

自動車発進時の騒音予測方法について

九州工業大学 学主員・若菜和之

九州工業大学 正 員 渡辺義則

九州大学 正 員 角 知憲

1. まえがき

近年、道路交通騒音は交通公害の内でも大きな問題としてクローズアップされ、土木技術者にとっては、この道路交通騒音の予測及び対策が重要となつてきている。しかし、道路交通騒音は、道路周辺の環境要因により、複雑に変化するものなので、その特性を把握するのは難しい。特に、発進加速する車両を含む非定常走行区間の騒音特性は車両の挙動を正確に把握することが難しく、その特性もほとんどわかっていないのが現状である。

そこで、発進加速を伴う非定常走行時の騒音を予測しうるシミュレーションモデルを作成し、その実行結果と各種実測値との比較検討を行ない、シミュレーションモデルの騒音予測精度を検定し、現実の状態へより近いシミュレーションモデルへと移行させつつ、発進加速走行区間の騒音特性を実行結果に基づいて考察を行なつた。

2. シミュレーションモデル概要

シミュレーションモデルの概要を以下に述べる。

(i)交通流の構成：車両の発進形態について述べる。追従理論の基本式⁽¹⁾を用いて、任意時刻の車速、加速度を求め、車速の数値積分により、車両位置を決める。また、使用変速段位は運転者側からみて必要な駆動力と車両の走行性能曲線の関係より決定する。

(ii)音源の構成：車速と加速度、機関回転数の三要素の関数として表現してある走行騒音レベル推定計算式⁽²⁾を、追跡調査の困難な機関回転数の関与している項を他の項へ振り分けて消去した後、パワーレベルに変換して各変速段位ごとの推定式⁽³⁾を求める。各車両のパワーレベルは、(i)で求めた車速と加速度、使用変速段位を、この式(2)に代入して算出する。

(iii)音の伝搬系の構成：(i)(ii)の様な方法により、任意時刻の音源の配置と入きさが決定されるので、その空間分布音源と受音点までの伝搬特性を求めると、各受音点の騒音レベルを求めることができる。ここで重要な事は、伝搬特性をどのように表現するかであるが、本モデルでは、音の伝搬に周辺環境要因が関与することを踏えて、式(3)の形の荷重関数を採用する。任意時刻の各受音点ごとの音の強さの瞬時値を式(4)により算出し、それを騒音レベルに変換して、各受音点の騒音を求める。

3. 検討結果

シミュレーション実行結果より騒音特性を検討するにあたり、その騒音評価量として、騒音レベルの測定方法に

$$x_k(t-T) - x_{k+1}(t-T) = nT v_{k+1}(t) + b. \quad \dots (1)$$

$x_k(t)$ ：時刻 t の k 番目の車両の座標

$v_k(t)$ ：時刻 t の k 番目の車両の速度

n, T, b ：運転者の経験により定まる定数

$$PWL_k(t) = C_0 + C_1 v_k(t) + C_2 a_k(t) \quad \dots (2)$$

$PWL_k(t)$ ：時刻 t の k 番目の車両のパワーレベル
(dB(A))

$v_k(t)$ ：時刻 t の k 番目の車両の速度 (km/h)

$a_k(t)$ ：時刻 t の k 番目の車両の加速度 (g)

C_0, C_1, C_2 ：車種及び変速段位により定まる定数

$$g(\lambda) = a \cdot (d^2 + \lambda^2)^{-\frac{b}{2}} \quad \dots (3)$$

$g(\lambda)$ ：荷重関数

λ ：距離の次元の変数

a, b ：道路周辺環境要因により定まる定数

d ：車線中央から観測点までの距離 (m)

$$Z(t, l) = \int_{-\infty}^{\infty} g(\lambda) Y(t, l - \lambda) d\lambda \quad \dots (4)$$

$Z(t, l)$ ：時刻 t の座標 l の位置の音の強さの瞬時値

$Y(t, l)$ ：時刻 t の音響出力の空間分布

関するJISの改訂により、導入された等価騒音レベル $L_{Aeq,T}$ を使用することにする。等価騒音レベルは、各地点ごとに0.1秒きざみで30秒間、300個の瞬時値をサンプリングして算出する。

まず、停止車両台数が等価騒音レベルに与える影響を単一車種配列で検討してみると、5台以上に増やしても等価騒音レベルは極めてわずかしき変化しないので、配列台数は5台で十分であると判断して、以後の実行は配列台数5台で行なった。

次に、車両配列が等価騒音レベルに与える影響を検討する。

図-1は小型車だけの配列、図-2は大型車が先頭に、図-3は3台目に、図-4は5台目にそれぞれ混入した場合の配列の等価騒音レベルと停止線からの距離の関係図である。図中の曲線は、上から順に車線中央から、3m、75m、15m、60mの観測線上の等価騒音レベルである。

大型車混入の図-2～4と小型車だけの図-1を比べると、大型車混入の図の方が等価騒音レベルが相対的に大きくなり、また各図は形状的にもレベル的にも違っている。これより、等価騒音レベルは大型車のパワーレベルに大きく支配されており、混入位置によっても等価騒音レベルに差異が生ずることがわかる。故に、騒音を予測するにあたっては、配列に大型車が混入しているか否か、混入している場合には、混入位置はどのかを知ることが重要である。

また、大型車混入の図-2～4は、小型車だけの図-1に比べて、道路に近い観測線上の結果に凸凹が生じている。図中に矢印で示している位置は大型車の変速位置であるが、凸凹の変極点とほぼ一致している。故に、観測点が道路の近くで、大型車が配列に混入している場合は、大型車の変速位置が等価騒音レベルに大きな影響を及ぼすことがわかる。よって、大型車の変速位置の適確な予測も騒音予測にあたっては大切であるといえる。

次に、騒音伝搬特性の違いによる等価騒音レベルへの影響を、既に報告されている箱型地表面を覆われている田園の場合のKAのパラメータも使用して幾何減衰のみと比較検討する。使用したパラメータは表-1の通りである。図-5は先頭に大型車が混入した場合の等価騒音レベルで、図中の(矢印)は幾何減衰のみの場合である。

図-5からわかるように、草の擦過減衰が加わっただけで、かなりのレベル差が生じているので、道路の周辺環境が等価騒音レベルに大きな影響を与えることが考察できる。この様に、道路周辺環境による騒音伝搬特性の違いによって、騒音レベルに差異が生じている。故に、本モデルのように、幾何減衰だけでなく種々の騒音伝搬特性を組み込むようにして、モデルの適用範囲を広くしていく必要がある。

参考文献

- 1) 佐々木：交通流理論，交通工学シリーズ3，技術書院
- 2) 安東他：走行状態と等価単純走行モデルによる自動車騒音の測定法に関する研究，環境保全研究成果集
- 3) 中田：発達する自動車群の騒音発生シミュレーションモデルに関する研究，東京大学卒業論文，昭和56年度
- 4) 渡辺他：地表面の状況を考慮した等価騒音レベルの簡易推定，土木学会西都支部研究発表会，昭和59年

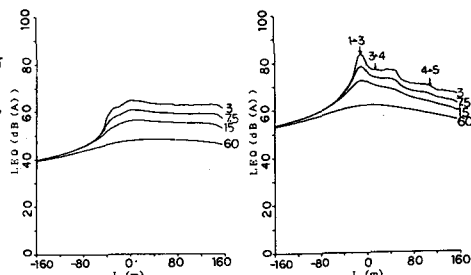


図-1 小型車のみ

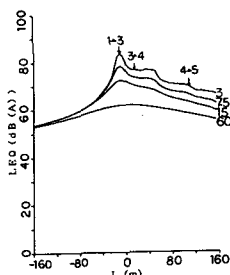


図-2 先頭に大型車混入

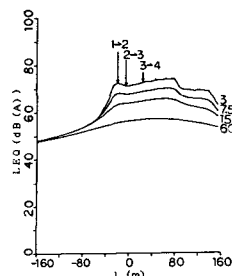


図-3 3台目に大型車混入

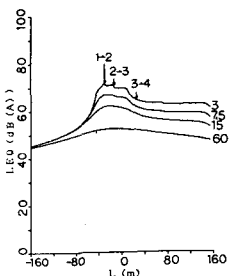


図-4 5台目に大型車混入

ケース	パラメータ	
	a	b
KA	0.3819	2.6162
幾何減衰	0.1592	2.0000

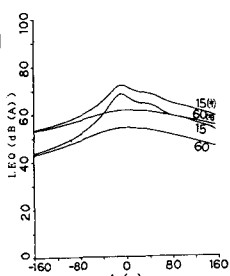


図-5 伝搬特性の違いの場合