

IV-314

信号交差点における大型車の発進挙動とパワーレベル

九州大学工学部 ○学生員 棚田 裕宣
九州大学工学部 正 員 角 知憲
九州大学工学部 正 員 壇 和喜
福岡県 濱地 健吾

1. はじめに

近年、流通機構の発達による大型車の交通量の増加は、騒音・排気ガスなどの社会問題を引き起こしている。これは大型車が、普通車に比べて排気量・重量が大きく、故に発進の際には大きな駆動力を必要とするためである。

我々の研究チームは市街地での騒音・排気ガスを予測をするにあたって、信号交差点で停車した種々の自動車の発進挙動を、人（運転者）と機械（自動車）とのマン・マシンシステムモデルとしてモデル化することが必要であると考え、これまで普通車における先頭車の場合と追従車（2番車）の場合の発進挙動モデルを提案してきた。

本論文では大型車の発進挙動モデルをモデル化し、モデルのシュミレーション結果（理論値）と実際に行った大型車走行実験の結果（実験値）とを突き合わせることで、モデルの実用性を検討した。またさらに、発進時の騒音に関する考察も行った。

2. 大型車の発進挙動モデル

図-1 は以前提案した先頭車の発進挙動モデルのブロック線図である。破線で囲った部分は、自動車の機械的性能を表す部分であり、今回の大型車モデルではこの破線内の自動車性能を表す定数 A 、 K_v 、 M を、実験に使用した大型車のエンジンの性能特性に基づいて取り替えた。

このモデルは目標速度 V_F をステップ入力として H_v 、 H_a 、 P_2 、 P_{34} の4つのパラメータを得るというものである。（人の2次遅れを表す関数式 $G_2(s)$ 中のパラメータ P については、2速の場合と3・4速の場合とで分別した。）

3. 大型車走行実験

<測定地点>信号交差点において発進から定常走に至るまで、スムーズに走行することができる平坦な場所を選んで行った。

<使用車>排気量12023cc、最大積載重量11 tの大型トラックを使用し、運転は専門の方に依頼した。

<測定>実験の簡略図を図-2 に示す。測定は大型車が青信号現示により発進し（2速発進）、定常走行になるまでの加速度・速度・回転数・騒音をデータレコーダに記録した。騒音計は荷台の左右の側面に2つ固定し、運転席側を騒音計A、助手席側をBとした。（但し、エンジン部分はA側にある。）

測定回数については、積載率0%の場合と100%の場合それぞれ15回測定を行った。

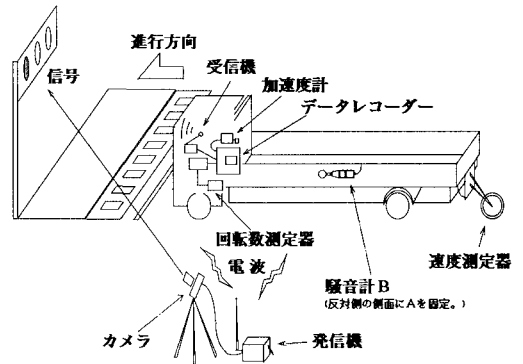


図-2 大型車実験の簡略図

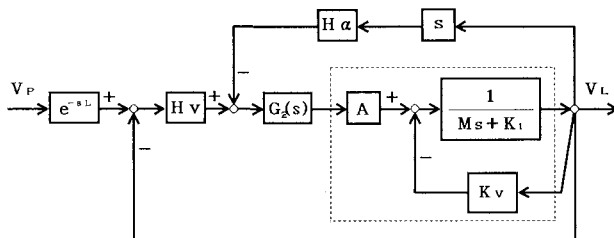


図-1 発進挙動モデルのブロック線図

V_F : 目標速度
 V_L : 現在速度
 e^{-sL} : 人の反応遅れ時間を表す伝達関数
 H_v : 速度差に対する人の応答パラメータ
 H_a : 加速度差に対する人の応答パラメータ
 $G_2(s)$: 人の2次遅れを表す伝達関数
 $G_2(s) = 1 / (1 + P \cdot s)^2$
 A, K_v, K_1 : 自動車性能により決まる定数
 M : 換算質量

4. 解析および解析結果

パラメータの推定にあたって、積載率0%の場合は、実験により観測した実測加速度とモデルの演算を行い算定した理論加速度との自乗誤差が最小になるようにして、パラメータの最適化を行った。

その時の加速度変化の実測値と理論値を図-3に示す。左から2速、3速、4速の加速度変化である。また最適パラメータの平均および分散、また各パラメータの相関係数を表-1に示す。

積載率100%の場合は、積載率0%のときの最適パラメータの平均値を用いて、理論加速度をシュミレートした。図-4にその理論加速度と実測加速度の時間変化を示す。

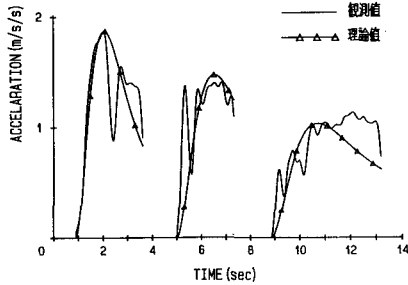


図-3 加速度変化（積載率0%）

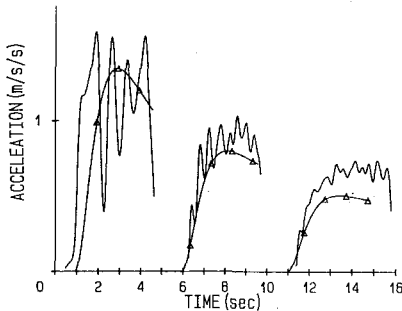


図-4 加速度変化（積載率100%）

表-2 音響パワーレベル（PWL）推定計算式

段位	音響パワーレベル L (dB)
2速	$L = 94.2 + 0.719V + 0.0547A + B$
3速	$L = 94.2 + 0.429V + 0.0547A + B$
4速	$L = 94.2 + 0.283V + 0.0547A + B$

V : 車の走行速度 (km/h)

A : 車の加速度 (gal)

B : 最大積載量と車両走行重量の補正

$$B = C_0 \log \frac{W_g / \sqrt{PS}}{W_0 \sqrt{PS_0}} + 5 \log \frac{W}{W_g}$$

W_g : 対象車両の総重量 (kgf)

PS : 対象車両の機関出力 (馬力)

W : 対象車両の走行重量 (kgf)

W_0 : 供試車の総重量...7852 kgf

PS_0 : 供試車の機関出力...135 馬力

C_0 : 最大積載量が4.5t以下の場合...35

“ 4.5tより大きい場合...15

表-1 最適パラメータの相関係数・平均・分散

	H_v	H_α	P_2	P_{34}
H_v	*	-0.254	0.297	-0.191
H_α	*	*	-0.421	-0.576
P_2	*	*	*	0.199
平均	0.927	2.463	0.586	0.530
分散	0.004	0.058	0.214	0.003

5. 音響出力の予測

表-2の音響パワーレベル（PWL）推定計算式⁽¹⁾を用いてエンジンの音響出力を算出した。走行実験において、騒音計は車両荷台の両側面に設置したが、エンジンから設置点まで約6mの距離があったので、(1)式を用いて騒音レベル（SPL）を求めた。ここに $L=6$ (m)で路面、車体の反射3dBを想定した。

$$SPL = PWL - 20 \log L - 8 \quad (1)$$

図-5に騒音レベルの観測値と理論値の比較を示す。太線が観測値、細線が理論値である。

騒音レベル (dB)

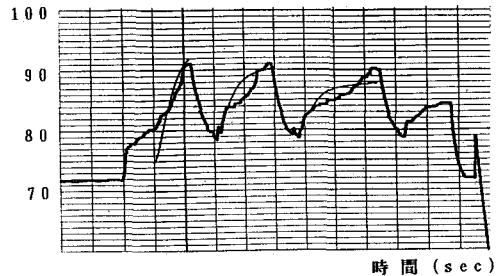


図-5 騒音レベル（積載率0%・エンジン側）

6. 考察

図-3・図-4・図-5をみると、加速度および騒音レベルの理論値は実測値をととてもよく再現している。本論文の目的は、大型車モデルの実用性を検討するというものであった。その大型車モデルというのは、以前提案した普通車のモデルの自動車性能に関する部分を置き換えたものに過ぎないのだが、その実用性に関すれば今後の研究を進めていくに当たって十分に活用していけると我々は考えている。

参考文献

1) 渡辺 義則・角 知憲・吉松 正浩

『発進加速する単独の大型車の

音響パワーレベルに影響する要因』

（土木論文集 IV-17、1992.7 No.449）