

車群の発進騒音に与える勾配の影響

THE EFFECT OF SLOPE BY STARTING CAR NOISE FROM SIGNALLED INTERSECTION

阿部 智博*、角 知憲**、渡辺 義則***、寺町 賢一****

BY TOMOHIRO ABE, TOMONORI SUMI, YOSINORI WATANABE, AND KENICHI TERAMACHI

1. はじめに

近年、自動車普及率の向上に伴い、多くの市街地で交通騒音や排気ガスによる大気汚染などの公害が問題となっている。

著者らは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⁾。

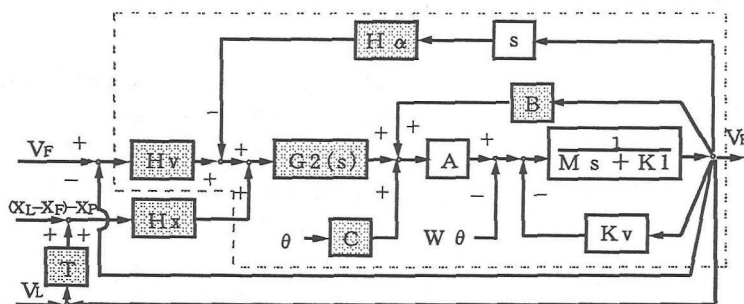
しかし、これまでのモデルでは勾配抵抗を考慮しない平坦地においてのみ有効であった。

そこで、本論文では、従来のモデルに新たに勾配要素を付け加えたモデルの作成を行い、そのシミュレーションにより、平坦地におけるケースとの比較を行った。

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。図中の斜線部はヒューマンファクターである。本研究では、上述のモデルに、勾配に関する項を加えることにより勾配に対応するモデルとするものである。

勾配抵抗は加速に利用できる駆動力を減殺するので図のように駆動力から $W \theta$ を差し引く。ここに W は自動車の全重量、 θ は勾配である。ただし、人はこの勾配抵抗に見合うだけの駆動力を増加させるので、図の $C = W \theta / A$ によって要素 A に対する入力を増加する。このように要素 A に対する入力を考える理由は、A の出力がエンジンの運転可能領域にあるかどうかの判断に便利なためである。



V_P : 目標速度 V_1 : 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
 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

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

B : 燃料消費量を補う伝達関数

$$B = (K_1 + K_v) / A$$

A, K_v, K_1 : 自動車性能により決まる定数

M: 換算質量

キーワード 交通公害

* 学生会員，工修、九州大学大学院工学研究科修士課程
(〒812 福岡市東区箱崎6-10-1) TEL 092
-642-3275 FAX 092-642-3306

*** 正会員，工博、九州工業大学助教授，工学部設計生産工学科（〒804 北九州戸畑区仙水町1-1）

TEL 093-884-3108

FAX 093-884-3100

*** 正会員，工修、九州大学助手、工学部建設都市工
学科

3. シフトタイミング

シフトタイミングを考慮することはモデルに現実性を持たせることになり、より正確な再現性を表現できるものとなる。このモデルでは、シフトタイミングに対する考慮を以下のように行い、シミュレーションを行った。

機関回転数が増加するにつれ、エンジンの内部抵抗は増加し、速度と加速度の組み合わせによってはトランスミッションの段位を挙げる方が有利となることがある。

図-2に示すのは、加速度 α と速度 V が与えられたときの第 i 段の燃料消費量を G_i とすると、 $G_i = G_{i+1}$ となるときの直線である。実線は理論値、波線は観測値の平均を表す。

この直線の上側では第 i 段を使う方が燃料消費量が小さく、この直線の下側では第 $i+1$ 段を使う方が燃料消費量が小さい。実際に運転者がこの直線の存在を意識しているとは言い難いが、この直線に近い α と V で変速を行うことは十分期待できる。

普通車におけるシフトタイミングは図-2を考慮した。また、大型車については加速性能により運転可能領域に入ったときにギアシフトを行うと考え、図-2および図-3の性能曲線を考慮した。

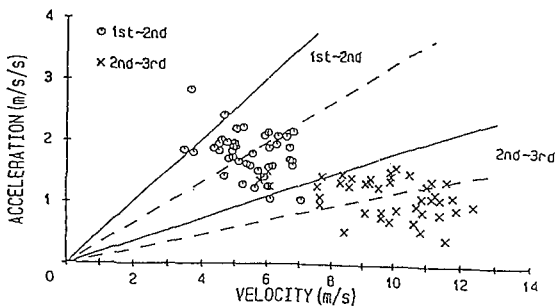


図-2 シフトタイミング

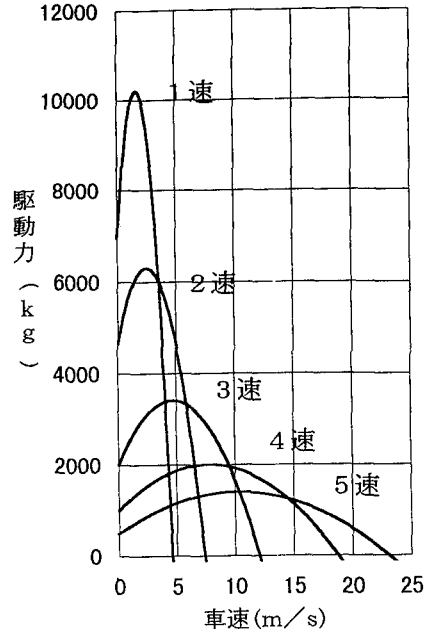


図-3 大型車の駆動力の性能曲線

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。

しかし、従来のモデルは平坦地におけるモデルであるため、勾配の影響を考慮する必要がある。勾配がある場合には速度・加速度が減少すると考えられる。したがって、音響パワーレベルは車の走行速度と加速度によって決まるので、勾配がある信号交差点の音響パワーレベルを考えると、勾配がない信号交差点の場合よりも下回る数値を得ることが予想される。

よって今回、それぞれの段位の音響パワーレベル推定計算式のAの項に新たに θ のパラメータを追加した。

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。

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

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	$PWL=94.2+12.05V+0.0547(A+\theta)+B$
2速	$PWL=94.2+0.719V+0.0547(A+\theta)+B$
3速	$PWL=94.2+0.429V+0.0547(A+\theta)+B$
4速	$PWL=94.2+0.283V+0.0547(A+\theta)+B$
5速	$PWL=94.2+0.220V+0.0547(A+\theta)+B$

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...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. シミュレーションおよびシミュレーション

この騒音モデルを用いて、信号交差点一帯における各地点ごとの等価騒音レベル (L_{eq}) を以下の各ケースで求め、信号交差点付近の騒音の分布について検討を行う。

	勾配	車群構成
ケース1	0 %	普通車10台
ケース2	5 %	普通車10台
ケース3	0 %	普通車9台 大型車1台
ケース4	5 %	普通車9台 大型車1台

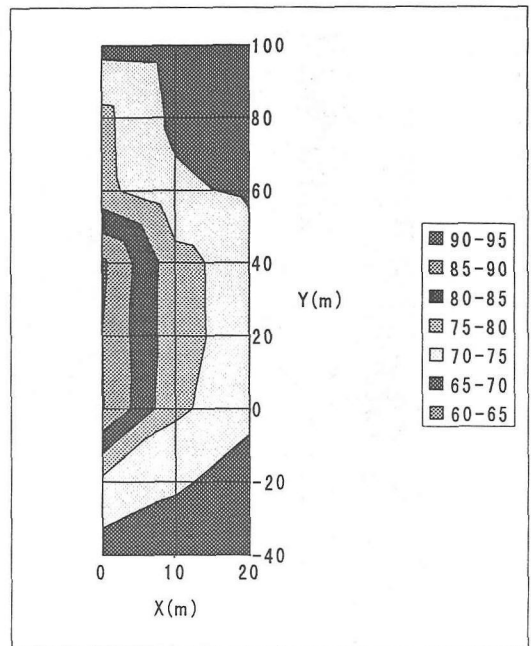


図-5 ケース1の等価騒音レベルの等高線図

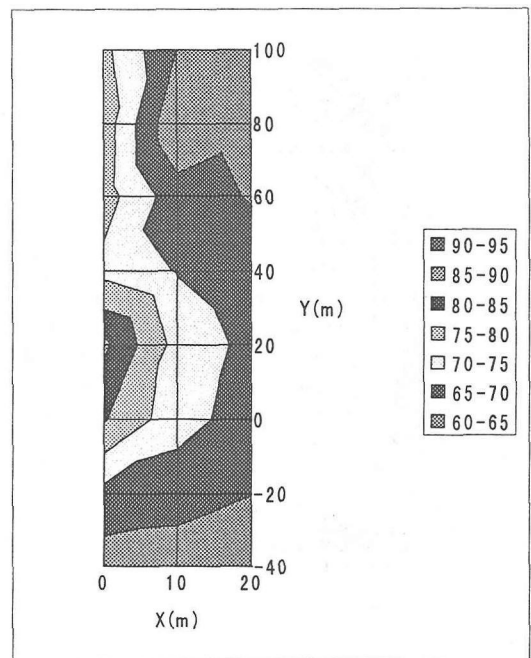


図-6 ケース2の等価騒音レベルの等高線図

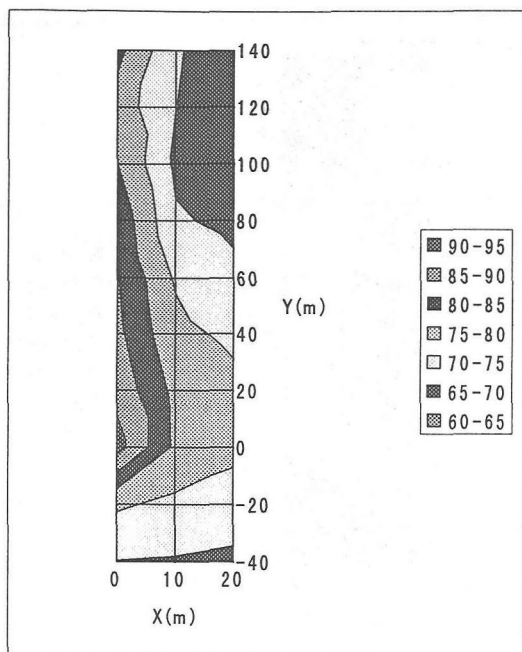


図-7 ケース3の等価騒音レベルの等高線図

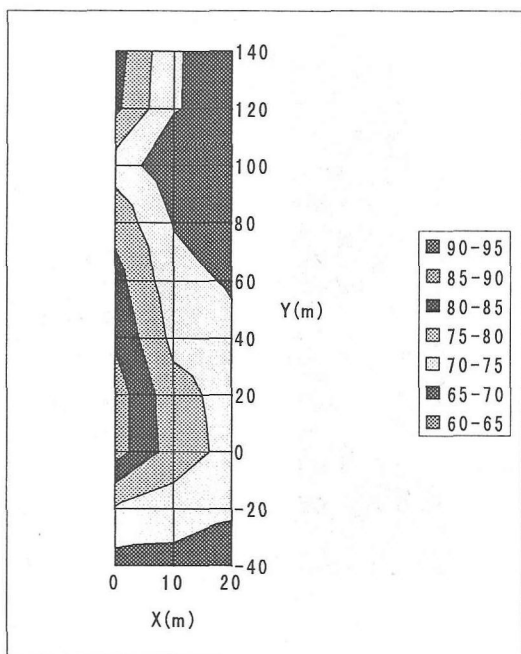


図-8 ケース4の等価騒音レベルの等高線図

図-5～図-8は、ケース1～ケース4における等価騒音レベル (L_{eq}) の等高線図である。

ここで、X軸は進行方向と交差する道路の中心軸、Y軸は交差点における車群の進行方向を表す。

6. 考察

等価騒音レベルの比較を行うと、図-5, 図-6から、車群が普通車の場合、発進地点付近においては勾配のないケースの方が等価騒音レベルの値が高く出るが、約80mほど走行すると勾配があるケースの方が等価騒音レベルの値が高く出ることがわかる。これは、勾配が0%のケースでは加速度項が大、勾配が5%のケースでは速度項が大になるためである。

同様に、図-7, 図-8を見ると、1台の大型車が車群に混入した場合も、発進地点付近においては勾配のないケースの方が等価騒音レベルの値が高く出るが、約120mほど走行すると勾配があるケースの方が等価騒音レベルの値が高く出ることがわかる。

以上より、車群発進地点付近では勾配による等価騒音レベルの増加は見られないが、ある程度の距離を走行すると、等価騒音レベルの増加が見られることがわかる。よって、勾配が騒音に与える影響としては、最大値の上昇よりも、騒音の分布・広がりを与える影響が大であるといえる。

これからの課題としては、建物等が騒音の分布に与える影響を考慮することや、勾配を考慮した排気ガスの予測などが挙げられる。

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)