

野村総合研究所 正会員 井上 信

1. はじめに

都心部の道路が混雑してくると、車は一定速度で走行することが不可能となり、発進・加速・減速・停止のくり返しを繰り返されることよく起さる。このような混雑を緩和する方策の一つとして、信号制御（広域制御）があげられる。そしてこの制御方式を確立するにあたっては、発進・加速といった交通流の過渡現象の解明が重要な意味をもつものと思われる。

発進波の伝播速度に関する研究は今までにいくつか行なわれている。しかしこれらの研究には若干の疑問が感じられないわけではない。それ故ここでは、従来の理論とは全く異なる立場から、交通流の過渡現象を考察することにする。

2. 発進波の伝播速度の考え方

(1) 従来の理論の問題点

従来の研究においては、発進波の伝播速度は図-1に示される交通量-密度曲線の長=角における接線の傾きとして求められるとされていた。しかしこれには大きく分けて二つの問題点が存在しているように思われる。それは、

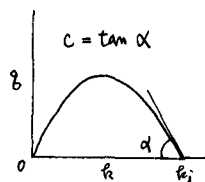


図-1

(i) 大局的な傾向を表わ

す曲線が密度 ρ_j における現象(局部的)を説明するのに適したものであるか？

(ii) 定常的な流れの状態を表わす交通量-密度曲線(以下ではこれを単に定常曲線と呼ぶ)で、発進・加速といったきわめて過渡的な現象を説明することが可能であるか？

ということである。

まず第一の問題点を考えてみる。ここで改めて述べるまでもなく、交通現象は一本の曲線で一義的に規定されるほど簡単なものではない。したがってこの意味においては、定常曲線は「局所の特殊性にはあまり墨を払わない」という犠牲のせとに初めて存在可能となるものと思われる。そしてもしこれが高密度における交通現象の特殊性を犠牲にしたものであるなら、この曲線は発進・加速といったきわめて高密度の現象を説明するのに適したものとはいえないことになる。

次に第二の問題点である。従来の理論においては、「各車は発進時から一定速度(制限速度)に至るまで常に定常曲線を満足するよう挙動をとる」といった考え方に立って発進波の伝播速度が求められていた。しかし発進直後の過渡現象を表わす曲線が定常曲線とは別個に存在してゐる合理的理由はどこにもないように思われる。そこで筆者は、「発進波の伝播速度は定常曲線によって規定されるのではなく、発進波の伝播速度が逆に発進直後の加速状態を表わす速度-密度曲線(以下ではこれを加速曲線と呼ぶ)を規定する。」という仮説を立てるに至った。

(2) 加速曲線

停止列を有していた車群が、先頭の車から一台一台前進していく状況を考える。このとき

〔仮定〕 (i) 前進時の依拠速度は一定である。

(ii) 前進時からある短時間 Δt の間における加速履歴は各車とも同一のものをとるとする。

という仮定を設けると、前進直後の流れの状態を表わす加速曲線は以下のように導かれることになる。

図-2は前進を開始した車群の密度分布を表わしたものである。今観測面Aを停止車群の中に、観測面Bを前進後 Δt 以内

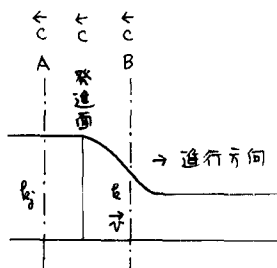


図-2

のときにとり、これをともに速度 c （前進時の依拠速度）で上流方向に移動させるとする。そうすると仮定により、この2間における密度分布は時間とともに変化しない。したがって次の連続の式が得られる。

$$c_0 c - c_1 (c + v) = 0 \dots \dots (1)$$

式(1)を速度 v について解くと

$$v = \frac{c(c_0 - c_1)}{c_0} \dots \dots \dots (2)$$

となる。式(2)は前進後 Δt 間における速度と密度の関係を表わす式となる。すなわちこれが加速曲線の式である。

3. 遷移状態

前節において、前進時の依拠速度から加速曲

線を導いた。しかし前進した車群を仮定しては一定速度の定常的な流れに落ちつくものと思われる。ここでは「前進した車群が加速曲線を経てどのようにして定常曲線に移るか。」という問題について述べることにする。

図-3は加速曲線と定常曲線（一例）を同時に描いたものである。今、先頭の車が何らかの拘束条件により速度 v_0 で進行しなければならなくな

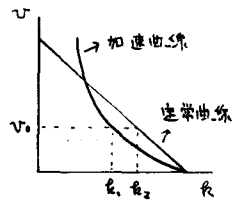


図-3

たとする。このとき後進車が全く同じ加速履歴をとれば、密度は c_0 （ $c_0 < c_1$ ）となり、もっと車間距離をつめてもよいことになる。ここに、「加速曲線から定常曲線への遷移状態が存在する。」という考えが生まれる。

図-4はこの遷移状態を表わしたものであり、矢印のついた曲線は各車一台一台がたどる速度—密度曲線を示している。

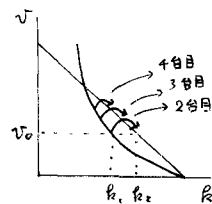


図-4

このような遷移状態を考慮に入れると、加速曲線と定常曲線が矛盾することなく両立しうることになる。

4. まとめ

従来、前進時の依拠速度は交通量—密度曲線と連続の式から求められるとされていた（いわゆる衝撃波の理論）。しかし、前進というきわめて局所的かつ過渡的な現象を交通量—密度曲線という大局的かつ定常的な曲線によって説明しなければならぬ必然性はどこにもないように思われる。よって著者は、前進時の依拠速度および前進直後の過渡現象を、定常曲線と切り離して考察することを試みた。