

防音塀による道路交通騒音の不快感の緩和効果に関する調査

THE MITIGATING EFFECT OF NOISE BARRIERS
ON ROAD TRAFFIC NOISE ANNOYANCE

矢野 隆*, 泉 清人**

Takashi YANO and Kiyoto IZUMI

A social survey on community response to road traffic noise was carried out at sites with and without noise barriers along Kyushu Highway. The reduction of general annoyance and activity interference by the noise barriers were found while the distributions of responses regarding the demographic parameters were almost the same at both sites. By applying path analysis to the social response and noise data, the effect of TV/radio disturbance on annoyance is found stronger at the sites with noise barriers, while the effects of L_{Aeq} and sensitivity to noise are larger at the sites without noise barriers. This suggests that the listening effect is increased because of visually concealing the noise source at the site with barriers and that the attitude toward the source is emphasized as the respondents directly saw the source.

Keywords : noise barrier, road traffic noise, annoyance, social survey, dose-response relationship, path analysis

防音塀、道路交通騒音、不快感、社会調査、暴露-反応関係、パス解析

1. はじめに

日本経済の高度成長期に物流の基幹として、日本各地を繋ぐ高速道路が建設された。高速道路は大型車が夜間も通行するため、沿線の住民は高速道路からの高レベルの騒音にさらされている。このような騒音公害に対して昭和46年に騒音規制法が制定され、道路交通騒音の大きさが一定の限度を超える場合、道路管理者または関係行政機関の長に防音対策を要請することができるようになった¹⁾。また、昭和49年には「道路環境保全のための道路用地の取得及び管理に関する基準」という通達が関係機関の長に出された。その骨子は、良好な居住環境を保全するために、幹線道路の各側に10~20mの道路用地を確保し、この土地に植樹帯、遮音壁等を設置するというものである²⁾。この通達以後、我が国において騒音暴露の大きいところには一般的な騒音対策として防音塀が設置されるようになってきた。

さて、防音塀の物理的效果については古くから検討されてきており、新しい防音塀の開発も盛んに行われている^{3,4,5)}。しかしながら、防音塀による心理的な不快感の緩和効果に関しては少数の調査やレビューしか報告されていない。

海外では、Solbergら⁶⁾による建物の遮音と防音塀の効果に関する

研究やLambert⁷⁾による防音塀、住宅の防音化、低騒音道路面、交通管制技術の効果についてのレビューが挙げられる。これらの研究は防音塀の設置前後の物理的および心理的效果の比較を行ったものであり、防音塀設置直後の効果を予測するためには有用な知見が得られているが、設置後長期間経過した後の継続的な効果を予測することはできない。一方、Kastkaら⁸⁾は防音塀の設置前と設置後10年以上経過した後の社会反応を様々な観点から比較検討している。これらのどの研究においても道路交通騒音に対する防音塀の不快感への有意な低減効果が報告されている。

我が国では防音塀による騒音の不快感の心理的な緩和効果についての最近の研究はほとんど見られない。わずかに辻本ら⁹⁾によって新幹線沿線の社会調査の結果が報告されているが、彼らは住民が沿線対策として防音塀の設置を望んでいることを報告しており、防音塀の心理的な効果を調べたのではない。

道路沿線の快適な居住環境を創造するためには、騒音の不快感を有効に低減させる方策を講じなければならない。その一手段として防音塀の設置が考えられるが、防音塀の効果がどの程度であるのか、さらに効果的な対策を行うのにどのようなことに留意すべきかを明らかにすることは重要である。このような観点から、本研究は九州

* 熊本大学工学部環境システム工学科 助教授・工博

** 室蘭工業大学建設システム工学科 教授・工博

Assoc. Prof., Dept. of Architecture and Civil Engineering, Faculty of Engineering, Kumamoto University, Dr. Eng.

Prof., Dept. of Civil Engineering and Architecture, Muroran Institute of Technology, Dr. Eng.

表1 アンケート調査項目

個人的要因	居住年数(家、地域)、年齢、感受性(寒さ、暑さ、音・騒音、空気の汚れ)、睡眠状態、窓を開けて寝る頻度、近所付き合い、公害観、自動車の保有、仕事の有無、家族人数、年齢
住宅要因	種類、広さ、構造、窓の種類、庭の有無、主開口部の向き、通風、間取り、防音、防犯
環境要因	防音塀の評価(有無、減音効果、外観、必要性)、地域特性(四季、自然環境、町並み、道路の安全性)、施設の利便性(仕事、医療施設、銀行・郵便局、買い物、レジャー施設、学校・幼稚園)
騒音の影響	うるさい割合・時間帯・季節、イライラ、住宅の振動、寝つかれない、覚醒、窓を開けられない不満、休息の邪魔、読書や考えごとの邪魔、TV画面の乱れ、屋内外の会話妨害、電話聴取妨害、TV・ラジオ聴取妨害

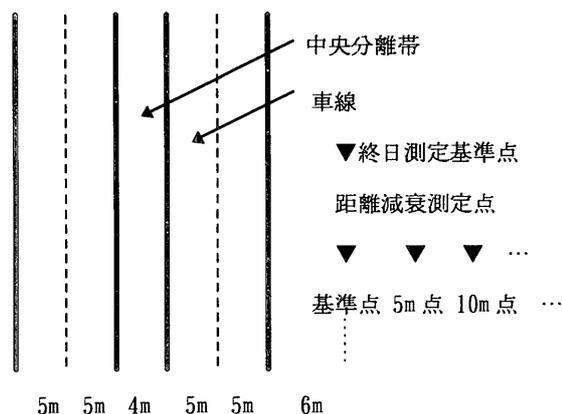


図1 騒音測定点と高速道路の位置関係

縦貫自動車沿線を対象として、防音塀を設置してある地区と設置していない地区で高速道路騒音に関する社会調査を行い、以下の2点を検討するものである。

- 1) 日本での高速道路沿線の防音塀による騒音の不快感の緩和効果の有無およびその程度。
- 2) 防音塀による騒音の不快感の緩和効果が確認されれば、その効果にどのような要因が影響しているか。

2. 社会調査

筆者ら¹⁰⁾はこれまで一般の道路交通騒音に関する社会調査を継続して行ってきた。これらの調査票を基に、防音塀に関する評価項目を加えて、調査票を作成した。調査項目を表1に示す。アンケート調査は1994年10月と1995年6月の2回に分けて行われた。

調査地区は熊本インターチェンジ以北の九州縦貫自動車道路沿線の住宅地であり、熊本市、菊陽町、西合志町、植木町、菊水町の5自治体に及び、防音塀を設置してある地区と設置していない地区に分けてある。防音塀は、前述の通達以後1975年から1991年にかけて、主に1980年代に、調査地区の十数カ所に設置されたものである。したがって、防音塀を設置した直後の地区は含まれていない。防音塀の高さは道路面から約3.5mでプレキャストのコンクリート板か金属板でできている。調査対象者は、高速道路に面して建つ一列目の戸建て住宅の住民であり、選挙人名簿を基に20~75歳の成人男女から1世帯当たり1名をランダムに抽出した。

調査の方法は留置法を用いた。まず、調査の依頼状を送付し、1週間後にアンケート用紙を配布した。その1週間後に回収に向き、回収できなかったところには返信用の封筒を投函し、アンケート用

紙の郵送を依頼した。アンケート用紙の回収率は防音塀のある地区で212、防音塀のない地区で175であった。また、防音塀のある地区で設置前からその地区に住んでいる回答者は132名、設置後に引っ越してきた者は80名であった。全地区の平均回収率は79.5%である。

3. 騒音測定と住宅の騒音暴露量の予測

騒音測定は高速道路端での終日測定と道路端からの距離減衰の短時間測定からなる。調査地域内の高速道路の交通量はほぼ一定と考えられるため、終日測定には平坦地で防音塀のない地区から代表点を1点選び、1994年10月の平日にその点だけで測定した。騒音測定のマイクロホン設置場所と道路の位置関係の概略を図1に示す。高速道路騒音の終日測定は道路端(路肩から6.0m、道路面上約1.2m)にマイクロホンを設置し、積分騒音計(小野測器LA-500)で30分ごとに25分間ずつ48回、 L_{Aeq} と時間率騒音レベル(L_{max} 、 L_5 、 L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90} 、 L_{95} 、 L_{min})を測定した。これらのデータを基に、道路端での24時間の L_{Aeq} を算出し、24時間の時間率騒音レベルを推定した。また、騒音測定と同時に正時から20分間ずつ普通車、大型車、バイクの車種別の交通量と総交通量を計数した。

距離減衰測定は、高速道路と住宅との高低差による掘り割りの有無、防音塀の有無による騒音の伝搬パタンの違いから3つに分類して行った。すなわち、平坦で防音塀のある場合、平坦で防音塀のない場合、掘り割りがあって防音塀のない場合であり、対象住宅は概ねこれら3つのうちのどれかに該当する。平坦地で防音塀のない場合は、道路から終日測定の基準点までと等しい距離の点を距離減衰の基準点と定め、その基準点から5、10、20、40m点で基準点と同時に L_{Aeq} を5回測定した。掘り割りと防音塀のある場合には、その典

表2 調査の概要

調査地区	熊本市	菊陽町	西合志町	植木町	菊水町	合計
調査時期	1994. 10.	1994. 10.	1994. 10.	1995. 6.	1995. 7.	-
調査対象者	229	42	88	77	92	528
回答者	169	33	63	49	73	387
不回答	45	6	19	15	15	100
無効	15	3	6	13	4	41
回収率(%)	79.0	84.9	76.8	76.6	83.0	79.5
総交通量			28896			
大型車台数			9882			
L_{Aeq} (dB)		38.3	~	74.7		

型的な地区で背後に空き地のある地区を選んだ。次に、それらの地区の道路端(路肩から5.0m、地上1.2m)とその近くにある平坦地であつ防音塀のない地区の道路端(路肩から5.0m、地上1.2m)で同時に L_{Aeq} を求め、平坦地で防音塀のない場合との差を算出した。その後、平坦地で防音塀のない場合と同様の手続きで距離減衰を測定した。

距離減衰の予測式を正確に立てるためには、高速道路が4車線であるため、それぞれの車線からの減衰量を求めて、エネルギー合成する必要がある。しかし、個々の車線からの減衰量を別個に測定することは現実には不可能であるために、予測式を求めるのに以下のような簡便な方法を用いた。まず、各車線は音響出力(W)が等しい無限線音源であることおよび4 W の音響出力を有する仮想の車線(仮想音源)を仮定する。次に、ある距離減衰の測定点において4車線からのそれぞれの音響エネルギーの合計と仮想音源からの音響エネルギーが等しくなる仮想音源の位置を各測定点ごとに求める。線音源からの音響エネルギーは受音点までの距離に反比例するから、仮想音源の位置は道路と測定点の位置関係だけから容易に求まる。

距離減衰の測定値とその測定点から仮想音源までの距離を基に、以下の近似的な距離減衰式を導き出した。

(1) 平坦地で防音塀のない場合

$$Y = 1.0 + 18.0 \cdot \log_{10} R \quad r = 0.998$$

(2) 平坦地で防音塀のある場合

$$Y_1 = 1.0 + 18.0 \cdot \log_{10} R$$

$$Y_1 \leq 12.0 \text{ のとき } Y = 12.0$$

$$Y_1 > 12.0 \text{ のとき } Y = Y_1$$

(3) 掘り割り防音塀のない場合

$$Y = -0.8 + 19.1 \cdot \log_{10} R + 2.9 \quad r = 0.976$$

ただし、 Y は距離減衰量(dB)、 R は基準点から仮想音源までの距離と測定点から仮想音源までの距離との比、 r は相関係数である。

(2)の平坦地で防音塀がある場合には、基準点から40mの範囲では距離減衰の測定値がほぼ12dBで一定であったため、(1)式を適用して Y_1 が12以下の場合すなわち防音塀近傍では減衰値を12dB一定として、 Y_1 が12を越える場合には減衰値が(1)式に従うものと仮定している。なお、12dBという値はKastkaら⁹⁾による防音塀近傍の減衰値が13dBであるという報告とほぼ一致している。(3)式は右辺の第2項目までが回帰式を示し、第3項は平坦地と掘り割りの道路端での騒音レベルの差を示している。

各住宅の距離減衰量は、都市計画地図(1:2500)を用いて道路端から住宅のファサードまでの距離を測り、前述の距離減衰の測定点の場合と同様の方法で各住宅に対する仮想音源位置を求めて、(1)~(3)の式に代入して算出した。この値を基準点での終日測定値から差し引いて、各住宅の騒音暴露量とした。

以上の社会調査および騒音測定の概要を表2に示す。

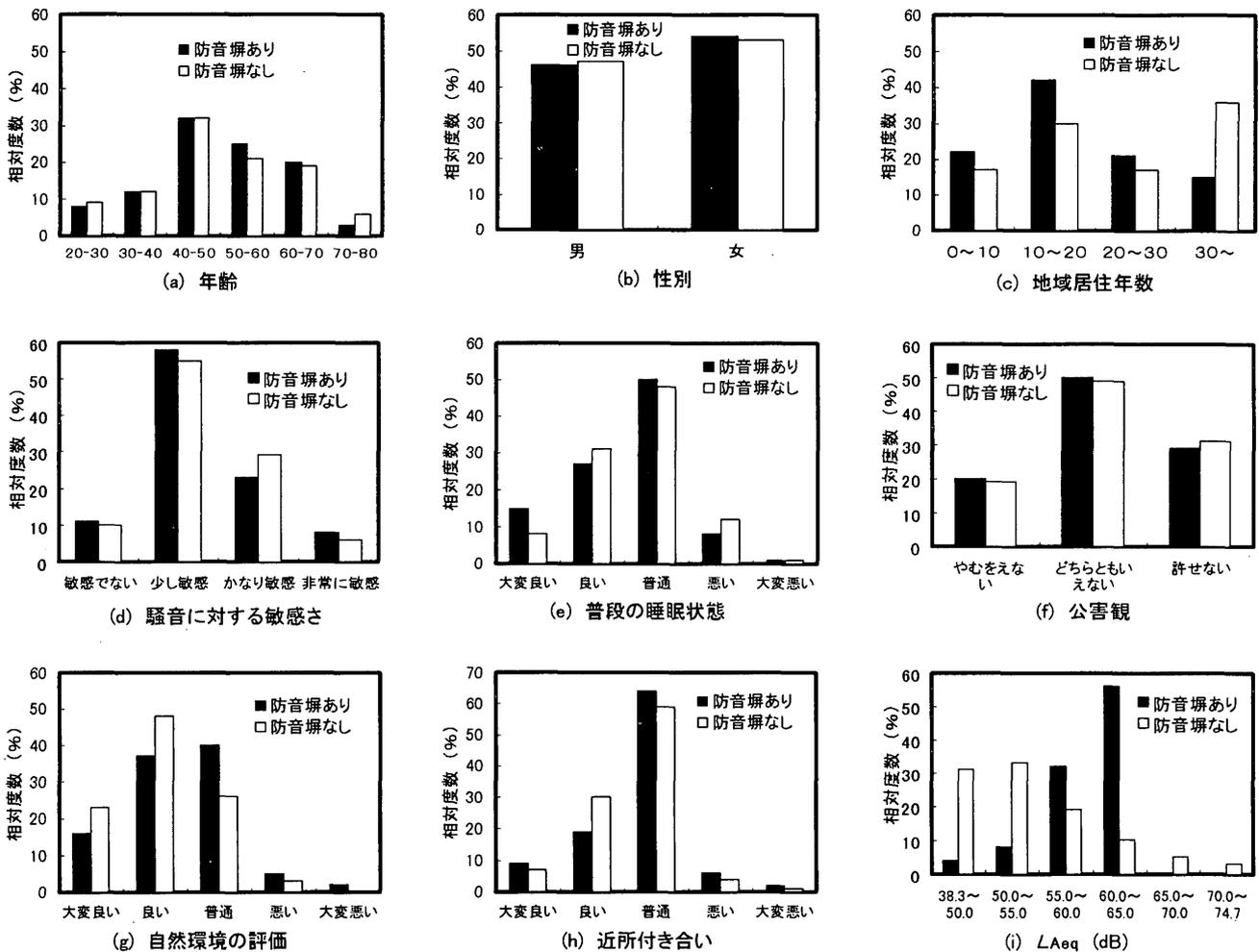


図2 個人的要因や騒音暴露量の単純集計結果

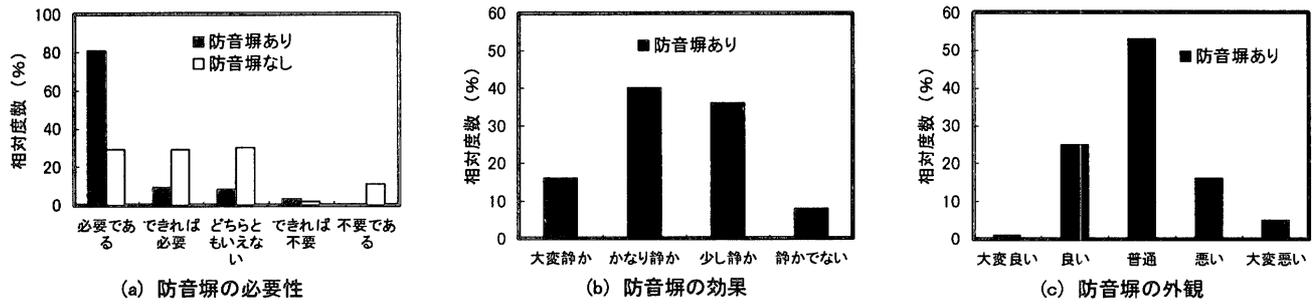


図3 防音塀の評価の単純集計結果

4. アンケート調査および騒音測定結果の集計

図2(a)~(i)は性別、年齢、地域居住年数といった人口統計的な項目や騒音の暴露量、騒音に対する敏感さ、自然環境の評価など、防音塀の有無による社会反応を比較する上で重要な項目を防音塀がある場合とない場合で比較したものである。

防音塀のある地区は新しく入居した人が多く、防音塀のない地区は古くから居住している人が多い。騒音の暴露量は防音塀がある場合は60~65dBに集中しているが、防音塀がない場合は住宅が道路から比較的離れているため低レベルが多い。このことは自然環境の評価にも反映され、防音塀のない方が評価が良くなっている。なお、防音塀がある場合に騒音レベルが60~65dBに集中しているのは、防音塀の近傍(道路から約60mの範囲)では減衰量が一定であると仮定しているからである。

その他の項目の反応分布は防音塀のある地区とない地区で有意な差は見られず、防音塀の心理的な効果を判定する上で望ましい結果が得られている。また、図3(a)~(c)は防音塀の必要性、防音塀の効果、防音塀の外観の評価に関する反応分布を示している。防音塀の設置していない地区では約3割の人々しかその必要性を強く感じていないが、防音塀の設置してある地区では約8割の人々が必要性

を痛感している。防音塀を設置すると、半数以上の人々がかんがりの効果があることを指摘している。しかし、防音塀の外観に関しては良いという評価は少なく、改善の余地がある。

5. 防音塀の有無による暴露-反応関係の比較

騒音の暴露量と反応との関係を求めることは騒音評価研究における中心的な課題の一つである。Schultz¹¹⁾は1978年にそれまで発表された11の社会調査を基に、 L_{dn} と% highly annoyedとの関係が一本の総括曲線で表されることを発表し、その後の研究に大きな影響を及ぼした。反応として% highly annoyedまたは% very annoyedを用いることには、研究者間でほぼ合意が得られていると考えて良いであろう。しかし、暴露量として何を用いるかは、 L_{Aeq} が多数を占めつつあるものの、研究者によって異なる。

例えば、Schultzは暴露量として L_{dn} を用いたが、 L_{dn} の有効性を示さない研究¹²⁾も報告されている。Rylanderら¹³⁾は最大騒音レベルと事象数で種々の騒音源に対する暴露-反応関係を表すことを提唱し、加来や五十嵐¹⁴⁾はJIS 28731への L_{Aeq} の導入を踏まえて、 L_{Aeq} によって暴露-反応関係を整理している。Job¹⁵⁾は、多くの社会調査で騒音の暴露量だけでは個人反応の分散の4~37%、平均で18%程度

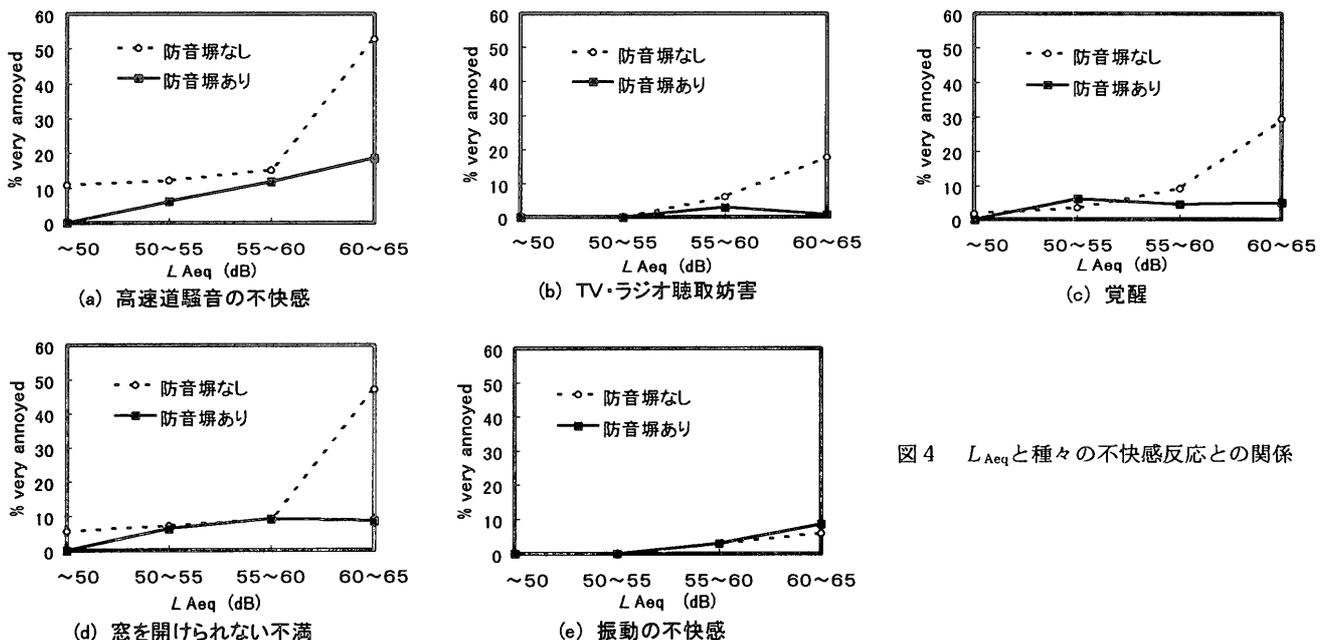


図4 L_{Aeq} と種々の不快感反応との関係

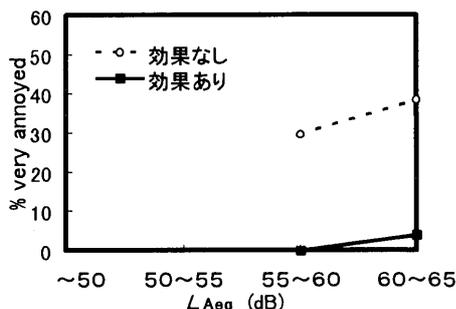


図5 防音塀の効果の有無による暴露反応関係の比較

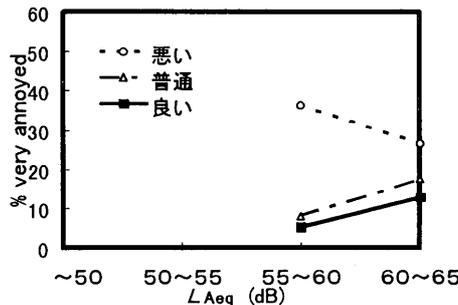


図6 防音塀の外観による暴露反応関係の比較

しか説明し得ないことを示した。すなわち、種々の騒音評価指標間には相互に高い相関が存在していることを考慮すると、どの評価指標を用いても一般的な反応の説明には大差はないことを示している。一方、将来のデータの相互比較や測定・計算の簡便さを考慮すると、暴露量としては L_{Aeq} が優れていると言えよう。以上の理由から、筆者らは以下の考察において L_{Aeq} を暴露量として採用する。

図4(a)~(e)は高速道路からの自動車騒音による一般的な不快感、TV・ラジオ聴取妨害、覚醒、窓を開けられない不満、住宅の振動について、防音塀のある地区とない地区で騒音暴露量と反応との関係を見たものである。これらのうち高速道路騒音の不快感、TV・ラジオ聴取妨害、覚醒、窓を開けられない不満についてのクロス集計を付表1~8に示す。

振動に対する不快感以外の全ての項目で、防音塀のある方がない方よりも反応が小さいことが示されている。特に、低レベルよりも60dB以上の高レベルで両地区の差が大きく、その傾向は「一般的な不快感」と「窓を開けられない不満」の場合に大きい。高騒音レベルで防音塀の効果が大きいという知見はKastka⁹⁾による調査結果とも一致している。また、武田¹⁰⁾は騒音が大きいという反応が $L_{Aeq(24h)}$ が60~65dBにかけて急激に増加することを報告している。防音塀のない場合の反応傾向は武田らの報告と一致しており、もし、何らかの騒音対策によって騒音に対する反応が緩和されれば、この範囲にその効果が顕著に現れるであろうと予測される。

なお、図4に示されている防音塀の有無による反応割合(% very annoyed)に χ^2 検定を適用すると、高速道路騒音の不快感、TV・ラジオ聴取妨害、覚醒、窓を開けられない不満について、60~65dBにおいて1%水準で有意差が認められたが、他のレベルでは有意差は認められなかった。振動の不快感ではすべての騒音レベルで防音塀の有無による反応の有意な差は見られなかった。

図3(b)で「大変静か」または「かなり静か」と答えた回答者を防音塀の効果が大きいグループとし、「少し静か」または「静かでない」と答えた回答者を効果が小さいグループとする。これら2つのグループに分けて、 L_{Aeq} と騒音の不快感との関係を求めたものが図5である。また、図3(c)の防音塀の外観で「大変良い/良い」、「普通」、「悪い/大変悪い」の3つのグループに分けて、図5と同様の処理を行ったのが図6である。図5、6から、防音塀による効果が大きいと考えている人ほど、また防音塀の外観が良いと思っている人ほど、騒音に対する不快感が小さくなっている傾向が窺える。

すなわち、同じ騒音レベルであっても、防音塀の有無で反応が異なるのは、沿線住民が防音塀の設置を希望しており、それがかなえ

られた満足感や防音塀によって騒音源が隠蔽される視覚的な効果、さらに防音塀の視覚的な良し悪しが騒音の不快感の低減に働いているものと考えられる。

なお、図4の場合と同様に、図5、6で防音塀の効果の有無、防音塀の外観の良し悪しによる反応割合に χ^2 検定を適用すると、図5の55~60、60~65dBで1%水準で有意差が認められたが、図6ではすべてのレベルで5%水準で有意差は認められなかった。防音塀の外観の効果に関してはデータ数が少なく、明確な結論を導くためには、さらにデータを蓄積する必要がある。

6. 防音塀の有無によるパスモデルの比較

騒音の不快感にどのような要因が強く影響するかという不快感の反応構造に防音塀の有無によって違いが見られるかを検討するために、パス解析¹¹⁾を適用した。

図7は従来の研究の知見と我々の経験や生活様式を考慮して作成した自動車騒音の不快感の初期パスモデルであり、種々の要因が自動車騒音の不快感へどのような経路で影響するかという因果関係

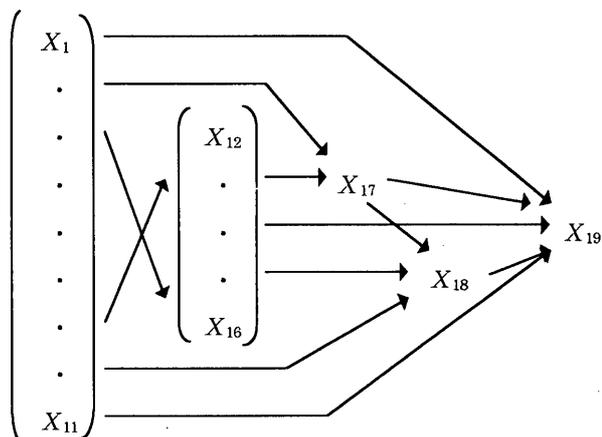


図7 初期パスモデル

- X_1 : L_{Aeq} X_2 : 地域居住年数 X_3 : 窓を開けて寝る頻度
- X_4 : 普段の睡眠状態 X_5 : 騒音の敏感さ X_6 : 公害観
- X_7 : 自然環境 X_8 : 窓タイプ X_9 : 寒さの敏感さ
- X_{10} : 道路の安全性 X_{11} : 催し物の騒音 X_{12} : 地域好感度
- X_{13} : TV聴取妨害 X_{14} : 覚醒 X_{15} : 住宅の振動
- X_{16} : 排気ガス X_{17} : 窓を開けられない不満 X_{18} : イライラ
- X_{19} : 高速道路騒音の不快感

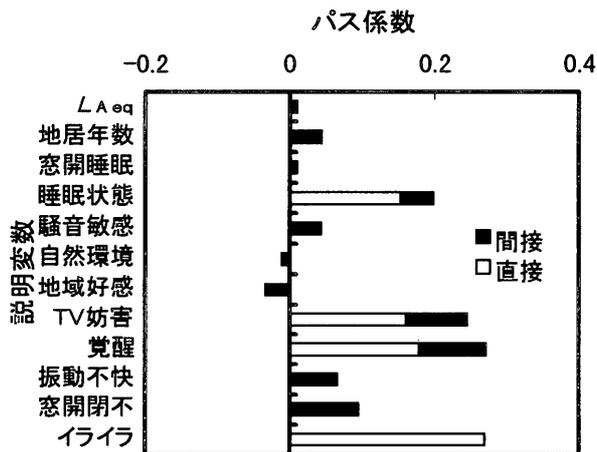


図8 修正パス係数（防音塀あり）

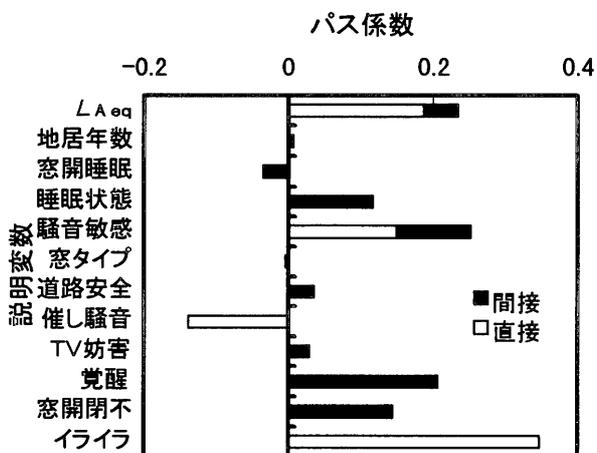


図9 修正パス係数（防音塀なし）

を示すものである。この初期パスモデルを基に $X_{12} \sim X_{19}$ の内生変数に関する構造方程式を解き、標準偏回帰係数（パス係数）を求める。自動車騒音の不快感への貢献度はパス係数の大小によって評価される。その際、自動車騒音の不快感へ直接結びつくものを直接効果といい、他の内生変数を介して不快感へ影響するものを間接効果、その和を総合効果という。

図8、9は統計的に有意なパスだけで再構築した修正パスモデルのパス係数を示している。防音塀の有無に関わらず、イライラ、覚醒、普段の睡眠状態などの睡眠妨害に関わる要因の効果が大きい。高速道路は通常の道路とくらべて、夜間の交通量、特に大型車の交通量が多く、睡眠妨害に影響していると考えられる。

防音塀がある場合にはTV／ラジオ聴取妨害の効果が大きく、ない場合には小さくなっている。一方、 L_{Aeq} と騒音に対する敏感さは防音塀がない場合に大きく、ある場合には小さくなっている。これらの知見は、防音塀がある場合には音源が視覚的に遮蔽されるため、相対的に聴覚的な効果が大きくなっていると考えられる。また、防音塀がない場合には逆に音源を容易に知覚することができるため、音源そのものを代表する指標 L_{Aeq} や音源に対する態度などが大きくなっていると考えられる。これらは、前節の検討結果と符合して

おり、騒音対策としての防音塀による騒音源の視覚的な隠蔽効果の有効性も強く示唆している。

以上の高速道路騒音の特徴は一般道路の特徴¹⁰⁾とは多少異なっている。すなわち、一般道路の場合には排気ガスや住宅の振動の効果が大きい。高速道路騒音の不快感に関する修正パスモデルでは有意でないために削除されているか、その効果は小さくなっている。その原因は、高速道路沿線の住宅が一般道路の場合より離れて建てられていることが多いこと、および道路の構造が一般道路よりも堅固に作られていることにあると考えている。

7. おわりに

高速道路沿線で騒音の影響に関する社会調査を行い、防音塀の騒音の不快感への効果を検討した結果、以下の知見が得られた。

(1)同じ騒音レベルであっても防音塀がある方がない場合と比べて、騒音に対する不快感には小さく、特に60dB以上の高レベルでその差は顕著である。

(2)防音塀の設置により騒音の低減効果が大きいと思っている人ほど騒音の不快感反応は小さい。また防音塀の外観が望ましいと思っている人ほど、騒音の不快感反応は小さくなる傾向が窺える。

(3)防音塀の有無に関わらず、イライラ、覚醒、普段の睡眠状態などの睡眠妨害に関わる要因の効果が大きく、高速道路では夜間に大型車の交通量が多いという特徴が現れている。

(4)防音塀がある場合にはTV・ラジオ聴取妨害の効果が大きく、防音塀によって騒音源が視覚的に隠蔽されることによって相対的に聴覚的な効果が大きくなっていることを示唆している。

(5)防音塀がない場合には、 L_{Aeq} や騒音に対する敏感さといった騒音源そのものに対する直接的な要因の効果が大きい。これは音源が見えることによる効果と考えられる。

(6)騒音対策として、防音塀は有効であり、さらに効果を上げるためには視覚的に優れたものをつくることも重要であると考えられる。

なお、本研究は平成6、7年度科学研究費補助金一般研究(C)（代表：泉清人、課題番号：06650650）の援助による。

参考文献

- 1) 庄司光、山本剛夫、畠山直隆：衛生工学ハンドブック 騒音・振動編、朝倉書店、pp. 577-578、1980. 8
- 2) 建設省道路局道路総務課監修：道路行政 昭和55年度版、道路行政研究会、pp. 592-593、1980. 8
- 3) 前川純一：障壁（塀）の遮音設計に関する実験的研究、日本音響学会誌、18(4)、pp. 187-196、1962. 7
- 4) Crombie, D. H. and Hothersall, D. C.: The Performance of Multiple Noise Barriers, *J. Sound Vib.*, 176(4), pp. 459-474, 1994. 9
- 5) Watts, G. R., Crombie, D. H. and Hothersall, D. C.: Acoustic Performance of New Designs of Traffic Noise Barriers, *J. Sound Vib.*, 177(3), pp. 289-306, 1994. 10
- 6) Solberg, S., Hagen, R. and Ommundsen, R.: Perceived Noise Reduction and Secondary Effects from the Use of Building Insulation and Barriers, *Proc. inter/noise 83*, Vol. 2, pp. 667-670, 1983
- 7) Lambert, J.: The Social Impact of Noise Prevention and Reduction Measures, *Proc. of Noise & Man 93*, Vol. 3, pp. 434-441, 1993. 7
- 8) Kastka, J., Buchta, E., Ritterstaedt, U., Poulsen, R. and Mau, U.: The Long Term Effect of Noise Protection Barriers on the Annoyance Response of Residents, *J. Sound Vib.*, 184(5), pp. 823-852, 1995.

- 9)辻本三郎九、住友聡一：新幹線鉄道沿線の騒音・振動について、兵庫県立公害研究所報告、20、pp.101-105、1988
- 10)山下俊雄、矢野隆、泉清人、Rylander, R., Dankittikul, W.: 道路交通騒音に対する社会反応の国際比較研究－イェーテボリ（スウェーデン）、苫小牧、熊本、コラート（タイ）での社会調査、日本音響学会騒音・振動研究会資料、N-95-10、pp.1-8、1995.2
- 11)Schultz, T. J.: Synthesis of Social Survey on Noise Annoyance, J. Acoust. Soc. Am., 64(2), pp.377-405, 1978.8
- 12)Kessler, F. M.: The Failure of Day-night Sound Level for Intrusive Noise, Proc. inter-noise94, Vol.2, pp.1153-1156, 1994.8
- 13)Rylander, R., Bjorkman, M. and Sorensen, S.: Dose-response Relationships for Environmental Noises, Proc. Noise&Man93, Vol.2, pp.225-227, 1993.7
- 14)加来治郎、五十嵐寿一： L_{Aeq} による環境基準の比較、日本音響学会騒音・振動研究会資料、N-94-09、pp.1-8、1994.2
- 15)Job, R. F. S.: Community Response to Noise: A Review of Factors Influencing the Relationship between Noise Exposure and Reaction, J. Acoust. Soc. Am., 83(3), pp.991-1001, 1988.3
- 16)武田一哉、久野和宏、池谷和夫：住環境騒音暴露パターンの解析と住民反応の尺度化に関する研究、日本音響学会誌、41(12)、pp.870-876、1985.12
- 17)Taylor, S. M.: A Path Model of Aircraft Noise Annoyance, J. Sound Vib., 96(2), pp.243-260, 1984.9

付表1 高速道路騒音の不快感（防音塀あり）の反応分布

$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	不快 でない	少し 不快	かなり 不快	大変 不快	合計
35~40	0	0	1	0	1
40~45	3	1	1	0	5
45~50	2	1	0	0	3
50~55	7	5	3	1	16
55~60	35	16	8	8	67
60~65	42	31	23	22	118
65~70	0	0	0	1	1
70~75	1	0	0	0	1
合計	90	54	36	32	212

付表2 高速道路騒音の不快感（防音塀なし）の反応分布

$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	不快 でない	少し 不快	かなり 不快	大変 不快	合計
35~40	3	1	1	0	5
40~45	18	14	0	5	37
45~50	8	2	2	1	13
50~55	18	26	6	7	57
55~60	14	10	4	5	33
60~65	4	1	3	9	17
65~70	1	2	3	2	8
70~75	1	0	0	4	5
合計	67	56	19	33	175

付表3 TV・ラジオ聴取妨害（防音塀あり）の反応分布

$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	不快 でない	少し 不快	かなり 不快	大変 不快	合計
35~40	1	0	0	0	1
40~45	4	1	0	0	5
45~50	3	0	0	0	3
50~55	14	1	1	0	16
55~60	51	12	2	2	67
60~65	86	29	2	1	118
65~70	0	1	0	0	1
70~75	1	0	0	0	1
合計	160	44	5	3	212

付表4 TV・ラジオ聴取妨害（防音塀なし）の反応分布

$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	不快 でない	少し 不快	かなり 不快	大変 不快	合計
35~40	3	1	1	0	5
40~45	31	4	2	0	37
45~50	9	4	0	0	13
50~55	41	13	3	0	57
55~60	23	5	3	2	33
60~65	9	2	3	3	17
65~70	4	3	1	0	8
70~75	1	1	2	1	5
合計	121	33	15	6	175

付表5 覚醒（防音塀あり）の反応分布

$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	不快 でない	少し 不快	かなり 不快	大変 不快	合計
35~40	0	1	0	0	1
40~45	4	1	0	0	5
45~50	2	1	0	0	3
50~55	12	2	1	1	16
55~60	44	15	5	3	67
60~65	74	30	8	6	118
65~70	0	0	1	0	1
70~75	1	0	0	0	1
合計	137	50	15	10	212

付表6 覚醒（防音塀なし）の反応分布

$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	不快 でない	少し 不快	かなり 不快	大変 不快	合計
35~40	4	0	1	0	5
40~45	26	10	0	1	37
45~50	9	4	0	0	13
50~55	40	11	4	2	57
55~60	19	10	1	3	33
60~65	9	2	1	5	17
65~70	3	4	0	1	8
70~75	2	1	1	1	5
合計	112	42	8	13	175

付表7 窓を開けられない不満（防音塀あり）の反応分布

$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	不快 でない	少し 不快	かなり 不快	大変 不快	合計
35~40	1	0	0	0	1
40~45	4	1	0	0	5
45~50	3	0	0	0	3
50~55	13	1	1	1	16
55~60	43	10	7	6	66
60~65	75	22	11	10	118
65~70	0	0	0	1	1
70~75	1	0	0	0	1
合計	140	34	19	18	211

付表8 窓を開けられない不満（防音塀なし）の反応分布

$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	不快 でない	少し 不快	かなり 不快	大変 不快	合計
35~40	3	1	0	1	5
40~45	27	6	2	2	37
45~50	9	4	0	0	13
50~55	33	15	4	4	56
55~60	21	4	5	3	33
60~65	6	2	1	8	17
65~70	3	3	1	1	8
70~75	1	1	2	1	5
合計	103	36	15	20	174

(1996年3月21日原稿受理、1996年10月30日採用決定)