II－16　　視距を考慮した追越しに関する研究

名古屋工業大学　正　員　　松井　寛
名古屋工業大学　学生員　○　向井治男

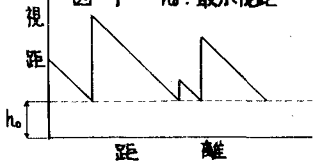
1. まえがき

2車線2方向道路での追越し現象では追越し車が対向車線を占領するために、対向車との間にある間隔を必要とし、かつその間隔を見通すことのできる地形が要求される。本論文では、追越し視距が十分に得られていない現在の2車線2方向道路での追越し現象を視距を考慮して研究する。

2. 追越しモデル

ここではもっとも簡単なモデルとして、追越される車は速度v_1で、追越し車は速度Vで等速走行し、低速車に追いついた高速車は対向車との間に十分なgapがあり、かつそれをおおうようなbend, hilltop, その他の障害物（以下bend等という）がない場合にのみ追越しできるものとする。できない時はただちに速度をv_1に落として追従し、追越し可能となればふたたび速度Vに加速して低速車を追越す。この時1回の追越しで1台の低速車を追越すとする。また対向車は速度v_2で等速走行するとし、視距に関してもつぎのような仮定をする。道路に沿って視距を妨げるbend等があると車両はそれらを通過するまではその先を見通すことができない。しかし視距は0になることはなく、最小の長さは確保されているので、これを最小視距と名づけこれ以上の視距は車両がbend等に近づいて行くにしたがって最小視距まで直線的に減少し、bend等を通過した瞬間に増加しつぎのbend等に接近するにつれてふたたび最小視距まで減少するものとする。（図－1参照）

図－1　h_0：最小視距



3. 追越し待ち時間

以上のモデルのもとで追越し待ち時間を求めてみる。

速度Vの高速車が追越しできずに速度v_1で低速車に追従して追越しに必要なgapをさがしている時、その追従車から見ると速度v_2の対向車は速度(v_1+v_2)で、bend等は速度v_1で接近してくる。その時の対向車とbend等の時間間隔分布は、それぞれ独立の負の指数分布と仮定するとつぎのようになる。

対向車：$g(t)=(v_1+v_2)\lambda_2 e^{-(v_1+v_2)\lambda_2 t}$　（ここでλ_2は単位区間当りの車両台数）　(1)

bend等：$s(t)=v_1 w e^{-v_1 w t}$　注1)　（ここでwは単位区間当りのbend等の数）　(2)

そこで、追越しを妨げる対向交通流として(1)、(2)式の分布をもつ2つの流れを考える。

$a_g(t)$を対向車までの間隔がtである時そのtで追越しができる確率、$a_s(t)$をbend等までの間隔がtである時そのtで追越しができる確率とし、いま$u(t)$をt時間追従して最初の対向交通流を観測する確率とすれば$u(t)$は(3)式のようになる。

$$u(t)=g_0(t)[1-a_g(t)]\left\{S_0(t)+\int_0^t s_0(x)a_s(x)dx\right\}+s_0(t)[1-a_s(t)]\left\{G_0(t)+\int_0^t g_0(x)a_g(x)dx\right\} \quad (3)$$

ここで$g_0(t)$、$s_0(t)$は任意時刻からの対向交通流の分布であり、$G_0(t)=\int_t^\infty g_0(t)dt$，$S_0(t)=\int_t^\infty s_0(t)dt$　である。そこで$w(t)$を追越し待ち時間がtである確率とすると$w(t)$は(4)式のようになる。

注1)　モデルより$S(t)$は最小視距h_0以上の視距の分布であり、国道19号線での適合度は良好であった。

$$w(t) = w_0(0)\,\delta(t) + \int_0^t u(x)\cdot w(t-x)\,dx \tag{4}$$

ここで$\delta(t)$はデルタ関数、$w_0(0)$は追越し待ち時間が0である確率で$\{\int_0^\infty g_0(x)\,a_g(x)\,dx\}\{\int_0^\infty s_0(x)\,a_s(x)\,dx\}$。その結果(3)、(4)式のラプラス変換をそれぞれ$U^*(S)$、$W^*(S)$とすると

$$W^*(S) = w_0(0) \Big/ \{1 - U^*(S)\} \tag{5}$$

となり、(5)式の逆変換から追越し待ち時間の確率密度が求まる。また$\bar{t} = -[\partial W^*(S)/\partial S]_{S=0}$から平均の追越し待ち時間が求められる。そこで$a_g(t)$、$a_s(t)$を(6)式のように仮定して$T_g \geqq T_s$の時の$\bar{t}$を求めると(7)式のようになる。また視距を考慮しない場合の$\bar{t}$は(8)式のようになる。

$$a_g(t) = \begin{cases} 0 & 0 \leqq t < T_g \\ 1 & T_g \leqq t \end{cases}, \quad a_s(t) = \begin{cases} 0 & 0 \leqq t < T_s \\ 1 & T_s \leqq t \end{cases} \tag{6}$$

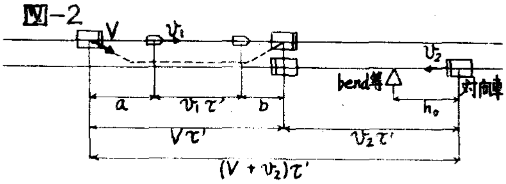
$$\bar{t} = \frac{e^{\{(v_1+v_2)\lambda_2 T_g + v_1 W T_s\}}}{(v_1+v_2)\lambda_2 + v_1 W} + \left\{\frac{1}{(v_1+v_2)\lambda_2} - \frac{1}{(v_1+v_2)\lambda_2 + v_1 W}\right\} e^{(T_g - T_s)(v_1+v_2)\lambda_2} - T_g - \frac{1}{(v_1+v_2)\lambda_2} \tag{7}$$

$$\bar{t} = \frac{e^{(v_1+v_2)\lambda_2 T_g} - 1}{(v_1+v_2)\lambda_2} - T_g \tag{8}$$

また追越し待ち距離$\bar{d}$は(9)式のようになる。

$$\bar{d} = \bar{t} \times v_1 \tag{9}$$

図-2



4. 追越しに必要なgap (図-2参照)

速度Vで走行する高速車は対向交通流中の対向車との間にT_g、bend等の間にT_sのgapがあれば追越しができる。いまτ'時間で追越しを完了しその時対向車とすれ違うものとすれば追越しに必要な距離Dは$(V+v_2)\tau'$であり、この距離を対向車は

$$T_g = (V+v_2)\tau' / (V+v_2) = \tau' \tag{10}$$

で走行する。またDだけの距離を見通すことが必要であるが最小視距h_0が確保されているのでbend等との間には$(V+v_2)\tau' - h_0$の距離を要しその間をbend等は

$$T_s = (V+v_2)\tau' - h_0 / V \tag{11}$$

で走行してくる。そこでモデルにしたがって高速車が低速車に追従しながら(1)、(2)式で表わされる対向交通流中にgapを見つける時のT_g、T_sは(10)(11)式を換算した(12)、(13)式を用いる。

$$T_g = (V+v_2)\tau' / (v_1+v_2) \tag{12}$$

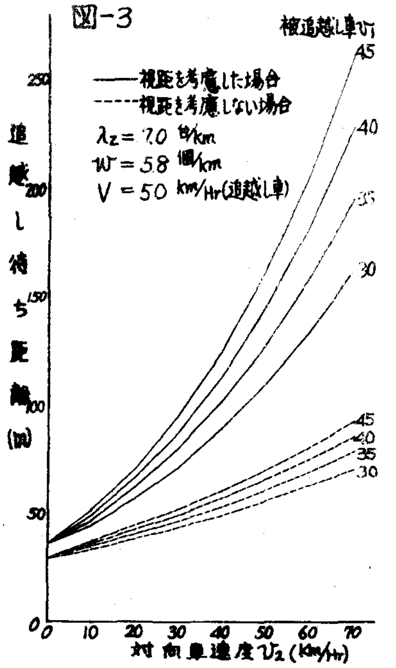
$$T_s = \{(V+v_2)\tau' - h_0\}(V+v_2) / V(v_1+v_2) \tag{13}$$

またτ'は$(a+b)/(V-v_1)$で速度に関係なく6〜7秒と考えられる。注2)

5. 計算例および結び

以上の各式を使用し国道19号線を例にとって計算した平均追越し待ち距離は、図-3に示すように視距を考慮した場の方が長く、とくに対向車および追越される車の速度が速くなると視距の影響が著るしくなる。ゆえに追越し現象を取扱う場合は単に対向車だけでなく視距を妨げるような地形をも含めて考える必要があると思われる。

図-3



注2) 参考文献：佐佐木綱，交通流理論など