

マン・マシンシステムとしての自動車発進挙動のモデル化

九州大学工学部	○学生員	坂口 裕司
九州大学工学部	学生員	青木 築
九州大学工学部	学生員	日高謙次郎
九州大学工学部	正 員	角 知憲

1. はじめに

近年、都市部において騒音が深刻な問題となっている。都市部の騒音予測には、交差点での自動車の発進挙動を予測することが必要である。なぜなら、発進時には大きな駆動力を必要とするため、音響出力が著しく大きくなるからである。そこで本論文では、自動車の挙動をドライバーと自動車のマン・マシンシステムであるものとみなして、発進挙動を記述するモデルを見だし、発進時の音響出力を推定する手がかりとすることを目的とする。

2. 発進挙動のモデル化

図-1にモデルのブロック線図を示す。図中の e^{-sL} は反応遅れ時間を表わし、 H_v は目標速度 V_l と現在速度 V_f との差に対する人の応答関数を表わす。また、 s^2 と $H\dot{\alpha}$ を結ぶフィードバック経路はドライバーが加加速度 α にตอบสนองしてアクセルを操作することを表わすものである。 $G_c(s)$ はスロットル角(アクセルの踏み込み角) θ と自動車の速度を関係づける伝達関数であり、それはさらに図-2のブロック線図で表わすことができる。この図は、 $p = A(\theta - K_v \cdot V)$ という式で近似されたスロットル角と駆動力の関係をブロック線図を用いて表わすものである。ここで、図中の r 、 m 、 K はそれぞれ、道路勾配による走行抵抗、質量、速度に比例する走行抵抗である。従って、モデルより得られる理論の速度式は(1)式のようなになる。この論文では、図-2の A 、 K_v を実際の自動車の測定データから与えた上で、図-1の $H\dot{\alpha}$ 、 H_v を推定する。

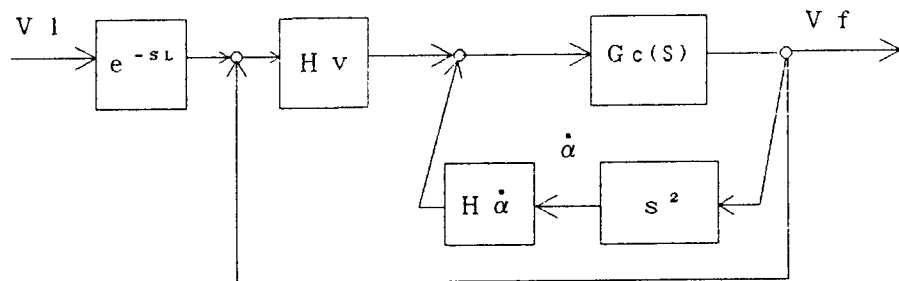


図-1 先頭車の発進挙動

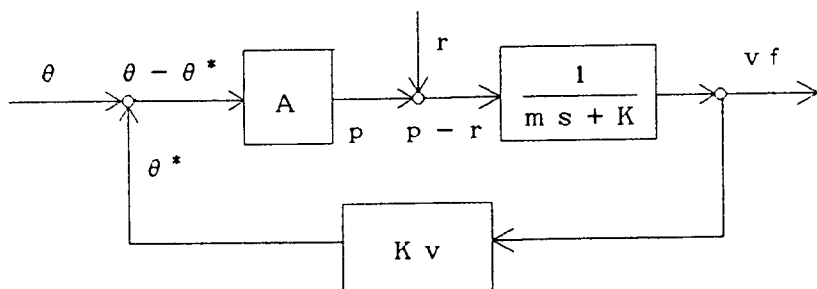


図-2 自動車伝達関数のブロック図

$$\frac{V f(s)}{V l(s)} = \frac{H v \cdot e^{-sL}}{H \alpha \cdot s^2 + K v + m \cdot s / A + K / A} \quad \dots (1)$$

3. 走行実験

モデルの解析のために、信号交差点での自動車の発進から定常走行に移るまでの速度変化を走行実験で測定した。実験は、発進から定常走行まで一直線上で行える場所を選び、水平加速度、鉛直加速度、回転数、音声を同時に測定してデータレコーダに入力した。また、反応遅れ時間はビデオカメラを用いて記録した。これらのデータの一例を図-3に示す。

4. モデルのパラメータの推定および結論

パラメータの推定には、(1)式を逆変換して時間領域での速度を求め、これと観測された速度との2乗誤差が最も小さくなるように $H v$ および $H \alpha$ を求めればよい。逆変換には $s = i\omega$ とおいて、数値的にフーリエ逆変換を施した。求められた $H v$ 、 $H \alpha$ の値を用いて計算した理論速度変化と観測速度変化を比較したものを図-4に示す。この図より、マン・マシンシステムとして作成した自動車の発進挙動モデルは、実測による信号交差点における先頭車の速度変化を概ね再現していることがわかる。特に、音響出力が最も大きいと思われる1速の変速段位使用時においては、非常によく一致している。一方、2速、3速使用時には、観測速度より幾分低い値を示しているが、この点については、今後の検討が必要である。

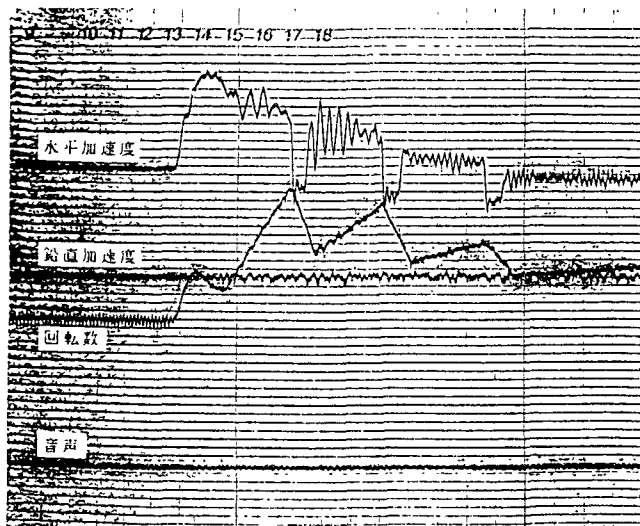


図-3 測定データ波形

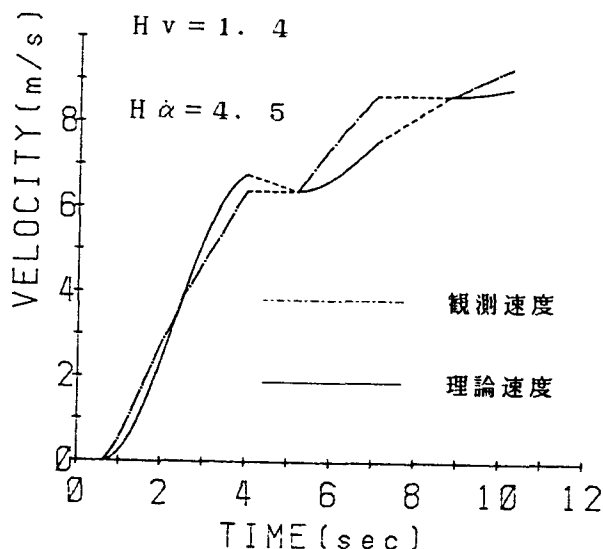


図-4 観測速度と理論速度の対比図