

IV-21 交通渋滞による待ち時間の評価モデル

(株)三菱総合研究所 正員 西宮 良一
 “ 正員 吉田 哲生
 “ 伊藤 雅之

1. はじめに

道路における交通渋滞の評価を行う方法として、従来一般的に用いられてきた方法は、道路の区間ごとに、交通量 Q と速度 V の関係をモデル化した $Q-V$ 曲線を設定し、交通量の増加による速度の低下を、時間損失として計上する方法である。しかしながら、近年の渋滞時における交通流現象に関する研究(参考文献1, 2)において、道路交通流が自由流と渋滞流により構成されており、これら二つの流れにまたがって単一の $Q-V$ 式を適用することができないことが明らかにされている。本研究においては、渋滞は待ちの発生であるという視点より、自由流における走行速度の低下による時間損失と、渋滞による時間損失を分離して評価する方法の提案を行っている。

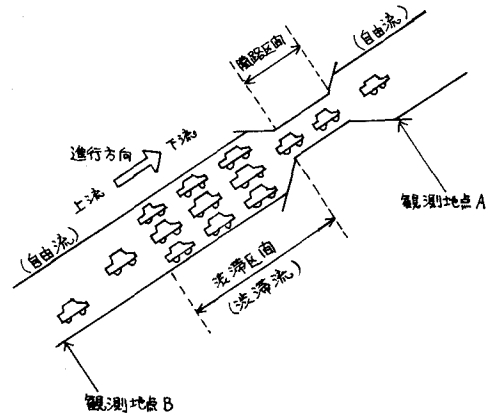


図-1 渋滞発生道路模式図

2. 渋滞の発生と交通量分布の変化

渋滞が発生している道路区間の状況は、一般に図1に示すように模式化することができる。図1において、上流より隘路区間の交通容量を越える交通需要が流入した場合、隘路の上流に車の待ち行列が発生する。これが渋滞区間に相当し、この区間の交通流は、渋滞流と呼ばれる隘路交通容量の制約を受けた交通流となる。一方渋滞区間の上流および下流の車は、その下流部の状態の影響を受けずに走行しており、自由流と呼ばれる流れとなっている。そして、上流からの交通需要が減少し、隘路交通容量を下回ると、渋滞は次第に解消し、待ち行列はなくなる。図2は隘路の存在による交通量分布の変化を模式化したものである。隘路の通過のために交通量分布のピークが前ずれ、後の時間帯へ移るため、隘路通過後の交通量分布は山が低くなっている。

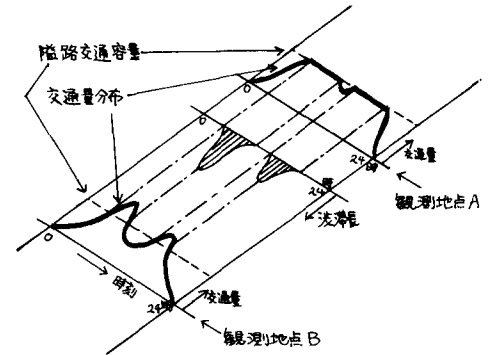


図-2 交通量分布の変化の模式図

3. 渋滞遅れ時間

渋滞が発生する地点において、図3に示す交通量分布が実現した場合の渋滞遅れ時間の計算方法については、次の様に考えることができる。図3の交通量の分布において、交通需要が隘路交通容量に達するまでは、渋滞は発生しない。時刻 t_0 において交通需要が隘路交通容量を越えると渋滞が発生し、渋滞による待ち行列が解消する時刻 t_3 までは、隘路交通容量に等しい交通量が下流へ流れる。従って、容量を越えた交通需要(図中Aの部分)は、図中Bの部分へ移り、太線で示した交通量分布が実現することになる。この場合、渋滞遅れ時間の総和は、図3でA部分の重心に対応する時刻 t_{c1} 、B部分の重心に対応する時

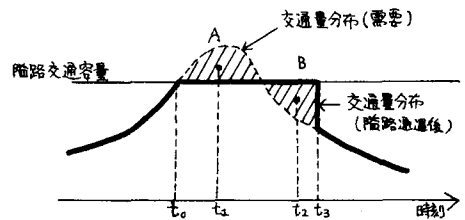


図-3 渋滞遅れ時間の発生

刻を t_2 ，A部分の面積（B部分の面積と等しい）をCとしたとき， $C(t_2 - t_1)$ として求めることができる。

4. Q-V 曲線と渋滞モデルの関係

自由流と渋滞流における2つのQ-V曲線の概念図を図4に示す。この図は、参考文献2の交通量-密度相関の概念図より作成したものである。ここで、破線で示した従来用いられているQ-V曲線は、自由流の観測データと渋滞流の観測データを区別せずに、機械的に曲線をあてはめた例が多いものと思われる。なお、同文献においては、首都高速道路における自由流と渋滞流の境界は、車路部で45 km/h 付近という結果が出ている。

渋滞による速度変化を図5に示すように考えることができる。まず、渋滞が発生していない上流部より、車が自由流状態で速度 v_0 で走行してきたとする。この車が渋滞に達すると、速度が臨路交通容量 Q_1 により決定される速度 v_1 に低下し、渋滞の中を走行する。そして渋滞を抜け出すと、交通量 Q_1 のときの自由流速度 v'_0 まで速度が上昇し走行を続ける。ここで、需要が臨路交通容量に等しく、渋滞長が変化しない状態を考えると、臨路前後でのQ-V式を同じとすれば $v_0 = v'_0$ となる。渋滞によりこの車が受けた遅れは、渋滞が発生していないと想定したときに臨路に達する時刻 t_0 と渋滞している場合に臨路に到達した時刻 t_1 の差（ $t_1 - t_0$ ）で表わされる。つまり、渋滞開始地点より臨路までの区間長を l としたとき、渋滞による時間損失は次式で表わされる。

$$(t_1 - t_0) = l \left(\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_0} \right)$$

なお、従来のQ-V式による走行時間の計算では、対象とする道路区間全体に平均速度 v_2 を設定しており、同じ交通量が流れていても、渋滞量により通過所要時間が異なるという点を配慮することができない。

5. 総時間損失の算定フロー

本モデルによって、道路混雑による総時間損失を算定する手順を図6に示す。ここでは、渋滞による待ち時間と、自由流状態を想定した場合の交通量の増加による速度低下による時間損失を分けて算定することを大きな特徴としている。ここで、臨路付近における交通量分布は、臨路の交通容量と、渋滞が発生しない地点での交通量分布より求められる。

6. 今後の課題

本モデルによる渋滞時間の算定は、車路部においては比較的簡単であるが、臨路部が複数存在する複雑なネットワークでの計算は、交通需要分布の設定方法等、データ入手面で課題が残されている。

（参考文献）

- 1) 西宮良一：「高密度交通流の現象解析」オ33日土木学会年次学術講演会概要集，1978年10月
- 2) 越，岩崎，大蔵，西宮：「渋滞時の交通流現象に関する研究」土木学会論文報告集，1981年2月

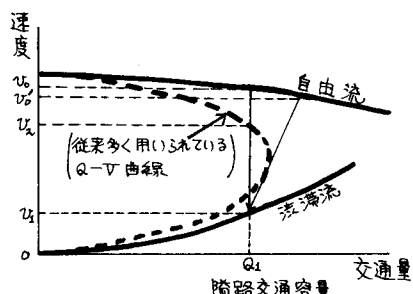


図-4 Q-V 曲線概念図

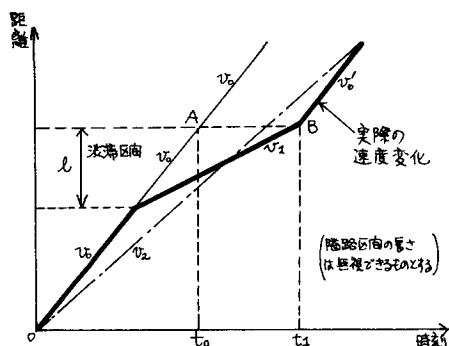


図-5 渋滞が生じた場合の速度変化

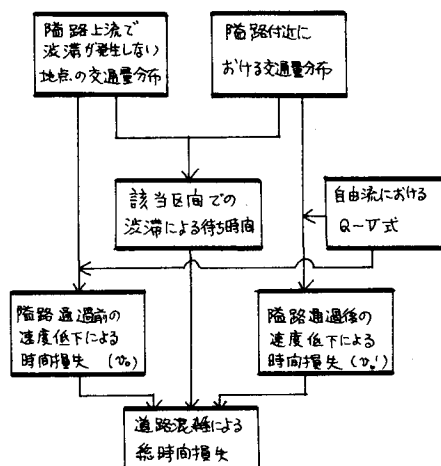


図-6 総時間損失の算定フロー