかった。

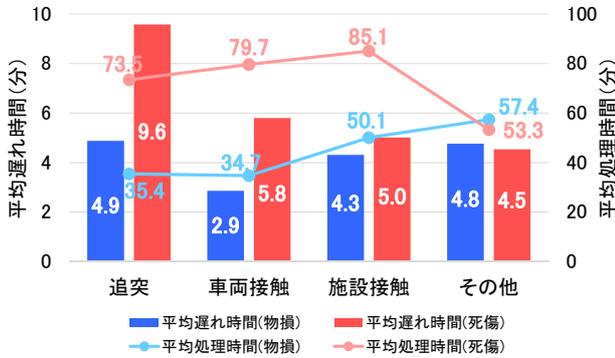


図-7 事故形態別平均遅れ時間の比較

e) 路面状態別平均遅れ時間の傾向

路面状態別に平均遅れ時間の傾向（図-8）をみると、物損事故では路面状態による平均遅れ時間の差はみられず、死傷事故では乾燥時の方が湿潤時に比べ、平均遅れ時間が長い傾向がみられた。

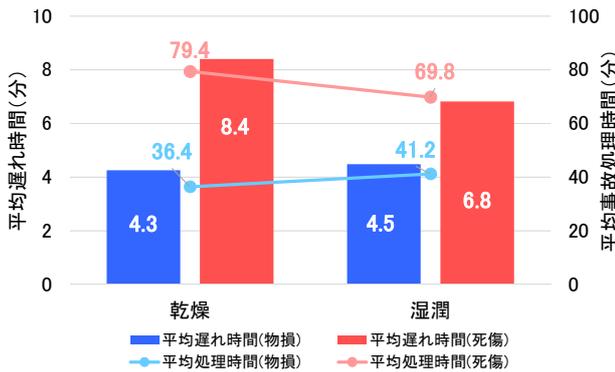


図-8 路面状態別平均遅れ時間の比較

f) 車両形態別平均遅れ時間の傾向

車種形態別に平均遅れ時間の傾向（図-9,10）をみると、物損事故では施設接触事故において、車両が大きくなるに従って平均遅れ時間が長くなる傾向がみられた。一方、死傷事故では追突事故において、車両が大きくなるに従って平均遅れ時間が長くなる傾向がみられた。

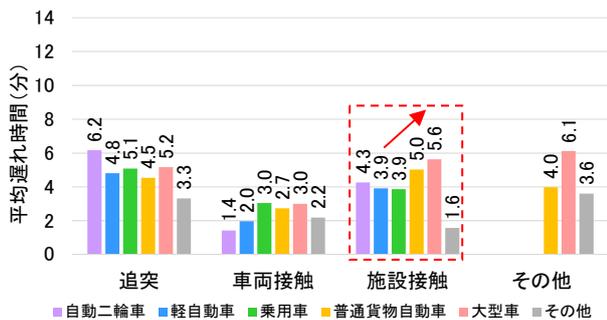


図-9 車種別平均遅れ時間の比較 (物損事故)

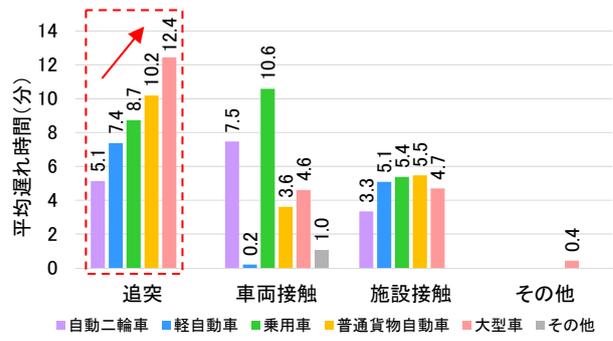


図-10 車種別平均遅れ時間の比較 (死傷事故)

g) 車線閉塞状況別平均遅れ時間の傾向

車線閉塞状況別に平均遅れ時間の傾向（図-11,12）をみると、2車線よりも3車線の方が車線閉塞時の遅れ時間が長くなる傾向がみられた。2車線では死傷事故において全車線閉塞時よりも1車線閉塞時に平均遅れ時間が長くなる傾向がみられ、3車線では閉塞車線数に応じて平均遅れ時間が長くなる傾向がみられた。

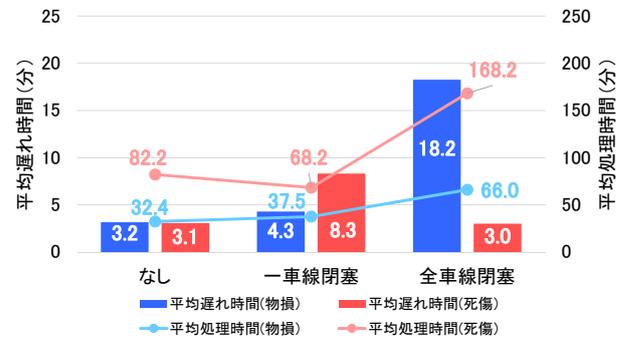


図-11 車線閉塞状況別平均遅れ時間 (2車線)

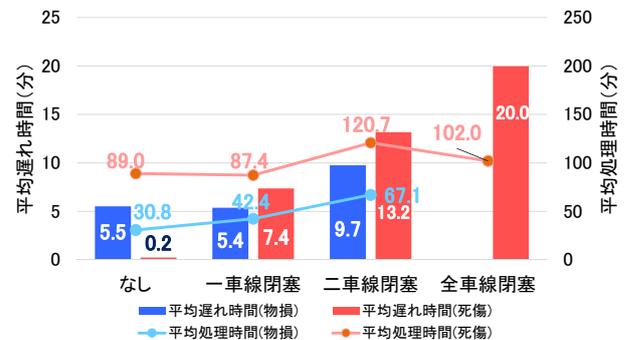


図-12 車線閉塞状況別平均遅れ時間 (3車線)

(2) 総遅れ時間の上位15%事故の特徴分析

ここでは、お客様に対し事故渋滞遅れ時間の影響が大きい区間の特徴を把握するため、総遅れ時間の長い上位15%の事故に着目し分析を行った。

a) 総遅れ時間上位15%事故の事故発生状況

総遅れ時間上位15%事故の発生状況（図-13）をみると、事故渋滞発生区間全体では1区間あたり8件であるのに対し、上位15%事故発生区間では12件と1.5倍多くの事故が発生しており、総遅れ時間の長い区間では事故が多発している傾向にあることが推測できる。

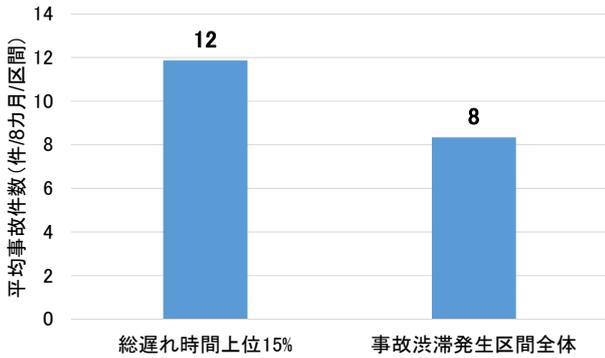


図-13 総遅れ時間上位 15%事故の事故発生状況

b) 総遅れ時間上位15%事故の交通状況

総遅れ時間上位15%事故の交通量（台/5分）（図-14）をみると、事故渋滞発生区間全体では1区間あたり126台/5分であるのに対し、上位15%事故では139台/5分と1.1倍の交通量であった。総遅れ時間の長い事故は比較的交通量が多い状況において発生していることが推測できる。

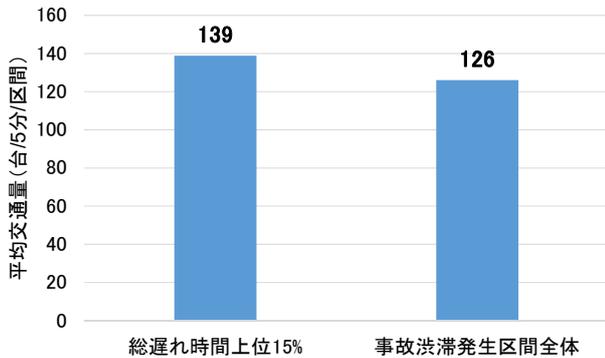


図-14 総遅れ時間上位 15%事故の交通状況

c) 総遅れ時間上位15%事故の事故形態別傾向

図-15をみると、総遅れ時間上位15%の形態別事故は、全事故と比較し、追突事故の割合が高い傾向がみられた。

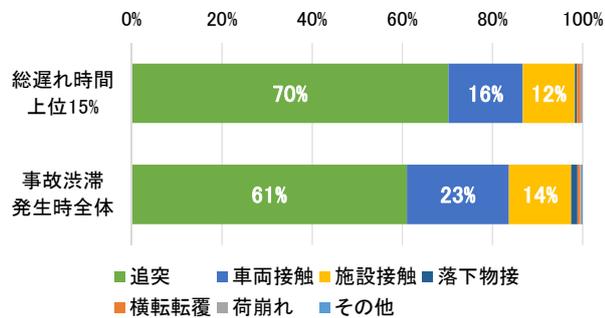


図-15 総遅れ時間上位 15%事故の事故形態

d) 総遅れ時間上位15%事故の車線閉塞状況

図-16より、総遅れ時間上位15%事故の車線閉塞状況は事故渋滞を発生させた全事故と同様の傾向がみられた。

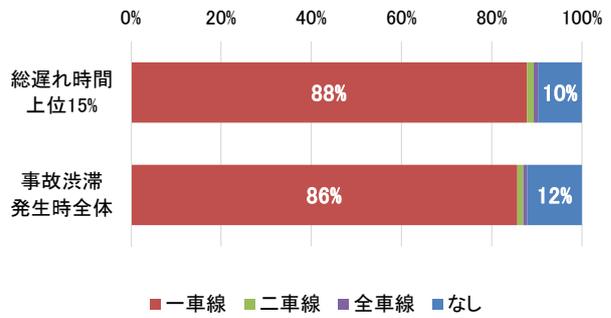


図-16 総遅れ時間上位 15%事故の車線閉塞別状況

e) 総遅れ時間上位15%事故の渋滞状況

総遅れ時間上位15%事故による渋滞状況（図-17）は、事故渋滞を発生させた全事故よりも渋滞中の事故の割合が高い傾向がみられた。

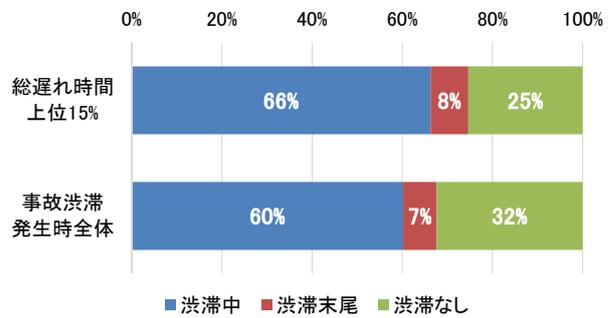


図-17 総遅れ時間上位 15%事故の渋滞状況別状況

f) 総遅れ時間上位15%事故の車両形態別傾向

図-18より、総遅れ時間上位15%事故の車両形態は、事故渋滞を発生させた全事故と同様の傾向がみられた。

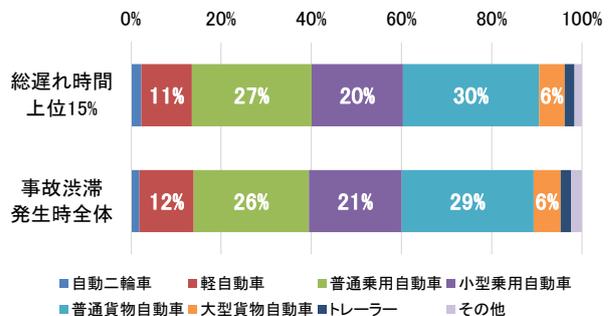


図-18 総遅れ時間上位 15%事故の第1当事者車両

(3) 総遅れ時間の区間別特徴分析

ここでは、お客様への影響の大きいネットワーク区間の特徴を把握するため、車両感知器測定区間に総遅れ時間の分布（図-19）を確認したところ、遅れ時間の長い箇所は平均遅れ時間の長い箇所との相関が見え、遅れ時間の長い箇所が連担している傾向にある。よって、総遅れ時間の長い一連の区間である3区間（3号渋谷線上り（用賀 - 大橋JCT間）、4号新宿線上り（高井戸 - 西新宿JCT間）、5号池袋線上り（美女木JCT - 板橋JCT間））に着目し、総遅れ時間が長くなる要因について分析を行った。

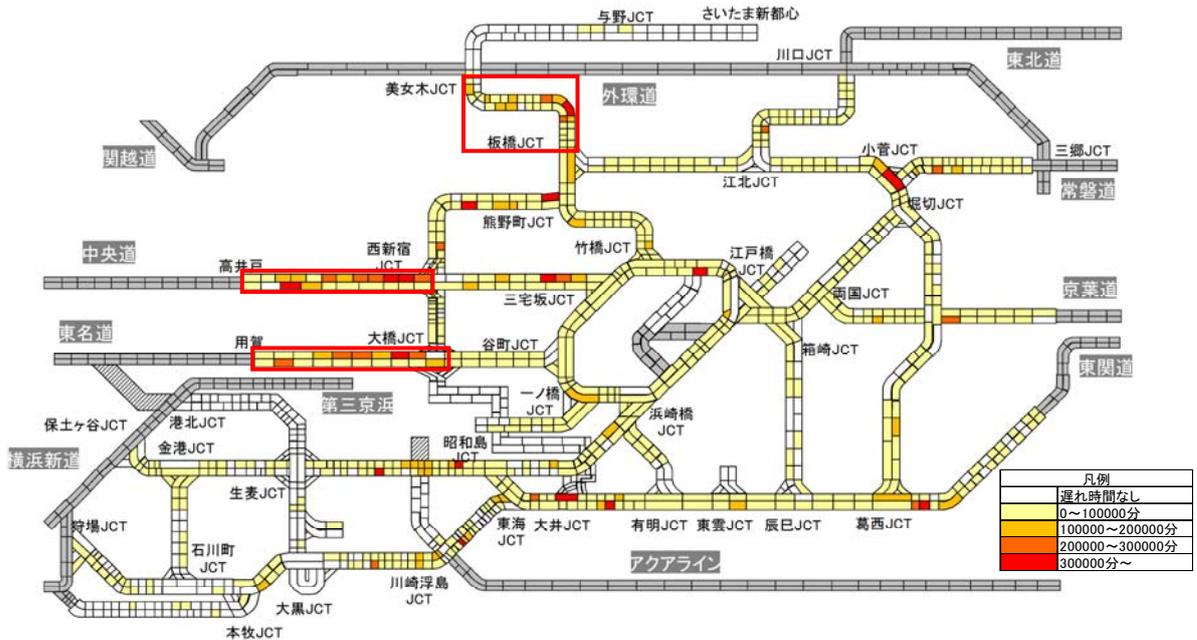


図-19 区間別総遅れ時間の分布

a) 総遅れ時間上位3区間の事故形態別傾向
 総遅れ時間上位3区間の事故形態別事故状況(図-20)をみると、全事故と比較し、4号新宿線(高井戸-西新宿JCT)において追突事故の割合、他の2区間においては車両接触事故の割合が高い傾向がみられた。

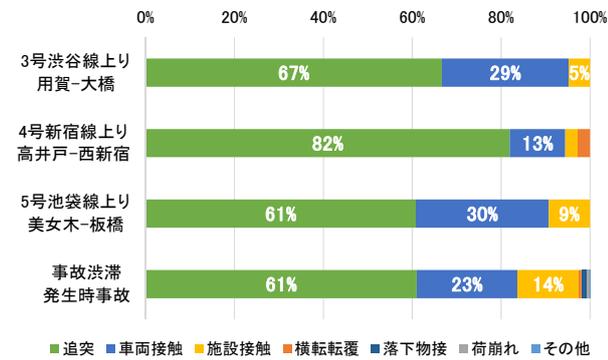


図-20 総遅れ時間上位3区間の事故形態別状況

b) 総遅れ時間上位3区間の渋滞状況別傾向
 総遅れ時間上位3区間の渋滞状況別事故状況(図-21)より、事故渋滞発生時の全事故と比較し、3区間とも渋滞中の事故の割合が高い傾向がみられた。

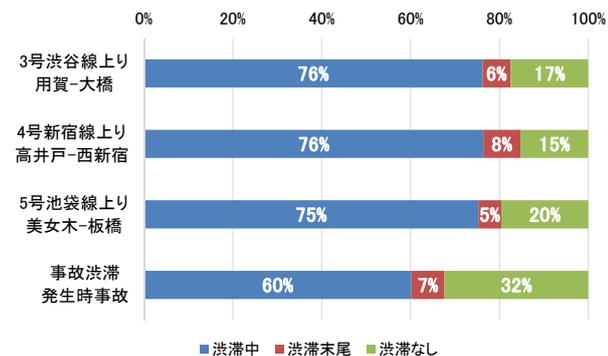


図-21 総遅れ時間上位3区間の渋滞状況別状況

c) 総遅れ時間上位3区間の車両形態別傾向
 総遅れ時間上位3区間の事故形態別事故状況(図-22)より、事故渋滞発生時の全事故と比較し、3号渋谷線、4号新宿線では乗用自動車の割合が高く、5号池袋線では普通貨物車の割合が高い傾向がみられた。

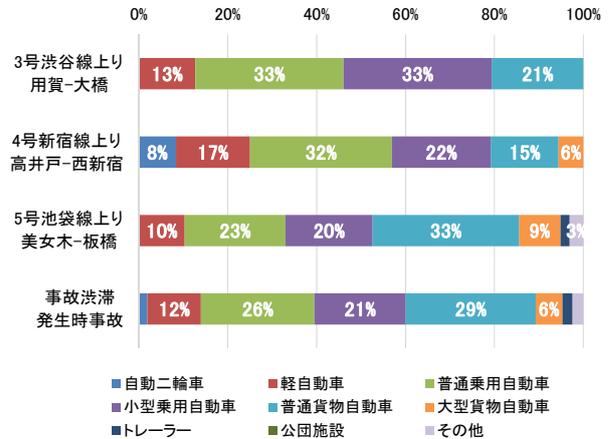


図-22 総遅れ時間上位3区間の第1当事者車両

4. 事故遅れ時間の運用方法について

これまで首都高速道路においては事故多発箇所や事故急増箇所等を中心に交通安全対策を行ってきたが、対策を検討する上での新たな指標として事故渋滞に伴う遅れ時間に着目し、事故毎の特徴について上述した。お客様サービスの追求の観点からは、総遅れ時間を削減することが、サービス水準の向上に繋がると考えられることから、総遅れ時間の長くなりやすい事故および箇所の特徴を踏まえた対策箇所の選定や対策方法の検討が必要と考えられる。そのためには、実施した安全対策による遅れ

時間への影響を把握することが重要であると考えられる。また、これまで着目してきた事故多発箇所への安全対策による事故削減効果と併せた検証を行うことで、お客様へのより安全かつ快適なサービスの提供が可能となるものと考えられる。

5. おわりに

(1) 本稿で得られた知見・考察

a) 事故渋滞遅れ時間が長期化しやすい事故の特徴

事故渋滞遅れ時間が長期化しやすい事故の特徴を把握するため「平均遅れ時間」の観点から分析を行った結果、物損事故よりも死傷事故の方が遅れ時間が長期化しやすく、追突事故において遅れ時間が長期化しやすい傾向があることがわかった。特に、追突による死傷事故では車両サイズが大きくなるに従い遅れ時間が長期化しやすい傾向があることがわかった。また、事故発生に伴う車線閉塞が発生しても閉塞車線数に比例して必ずしも遅れ時間が長くなっていないことから、事故渋滞発生時の交通状況等も影響を与える可能性があることも推測できる。

b) 事故渋滞遅れ時間が長い車両感知器測定区間の特徴

事故渋滞遅れ時間が長い車両感知器測定区間の特徴を把握するため「総遅れ時間」の観点から、総遅れ時間上位3区間に着目して分析を行った。その結果、区間によって事故形態や車両形態の特徴が異なるものの、共通して渋滞中の事故の割合が高い傾向がみられることがわかった。このため、総遅れ時間を減少させるためには、平均遅れ時間が長期化しやすい事故と同様に、総遅れ時間の長期化しやすい区間においても渋滞削減による追突事

故の削減が重要な視点の一つと考えられる。

(2) 今後の課題

事故渋滞遅れ時間を算定するためには、車両感知器データを用いて、事故渋滞発生時の区間及び時間を対象に、タイムスライス法を活用し、1事象ごとに遅れ時間を算定する必要がある。また、平均的な交通状態における所要時間を算定する必要があるため、一定期間における所要時間を併せて逆タイムスライス法により算定する必要もあり、データ処理に大きな労力と時間を要することとなる。近年のデータ処理速度の進展により、処理時間の短縮は図られるものの、複雑な計算を行う必要がある。今後、事故渋滞に伴う遅れ時間の運用方法を決定した後は、条件を詳細に設定することにより遅れ時間を自動的に算出するシステムを構築することが課題である。

また、事故渋滞が発生した際のお客様に向けた遅れ時間情報の提供等についてもお客様サービス水準の向上のために重要と考えられることから、今後の検討課題としたい。

参考文献

- 1) 首都高速道路株式会社：中期経営計画（2018-2020）、https://www.shutoko.co.jp/~media/pdf/responsive/corporate/company/mmenterprise/201804/chuki2018-2020_all.pdf
- 2) 岩崎興治，赤羽弘和，船岡直樹，増子卓：首都高速道路における事故損失時間評価手法の検討，第 26 回交通工学研究発表会，2006。
- 3) 稲富貴久，割田博，桑原雅夫，佐藤光：首都高速道路における事故時車線閉塞時間予測に関する研究，第 29 回交通工学研究発表会，pp297-300，2009。

(2021.3.7受付)

A CONSIDERATION OF INDEXING DELAY TIME DUE TO TRAFFIC CONGESTION CAUSED BY TRAFFIC ACCIDENTS

Takashi OMURA, Aoba MITSUSHIMA, Nobuhisa MAKINO and Hiroki ITO

Once you get caught in a traffic jam caused by a road traffic accident, you sometimes can not get out of it for a while. The incident seems to have a great adverse effect on customers. Imprementation of safety measures for reducing the number of traffic accident on the spots which are likely to have the accidents in the Metropolitan Expressway has been focused so far. Therefore, the perspective of reducing congestion caused by an accident has not been relatively considered. Thus, in order to achieve the comfortable driving environment to the drivers by using how big congestion caused by those accidents is as an evaluation standard for selecting safety measures, indexing of delay time due to congestion caused by traffic accidents was examined.