

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

久井 守*・蔵 重良和**・梶 谷 直 毅***

Graphic Analysis of Shock Wave Propagation in the Oversaturated Links of Coordinated Signal Systems

Mamoru HISAI*, Yoshikazu KURASHIGE** and Naotaka KAJITANI***

Abstract

In this paper, a BASIC program is developed to analyze the propagation of shock waves from link to link of coordinated signal system and to draw them on the time-space diagram of the graphic display. Although the road, traffic and signal conditions can be arbitrarily given, it is assumed that the traffic is oversaturated. The program is based on the traffic model derived by P.G. Michalopoulos et al and supplemented by K. Ikenoue. By using personal computer, not only the shock waves are obtained, but also the total travel time and inflow traffic from main and cross streets are easily calculated.

1. 序 論

交通需要が、交差点の交通容量近くまで達するか、またはそれを上回るような、重交通時の系統式信号制御では、交差点における待ち行列の存在とその動的な変化を考慮した交通流モデルを用いて最適制御の検討を行うことが必要になる。ところが、例えば現在世界中で広く用いられている TRANSYT の交通流モデルなどは、待ち行列の存在を考慮したモデルではないため、基本的にはこれを重交通時の信号制御の検討に用いることができない。したがって重交通時の信号制御を検討するためには、待ち行列の存在を考慮し、かつ操作性の高い交通流モデルを開発することが必要である。

このようなモデルのひとつとして、Michalopoulos 等が提案し、池之上等が発展させた波動モデル^{1)~4)}がある。本研究では、この Michalopoulos 等や池之上等の波動モデルを基にし、それに若干の改良も加えて、過飽和

系統信号系の波動構造を求めグラフィック表示を行う。すなわち、任意のリンク数からなる過飽和の系統化路線の片方向を対象として、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-距離図上にグラフィック表示する BASIC プログラムを開発する。また波動構造をグラフィック表示すると同時に、池之上と同様にして、リンクごとに総旅行時間と主道路・従道路からの流入率を求める。

2. 従来の研究^{1)~4)}

本研究では、信号交差点における待ち行列長の動的変化を解析的に求めた既存の一連の研究^{1)~4)}を参考としている。特に Michalopoulos 等³⁾が求めた衝撃波の伝播軌跡の方程式と、池之上⁴⁾が示した複数リンク間の衝撃波および過飽和膠着状態の解析法はそのまま用いている。ここではまずこれらの研究の概要を具体例を用いて示す。

(1) 交通流は圧縮性流体とみなし、速度-密度関係は 1 次式とし、したがって、交通量-密度曲線は Fig. 1 に示すように放物線と仮定する。

*土木工学科

**大学院工学研究科修士課程土木工学専攻

***広島市安佐区役所

(2) 2信号からなる系統化リンクについて求めた過飽和膠着状態の波動構造例を Fig. 2 に示す。縦軸は距離(上向きが交通流の方向)、横軸は時間である。横軸の太線は赤信号時間を表す。

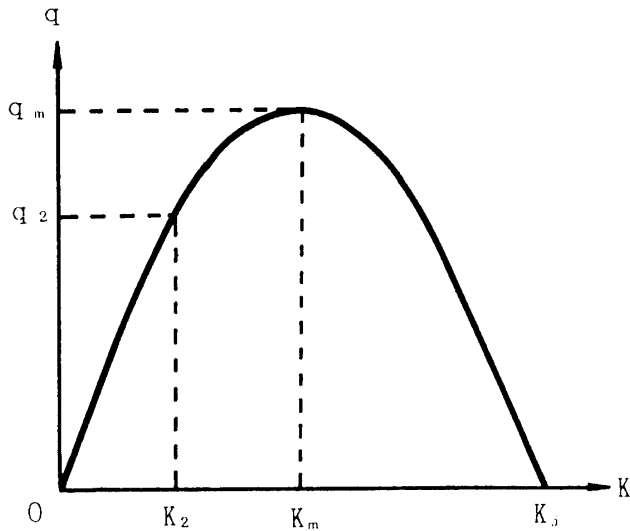


Fig. 1 Flow-density curve

(3) 太線で示した LINE1は発進波, WAVE2は停止波, LINE3は交通密度 K_2 の伝播波, QDW2, QBW2および QBW3は待ち行列最後尾の軌跡を表す。これらの軌跡の方程式は Michalopoulos 等³⁾によって与えられており、本研究ではそれをそのまま用いる。

(4) 上流から発生する非混雑領域は密度 K_2 の領域と密度 $K_2 \rightarrow K_m$ の過渡領域である。ここで密度 K_2 は交差道路からの流入密度であり、 K_m は臨界密度である。

(5) 下流からの混雑領域はジャム密度 K_j の領域と密度 $K_j \rightarrow K_m$ の過渡領域である。

(6) T_n は上流信号流出部の先詰まりが解消し始める時刻であり、これは池之上が提案したアルゴリズム⁴⁾によって求める。

3. 対象路線と前提条件

本研究の対象路線は、Fig. 3 に示すような系統制御路線主道路1方向である。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リンク流出部は非飽和で先詰まりはなく流出は自由とするが、第1リンクより第Nリンクまではすべて過飽和とする。

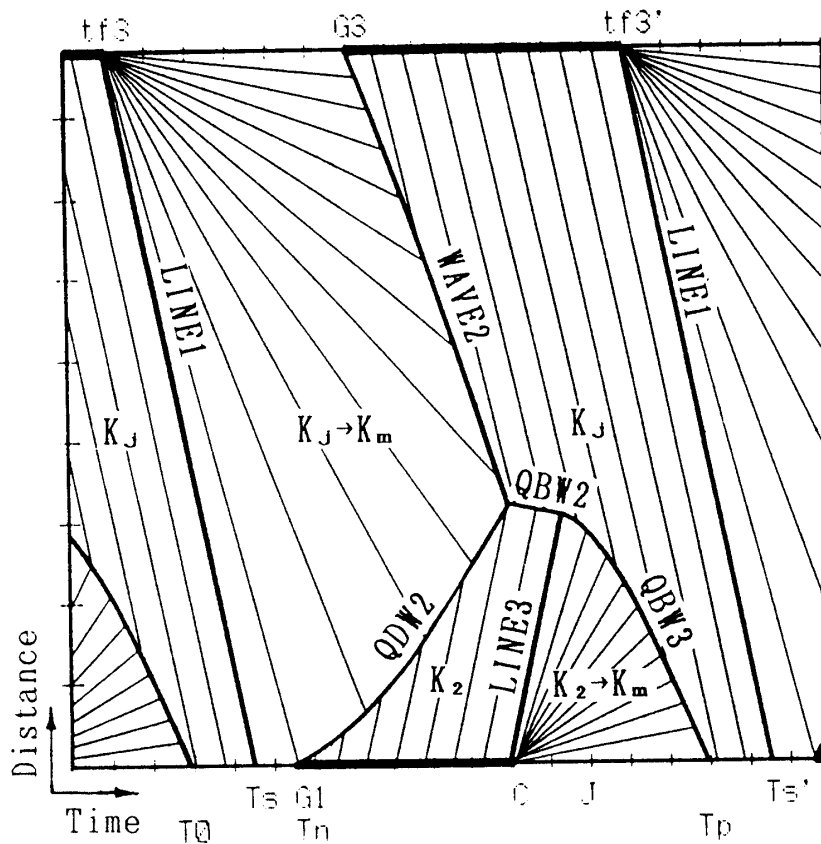


Fig. 2 Example of shock waves and characteristic lines of an oversaturated link

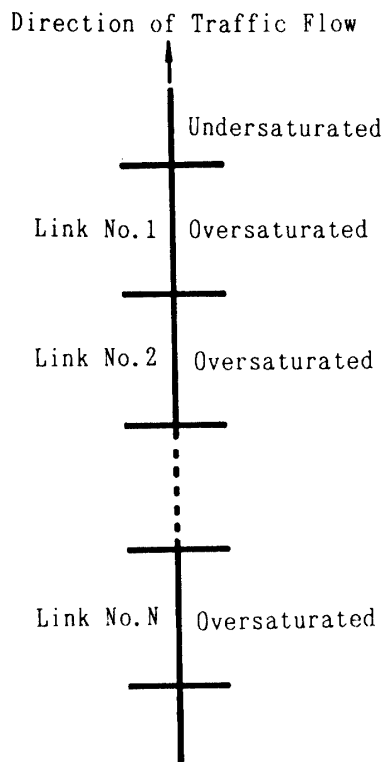


Fig. 3 Study section of coordinated traffic signal system

①対象路線のリンク数 N 、各リンクのリンク長などの道路条件、②交差道路からの流入密度、臨界密度、ジャム密度などの交通条件、③系統周期、各信号の青時間、各リンクの相対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などを検討することが可能である。

交差点における交通流は Fig. 4 に示すように、主道路上流からの流入と交差道路からの右左折による流入を考慮する。ただし主道路交通は直進率を100%とし、交差道路からの流入は密度 K_2 の一様流とする。

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^{3),4)}、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、上流リンクの密度が何であっても、青時間中に下流リンクに流入する密度はつねに K_1 であるから、交差点位置で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、密度 K_1 の一様流の仮定を除き、青開始時点で停止線下流に $K_2 \rightarrow K_m$ という密度の過渡領域が存在するということにした。このようにすると、青時間中の密度は、Fig. 5 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、

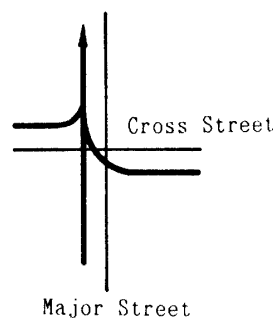


Fig. 4 Traffic flow at upstream signal of link

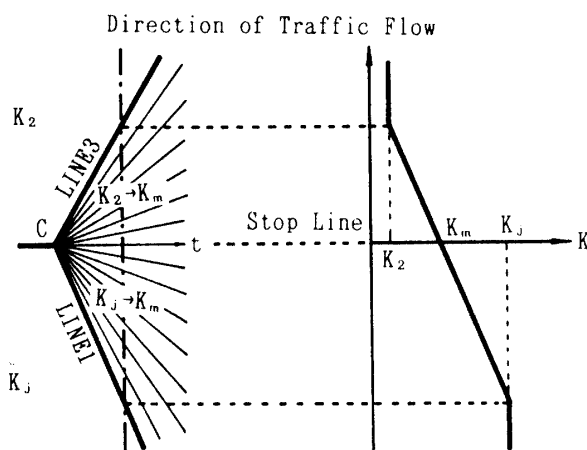


Fig. 5 Density of major flow at the beginning of green period near the stop line

実現象にも一致することになる。

4. 解析方法

4.1 各リンクが過飽和であることの判定

本研究は過飽和路線を対象としたものである。したがって、まず対象路線の各リンクが過飽和であるかどうかの判定を行う。これは第 i リンク下流側交差点の交通処理容量 $CQ(i)$ と交通需要量 $DQ(i)$ を比較することによって行う。

交通処理容量は、下流の交通状態により決まるので下流信号から順に式 (1) および式 (2) により計算する。

$$CQ(1) = s_i g_i \tag{1}$$

$$CQ(i) = \min \{ CQ(i-1), s_i g_i \} \tag{2}$$

$$(i = 2, 3, \dots, N)$$

ここに s_i : 第 i リンク下流信号の飽和交通流率 (台/s)

g_i : 第 i リンク下流信号の青時間 (s)

式 (2) は、隣接下流リンク ($i-1$) と当該リンク (i) の交通処理容量を比較して、小さい方を当該リンク (i)

の交通処理容量とすることを意味する。一方、交通需要量は、上流の交通状態により決まるので、上流リンクより順に式(3)および式(4)により計算する。

$$DQ(N) = S_{N+1}g_{N+1} \tag{3}$$

$$DQ(i) = \min \{CQ(i+1), DQ(i+1)\} + q'(i+1) \tag{4}$$

式(4)は、隣接上流リンクの交通処理容量と交通需要量の小さい方に、交差道路からの流入量 $q'(i+1)$ を加えたものを第 i リンク (i) の交通需要量とすることを意味する。

第 i リンクについて

$$DQ(i) \leq CQ(i) \text{ のとき非飽和} \\ \text{(交通需要量} \leq \text{交通処理容量)}$$

$$DQ(i) > CQ(i) \text{ のとき過飽和} \\ \text{(交通需要量} > \text{交通処理容量)}$$

と判定する。ただし非飽和と判定されたリンクの場合、実際は過飽和となることもあり得る。例えば、当該リンク下流交差点の青時間中に先詰まりがあるような場合には、交通処理容量が低下するからである。このような場合が出現するかどうかは、実際に波動構造を計算した後でないとわからない。したがってこのような非飽和リンクについては、過飽和として解析し直す必要もあり得る。

4.2 リンクの波動構造図

本研究は、Fig. 6 に示すように、リンクごとに波動構造を時間-距離図上に描くことが目的である。Fig. 6 の横軸は時間、縦軸は距離である。距離の原点は上流信号の位置とし、距離 d の位置に下流信号をとる。横軸の太線は赤時間を示す。相対オフセットは図に示すように青開始時点の時間差と定義する。

このような波動構造図は、下流信号青開始10~19秒前から1周期にいくらかの余裕を含んだ時間範囲について画面表示するようにしている。まずこのようにして決まる時間-距離図の輪郭を画面に描く。次に与えられた信号制御パラメータの条件から赤時間を太線で表示し、時間目盛りを入れ、下流信号の青開始時刻 $tf3$ および $tf3'$ 、青終了時刻 $G3$ を記入する。上流信号については、リファレンスポイントの記号を記入する。リファレンスポイントの定義は Table 1 に示すとおりである。これらの記号は池之上⁴⁾に準じている。

第1リンクの場合、下流交差点から発生する衝撃波はLINE1およびWAVE2のみである。一方、上流交差点から発生する衝撃波はLINE3であるが、この他に先詰まりが解消する時刻 T_n を求めることが必要である。この T_n については池之上のアルゴリズム⁴⁾をそのまま

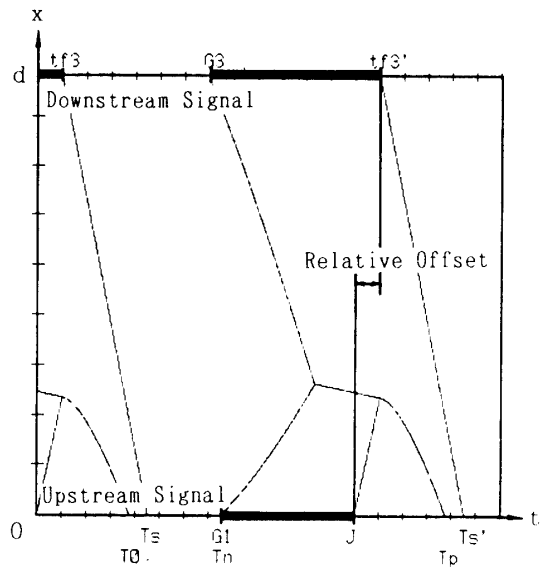


Fig. 6 Time-space diagram on the graphic display

Table 1 List of reference points at upstream signal on the link

Reference point	Definition
C	End of red period
J	Arrival time of WAVE2 or WAVE20
G1	End of green period
Ts1	Arrival time of LINE1
Tp	Arrival time of the tail of queue
Ts10	Arrival time of WAVE10
J1	Arrival time of another WAVE2
Ts2	Arrival time of another LINE1
J20	Arrival time of another WAVE20

用いて求める。 T_n が求められると、QDW および QBW を順次描くことができる。その結果として、再び先詰まりが始まる時刻 T_p が求められる。それ以外のリファレンスポイント C, J, G1, T_s の発生時刻は明かである。

第2リンク以下のリンクの場合、下流交差点から発生する衝撃波はLINE1, WAVE2以外に、池之上が示したWAVE10およびWAVE20がある⁴⁾。これは下流リンクから発生する衝撃波である。これらの衝撃波がリンク下流交差点で発生する時刻は、隣接下流リンクの波動構造を求めるときに上流交差点への到達時刻をリファレンスポイント $Ts2$, $J1$, $Ts10$ および $J20$ として求めるようにしている。

各リンクは、 T_n より1周期分についてだけ衝撃波を求める。1周期を越える部分については、波動構造は信号周期を周期とする周期関数であるから平行移動してグラフィック画面に描くようにしている。

またサンプリング時間 ($\Delta t=1\text{sec}$) ごとに、リンクの総旅行時間および上流交差点からリンクへの流入交通量を計算し、波動構造図の描画後に総旅行時間、および主道路、従道路からリンクへの流入率を求める。

4.3 隣接上流リンクに伝播する衝撃波の種類決定

本研究では、複数リンクの波動構造を、リンクごとに順次描いていくという方法をとっている。この方法では、リンク間にまたがって伝播する衝撃波の取扱が重要な課題である。これについては、本研究では、ひとつのリンクを計算するとき、Table 1に示した9つのリファレンスポイントについて、そのリファレンスポイントで発生し、上流に伝播する衝撃波の種類を決定し、それを次のリンクの条件として与えるという方法をとっている。

例えば、リファレンスポイントCについてその方法を説明すると、Cから上流リンクに向かって発生する衝撃波は、時刻Cで先詰まりがない場合はLINE1が発生する。先詰まりがあり、かつそれがジャム密度の場合は衝撃波は何も発生せず、それがジャム密度でない場合はLINE1およびWAVE10が同時に発生する。

4.4 上流からの衝撃波と下流からの衝撃波

衝撃波の方程式はMichalopoulos等および池之上が提案しており、その中から必要なものを取り出してそれをそのまま用いる。本研究で用いる衝撃波をTable 2に示す。このうちWAVE10、WAVE20は池之上が提案したもの⁴⁾、それ以外はMichalopoulos等³⁾が提案したものである。LINE1、WAVE2、WAVE10、WAVE20は下流から発生し、LINE3は上流から発生する。この両グループの衝撃波、すなわち上流からの衝撃波と下流からの衝撃波が交差して待ち行列最後尾の衝撃波QBW2、QBW3、QDW2、QDW2'、QDW3、QDW3'が発生する。QDW2'は下流リンクで発生した過渡領域 $K_j \rightarrow K_m$ と当該リンクの K_2 領域の間の衝撃波、QDW3'は下流リンクで発生した過渡領域 $K_j \rightarrow K_m$ と当該リンクの過渡領域 $K_2 \rightarrow K_m$ の間の衝撃波である。

なおTable 2はMichalopoulos等³⁾を参考とし、それにいくつかの修正を行ったものである。

4.5 リンク途中で交差する上流方向の衝撃波

下流から上流に向かって伝播する4つの衝撃波LINE1、WAVE2、WAVE10およびWAVE20のうち、リンクの途中で交差し得る衝撃波の組合せは、(WAVE2、LINE1)、(WAVE10、WAVE20)、(WAVE20、LINE1)の3とおりのみである。これらの衝撃波同志が交差して、新たに生じる衝撃波は次のとおりである。

Table 2 Shock wave matrix (No.1)

	LINE1	WAVE2	WAVE20	WAVE10	LINE3	QBW2	QBW3	QDW2	QDW2'	QDW3	QDW3'
LINE1	—	—	—	—	—	QDW2	QDW3	—	—	—	—
WAVE2	—	—	—	—	QBW3	—	—	QBW2	QBW2	QBW3	QBW3
WAVE20	—	—	—	—	QBW3	—	—	QBW2	QBW2	QBW3	QBW3
WAVE10	—	—	—	—	QDW3'	—	—	QDW2'	QDW2'	QDW3'	QDW3'
LINE3	—	QBW3	QBW3	QBW3'	—	QBW3	—	QDW3	QDW3'	—	—
QBW2	QDW2	—	—	—	QBW3	—	—	—	—	—	—
QBW3	QDW3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
QDW2	—	QBW2	QBW2	QDW2'	QDW3	—	—	—	—	—	—
QDW2'	—	QBW2	QBW2	QDW2'	QDW3'	—	—	—	—	—	—
QDW3	—	QBW3	QBW3	QDW3'	—	—	—	—	—	—	—
QDW3'	—	QBW3	QBW3	QDW3'	—	—	—	—	—	—	—

まず、WAVE2とLINE1とが交差して新たに生じる衝撃波は、過渡領域同志の衝撃波である WAVE10である。次に、リンク長が長くなると WAVE10と WAVE20とが交差する場合がある。時間-距離図において、WAVE20の左側の密度は $K_j \rightarrow K_m$ の過渡領域であり、右側は K_j のジャム密度であるから、WAVE20と WAVE10が交差して新たに生じる衝撃波は、過渡領域とジャム領域がぶつかる境界である WAVE20であることがわかる。さらに、WAVE20と LINE1とが交差する場合は、WAVE20の左側の密度は $K_j \rightarrow K_m$ の過渡領域であり、LINE1の右側も $K_j \rightarrow K_m$ の過渡領域であるから、両者が交差して新たに生じる衝撃波は WAVE10となる。以上のことをまとめると Table 3となる。このように、衝撃波同志が交差して生じる衝撃波は、WAVE20、WAVE10の2つのみである。

ここで、プログラム作成上重要となるのは、それぞれの過渡領域が何リンク下流で発生したかを見極めることであるが、本研究では、交差する前のそれぞれの衝撃波が何リンク下流で発生した過渡領域との衝撃波であるかを求めて、それを交差後新たに生じる衝撃波の過渡領域とする方法でこれを処理する。

4.6 衝撃波の描画例

本研究で開発した BASICプログラムで波動構造を画面上に描いて、それをハードコピーしたものを Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9 および Fig. 10に示す。ただし、これらの図で、複数リンクのものは各リンクの波動構造図をつなぎ合わせて作成したものである。また図中の衝撃波の名前や密度は書き加えたものであり、またジャム密度の領域の影も後から書き加えたものである。

Fig. 7 および Fig. 8 には、本研究で用いる11個の衝撃波がすべて例示されている。LINE1は発進波、WAVE2は停止波、LINE3は密度 K_2 の伝播波、QBW3は過渡領域 $K_2 \rightarrow K_m$ とジャム密度 K_j の間の衝撃波、QDW2は K_2 と過渡領域 $K_j \rightarrow K_m$ の間の衝撃波、QDW3は過渡領域 $K_2 \rightarrow K_m$ と過渡領域 $K_j \rightarrow K_m$ の間の衝撃

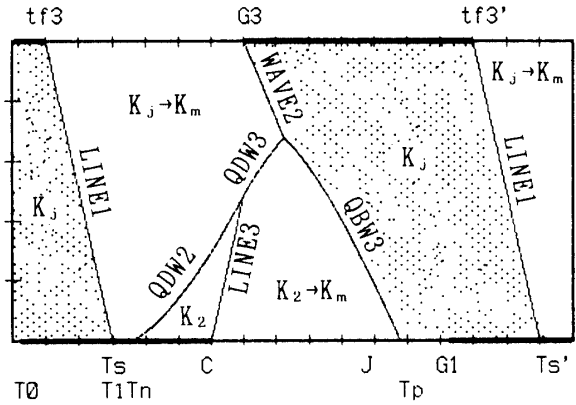


Fig. 7 Example of shock waves of LINE1, WAVE2, LINE3, QBW3, QDW2 and QDW3

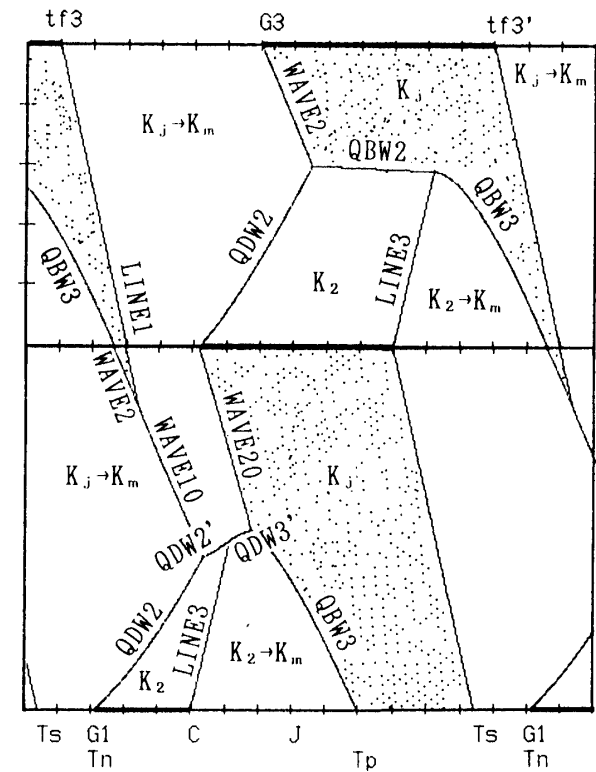


Fig. 8 Example of shock waves of WAVE10, WAVE20, QBW2, QBW2' and QDW3'

Table 3 Shock wave matrix (No.2)

Precedent \ Following	LINE1	WAVE20
WAVE2	WAVE10	-
WAVE20	WAVE10	-
WAVE10	-	WAVE20

波、QBW2は K_2 と K_j の間の衝撃波、QDW2'は K_2 と下流リンクの過渡領域 $K_j \rightarrow K_m$ の間の衝撃波、QDW3'は過渡領域 $K_2 \rightarrow K_m$ と下流リンクの過渡領域 $K_j \rightarrow K_m$ の間の衝撃波、WAVE10は過渡領域 $K_j \rightarrow K_m$ と下流リンクの過渡領域 $K_j \rightarrow K_m$ の間の衝撃波、WAVE20は下流リンクの過渡領域 $K_j \rightarrow K_m$ とジャム密度 K_j の間の衝撃波である。

WAVE10は、Fig. 8に示すように下流リンクの発進

波 LINE1が青時間中に到達し WAVE2と交差して発生する場合と, Fig. 9 に示すように下流リンクの LINE1が赤時間中に到達して青開始時点で発進波 LINE1と同時に発生する場合がある。

WAVE20は, Fig. 8 に示すように赤信号開始時点で発生する場合と, Fig. 9 に示すように下流リンクの停止波 WAVE2または WAVE20が到達する時点で発生する場合がある。なお池之上が示しているように, WAVE2の式は WAVE20の式の特別の場合である。

下流から上流に向かって伝播する衝撃波同志が, リンク途中でお互いに交差する例として, Fig. 8 の中に WAVE2と LINE1が交差してできる WAVE10が例示されている。また Fig. 9 の中に WAVE10と WAVE20が交差してできる WAVE20が例示されている。

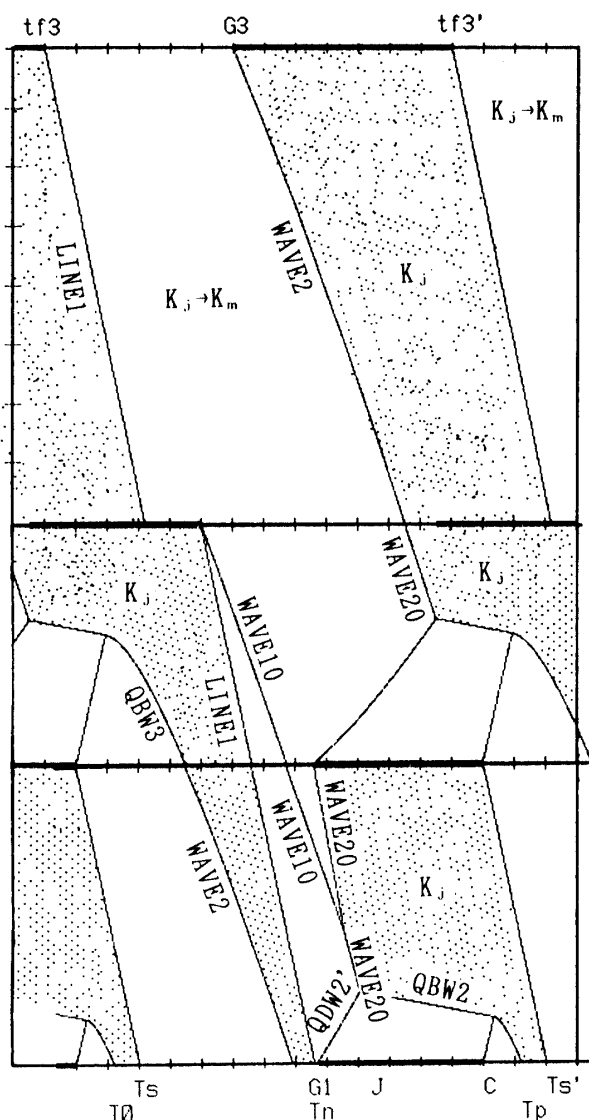


Fig. 9 Example of WAVE20 generated by intersection of WAVE10 and WAVE20.

4.7 停止線位置における衝撃波の連続性

下流リンクから停止線を越えて伝播してくる衝撃波のうち, 停止線を越えたときに衝撃波の名称が変わるものとして QBW3と QDW3とがある。QBW3は停止線を越すと WAVE2となる。その例は Fig. 9 に示すとおりである。また QDW3は停止線を越すと WAVE10に変わる。その例は Fig.10 に示すとおりである。停止線上で QBW3と WAVE2, および QDW3と WAVE10はいずれも連続であるはずである。そのことを衝撃波の方程式の微係数を比較することによって確認する。

(1) QBW3と WAVE2の連続性

QBW3の方程式の微係数は

$$\frac{1}{2} \left(u_{r3} + \frac{x_0}{(t_0 - t_{r1})} \right) \left(\frac{t_0 - t_{r1}}{t - t_{r1}} \right)^{1/2} - u_{r3} \quad (5)$$

であり, WAVE2の微係数は

$$-u_{r3} + \frac{u_{r3}}{2} \left(\frac{t_0 - t_{r3}}{t - t_{r3}} \right)^{1/2} \quad (6)$$

である³⁾。いま停止線位置を考えているのであるから式 (5) において $x_0 = 0$ であり, また式 (5) および式 (6) において, それぞれの過渡領域の発生する時刻

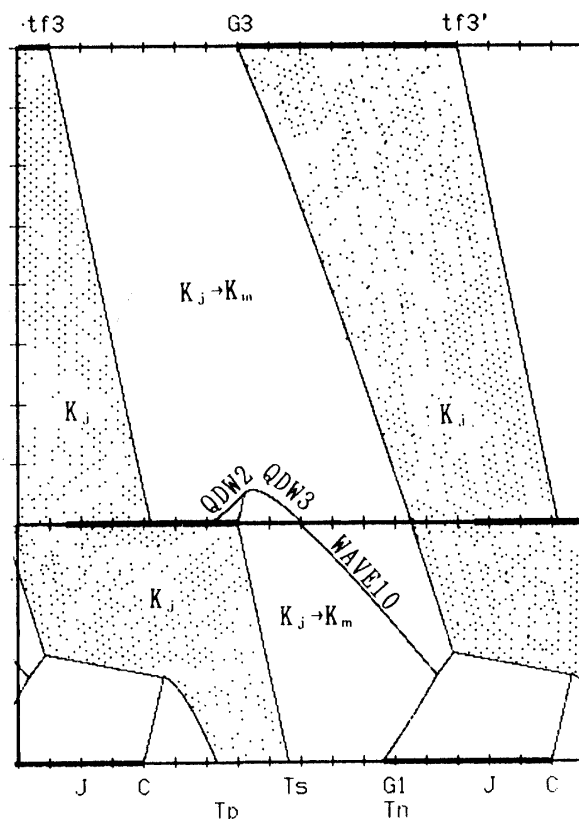


Fig.10 Example of transition from QDW3 to WAVE10.

を同一とすると、 $t_{f1}=t_{f3}$ となる。したがって式(5)と式(6)は等しくなり、停止線位置ではQBW3とWAVE2は連続であることがわかる。またWAVE2がWAVE20の特別の場合であったのと同じく、QBW3の式もまたWAVE20の式の特別の場合である。

(2) QDW3とWAVE10の連続性

QDW3の方程式の微係数は

$$\frac{d}{t_{f3}-t_{f1}} + \frac{z_1(2t-t_{f1}-t_{f3})}{2(t-t_{f1})^{1/2}(t-t_{f3})^{1/2}} \quad (7)$$

ただし

$$z_1 = \frac{\left(x_0 - \frac{d(t_0-t_{f1})}{t_{f3}-t_{f1}} \right)}{(t_0-t_{f1})^{1/2}(t_0-t_{f3})^{1/2}}$$

であり³⁾、WAVE10の微係数は

$$\frac{L}{\tau-T} - \frac{z(2t-\tau-T)}{2\sqrt{(t-T)(t-\tau)}} \quad (8)$$

ただし

$$z = \left(L' - x_0 - \frac{L(t_0-\tau)}{\tau-T} \right) [(t_0-T)(t_0-\tau)]^{-1/2}$$

である⁴⁾。式(7)において、停止線位置は $L'=0, L=d$ である。また式(8)において $T=t_{f3}, \tau=t_{f1}$ であるので、 $z=-z_1$ となる。したがって式(7)と式(8)は等しくなり、QDW3とWAVE10は停止線で連続であることがわかる。またQDW3の式はWAVE10の式の特別の場合である。

5. 解析結果

5.1 複数リンク間の波動構造の計算例

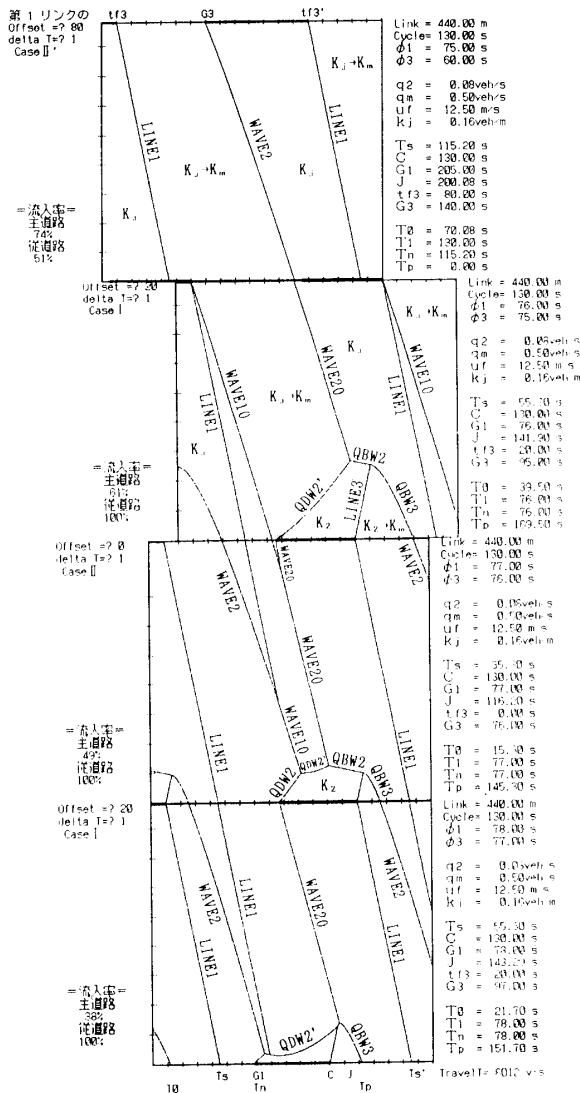


Fig.11 Example of shock waves in the coordinat-ed traffic signal system made up of 4 links

Table 4 Road, traffic and signal conditions of each link

Link length	440m
Cycle length	130s
Inflow rate in red period	0.08veh/s
Saturation flow rate	0.50veh/s
Free speed	12.5m/s
Jam density	0.16veh/m

Table 5 Relative offsets of each link

Link No. 1	80s
Link No. 2	20s
Link No. 3	0s
Link No. 4	20s

Table 6 Green periods of each signal

Signal No. 1	60s
Signal No. 2	75s
Signal No. 3	76s
Signal No. 4	77s
Signal No. 5	78s

Fig. 11に4リンクからなる系統化路線の波動構造の計算例を示す。計算条件は、Table 4～6に示す通りである。衝撃波は0.1秒間隔でディスプレイ上にグラフィック表示している。

Fig. 11の波動構造例から、下流リンクの影響が上流リンクに伝わる様子や、衝撃波同志の交差によって新

しく発生する衝撃波の例を見ることが出来る。例えば、第2リンクで発生した WAVE10が第3リンクに伝わり、それが第3リンクで発生した WAVE20と交差して、新たに WAVE20が生じたり、第3リンクで WAVE2と LINE1が交差して、新たに WAVE10が生じたり、第1リンクの停止波が青時間中に上流交差点に到達し、第2リンクの停止波は赤開始時点からではなく、青時間中に発生したりしている様子を見ることが出来る。

Fig. 12は別のリンク長とオフセットパターンについて求めた波動構造を示したものである。

5.2 上流交差点からの流入率

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、池之上と同じく⁴⁾、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。1例として、Fig. 13に第1リンク上流交差点から流入する主道路の流入率を示す。これはリンク長を200m, 280m, 360m, 440m, 520m, 600mの8とおりについてオフセットと主道路の流入率の関係を示したものである。この図を見ると、リンク長に応じて流入率を最大にするオフセットが異なることがわかる。

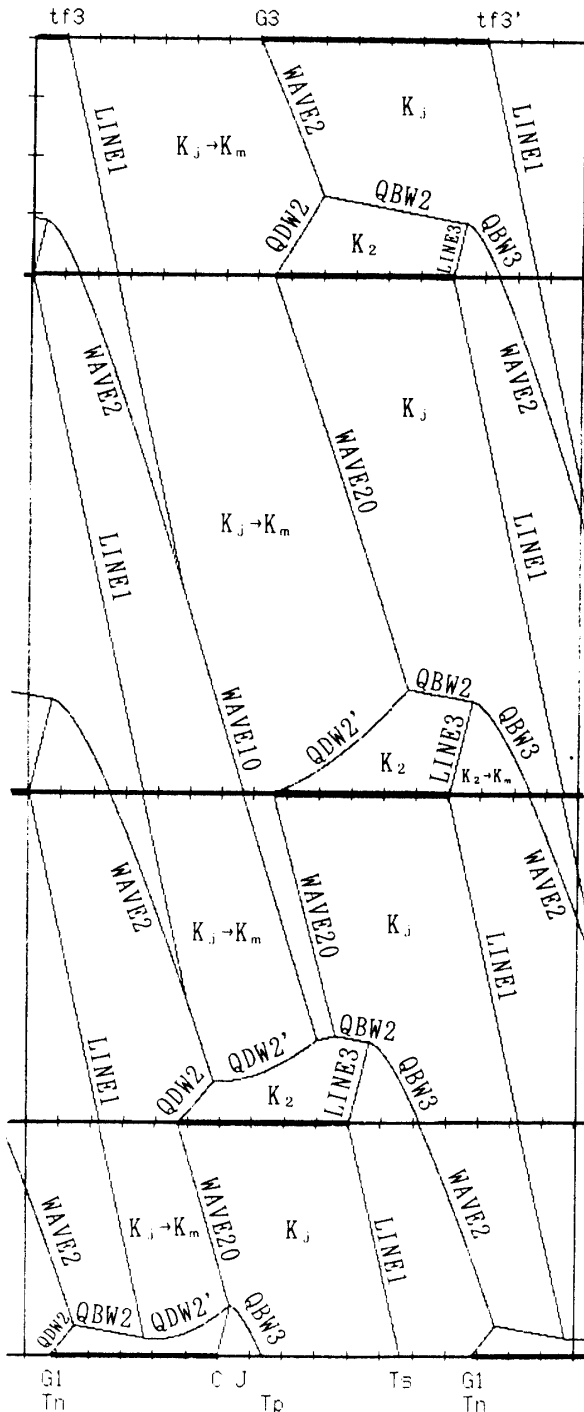


Fig. 12 Example of shock waves in the coordinated traffic signal system made up of 4 links

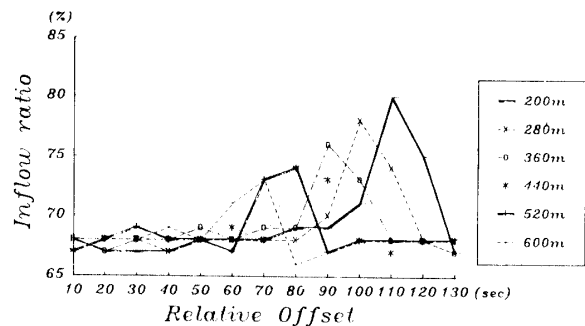


Fig. 13 Relation between relative offset and inflow ratio of major street from upstream signal of the link No.1

6. 結 語

本研究では、複数信号区間（複数リンク）における過飽和交通流の波動構造を解析的に求め、同時にリンクごとの総旅行時間および流入率を計算した。波動構造を解析するに当たり、各リンクの交通状態の判定式や上流信号青開始時刻の流入密度など様々な検討を行い、複数リンク間における過飽和膠着状態の波動構造のグラフィック表示を行った。これによって下流リンクの

影響が上流リンクに伝わっていく状態を、視覚的に解釈できるようにした。

またリンク長と流入率の変化には密接な関係があることがわかった。そこでリンク長が決まれば、それに応じて総旅行時間を最少にするオフセットや、主道路・従道路の各流入率を最適にするオフセットの検討も可能である。

今後は、非飽和の場合についても波動構造が分析できるようにプログラムの拡張を行い、非飽和と過飽和のリンクが混在するような系統化路線の波動構造が分析でき、かつ総旅行時間や流入交通量が算定できるプログラムにしたい。さらにこれをサブプログラムとして用いて、オフセットなどの制御パラメータの最適化を行う一般的な信号制御設計ツールとして完成させたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) Gregory Stephanopoulos, P. G. Michalopoulos, Gerge Stephanopoulos : Modelling and Analysis of Traffic Queue Dynamics at Signalized Intersections, Transportation Research A, Vol.13, No.5, pp. 295~307, 1979
- 2) 池之上 慶一郎, 田島伸裕 : 過飽和状態の信号待行列のダイナミックスについて, 科学警察研究所報告交通編, Vol.23, No.1, pp.20~26, 1982
- 3) P. G. Michalopoulos, Gregory Stephanopoulos, V.B. Pisharody : Modeling of Traffic Flow at Signalized Links, Transportation Science, Vol.14, No.1, pp. 9~41, 1980
- 4) 池之上 慶一郎 : 系統信号系における過飽和交通流の波動理論による研究, 科学警察研究所報告交通編, Vol. 24, No.1, pp. 12~22, 1983

(平成2年4月14日受理)