

武蔵工大 正 若 崎 征 人
東大生研 正 大 蔵 泉
東大生研 西 宮 良 一

I. 高密度交通流について

臨界密度(K_c)より大きな密度領域における交通流は、通常、高密度交通流とよばれている。従来、高密度領域での交通流は、巨視的な側面では、i)流体力学モデルによる低密度領域からの延長線上にあるものとして表現するか、あるいは、ii)流体力学モデルに基礎をおいた衝撃波モデルによる衝撃波(密度境界面の移動)の伝播についての記述等として取扱われてきている。一方、微視的な側面で見ると、各車両の走行挙動を規定するための追従理論あるいはその拡張された理論によって混雑時の交通流中の車両の挙動を表現するモデルが考えられている。しかしながら、これらのモデルには Newell が指摘したようないくつかの短所があり、必ずしも高密度交通流の現象を適切に説明しうるような論理構成とはなっていない。

現実高密度領域の交通現象に関する情報が多量に収集しうようになった現在、i)巨視的なモデルによって表現される交通流の基本関係式(Q-K相関図)において、従来のような把握のしやすさに対する疑問点が桑田によって指摘された。さらに、ii)微視的なモデルに対しても多くの実験あるいは観測の結果から交通流中の各車両の加・減速時の運転者の反応特性の異質性などが指摘されている。しかし、このような疑問点の指摘さらにはそれとふまえてのモデルの改良でさえも、現在までのところでは、必ずしも高密度交通流の有する特徴的な様々の現象(いわゆる粗・密波現象に因するもの)を充分に説明しうるような論理の構成にまでは至っていないといえよう。たしかに、過去において Newell が構築した論理、あるいは最近の桑田による粗・密波発生とその伝播に因する論理とその定性的表現がなされているが、これらの論理でも必ずしも十分なものとはなっていない。

本論文は、巨視的および微視的な両側面から高密度交通流をとらえ、高密度交通流説明のための新たな交通流理論構築を行なうための研究の一環として行なってきた現象解析のうち巨視的な側面についての結果を記述しようとするものである。

II 現象の把握について

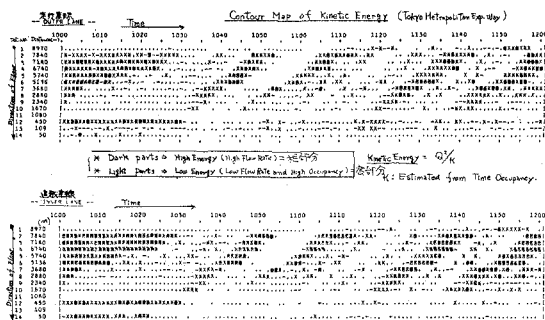
高密度交通流の巨視的な側面における特徴的な現象はいわゆる粗・密波現象として出現する交通流の時間-空間平面上における振動現象であろう。この粗・密波現象は主として道路の下流側に交通上の隘路(例えば料金所、合・分流部、トンネル、坂路、曲線部等)が存在する区間において発生することが知られている。この現象を時間-空間平面上でみると図-1に示すような極めて明白な形での粗・密波の縮模様が出現している。

ここでは、このようにして出現する粗・密波現象を i)地点における粗・密の周期性、ii)粗・密の伝播速度および iii)粗・密波出現時の交通流の Q-K 相関の特性、という三つの視点から記述しようとするものである。

III 現象解析の結果

3-1 粗・密の周期性

交通流の時間変動の周期性については著者等によるものも含めてすでにいくつかの論文・報文によ、てその存在が指摘されている。その解析手法はほとんどがパワースペクトル密度関数を用いて卓越周期と見出す



ことからなされてきたものである。その結果はほとんどの論・報文ともに3~6分位の卓越周期が存在するという点で一致している。しかし、これらの結果の大部分は一地点あるいは二・三地点における交通流の時間変動を対象としたものであって、周期性については上・下流の交通流の関係において言及したものはほとんどないといえる。今回、ここで解析に用いたデータは首都高速道路の1号線および3号線の走行・追越車線に埋設されている車両感知器からの1分間データと各号線の始点から終点までのほぼ全感知器について収集したものである。解析の結果によると、各地点での変動の周期については既述の論・報文同様ほぼ3~6分のところに卓越し周期のあることが判明した。しかし、各地点での変動の周波数構成については地点間で相違がみられ、とくに波源発生の始点と目される臨路部直近上流での変動と、臨路から十分離れた地点でのものとはかなり様相が異なっている。すなわち、臨路部直近上流での結果ではパワーの強さを示すピークの高さは他の地点よりも低い傾向が見られるが、比較的低い周波数帯域までかなりのパワーが存在している点が見られる。一方臨路から十分離れた地点でのものは比較的一定の周波数帯域に集中しており、ピークの高さも高くなる傾向が見られる。

3-2 波源の伝播について

時間-空間平面上での粗・密波の移動は波源の伝播としてとらえることができる。過去の論・報文では波源の伝播については、Edie 等は目視によって観測し、その後Mika地、片倉地、Lam 地等によって二地点間の変動の相関関数を用いて定量的に把握されてきた。その結果は、ほとんどの論・報文ともに平均値でみてほぼ15~20 km/h の範囲にあることが結論されている。しかし、図-1からも明らかなように、交通流の伝播には加速面および減速面という二つの表面の伝播現象が認められている。

ここでは、上述した車両感知器データと3号線の谷町分岐部を始点とする1.4 km 区間の航空写真を用いて加速波と減速波の伝播速度を解析した。その結果、平均的にみた場合で、各波面の伝播速度間にはほとんど差が認められずほぼ12~20 km/h の範囲にあることが判明した。

3-3 Q-K相関について

桑田の追従実験およびそれを補完する意味のフィルムによる交通流観測の結果によって、高密度領域でのQ-K相関は低密度領域でのそれとは異なるものであるということが指摘されている。

本報文では、上述した車両感知器から得られた1分間データを用いて下記に示すような形の整理を行なってQ-K相関図を作成した。

i)各地点別のQ-K相関、ii)連続するいくつかの地点を統括した道路延長線方向での平均的なQ-K相関
i)については各地点の車線から得られた1分間値をすべて(約20日間分)Q-K平面上にプロットしたもので、地点特性との関連でQ-K相関を把握しようとしたものである。一方、ii)については臨路部直近上流地点のデータを除去したいくつかの連続した地点のデータを空間的に平均し、さらに粗部、密部を示す時間帯毎に平均化を施して粗・密の各々がQ-K平面上でどのような位置を占めるかという問題を解明しようとしたものである。

この結果によれば、地点のQ-K相関は臨路部直近上流から離れるに従ってその形状が変化してゆくこと、さらには車線間でもかなりの相違が認められることがわかった。一方、時間-空間の二次元で平均化したQ-K相関図では粗・密の各部の明白な分離が認められた。

IV 今後の問題点

今後の問題点としては、i)巨視的な面では図-1からも明らかなような粗・密波現象の車線間同期現象の解明が挙げられよう。この点については現在この究明に着手したばかりであり、説明論理のつめは今後に残されている。さらに、ii)微視的な面では、車両の走行挙動が粗・密波現象の発生・伝播さらにはi)の車線間同期現象年どのように係わっているのかを追求していく必要がある。さらに、これらの巨視的および微視的な現象解明の論理を統合して粗・密波現象の再現モデルを構築してゆくための論理展開を進めてゆく段階で抽出される問題点に対しても対応できるような態勢が必要とならう。