

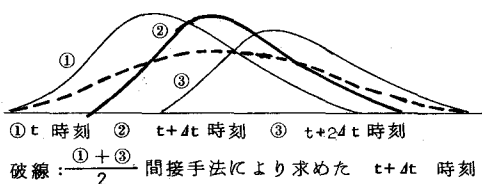
九州大学 工学部 正会員 橋本 武
九州大学 工学部 学生員 坂井 幸市
九州大学 工学部 学生員 馬場 照幸

1. まえがき

これまで進めてきた連続圧縮体相似による交通流解析理論においては、離散化を時間座標→空間座標の順に行ない、時間に関しては微小時間区間で積分するごとき手法を用いた。この結果を用いて演算をすすめるとき、場合によっては解が振動するため時刻 $t+dt$ 段階の計算結果を t 段階と $t+2dt$ 段階の結果から間接的に求めるという方法を採用してきた。しかし、Fig. 1からわかるように、この手法による場合には、各時間段階における交通流の影響区間が実際より大きくなりすぎるといふ弊害がある。また次段階における最高密度が実際以上に降下し、流れの恒常化においても問題がある。このため時刻 t を相当細かくとらないと解の精度に疑問が残る結果となり、多大の演算労力を要した。そこで本研究では、基礎式の定式化において、まず空間座標に關し離散化の後、時間差分をとるごとき手法を用いて解の振動に対処するとともに、直接的な時間追跡を行ないうるようにしてより実際の解が得られるよう工夫を試みたものである。

密度の推移

Fig. 1



2. 解析理論

本題の基礎微分方程式は次のとおりである。

$$\frac{\partial D}{\partial x} + V_0 \frac{\partial D}{\partial x} - \delta = 0 \quad (1) \quad (V_0: \text{ある密度区間での基本ダイアグラムの勾配}, D: \text{交通密度},$$

δ : 単位長さ・単位時間当りの発生分布交通量)

式(1)に Galerkin 法を適用し定式化すれば次式が得られる。

$$[V_{ij} D_{ij}] + [F_{ij} \dot{D}_{ij}] - [\delta_{ij}] = 0 \quad (2)$$

$$\text{ここに} \quad V_{ij} = \frac{V_0}{2} \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}, \quad F_{ij} = \frac{l_{ij}}{6} \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}, \quad \delta_{ij} = \frac{\delta l_{ij}}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

l_{ij} : 交通区間を分割した要素 $i-j$ の長さ

式(2)を時刻 $t+\beta dt$ でたてかつ $\dot{D}_{ij}$ に關する時間差分を代入することにより時刻 $t+\beta dt$ 段階で次式が得られる。

$$(\beta V + \frac{1}{dt} F) D_{t+\beta dt} = \left\{ -(1-\beta) V + \frac{1}{dt} F \right\} D_t + Q_{t+\beta dt} \quad (3)$$

一般的には、 β としていろいろな値をとり解析を進めるわけであるが、 $\beta = 1$ 以外の平均化の手法を採用場合には、Fig. 1に示すと同様の問題を内蔵することになるので、ここでは以下 $\beta = 1$ に限定して考えることにする。このとき式(3)は次のように表わされる。

$$(V + \frac{1}{dt} F) D_{t+dt} = \frac{1}{dt} F D_t + Q_{t+dt} \quad (4)$$

式(4)が本題の基礎式であるが式中に含まれる V は時刻 $t+dt$ 段階の密度に対応して求められねばならない。しかしこの値は当初未知であるから、まず $t+dt$ 段階の密度 D_{t+dt} を式(4)より求め、これを第1近似解としてこれに対応する V_0 を算出し、さらに式(4)に戻って演算を繰り返す、より精度の高い密度を算出するごとき試算法を工夫しなければならない。

3. 計算例

本法を用いて種々の演算を行なった結果、解の振動は一般に時間刻みも相当荒くてよいことがわかった。ただし、臨界密度付近においては、基本ダイヤグラムの勾配が小さいので分割点をばさんだ相互でのダイヤグラムの勾配変化を小さくしないと、各時間段階における解の収束に手間どる問題があり、したがって時に時間刻みを細かくするという工夫は必要ないが、交通量-密度曲線の刻みを細かくするといった工夫が必要である。

境界からの具体的な算例として、*sine*波的に変動する交通量を流入させた場合をとりあげ、その演算結果を示せば以下のとおりである。Fig. 2, 3, 4は、振幅2台、周期2分の*sine*波を8分割して境界条件として流入させた例で、平均交通量がそれぞれ、12台/min., 18台/min., 22台/min.の場合について1周期目までの状況を示すものである。当然ながら変動の影響区間が平均交通量の上昇とともに短くなる。Fig. 5, 6は平均交通量が22台/min.の場合の2周期と3周期を示すものである。またFig. 7は、振幅が1台で周期2分、平均交通量18台/min.の第1周期目であるが、Fig. 3との比較から、この程度の振幅の変化では変動影響区間にはほとんど影響がないといえる。

参考文献

1) 橋本 連続圧縮体

相似による交通流解析,
第32回年次学術講演会,
第4部, 1977

