

交通事故発生リスク算定シミュレーションの構築

*愛媛大学大学院 学生会員 ○松本洋輔
愛媛大学大学院 正会員 吉井稔雄

1. はじめに

高速道路を対象とした種々のランプ流入制御手法が提案されている。これらを実施することで渋滞が緩和され、交通の円滑性が向上すると期待されている。さらに、井上ら¹⁾によって、相互事故は渋滞時に単独事故は円滑時に起こりやすく、制御により渋滞を緩和することが出来れば、単独事故は若干増加するが相互事故が大幅に減少することで、全体の交通事故件数が大幅に減少するとの指摘がなされている。そこで本稿では、ランプ流入制御を実施した際に獲得される事故削減効果を定量的に評価することを目的に、交通事故発生リスク算定シミュレーションの構築を行う。さらに同シミュレーションを用いて、阪神高速道路ネットワークを対象としてランプ流入制御を実施した場合の事故削減効果について試算する。

2. 交通事故発生リスク算定モデル

交通事故発生リスク算定モデルは、100m 単位の道路区間を対象に、5 分間に事故の発生する期待値を目的変数とし、各区間における5 分間平均速度と道路幾何構造および降雨の有無を説明変数とする重回帰モデル(式(1))を用いて事故発生リスクを算定する。表1には、説明変数として用いたダミー変数の詳細を示す。

$$y_i = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_j x_j \quad (1)$$

y_i : 事故率[件/億台 km]

i : 事故形態の区分

α, β_j : パラメータ

x_j : 事故発生リスクに影響を与える要因

事故率は、阪神高速道路 11 号池田線上りを分析対象路線とし、2006 年～2008 年の3 年間の検知器データ(5 分集計)と事故データを用いて、5 分平均速度の速度帯、各道路区間の属性ならびに降雨の有無によって分類したカテゴリ別に 10 万台キロ毎に事故率を算定した。追突、車両接触、施設接触のモデル推定結果を表2～表4に示

表1 説明変数の項目とそのダミー変数区分内容

説明変数項目	ダミー変数区分内容
平均速度	低速度ダミー: 1-29 (km/h) 中速度ダミー: 30-59(km/h) 高速度ダミー: 60-(km/h)
曲線半径	直線・緩カーブダミー: 501-(m) 急カーブダミー: 1-500 (m)
縦断勾配	下り勾配・平坦ダミー: $G < -0.5, -0.5 \leq G \leq 0.5$ (%) 上り勾配ダミー: $+0.5 < G$ (%)
分合流・料金所	合流部奥ダミー: 合流部奥 合流部ダミー: 合流部 合流部手前ダミー: 合流部手前 分流部奥ダミー: 分流部奥 分流部ダミー: 分流部 分流部手前ダミー: 分流部手前 料金所ダミー: 料金所 他ダミー: 他
降雨量	降雨無しダミー: 0 (mm/h) 降雨有りダミー: 1-(mm/h)

表2 追突事故のモデル推定結果

説明変数等	偏回帰係数	t値	P値
低速度ダミー	587.3***	30.03	0.000
中速度ダミー	163.4***	15.55	0.000
下り勾配・平坦ダミー	39.6***	2.50	0.000
分流部手前	48.7*	-2.60	0.062
料金所ダミー	113.2***	1.92	0.000
データ数			5061
R ²			0.23
修正R ²			0.23

*** 有意水準1% ** 有意水準5% * 有意水準10%

表3 車両接触事故のモデル推定結果

説明変数等	偏回帰係数	t値	P値
低速度ダミー	88.3***	9.39	0.000
直線・緩カーブダミー	9.5***	3.10	0.002
急カーブダミー	15.0**	2.41	0.016
合流部奥ダミー	35.0***	3.01	0.003
合流部ダミー	37.8***	3.59	0.000
料金所ダミー	239.6***	15.97	0.000
データ数			5061
R ²			0.08
修正R ²			0.08

*** 有意水準1% ** 有意水準5% * 有意水準10%

表4 施設接触事故のモデル推定結果

説明変数等	偏回帰係数	t値	P値
降雨ダミー	34.6***	4.77	0.000
急カーブダミー	30.3***	6.42	0.000
合流部ダミー	44.8***	5.97	0.000
合流部手前ダミー	26.0***	2.96	0.003
データ数			5059
R ²			0.03
修正R ²			0.03

*** 有意水準1% ** 有意水準5% * 有意水準10%

*キーワード: 交通事故, リスク, 流入制御, 道路ネットワーク

連絡先: matsumoto.yosuke.06@cee.ehime-u.ac.jp
〒790-8577 松山市文京町3番 Tel:(089)927-9850

す。以下、推定された重回帰モデルを用いて各区分での事故形態別事故発生リスクを算定する。

3. 交通事故発生リスク算定

本章では、前章で構築した交通事故発生リスク算定モデルを交通流シミュレーション SOUND²⁾に組み込み、流入制御の実施有無別の交通事故発生リスク算定を行なう。算定は、シミュレーションが出力する5分毎の平均速度、各区分の曲線半径、縦断勾配、分合流部・料金所の別をモデル式に代入し、各区分毎、5分毎の交通事故発生リスクを算定した。次に、算定された交通事故発生リスクに台キロ (= 交通量×0.1km) を乗じることで5分間に各区分で発生する事故件数の期待値を求めた。最後に、シミュレーションの全時間帯、全区間における事故発生件数の期待値を求めた。なお本稿では、降雨量は全て0として算定を行った。

(1) シミュレーション概要

本稿で交通事故発生リスク算定に用いるネットワークは阪神高速道路の7号北神戸線、8号京都線、31号神戸山手線、湾岸垂水線、蛸池線、池田線上り13.4kp~20.8kp、池田線下り13.5kp~20.8kp、森小路線、中島線、西大阪線、淀川左岸線を除く道路ネットワーク(図1)とした。

時間帯別OD交通量に関しては、2008年5月22日午前5時~午前11時のOD推定データを用い、シミュレーションを実施した。ただし、11時にネットワーク上に残存する交通が目的地に到着できるよう、11時以降についても新たに交通を発生させることなくシミュレーションを実施した。なお、総車両発生台数は230,237台であった。

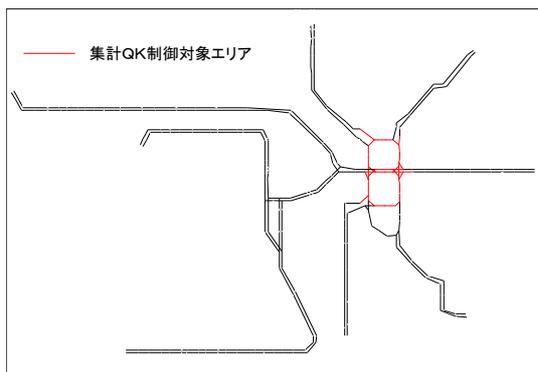


図1 対象とした阪神高速道路ネットワーク図

(2) 流入制御手法

本算定では、図1中赤で示した環状部を対象エリアとする集計QK制御^{3,4)}、ならびにその他の路線についてはローカルLP制御を適用する。ローカルLP制御とは、各オンランプについて、ランプが接続している本線下流部において渋滞が発生している場合に、当該オンランプ

での流入交通量を制限し、渋滞が上流に延伸することを回避するという制御手法である。本手法は、上流への渋滞延伸が無い場合にはLP型ランプ流入制御を動的に実施しているということに他ならないことからローカルLP制御(Local Linear Programming Control)と命名した。具体的には、図2において、合流部下流リンクが渋滞流になった場合に、式(2)にてオンランプリンクの流入交通量の上限値を決定し、流入交通量をこの値以下に抑えるよう流入制御を実施する。

$$Q_{on}^{control}(t+1) = Q_{down}^{out}(t) - Q_{up}^{out}(t) \quad (2)$$

ただし、

$Q_{on}^{control}(t)$: 時間帯 t におけるオンランプリンクの流入交通量の上限値

$Q_{down}^{out}(t)$: 時間帯 t における下流リンクからの流出交通量

$Q_{up}^{out}(t)$: 時間帯 t における上流リンクからの流出交通量



図2 ボトルネック部

(3) 交通事故発生リスク算定結果

流入制御を実施しない場合と実施した場合に発生する事故形態別の事故件数の期待値とその合計値を表5に示す。

追突、車両接触においては3割程度事故件数が減少している。制御を実施することで、事故件数が大幅に削減されるとの結果が得られた。

表5 事故形態別事故件数の期待値

	制御なし	制御あり
追突	4.38	2.86
車両接触	0.86	0.63
施設接触	0.29	0.29
合計	5.53	3.78

(件)

4. まとめ

本稿では、交通事故発生リスク算定シミュレーションを構築した。また阪神高速道路ネットワークを対象として、ランプ流入制御を実施することにより、交通事故削減効果が獲得できるとの結果が得られた。

【参考文献】

- 1) 阪神高速道路公団：阪神高速道路の交通管制に関する研究報告書，交通工学研究会，1978。
- 2) 吉井稔雄・桑原雅夫・森田紳之：都市内高速道路における過飽和ネットワークシミュレーションモデルの開発，交通工学 Vol.30, No.1, pp33-41, 1995
- 3) 米澤悠二・吉井稔雄・北村隆一：集計QKを用いたエリア流入制御手法の実施効果検証，土木計画学研究発表会・講演集(CD-ROM)，2009。
- 4) 遠藤皓亮・吉井稔雄・藤井聡：ネットワーク形状と交通状況に適応したランプ流入制御手法，土木計画学研究発表会・講演集(CD-ROM)，2010。