

ポアソン回帰モデルによる高速道路における交通事故発生リスク要因分析

愛媛大学 学生会員 ○兵頭知 愛媛大学 正会員 吉井稔雄
愛媛大学 正会員 高山雄貴

1. はじめに

近年、高速道路上において発生する交通事故の死亡者数は、H22年頃から逡増の傾向を示しており¹⁾、高速道路交通の実態に対応した交通安全対策の適切な実施が求められている。一般に、高速道上の事故は、非渋滞流と比較して渋滞流中で事故の危険性が高いことが報告されている^{2),3)}。これらの研究では交通状態量として平均速度のみを対象とした分析に留まっている。しかし、同一の平均速度でも、異なる交通密度および異なる交通流率が存在し得ることから、これら交通流状態の違いについては考慮されるべきである。そこで、本研究では事故発生と交通状況との関係性をより正確に把握するために、交通密度と交通流率の2つの交通状態量で規定される交通流状態が事故発生リスクに与える影響を分析した。また、事故発生リスクについては、交通状況、道路構造ならびに走行環境など複数の要因によって影響を受けると考えられる。このため、以下では、阪神高速道路ネットワークを対象に、交通流要因に加え、道路幾何構造および環境要因を統合的に考慮したポアソン回帰モデルを用いて事故発生リスク要因分析を行った。

2. 分析概要

本研究で用いる分析データは、交通事故データ、交通流観測データ、道路幾何構造データならびに降水量データである。分析の対象ネットワークは、阪神高速道路11号池田線とする。期間は、2006年1月1日～2008年12月31日の3年間とする。以下にて、分析データを説明する。交通事故データからは、発生した各事故の事故形態、発生キロポスト、発生日時などの情報が獲得される。なお、事故については分析対象期間中に発生した交通事故のうち本線上で発生した事故699件を扱う。交通流観測データからは、分析対象ネットワーク内に設置された計 30個の車両検知器により、交通量、平均速度などの5分間集計値が獲得される。道路幾何構造データからは、100m単位の各キロポストに対応する道路区間毎に車線数、曲線半径、縦断勾配ならびに料金所区間の情報が獲得される。降水量データは、気象庁のAMeDASデータを使用する。ここでは、各車両検知器設置地点と観測所の緯度経度から地点間の距離を探索し、その最寄りの観測所における降水量[mm/h]データを分析に用いる。

3. 交通流状態別事故発生リスク

(1)事故発生リスク

本研究においては、先行研究³⁾と同様に、車両1億台・kmあたりの事故発生件数を事故発生リスクと定義する。事故発生リスクは、交通流要因、道路幾何構造要因および環境要因の各カテゴリーの組み合わせ（以下、「走行状態カテゴリー*i*」という。）別に以下の式(1)にて算定される。

$$R_i = \frac{N_i}{L_i} \times 10^8 \quad (1)$$

R_i ：走行状態カテゴリー*i* 別事故発生リスク[件/億台・km]

N_i ：走行状態カテゴリー*i* 別事故件数[件]

L_i ：走行状態カテゴリー*i* 別総走行台キロ[台・km]

また、交通事故発生に影響を与える要因は事故形態によって、異なることが予想される。ここでは、「追突事故」、「車両接触事故」ならびに「施設接触事故」の3種類の事故形態別に事故発生リスク要因分析を行う。

(2)交通流状態

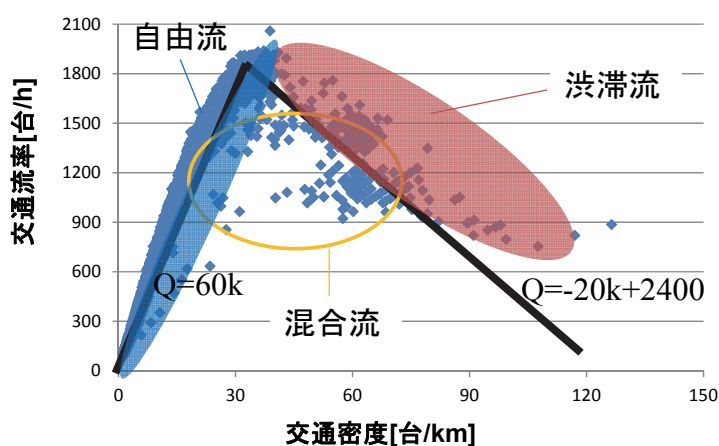


図1 QK 関係

5 分間の車両検知器の交通流観測データを用いて交通流状態を決定する。図 1 に示すように、交通流状態として「自由流」、「渋滞流」に加え時間・空間的に両方の状態が混在する「混合流」を考慮した分析をおこなう。

4. ポアソン回帰モデルを用いた交通事故発生リスク要因分析

(1)ポアソン回帰モデル

本研究では、走行状態カテゴリー*i*、事故形態*j*の事故発生件数 y_{ij} が、事故発生リスク λ_{ij} と走行台キロ t_i との積で表される事故発生件数の期待値 $\lambda_{ij}t_i$ のポアソン分布に従うとの仮定に基づき、事故発生リスクモデルを構築する。すなわち、次の対数尤度関数 $\ln L$ を最大にする説明変数 x_k の選択と未知パラメータ b_k の推定を行うことで、各種要因が事故発生リスクにどのような影響を及ぼすかについて分析した。定式化を以下に示す。

$$P(Y=y_{ij}|\lambda_{ij},t_i)=\frac{e^{-\lambda_{ij}t_i}(\lambda_{ij}t_i)^{y_{ij}}}{y_{ij}!} \quad (2), \quad \lambda_{ij}t_i = \exp(a+b_1x_1+b_2x_2+\cdots+b_nx_n)t_i \quad (3), \quad \ln L = -\sum_{i=1}^n \lambda_{ij}t_i + \sum_{i=1}^n y_{ij} \ln(\lambda_{ij}t_i) - \sum_{i=1}^n \ln(y_{ij}!) \quad (4)$$

ただし、 λ_{ij} ：走行状態カテゴリー*i*、事故形態*j*の事故発生リスクの期待値 [件/10⁸台・km]、 t_i ：走行状態カテゴリー*i*の走行台キロ [台・km]、 x_k ：説明変数(ダミー変数)、 $k=1\sim n$ 、 a ：定数項、 b_k ：未知パラメータとする。

(2)推定結果

表 1 事故形態別事故発生リスクモデルの推定結果

事故形態別の事故発生リスクモデル推定結果を表 1 にそれぞれ示す。表中に示す説明変数が事故発生リスクに有意に影響を与えることを確認した。各パラメータの符号が正であれば、同変数において事故発生リスクが高くなることを示している。追突、車両接触事故の両事故の結果において、交通流要因の係数は高い値を示しており、交通流状態が事故発生リスクに大きな影響を与えることが示された。一方、施設接触事

説明変数	追突事故発生リスク		車両接触事故発生リスク		施設接触事故発生リスク	
	係数	t値	係数	t値	係数	t値
定数項	2.606	21.12**	2.488	17.89**	1.192	5.05**
交通流要因						
混合流ダミー	2.055	17.22**	—	—	—	—
渋滞流ダミー	2.618	22.77**	1.282	6.33**	—	—
環境要因						
降水ダミー	—	—	—	—	1.501	4.24**
道路幾何構造要因						
直線(R=∞)ダミー	0.766	7.92**	—	—	—	—
急カーブ(0<R<500)ダミー	—	—	—	—	1.875	6.26**
上り勾配(G>0.5%)ダミー	0.455	3.70**	0.464	1.78*	—	—
下り勾配(G<-0.5%)ダミー	0.676	5.51**	0.538	2.07**	0.586	1.82*
料金所区間ダミー	2.013	7.29**	3.050	12.82**	—	—
サンプル数		60		60		60
平均対数尤度		-2.18		-1.41		-0.81
最終対数尤度 $\ln L(\beta)$		-131		-85		-48
初期対数尤度 $\ln L(C)$		-443		-131		-71
尤度比指標 $((\ln L(C)-\ln L(\beta))/(0-\ln L(C)))$		0.69		0.30		0.22

*:5%有意, **:1%有意

故の結果では、交通流要因の有意な影響は認められず、降水、急カーブ区間など環境および道路幾何構造要因が事故発生リスクに影響を与えるとの結果を得た。また、尤度比指標 $((\ln L(C)-\ln L(\beta))/(0-\ln L(C)))$ からモデルの適合度を調べた結果、いずれのモデルにおいても“0.20”以上の値を示し十分な説明力があることを確認した。

5. まとめ

本研究では、交通流状態に着目した事故発生リスク要因分析を行い、追突、車両接触事故ともに、自由流ならびに混合流に比べて渋滞流の方が高い事故発生リスクを示す結果が得られた。一方、施設接触事故では、事故発生リスクに対する交通流状態の有意な影響は認められないことを確認した。加えて、いずれのモデルも尤度比指標の値が“0.20”以上を示し説明力の高い結果が得られた。しかしながら、ここでは、混合流の出現状況を渋滞延伸時のショックウェーブの通過によるものなのか、あるいは渋滞している車線とそうでない車線が混在している状況下によるものなのかの違いを直接的に考慮した解析には至っていない。今後は、交通流状態の時間遷移・空間的偏りを直接的に考慮した事故発生リスク要因分析を行う予定である。

参考文献

1) 警察庁交通局：平成 24 年版交通事故統計年報
2) 交通工学研究会：阪神高速道路の交通管制に関する研究報告書，1978。
3) 吉井稔雄・兵頭知・倉内慎也：都市内高速道路における事故発生リスク要因分析,第 31 回交通工学研究発表会論文集(CD-ROM), 2011