

大阪大学工学部 正会員 田中聖人
大阪大学工学部 正会員 毛利正光
大阪大学工学部 棟田重裕

1. はじめに 高速道路は最も高規格の道路であり、線形や構造面では安全性の高い道路といえる。しかし交通量が増加し道路のもつ交通容量に近くなると、潜在していた道路の弱点が顕在化し、交通のスムーズな流れを乱し、事故誘発の大きな原因となる。今回研究対象とした名神高速道路吹田I.C.~京都東I.C.間はこのことが典型的に表われている区間であり、追突事故、なかでもトンネルによる渋滞時の追突事故が頻発している。本研究は、この渋滞時の追突事故に注目し、事故の背景となる速度低下現象および事故を誘発しやすい交通量の存在を明らかにすることを目的としている。

2. 対象区間の事故の特徴 日本道路公団の事故データを用いて、全事故の中で高い比率を占める渋滞時の追突事故の特徴を概観することにする。図-1は渋滞時の追突事故の発生件数の経年的変化を示したものである。事故全体としては減少傾向をたどっているが、渋滞時の追突事故は昭和53年まで増加し、昭和54年以降減少に転じている。渋滞時の追突事故を細分してみると、自然渋滞時の追突事故が大部分を占め、渋滞時追突事故全体とほぼ同じ傾向を示している。事故および故障渋滞時の追突事故はここ2-3年漸減している。図-2は渋滞時追突事故の発生車線の比率を示したものである。上り線、下り線とも全体の約8割が追越車線上で発生している。つぎに、自然渋滞時の追突事故だけに注目して、上り線における発生地分布をみてみると、対象区間全体に均等分布してなく、トンネル部に集中している。渋滞時の追突事故の原因はほとんどが前方不注意および車間距離不保持であり、急激な速度低下を強いられるようなことが生じたとき、安全に対処できない危険な流れが出現しているものと考えられる。

3. 渋滞後尾到着時の速度低下現象 渋滞時追突事故のオ1の原因である速度低下が渋滞後尾到着時にどの程度生じるのかを実測調査結果および解析結果よりみることにする。

3-1. 実測結果 全体の車の流れに乗って走行車線を走るようにし、500m間隔のキロポストを通過する時刻を記録しそれをもとに速度変化を求めた。また渋滞後尾に接近していくときの急激な速度低下はスピードメータを見ながら速度を読みとった。図-3は渋滞の発生するトンネル部付近を中心に500m区間速度の変化を示したものである。非渋滞時では速度に変動がみられるものの50km/h以上の高速で走ることができ、追突事故を招くような速度低下は生じない。一方渋滞時には急激な速度低下が生じている。今回調査した速度低下は①80km/hから徐々に50km/hまで低下し、その後わずかの時間内に45km/h~35~30~20と低下②前方に渋滞がみえ、70km/hが徐々に40km/hに低下し、その後20km/hまで低下③坂を上りきると前車のブ

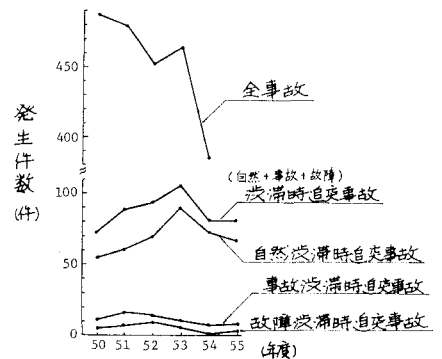


図-1 事故形態別発生件数の経年変化

	走行線	追越車線
上り線	20.7	79.3%
下り線	20.2	79.8%

図-2 渋滞時追突事故の発生車線割合 (昭和50~55の合計)

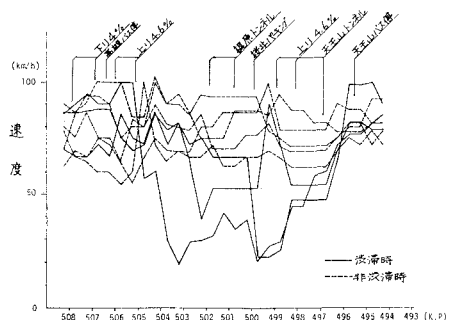


図-3 速度変化図 (各標上り線、トンネル部付近) 注) 速度は500m区間の速度

レーキランプが見え、速度を急激に85km/h→50→40→25まで低下、という状況であった。一瞬の不注意が追突事故になりかねないような速度低下が渋滞後尾に接近するとき生じるといえる。

3-2. 解析結果 ここでは、速度、密度、交通量の関係を用いてマクロにみた速度差を求めるとともに、それが最大になるときの交通量を求めることにする。

高速道路においては交通状態を表す速度、密度、交通量の関係は Greenshields の考え方に従うものとする。
(1) 上流よりの交通量がボトルネックの交通容量より小さい場合、

通常の区間における速度は

$$V_I = \frac{1}{2} \{ V_{mI} + \sqrt{(V_{mI})^2 - 4 \left(\frac{V_{mI}}{k_j} \right) Q} \}$$

ボトルネック区間における速度は

$$V_{II} = \frac{1}{2} \{ V_{mII} + \sqrt{(V_{mII})^2 - 4 \left(\frac{V_{mII}}{k_j} \right) Q} \}$$

となる。ここで、 V_I, V_{II} : 空間平均速度 (km/h)

V_{mI}, V_{mII} : 平均自由速度 (km/h)

k_j : ジヤム密度 (台/km)

Q : 流入交通量 (台/h)

したがって、両区間における速度差は

$$\Delta V = \frac{1}{2} (V_{mI} - V_{mII}) + \frac{1}{2} \left\{ \sqrt{(V_{mI})^2 - 4 \left(\frac{V_{mI}}{k_j} \right) Q} - \sqrt{(V_{mII})^2 - 4 \left(\frac{V_{mII}}{k_j} \right) Q} \right\}$$

(2) 上流よりの交通量がボトルネックの交通容量より大きい場合

通常の区間およびボトルネックにより生じる行列区間における速度はそれぞれ

$$V_I = \frac{1}{2} \{ V_{mI} + \sqrt{(V_{mI})^2 - 4 \left(\frac{V_{mI}}{k_j} \right) Q} \}$$

$$V_{II} = \frac{1}{2} \{ V_{mI} + \sqrt{(V_{mI})^2 - 4 \left(\frac{V_{mI}}{k_j} \right) Q_{mII}} \}$$

となる。したがって、両区間における速度差は

$$\Delta V = \frac{1}{2} \left\{ \sqrt{(V_{mI})^2 - 4 \left(\frac{V_{mI}}{k_j} \right) Q} + \sqrt{(V_{mI})^2 - 4 \left(\frac{V_{mI}}{k_j} \right) Q_{mII}} \right\}$$

ただし Q_{mII} : ボトルネックの交通容量

研究対象区間における通常の区間の交通容量および最大のボトルネックである天王山トンネルの交通容量を試算した結果はそれぞれ2,000台/時/車線、1,520台/時/車線であった。これらの値を用い、 $k_j=150$ 台/kmにおいて上記の式により求める速度差と流入交通量の関係を示したのが図-4である。流入交通量がトンネルの交通容量以下の場合には速度差はほとんど一定であるが、交通容量に達すると急激に大きくなり、流入交通量がさらに増加すると速度差は減少していく。すなわち、ボトルネックの交通容量に等しい流入交通量のときに渋滞後尾到着時の速度差は最大になるといえる。

4. 自然渋滞後尾追突事故と交通量の関係性 3-2より約3,000台/時の交通量が流れてくるときに追突の危険性は最大になることが予想される。このことを明らかにするために、自然渋滞後尾追突事故が発生したときどの程度の交通量が流れているかをみることにする。図-5は自然渋滞後尾追突事故が発生した時間帯の交通量の頻度分布である。2,400~3,000台/時の交通量のときに追突事故は多発しており、平均的には2,750台/時の交通量で追突事故が発生していることになる。追突事故発生時の交通量とバラツキはあるもののボトルネックの交通容量に近い交通量が流れてくるときに後尾追突事故は発生しやすくなるのではないかと推察される。

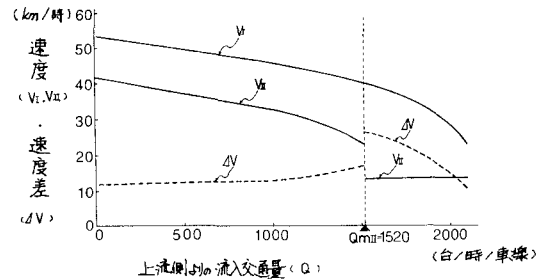


図-4 流入交通量と速度差の関係

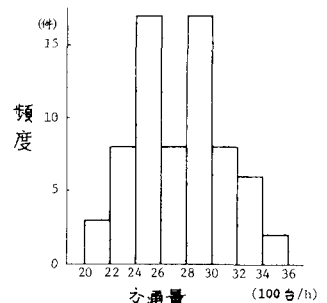


図-5 名神上り線自然渋滞時
後尾追突事故発生時の交通量