

交通渋滞による信号交差点先づまり現象を考慮した 時間交通量配分モデル

金沢大学工学部 正会員 高山 純一

○学生員 亀谷 靖文

1. はじめに

近年の都市内における交通渋滞現象は慢性化の様相をみせており、物流等に与える影響はもちろん、エネルギー消費、大気汚染といった環境問題をも引き起こし、大きな問題となっている。

交通渋滞を解消するための交通政策を評価するためには、交通渋滞現象を記述できるモデルが必要であり、著者等はこれまで信号交差点を組み込んだ時間交通量配分モデル¹⁾を提案してきた。このモデルは、信号交差点を明示的に取り扱っていることが特徴であり、都市内信号交差点の改良計画や、交差点容量を考慮した道路網容量の評価に用いるのに有効であると考えられるが、課題もいくつか残している。

その一つが信号交差点での先づまり現象（進行方向における交通渋滞現象）を考慮に入れることである。都市内では、特に朝夕のラッシュ時を中心に、渋滞列が数kmにも及ぶ状況が見られることより、先づまり現象を考慮することは、交通渋滞現象を記述する上で非常に重要であると思われる。

そこで、今回は先づまり現象の影響を考慮した改良モデルを提案したい。

2. 渋滞列の基本的な考え方

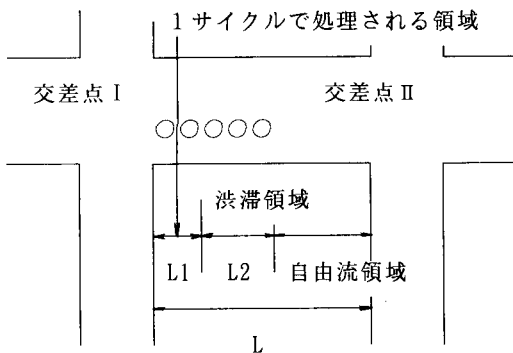


図-1 交差点流入部における渋滞のモデル化

図-1に示すように、2つの交差点に挟まれたある任意のリンク（リンク長： L ）を自由流領域〔速度： $V_1(Q)$ 〕と渋滞領域〔渋滞長： L_2 、速度： $V_2(Q)$ 〕に分け、そのリンクの走行所要時間 t を

式(1)～(2)に示すように仮想的な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 （ y_{max} ：飽和状態における平均遅れ時間）およびリンク終端における仮想的な待ち時間 $w = (L_2/V_2(Q) - L_2/V_1(Q))$ の和として表す。ただし、交差点手前の1サイクルで処理される交通量が占める領域 $[L_1]$ は自由流領域として扱っている。

(i) 渋滞列のない場合（ $0 \leq Q \leq C$ ）

$$t = L/V_1(Q) + y \quad (1)$$

(ii) 渋滞列がある場合（ $C < Q < C_{max}$ ）

$$t = L/V_1(Q) + y_{max} + w \quad (2)$$

ここに、 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。また、 C_{max} はリンクの区間交通容量である。

このように本配分モデルは、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る。ただし、配分対象時間帯内における交通需要量の変化はないものとしているため、あくまでも静的な配分モデルであり、改良モデルもこれを踏まえたものとする。

3. 先づまり現象の考え方

先づまり現象を考慮する考え方として、次の2つの方法をあげる。

- 方法① リンク長を越えた渋滞列長を手前の交差点での流入リンクに上乗せする方法
- 方法② 渋滞列が生じたリンクにおいて、流入可能交通量を求め、これより手前の交差点の容量を計算する方法

<方法①について>

交差点Iにおいて、図-2のように渋滞列が生じ、 $L_1 + L_2 > L$ となった場合、 $L_3 = (L_1 + L_2) - L$ （リンク長を越える渋滞列）を、そのリンクに流入する交通量 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 の比に応じて按分し、交差点IIのそれぞれの流入方向に延伸させる。

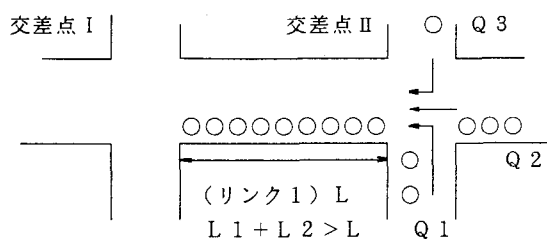


図-2 方法①の模式図

この方法は、リンク所要時間の増加における影響を第1に考慮したものであるが、交差点Ⅱの交通容量については考慮しておらず、簡略的な方法といえる。

<方法②について>

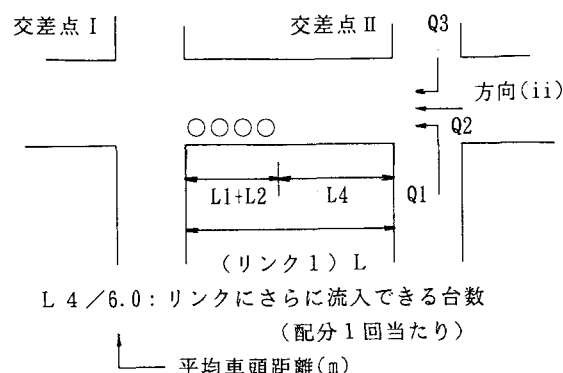


図-3 方法②の模式図

リンク1にさらに流入可能な台数は、1時間当たりに換算すると、

$$(L4/6.0) \times \text{分割回数} \text{ (台/1時間)} \quad (3)$$

となる。

また、交差点Ⅰにおいてリンク1の1サイクルに処理できる交通量を $Q1C$ とすると、1時間当たりでは、

$$Q1C \times (3600/C) \text{ (台/1時間)} \quad (4)$$

C : 交差点Ⅰのサイクル (秒)

が処理できる。

従って、リンク1に流入可能な交通量 QK は、(3)、(4)式より、

$$QK = (L4/6.0) \times \text{分割回数} + Q1C \times (3600/C) \text{ (台/1時間)} \quad (5)$$

で表される。

この QK を、方法①と同様に、そのリンクに流入する交通量 $Q1$ 、 $Q2$ 、 $Q3$ の比に応じて按分し、交差点Ⅱの流入リンクにおける流入可能台数とする。

例えば、交差点Ⅱの方向(ii)における1時間当たりの直進流入可能台数は、

$$QK \times (Q2/Q) \text{ (台/1時間)} \quad (6)$$

Q : リンク1の交通量

となり、これを青1時間当たりに直すと、

$$QK1 = QK \times (Q2/Q) \times (C/G) \text{ (台/青1時間)} \quad (7)$$

G : 交差点Ⅱ方向(ii)における

1サイクル当たりの青時間(秒)

となる。すなわち $QK1$ は、青1時間当たりの直進流入可能交通量であり、これを先づまり交差点Ⅱの方向(ii)の直進車線における飽和交通流率とする。

これより、先づまり交差点Ⅱの方向(ii)の直進車線における正規化交通量 RX は、

$$RX = Q2/QK1 \quad (8)$$

となる。こうして求めた RX が、もともと求められていた正規化交通量より大きな値をとった場合に、これに置き換えることとした。

これを先づまり交差点のリンク1に流入する $Q1$ 、 $Q3$ についても同様に考え、先づまり交差点Ⅱの飽和度を求める。この過程で交差点Ⅱが臨界飽和度に達した場合は、新たに渋滞列が生じるものとし、2.で述べた考え方に従ってリンク所要時間を計算し、配分を繰り返す。

この方法は、先づまり交差点の容量低下における影響を第1に考慮したものであるといえる。

なお、改良モデル(方法①、方法②)を用いた計算結果等については、講演時に発表したい。

最後に、本研究は、文部省科学研究室一般研究(B)(代表者、京都大学教授、飯田恭敬)の研究助成によって行われた研究成果の一部である。ここに記して感謝したい。

4. 参考文献

- 1) 高山・中村・飯田：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、第10回交通工学研究発表会論文集、pp.97~100、平成2年11月
- 2) 交通工学研究会・平面交差点(基礎編)委員会：平面交差点の計画と設計(基礎編)、昭和59年