

系統信号系のリンク間の波動伝播解析

山口大学工学部 正 員 久井 守
山口大学大学院 学生員 ○佐々木 聡

1. はしがき

本研究は、複数リンクからなる系統信号系を対象とし、待ち行列の存在と伸縮を考慮して波動伝播現象の動的解析を行ったものである。Michalopoulos等¹⁾の研究に基づいて衝撃波伝播式を解析的に求め、それを用いてリンク間を次々と伝播する衝撃波の軌跡を時間距離図上に描くBASICプログラムを開発した。

2. 波動解析の前提条件

本研究のリンク数・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 ・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。したがって制御パラメータが波動構造に与える影響を検討することが可能である。

本研究の対象路線は、図-1に示すような非飽和または過飽和の系統制御路線主道路一方向である。また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。非飽和路線では、図-2、図-3に示すように、最上流交差点への到着交通は過飽和または非飽和いずれも扱うことができるようにした。過飽和路線では、第1リンクが過飽和とし最上流交差点における波動構造は図-2に示すようになる。

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 の一樣流とし、 K_2 は0でもよい。ただし K_2 は全交差点で共通とする。交通流は圧縮性流体とし、密度-速度間は線形関係と仮定する。したがって交通量-密度曲線は図-4に示すように放物線になる。

信号が赤から青に変化すると同時に、交通密度は停止線上流で $K_j \rightarrow K_m$ 、停止線下流で $K_2 \rightarrow K_m$ と変化するものとする。

3. 解析方法

本研究では横軸を時間、縦軸を距離とし、

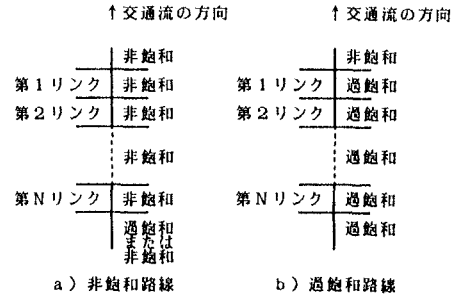


図-1 対象路線

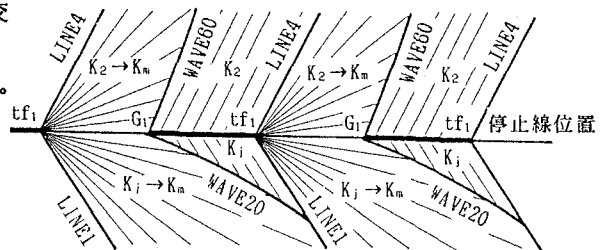


図-2 最上流交差点が過飽和の場合

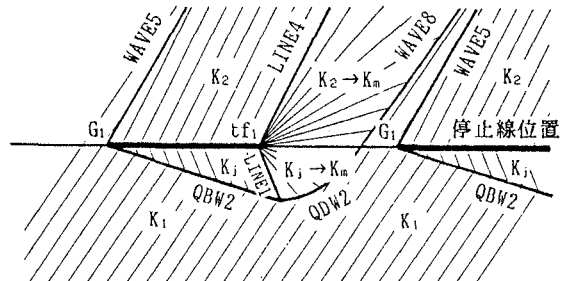


図-3 最上流交差点が非飽和の場合

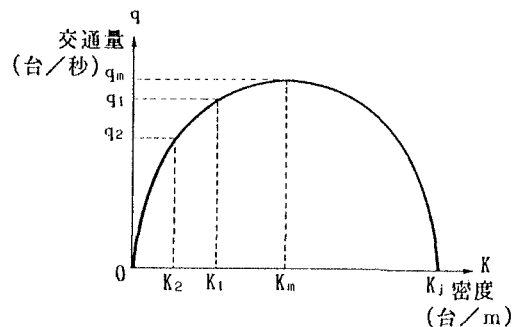


図-4 q - k 曲線

交通流を上向きにとりグラフィック画面に波動構造を描く。非飽和路線においては最上流リンクから下流に向かって計算を行い、過飽和路線においては最下流リンクから上流に向かって計算を行う。波動構造はリンクごとに計算を行い、これと同時に次のリンクに与える影響を考慮し、次の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、すべての可能な場合を考慮してモデル化している。

波動構造図は、まず時間距離図の座標軸を引き、次に衝撃波の軌跡を描く。衝撃波の距離座標は、時刻 t の関数としてあらかじめ解析的に求めておき、微小時間ごとに衝撃波の距離座標を計算し、時間距離座標図上にプロットする。これを信号周期1周期分くり返して波動構造図を描く。

波動構造図において発進波(LINE1)、特性直線(LINE4)、待ち行列最後尾位置(QBW2, QBW3, QDW2, QDW3)、WAVE10, WAVE20, WAVE5, WAVE60, WAVE70, WAVE8等の衝撃波が描かれる。

4. 計算例

図-5, 図-6は非飽和路線の計算例である。図-5は右左折流入がある場合($k_2 > 0.0$)、図-6は右左折流入がない場合($k_2 = 0.0$)である。図-7は過飽和路線の計算例である。これらの図はリンクごとの波動構造図をグラフィック表示したものをハードコピーし、それをつなぎ合わせたものである。

5. まとめ

本研究では、系統路線の波動構造を解析しグラフィック表示した。それによって車の流れを視覚的に捕らえることが可能になった。今後は、右左折による流出がある場合や、非飽和リンク・過飽和リンクが混在する系統路線を扱えるようなモデルの開発を目指したい。

- 1) P.G.Michalopoulos et al: Modeling of Traffic Flow at Signalized Links, Trans. Sci., Vol.14, No.1, 1980
- 2) 久井守・田村洋一: 複数リンクからなる系統信号システムの待ち行列と衝撃波の動的解析, 土木学会論文集, 1991.7

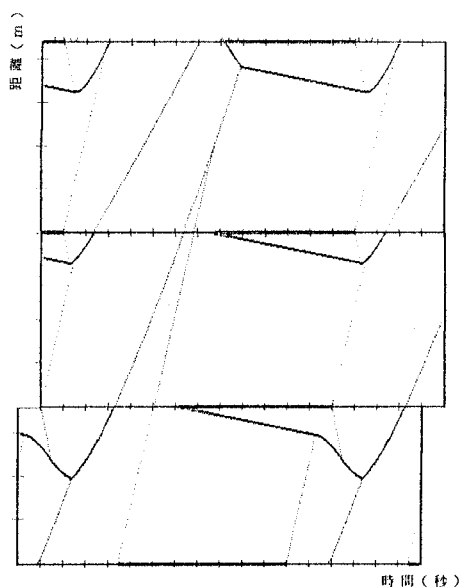


図-5 非飽和路線の波動構造($k_2 > 0$)

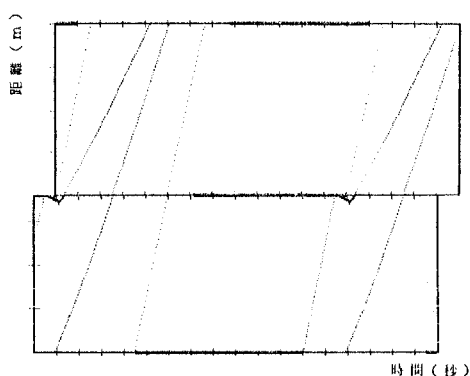


図-6 非飽和路線の波動構造($k_2 = 0$)

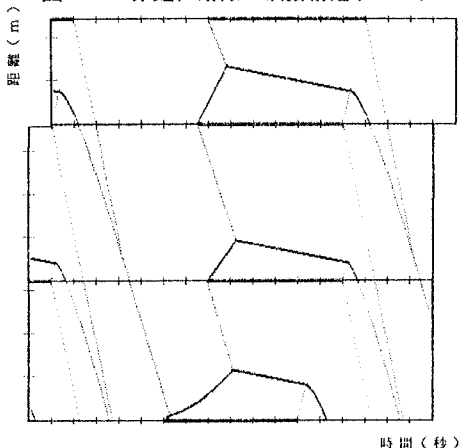


図-7 過飽和路線の波動構造