

IV-26 系統信号系の波動解析と制御への応用

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
銭高組 武田 雅志

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、待ち行列の伸縮と、リンク間を次々と伝播する衝撃波の軌跡を求めたものである。さらに衝撃波の軌跡をパソコン画面の時間距離図に描き、また遅れ時間の計算とオフセット最適化への応用も試みた。

2. 波動解析の前提条件

交通流は圧縮性流体とし、密度・速度関係は線形と仮定する。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。

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。したがって制御パラメータが波動軌跡や遅れ時間に与える影響を検討することが可能である。

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。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。過飽和路線では、第1リンクが過飽和としその影響が最上流交差点まで波及する現象を扱う。

3. 解析方法

まずMichalopoulos等¹⁾の研究に基づき波動伝播式を解析的に求めておき、これを用いて微小時間ごとに波動軌跡を計算する。また衝撃波や特性直線が交差して新たに生じる衝撃波についてもモデル化している。波動軌跡はリンクごとに計算をし、これと同時に次のリンクに伝播する衝撃波と、次のリンクで新たに発生する衝撃波をあらかじめ求めておく。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。

波動軌跡図は、まず時間軸と距離軸を引き、次に微小時間ごとに衝撃波の距離座標を計算し、時間距離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軌跡図を描く。

波動軌跡図において発進波(LINE1)、特性直線(LINE4)、待ち行列最後尾位置(QBW2, QBW3, QDW2,

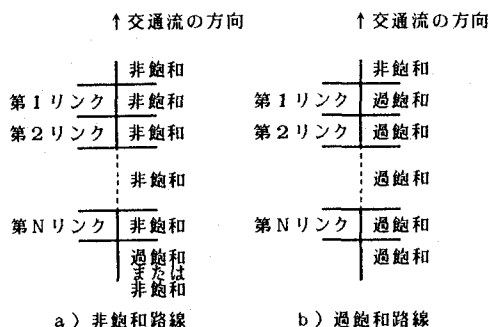


図-1 対象路線

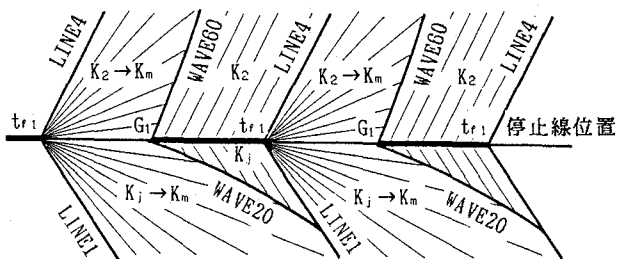


図-2 最上流交差点が過飽和の場合

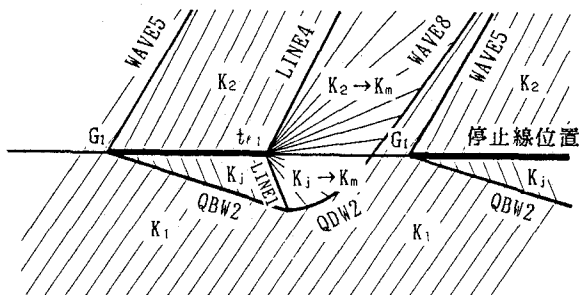


図-3 最上流交差点が非飽和の場合

QDW3)、WAVE10、WAVE20、WAVE5、WAVE60、WAVE70、WAVE8等の衝撃波が描かれる。

4. 応用例

図-4は非飽和路線の計算例である。この図はリンクごとの波動軌跡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。

本研究では、リンクごとに遅れ時間を求めることができる。図-5は単一リンクの上下両方向の総遅れ時間とオフセットの関係である。 τ はリンクの時間距離の周期比である。図-6は隣接上流リンクのオフセットの影響を考慮した遅れ時間とオフセットの関係である。図-7は3リンクからなる路線の総遅れ時間を最小化するように勾配法を用いてオフセットの最適化を行った結果である。リンク長は300m・250m・280m,周期120秒,自由速度 $u_f=12.5$ (m/秒),ジャム密度 $K_j=0.16$ (台/m)である。

5. まとめ

本研究では、系統信号系の波動軌跡を求めた。また同時に遅れ時間の計算やオフセットの最適化を行った。今後は、右左折による流出がある場合や、密度-速度関係が一般の場合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: Trans. Sci., Vol.14, No.1, pp.9~41, 1980
- 2) 久井・田村: 土木学会論文集, No.431, pp.87~96, 1991

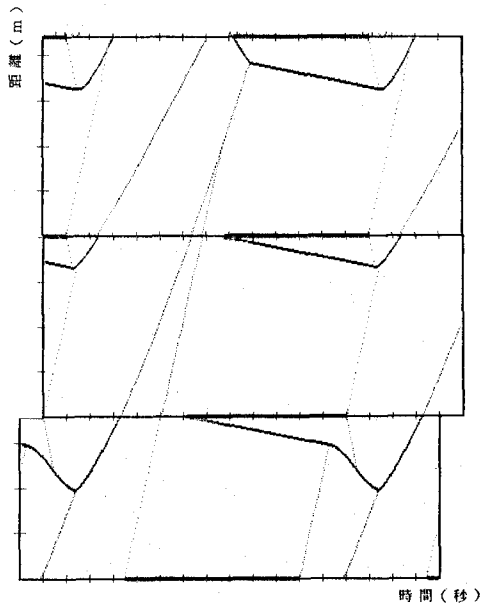


図-4 非飽和路線の波動軌跡図

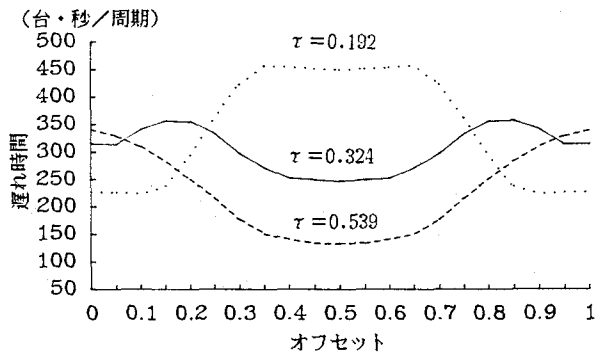


図-5 単一リンクの総遅れ時間

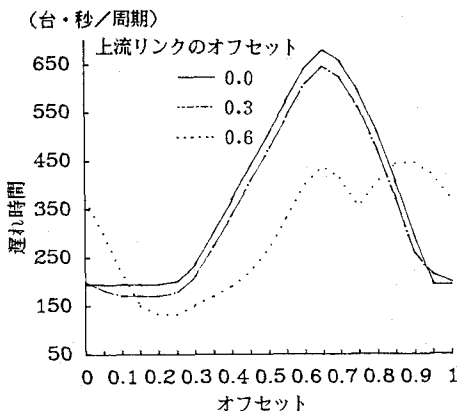


図-6 1リンク1方向の遅れ時間

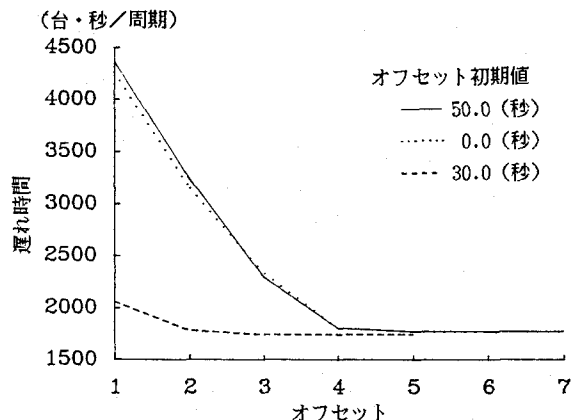


図-7 勾配法によるオフセット最適化