

IV-107

信号で停止した車両から発生する騒音の予測方法について

九州工業大学 正員 ○渡辺 義則
九州大学 学生員 三角衛一郎
九州大学 正員 角 知憲

1. まえがき 北九州市において道路騒音に対する苦情が極めて深刻な箇所は、道路縦断勾配のある信号交差点で、しかも大型車が相当数通過する所である。そこで本研究では、根本的減音対策検討の前段階として、このような条件下の騒音でも予測可能なモデルの開発を試みた。

2. パワーレベル推定式および使用変速段位の推定法 表-1 にパワーレベル推定式を示す¹⁾。なお、大型車については定積(0.8)と空積(0.2)の発生確率で重みをつけてパワー平均した値を使用した。また、ドライバーは次のような考えで変速段位を決めると仮定した。①ドライバーは心の中に自分の希望する発進挙動(以後、希望走行曲線と呼ぶ)を持つ。②しかし、現実には車には与えられた性能があり、道路条件との関係で加速可能な範囲がある(以後、性能走行曲線と呼ぶ)。③このような制約があったとしても、できるだけ希望走行曲線に近づくように変速段位を決める。

表-1 パワーレベル 推定式

車 種	変速段位	パワーレベル推定式
乗用車	1 速	$L=78.1+0.477V+21.6A$
	2 速	$L=78.1+0.362V+21.6A$
	3 速	$L=78.1+0.291V+21.6A$
	4 速	$L=78.1+0.256V+21.6A$
大型車 (空積)	1 速	$L=84.3+1.399V+29.2A$
	2 速	$L=84.3+0.825V+29.2A$
	3 速	$L=84.3+0.483V+29.2A$
	4 速	$L=84.3+0.311V+29.2A$
大型車 (定積)	1 速	$L=86.2+1.205V+54.7A$
	2 速	$L=86.2+0.719V+54.7A$
	3 速	$L=86.2+0.429V+54.7A$
	4 速	$L=86.2+0.283V+54.7A$
	5 速	$L=86.2+0.220V+54.7A$

(注) V: 車速 km/h, A: 加速度 g
L: パワーレベル dB(A)

2. 1 性能走行曲線の算出 自動車工学理論によれば²⁾、余裕駆動力 T_r があれば加速可能であり
余裕駆動力=車両性能駆動力(T_r) - 走行抵抗(R)・・・①

$$T_a = \frac{1+\epsilon}{3.6} \cdot \frac{W}{g} \cdot \frac{dV}{dt}$$

ϵ : 相当質量係数, g : 重力加速度, θ : 路面の傾斜角
 μ_r : ころがり抵抗係数, V : 速度(km/h)

$$R = (\sin\theta + \mu_r \cos\theta) W + \mu_a S V^2$$

μ_a : 空気抵抗係数, S : 車両前面投影面積, W : 車重

$$T_r = K(\epsilon + 2bV - CV^2)$$

i_k : 変速比, i : 総減速比, r : 駆動輪の有効半径

$$K = \eta_t \cdot i Q_a / r, \quad b = (1-\epsilon) \lambda / n_t, \quad K: \text{最大駆動力}, \eta_t: \text{伝動装置のトルク伝達効率}$$

$$C = b^2 / (1-\epsilon), \quad \lambda = 30 i / 3.6 \pi r, \quad n_t: \text{最大トルク発生機関回転数}, Q_a: \text{最大トルク}$$

$$\epsilon = 0.045 + 0.04 i_k^2 \quad (\text{乗用車}), \quad \epsilon = 0.065 + 0.04 i_k^2 \quad (\text{トラック})$$

上式中 dV/dt が車両加速に使用可能な加速度(余裕加速度)である。なお、各変速段位には使用可能な最低速度と最高速度(ノッキングと最大出力回転数に対応)を設ける。

2. 2 希望走行曲線の算出³⁾ 基本的には追従理論を利用する。但し、①1台目の車はSTEP関数的に発進する仮想車に追従する。②追従式に含まれるパラメータとして表-2に示す値を用いる。この値は乗用車に関するものであるが、大型車についても乗用車と同じ追従行動を希望すると考える。③1台目の車は最初の1秒間は加速度一定(2.5m/s^2)の運動をする。

$$X_k(t-T) - X_{k+1}(t-T) = nTV_{k+1}(t) + A$$

$$V_k(t-T) - V_{k+1}(t-T) = nT\dot{V}_{k+1}(t)$$

X_k, V_k : 車群中の k 番目の車両の位置及び速度

T : 運転者の応答遅れ時間(秒)

2. 3 変速段位、変速速度の決定例 希望走行に必要な加速度と車両の余裕加速度を比較して変速速度

表-2 追従式中のパラメータ値

	n	T	A
1 台目	6.990	1.1	0.6643
2 台目以降	1.295	1.1	0

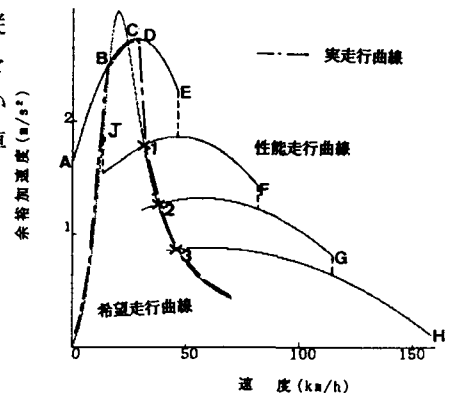


図-1 変速速度算出例

を決定し、これに対応する変速位置を算出するがその一例を図-1に示す。 $X_1 \sim X_3$ が2、3、4速への変速速度である。BC間で希望走行曲線が性能走行曲線A~Hを上回るので車両は希望走行できずに性能走行し、それは希望の速度に到達するDまで続く。なお、各変速段位には使用可能な最低速度と最高速度（ノッキングと最大出力発生回転数に対応）を設ける。例えば、希望走行曲線のOJ間は2速の最低速度を下回るので必然的に1速で走行する。

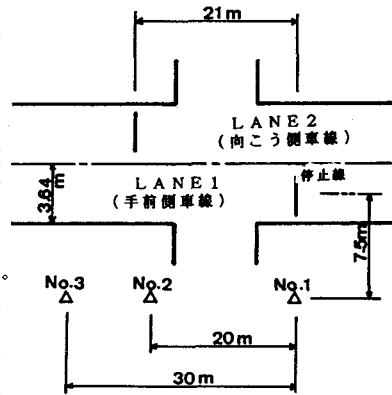


図-2 測定現場概図

表-3 比較に用いた車両配列

CASE	LANE 2 向こう側車線 →	LANE 1 手前側車線 ←
CASE 1	MM	MMMMM
CASE 2	M	MMMMMM
CASE 3	M	LMLM
CASE 4	L	MMMMMM
CASE 5	MMLMMM	M
CASE 6	LMLMMM	LM

（M：小型車、L：大型車）

3. 適用例 本モデルを実際の信号交差点に適用してみた。

3.1 実験概要 測定現場は直線の2車線道路で、道路縦断勾配は無視できるほど小さい信号交差点部である。また、周辺には大きな構造物などの音の伝播上障害になるものはないし、暗騒音も充分小さい。図-2に測定現場の様子を示す。騒音はLANE 1の停止線から0、20、30mの距離で、LANE 1の中央から7.5m、道路表面からの高さ1.2mの所にマイクロホンを設置して測定した。なお、本交差点ではLANE 1, 2に直行する方向から流入する交通は殆どない。騒音計からの信号をデータレコーダに収録した後に、研究室で動特性fast, A特性で0.2秒毎に騒音レベルの瞬時値を求め、それから後述の諸数値を算出した。

3.2 実測値と予測値の比較 信号交差点部の騒音は車両の発進加速音と定常音で構成されるが、ここでは信号で停止した車両が発進加速するときに発生する騒音について検討した。実測値と予測値の比較に用いた車両配列（信号で停止した車両の配列）は表-3に示すとおりである。CASE 1, 2は乗用車のみであり、残りのCASEは大型車を含む。計算結果によれば、大型車は希望どおり走行（前の乗用車に追従走行）できずに、性能によって大きな制約を受ける。また、全ケースともに、信号が青に変化後16秒間は車両の発進加速音と判断されるので、この間について騒音レベルの累積度数分布を求めた。各パーセントタイル毎に実測値と予測値の差を求めて図-3に示す。図中CASE 1~6を○●△▲□■の記号で表している。この結果から両者の差は殆ど±5 dBの範囲にあり、平均的には比較的良好な精度で予測可能なことがわかる。

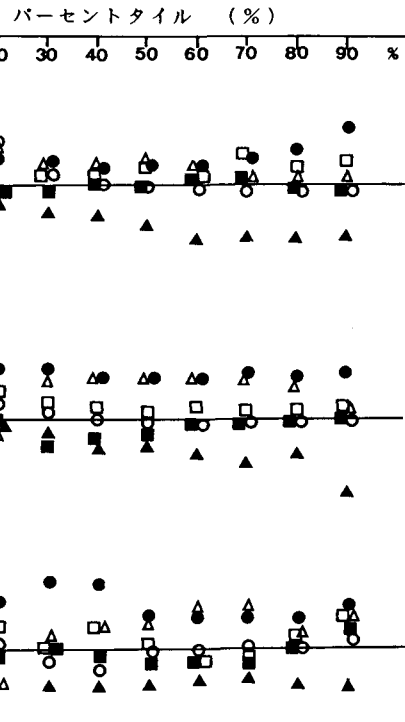


図-3 各受音点における累積度数分布の実測値と予測値との差

参考文献

- 1) 渡辺 他：発進加速車からの騒音の音響パワーレベル推定法に関する一考察 第41回年次学術, 1986
- 2) 稲葉：理論自動車工学入門, 日刊工業新聞社, 1980
- 3) 福本：信号交差点における自動車の発進挙動に関する基礎的研究, 九州大学卒業論文, 1986