

平坦部道路周辺へ伝播する騒音について

A STUDY ON NOISE PROPAGATION TO THE VICINITY OF A STRAIGHT ROAD IN A FLAT SITE

渡辺義則*・尾崎忠晴**・柳尾多喜男**

By Yoshinori WATANABE, Tadaharu OZAKI and Takio YANAO

For precise noise prediction, it is important that sound propagation characteristics are incorporated in a calculation model accurately. The authors have already reported that the characteristic is closely related to flow resistance and reflected surface of sound in the homogeneous site. Furthermore, in this paper, the following investigations are dealt with: (1) determination of flow resistance and reflected surface of sound from field experiments, which correspond to field covered with rice plants and bare field respectively, (2) spatial transferability of these values, (3) a new method for calculating flow resistance, which corresponds to road site consisting of two ground strips parallel to the roadway, such as asphalt pavement and field covered with rice plants, (4) excess attenuation effects of these ground strips on equivalent sound level.

1. はじめに

道路交通騒音を予測する時に、対象道路周辺の騒音伝播特性を的確に数値計算モデルに組み込むことができるか否かは、予測精度に密接に関係するので重要である。騒音伝播特性を推定する方法としては、現場実験、理論、無響室内での模型実験などが考えられるが、これらはそれぞれに一長一短がある。すなわち、現場実験は現実に近い形で騒音伝播特性を把握できるが、多大な労力が必要であり、原則として対象とする道路区間が現存する必要がある。また、理論は特別な施設が不要であり、手軽で便利であるが、適用が限定される。模型実験は複雑な地形にも対処できるが、地表面などの音響特性を現実と相似できているか否かが重要となる。

これまで、筆者らは現場実験あるいは模型実験か

ら得た結果を、理論的に説明する努力をしながら、焦点を絞って実験を繰り返すことを基本的態度として、平坦部道路周辺の騒音伝播特性を、より正確に、より簡単に、机上で推定できる方法を検討してきた。そして、以下の結果を得た¹⁾。

①平坦部道路周辺の騒音伝播特性は後述の式①で示す形で、比較的精度よく表現できる。

②式①中のパラメータ a 、 b を理論的に推定する方法を提示した。この推定法では Thomasson の理論を援用して過減衰を計算する。過減衰は周波数、流れ抵抗、音源と受音点の位置関係によって異なる。音源の周波数構成や音源と受音点の位置関係は計算時に与えられるので、結局、流れ抵抗をどのように仮定するかが計算にあたっては重要となる。

③季節によって表面の状況が異なる田圃を対象にして、現場実験値に最も近い流れ抵抗と音の一次反射面の仮想位置を求めた。

これに引き続いて、本論文では更に以下の点につ

* 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 北九州市戸畑区仙水町1-1)
** 学生員 九州工業大学大学院工学研究科博士前期課程

いて検討した。

①流れ抵抗と音の一次反射面の仮想位置は、文献1)の実験現場以外の所でも同様な値を示すか、つまり、これらの値に空間的移転性はあるか否かを検証する。

②これまでは音響的に均質な表面上を伝播する音を中心に検討してきたが、現実にはこのような状況は稀である。道路は一般にアスファルトなどのいわば反射性表面で舗装されている。道路周辺も反射性表面ならばよいが、そうではなくて草などの吸音性表面を有する場合にはどのように対処すればよいのか、これまでの研究では不明である²⁾。そこで本研究では、これに対処する一つの方法を示す。

③反射性と吸音性の表面が混在する表面上を音が伝播した場合に、騒音評価量にどの程度の影響を及ぼすかについて考察する。なお、本論文では騒音評価量として等価騒音レベル ($L_{Aeq,T}$) を用いる。

2. 平坦部道路周辺の騒音伝播特性の理論的推定法

本章で紹介する推定法は、既に文献1)で報告しているので、ここでは簡単に述べておく。

(1) 騒音伝播特性の関数表現

平坦部道路周辺の騒音伝播特性は次式で表現されたと仮定する。

$$g_k(t) = a R_1^{-b}, \quad (\alpha < t < \beta) \\ = 0, \quad (t < \alpha, t > \beta) \quad ①$$

$$R_1^2 = d_k^2 + (Z_s - Z_R)^2 + (v_k t)^2$$

$[\alpha, \beta]$: 車両から生じた音が障害物によって遮断されない時間範囲 ($\alpha < \beta$) s

a, b : 音の伝播性状によって異なるパラメータ

d_k : k車線の中央と受音点の水平距離 m

v_k : k車線の車両平均速度 m/s

Z_s : 音源高 m

Z_R : 受音点高 m

なお、 R_1 は時刻 t における音源と受音点間の距離に等しい。

(2) 関数に含まれるパラメータの決定方法

式①中に含まれるパラメータ a, b を決定する方法を説明する。

①予測の対象とする道路区間で、道路の中心線に直交する方向に数個の受音点を適当に選ぶ (例: 図-1 a) のM1~M4)。

②時刻 t における車両 (音源) と受音点の位置関

係から、音が一次反射する面及びその面の流れ抵抗、更には、その面からの音源と受音点のそれぞれの高さ Z_s, Z_R を決める (例: 図-1 b))。道路周辺の地表面には段差があるのが普通であるので、一般には車両位置や受音点によって Z_s, Z_R は異なる。

③これらの諸数値、音源と受音点の水平距離 Y_R ($Y_R^2 = d_k^2 + (v_k t)^2$) に対応するオーバーオール (O.A.) の過減衰値 EX_0 を、あらかじめ用意した図 (例: 文献1の図-1, 後掲の図-6) から求める。

④この時の受音点における大型車種の騒音レベル NL_T は次式から算出される。

$$NL_T = PWL_T - 11 - 20 \log R_1 - EX_0 \quad ②$$

式②中の大型車種のパワーレベル PWL_T を除いた項の値を縦軸に、また、横軸に $\log R_1$ をとって回帰直線を算出すると、その結果から a, b の値を決定できる (例: 後掲の図-3の理論値の回帰係数が $10 \log a, -10b$ に対応)。なお、道路の周辺が平坦であるといっても、現実には地表面に多少の段差が存在する。しかも、車両は道路上を移動するので、その位置によって、音源や受音点と音の一次反射面の隔たり (すなわち、 Z_s, Z_R) が異なる。それゆえ、一つの受音点に着目したとしても、過減衰値は完全に平坦な場合に比べてばらつく。受音点が多数になれば、そのばらつきは更に大きくなる。したがって、ここ

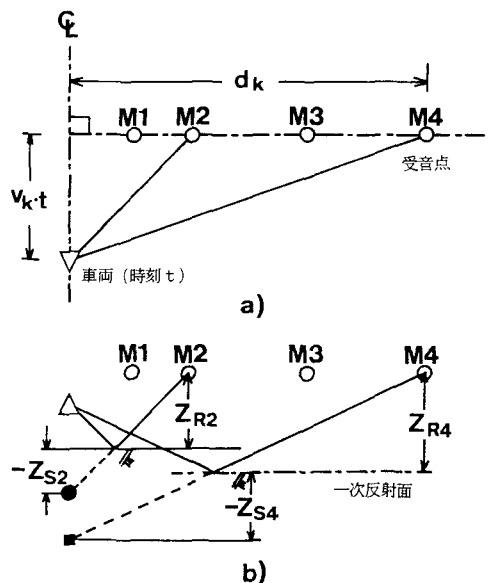


図-1 車両・受音点・一次反射面の位置関係

では適当に選定した受音点を結ぶ線に沿った平均的な騒音伝播特性を求め、それを a 、 b で表している。

3. 現場実験による騒音伝播特性の検討

田圃は季節によって表面の状況が異なり、騒音が伝播する様子も違う。文献1)では、地表面の流れ抵抗並びに音の一次反射面の位置を適当に仮定すれば、平坦部道路周辺の騒音伝播特性を比較的精度よく表現できることを現場実験によって示した。本章では、文献1)とは別の道路区間においても同様なことが成立すること、つまり、地表面の流れ抵抗並びに音の一次反射面の仮想位置に空間的移転性が存在することを示す。

(1) 現場実験の概要

現場実験から騒音伝播特性を得る方法は、すでに文献3)で報告したのでここでは省略する。測定現場付近は対向2車線の直線の国道であり、音の伝播経路上に障害物のない平坦部道路区間である。また、道路縦断勾配は1.2%、時間交通量、大型車混入率、速度の平均値は、それぞれ758 V.P.H, 30%, 52km/hである。図-2に騒音測定位置を示す。M1~M4は精密騒音計のマイクロホン設定位置(受音点)であり、高さは主道路のアスファルト舗装面から25cmの所である。また、図-2には取り付け道路表面(未舗装)からマイクロホンまでの高さを示しているが、主道路の舗装面と田圃の間には、表-1のような高低差がある。ただし、田圃は季節によって表面の状況が異なる。ここでは11月初旬の刈入れ後の田圃(ON)、8月初旬の稲が密生時の田圃(OA)を対象にした。表-1はONの場合の値である。

(2) 道路周辺の地表面の流れ抵抗と音の一次反射面の仮想位置

音源は各車線の中央線上を一定の速度で移動し、音源の高さは0.3mであると仮定すれば、音源、受音点と音の一次反射面の位置関係は、図-2、表-1および車両速度から確定できる。更に、音源の音響出力のスペクトルとして大型車種のそれを使用すれば、0.A.の過減衰が理論的に推定できる¹⁾。但し、その値は流れ抵抗によって異なる。そこで、3(1)の現場での実測値と理論値の差の二乗和が最小になる流れ抵抗並びに音の一次反射面の仮想位置を求めて表-2に示す。なお、取り付け道路の反射を含む実

測値(具体的には、車両が図-2のU1, U2にいるときに対応するM1~M4の実測値)は除いた。更に、取り付け道路で隔たった左右の田圃間に高低差があるので、車両が取り付け道路のどちら側にあるかによっても過減衰の値は異なる。しかし、このような場合には音源(車両)の指向性も無視できない問題となる。そこで本研究では、取り付け道路の両側で得られた値をパワー平均して、この道路区間の平均的な音の伝播性状を求めた。表-2から、道路区間は異なっても、地表面の状況が類似していれば、流れ抵抗並びに音の一次反射面の仮想位置はほぼ同じで

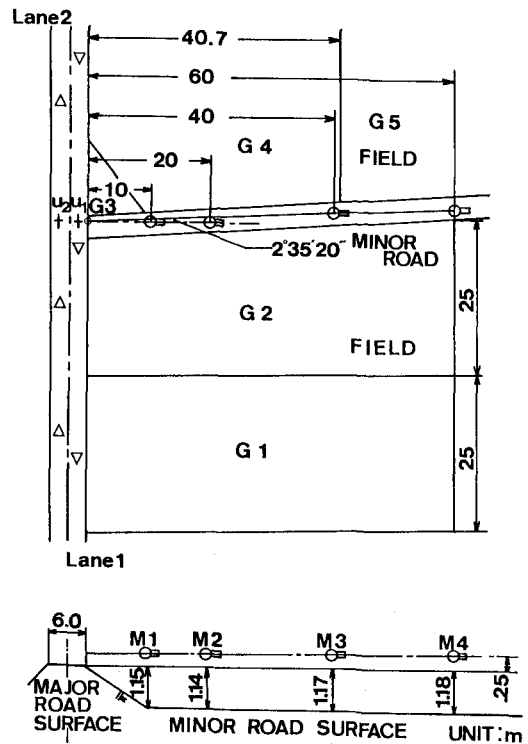


図-2 騒音測定位置

表-1 主道路の舗装面と田圃との高低差

	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5
高低差 (m)	0.90	1.33	1.21	1.82	1.82

表-2 流れ抵抗並びに音の反射面の仮想位置

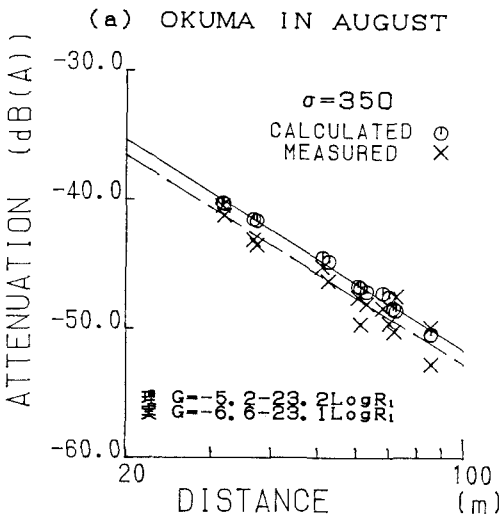
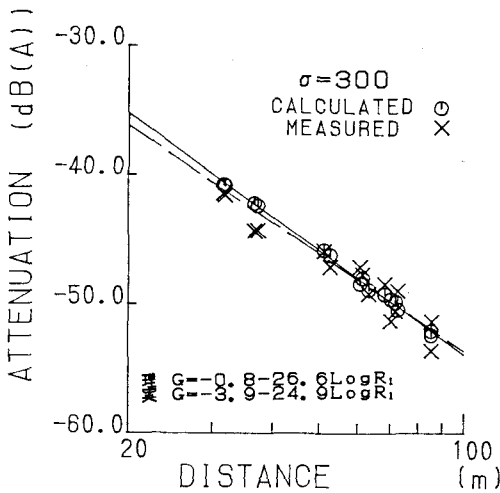
測定ケース	地表面の状況	流れ抵抗 ($10^3 \text{ Pa} \cdot \text{s/m}^2$)	音の反射面の 仮想位置
ON	11月初旬の田圃	350	刈入れ後の
KN*	刈入れ後	400	田圃の表面
OA	8月初旬の田圃	300	同上より
KA*	稲60cm密生	250	60cm上

注) * は文献1)で報告した値

あることがわかる。ただし、4(2)で述べるように、M1～M4の実測値は田圃の地表面の音響的性質だけでなく、アスファルト舗装面のその影響も受けていると考えられる。従って、正確には”反射性表面(アスファルト)の音響的性質が受音点に及ぼす影響も同じであれば”という条件がつく。

(3) 道路周辺の騒音伝播特性

音の伝播性状を表すパラメータ a 、 b の決定方法は、すでに2(2)で述べた。その要領で回帰直線を算出した結果を図-3と表-3に示す。図-3において実測値と理論値との差は小さく、2(2)で述べた方法はかなりの説明力を持つものと思われる。また、



(a) OKUMA IN AUGUST
(b) OKUMA IN NOVEMBER
図-3 道路周辺の騒音伝播特性の回帰分析

表-3中には流れ抵抗並びに音の一次反射面の仮想位置がほぼ同じである他の道路区間の結果 (KA, KN) も示しているが、回帰係数が近い場合 (ONとKN) とそうでない場合 (OAとKA) がある。これは地表面の音響的性質(本論文ではこれを流れ抵抗で表現している)は同じでも、音源や受音点と音の一次反射面の相対的位置関係(つまり、 Z_{ss} 、 Z_{rs})などによって過減衰の値が異なるからである。5章で述べる等価騒音レベルの予測では、回帰係数で騒音伝播特性を表現した方が便利である。しかし、騒音伝播特性を簡潔に表現するには、流れ抵抗と音の一次反射面の仮想位置で規定する方が優れている。それゆえ、本論文ではこの両者を状況に応じて使い分けている。

表-3 騒音伝播特性を表現する回帰式

ケース	回帰係数		相関係数	データ数
	A ₀	A ₁		
O A	-3.9 (0.7)	-24.9 (-26.6)	-0.97 (-0.99)	13
O N	-6.6 (-5.2)	-23.1 (-23.2)	-0.96 (-0.99)	15
K A *	7.4 (4.6)	-32.2 (-30.7)	-0.98 (-0.99)	18
K N *	-8.8 (-7.8)	-22.0 (-22.5)	-0.99 (-0.99)	20

注) () 内は理論値、* は文献1)で報告した値

4. 模型実験による混合表面上の騒音伝播特性の検討

2章の方法では、音源と受音点が音響的に均質な無限平面上に存在することを前提としている。しかし、現実には、音源である自動車はアスファルトで舗装された道路(音響的に反射性の表面)上を走行し、そこから発生した音はアスファルト表面上、更にはそれとは異なった吸音性の表面上を伝播することが多い。そして、このような音響的に異なった平面(混合平面)上を伝播する音の性質については必ずしも明らかでない。そこで本章では、このような場合にも2章の方法が使用可能となるような簡略な方法を検討する。

(1) 模型実験の概要

実験要領は基本的には文献1)と同じである。実験は無響室で行った。縮尺比は1/12.5、実験周波数は1.25～50kHz(実寸では1～4kHzに対応)である。音源としてはjet noiseを使用した。音は1/4 inch microphoneで受音し、FFT analyzerで1/3 octave

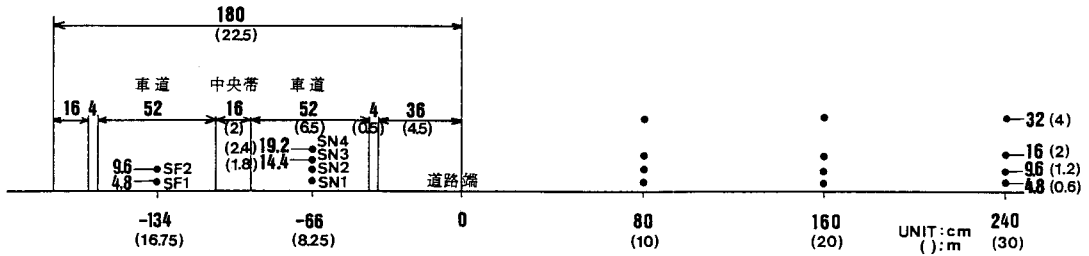


図-4 測定断面図

表-4 実験条件

表面【音源位置】	音源高	受音点位置
均質 {SN1, SN2, SN3, SN4}	4.8, 9.6, 14.4, 19.2	D_x 80, 160, 240, 308*
混合 {SN1, SN2, SN3, SN4, SF1, SF2}	(0.6, 1.2, 1.8, 2.4)	Z_R 4.8, 9.6, 16, 32 (0.6, 1.2, 2.4)

注) 単位はcm, ()内は実物大の寸法で単位はm, D_x は道路端からの距離, Z_R は道路面からの高さ, *は表面が混合の場合は測定していない。

表-5 均質(吸音性)表面

表面の材料	流れ抵抗
さらし(3枚重ね)	$300 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{s} / \text{m}^2$
ネル(1mm厚)	150

band levelを求めた。次に、計測系全体の雑音のレベルを基準にデータを取捨選択し、採用したデータについてはSN補正及び空気吸収の補正を行って、その結果から過減衰を求めた。表-4に実験条件、図-4に測定断面図を示す。道路の寸法は4車線の都市部幹線道路の標準横断構成図を基にして決めた。また、反射性表面は合板を塩化ビニール板(1mm厚)で、吸音性表面は同じく表-5の材料で、混合表面は道路の部分の塩化ビニール板、道路端から測定方向の部分を表-5の材料で覆ったものである。

(2) 実験結果並びに考察

Thomasson の理論を援用して計算した過減衰(周波数別)の値と4(1)の実験で得た値を比較した例として¹⁾、音源位置SN2、道路端からの距離 $DR=20\text{m}$ (模型では160cm) に関する結果を図-5に示す。なお、図中の Z_R , f は実寸である。また、計算に使用した流れ抵抗(実寸)は反射性表面が20000、吸音性表面が150 ($\times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{s} / \text{m}^2$)である。これから、①過減衰の様子は周波数、受音点高、地表面の状況によって大きく異なる。

②混合表面では、実験値は反射性と吸音性の表面の中間的な性質を呈す。

③しかし、受音点がある程度高くなると、表面を反射性、吸音性などと区別する必要はなくなる。

これらのことは既に文献1)でも述べているが、本論文では更に詳しく検討する。まず、上記③についていまいし考察する。いま、0.A.の過減衰値EX。と、地表面の音響的性質を表す流れ抵抗と受音点高との関係を、Thomasson の理論を援用して計算して図-6に示す。これから、音源高0.3~0.6m、音源と受音点間の水平距離100m以内においては、受音点高が4m以上になれば、地表面の流れ抵抗によらず過減衰はほぼ同じで、音の減衰の仕方は類似していることがわかる。それゆえ、本論文では4m以下の受音点について検討する。

次に、上記②については、まず最初に各受音点の周波数別の過減衰を各流れ抵抗について計算し、次に、その値と実測値の差の平方和を全周波数にわたって平均した後にその平方根を計算し、その最小値を求めることによって各受音点の流れ抵抗を決定した。本来、流れ抵抗は材料固有のものであるが、本論文では、全く見かけ上の値であると考えた。一例として、音源位置SN2とSF2に関する結果を図-7に

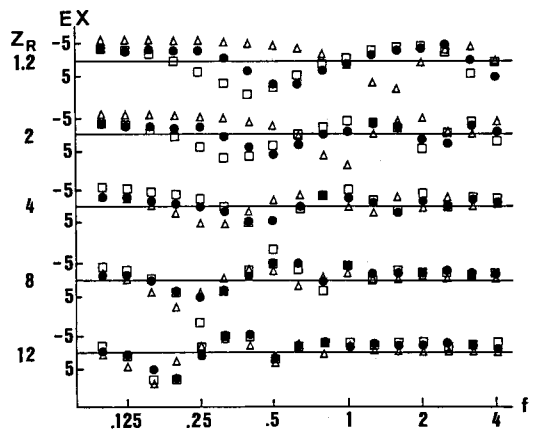


図-5 過減衰(周波数別)の理論値と実測値の比較
(□: 吸音性表面の理論値, △: 反射性表面の理論値, ●: 混合表面の実測値, EX: 過減衰(dB), f : 周波数(kHz), Z_R : 受音点高(m))

示す。なお、図中の一点鎖線は虚音源と道路端を結ぶ境界であるが、おおむね境界から上の方は反射性表面に、下の方は吸音性表面に近い値を示す。このことから、混合表面上の音の伝播には、音源と音響的に異なる性質を持つ層の境（すなわち、道路端）の相対的な位置関係が何等かの影響を与えることが容易に想像できる。

そこで、図-8に示すように、道路端を中心にして、境界の角度を0度、時計回り方向を正とする角度 θ を考えた。そして、混合表面上の流れ抵抗を、 θ をパラメータとする関数に表現することを試みた。その結果を図-9に示す。図中には舗装道路に相当する塩化ビニール板と晒し(EX1)、そして、塩化ビニール板とネル(EX2)の2種類の混合表面で実験した結果をまとめて示している。これから

- ① θ と流れ抵抗の間には有意な関係が認められる。
- ② $\sigma=600$ 付近を境に流れ抵抗の変化する様子が異なる。すなわち、 $\sigma \leq 600$ に比較して、 $\sigma > 600$ では僅かに θ が変化しても流れ抵抗は大きく異なる。

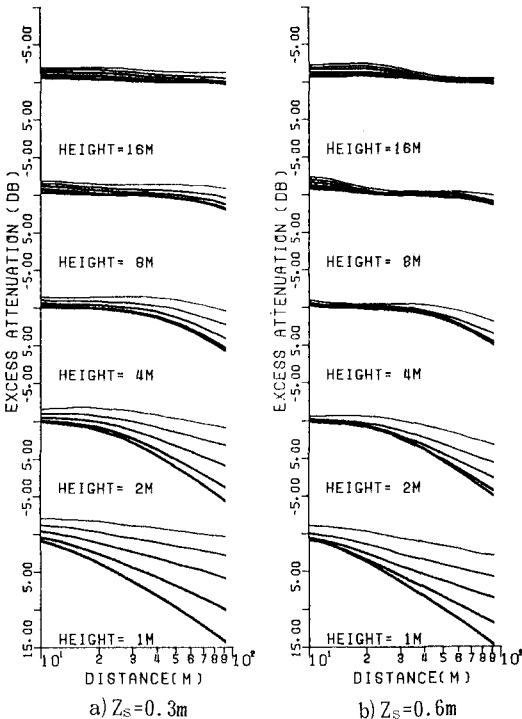


図-6 各種条件の変化と過減衰 (O.A., A特性、大型車種の過減衰、HEIGHT:受音点高、 Z_s :音源高、DISTANCE:水平距離、曲線が細くなるほど75, 150, 300, 600, $1250 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{S}/\text{m}^2$ と流れ抵抗が大きい)

③ 晒し($\sigma=300$)とネル($\sigma=150$)では表面の音響的性質が異なるにもかかわらず、 $\sigma > 600$ では θ と流れ抵抗の関係は同じ様な傾向を示した。一方、 $\sigma \leq 600$ においてはその関係は若干異なるが、過減衰の推定に使用することに限定すれば、両表面を区別して取扱う程ではない。

以上のことから本研究では、流れ抵抗が600 以下

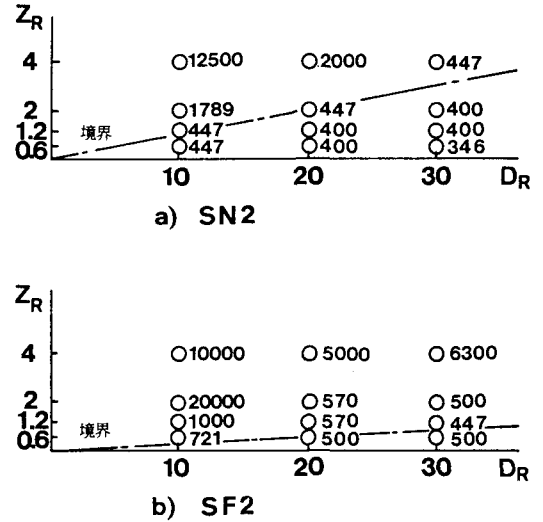


図-7 混合表面上の流れ抵抗 (吸音性表面にはネルを使用)

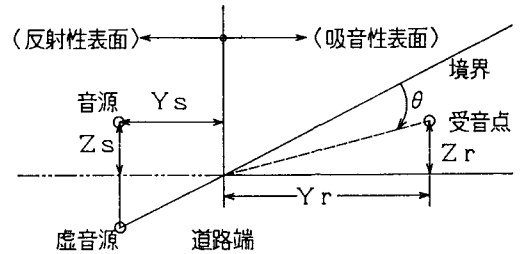


図-8 角度 θ の考え方

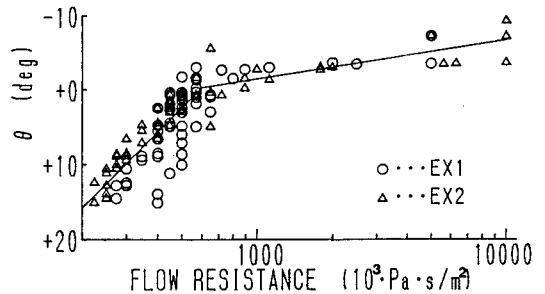


図-9 θ と流れ抵抗の関係

のデータについてはEX1, EX2 の結果をあわせて、 θ を被説明変数、 $\log \sigma$ を独立変数とする回帰直線式を求めた。また、流れ抵抗が600 より大きいデータについては、回帰直線式の $\sigma=600$ に対する点と $\sigma=10000$ のデータを平均して求めた点を結んだ直線を求めた。図-9中の実線はこのようにして得た直線である。なお、この関係を使用する時には、与件より θ を求めた後に、流れ抵抗を決定する。その意味で、これを使い易いように書き改める。

$$\sigma = 10^{(9.36 - \theta) / 3.38} \quad (\theta \geq 0)$$

$$\sigma = 10^{(14.2 - \theta) / 5.2} \quad (\theta < 0) \quad ③$$

この式と均質表面に関する結果（例：文献1の図-1、図-6）を用いて、混合表面上の様々な受音点について過減衰値を算出できる。

以上の模型実験結果を踏まえて3章の現場実験から得られた流れ抵抗の値（表-2）について考えてみる。これらの値は道路舗装面からの高さ25cm、音源からの距離30m以上の受音点で得られた過減衰の値をもとに決められている（図-3参照）。いま、距離30mの時の虚音源と道路端を結んだ境界からの角度を計算すると、音源高0.3mで $\theta = 8 \sim 10^\circ$ 以上となる。しかし、距離が遠く、あるいは、音源高が高くなると、 θ の値は大きくなり、舗装面の影響はさらに小さくなる。以上のことを考え合わせれば、表-2の値には多少なりとも道路舗装面の影響はいつていることは否定できないが、おおむね地表面の流れ抵抗を表していると思われる。

5. 混合表面が等価騒音レベルに与える影響

ここでは騒音評価量として等価騒音レベルを用いて、4(2)で示した結果を考慮するか否かが、騒音評価量へどの程度影響するのかを計算によって考察した。

(1) 等価騒音レベルの簡易計算式

無限遠まで開放された平坦部直線道路区間の等価騒音レベルLは次式で計算できる^{4) 5) 6)}。

$$L = f_v + f_A + f_E + I/3 + 0.115 \sigma_0^2 + 10 \log Q - 10 \log d + 52$$

$$f_v = 0.2 V - 10 \log V \quad ④$$

$$f_A = 10 \log \{16A + 1.6(1-A)\}$$

$$f_E = -10(b-2) \log d - 10 \log \{ \Gamma(b/2) / \Gamma((b-1)/2) \} + 10 \log a + 5.5$$

ただし、

$\Gamma(x)$: ガンマ関数

V : 車両平均速度 km/h

I : 道路縦断勾配 %

σ_0 : パワーレベルの標準偏差 dB

Q : 時間交通量 V.P.H.

A : 大型車混入率

d : 音源が移動する車線の中央と観測点間の距離 m

a, b : 音の伝播性状によって異なるパラメータ

なお、 a, b は3(3)の図-3と表-3に示すように、実験的に、あるいは理論的に推定できる。 f_v, f_A, f_E は車両速度、大型車混入率、地表面性状がそれぞれ等価騒音レベルに与える影響を表す。また、4(2)で示した結果を考慮するか否かによって f_E の値が異なる。ちなみに完全反射面を持つ半自由空間($a=1/(2\pi), b=2$)においては $f_E=0$ である。

(2) 計算概要

以下に計算条件をまとめて示す。

- ①検討の対象としたのは2または4車線の都市部幹線道路であり、その横断構成は図-4と同じである。
- ②道路はアスファルトで舗装されているが、道路端から受音点が設置されている方は、 $\sigma=300$ の吸音性表面で覆われている。
- ③音源高は0.3m、そして音源から道路端までの距離は、2車線の場合には8.25m（車道の中央）、4車線の場合には8.25mと16.75m（上下の各車道の中央）である。
- ④受音点高は1～8m、そして受音点から道路端までの距離は5～80mとする。
- ⑤4車線の場合には音源の移動する所を上下の各車道の中央に仮定している。しかし、 V, A, σ_0, Q は両車道で同じであり、 $I=0$ とする。

以上の条件下で、i) 受音点が設置された地表面の流れ抵抗を仮定して計算する従来の方法、ii) 混合表面になれば流れ抵抗がみかけ上異なるという4(2)の式③を使う方法、の2つで計算した場合に、等価騒音レベルにどの程度の差が生じるかを調べた。そのためには具体的には式④中の f_E の値を求めればよい。 f_E には a, b, d という変数が含まれる。 d の値は与えられるので、 a, b を2(2)の要領で決定する。ただしこの時、流れ抵抗が必要となる。上記

の i) ii) はこの流れ抵抗をどのようにして求めるかを示したものである。図-10に ii) の方法で計算した結果と i) のそれとの差を2車線道路と4車線道路について示す。これから両者の間には最大で4～5 dBの差が生じること、つまり、i) による計算方法では、舗装面（反射性表面）の影響を過小評価していることがわかる。従って、現場において混合表面上の騒音伝播を予測する際には、4(2)に示したような方法等を用いて、騒音伝播特性を的確に表現することが必要である。

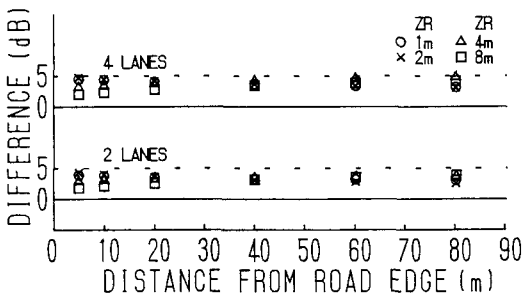


図-10 地表面を混合表面と均質表面のいずれで取扱うかによって等価騒音レベルに生じる差

6. まとめ

本研究では平坦部道路周辺へ伝播する騒音を検討し、次の結果を得た。

(1) 11月初旬の刈入れ後の田圃と8月初旬の稲が密生した田圃において、道路舗装面から25cmの所に騒音計を設置して現場実験を行った。その結果、両地表面の流れ抵抗はそれぞれ350と300 ($\times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s} / \text{m}^2$)、また、音の一次反射面の仮想位置はそれぞれ刈入れ後の田圃の表面とそれより60cm上という結果が得られた。これらの値は別の道路区間で得られた結果¹⁾とほぼ同じであるので、これらの値は空間的移動性を有すると考えられる。ただし、4章の模型実験の結果をみればここで求めた流れ抵抗の値には多少なりとも道路舗装面の影響がはいっていることは否定できないが、おおむね田圃の地表面の流れ抵抗を表していると思われる。

(2) 音源から発生した音が音響的に均質な平面上を伝播する時には、2(2)に示す要領でその平面に対する流れ抵抗、音の一次反射面の仮想位置、音源と受音点の相対的な位置関係を基にして過減衰、更には騒音伝播特性を表すパラメータ a 、 b を決定

できることは既に報告した¹⁾。本研究では更に、音源が舗装された道路を走行し、そこから発生した音がアスファルト（音響的に反射性の）表面上、更にはそれとは異なった吸音性の表面上を伝播する場合について模型実験で検討した。その結果、みかけ上流れ抵抗は虚音源と道路端を結ぶ境界と受音点と道路端を結ぶ線の角度によって変化し、その関係は式③で表現できることがわかった。式③から流れ抵抗を決定できれば、混合表面についても2(2)の要領でパラメータ a 、 b を決定できる。

(3) 混合表面にもかかわらず受音点が設置された地表面の流れ抵抗を仮定して計算する従来の方法では、式③を使う方法で計算したものに比べて等価騒音レベルで約4～5 dB過小評価になる。

最後に、本研究に対し御助力頂いた九州工業大学工学部 吉田 勇氏に深謝致します。

参考文献

- 1) 渡辺義則, 神野裕昭, 田中孝幸, 博田能行: 平坦部道路区間における騒音伝播特性の理論的推定法, 土木計画学研究・論文集No. 5, PP75～82, 1987.
- 2) 佐々木 實・橘 秀樹: エネルギーモデルによる道路交通騒音の予測について, 日本音響学会騒音研究会資料, N87013, 1987.
- 3) 渡辺義則: 交通流変動と騒音伝播特性の場所的な違いを考慮した道路交通騒音の予測, 土木学会論文集, 第347号/IV-1, PP.127～134, 1983.
- 4) Y. WATANABE: A Calculation Method of Noise Propagating Over Various Ground Surfaces from Random Traffic Flow, Proceedings of the 15th International Conference on Noise Control Engineering, PP.1281～1286, 1986.
- 5) 渡辺義則, 角 知憲, 菊永昌洋, 田中浩一郎: 自動車定常走行時の道路交通騒音の一簡易推定法, 土木学会論文集, 第389号/IV-8, PP.75～82, 1988.
- 6) 渡辺義則, 喜洲淳哉: 荷重関数に基づく道路交通騒音のための等価騒音レベル簡易計算法, 交通工学, 第25巻3号, PP.9～16, 1990.