

発進加速車からの騒音の音響パワーレベルについて(第2報)

九州工業大学 正員 ○渡辺 義則
九州工業大学 坂口 裕司

1. まえがき 車が発進し、加速する時の騒音の音響パワーレベル(PWL)は、荷物の積載状況、道路縦断勾配、ドライバーの運転状況によって、定性的・定量的に変化することが十分考えられるので、その時のPWLの推定法を自動車工学の知識を利用して検討している。自動車専用道路の料金所における調査¹⁾を利用して検討した結果によれば²⁾、文献2の推定方法では、現実には生じている状態¹⁾よりも早めに(つまり車の発進位置に近いところで)変速(ギヤチェンジ)することがわかった。その原因として、①希望走行曲線(後述)の設定が不適切、②変速空費時間を無視、③変速時にアクセルはフルスロットルと仮定していることが挙げられる。そこで、本研究では、これらの要因を、順次、推定方法に反映させて、変速位置が更にはPWLがどの様に変化するかを調べた。

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²⁾。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	1 速	$L=86.2+1.205V+54.7A+10\log W_0$
	2 速	$L=86.2+0.719V+54.7A+10\log W_0$
	3 速	$L=86.2+0.429V+54.7A+10\log W_0$
	4 速	$L=86.2+0.283V+54.7A+10\log W_0$
	5 速	$L=86.2+0.220V+54.7A+10\log W_0$

(注) V: 車速 km/h, A: 加速度 g
L: パワーレベル dB(A)
W: 車両重量, W₀: 7920kg

3. 性能走行曲線の算出

自動車工学理論によれば³⁾、余裕駆動力T_g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

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

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

$$K = \eta_t \cdot i \cdot Q_m / r, \quad b = (1-\epsilon) \lambda / n_t$$

K : 最大駆動力, η_t : 伝動装置のトルク伝達効率

$$C = b^2 / (1-\epsilon), \quad \lambda = 30i / 3.6\pi r$$

n_t : 最大トルク発生機関回転数, Q_m : 最大トルク

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

4. 希望走行曲線の算出

4.1 車両発進実験

信号交差点におけるドライバーの発進挙動(先頭車)を調べた。実験には乗

用車を用い、そして、被試験者には急に(あるいは普通に)発進せよと指示し、発進後の車の水平方向加速度、エンジン回転数の時間変化を求めた(図-1)。そして、半クラッチの所は加速度から、また、それ以

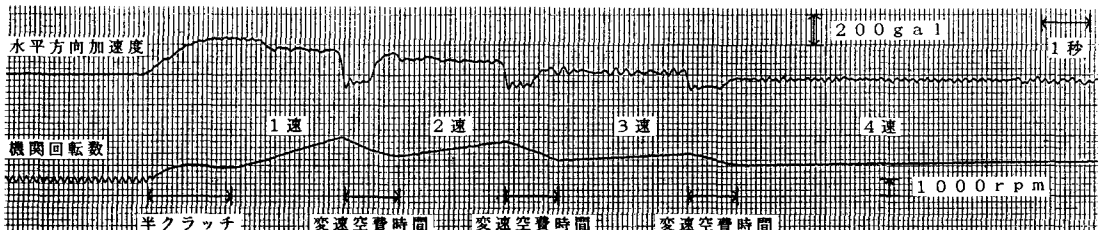


図-1 発進後の車の水平方向加速度とエンジン回転数の時間変化

降は回転数から速度を求め、その結果を利用して回帰分析し、式②③を得た。

普通発進： $V = -3.73 + 8.042t - 0.3833t^2 + 0.00669t^3$
 (相関係数0.99) . . . ②

急 発進： $V = -3.43 + 9.964t - 0.4790t^2 + 0.007510t^3$
 (相関係数0.99) . . . ③

4. 2 希望走行曲線の算出 文献1では乗用車の走行速度とその標準偏差が車両発進位置から20m 毎に200mまで求められている。そこで、本研究では料金所からの発進挙動（速度の時間変化）も、式②③と類似のものであり、式④で表せると仮定すると共に、単一変数変化法⁴⁾を利用して、ドライバーの希望走行曲線を算出した（図-2、3、表-2）。図-2で○が文献1から引用した値で、点線が本研究で推定した曲線である。

$V = A_0 + A_1t + A_2t^2 + A_3t^3$. . . ④
 A_0, A_1, A_2, A_3 : 定数, t : 時間 (秒)

5. 変速速度と変速位置の算出

ドライバーが表-2に示す運転を希望した場合の変速速度を算出した例を図-4に示す。但し、車種は乗用車、排気量は1600CC、車重は1.255t、道路縦断勾配は0度または3度の場合である。図中には式①から算出した余裕加速度（式中の dV/dt 、アクセルはフルスロットルであり、性能いっばいで走行した場合に相当、性能走行曲線）を1～4の各変速段位について示している。一方、単調な右下がりの曲線は表-2の各運転状況に対応する加速度-速度曲線であり、同一速度でも加速度が大きい方が急な発進をしている。例えば図-4 (a) の Case 1 では3つの交点が2～4速への変速速度である。車が各変速速度に到達した時点から1秒後（変速空費時間に相当）に、より高い段位へギヤチェンジが完了する。その他のケースでは、実用上各変速段位で使用する最低速度が変速速度になっている。変速（正確には変速完了）位置は、変速空費時間を考慮することにより、2速で6m、3速で9m、4速で12m程度、車両発進位置から遠くなる。一方、図-4 (b) に示すように、勾配が大きくなると余裕加速度が小さくなり、より大きな速度で変速するようになる。なお、この他の結果については研究会当日に報告する。

表-2 希望走行曲線を表す式の係数と発生確率

走行曲線	A_0	A_1	A_2	A_3	発生確率
ケース 1	-0.233	6.898	-1.998×10^{-1}	1.555×10^{-4}	0.159
ケース 2	-0.156	4.795	-1.011	0.5560	0.341
ケース 3	-0.160	3.699	-0.7043	0.4679	0.341
ケース 4	-0.242	2.501	-0.4081	0.3892	0.159

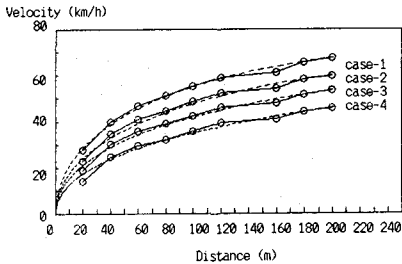


図-2 発進位置からの距離と速度

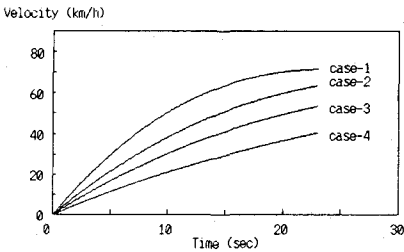
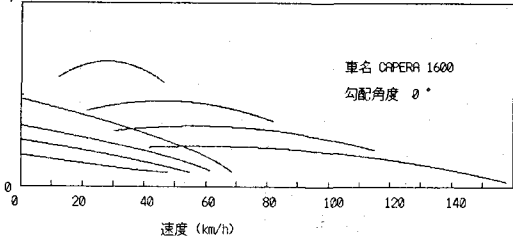
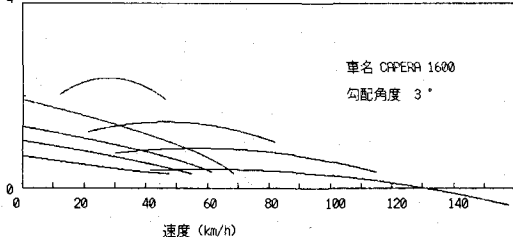


図-3 発進後の時間経過と速度



(a) 勾配が0度の場合



(b) 勾配が3度の場合

図-4 変速速度の算出例

1)岸 憲之・末田 元二：料金所における騒音実態調査，日本道路公団試験所報告，1982
 2)渡辺義則・境光郎・角知憲：発進加速車からの騒音の音響パワーレベルについて，土木学会西部支部研究発表会，1987
 3)稲葉 正太郎：理論自動車工学入門，日刊工業新聞社，1980
 4)松本嘉司：土木解析法1，1971