

事故リスク算定シミュレーションを用いた ランプ流入制御実施効果分析

松本 洋輔¹・吉井 稔雄²・高山 雄貴³

¹学生会員 愛媛大学大学院 理工学研究科 生産環境工学専攻 (〒790-8577 松山市文京町3番)
E-mail: matsumoto.yosuke.06@cee.ehime-u.ac.jp

²正会員 愛媛大学教授 大学院理工学研究科 生産環境工学専攻 (〒790-8577 松山市文京町3番)
E-mail: yoshii@cee.ehime-u.ac.jp

³正会員 愛媛大学助教 大学院理工学研究科 生産環境工学専攻 (〒790-8577 松山市文京町3番)
E-mail: takayama@cee.ehime-u.ac.jp

交通流の円滑性・安全性向上を目的に、様々なランプ流入制御手法が提案されている。また、特定のエリアにおける交通密度を管理する制御を実施することによって、ネットワークパフォーマンスが向上し、総旅行時間短縮効果を獲得できることが近年の研究により明らかになっている。また、ランプ流入制御の実施によっては、交通状況の変化によって安全性が向上すると期待されている。

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事を目的に、交通事故発生リスク算定シミュレーションを構築した。さらに、阪神高速道路ネットワークを対象に、道路ネットワーク特性に適応させた2種類の制御を組み合わせたランプ流入制御を提案し、交通流シミュレーションを用いて同制御実施効果を試算した。その結果、同制御が円滑性向上効果ならびに交通事故削減効果の両効果を有することを示した。最後に、実務への展開を考慮し、流率の制御方法をランプ閉鎖のみに制限した場合の制御効果を試算し、流率を管理することなくランプ閉鎖のみを実施した場合でも一定の制御効果を有することを示した。

Key Words : traffic accident, ramp metering, MFD, risk ,network

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。制御を実施することで渋滞が緩和され、交通流の円滑性が向上すると期待されている。さらに、流入制御により交通密度を抑えることが叶えば、交通事故削減効果も期待できることが近年の研究により明らかになっている。そこで、本研究においては、ランプ流入制御を実施した際の事故削減効果を定量的に評価するために、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。また、筆者ら¹⁾が提案している交通密度のモニタリングのみで実施可能な集計QKを用いたエリア流入制御手法に加え、同制御の効果が期待できない路線において単純な制御アルゴリズムにより実施可能である制御(以下、「ローカルLP制御」)の実施を提案し、両制御を組み合わせた制御手法を提案する。そして、交通流シミュレーションを用いて、同組み合わせ制御を実施した際の円滑性向上効果ならびに交通事故削減効果を検証

する。さらに実務への展開を想定し、オンランプに関する制約条件を設けた上で、同組み合わせ制御を実施し、その有効性を検証する。

2. 既往研究

交通事故発生リスクに関しては、井上ら²⁾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いことが明らかにされている。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。

一方ランプ流入制御手法に関しては、佐佐木ら³⁾によってLP型ランプ流入制御手法が提案されているが、同手法は制御時間帯において精度の高い予測OD交通量を必要とすることなどの問題を抱えており、これまで複数の改良モデルが提案されているものの、実用化には至っ

ていない。そこで、米澤ら¹⁾は、制御の実用化を視野に入れ、OD交通量の獲得を要件とすることなく、交通密度のみの管理で実行可能な集計QKを用いたエリア流入制御手法（以下、「集計QK制御」）を提案し、シミュレーション解析を通してその制御効果を示した。さらに、遠藤ら⁴⁾は路線状か面的な広がりを持つかとのネットワーク形状、ならびに単一ボトルネックか複数ボトルネックかとのボトルネック数に着目してネットワークを類型化し、各ネットワークに適用した際の集計QK制御の制御効果について調べた。その結果、集計QK制御が、面的な広がりを持ち、かつ相互に干渉するボトルネックを含む道路ネットワークに対して有効に機能することを示すとともに、路線状のネットワークなど同条件を満足しない道路ネットワークでは制御効果を獲得することが出来ないとの知見を得た。

そこで、本研究においては、集計QK制御による制御効果が期待出来ない道路ネットワーク部に関しては、LP型ランプ流入制御の概念に基づいて単独のオンランプで局所的に実施するローカルLP制御を提案する。さらに、面的な広がりを持ち、かつ相互に干渉するボトルネックを含む道路ネットワークに対して集計QK制御を、その他の道路ネットワークに対してはローカルLP制御を適用した組み合わせ制御を提案する。そして、同組み合わせ制御を交通流シミュレーションを用いて実施した場合の円滑性向上効果ならびに交通事故削減効果を検証する。さらに、実務への展開を想定し、オンランプに関する開閉時間等の制約条件を設け、組み合わせ制御を実施した際の円滑性向上効果、交通事故削減効果について分析を行った。

3. 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

表1 要因の項目とそのダミー変数区分内容

要因	区分
平均速度	低速度 (1~29km/h) 中速度 (30~59km/h) 高速度 (60km/h~)
曲線半径	急カーブ (500 m未満) 緩カーブ (500m以上) 直線 (∞)
縦断勾配	下り勾配・平坦 (+0.5%以下) 上り勾配 (+0.5%超)
分合流部・料金所	料金所 合流部上流 合流部 合流部下流 分流部上流 分流部 分流部下流 その他
降雨量	降雨無し(0mm/h) 降雨有り(1mm/h以上)

事故率は、阪神高速道路11号池田線上下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に示す。本稿では、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。事故リスク算定モデルの詳細については、吉井ら⁵⁾を参照されたい。

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D ($1 \leq v \leq 29$)	587.3***	30.03	0.000
中速度D ($30 \leq v \leq 59$)	163.4***	15.55	0.000
下り勾配・平坦D ($G \leq 0.5\%$)	39.6***	6.25	0.000
分流部上流D	48.7*	1.87	0.062
料金所D	113.2***	3.62	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D ($1 \leq v \leq 29$)	88.3***	9.39	0.000
直線D ($R = \infty$)	9.5***	3.10	0.002
急カーブD ($1 \leq R < 500$)	15.0***	2.41	0.016
合流部下流D	35.0***	3.01	0.003
合流部D	37.8***	3.59	0.000
料金所D	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
急カーブD ($1 \leq R < 500$)	30.3***	6.42	0.000
合流部D	44.8***	5.97	0.000
合流部上流D	26.0***	2.96	0.003
降雨D	34.6***	4.77	0.000
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%*

4. 集計QK制御とローカルLP制御

本稿では、ランプ流入制御は集計QK制御とローカルLP制御を組み合わせた制御を提案する。

集計QK制御は、複数リンクから構成される道路ネットワークエリア内に存在する車両台数を事前に設定した台数に維持することを目標として同エリアへの流入交通量を調節する制御である。一方のローカルLP制御は、ランプ接続部直下流の本線が渋滞している場合に、当該オンランプでの流入交通量を制限し、渋滞のランプ部上流への延伸を回避する制御である。詳しくは著者らによる先行研究⁶⁾を参照されたい。

5. 制御の有効性検証

(1) 交通流シミュレーション

本章では、交通流シミュレーションSOUND⁷⁾を用いた数値解析を行う。シミュレーションは、起終点調査結果と検知器情報に基づいて推定されたOD推定データを用い、2008年5月22日の午前5時～午前11時の1時間単位のOD交通量を対象に実行した。総発生車両台数は230,237台であった。

対象とするネットワークは、7号北神戸線、8号京都線、31号神戸山手線、湾岸垂水線を除く阪神高速道路ネットワーク(図1)である。なお、図中赤で示したリンクは集計QK制御の対象エリアで、環状線と放射線状各路線の一部から構成されるネットワークとした。制御対象エリアのオンランプ群に対しては集計QK制御を、同エリア外に位置する残り全てのオンランプに対してローカルLP制御を実施する。なお、本稿によるシミュレーション解析では、本線上での流率制御実施を想定しない。

集計QK制御の実施に際しては、制御パラメータとして最適集計交通密度の設定が必要となる。本分析では、制御対象エリア内の全リンクが臨界状態である場合の集計交通密度値を算定し、 $Kc=1,374$ (台/エリア)とした。

ローカルLP制御の実施に際しては、オンランプ下流側リンクにおける渋滞流の判定を5分間区間平均速度が

57.6km/hを下回った場合に渋滞流と判定し流入交通量を制御する。また、制御を実施する場合の制御流入交通量を一律0とした。

その他のシミュレーション詳細については先行研究⁶⁾を参照されたい。

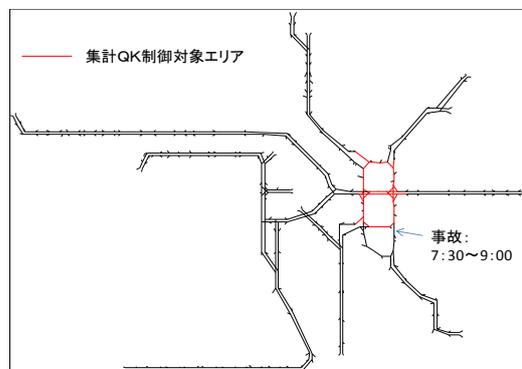


図1 対象とした阪神高速道路ネットワーク図

(2) 交通事故発生リスク算定

交通事故発生リスクは、100mの道路キロポスト区間毎に、シミュレーションが設定した各区間毎に出力される5分毎の平均速度を3章で構築したモデルに入力して5分毎の交通事故発生リスクを算出する。次に、算定された交通事故発生リスクに台キロ(=区間交通量×0.1km)を乗じ、区間内のキロポストによる事故発生リスクを合算し、5分間に各区間で発生する事故件数の期待値を求める。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リスクを合算して交通事故発生件数の期待値を求める。なお本稿では、降雨量は全て0として算定を行った。また、取得したデータの関係上、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、蛍池線、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とした。

(3) シミュレーション結果

a) 集計交通密度

集計QK制御対象エリアにおける制御実施時の集計QK状態図と実施しない場合の状態図の比較を、図2に示す。図から、最適集計交通密度、1,374台を上回る集計交通密度が観測されている時間帯が存在する事が読み取れる。これは、本シミュレーション解析においては、環状線に流入する放射線上の本線リンクを制御しないとの設定であったために、制御リンクである各オンランプの制御交通流率を0に設定しても集計交通密度を最適集計交通密度に保つことが出来ない状況が発生したことを示すものである。しかし、制御を実施しない場合との比較におい

ては、低い集計交通密度かつ高い集計交通流率が達成されるとの結果が得られた。

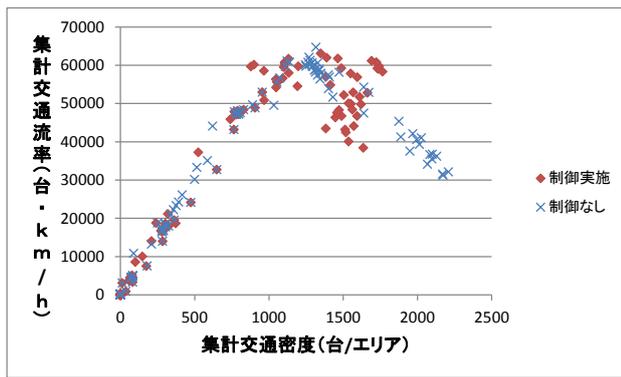


図2 集計QK状態図(制御なし・制御実施)

b) 総旅行時間

制御を実施しない場合と、制御を実施した場合の総旅行時間を表5、図3に示す。なお、シミュレーションにおいては、制御実施によって、または本線上の渋滞を原因として、シミュレーションが設定した道路ネットワーク上に出現することが叶わず、ランプ部の発生ノードで待機を強いられる交通が発生する。制御実施による効果を検証する場合には、前者による待ち時間も勘定に入れなければならない。よって、同結果における総旅行時間とは、ランプ部発生ノードにおける車両の総待ち時間と道路ネットワーク上に出現してから目的地に到達するまでの総走行時間の和を示すものである。

結果より、制御を実施しない場合と比較すると、制御を実施した場合は、総旅行時間が大幅に減少している。オンランプ部での総待ち時間に関しては、制御実施により増加しているが、総走行時間に関しては、本線上の交通渋滞が緩和されることから、大幅に減少している。これらより渋滞緩和効果を有するとの結果が得られた。

表5 総旅行時間比較

	制御なし	制御実施
総待ち時間(時間)	12652	16003
総走行時間(時間)	125502	93336
総旅行時間(時間)	138154	109338

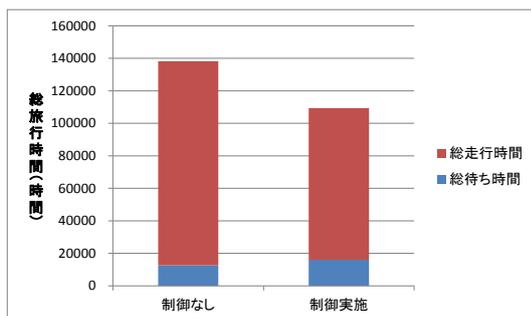


図3 総旅行時間比較

c) 時間帯別総旅行時間比較

表6、図4に、流入制御実施有無別の各時間帯に発生したOD交通の時間帯別総旅行時間を示す。流入制御を行った場合、事故による容量低下が発生した7時台よりも、混雑が激しくなり総旅行時間が増加する8時台以降の時間帯において、より高い制御効果を有することが示された。また、8時台よりも、事故処理終了後の9時台、10時台において大きな交通状況改善効果が獲得されている。これは、ランプ流入制御の実施によって、制御開始直後に高速道路を利用する交通に対してよりも、制御開始から一定の時間が経過した後に高速道路を利用する交通に対してより大きな時間短縮をもたらしていることに他ならない。この結果は、渋滞発生時間帯に対しての対策が最も大きな渋滞緩和効果を持つこと、ならびに渋滞開始時から一定時間経過後の交通に対してより大きな効果をもたらすとの、渋滞現象の持つ一般的特性に合致するものである。

表6 時間帯別総旅行時間比較

	7時台	8時台	9時台	10時台
制御なし(時間)	14006	27730	38196	34427
制御実施(時間)	13630	22223	27439	25646

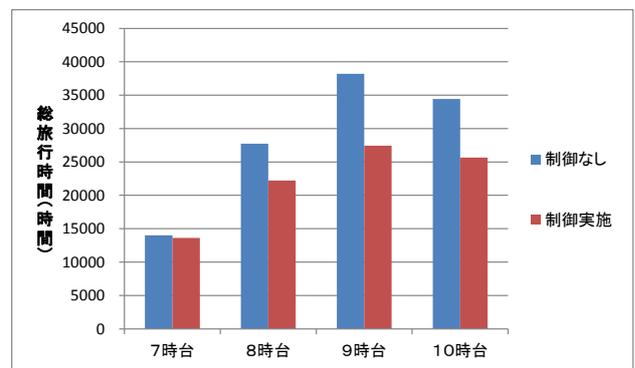


図4 時間帯別総旅行時間比較

d) 交通事故発生リスク算定結果

表7、図5に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示す。

制御実施時の合計事故件数は制御を実施していない場合と比較して3割程度減少しており、流入制御実施により大幅な事故削減効果が獲得できるとの結果が得られた。追突、車両接触の事故件数の期待値においては速度ダミーがモデルの説明変数に加わっており、制御実施により平均速度が上昇するため、事故件数が減少しているが、施設接触においては速度が無関係なため、変化していない。

表7 事故形態別事故件数の期待値

	制御なし	制御実施
追突(件)	4.38	2.86
車両接触(件)	0.86	0.63
施設接触(件)	0.29	0.29
合計(件)	5.53	3.78

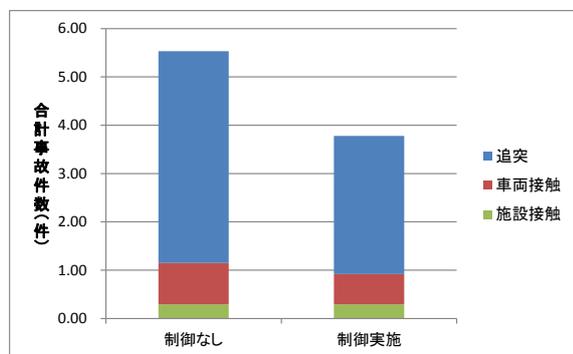


図5 事故形態別事故件数の期待値

e) オンランプ閉鎖時間

本章で実施した集計QK制御については、制御オンランプにおいて制御交通流率を設定することにより、交通密度の管理を実施しているが、制御交通流率が0に設定される、すなわち閉鎖状態になることも起こり得る。そこで、制御実施時におけるオンランプ閉鎖時間の長さに着目し、分析したところ、集計QK制御対象の全オンランプ（10リンク）が同時に最大で1時間25分連続閉鎖状態であった。また、ローカルLP制御においては、制御対象の1つのオンランプが最大4時間40分連続で閉鎖状態であった。

6. 実務への展開を想定した流入制御

本研究で提案している集計QK制御においては、各オンランプの制御交通流率を設定することにより、交通密度の管理を行ってきた。しかし、制御を実務へ適用する際には、流率管理は非常に難しく実現可能性は低いと思われる。また、オンランプを無制限に閉鎖することについても、利用者の理解を得ることは容易ではないと考えられる。そこで本章では、比較的实现可能性が高いと考えられる閉鎖・開放の2パターンの制御を実施すると共にオンランプの開閉に関する制約条件を設け、実務を想定した組み合わせ制御の実施有効性を検証する。

(1) オンランプ開閉時間の制約

本節ではオンランプの開閉に関する制約を設け、組み合わせ制御を実施する。制約条件として、連続開放時間の上限値並びに開放後の開放時間の下限値を設定する。

集計QK、ローカルLPの両制御共に各オンランプの連続閉鎖時間の上限値を30分とし、開放後の連続開放時間の下限値は、前時間帯の連続閉鎖時間分とする。なお、制御単位時間は5分とする。例えば、ローカルLP制御において、連続閉鎖時間が20分経過した際にオンランプ下流リンクが自由流になった場合はその時点で制御を終了し、その後、最低20分は開放するといった制御を実施する。しかし、同リンクが長時間渋滞流であった場合には、30分毎に閉鎖と開放を繰り返す。

上記の条件で制御を実施した場合の集計QK制御対象エリアにおける集計QK状態図を図6に示す。図から集計交通密度が著しく増加し、集計交通流率が0となるグリッドロック現象が発生していることが分かる。これは、集計QK制御対象の全オンランプ（10リンク）が入口閉鎖後に同時に開放されるため、オンランプで待機していた交通が一気に環状線へ流れ込み、エリア内の密度が急激に上昇してしまうためだと考えられる。

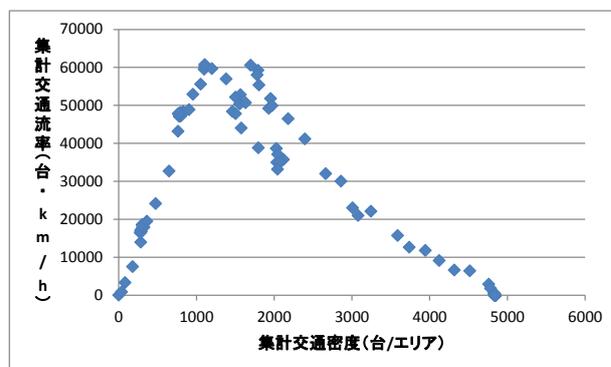


図6 集計QK状態図 (グリッドロック)

(2) 制御リンクの選定方法

a) 選定方法

前節で述べたように、オンランプ開閉時間の制約を設けた際の集計QK制御においてグリッドロックが発生する原因は、制御対象の全オンランプを同時に開放することであると考えられることから、グリッドロック防止を図るために、同時に開閉するオンランプ数（以下、「同時開閉オンランプ数」）を集計QK制御対象の全オンランプ10リンクの半分である5リンクとする制限を設ける。そこで、制御オンランプを選定する場合、選定方法を定める必要が生じてくるが、本稿では、前時間帯のオンランプリンクの5分間交通量の多さ、前時間帯のオンランプ下流リンクの5分間平均速度の低さの2種類での選定方法を試みる。なお、閉鎖中のリンクにおいては、設定した連続閉鎖時間の上限値の下で連続閉鎖を実施するものとする。例えば、制御実施時間が1時間、連続閉鎖時間の上限値を30分、開放後の連続開放時間の下限値を前時間帯の連続閉鎖時間分とすると、前半の30分は制御開始時に選定されたリンク群を連続閉鎖し、後半の30分はも

う一方のリンク群を連続閉鎖する。

b) 同時開閉オンランプ数

本項では、同時開閉オンランプ数を集計QK制御対象の全オンランプ10リンクの半分である5リンクとした場合の制御を実施する。なお、制御リンクは前の時間帯のオンランプリンクの5分間交通量の多さで選定することとする。また、各オンランプの連続閉鎖時間の上限値、開放後の連続開放時間の下限値に関しては、前節と同様、両制御共に30分、前時間帯の連続閉鎖時間分とする。以上の条件でシミュレーションを実施する。

図7に上記の条件での制御実施時の集計QK制御対象エリアにおける集計QK状態図と制御を実施しない場合の状態図を示す。同図より、グリッドロック現象が生じることなく制御出来ていることが分かる。制約を設けているため、目標台数を上回る集計交通密度が観測されているものの、制御を実施していない場合との比較においては、集計交通密度は1300~1800(台/エリア)付近に抑えられ、高い集計交通流率が達成されるとの結果が得られた。

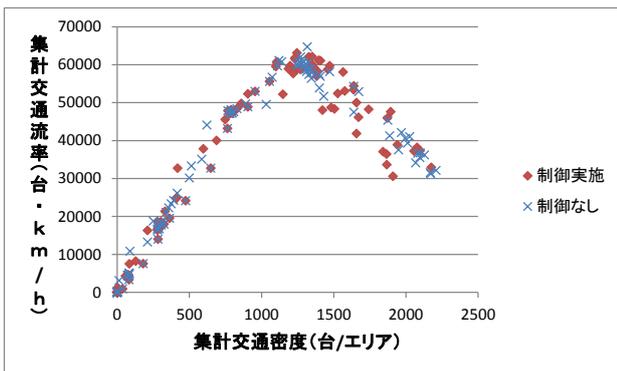


図7 集計QK状態図(制御なし・実務を想定した制御)

(3) 各条件を変化させた際の効果分析

本節では、集計QK制御における制御リンクの選定方法ならびに集計QK、ローカルLPの各制御における連続開放時間の上限値を変化させた際の制御効果について比較分析を行う。なお、同時開閉オンランプ数は、グリッドロック現象を避けるため、前節と同様の5リンクに設定する。

a) 条件の組み合わせ設定

集計QK制御における制御リンクの選定方法については、前時間帯のオンランプリンクの5分間交通量の上位5リンク、前時間帯のオンランプ下流リンクの5分間平均速度の下位5リンクの2種類での選定を試みる。また、集計QK、ローカルLPの各制御における連続開放時間の上限値については30分、60分の各2種類を試みる。これら各条件の組み合わせを変化させた全8ケースの詳細を表8に示す。なお、オンランプ開放後の連続開放時間の下限

値は前節と同様、両制御共に前時間帯の連続閉鎖時間分とする。

b) 制御結果

制御効果を比較するため、制御未実施の場合、制約を設けず無制限に制御を実施した場合、各条件を変化させた全8ケースの総旅行時間、事故件数の期待値を表8に示す。両結果より、制約を設けない場合と比較すると、全ケースにおいて制御効果は小さくなっているものの、制御を実施していない場合との比較においては、総旅行時間、事故件数の期待値共に減少している、すなわち実務を想定した制御実施時において円滑性向上効果、事故削減効果が獲得できるとの結果が得られた。総旅行時間においてはケース3が、事故件数の期待値に関してはケース4が、最も高い効果を獲得するとの結果が得られた。

c) 各条件が結果に及ぼす影響の分析

本項では、各条件の変化が制御結果に及ぼす影響を分析する。集計QK制御の制御リンクの選定方法に関しては、前時間帯の交通量により選定した方が高い効果を与えている傾向が見られる。これは交通量の多いオンランプ群を選定した方が、下流の平均速度で選定されたオンランプ群より、確実に流入台数を減少させることが出来ることによるものと考えられる。また、集計QK制御の連続閉鎖時間の上限値に関しては、30分よりも60分の方がより高い効果を与えている傾向が見られる。これは制御開始時の選定オンランプ群すなわち、選定されなかった一方のオンランプ群よりも流率を上昇させることが出来るであろう選定方法によって選定されたオンランプ群で制御する時間が長い方が早い段階で流率を上昇させることができ、効果が後にも続くことによるものと考えられる。最後にローカルLP制御の連続閉鎖時間の上限値に関しては、30分と60分のどちらの結果も差が見られない。これは、ローカルLP制御は、集計QK制御のように複数のオンランプを連動させて制御を行うのではなく、各オンランプが単独で制御を実施していることが関係していると考えられる。

表8 各ケースの条件、総旅行時間、事故件数の期待値

	制御なし	制約なし	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7	ケース8	
条件	制御リンクの選定方法 (集計QK制御)		前時間帯における オンランプリンクの交通量				前時間帯における オンランプ下流リンクの平均速度				
	連続閉鎖時間上限値(分) (集計QK制御)		30	30	60	60	30	30	60	60	
	連続閉鎖時間上限値(分) (ローカルLP制御)		30	60	30	60	30	60	30	60	
総旅行時間	総待ち時間(時間)	12652	16003	13750	13865	12717	13021	13997	13883	13199	13067
	総走行時間(時間)	125502	93336	114160	114242	110138	109902	115674	115297	112764	112500
	総旅行時間(時間)	138154	109338	127910	128107	122856	122923	129671	129180	125964	125567
	制御なしからの 総旅行時間の減少率(%)		21%	7%	7%	11%	11%	6%	6%	9%	9%
事故件数	追突(件)	4.38	2.86	3.86	3.85	3.74	3.72	3.96	3.98	3.83	3.83
	車面接触(件)	0.86	0.63	0.78	0.78	0.77	0.76	0.79	0.8	0.78	0.78
	施設接触(件)	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
	合計(件)	5.53	3.78	4.93	4.92	4.80	4.77	5.04	5.07	4.90	4.90
制御なしからの 合計事故件数の減少率(%)		32%	11%	11%	13%	14%	9%	8%	11%	11%	

さらに、各条件の変化が総旅行時間に及ぼす影響を、分散分析の手法を用いて統計的に解析した。分散分析の結果を表9に示す。集計QK制御における連続閉鎖時間の上限値および制御リンクの選定方法はP値が0.05以下であることから、総旅行時間に有意な影響を与えるとの結果が得られた。また、ローカルLP制御における連続閉鎖時間の上限値に関しては総旅行時間への影響を及ぼさないとの結果が得られた。この結果は、先ほど行った考察と合致するものである。以上より、集計QK制御における連続閉鎖時間の上限値は60分とし、集計QK制御における制御リンクは前時間帯におけるオンランプリンクの交通量により選定する事が、最大の総旅行時間削減効果、すなわち最大の円滑性向上効果を与えるとの結果が得られた。

表9 分散分析の結果

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比(F値)	P-値	F境界値
連続閉鎖時間上限値 (集計QK制御)	38533873	1	38533873	6132.18	0.006**	161.45
制御リンクの選定方法 (集計QK制御)	9215810	1	9215810	1466.58	0.017*	161.45
連続閉鎖時間上限値 (ローカルLP制御)	48646	1	48646	7.74	0.220	161.45
制御リンクの選定方法×閉鎖時間上限値 (集計QK制御) (ローカルLP制御)	165955	1	165955	26.41	0.122	161.45
閉鎖時間上限値×閉鎖時間上限値 (集計QK制御) (ローカルLP制御)	152	1	152	0.02	0.902	161.45
閉鎖時間上限値×制御リンクの選定方法 (集計QK制御) (集計QK制御)	1064089	1	1064089	169.34	0.049*	161.45
残差	6284	1	6284			
合計	49034809	7				

** 有意水準1% * 有意水準5%

来の土田貴義氏に多大なご支援をいただきました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 米澤悠二, 吉井稔雄, 北村隆一: 都市内高速道路における集計 QK エリア流入制御の実施効果検証, 第 29 回交通工学研究発表会論文報告集, pp181-184, 2009.11
- 2) 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.
- 3) 佐佐木綱・明神証: 都市高速道路網における流入車制御理論, 交通工学, Vol.3, No.3, pp.8-16, 1968.
- 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.
- 5) 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.
- 6) 松本洋輔・吉井稔雄: 集計 QK ならびにローカル LP を組み合わせたランプメータリング制御の提案, 第 31 回交通工学研究発表会論文集 (CD-ROM), 2011.
- 7) 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, pp.33-41, 1995

2011/08/05

7. 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、複数のオンランプからの流入交通量を管理する集計 QK 制御ならびに局所的に単独のオンランプの流入交通量を管理するローカル LP 制御を組み合わせた制御手法を提案し、阪神高速道路ネットワークを対象として同組み合わせ制御を交通流シミュレーションを用いて実施した結果、円滑性向上効果ならびに交通事故削減効果が獲得できるとの結果が得られた。さらに、実務への展開を想定し、オンランプに関する制約条件を設け、組み合わせ制御を実施した結果、円滑性向上効果ならびに交通事故削減効果が獲得でき、その有効性が確認された。今後は一般街路も含めた制御の有効性を検証していきたい。

最後に、本研究をすすめるにあたっては、阪神高速道路株式会社より貴重なデータをご提供いただきました。またシミュレーション構築に際しては、(株)交通システム研究所の大藤武彦氏、小澤友記子氏、(有)都市未