

信号交差点における発進車群騒音に関する実験的研究

九州大学工学部 ○学生員 橋本 武人
九州大学工学部 学生員 寺町 賢一

九州大学工学部 正会員 角 知憲
九州大学工学部 正会員 大枝 良直

1. はじめに

著者らは市街地での騒音・排気ガスを研究するにあたって、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、これまでに普通車や大型車の先頭車・追従車発進挙動モデルをそれぞれ作成し、これに基づいて車群から発生する騒音のモデル化を行ってきた。¹⁾

本論文では、騒音モデルのシミュレーション結果(理論値)と実際に行った信号交差点での騒音測定実験の結果(測定値)とを突き合わせることで、モデルの実用性を検討しようとするものである。

2. 発進挙動モデル

図-1は追従車の発進挙動モデルのブロック線図であり、点線で囲まれた部分が先頭車の発進挙動モデルである。また、図中の斜線部はヒューマンファクターである。このモデルは従来のモデルに新たにB(燃料消費量)という伝達要素を追加したものである。この伝達関数Bは、走行速度が目標速度に達したときに走行抵抗に見合う燃料消費量を与えるためのもので $B = \frac{K_1 + K_v}{A}$ である。

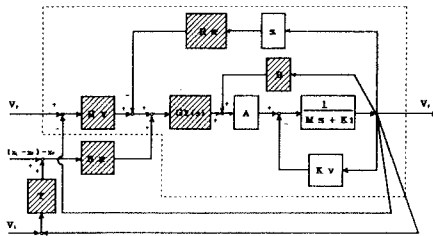


図-1 追従車の発進挙動モデル

V_p : 目標速度

V_1 : 先行車速度

V_F : 追従車速度

X_F : 目標車間距離

X_L : 先行車の位置

X_F : 追従車の位置

H_x : 車間距離に対する人の比例要素

H_v : 速度差に対する人の比例要素

H_a : 加速度差に対する人の比例要素

T : 将来の車間距離に対する人の比例要素

$G_2(s)$: 人の2次遅れを表す伝達関数

$$G_2(s) = 1 / (1 + P \cdot s)^2$$

B : 燃料消費量を補う伝達関数

A, K_v, K_1 : 自動車性能により決まる定数

M : 換算質量

3. 信号交差点での騒音測定実験

<測定場所>福岡市東区箱崎埠頭6丁目交差点

<測定概要>信号交差点において青現示になったとき、停止した車群について、発進地点・定常走行地点(50m先と100m先)の騒音レベルがどのようなものかを調べた。この3地点に騒音計を設置し、これを通して交差点隅に設置した2台のデータレコーダに入力してテープに記録し、さらにリアルタイムでの騒音レベルをみるために、入力されたデータを出力させてレベルレコーダに入力して記録した。また、車群がどのような構成を成すか、大型車の積載率は何%であるか、対向車線の車の有無はどのようなものか(対向車線に車が走行しているとき、またはそこからUターンする車があるとき測定は無効)、周囲に雑音が入っていないかどうか、発進時における車の加速はスムーズであるか、これらを観察するとともにビデオカメラにも収録した。

測定は約100回行い、この中から条件に合うものを選んで解析を行った。

4. 音響出力の予測

音響パワーレベル (PWL) の算定には表-1²⁾を用いた。これはエンジンの運用状態に応じた音響出力の算定モデルである。

騒音レベル (SPL) は、音源の音響パワーレベル (PWL)、音源と騒音測定点との直線距離Lにより次式で表される。

$$SPL = PWL - 20 \log L - 10 \log (2\pi)$$

騒音測定実験において、騒音計は車群のある車線の中央から6.375m離れたところに設置したので、騒音レベル (SPL) の算定式のLを6.375mとした。また、路面、車体の反射を3dBと想定した。

表-1 音響パワーレベル推定計算式

段位	音響パワーレベル推定計算式
1速	$PWL = 94.2 + 12.05V + 0.0547A + B$
2速	$PWL = 94.2 + 0.719V + 0.0547A + B$
3速	$PWL = 94.2 + 0.429V + 0.0547A + B$
4速	$PWL = 94.2 + 0.283V + 0.0547A + B$
5速	$PWL = 94.2 + 0.220V + 0.0547A + B$

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

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

W_0 : 対象車両の総重量 (kgf)

PS: 対象車両の機関出力 (仏馬力)

W: 対象車両の走行重量 (kgf)

W_0 : 供試車の総重量... 7852kgf

PS₀: 供試車の機関出力... 135 馬力

C₀: 最大積載量が4.5t以下の場合... 35

4.5tより大きい場合... 15

5. 解析および解析結果

図-2に示す車群が発進する場合の車群全体の騒音レベルの測定値、理論値を図-3に示す。また、それぞれの値について等価騒音レベル (L_{eq}) を求めると次のようになる。

測定値の L_{eq} 72.3 (dB)

理論値の L_{eq} 73.5 (dB)

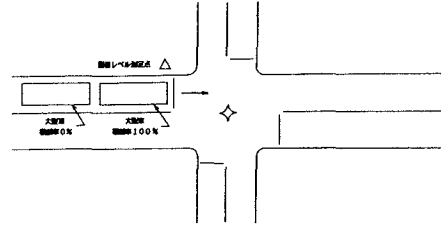


図-2 信号交差点における車群の配置図

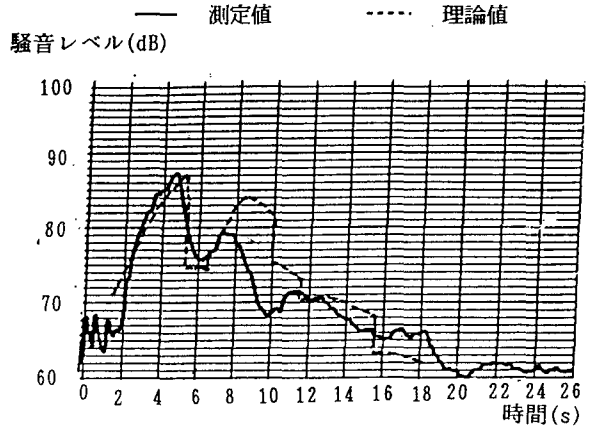


図-3 発進地点における車群全体の騒音レベル

6. 考察

図-3および等価騒音レベル (L_{eq}) をみると、騒音モデルより得られる理論値は測定値をほぼ再現しており、モデルの実用性に関すれば今後の研究を進めていくにあたって十分に活用していただけるものであると考えられる。

これからの課題としては、ドライバーの個人差を表すパラメーターを正規乱数でランダムに変更することにより、よりリアルな騒音の予測が可能となるであろう。また、等価騒音レベル (L_{eq}) を各地点ごとに求めてそれらの地点を等高線で結び、これらについての比較を行うことも考えられる。

参考文献

- 1) 棚田裕宣: 信号交差点において発進する車群から発生する騒音の予測
(九州大学修士論文 1994.3)
- 2) 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 No449)