複数の系統信号区間における過飽和交通流の波動伝播解析

山口大学工学部　正　員　久井　　守
山口大学大学院　学生員○蔵重　良和
広島市安佐区役所　　　　梶谷　直毅

1．はしがき

本研究は、交通需要が交差点の容量を上回るような過飽和の系統信号系を対象として、待ち行列の伸縮現象や、停止波・発進波などの衝撃波が上流リンクに次々と伝播していく現象を、下流リンクから上流リンクに向かって順に解析し、リンクごとに波動構造を時間-距離図にグラフィック表示するBASICプログラムを開発したものである。本研究では、Michalopoulos等[1)2)]池之上等[3)4)]の波動モデルを用いるが、それに若干の改良も加えている。

2．対象と条件

本研究の対象路線は、系統制御路線主道路１方向である。リンク数・リンク長などの道路条件、交通需要・自由速度・ジャム密度K_jなどの交通条件、周期・青時間・オフセットなどの制御パラメータは任意に与える。したがって、例えば制御パラメータが波動構造に及ぼす影響等を検討することが可能である。

対象路線最下流リンクを第１リンクとし順次リンク番号をつける。第１リンクの流出部には先詰まりはなく流出は自由とするが、第１リンクより上流はすべて過飽和とする。交差点における主道路交通は直進率を100%とする。交差道路からの流入は交通密度K_2の一様流とする。交通流は、池之上等と同様、圧縮性流体とし、K-V関係を１次式、したがってq-K関係は図１のように放物線と仮定する。

3．解析方法

図２はグラフィック画面に描いた波動構造の１例である。横軸は時間、縦軸(上向きが交通流の方向)は距離である。本研究はこのような波動構造をリンクごとに描くことが目的である。この図では停止波(WAVE2)、発進波（LINE1）、特性直線（LINE3）、待ち行列最後尾位置（QDW2,QBW2,QBW3）などの衝撃波が示されている。これらの衝撃波の縦座標は、待ち行列が解消する時刻T_nからΔt=0.1秒ごとに１周期分について計算し、得られた波動構造を、下流側交差点青開始時点を原点として描いている。

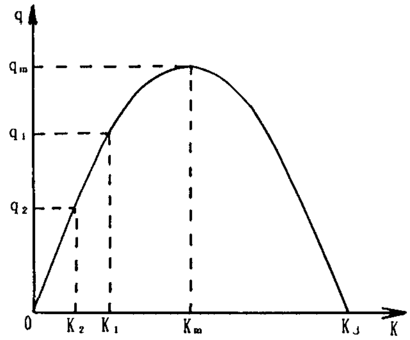

図１　q-K曲線

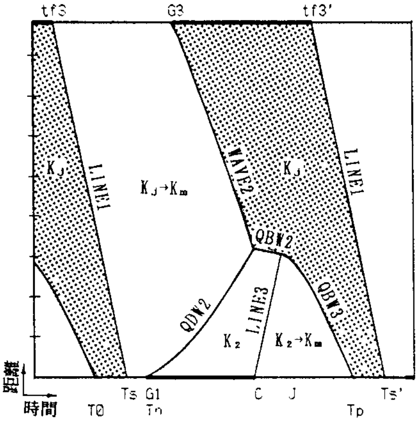

図２　１リンクの波動構造の計算例

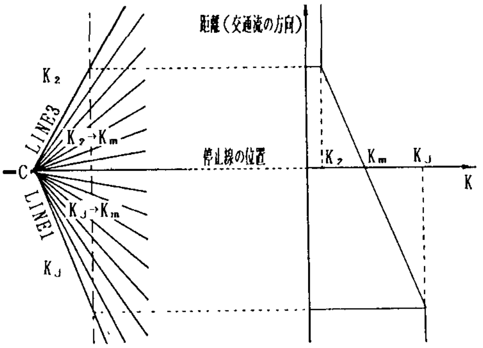

図３　交差点前後における主道路交通流

本研究ではリンクごとに波動構造を計算しグラフィック表示を行うのであるが、この計算処理と同時に、当該リンクの波動構造が下流リンクに及ぼす影響を考慮して、隣接下流リンクで発生する衝撃波をあらかじめ求めておく。上流に向かって伝播する衝撃波や特性直線がリンクの途中でお互いに交差する場合については、本研究では、例えばWAVE2とLINE1が交差した後に生じる衝撃波など、すべての可能なケースを考慮して計算している。

主道路方向青時間中に上流リンクから流入する交通流については、Michalopoulos・池之上等は、交通密度K_1の一様流（$K_1>K_2$）という仮定を設けているが、この仮定では、複数リンク間の交通流を扱う場合、上流リンクの交通密度が何であっても、青時間中に下流リンクに流入する交通密度はつねにK_1であるから、交差点位置で交通密度が不連続となり実現象に一致しない。したがって本研究では、交通密度K_1の一様流の仮定を除き、青開始時点で$K_2 \rightarrow K_m$という交通密度の過渡領域を導入した。このようにすると、青時間中の交通密度は、図3に示すように、交差点の上流から下流にかけて、ジャム密度K_jからK_2に連続的に変化し、実現象にも一致することとなる。

本研究では、波動構造のグラフィック表示を行うと同時に、池之上らと同様にして、制御パラメータを評価するのに必要な総旅行時間および主道路・交差道路からの流入交通量をリンクごとに求める。

4．計算例

図4に複数リンクに及ぶ波動構造の計算例を示す。この図は、リンクごとのグラフィック画面をハードコピーして、それをつなぎ合わせたものである。この図をみると、下流リンクの影響が上流リンクに伝播していく様子を視覚的の捕らえることができる。

5．まとめ

本研究では、過飽和時の波動構造をグラフィック表示した。今後は、非飽和の場合も扱うことができるようにし、待ち行列の影響を考慮した制御パラメータの設計に適用できる一般的なモデルの完成を目指したい。

参考文献

1) G.Stephanopoulos et al,Transportation Research A, Vol.13,No.5,1979

2) P.G.Michalopoulos et al,Transportation Science, Vol.14,No.1,1980

3) 池之上・田島、科学警察研究所報告交通編，1982

4) 池之上、科学警察研究所報告交通編,1983

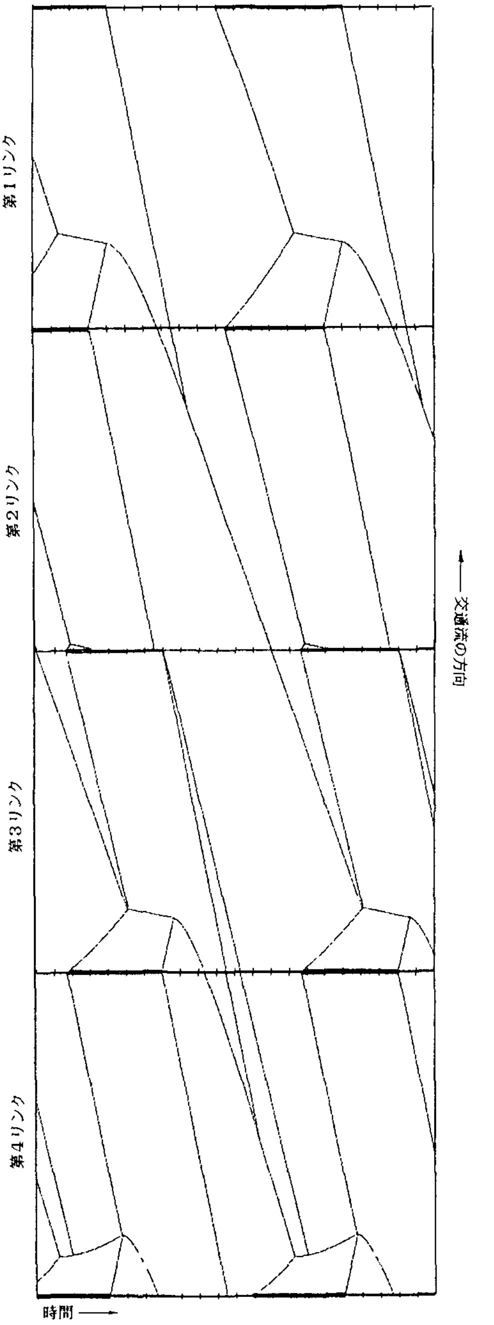

図4　複数リンクの波動構造の計算例