

IV-182 交差点容量を考慮した道路網最大容量評価に関する研究

金沢大学工学部 正会員 ○高山純一
 富士設計コンサルタント 正会員 中村光生
 京都大学工学部 正会員 飯田恭敬

1. はじめに

道路網全体の交通処理能力を表わす道路網最大容量の算定は、交通施設の建設計画、あるいは運用計画を検討する上で、非常に重要な検討項目の1つである。従来、道路網最大容量を評価する方法として様々な手法¹⁾が提案されているが、その大部分がリンク(主に、単路部)の容量のみを考慮したものであり、ノード(交差点)の容量を明示的に考慮した例は少ないようである²⁾。

一方、近年の都市部における交通渋滞は慢性化しており、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。この都市部における交通渋滞は、その多くが信号交差点を先頭とした渋滞であり、都市内信号交差点の改良あるいはその最適制御が有効な対策の1つと考えられる。

そこで、本研究では先に提案した時間交通量配分モデル(信号交差点の交通容量解析を組み込み、交差点での平均遅れ時間を明示的に考慮した分割配分法³⁾)を応用することにより、ノードの交通容量を明示的に考慮できる配分シミュレーションによる道路網最大容量評価法を提案する。このモデルの大きな特徴は、(1)交差点部分のネットワーク表示は従来通り、1個のノード表示で十分であり、特別に右左折直進の表示を必要としない、(2)右左折直進の交通需要に応じて変化する交差点容量を考慮することができる、という2点である。ここでは、信号交差点における交通処理状況に応じて、3通りの容量評価基準(レベル1～レベル3)を設定し、道路網容量評価を試みた。

2. 配分シミュレーションモデルの基本的な考え方

実際規模の道路網を対象とした最大容量評価法として実用的なのは、配分シミュレーションを用いる方法である。この方法では、リンク切断の判定基準が問題となり、一般には道路混雑率(配分交通量/リンク容量)がある閾値を超過した場合に、そのリンクが切断されたものとして処理されている。そして、この閾値はネットワークのサービスレベルに

じて決定されているのが一般的である。しかし、都市内の道路ネットワークにおいては、リンクそのものの交通容量よりも、信号交差点の交通容量(交差点処理交通量)の方がはるかに小さく、ネットワーク全体の最大容量も信号交差点での処理能力によって規定されると考えた方がよいといえる。

そこで、本研究では交差点流入部における渋滞現象を次に示すようにモデル化することにより、リンク切断の判定基準を設定する。

図-1に示すように、2つの交差点に挟まれた任意のリンク(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

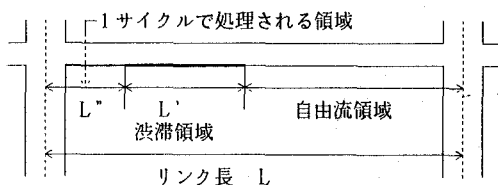


図-1 交差点流入部における渋滞のモデル化

時間) およびリンク終端における仮想的な待ち時間 $w = \{L_2/V_2(C) - L_2/V_1(Q)\}$ の和として表わす。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た。

(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。本研究では、信号交差点を対象とした交通容量解析を配分シミュレーションモデルに組み込むことにより、交差点での交通処理状況を解析する。具体的には各配分段階において、すべての交差点飽和度 λ を計算し、その λ がある基準値 λ_0 。(設計基準値=0.9)よりも大きい場合に、渋滞列が発生するとして、流入方向別にその処理不能交通量(滞留交通量; $Q_{S_a} = Q_a - Q_{T_a}$; Q_{T_a} は飽和状態において処理される交通量)を計算するものである。

3. リンク切断の基準

本研究では、先に示したように信号交差点における交通処理状況に応じて、次の3通りの容量評価基準(リンク切断の基準)を設定し、道路網容量評価を行う。

(1) レベル1

交差点飽和度 λ_i が基準値 λ_0 よりも大きくなった場合、その交差点へ流入するすべての方向のリンクについて、リンク切断の処置を行う基準である。

(2) レベル2

レベル1の場合、交差点としては過飽和状態にあるが、流入方向によってはまだ余裕があり、渋滞列が発生していない場合が存在する。しかし、そのまま交通需要が増加すれば、渋滞列が発生していない流入方向においても、渋滞列が発生し、完全に処理不能となる。そこで、このレベル2の基準は渋滞列が発生したリンクについてのみリンク切断の処置を行う基準であり、余裕のある流入方向についてはリンク切断と判断しないものとする。

(3) レベル3

渋滞列が発生し始めた後においても、さらに交通需要が増加すれば、渋滞列長は徐々に延伸し、隣接する手前の交差点にまで渋滞列が繋がる場合が存在する。これは、都市内においてしばしば見られる現象であり、この状態を以て、リンク切断と判断することも可能である。

4. 処理不能交通量(滞留交通量)の計算

図-2に示すような信号現示の数が2つの最も単純な交差点を例として考える。ここで、各流入部の正規化交通量には、 $\rho_1 > \rho_3$, $\rho_4 > \rho_2$ の関係があるものとする。渋滞列が発生するのは交差点飽和度 λ ($\lambda = \lambda_{(1)} + \lambda_{(2)} = \rho_1 + \rho_4$) が基準

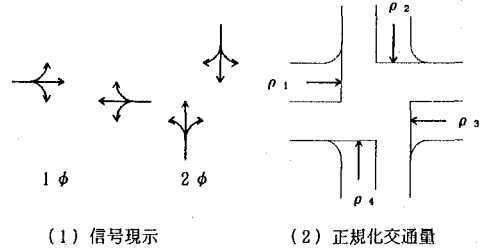


図-2 信号現示の方式と正規化交通量

値 λ_0 よりも大きい場合であり、その場合の流入方向別処理不能交通量(滞留交通量; Q_{S_a})は次のようになる。ただし、 $\lambda_{(1)}$, $\lambda_{(2)}$ は現示の飽和度を表わす。

1) 流入方向1

$$Q_{S_1} = \left\{ \rho_1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda} \right) \lambda_{(1)} \right\} Q_1 \quad (3)$$

2) 流入方向2

$$Q_{S_2} = \left\{ \rho_2 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda} \right) \lambda_{(2)} \right\} Q_2 \quad (4)$$

3) 流入方向3

$$Q_{S_3} = \left\{ \rho_3 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda} \right) \lambda_{(1)} \right\} Q_3 \quad (5)$$

4) 流入方向4

$$Q_{S_4} = \left\{ \rho_4 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda} \right) \lambda_{(2)} \right\} Q_4 \quad (6)$$

なお、講演時には仮想ネットワークを用いたモデル計算例について、説明する。

5. 参考文献

- 1) 枅谷有三: 道路網容量による道路網の感度分析とその応用に関する基礎的研究, 北海道大学博士学位論文, 1985年7月
- 2) 佐佐木・朝倉・川崎: ノード部分の容量を考慮した最適道路網計画問題の定式化, 土木学会年次講演集, 第IV-254, pp. 507~508, 1985年9月
- 3) 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
- 4) 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
- 5) 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