

(株)新日本製鉄

正会員 桑田 起義

東京大学生産技術研究所

正会員 越 正毅

同上

正会員 大蔵 泉

1 研究の主旨

交通渋滞に代表される今日の都市の交通状況を考える時、高密度交通流に関する知識の必要性がますます高ま、ていると思われる。

従来マクロの視点から交通流を捉えた交通量 Q と密度 K の関係、又それに対応する空間平均速度 V と密度 K の関係を図-1に示す。一般に、最大交通量(首都高速道路では2400台/hr程度が観測されている)の実現する臨界密度 K_c より密度の低い領域は低密度側、逆に密度の高い領域は高密度側と呼ばれており、低密度側では比較的整合性良く実現象が捉えられているが、高密度側に関する知識は極めて曖昧なもので、 $Q-K$ 図上のA点は密度 K_a 、平均速度 V_a の一樣な交通流を意味するにも拘らず、実際は粗密波が発生し、異質な交通流が混在している。(図-2)そして $Q-K$ 図上ではこれを時間的・距離的に平均化した量(点線で囲まれた部分の平均量)を考えるため、実現象として図1-Cのような分布が得られると考えられる。

I それではこのような粗密波の粗部、密部はそれぞれ $Q-K$ 図上のどこにおちるか

II また、何故粗密波が起こるか

本研究は、この二つの疑問を追従というミクロの視点から解明しようとするもので、方法としては実験車を用いた追従実験を行った。

2. 追従実験

実験車内見取図を図-3に示す。第1、第3カメラはそれぞれ実験車の前車、後車との車間距離の記録を、第2カメラは実験車の速度の記録を目的とする。実際の走行にあたっては、自然な追従挙動を調べるために、一般車を対象とし、場所は条件を簡単にするために首都高速道路の特に恒常的に渋滞のみられる7号線より錦糸町料金所手前を選んだ。そして実走行の結果、合計32台の、のべ3時間30分にわたる追従記録が得られた。

3. 結果

追従実験によって得られた追従記録の解析結果のうち、結論に関する3つの主要な結果を列挙する。

(1) 加速状態、減速状態、定常状態(加減速の小さい状態)に分けて速度と車間距離の関係を調べると、どのサンプルに於ても加速時は減速時に比べて相対的に大きい車間距離をとる傾向がある。(図-4)

(2) 運転者が先行車との間の情報を刺激として受けてから反応するまでの時間遅れが存在するが(図-5、図-6)従来の固定した反応時間の概念とは異なる特質がうかがえる。(図-7)

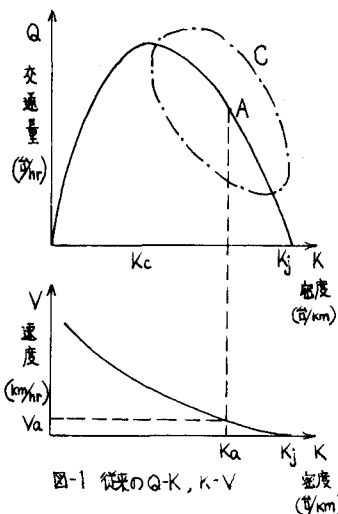


図-1 従来の $Q-K$, $K-V$

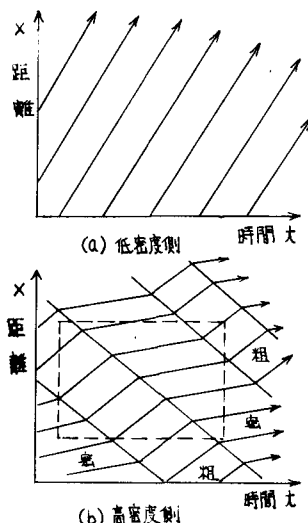


図-2 時間-距離図にみる粗密波

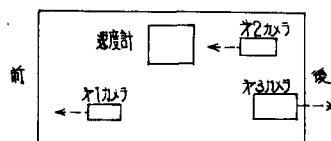


図-3 実験車見取図

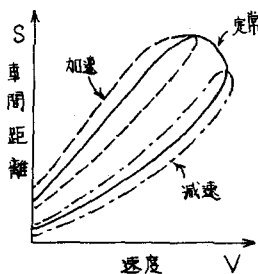


図-4 加速度別に見た
速度-車間距離図

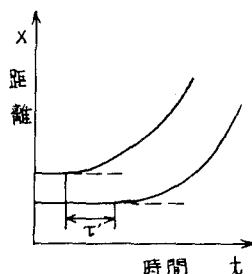


図-5 時間-距離図にみる
反応遅れ

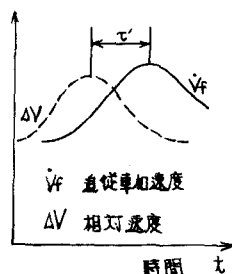


図-6 追従車相速度である
反応遅れ

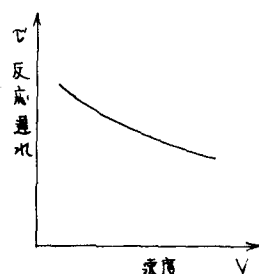


図-7 反応遅れの傾向

(3) 全サンプルを通して定常状態とみはしうる部分の速度と車間距離の関係をグラフにおとした結果、図-8のように明らかに2つの不連続な分布が得られ、特に高密度側に相当する低速領域ではかなりの線型傾向がみられた。この目帰直線 a を Q - K 図上に写像すると、実現表 C の下限をおさえるかたちで a' が得られる。(図-9) 一方、 Q - K 図の低密度側の傾向線 b を図-8の上に写像すると b' が得られる。

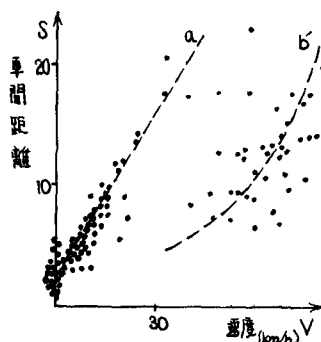


図-8 定常状態の速度-車間距離

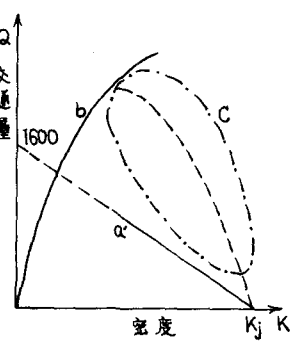


図-9 Q - K 図上の異質は2傾向

4. 結論

以上の結果をもとに、実現表を説明し初めの疑問に答える仮説を立てることができた。

I 交通流は低密度側と高密度側とは異質の不連続な特性を有する。としてこれらの混在するアコ-デオン現象(粗密波の存在する交通現象)を Q - K 図上で捉えると、平均化された C のような分布が得られる。

II 図-10に示すように、ボトルネックに於る先行車の減速に対して、追従車は結果(1)で述べた特性のため実線で表わされるような増幅傾向を持つ追従挙動を行ない、これが後方へ伝播し、ついには停止車が出現する。また停止波がボトルネックから十分離れた地点にま

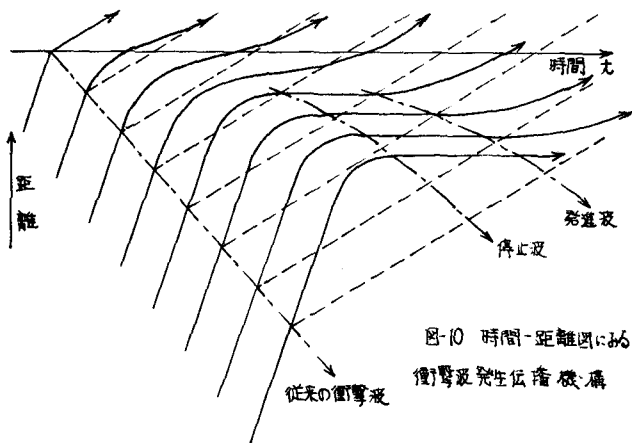


図-10 時間-距離図にみる
追従波発生伝播機構

でのびると、そこから発進した車は速度を回復してボトルネックにさしかかるから、初めと同じ条件が成立することになり、こうして2番目以降の波が比較的周期性をもて発生する。そしてこれらの波は、上流(前の波)からの一定の供給を受けるための比較的平行な波となり、これは実際によく観測されるところである。

5. おわりに

本研究ではあくまで定性的な現象解析の枠を脱しきれなかったが、将来はこの思考体系をもとに、従来の速度調節の考えに基づく GM 型の追従モデルを補うような、車間距離調節型の新たな追従モデルの作成が考えられる。また、数学モデルを使ったアコ-デオン現象の定量的解析による理論の検証も待たれるところである。