

信号交差点を考慮した時間交通量配分モデルに関する研究

株式会社共同設計 正会員 ○中村光生
金沢大学自然科学研究科 正会員 高山純一
京都大学工学部 正会員 飯田恭敬

1. はじめに

一般に、交通規制策などの交通運用計画や沿道環境影響の事前評価を行うためには、道路網上の交通流をできるだけ忠実に、しかも時間を追って再現する必要がある。一方、都市部においては朝夕のラッシュ時を含め交通渋滞が日常化しており、交通渋滞の解消あるいは緩和が都市内交通政策の大きな課題となっている。このようなことより、最近、時間帯別の交通量配分モデルや交通渋滞を考慮した配分モデルの開発が行われており、その実用化に対する要望も高まってきている。

井上博司¹⁾は混雑した道路網を対象に交通量の均衡配分を行うモデルの提案を行っている。また、藤田・松井等²⁾は時間帯別に交通量配分を行うモデルを提案し、それをさらに発展させて交通渋滞が考慮できるように改良した³⁾。しかし、これらのモデルはいずれも信号交差点を明示的に取り扱ってはならず、都市内信号交差点の改良計画や信号制御方法の評価に用いるには十分とはいえないものである。

そこで、本研究では上記改良計画や信号制御方法の評価に用いることを目的として、交差点での待ち時間を考慮した新しい配分モデルを提案する。このモデルは、混雑したリンクにおける交通量とリンク走行所要時間の関係の中に、信号による平均遅れ時間（平均待ち時間）を明示的に取り入れたところに特徴があり、井上博司¹⁾の提案した混雑道路網における均衡交通配分モデルの考え方を応用したものといえる。ただし、ここでは実用面を重視し、厳密な意味での均衡交通配分を行うのではなく、従来実務レベルで用いられている分割配分法（等時間原則配分法の近似解法と考えられている）を基本配分モデルとして用いるものとする。

2. 配分モデルの基本的な考え方

井上博司¹⁾は、ある任意のリンク（リンク長を l とする）を自由流領域〔速度 $V_1(Q)$ 〕と渋滞領域〔渋滞長 l' 、速度 $V_2(Q)$ 〕に分け、そのリンクの走行所要時間 t を、仮想的な自由流領域での走行

所要時間 $l/V_1(Q)$ とリンク終端における仮想的な待ち時間 $w = \{l'/V_2(C) - l'/V_1(Q)\}$ 、および信号による平均遅れ時間 y の和として表し、さらに $l/V_1(Q)$ および y は交通量に関して単調増加関数であるので、その和を $f(Q)$ として、一般的には t を式(1)のように表している。ここで、 Q はリンク上を流れる交通量であり、 C はリンク終端における端末交通容量（ボトルネックとなる交差点の交通容量）である。ただし、本研究では時間帯を区切って交通量配分を行うので、渋滞列が発生する状態（過飽和）を $C < Q$ と考えた。

$$t = \begin{cases} f(Q) & \dots\dots (0 \leq Q \leq C) \\ f(Q) + w & \dots\dots (C < Q < C_{max}) \end{cases} \quad (1)$$

しかし、交差点間隔の比較的短い都市内道路網においては、渋滞による遅れもさることながら、各交差点での遅れ時間が経路選択に大きな影響を及ぼすものと考えられる。したがって、井上博司の提案した方法では具体的に各交差点の形状（構造）や信号制御の方法等を評価するには十分とはいえない。

そこで、本研究では信号交差点の交通容量解析⁴⁾を交通量配分モデルに組み込み、交差点での平均遅れ時間を考慮に入れた最短経路探索を行うことにより、より合理的な交通量配分を行う分割配分法を新しく提案する。

すなわち、式(1)の $f(Q)$ を式(2)に示すように自由流領域での走行所要時間 $l/V_1(Q)$ と信号による平均遅れ時間 y に明確に分けて、リンク走行所要時間を計算し、各分割配分段階ごとに各交差点における容量解析と最短経路探索を繰り返すことによって、交通量配分を行う方法である。

$$t = \begin{cases} l/V_1(Q) + y \dots\dots (0 \leq Q \leq C) \\ l/V_1(Q) + y + w \dots\dots (C < Q < C_{max}) \end{cases} \quad (2)$$

具体的な配分アルゴリズムを図-1のフローチャートに示す。

3. 交差点における平均遅れ時間

交通流の到着分布がポアソン分布に従うと仮定した場合、Websterの実験式によれば、信号制御された平面交差点流入部における車両一台当たりの平均遅れ時間（平均待ち時間） y は式（3）で与えられる⁴⁾。

$$y = \frac{(1-g)^2}{2(1-\rho)} H + \frac{x^2}{2g(1-x)} - \epsilon \quad (3)$$

ここに、 Q ；流入交通量、 S ；飽和交通量、 ρ ；正規化交通量（ $\rho = Q/S$ ）、 R ；その交通流が当面する赤信号時間長、 H ；信号サイクル長、 g ；信号スプリット（ $g = 1 - R/H$ ）、 ϵ ；修正項（ $\ll 1$ ）、ただし、 $x = \rho/g < 1$ である。

ここで、式（3）の第1項は交差点への交通流の到着が一樣であると仮定したときの流入交通量1台当たりの平均待ち時間を表している。したがって、流入交通量が少ない場合はポアソン到着に近いので、流入部の平均待ち時間は式（3）の値に近づき、交通量が多くなると、到着が一樣分布に近づくので、式（3）の第1項の値に近づくと考えられる。本研究では、交通量の多いラッシュ時間帯を主に解析の対象としているので、到着分布は一樣分布を仮定するものとする。

4. モデル適用上の仮定および今後の課題

モデル適用上の仮定をまとめると、次のようになる。

仮定1；時間帯の幅>最長トリップ時間

仮定2；各OD交通量は時間帯内で一様に発生し、また各リンクの流入交通量は時間帯内で一様に流入する。

本研究ではオフセット不整合による遅れや交通流のランダム変動による遅れは考慮していない。また、渋滞列が上流リンクに延伸する場合についても解析の対象外としている。これは交通量が多く、ある程度混雑しているネットワークにおいてはオフセット不整合による遅れの影響はそれほど大きくないと考えられるからである。また、交通流の到着分布も交通量が多い場合には一樣到着に近づくので、式（3）の第2項の影響はそれほど大きくないと考えられるからである。

今回は実用面を重視し、従来よく用いられている分割配分法をベースとした配分アルゴリズムの提案を行ったが、今後はこのモデルを交通均衡配分モデルとして改良する必要がある。また、渋滞列が上流リンクに延伸する場合についても解析できるようにモデルを拡張する必要があるといえる。なお、交差点容量を越えた過飽和状態における y_{max} の設定お

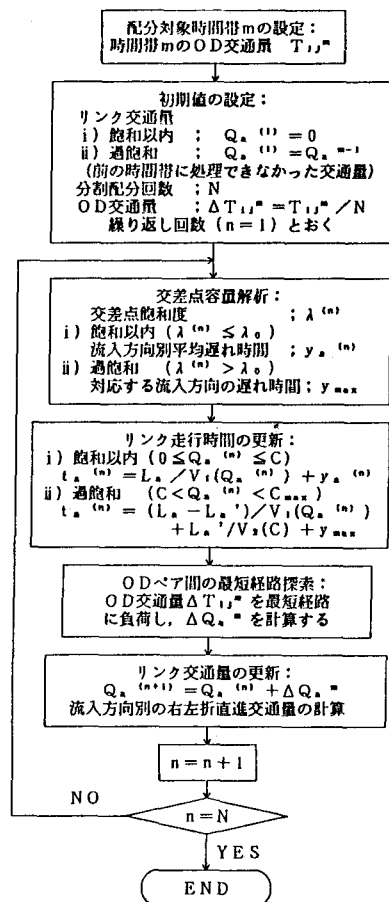


図-1 配分アルゴリズムを示すフローチャート

および処理できなかった交通量の取り扱いについては現在検討中であり、別の機会に報告したい。

5. 参考文献

- 1) 井上博司：混雑した道路網における交通均衡およびその数値解法，土木学会論文集，第365号/IV-4, pp.125～133, 1986年1月
- 2) 藤田・松井・溝上：時間帯別交通量配分モデルの開発と実用化に関する研究，土木学会論文集，第389号/IV-8, pp.111～119, 1988年1月
- 3) 藤田・山本・松井：渋滞を考慮した時間帯別交通量配分モデルの開発，土木学会論文集，第407号/IV-11, pp.129～138, 1989年7月
- 4) 交通工学研究会編：平面交差の計画と設計——基礎編——，交通工学研究会，pp.60～99, pp.225～230, 昭和59年7月