

1. まえびき 著者らは、先に連続圧縮体相似モデルによる交通流理論により、道路システム全体が一様な流量-密度曲線（以下、Q-Dカーブと呼ぶ）の場合の交通流解析を行なった特性を明らかにした。しかし、実際の道路システムは、場所により違ったQ-Dカーブを持つため、交通密度は必ずしも一様な連続性を示すものではなく、ある断面で急激に変化し、交通渋滞、さまざまな現象を生じ、これを説明することが重要である。そこで、本研究では、先に提案した著者の解析理論を拡張し、この種の問題説明のための理論を確立することに企図するものである。

2. 基礎理論 交通流を記述する基礎式として、文献⁽¹⁾の結果を用いれば、次のとおりである。

$$\left[\left(V_{ij} + \frac{1}{\Delta t} \Gamma_{ij} \right) D_{ij}^{(x+1)} \right] - \left[\frac{1}{\Delta t} \Gamma_{ij} \cdot D_{ij}^{(x)} \right] - [Q_{ij}] = 0 \quad (1)$$

$$\text{ここに, } V_{ij} = \frac{V_{ij}}{2} \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}, \quad \Gamma_{ij} = \frac{l_{ij}}{6} \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$$

$$Q_{ij} = \frac{b_{ij} l_{ij}}{2} \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \end{Bmatrix}, \quad D_{ij} = \begin{Bmatrix} D_i \\ D_j \end{Bmatrix}$$

V_{ij} : 要素 $i-j$ の密度に対応するQ-Dカーブの勾配, l_{ij} : 要素 $i-j$ の長さ

b_{ij} : 単位長さ単位時間当りの発生分布交通量,

Δt : $[t^{(x)}, t^{(x+1)}]$ の時間

D_i : i 地束に於ける交通密度

また、サフィックス(I)は時刻 $t^{(I)}$ に於ける諸値を示す。

ところで、図-1に示すようなモデルを考え、 i 地束の上流側と下流側で図-2のようにQ-Dカーブが異なるものとする。 i 地束に於いて、交通量は連続であるので、 i 地束の上流側で、 $D_{j,1}$ である交通密度は、 i 地束を通過するときに $D_{j,2}$ に達するものと見なし得る。従って、式(1)の計算に於いて、要素 $i-j$ 間では i 地束の密度として $D_{j,1}$ を、要素 $j-k$ 間では $D_{j,2}$ を用いなければならぬことが分る。

簡単なため、式(1)を次のように書き改める。

$$[A_{ij} D_{ij}^{(x+1)}] = [B_{ij} D_{ij}^{(x)}] + [Q_{ij}] \quad (2)$$

式(2)の左辺へ要素 $i-j$ の寄与 Δ_{ij} は

$$\Delta_{ij} = A_{ij} D_{ij}^{(x+1)} - B_{ij} D_{ij}^{(x)} - Q_{ij} \quad (3)$$

であり、ここに用いるべき i 地束の密度 D_i は $D_i = D_{j,2}$ である。

このようにして、要素 $j-k$ の寄与 Δ_{jk} に於いては、 $D_j = D_{j,2}$ を用いなければならぬ。ここで、 i 地束に於ける密度を、連続成分と能躍成分に分割し、 $D_{jk} = D'_{jk} + D''_{jk}$ とすれば、

$$D'_{jk} = \begin{Bmatrix} D_{j,1} \\ D_k \end{Bmatrix} \text{ (連続成分)}, \quad D''_{jk} = \begin{Bmatrix} D_{j,2} - D_{j,1} \\ 0 \end{Bmatrix} \text{ (能躍成分)} \quad (5)$$

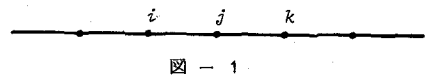


図-1

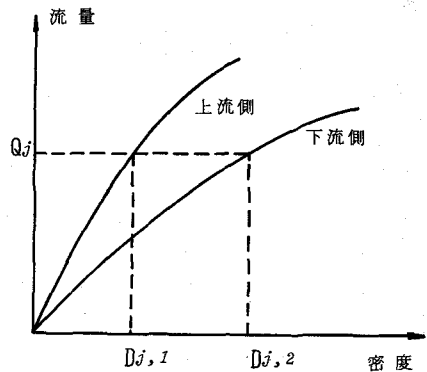


図-2

$$\Delta_{ik} = A_{ik}D_{ik}^{(t+1)} - B_{ik}D_{ik}^{(t)} - Q_{ik} \quad (4)$$

である。式(5)を用いて、式(4)を変形すれば、

$$\Delta_{ik} = A_{ik}D_{ik}^{(t+1)} + A_{ik}D_{ik}^{(t+1)} - B_{ik}D_{ik}^{(t)} - B_{ik}D_{ik}^{(t)} - Q_{ik} \quad (6)$$

従って、通路システム全体について集積すれば、

$$[A_{ik}D_{ik}^{(t+1)}] = [A_{ik}D_{ik}^{(t+1)}] - [B_{ik}D_{ik}^{(t)}] - [Q_{ik}] \quad (7)$$

となり、これが本題の基礎式となる。

と32、解析に当たっては、式(7)右辺の1項は未知である。従って、まず、 $D_{ik}^{(t+1)} = D_{ik}^{(t)}$ と仮定して、式(7)と近似的に解析し、その成果を用いて $D_{ik}^{(t+1)}$ の1近似値を算出する。ついで、同様の演算を繰り返すまで繰り返せば、式(7)の解が得られることになる。

3 計算結果および考察 1例として、延長2.1kmの1車道システムの場合、図-3のような三角波流入交通量が流入する場合を取り上げる。使用するQ-Dカーブは1.1km地点の上流側と下流側で、図-5のように異なるものをとする。この時、各時刻に於ける各地点の交通量が図-4のように表される。1.1km地点で、波形が折れ、それより下流に於いて波形が鋭くなる、というものが分る。これは、下流側のQ-Dカーブの勾配が、上流側のそれより小さいため

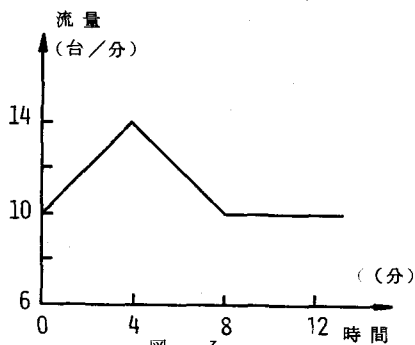


図-3

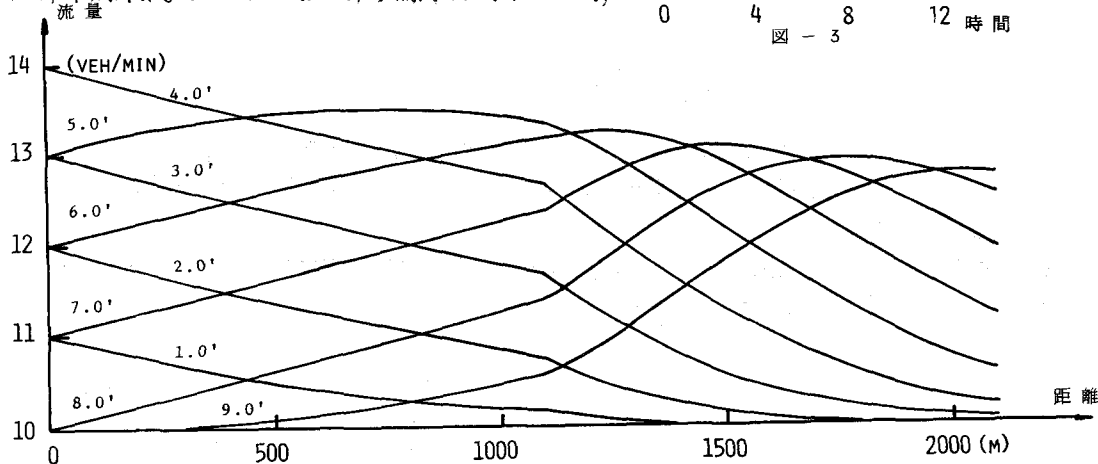


図-4

下流側の波の伝播速度が小さくなるためである。また、1.1kmより、上流の波形は通路システム全体が図-5の上流側と同じQ-Dカーブを持つ場合とほとんど変わらない。このことは、下流側の交通量が、その限界容量に達していない限り、上流側に影響を与えないという当然の帰着を意味するものである。

4 あわせて 飽和量への導入により、Q-Dカーブが異なる通路システム解析が可能になる。今後、ある地点の交通量が、その地点の交通容量に達したとき、上流側に伝播して行く衝撃波の速度を求めることにより、交通渋滞の発生機構および消滅機構についての研究を進めて行きたいと考えている。

(参考文献) 1) 櫻木・馬場「連続圧縮体相似による交通流解析(予報)」(1979年)

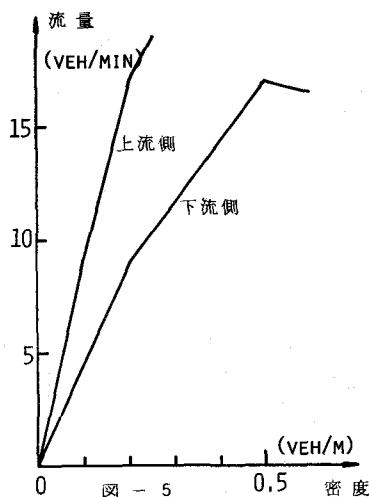


図-5