

都市高速道路における追突事故発生状況の感知器データによる分析

○千葉工業大学 正会員 赤羽弘和

(株)千代田コンサルタント 長谷川潤

日本大学 正会員 森田緯之

1. はじめに

首都高速 4 号上り線赤坂トンネルでは、入口付近の 1.9～2.4KP 区間において、平成 5 年 4 月～平成 8 年 3 月にかけて 228 件の事故が集中して発生している。本研究では、当該区間における事故、特に追突事故の発生状況を感知器データなどにより詳細に分析し、事故の発生要因および過程を推定することを目的とした。

2. 事故発生状況

図 1 に示すように、当該区間における事故発生状況には、次のような特徴がある。

- 1) 首都高全線では追突事故件数が総事故件数の 50%弱であるが、当該区間では 90%以上を占める。
- 2) 首都高全線では午前および午後を合わせた昼間の事故件数が総数の 60%弱を占めるに過ぎないが、当該区間では 86%以上を占める。
- 3) 首都高全線では休日における事故件数は総数の 1/3 程度であるが、当該区間では 45%以上を占める。
- 4) 首都高全線での渋滞末尾事故件数は総数の 8%程度であるが、当該区間では 27%以上を占める。

図 2 から、トンネル入口を含む 100m 区間である 2.1～2.2KP において 110 件が、その前後の 100m を含む

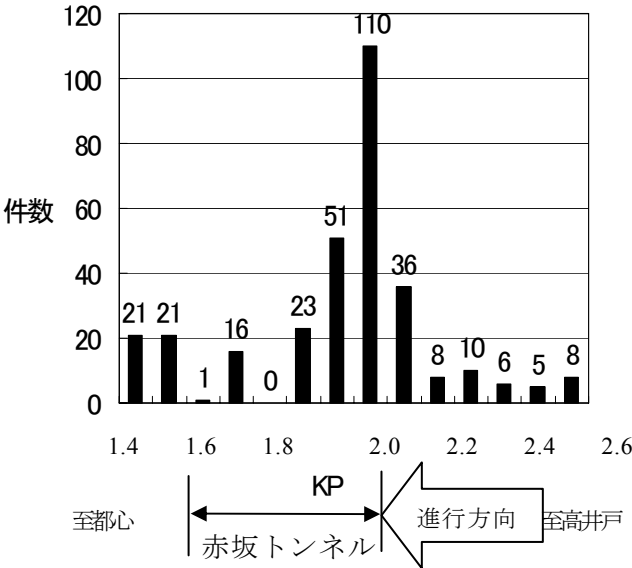


図 2 赤坂トンネル付近での事故件数分布 (平成 5 年 4 月～平成 8 年 3 月)

2.0～2.3KP において 197 件が、集中して発生していることがわかる。なお、2.1～2.2KP における総事故 110 件のうち、追突事故は 106 件であった。

3. 交通状況の基礎的分析

赤坂トンネル内で平成 11 年 2 月 27 日(土)12:00～2 月 28 日(日)12:00 にかけて録画された CCTV 画像の分析と、RYG 判定値との照合を行った結果を、以下に示す。RYG 判定値とは、車両感知器による時間平均速度に基づいて、概ね時速 20Km 未満を Red (渋滞)、時速 20Km～40Km を Yellow (混雑)、時速 40Km 以上を Green (非渋滞)と区分した結果である。

- ① 渋滞の末尾が赤坂トンネル入口付近にとどまり、一進一退しているように見える。一方で、渋滞流中を粗密波が伝播しているだけの可能性もある。
- ② 2 月 27 日 12:00 頃の渋滞は末尾が永福ランプより上流まで延進していた。その時点では、赤坂トンネルの交通状況も R または Y と判定されていたが、12:15 分頃から、渋滞末尾位置は永福ランプ付近のままで、

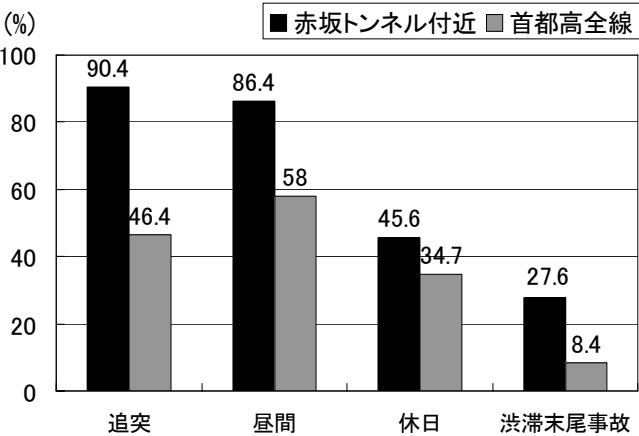


図 1 総事故件数に対する割合 (平成 5 年 4 月～平成 8 年 3 月)

赤坂トンネル付近～外苑付近で G 判定となり、いわば「渋滞の中抜け状態」が発生していた。この中抜け区間の上流端からは粗密波が発生してさらに上流に伝播しており、赤坂トンネルより下流区間の渋滞と上流区間の渋滞とは、独立していると判断される。

4. 交通状況の基礎的分析結果に基づく仮説

事故多発の要因には、以下が想定される。

- ① 三宅坂 JCT 方面からの渋滞に関する情報を可変情報板等で獲得した利用者が、これを回避しようとして外苑出口で流出するため、一時的に渋滞の中抜けが発生する可能性がある。さらに外苑からの流出が継続すると渋滞長が短くなるため、流出が減少するという相互作用が繰り返されると、渋滞末尾が赤坂トンネル入口付近を前後することもある。
- ② トンネル入口付近での渋滞末尾への追突事故は圧倒的に昼間に多く発生している。このことから、渋滞末尾に接近し減速する先行車のブレーキ灯の点灯を、後続車がトンネル進入に伴うスモール灯の点灯と誤認し、減速が遅れることも想定される。また、明暗順応の遅れも発生している可能性がある。
- ③ 赤坂トンネル入口付近の 2.3～2.0KP にかけて連続する 3.0%および 2.6%の下り勾配により、走行速度の上昇が誘発されている可能性がある。

5. 仮説に基づいた感知器分析とその結果

表1に、分析に使用したデータを示す。同収集期間中に発生した事故のうち、赤坂トンネルの入口を挟む約 1,320m の区間で 27 件、代々木入路から三宅坂 JCT までの区間で 45 件を分析対象とした。

ケース1)

図3に、ケース1の事故が発生した追越車線について、各車両感知器の勢力範囲ごとに、1 分間平均速度

表1 分析データ一覧

データ種別	収集期間	内容
1分間感知器データ	平成11年2月21日～3月7日	車線別交通量
	平成11年10月1日～10月31日	車線別速度
	平成11年11月1日～11月30日	外苑流出交通量
	平成11年12月1日～12月31日	
事故記録	同上	報告時刻 天候 事故形態 事故車両 位置(KP) 発生車線

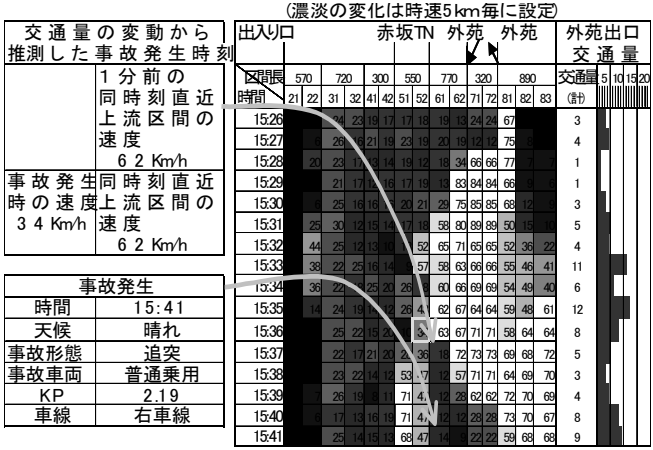


図3 速度の時空間変動と事故発生との関係 (4号上り線・追越車線・ケース1)

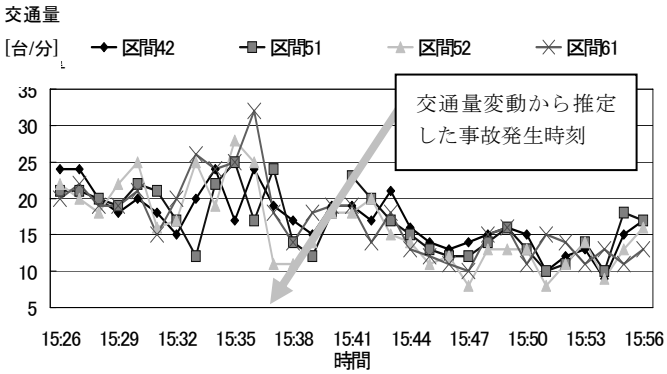


図4 交通量変動図 (4号上り線・追越車線・ケース1)

の時間変動を示す。また同図では、1 分間平均速度を時速 0～60km 間で時速 5km ごとに区分し、速度が低い区間ほど網掛けを濃く表示している。事故報告は、15:41 に受理されている。しかし、図4に示すように、対応する交通量の時間変動からは、実際の事故発生時刻が 15:36 頃であると推定された。

図3の左枠に示すように、事故発生区間 52 における事故発生時 15:36 の 1 分間平均速度が 34km/時で、同時間帯の直近上流区間 61 の同速度が 63km/時、1 分前の時間帯の同速度が 62km/時であった。したがって、渋滞末尾に遭遇した事故車両は、30km/時程度の減速時に追突していると推定される。ただし、これはあくまでも 1 分間平均速度同士の相互関係であり、追突車両が実際に経験した速度変動を計測するには、さらに詳細な観測が必要である。

図3の右端には、外苑出口の 1 分間交通量の時間変動を示す。同流出量の増・減からは、当該区間の渋滞末尾の流下・遡上との相関関係がうかがわれる。

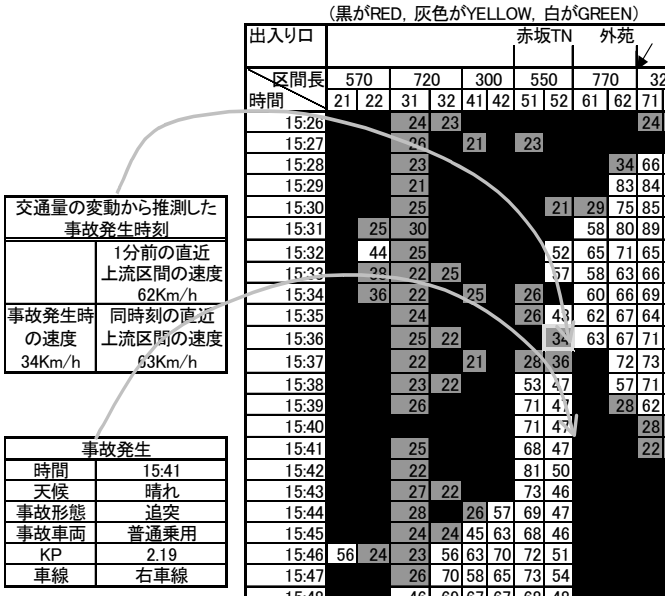


図5 RYG 判定値の時空間変動と事故発生状況
(4号上り線・追越車線・ケース1)

図5から、このようなケースでは RYG 判定により、渋滞末尾の遡上が比較的検出しやすそうである。渋滞末尾情報板に適用されている渋滞末尾の検出方法では、RYG 各領域の境界速度は図5と異なり、更新周期も1分間より短い。いずれにせよ、渋滞末尾情報板を介して渋滞末尾の接近情報が運転者に事前提供されることにより、追突事故等の発生件数が効果的に抑制されるものと考えられる。

ケース2)

図6のケース2では、ケース1の事故が渋滞流と自由流との境界部で発生したと推定されるのに対して、渋滞流中で発生したようである。渋滞流中を下流から上流に

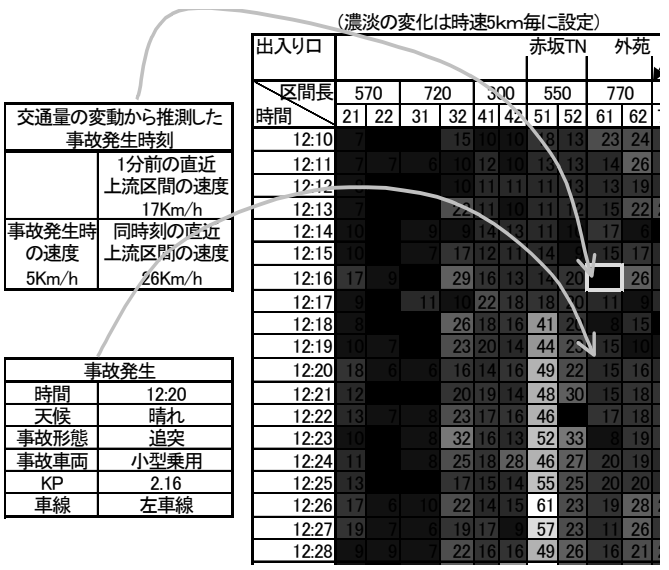


図6 速度の時空間変動と事故発生との関係
(4号上り線・走行車線・ケース2)

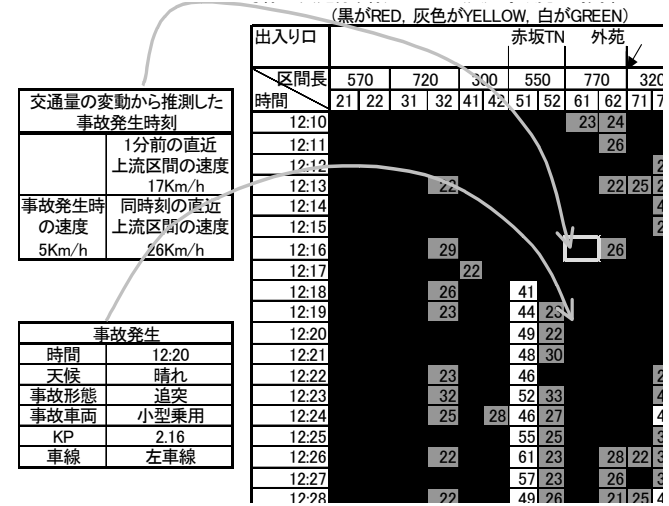


図7 RYG 判定値の時空間変動と事故発生状況
(4号上り線・走行車線・ケース2)

向けて伝播する粗密波のうち、疎で速度が相対的に高い(17~26km/時)領域から、密でより低速度な領域(5km/時)に進入するとき、事故が発生したものと判断される。1分間平均では速度差が10~20km/時程度であるが、事故車両が実際に経験した速度変動は、より大きい可能性もある。図7に示すように、このケースではR判定領域の中でY判定の領域が孤立している。

ケース3)

図8のケース3では、粗密波が同図の左上から右下に向かって繰り返し遡上している様子が明らかである。交通量の変動から推定した事故発生時刻は12:40である。

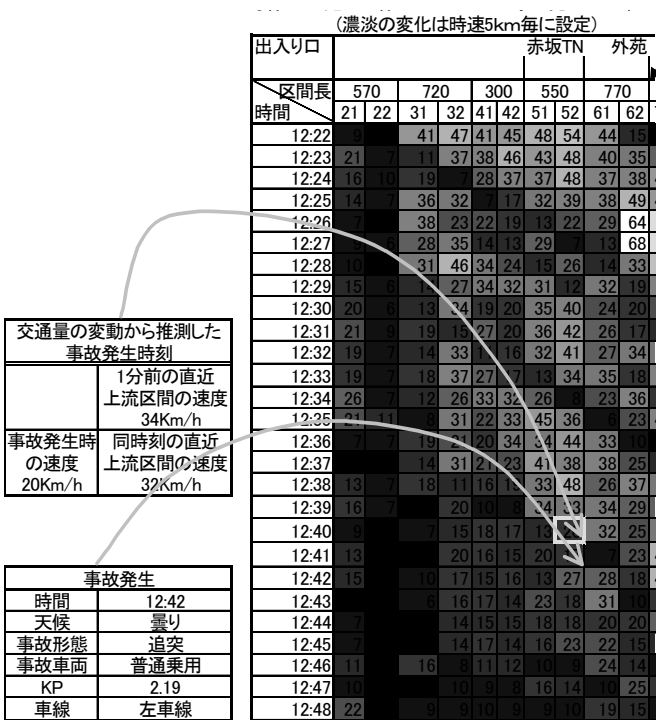


図8 速度の時空間変動と事故発生との関係
(4号上り線・走行車線・ケース3)

る。同時刻の事故発生区間における1分間平均速度は20km/時であり、同時刻および1分前の直近上流区間の同速度は34km/時、32km/時であった。

ケース2と3の比較から、渋滞流中の走行速度の絶対値よりも、速度の変動幅の方が事故発生に大きな影響を及ぼしているとも考えられる。したがって、速度変動の下流からの遡上を検出して運転者に情報提供すれば、さらに事故発生を抑制できる可能性もある。

ケース4)

図9のケース4では、9:24分頃に外苑出口近傍の区間72に粗密波の疎部が到達している。それに呼応するように、同図右端に示す外苑出口からの交通量が増大している。

9:20頃には同図左端の三宅坂JCTから、渋滞先頭が上流に遡上し始めている。同JCTが接続する都心環状線の交通状況が変化し、一時的に4号線から都心環状線に向けての合流容量が増大したために、渋滞が解消したものと推定される。

この変動に加えて、9:28頃からの外苑出口交通量の増大に呼応するように、60km/時以上の領域と50km/時以下の領域の境界、すなわち渋滞末尾が流下しているのがわかる。

このようにして、渋滞先頭と末尾が赤坂トンネル入口付近で会合し、渋滞が一時的解消している。その後

に、三宅坂JCTにおける合流容量の再低下により遡上した渋滞末尾が、赤坂トンネル入口に到達し、ケース4の事故が発生している。

6. まとめと今後の課題

赤坂トンネル入口近傍での事故は渋滞末尾のみならず、交通流の疎部と密部との境界でも発生しているようである。また、渋滞回避のために直近上流の外苑出口から流出する交通量の増減と、同出口より下流区間で渋滞末尾が前後する現象との間に相関が認められた。

これらの要因により走行車両が急激な速度低下を経験する機会は、赤坂トンネル入口付近に必ずしも限定されない。それにも関わらず同箇所には事故発生が集中しているのは、速度低下に明暗順応の遅れ、ブレーキランプの点灯をトンネル進入時のスモールランプの点灯と見誤ることなどが相乗しているためであると推定される。

今後は、同箇所における車両の走行軌跡を精密に観測・分析することにより、事故発生過程のさらなる解明と安全対策の提案・評価を行う予定である。

本研究に際し、首都高速道路公団より各種データの提供を受けた。また、「ITS施策の安全性向上のための交通事故分析調査」委員会(森地茂委員長)及び「首都高速道路における交通事故安全対策の調査研究」委員会より、種々の示唆を受けた。ここに謝意を表する。

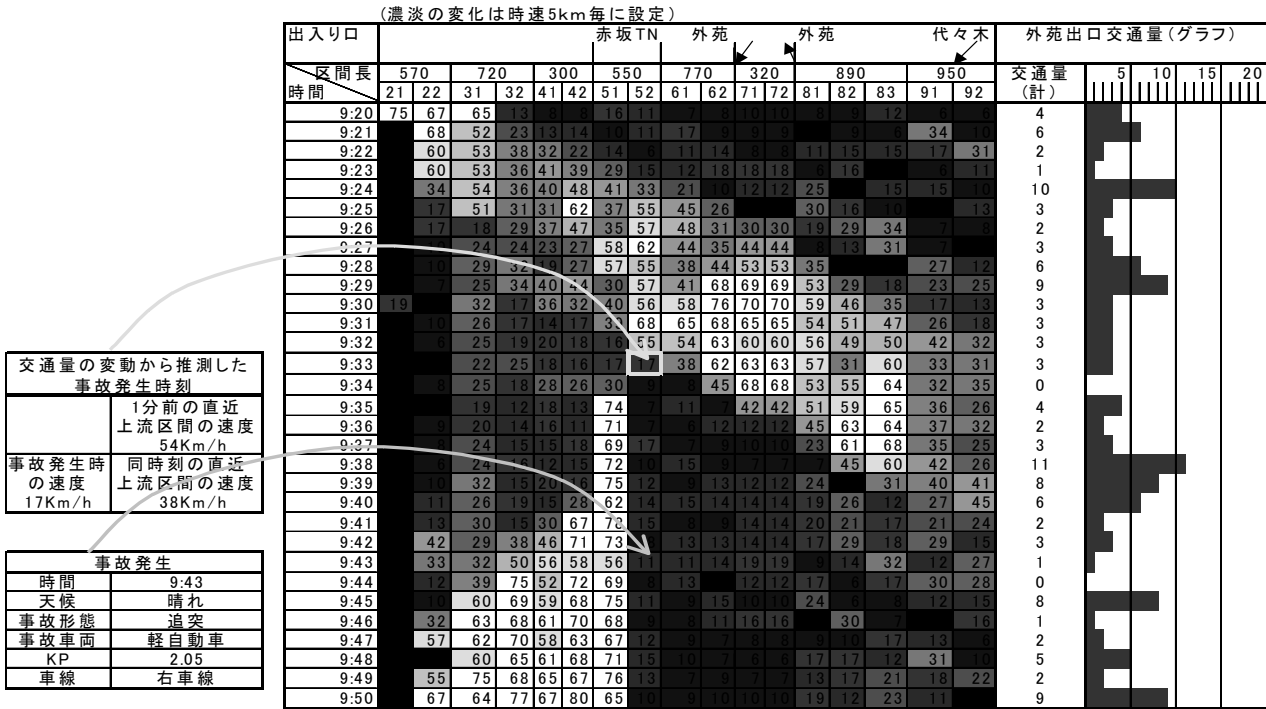


図9 速度の時空間変動と事故発生との関係
(4号上り線・追越車線・ケース4)