

立命館大学理工学部 学生員 ○金 せ一

立命館大学理工学部 正 員 巻上安爾

1. はじめに

本研究は 名神高速道路 茨木I.C～京都南I.C間の渋滞発生区間を中心に行なわれた交通実態調査から得られたデータをもとに、渋滞領域の変移状況を追跡し総走行時間などを計算する交通流シミュレーションモデルを作成したものである。ここではまず 実測データを用いて現状のシミュレーションを行ない、次にそれを用いて上流側オンランプからの流入交通量を変化させることによって渋滞領域の変移状況を予測し、流入規制を行なうことによる制御効果について検討した。この調査研究対象区間は中間に交通量の出入がなく、途中にトンネルなど2.3の容量制限区間(隘路区間)が存在する。モデルの作成にあたって当区間を交通容量の等しいN個の小区間に分割し上流側から1,2,3,...Nと番号を付けた。

2. 演算論理

まずこのモデルの作成にあたって設定された前提条件は ①交通流を圧縮流体として取り扱ふ個々の車の動きは追めない ②流入交通量は15分単位の時間帯毎に与えられ各時間帯内での交通量の変動はないものとする ③シミュレーションを実施するすべての区間に対して、また渋滞・非渋滞各々の交通流に対して交通量と走行速度の関係が与えられる ④中間にあるパーキングエリアへ出入する交通量は本線の交通量に比べて無視しうるほど小さいのでその影響は考えない の4つである。

(1)速度特性と入力データ 交通量と平均走行速度との関係(q - V 特性)は交通量/交通容量比(q/c)の関数として与えられる非渋滞時には上りコウ配部、平坦部、トンネル部分とそれぞれ異なった道路条件に対し図-1のようなるタイプの特性曲線式が用意される。入力データとしては各区間毎に区間長($L(i)$)、交通容量($C(i)$)、速度特性曲線式指定番号($n=1,2,3$)の3つ、そして各時間帯毎に最上流区間の流入需要($D(1)$)が与えられる。

(2)演算過程 演算は最下流区間から順次上流側へ向って進められる。区間*i*において交通需要 $D(i)$ が交通容量を超過しない場合、当区間においてあらかじめ指定されている速度特性曲線式より交通量 $q(i)$ に対応する速度 $V(i)$ 、密度 $k(i)$ が次のように求められる。

$$\left. \begin{aligned} q(i) &= D(i) \\ V(i) &= f_n\{q(i)/C(i)\} \quad (n=1,2,3) \\ k(i) &= q(i)/V(i) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$TT(i) = 0.25 \cdot q(i) \cdot L(i) / V(i) \\ = 0.25 \cdot k(i) \cdot L(i) \quad (2)$$

次に区間*i*において交通需要が容量を超過した場合、以下の手順で計算を進める。まず区間*i*

においては $q(i)/C(i) = 1.0$ となり①②式より交通流特性、総走行時間が求められる。渋滞は区間より上流側へ伸びて行くが、渋滞領域の交通流特性は $q(i)$ を渋滞時の交通量、 $V'(i)$ を渋滞交通流の走行速度、 $k'(i)$ を渋滞時の交通密度とすると $q'(i) = C(i)$ $V'(i) = f'_1\{q'(i)/C(i)\}$ $k'(i) = q'(i)/V'(i)$ (3)

このような場合に生じる衝撃波の伝播速度は $S(i) = \{q'(i) - q(i)\} / \{k'(i) - k(i)\}$ (4) となり、上流側へ伝播するので $S(i)$ の値は負となる。この衝撃波が区間*i*内を進入してこの区間の上流端に到達するまでの時間を $t(i)$ とすると $t(i) = t(i+1) + L(i) / \{-S(i)\}$ (5) この $t(i)$ の値が0.25以下(15分以内)である場合

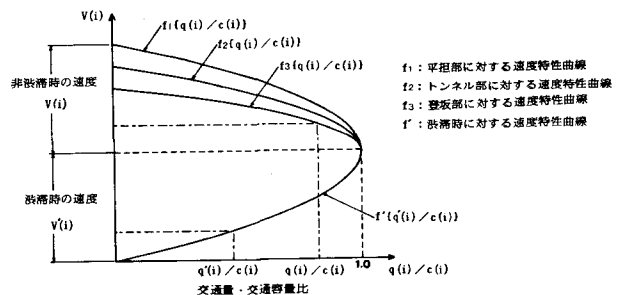


図-1 交通量-速度特性

衝撃波は区間の上流端を通過しさらに上流側へと延伸する(図-2 ②)

この場合の区間の総走行時間と平均交通量 $g_a(i)$ は

$$TT(i) = \frac{1}{2} \cdot k(i) \cdot L(i) \cdot \{t(i) + t(i+1)\} + k(i) \cdot L(i) \cdot \{0.25 - \frac{1}{2}t(i) + t(i+1)\} \quad (6)$$

$$g_a(i) = \{[0.25 - \frac{1}{2}t(i) + t(i+1)] \cdot q(i) + \frac{1}{2}t(i) + t(i+1) \cdot q(i)\} / 0.25 \quad (7)$$

さらに上流側へと衝撃波を進んで行く(⑤式)によって求められる $t(i)$ の値が 0.25 以上となる区間に至るが、ここでは渋滞列がこの区間に留まることになる。(図-2 ②) この区間での渋滞列長 $H(i)$ はこの時間帯内に衝撃波が進んだ距離である $H(i) = -S(i) \cdot 0.25 - t(i+1) \cdot L(i)$ ⑧ この渋滞列長は次の時間帯に記録される。この場合の総走行時間、平均交通量は

$$TT(i) = 0.25 \cdot k(i) \cdot L(i) + \frac{1}{2} \cdot S(i) \cdot \{k(i) - k(i+1)\} \cdot 0.25 - t(i+1)^2 \quad (9)$$

$$g_a(i) = \{[0.25 \cdot L(i) + \frac{1}{2} \cdot S(i) \cdot \{0.25 - t(i+1)\}^2] \cdot q(i) + \frac{1}{2} \cdot S(i) \cdot \{0.25 - t(i+1)\} \cdot q(i)\} \quad (10)$$

以上の結果から区間の平均的な交通流特性が次のように求められる。

$$T_f(i) = TT(i) / \{0.25 \cdot g_a(i)\} \quad V_a(i) = L(i) / T_f(i) \quad K_a(i) = g_a(i) / V_a(i) \quad (11)$$

ここに $T_f(i)$: 旅行時間 $V_a(i)$: 平均速度 $K_a(i)$: 平均交通密度

前時間帯までに生じた渋滞が残っている状態で交通需要がピークを過ぎて容量を下回るようになると、④式の $S(i)$ の符号は正となり渋滞列は減少に向う。総走行時間や交通流特性の計算は基本的に以上と同様にして求められる。このモデルでは他に、下流側の渋滞が上流側の隆路にまでつながったりそれがまた解消する場合のように数多くの複雑なケースについても取り扱っているが、ここでは詳しく述べない。

3. 現状のシミュレーション結果

茨木 I.C. ~ 京都南 I.C. 間で行なわれた交通実態調査結果とシミュレーションモデルによる演算結果との比較照合を各時間帯毎の旅行時間について行なった結果が図-3 に示されている。図を見るとシミュレーション結果と実測結果との間の差はどの時間帯においてもわずかで変態パターンもほぼ一致している。

4. モデルより求めた衝撃波の伝播状況

図-4 はある一定の交通量を流したときの衝撃波の伝播状況をモデルを用いて求めたものである。流入需要が 2900 台/時を超えると渋滞が生じ、3100 台/時を超えると梶原トンネルからの渋滞が登坂部からのものにつながり急速に茨木 I.C. 付近にまで達する。(a 図) 次に b 図は茨木 I.C. 付近にまで渋滞が達したとき、上流側で流入規制を行ない、主要な隆路である梶原トンネルからの渋滞が解消するまでの時間をモデルから推定したものである。図を見ると、上流側からの流入需要が 2600 台/時までに抑えられると規制効果を発揮し、渋滞は 2 時間以内で解消する。

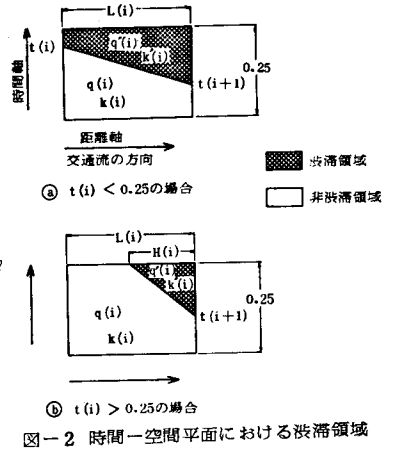


図-2 時間-空間平面における渋滞領域

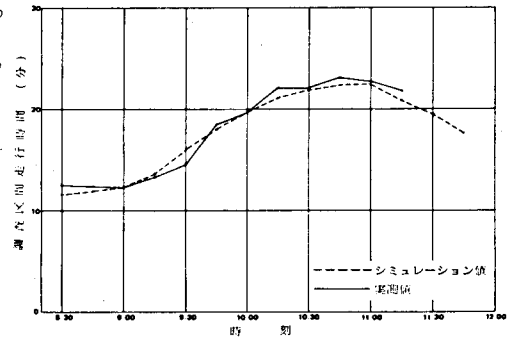


図-3 旅行時間変動図

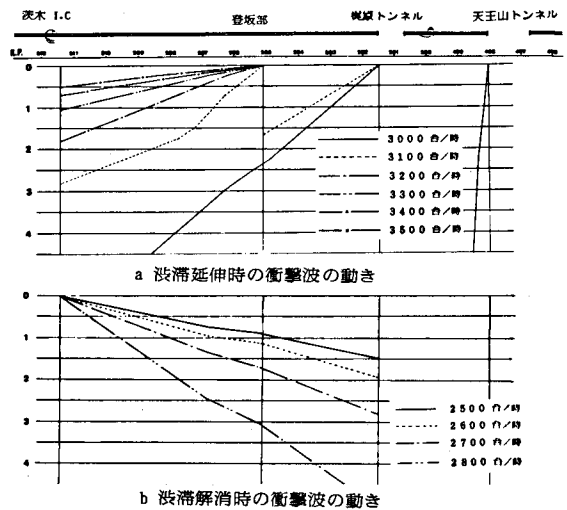


図-4 衝撃波の伝播状況