

北海道開発局土木試験所 正員 高橋 毅
正員 阿部芳昭

1. はじめに

舗装道路の伸長に伴い自動車交通の増加は著しく、大型車の交通量も増加の一途をたどっている。そのため舗装面の破壊もはなはだしく、維持修繕等の路上作業が多くなっている。この場合、2車線道路においては、片側車線を交通止めにし、他の1車線で交互に上下車線の車両を通過させなければならない。しかし、この路上作業時の片側通行止め区間の交通現象について解析した例はあまり多くない。ここでは、それを解析するため、地方部の2方向2車線道路における交通量をもとにして、片側通行区間長と車両の待ち時間の関係について、新しく基礎方程式を立て、札幌近郊の地方部2車線道路における調査結果を用いて計算を行なった。

2. 基礎方程式

解析を簡単にするため、次の仮定を設けて計算を行なった。

a) 通行止め区間に到る交通は、等速、等間隔とし、普通乗用車を基準にし、トラック等の大型車は、普通乗用車に換算して計算する。

b) 両車線とも、個々の車両の車長、加速度、発進遅れに差はないとする。

c) 停止位置から車線変更に必要な時間は発進遅れに含めて考える。

d) サイクル中に通過する車両は、停車車両の先頭車から最後部に停車した車両までとし、その後に来着する車両は、次のサイクルタイムに通過させる。

時間当たり停車台数 S_i ($i = 1, 2$) は車両が停車する毎に停止位置が後退するので交通量 Q_i 、交通密度 K_i 、停止時の車間距離 l_h を用いて、

$S_i = Q_i / (1 - K_i \cdot l_h)$ (1) で計算される。

図-1の車線1に注目すると停車台数 N_1 は、待ち時間 T_1 を用いて、

$N_1 = S_1 \cdot T_1$ (2) とする。ここで、停止線から最後部停車車両までの距離 l_1 は、 $l_1 = N_1 \cdot l_h$ (3)

で表わされ、この車両の走行距離 l_{ic} は、片側通行止め区間長 l_c を加えて、 $l_{ic} = l_1 + l_c$ (4) とする。

次にこの区間を走行する車両の速度を考えると、加速度 α 、走行距離 l_c 等の諸元により (1) 距離 l_{ic} の区間を加速しつつ通過する場合、(2) 距離 l_1 を過ぎ距離 l_{ic} までの間に加速を終りその後等速度 V_c で通過する場合、(3) 距離 l_1 まで加速を終り、その後等速度 V_c で通過する場合の3通りが考えられる。(図-2)

(1) の場合 今、発進遅れを1台につき h 、加速度を α 、車線1(2)の停車時間を T_1 (T_2) とすると、 T_1 と T_2 の関係は、式(5)で表わされる。

$$T_2 = \sqrt{\frac{2l_c + 2l_h \cdot \frac{S_1}{1-hS_1} T_1 + \frac{hS_1}{1-hS_1} T_1}{\alpha}} + \frac{hS_1}{1-hS_1} + \sqrt{\frac{2l_c + 2l_h \cdot \frac{S_2}{1-hS_2} T_2}{\alpha}} - \sqrt{\frac{2l_h \cdot \frac{S_2}{1-hS_2}}{\alpha}} \quad (5)$$

(2) の場合は、

$$T_2 = \frac{V_c}{2\alpha} + 2 \frac{l_c}{V_c} + \frac{l_h}{V_c} \cdot \frac{S_1}{1-hS_1} T_1 + h \cdot \frac{S_1}{1-hS_1} T_1 + \frac{V_c}{2\alpha} \left(\sqrt{\frac{2\alpha l_h \cdot \frac{S_2}{1-hS_2} T_2}{V_c}} - 1 \right)^2 \quad (6)$$

(3) の場合は

$$T_2 = \frac{V_c}{2\alpha} + 2 \frac{l_c}{V_c} + \frac{l_h}{V_c} \cdot \frac{S_1}{1-hS_1} T_1 + h \cdot \frac{S_1}{1-hS_1} T_1 \quad (7)$$

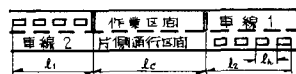


図-1 停車状態

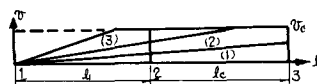


図-2 片側通行区間走行速度

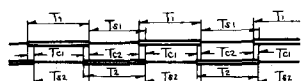


図-3 通過時間と待ち時間の関係

となる。ここで(1), (2), (3)の範囲は次式で示される。

(1)の範囲

$$S'_1 T_1 \leq \frac{V_c^2}{2\alpha L_h} - \frac{l_c}{L_h} \quad (8)$$

(2)の範囲

$$\frac{V_c^2}{2\alpha L_h} - \frac{l_c}{L_h} \leq S'_1 T_1 \leq \frac{V_c^2}{2\alpha L_h} \quad (9)$$

(3)の範囲

$$\frac{V_c^2}{2\alpha L_h} \leq S'_1 T_1 \quad (10) \quad \text{ただし} \quad S'_1 = \frac{S_1}{1-h S_1}$$

以上の式は、車線1の車両について着目したが、同様に、車線2についても考えられる。ところで式(5), (6), (7)からなる T_2 の式を、 $f_2(T_1)$ で代表させると、 $T_1 \geq f_1(T_2)$
 $T_2 \geq f_2(T_1)$ } (11)

は車両の交互交通を満足する範囲である。ここで目的関数として、

$M = T_1 + T_2$ (12) を考え、 M の最小値を考えると、

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= f_1(T_2) \\ T_2 &= f_2(T_1) \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

なる連立方程式を満足する値がこの

最小値を与える。また、交互交通が1回終る時間、即ち、サイクルタイム C は、図-3より、 $C = T_{s1} + T_{s2}$ (14) で表わされる。

3. 考察

上述の基礎方程式に、一般国道12号岩見天寺上掘向で実測したデータを用いて計算した結果を図に示す。図-4は、横軸に片側通行区間を走行する車両の速度を、縦軸の上方向には、車線1の車両の最大待ち時間(T_1)を、下方向には、車線2の車両の最大待ち時間(T_2)をとり、パラメーターとして片側通行区間長(l_c)をとっている。図-5は、横軸に、片側通行区間長(l_c)を、縦軸の上方向には、車線1の車両の最大待ち時間(T_1)を、縦軸の下方向には、車線2の車両の最大待ち時間(T_2)をとり、パラメーターとして、片側通行区間の走行速度(V_c)をとっている。これらの図をみると、片側通行区間の走行速度が30~40 km/hを境にして低速とすると、各車線の最大待ち時間が急速に増加し、交互交通のサイクルタイムも大幅に増加する。また、片側通行区間長と最大待ち時間の関係は、ほぼ直線的である。これから側方の障害物を無くしたり、工事区域を広く取り過ぎない様に配慮する事等によって、片側通行区間を通過する車両の速度を上げる事、工事区間長を最低長に抑える事が交互交通を円滑にする対策となる。

4. あとがき

基礎方程式は3つの領域に分けて計算したが、その式は、実用的にはほぼ直線で近似できるものである。そこで、簡易計算のために、この基礎方程式を近似式を用いて表わす事が必要であろう。また、仮定で、両車線の車両の諸性能は等しいとしたが、これは計算を簡単にする為のものであり、実際の交通に合わせた値を用いておきたい。

5. 参考文献

(1) 藤原 武, 道路舗装の維持修繕; 山海堂 (2) 高田 弘, 交通容量と交通工学シリーズ10; 技術書院 (3) 米谷栄二他, 交通工学; オーム社 (4) 星野 和, 道路工学・上〈標準土木工学講座2〉; コロナ社 (5) 伊吹山四郎他, 道路交通工学; 金原出版 (6) 高橋 毅他, 片側通行止め区間の待ち時間について; 第16回北海道開発局技術研究発表会。

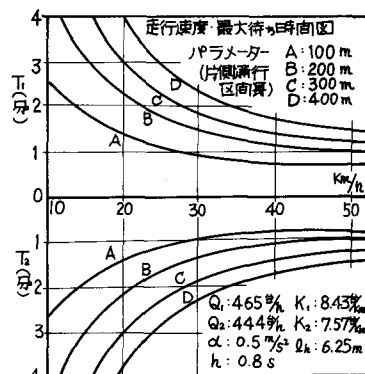


図-4

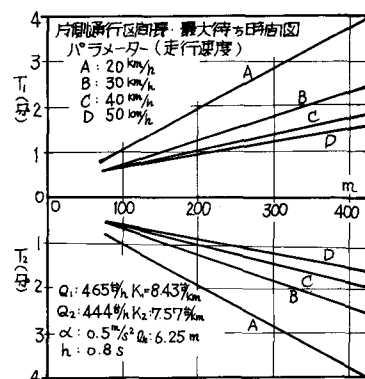


図-5