

MT車・AT車混入車両群の交差点発進挙動

九州工業大学 学生会員 野口 充
 九州工業大学 学生会員 中村 幹也
 九州工業大学 正会員 寺町 賢一
 九州工業大学 正会員 渡辺 義則

1. はじめに

近年、都市部の渋滞が深刻になっていることから、その渋滞により発生する騒音・大気汚染が大きな問題となっている。この渋滞の大きな原因の一つとして交差点の存在が挙げられる。交差点では信号や右左折車によって走行が制約されるためである。これまで提案してきた発進挙動モデルは、直進するMT車を対象としてきたため、本研究ではそれを右左折車に対応可能なものに改良するとともに、現在の日本のAT車普及率を考慮し、より詳細な車両挙動を再現する研究を行った。

2. 発進挙動モデル

車の挙動を、自動制御理論をもとにドライバーと車とのマンマシンシステムとしてモデル化したものが図-1である。

点線部及び太線部を除いたものがMT先頭車の発進挙動モデルであり、目標速度を入力することにより時々刻々の発進挙動を出力する。また点線部のみを除いたものがMT追従車の発進挙動モデルであり、入力データは目標速度、車間距離に関するデータ、先行車速度である。

AT車の発進挙動モデルは、MT車の発進挙動モデルにAT車のトルクコンバータの性能を組み込んだものである。図-1の点線部がAT車のトルクコンバータの性能を表す。このトルクコンバータの性能として、①入力軸トルクと出力軸トルクは等しくないこと、②入力軸回転数と出力軸回転数は等しくないことの2点が挙げられる。これを考慮し、トルク比

$$tr = \frac{\text{出力軸トルク}}{\text{入力軸トルク}} \text{ および速度比 } e = \frac{\text{出力軸回転速度}}{\text{入力軸回転速度}}$$

性能部分は(A, K₁, K_v, B, M)であり自動車の諸元により決定されるため、普通車と大型車の諸元を用いることにより、両者に対応可能である。またヒューマンファクターは(e^{-sL}, G₂(s), H_α, H_v, H_x, T)である。

3. 右左折モデル

右折車両は右折の前に対向車の状況を確認し、右折可能と判断した場合、右折開始地点までに徐行速度となるようにドライバーや同乗者にとって快適な加速度-3(m/s²)で減速を行い、徐行速度を保ちつつ一定の回転半径で右折を行なう。また右折不可能と判断した場合、停止線で右折可能となるまで待機しなければならない。その後、右折可能となると同時に

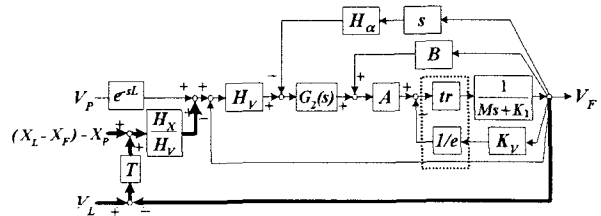


図-1 発進挙動モデル

- V_p: 目標速度
- V_l: 先行車速度
- V_f: 追従車速度
- X_p: 目標車間距離
- X_l: 先行車の位置
- X_f: 追従車の位置
- T: 将来の車間距離に関する人の比例要素
- G₂(s): 二次遅れ
- M: 自動車の走行時における換算質量
- e^{-sL}: 反応遅れ
- B: 燃料消費量を補う伝達関数

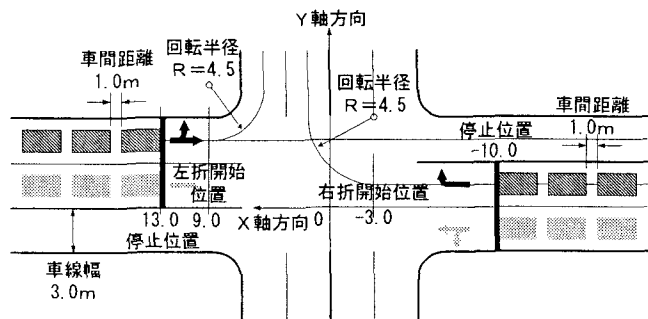


図-2 交差点状況

徐行速度まで加速し、右折完了後、直進車の発進挙動モデルに従い加速を開始する。その際、前方に目標車が存在しなければ先頭車発進挙動モデルに、存在すれば追従車発進挙動モデルに従う。

また、右折可能となる条件は、対向車の車頭間隔が5秒以上ある場合と設定したが、これは普通車に関するものであり加速性能の劣る大型車には適用できない。そこで、普通車と大型車が停止状態から一定距離の加速走行に要する時間を発進挙動モデルから推定し、大型車は車頭間隔が7秒以上確保された場合に右折可能とした。

左折車両に関しては対向車を考慮しなくてよいという点以外は基本的に右折車両と同様とした。

4. シミュレーション

シミュレーションの条件として、交差点状況を図-2と設定した。右折専用車線は十分に長く、右折する先の道路は2車線であるため、対向車が左折するときは、車頭間隔の条件を満たした場合のみ同時に右折可能とした。

ここでは複数のシミュレーションの一例を示す。シミュレーションにおける車群の場合分けを、対向車群については表-1に、右折車群については表-2に示す。また、対向車X軸方向位置を図-3に、CASE3-Aと3-Bにおける右折車X軸方向位置を、図-4、図-5にそれぞれ示す。ここで図中の①～⑥は、車群の1台目～6台目を示すものである。また、青信号30秒間の右折可能台数を表-3に、各CASEの5台目の右折車の停止線通過時刻を表-4に示す。

図-3を見ると、MT車・AT車混入車両群の挙動を再現することが可能となったことが分かる。また表-4、表-5から、CASE3-Bでは、CASE3-Aと比較して右折可能台数が2台減少し、5台目の右折車停止線通過時刻が5.5秒遅くなっていることが分かる。これは、右折車の先頭に大型車が混入したことによるものと考えられる。大型車は普通車より加速に時間を要することに加えて、右折車が普通車である場合は右折可能であっても、大型車である場合は右折不可能な場合が生じることを再現できることを表している。

5. まとめ

AT車が混入した車両群の発進挙動、及び対向車の状況や右折車自身の加速性能に大きく影響を受ける右折車の挙動を再現することができた。これにより従来の発進挙動モデルと合わせて、AT車の挙動、及び交差点で生じる直進・左折・右折の3つの挙動を再現することが可能となった。また今後の課題としては次の点が挙げられる。①信号現示変化時における、対向車と右折車の両者の停止・通過の判断、②右折専用車線が整備されていない場合や横断歩行者が車群に与える影響。

表-1 シミュレーションの場合分け(対向車)

CASE	対向車台数	対向左折車位置	AT車位置	MT車位置
3	5台	3台目	1・2台目	3・4・5台目

表-2 シミュレーションの場合分け(右折車)

CASE	大型車	積載率	位置
A	0台	—	—
B	1台	50%	1台目

2台目以降はCASE A、Bともに全て普通車

表-3 30秒間の右折可能台数

CASE	右折可能台数(台)
3-A	6
3-B	4

表-4 5台目右折車の停止線通過時刻

CASE	5台目停止線通過時刻(s)
3-A	26.5
3-B	32.0

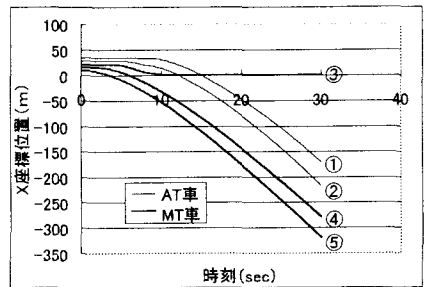


図-3 対向車X軸方向位置

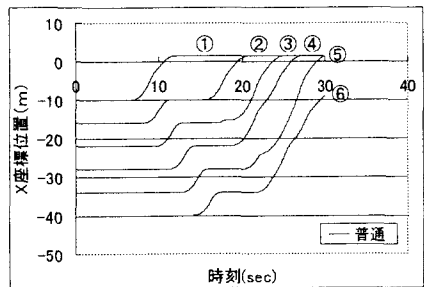


図-4 CASE3-A 右折車X軸方向位置

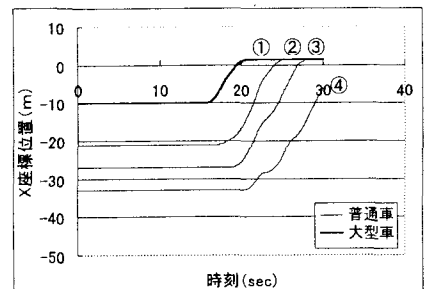


図-5 CASE3-B 右折車X軸方向位置