

系統信号系における交通流の波動伝播解析

山口大学工学部 正員 久井 守
 中電技術コンサルタント 正員 〇野手 幸洋
 西部ガス 弓削田 仁
 山口県庁 工藤 展昭

1. はしがき

本研究は、非飽和の系統信号系を対象として、停止波や発進波の発生、待ち行列の伸縮現象、およびそれに伴って発生する衝撃波が下流リンクに次々と伝播していく現象を、上流リンクから下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。本研究は、Michalopoulos等¹⁾²⁾の波動モデルを基礎とし、それを改良して発展させたものである。

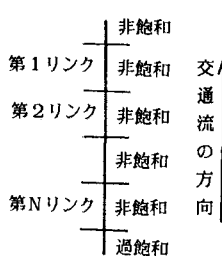


図1 対象路線

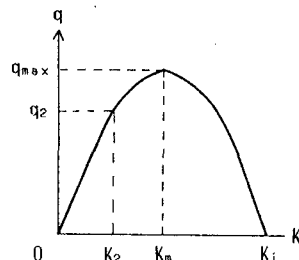


図2 q-K 曲線

2. 対象路線と前提条件

本研究の対象路線は、図1に示すような系統制御路線主道路1方向である。リンク数 N ・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 ・臨界交通密度 K_m 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リンクとし最上流リンクを第 N リンクとする。第 N リンク上流側は過飽和とし、青時間中の流入量は飽和流とする。第 N リンクから第1リンクまでは非飽和とする。主道路交通は直進率を100%とし、交差道路からの右左折による流入交通は交通密度 K_2 の一樣流とする。交通流は圧縮性流体とし、 K - V 関係は1次式、したがって q - K 関係は図2に示すように2次式と仮定する。

信号が赤から青になると、交通密度は停止線上流では $K_j \rightarrow K_m$ 、停止線下流では $K_2 \rightarrow K_m$ と瞬間的に変化する。主道路方向にも交通密度の過渡領域が生じる。これを図3に示す。

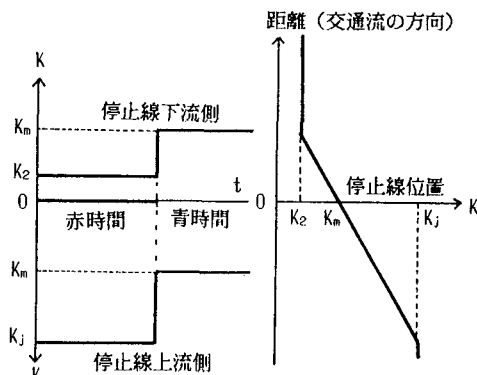


図3 停止線前後における交通密度の変化

3. 解析方法

図4は、車の走行軌跡を示したものである。横軸は時間、縦軸は距離（上向きが交通流の方向）である。上流から下流に流れている線が車の軌跡である。その線と線の間隔が密なほど車頭間隔が

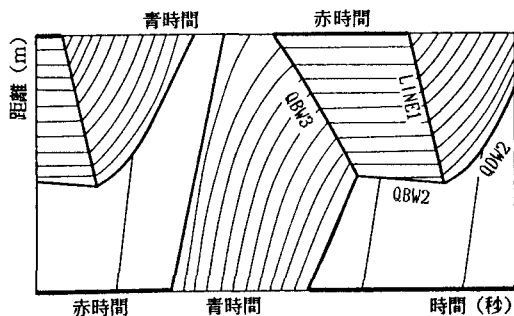


図4 走行軌跡

短く流量が多い。走行軌跡に示されるように衝撃波や特性直線を境界にして速度が不連続に変化するのは交通密度領域が変わるからである。

図5は、グラフィック画面上に描いた波動構造の1例である。密度領域内に示した直線は図2の $q-k$ 曲線の接線であり、等密度直線である。波動構造図では発進波(LINE1)、特性直線(LINE3)、待行列最後尾位置(QBW2, QBW3, QDW2, QDW3), WAVE60, WAVE70等の衝撃波が描かれる。本研究はこのような波動構造図をリンクごとにグラフィック画面上に描くことを目的としている。衝撃波の縦座標は、その一般式を時刻 t の関数として求めておき、青終了時刻G3の直前に到達する衝撃波から微小時間ごとに1周期分計算を行い、時間距離座標にプロットする。

本研究では、リンクごとに波動構造を計算し画面に表示していくが、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。また衝撃波や特性直線が交差した後に生じる衝撃波は、すべての可能なケースを考慮して計算する。

4. 計算例

図6は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、それをつなぎ合わせたものである。この図より上流の影響が下流に伝播していく様子を視覚的に理解することができる。

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、リンクごとに遅れ時間を求める。これは制御パラメータを最適化するときの評価指標として用いることができる。1例として最上流リンクの遅れ時間とオフセットの関係を図7に示す。

5. まとめ

本研究では、非飽和時の波動構造をグラフィック表示した。今後は、遅れ時間を評価指標とした制御パラメータ最適化に適用できるようなプログラムの開発を目指したい。

参考文献

- 1) G.Stefanopoulos et al, Transportation Research A, Vol.13, No.5, 1979
- 2) P.G.Michalopoulos et al, Transportation Science, Vol.14, No.1, 1980
- 3) 久井・蔵重：過飽和信号系における波動伝播現象のグラフィック解析, 土木学会第45回年次学術講演会, 1990

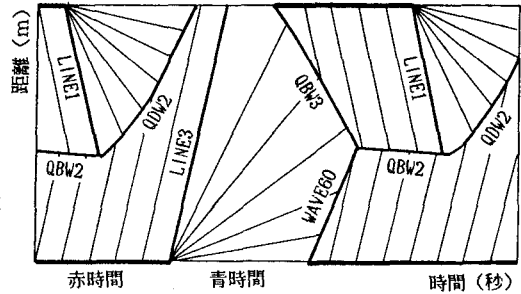


図5 1リンクの波動構造の計算例

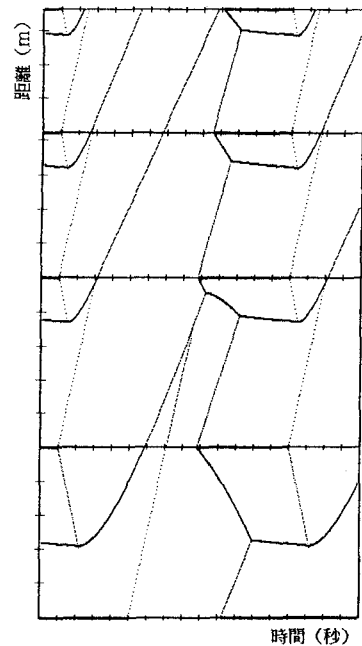


図6 複数リンクの波動構造の計算例

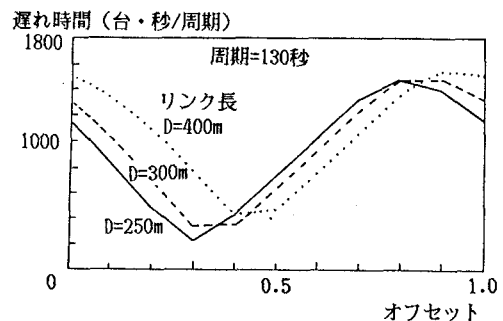


図7 遅れ時間