

信州大学工学部 正員 奥谷 巖
信州大学工学部 学生員 O 西川義満

1. まえがき: 都市高速道路の流入制御方法として過去においてLP制御および待ち行列制約つきLP制御といった方法が提案, 検討されている¹⁾。また転換率を用いて平面街路との競合を考慮した全車総走行時間最小化規準によるNLP制御も提案されている²⁾。後者の研究に於てはランプ長を一つの変数としているが, ここでは既存の高速道路に於ける実用上の観点からランプ長を制約条件としてそのでの待ち行列長を一つの変数として扱う。その他転換率を考慮することやOD別高速道路流入量を変数とする点では上記と同様のNLP制御として扱う。

一日を交通量に応じて数段階の時間帯に分割し, その各々の時間帯毎に最適解を求める。得られた最適待ち行列長を与えらうで流入制御することにより最適な転換率に則して制御ができると考える。つまり比較的交通量の少ない時間帯に於ても, ある一定の待ち時間を与えることにより高速道路の混雑を防ぎ最適な転換率を保つことから全車総走行時間最小化規準が守られるわけである。また最適待ち行列長を保つために, ブースク前に信号機を設置し最適流入量をもとにしたある一定周期で流入させようとするものである。

2. 目的関数及び制約条件: 高速道路利用車の所要時間 T は, ランプ区間走行時間, 流入待ち時間, 平面街路と流入・流はランプ間のアプローチ時間, 及び料金の時間換算値の和をもって表わせる。これから各々を次のように考える。ランプ区間走行時間は区間距離 D_{ik} , 走行速度を V_{ik} とすると, $t_{ik} = D_{ik}/V_{ik}$ 。ここに V_{ik} は $V_{ik} = 75 - 0.008 Q_{ik}$ なる交通量に依存して決まるものとする(k は区間番号)。待ち時間は待ち行列長 X_i (i はランプ番号), 停っている車の平均車頭間隔を U_i とすると, X_i/U_i (台)が停っていることになる。またそのランプから単位時間に流入を許される台数を U_i とすると待ち時間は, $t_{ei} = (X_i/U_i)/U_i$ 。アプローチ時間はその距離及び走行速度をOD別に D_{ij} , V_{ij} とすると $t_{ij} = D_{ij}/V_{ij}$ 。最後に料金の時間換算値 $t_{\alpha} = (\text{料金})/(\text{時間評価値})$ で表わせる。これらの和をとって $T = \sum t$ とし, またOD別の所要時間を T_{ij} とする。平面街路利用車については, 高速道路と同様に区間に区切って, その区間距離 D_{jk} , 走行速度を V_{jk} とすると区間走行時間は $t_{jk} = D_{jk}/V_{jk}$ となる。そしてOD別所要時間は $T_{ij} = \sum_{k \in \text{区間}} t_{jk}$ と表わせる。次に高速道路と平面街路両方のOD交通量を Q_{ij} として, 短トリップ減率係数を含んだ転換率を P_{ij} とすると, OD別の高速道路利用台数は, $X_{ij} = Q_{ij} \times P_{ij}$ となり, また平面街路のOD別交通量は, $Y_{ij} = Q_{ij} - X_{ij} + R$ (R は制御対象外の交通量)となる。以上のことから目的関数である全車総走行時間は $F = \sum \sum (T_{ij} \times X_{ij} + T_{ij} \times Y_{ij})$ と書ける。制約条件は, i) 高速道路の各区間交通量が交通容量をこえないこと, つまり $\sum_{i,j \in k} X_{ij} \leq C_k$ 。ii) 各ランプに於ける流入量がそのブースに於ける流入処理限界をこえないこと, つまり $U_i (= \sum X_{ij}) \leq U_{i \max}$ 。iii) 各ランプでの待ち行列長がそのランプウェー長をこえないこと, つまり $X_i \leq L_i$ 。これら三つの制約条件のもとで上記目的関数 F を最小化するNLP問題として扱う。

3. 流入ランプでの信号制御について: 待ち行列長を一定に保つためにブースク前に信号機を設置するのであるが, その周期 T , 青信号の時間を G , 単位時間に流入できる台数を C とすると, $G \times C/T = X_{ij}$ つまり $G/T = X_{ij}/C$ なる関係を満たすべく G/T を決める。また一周期に一台を流入させる場合は一台流入できる青信号の時間を τ とすると $\tau/T = X_{ij}/C$ より $T = \tau \times C/X_{ij}$ として周期を決定できる。

4. おわりに: 本法は都市高速道路の流入制御にきわめて有効な一法であると考えらる。但今後の課題として, 信号制御による待ち行列長の変動に波動理論を用いることができれば本法はより確立されるだろう。尚, 本モデルに於ける数値計算例については当日発表の予定である。

参考文献 1) 明神, 坂本, 流; 流入待ち行列を考慮したLP制御, 交通工学, Vol. 10, No. 4 1975

2) 奥谷, 西田; 転換率を考慮した都市高速道路の流入制御, 昭和50年土木学会全国大会講演概要集第4冊