

都市高速道路のLP制御の改善に関する研究

名古屋工業大学 正 員 松井 寛
 名古屋工業大学 正 員 藤田 素弘
 名古屋工業大学 学生員 ○堀尾 朋宏

1. はじめに

都市高速道路における渋滞対策として、従来から線形計画法(LP)を用いた流入制御法が提案されている。その一手法としてすでに、各時間帯の流入量が本線上の下流に影響を及ぼすことを考慮したモデルが考案されている¹⁾が、このモデルは各時間帯ごとに目的関数を最適化するものであり、その結果はある長い時間にわたって最適化されているとは限らない。また、目的関数が総走行台キロの最大化であるため、長距離トリップの流入を優先して、最下流のランプに待ち台数が集中してしまうという欠点があった。そこで本研究では、各時間帯の交通量の動きを追跡しながら複数の時間帯にわたってトータルで最適化を行うモデルを構築し、数10分から数時間といった長い時間での最適化を図る。さらに本モデルでは、複数の時間帯の流入量を制御変数とすることにより、上述の欠点が改善されることが期待できる。

2. モデルの前提条件および定式化

モデルの作成にあたり、次の前提条件を設ける。

①本線上の車の速度は一定とする。②ランプ需要量が予測可能である。③ランプ間OD確率が予測可能で、かつ流入制御実行中は変化せず一定とする。④単位制御時間は5分とする。

(1) 目的関数

都市高速道路には、通過交通等、長距離トリップを円滑に処理することにより一般街路の混雑を緩和する機能がある。そこで目的関数としては、比較的長距離トリップが優先される傾向を示す総走行台キロ最大化を採りあげる。本モデルでは、複数の時間帯にわたる流入量による総走行台キロの最大化を図る。

$$\max. F = \sum_j \sum_r \sum_k \alpha_{jr} L_{jr} x_j^k \quad (1)$$

α_{jr} ; OD確率(オンランプjから流入した車がオフランプrから流出する確率)

L_{jr} ; オンランプjとオフランプrのランプ間距離

x_j^k ; オンランプjのk時間帯の許容流入量

(2) 交通量の制約条件

あるオンランプjから流入した交通量が、本線上のある区間iを通過する確率を影響係数といい A_{ij} で表す。流入5分後の影響係数を A_1 、10分後を A_2 、15分後を $A_3 \cdots$ とすると、k時間帯における区間iの交通量の制約条件は次のように定式化される。

$$\sum_j (A_{1ij} x_j^k + A_{2ij} x_j^{k-1} + A_{3ij} x_j^{k-2} \cdots) \leq c_i \quad (2)$$

c_i ; 区間iの交通容量

この制約式は、影響係数を5分ごとに考慮することにより、流入5分後、10分後……の交通量の流れを追跡し、前制御時間帯の残留交通量の影響で実際の区間交通容量が減少することを考慮したものである。

(3) 待ち台数の制約条件

オンランプにおける待ち台数があまり多くなると、一般街路にまで影響を及ぼしかねないため、オンランプでの流入待ち台数に対しても制約条件を設ける。オンランプjの待ち台数の最大値を W_j とすれば、

$$0 \leq Q_j^k - X_j^k \leq W_j \quad (3)$$

Q_j^k ; オンランプjにおけるk時間帯までの累積需要台数

X_j^k ; オンランプjにおけるk時間帯までの累積流入台数

これを整理し、制御変数 x_j^k で表すと、次の制約条件式が得られる。

$$Q_j^k - X_j^{k-1} - W_j \leq x_j^k \leq Q_j^k - X_j^{k-1} \quad (4)$$

3. 計算例

本研究では、仮定の計算例を用いてモデルを適用し、従来の各時間帯ごとに最適化する方法との比較を行った。以下従来のモデルをモデル1、本研究で提案したモデルをモデル2とする。

計算例の路線図を図-1に示す。交通容量は300台/5分、各オンランプの待ち台数の最大値は200台/5分、本線上の走行速度は60km/hとした。制御時間は60分間とし、OD確率、需要交通量は、仮定のデータを用いた。

図-2、図-3にそれぞれモデル1、モデル2のオンランプ別待ち台数の変動を示し、表-1に主な評価項目に対する両モデルの計算結果を示す。60分間トータルでの総走行台キロは明らかにモデル2がモデル1を上回っているが、60分間のオンランプでの総待ち時間は、かえってモデル2の方が大きくなってしまっている。しかしオンランプ別総待ち時間を見ると、オンランプ3の総待ち時間は減少しており、待ち台数が最大値に達している時間帯数もモデル2の方が減少している。図-2、図-3の比較からも、モデル1でオンランプ3に集中している待ち台数が、モデル2では他のオンランプや時間的にも分散していることが分かる。

4. 結論

本研究では、各時間帯の交通量の動きを追跡しながら複数の時間帯にわたって最適化を行うモデルを提案し、簡単な計算例を実行した。その結果、長い時間にわたり目的関数が最適化されること、待ち台数が最下流のオンランプのみに集中することなく、時間的、空間的に分散する効果があることが確認できた。今後は、実際のネットワークやデータを用いた場合の評価や、トータルで最適化を行う時間帯数を変えた場合のモデルの挙動についても検討する必要がある。

【参考文献】

1) 橋本峰雄：待ち時間を考慮した都市高速道路のLP制御，交通工学研究発表会論文集，1990

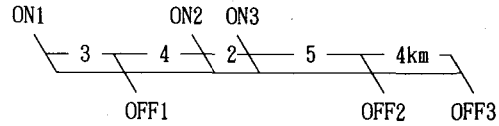
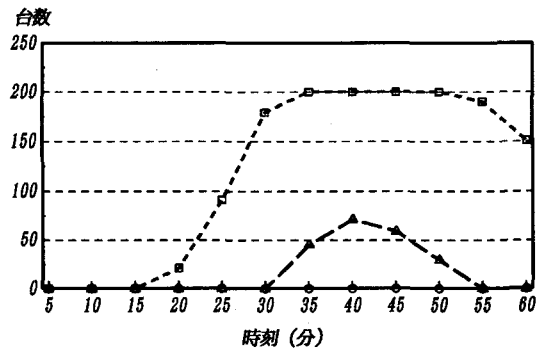


図-1 計算例路線図

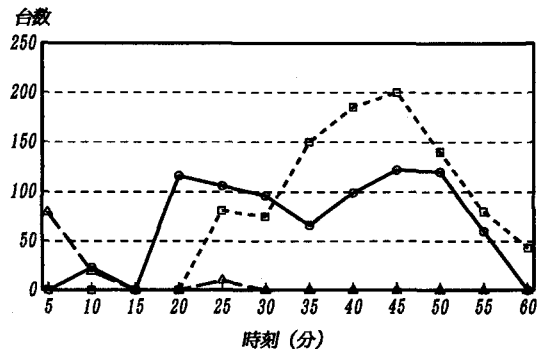
表-1 両モデルの計算結果の比較

		モデル1	モデル2
60分間の総走行台キロ		38764.2	39606.6
60分間の総待ち時間(分)		7802.5	9235.8
オンランプ別 総待ち時間(分)	ランプ1	0	4033.3
	ランプ2	1020	540
	ランプ3	6782.5	4662.5
最大待ち台数(オンランプ)		200(3)	200(3)
待ち台数飽和時間帯数		4(3)	1(3)



○ ランプ1 △ ランプ2 □ ランプ3

図-2 オンランプ別待ち台数の変動(モデル1)



○ ランプ1 △ ランプ2 □ ランプ3

図-3 オンランプ別待ち台数の変動(モデル2)