

多孔質弾性舗装の施工による道路交通騒音の低減 —北九州市を対象として—

渡辺 義則¹・寺町 賢一²・蓑毛 博章³・浦 英樹⁴・外山 崇史⁵

1 正会員 工博 九州工業大学教授 工学部建設社会工学科 (〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1)

2 正会員 工博 九州工業大学講師 工学部建設社会工学科

3 学生会員 九州工業大学 工学部建設社会工学科

4 正会員 九州工業大学 工学部建設社会工学科

5 非会員 日之出水道橋

多孔質弾性舗装を施工した場合に、通常舗装からの騒音低減量がどの程度見込まれるかを理論的に計算した。そして、これを導入すれば都市部全域にネットワークされた幹線道路の騒音環境基準適合率の向上が都市全体としてどの程度はかれるか、北九州市内の主要道路を対象に評価した。その結果、1) 通常舗装を多孔質弾性舗装に変更した時の自動車の平均パワーレベルの減少は大きい、通常舗装からの騒音低減量の殆どの部分を占める。2) 多孔質弾性舗装上に遮音壁を設置した場合に期待される騒音低減量は、通常舗装上のそれと大差ない。3) 多孔質弾性舗装の導入により、北九州市内の殆どの幹線道路で騒音環境基準に適合する。4) ただ、低減効果は大型車混入率が大きくなるにつれて減少するので、大型車が多く混入する所では、併せて大型車への対応を考える必要がある。

Key Words: road traffic noise, noise annoyance, environmental quality standard,
noise abatement, porous elastic pavement

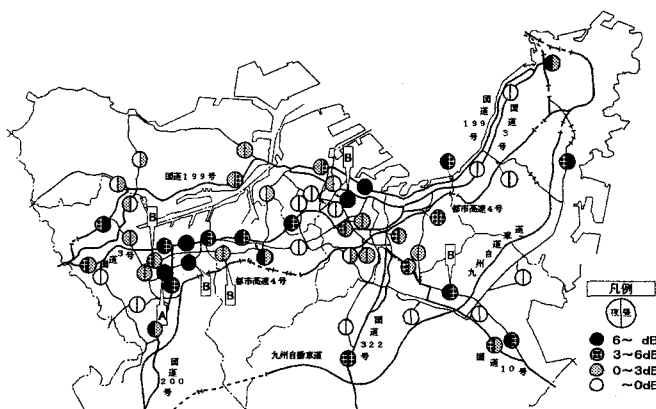
1. はじめに

道路交通騒音公害への対応策には、自動車単体、交通流、道路構造への諸対策、そして、沿道の土地利用の変更など様々なものがある。その中でも道路からの距離や高さによらずあらゆる場所で有効なのは、自動車単体つまり音源の段階での対策である。ところで、音源対策といっても様々なものが考えられるが、本研究で検討の対象としたのは多孔質弾性舗装の施工による騒音の低減である。既に、排水性舗装は降雨時の安全性向上と騒音低減効果により、かなり普及している。それに比べて、多孔質弾性舗装は試験施工の段階であり、騒音低減効果の経年変化の他に、重交通道路での耐久性の確認、施工費用など克服すべき課題も多く残されている¹⁾。しかし、多孔質弾性舗装の施工による騒音

低減量は排水性舗装のそれより大きく、都市部の幹線道路においても道路交通騒音公害を大幅に改善する可能性がある。

多孔質弾性舗装の騒音低減に関連する研究は、排水性舗装のそれに比べて少ない。その中で文献 1 は、排水性舗装、2 層排水性舗装、多孔質弾性舗装の 3 種類の舗装と騒音の関係の現状をわかりやすく紹介している。また、文献 2 は、試験車両を走行させて車種、速度、舗装厚などの条件の変化が、多孔質弾性舗装の騒音低減に及ぼす影響を明らかにしている。これらの文献は、特定の条件下での多孔質弾性舗装の騒音低減に関する貴重な情報を与えてくれる。

しかし、これらの研究成果を応用して、都市部全域にネットワークされた幹線道路の沿道地域の音環境を都市全体としてどの程度改善可能かについて言及した論文はまだ報告されていない



図一 北九州市内 54 地点における環境基準超過量（通常舗装）

表一 環境基準適合戸数の割合（面的評価）

	昼間	夜間	昼夜	対象戸数
近接空間	64.9%	63.0%	61.2%	91,902
非近接空間	99.0%	96.4%	96.2%	127,607

昼 間 : 6 時～22 時 夜 間 : 22 時～6 時
 昼 夜 : 昼間、夜間を通じた 24 時間
 近接空間 : 道路端から 0～20m (2 車線以下は 0～15m) の範囲
 非近接空間 : 道路端から 20～50m (2 車線以下は 15～50m) の範囲

表二 地域を代表する点における環境基準適合割合（点的評価）

昼間	夜間	昼夜
27.8%	31.5%	24.1%

2. 北九州市における道路交通騒音の状況

（1）環境基準適合戸数の状況

平成 11 年 4 月の騒音に係る環境基準の改正を受け、北九州市では幹線交通を担う道路の環境基準の適合状況に関する従来の調査方法及び調査地点を見直した。具体的には、朝、昼、夕、夜の 4 時間帯の中央値で地域を代表する点（調査地点数 54）を評価（点的評価）していたのを、昼間、夜間の 2 時間帯の等価騒音レベルで適合戸数及びその割合（調査区間数 95）を評価（面的評価）することになった。さらに、評価する空間を近接空間と非近接空間に分けている。平成 12～14 年度における環境基準適合戸数の割合（面的評価）を表-1 に示す³⁾。これより、近接空間での適合率は 61%以上、一方、非近接空間での適合率は 96%以上であり、主に、近接空間での音環境の改善が必要ながわかる。

（2）地域を代表する点の環境基準適合状況

前述の状況から、本研究では、多孔質弾性舗装を施工した場合に、近接空間での音環境の改善がどの程度期待できるかについて検討する。すなわち、本研究では環境基準適合状況は地域を代表する点（点的評価）で行う。ただし、時間区分（昼間と夜間）、評価量（等価騒音レベル）、

い、都市部幹線道路の交通特性や音の伝播特性は種々異なり問題は複雑ではあるが、沿道地域の騒音問題を都市全体として解決する道筋がいまだ明確にされていない現状をみれば、個々の騒音対策技術を開発し洗練することと並行して、その技術が都市全体に導入された時の有効性も検討するべきである。とりわけ、舗装の変更による騒音低減は音源段階での対策であり、将来、性能劣化、費用などの問題を克服して実用化できれば、幹線沿道地域の音環境保全計画の中核に据えることができることが期待される。例えば、大部分の道路区間では通常舗装から低騒音舗装に変更して騒音に対処し、それでは間に合わないほど騒音が大きい場合には他の対策を組み合わせるという計画も十分考えられる。

このような意図をもって、本研究では多孔質弾性舗装を施工した場合に、騒音低減量がどの程度見込まれるかを理論的に計算した。そして、幹線道路の環境基準適合率の都市全体としての向上、更には、沿道の音環境の改善がどの程度はかれるのか（環境基準値をどの程度下回るようになるのか）について、北九州市内の主要道路を対象に評価した。

表-3 多孔質弾性舗装の施工により得られる通常舗装からの騒音低減効果

舗装厚(cm)	2		3		4		5	
車両速度(km/h)	40	60	40	60	40	60	40	60
乗用車(dB(A))	15.8	17.2	16.0	18.8	11.8	14.1	12.8	11.5
大型車(dB(A))	5.0	7.6	5.8	7.8	4.6	5.5	3.9	5.4

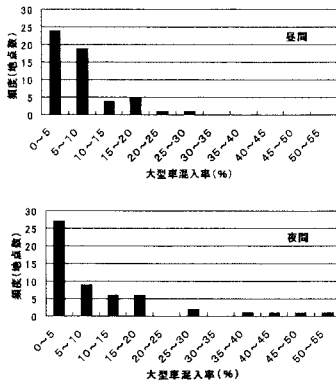


図-2 北九州市内 54 地点における大型車混入率

環境基準値とその適用方法は、平成 11 年の環境基準改正後のものに準拠する。また、そこで観測される騒音が着目する道路の沿道地域に発生する騒音の典型的なものであるという意味で地域を代表する点を選定している。そして、それは自動車交通量が騒音の大きさに影響を及ぼすことを考慮して、昼間の 12 時間交通量が、おおむね 5000 台を越える市内主要道路を対象に設けられている。

なお、文献 3 には、対象地点の舗装の種類、夜間に関する交通特性（大型車混入率、平均走行速度）などに関するデータが記されていない。一方、文献 4 の平成 5～7 年度のデータについては、舗装の種類は通常舗装で、著者らが夜間の交通特性を調査している。それゆえ、本研究では、文献 4 の平成 5～7 年度の 54 地点（内訳：一般国道 24 地点、主要地方道 12 地点、一般県道 9 地点、一般市道 9 地点）のデータを使って、検討を進めた。

図-1⁵⁾と表-2 に地域を代表する点における環境基準適合状況を示す。図-1 は、北九州市内の道路網全体に配置された 54 地点について、環境基準に適合している地点、そうでないものについては環境基準からの超過量を、昼間と夜間の時間区分別にまとめて示している。図中“A, B”には、道路に面する地域の A, B 地域に対応する基準値（A 地域は：昼間 60dB 以下、夜間：

55 dB 以下、B 地域は昼間：65 dB 以下、夜間：60 dB 以下）、その他には幹線交通を担う道路に近接する空間の基準値（昼間：70 dB 以下、夜間：65 dB 以下）を使用した。図-1 より夜間の国道沿いを中心に 6dB 以上の環境基準超過量が認められる。また、表-2 から両時間区分ともに環境基準に適合しているのは全体の 24%であり、昼間のみで 28%、夜間のみで 32%である。

（3）地域を代表する点における交通特性

騒音対策の中には大型車混入率によって、期待される騒音低減量が異なるものがある。それ故、文献3と著者らの調査によって時間区分別に求めた大型車混入率を図-2⁵⁾に示す。これより、昼間の大型車混入率は10%以下が大部分を占めること、また、夜間には大型車混入率が35%以上の地点が存在することが認められる。

次に、対象とする道路の法定速度は 40km/h が 63%、50km/h が 37%であるが、平均走行速度（夜間）と法定速度の間には相関性がなく、平均走行速度の期待値は 56km/h、標準偏差は 6.0km/h である⁶⁾。これらの情報は後述の 3.(2)②で使った。通常舗装から多孔質弾性舗装になったからといって、車の走行速度が変わるわけではなく、速度については両舗装とも同一条件である。本研究の検討で速度の情報が必要なのは、後掲の様に多孔質弾性舗装の施工による騒音低減効果が速度で多少異なる傾向が認められ、どの値を採用したら適切かの判断を必要としたからである。また、渋滞の影響は考慮していない。騒音の評価量である昼間の時間帯の等価騒音レベルは、原則として、6～22 時の 16 時間にわたって測定された騒音から求められる。この時間に比べると渋滞の継続時間は十分短いと考えたのがその理由である。

3. 通常舗装を多孔質弾性舗装に変更した時の平均パワーレベルの減少

（1）通常舗装からの騒音低減効果

自動車が多孔質弾性舗装上を定常走行する時

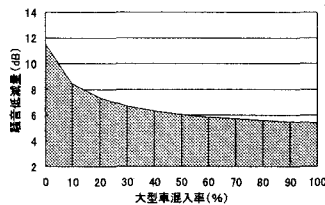


図-3 通常舗装からの平均パワーレベルの減少

に得られる騒音低減効果(通常舗装からの)を、文献2の図から読み取って表-3に示す。なお、乗用車は排気量1980cc, 大型車は排気量10520cc, 最大積載量12tである。これより、

- ①車種により騒音低減効果は大きく異なり、乗用車の方が大型車より約6~10dB(A)大きい。
- ②それに比べて舗装厚や速度の違いに起因して騒音低減効果に生じる差は比較的小さい。

(2) 多孔質弾性舗装上を定常走行する自動車の通常舗装からの平均パワーレベルの減少

本研究では、舗装厚 5cm, 速度 60km/h, 乗用車と大型車の車種別の騒音低減効果を使って、以後の検討を行う。これらの条件を選択した理由は以下のとおりである。

- ①舗装厚2~5cmの中では舗装厚5cmの騒音低減効果が最も小さい傾向にある。従って、この条件で検討すれば、多孔質弾性舗装の施工による道路交通騒音の低減可能性を最も厳しく判断したことになる。
- ②既に2.で述べたように、本研究で対象とした北九州市では、自動車の法定速度が40km/hと50km/hであり、法定速度に関わらず実態の平均走行速度の期待値は56km/hである。従って、ここではこの値に近い60km/hの騒音低減効果を使う。

まず、自動車が通常舗装(密粒舗装)上を定常走行する時の小型車類と大型車類のパワーレベル(dB(A))は、文献7から

$$\text{小型車類: } L_1 = 30 \log_{10} V + 46.7 \quad (1)$$

$$\text{大型車類: } L_2 = 30 \log_{10} V + 53.2 \quad (2)$$

V : 車両の速度 (40km/h $\leq V \leq$ 140 km/h)

現実の交通流には小型車類と大型車類が混合しているので、その平均パワーレベルは式(3)で表される。

$$\begin{aligned} \text{PWL} &= 10 \log_{10} \left\{ (1-A) 10^{\frac{L_1}{10}} + A \times 10^{\frac{L_2}{10}} \right\} \\ &= 30 \log_{10} V + 46.7 + 10 \log_{10} \{4.5A + (1-A)\} \end{aligned} \quad (3)$$

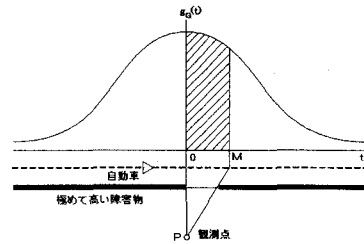


図-4 観測点で得られる荷重関数(有限長道路)

A : 大型車混入率 ($0 \leq A \leq 1$)

一方、自動車が多孔質弾性舗装上を定常走行する時の乗用車と大型車のパワーレベルは、乗用車の通常舗装からの低減効果 X_1 (dB(A))と大型車のそれ X_2 から、

$$\text{小型車類} \cdots L'_1 = L_1 - X_1$$

$$\text{大型車類} \cdots L'_2 = L_2 - X_2$$

小型車類と大型車類が混合する場合の平均パワーレベルは式(4)で表される。なお、本研究では文献6の乗用車・大型車が文献7の小型車類・大型車類を代表するものと仮定した。

$$\begin{aligned} \text{PWL} &= 10 \log_{10} \left\{ (1-A) 10^{\frac{L'_1}{10}} + A \times 10^{\frac{L'_2}{10}} \right\} \\ &= 30 \log_{10} V + 46.7 - X_1 \\ &\quad + 10 \log_{10} \left\{ A \times 10^{\frac{6.5-(X_2-X_1)}{10}} + (1-A) \right\} \end{aligned} \quad (4)$$

特に、舗装厚 5cm, 速度 60km/h の場合、乗用車と大型車の騒音低減効果 X_1 と X_2 は、表-3に示すようにそれぞれ 11.5 と 5.4(dB(A))である。この値を式(4)に代入すると、次式が得られる。

$$\text{PWL} = 30 \log_{10} V + 35.2 + 10 \log_{10} \{18.2A + (1-A)\} \quad (5)$$

以上のことより、自動車が多孔質弾性舗装上を定常走行する時の通常舗装からの平均パワーレベルの減少量 ΔP (dB(A))は、

$$\Delta P = 11.5 + 10 \log_{10} \left(\frac{1+3.5A}{1+17.2A} \right) \quad (6)$$

その計算結果を図-3に示す。なお、音源の段階での減少であるので、この低減量がそのまま道路交通騒音の減少につながる。また図-3から低減量の大きさは大型車混入率に大きく依存し、大型車類の混入が少ない場合にはかなり大きな低減量となることが認められる。図-2に示したように、本研究で対象とした北九州市では、夜間の大型車混入率が大きい地点が一部あるものの、大型車混入率 10%以下が多く、その殆どが 20%以下である。このような所には、約 7~11(dB(A))の低減が見込められ、多孔質弾性舗装

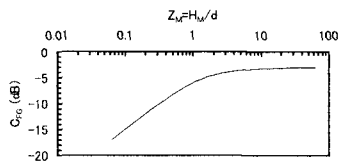


図-5 道路長を有限と考えるときの補正項 C_{PG}

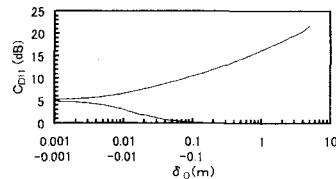


図-6 道路端に無限長の壁を設置した場合の補正項 C_{D11}

の施工はかなり有効な減音対策といえる。

4. 多孔質弾性舗装上に遮音壁を設置した場合に期待される騒音低減量

(1) 騒音低減効果の評価方法

ここでは、騒音低減効果を等価騒音レベルで評価する。通常舗装や排水性舗装上を自動車が発定常走行する時の等価騒音レベルの計算式並びにその導出方法は、既に報告した⁸⁾。本論文では、更に、多孔質弾性舗装上を走行する場合について検討を加えた。その結果をまとめて以下に示す。

等価騒音レベルの計算式(7)～(15)を導いた前提は次のとおりである。

- ①観測時間は1時間とする。
- ②車種は大型車類、小型車類に分類する。
- ③同一車線上の同一車種の車両は全て一定のパワーレベルで走行する。
- ④同一車線上の車両は、車種によらず、観測点で同一のタイムパターンをもつ。本研究ではタイムパターンとして1ワットの音響出力の仮想点音源(仮想車両)が、1つだけ車線の中央を一定の速度で移動したときに観測点に生じる音の強さの時間変動と同じパターン $g(t)$ (単位は m^{-2} , 荷重関数)を考える。
- ⑤通常舗装における音響出力の大きさは文献7に示された定常走行時(2車種分類, 車両速度 $40 \leq V \leq 140 km/h$)のものとする。
- ⑥道路や壁が有限長の場合とは、本章において

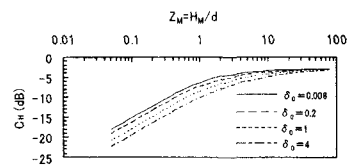


図-7 道路端の壁の長さを有限と考えるときの補正項 C_H

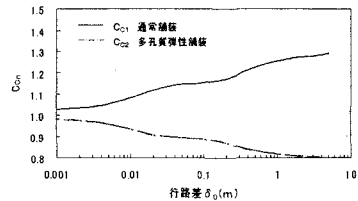


図-8 大型車類の小型車換算係数の補正值 C_{Cn}

は観測点の正面を車両が通過する時間を原点にして、それから M の時間だけ騒音が有意なレベルを示す場合を指す。(cf. 図-4, 但し, G : 完全反射面を持つ半自由空間を音が幾何減衰しながら伝播するケースを示す記号)

a)無限長まで開放された平坦部直線道路区間

$$L_{Gn} = L_{B1} + L_{B2} + L_{B3n} + 2.6 - 10 \log_{10} (Vd) \quad (7)$$

b)平坦部道路区間で道路が有限長の場合

$$L_{2n} = L_{Gn} + C_{FG} \quad (8)$$

c)道路端に無限長の壁を設置した場合

$$L_P = L_{B1} + L_{B3n} + L_{B4n} + 2.6 - 10 \log_{10} (Vd) \quad (9)$$

$$L_{3n} = L_P - C_{D1n} \quad (10)$$

d)道路端の壁が有限長の場合

$$L_{4n} = L_{3n} + C_H \quad (11)$$

なお,

$$L_{B1} = 30 \log_{10} V + 11.1 + 10 \log_{10} Q \quad (12)$$

$$L_{B2} = 10 \log_{10} \{4.5 A + (1 - A)\} \quad (13)$$

$$L_{B3n} = \begin{cases} 0 & (\text{通常舗装}) \\ \Delta P & (\text{多孔質弾性舗装}) \end{cases} \quad (14)$$

$$L_{B4n} = 10 \log_{10} \{4.5 C_{Cn} A + (1 - A)\} \quad (15)$$

Q : 時間交通量 (V.P.H.)

d : 車線の中央と観測点間の距離(m)

C_{Dmn} : 道路端に無限長の壁を設置した場合の補正項(dB)

m : 車種 (1: 小型車類, 2: 大型車類)

n : 舗装の種類 (1: 通常舗装, 2: 多孔質弾性舗装)

また、道路長を有限と考える時の補正項 C_{FG} を図-5 に、道路端に無限長の壁を設置した場合の補正項 C_{D11} を図-6 に、道路端の壁の長さを有限と考える時の補正項 C_H を図-7 に、等価騒音レ

表-4 通常舗装の場合の音響出力の相対レベル

	U_{0A}	相対レベル U_f (dB)				
周波数 Hz	O.A.	125	250	500	1k	2k
小型車類	7.9	-9.0	-3.3	1.4	4.4	1.8
大型車類	9.2	-5.4	1.4	3.5	4.5	1.7

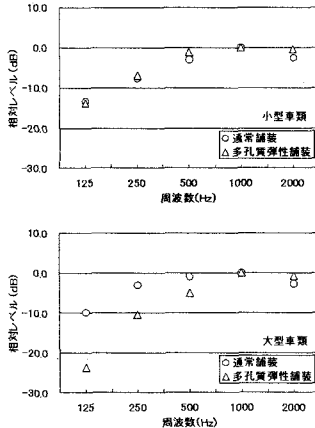


図-9 舗装による相対スペクトルの比較

ベルを求める際の大型車類の小型車類換算係数に対する補正值 C_{Dn} を図-8 に示す。図中で

$$Z_M = \frac{H_M}{d} = \frac{V \cdot M}{3.6 d}$$

H_M : 車両が観測点の正面を通過する時間から M 秒経過する間に、車両が車線中央上を移動した距離 (m)

δ_0 : 車両が観測点の正面に到着した時の行路差(m)
 なお、補正項 C_{FG} , C_H の定義と導出の詳細は文献 9 で報告しているので、ここでは省略する。
 補正項 C_{FG} は車種、舗装の種類によらず同じ値をとる。更に、図は割愛するが、 C_H は車種、舗装の種類によらずほぼ同じ値をとる。

(2) 補正項 C_{Dm} の検討

補正項 C_D , C_H の導出の詳細は文献 9 で報告しているので、本論文ではその定義だけを示す。

$$C_{Df} = -10 \log_{10} B_{1f} \quad (16)$$

$$B_{1f} = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} g_f(t) dt}{\int_{-\infty}^{\infty} g_g(t) dt} \quad (17)$$

$$g_g(t) = \frac{1}{2\pi \{d^2 + (vt)^2\}} \quad (18)$$

$$g_f(t) = g_g(t) \times 10^{-\Delta L(t)/10} \quad (19)$$

なお、回折減音量 $\Delta L(t)$ の算出には前川の測定値を近似した式⁹⁾を用いた。

表-5 多孔質弾性舗装の場合の音響出力の相対レベル

	U_{0A}	相対レベル U_f				
周波数 Hz	O.A.	125	250	500	1k	2k
小型車類	-6.1	-24.5	-17.7	-11.9	-10.7	-11.1
大型車類	5.1	-22.2	-8.9	-3.5	1.6	0.8

注) 車両速度 60km/h

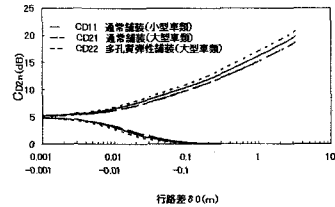


図-10 補正項 C_D の舗装の種類による違い

C_{Df} は開放された平坦部直線道路区間の道路端に無限長の壁が設置された場合の騒音減少 (等価騒音レベルの周波数 f の成分の減少) を意味する。観測点と周波数が指定されれば、 C_{Df} は車種や舗装の種類に依存しない。しかし、現実には音源のパワーレベルのスペクトルは、車種や舗装の種類によって異なる。その違いを考慮した C_{Df} のオーバーオール C_{Dmn} は、

$$C_{Dmn} = -10 \log_{10} B_{1mn} \quad (20)$$

$$B_{1mn} = \frac{\sum_f \left(\frac{W_{fmn}}{W_{0Amn}} \int_{-\infty}^{\infty} g_f(t) dt \right)}{\int_{-\infty}^{\infty} g_g(t) dt} \quad (21)$$

$$\frac{W_{fmn}}{W_{0Amn}} = 10^{(U_{fmn} - U_{0Amn})/10} \quad (22)$$

$$C_{Dmn} = U_{0Amn} - 10 \log_{10} \sum_f 10^{(U_{fmn} - C_{Df})/10} \quad (23)$$

で求める。なお、 W_{fmn} は車種 m 、舗装の種類 n の場合の周波数 f の音響出力 (W) を、 W_{0Amn} は W_{fmn} を全周波数にわたって合計したものである。また、 U_{fmn} は車の音響出力のスペクトルの相対レベル差、 U_{0Amn} はそれを全周波数について合成した値である。

本研究で使用した値を表-4, 5 に示す。表-4 は従来から著者らが使用している値である¹⁰⁾。一方、表-5 は多孔質弾性舗装と通常舗装で測定された道路交通騒音の差の値²⁾と表-4 から求めたものである。両舗装の相対スペクトルを比較した図-9 から、小型車類では両舗装間で差がないが、大型車類では低い周波数成分の割合が多孔質弾性舗装の方が少ないことが認められる。周波数が高いほど C_{Df} の値は大きいので、音源のパワーレベル

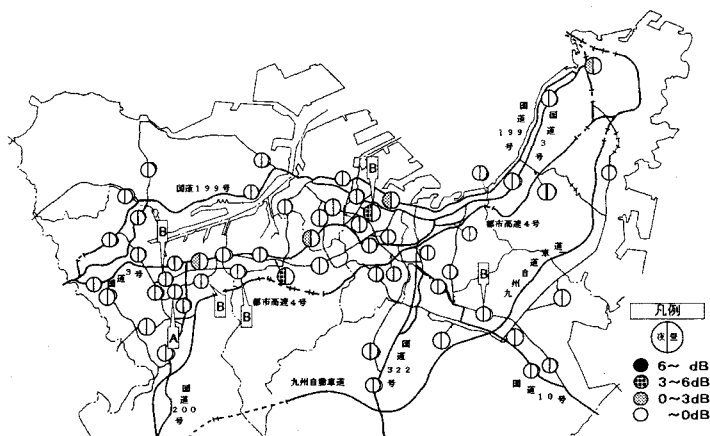


図-12 北九州市内 54 地点における環境基準超過量（多孔質弾性舗装）

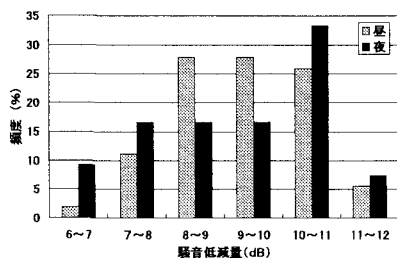


図-11 北九州市内 54 地点における騒音低減量

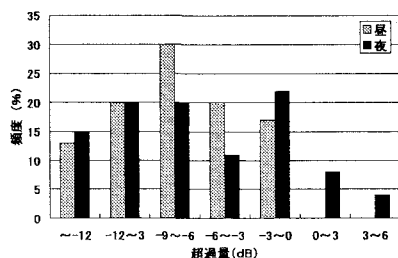


図-13 環境基準値からの超過量

の相対スペクトルが高い周波数領域で優勢であれば、相対スペクトルで重みをつけた C_{Df} を合成した C_{Dmn} の値は定性的には大きくなる。

補正項 C_{Dmn} を計算した結果、

- ①小型車類では両舗装 (C_{D11} と C_{D12}) で差がない。
- ②大型車類では多孔質弾性舗装の方が通常舗装より大きい。ただ、その程度は小さく、殆どの行路差で差が 1~2 dB である (図-10 の C_{D21} と C_{D22})。

(3) 補正項 C_{Cn} の検討

補正項 C_{Cn} の導出の詳細は文献 8 で報告しているので、本論文ではその定義だけを示す。

$$C_{Cn} = \frac{\sum_f \left[\left(\frac{W_{f2n}}{W_{OA2n}} \right) \int_{-\infty}^{\infty} g_f(t) dt \right]}{\sum_f \left[\left(\frac{W_{f1n}}{W_{OA1n}} \right) \int_{-\infty}^{\infty} g_f(t) dt \right]}$$

$$= 10^{(C_{D1n} - C_{D2n})/10} \quad (24)$$

式中のサフィックス 1 は小型車類、同 2 は大型車類、 n は舗装の種類を示す。観測点が指定されれば、壁の遮音による減少は周波数の関数であり、それは車種によらない。しかし、同一舗装上を走行する車両でも音源としての相対的なスペクトル構成が車種によって異なるならば、それに起因する補正項 C_{Cn} が必要になる。なお、図-8 に示すように C_{Cn} は行路差 δ_0 の関数であり、通常舗装と多孔質弾性舗装の C_{Cn} の差は δ_0 に比例して大きくなる。ただ、大型車が 50% と多く、 δ_0 が 4.0 の場合でも、式 (15) の L_{B4n} の値は、通常舗装が多孔質弾性舗装より 1.5 dB 大きい程度である。式 (14) の L_{B3n} の値に比べて小さい。

4.(2) と 4.(3) の結果から、多孔質弾性舗装上に遮音壁を設置した場合に期待される騒音低減量は、乗用車が主体の場合は勿論、大型車が 50% と多い場合にも、通常舗装上に遮音壁を設置した場合のそれと大きく変わらないと判断される。

5. 多孔質弾性舗装の施工による環境基準適合率の改善

3.(2)の式(6)に地域を代表する北九州市内54地点の大型車混入率を代入して得られた騒音低減量を図-11に示す。これより、大型車が混入しても、8dB以上の騒音低減量が、昼間で全地点の87%、夜間で同67%において見込まれる。次に同地点の環境基準値超過量を比較した。図-12に多孔質弾性舗装を施工した場合における、各地点の環境基準値からの超過量を示す。これより、夜間の6地点を除き環境基準に適合していることが認められた。つまり、昼間では28%から100%、夜間では32%から89%まで環境基準適合率が向上している。なお、環境基準に適合しない6地点では、その殆どで超過量が7~11dBと大きい上に、大型車混入率が15~48%と高く、多孔質弾性舗装を施工しても騒音低減量が小さい。また、通常舗装を多孔質弾性舗装に変更することで、図-13に示すように沿道の音環境の改善を大きくはかることができる。環境基準値を6dB以上下回った地点は昼間では63%、夜間では55%になった。

6. まとめ

本研究では、多孔質弾性舗装を施工した場合に、通常舗装からの騒音低減量がどの程度見込まれるかを理論的に計算した。そして、多孔質弾性舗装を導入すれば都市部全域にネットワークされた幹線道路の沿道地域の音環境が都市全体としてどの程度改善されるかについて、北九州市内の主要道路を対象に評価した。本研究で得られた結果をまとめて、以下に示す。

- 1) 通常舗装を多孔質弾性舗装に変更した時の自動車の平均パワーレベルの減少は式(6)で表現される。また、その減少は大型車混入率が10%以下では非常に大きい、10%以上では小さくなる。通常舗装からの騒音低減量の殆どは平均パワーレベルの減少による。
- 2) 多孔質弾性舗装上に遮音壁を設置した場合に期待される騒音低減量は、通常舗装上のそれと大差ない。
- 3) 多孔質弾性舗装を施工した場合、北九州市内の環境基準適合率(点的評価)を昼間では28%から100%、夜間では32%から89%に向上できる。ただ、低減効果は大型車混入率が大きくなるにつれて減少するので、大型車が多く混入する所

では、併せて大型車への対応を考える必要がある。

- 4) 多孔質弾性舗装に変更すれば環境基準値を6dB以上下回る地点が半数を超える。

上記の結果で1)と2)は、北九州市以外の地域でも成立する。一方、3)と4)は北九州市固有の結果である。都市によって交通特性が多少なりとも異なるからである。ただ、これらの結果は、人と物の流れが比較的盛んな(つまり、自動車交通量が多く、大型車混入率が高い)北九州市のような規模の都市にとっても、多孔質弾性舗装の施工は、その課題が克服できれば、沿道地域の音環境を大きく改善できる有力な方法であり、都市全体にわたる沿道地域の音環境保全計画の中枢に据えることができるものであることを示している。

なお、著者らが北九州市に在住し、その土地の道路・交通事情をよく知っていること、騒音・交通関係の詳細なデータが入手できたこと、夜間の交通特性を補完調査する必要があったことなどから、本研究では北九州市を取り上げたが、機会があれば他の都市についても検討したい。

参考文献

- 1) 並河良治：道路の低騒音化の取り組み、騒音制御、Vol. 27, No. 6, pp. 412-417, 2003.
- 2) 大西博文 明嵐政司 南里吉輝 高木興一：多孔質弾性舗装の自動車走行騒音低減効果、騒音制御、Vol. 1. 24, No. 1, pp. 68-76, 2000.
- 3) 北九州市自動車公害対策推進協議会：北九州市自動車公害対策基本計画に係る進捗状況等報告書、2004.
- 4) 北九州市環境局環境保全部：主要道路自動車交通騒音調査報告書(昭和62年度~平成7年度)、1997.
- 5) 渡辺義則・隈清吾・許斐敬史・寺町賢一・浦英樹：小型の低騒音車導入と排水性舗装の施工による道路交通騒音の環境基準達成率の改善について—北九州市を対象として—、環境システム研究論文集、Vol. 29, pp. 355-360, 2001.
- 6) 北九州市環境局環境保全部：自動車交通騒音重点地区調査、1997.
- 7) 日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会：道路交通騒音の予測モデル“ASJモデル1998”、日本音響学会誌55巻4号、pp. 281-324, 1999.
- 8) 渡辺義則・隈清悟・寺町賢一・浦英樹・植田剛平：舗装の違いを考慮可能な道路騒音の等価騒音レベルの簡易計算法について、土木計画学研究・論文集、Vol. 19, No. 2, pp. 245-253, 2002.
- 9) 渡辺義則・許斐敬史・高村貴洋：車道端部に設置した低い壁の減音量の計算方法と対策としての有効性について、土木計画学研究・論文集No. 16, pp. 357-363, 1999.
- 10) 渡辺義則・喜州淳哉：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、Vol. 25No. 3, pp. 9-16, 1990.

THE REDUCTION OF THE ROAD TRAFFIC NOISE BY THE CONSTRUCTION OF
THE POROUS ELASTIC PAVEMENT FOR THE KITAKYUSHU CITY

Yoshinori WATANABE , Kenichi TERAMACHI , Hiroaki MINOMO , Hideki URA
and Takafumi TOYAMA

The reduction of the road traffic noise by the construction of the porous elasticity pavement was estimated theoretically. Then, the improvement of rate for meeting environmental quality standard of the road traffic noise for the Kitakyushu City was examined. The results are shown in the following. 1) The decrease of the average power level of small-sized motor vehicle and large-sized one in changing the usual pavement for the porous elasticity pavement is large. 2) On the other hand, the change of sound spectrum does not contribute much to the noise reduction. That is, the noise reduction in installing barrier on the porous elasticity pavement is equivalent to it on the usual pavement. 3) The noise reduction by the construction of the porous elasticity pavement is large. Most site of arterial road in the Kitakyushu City suits the environmental standard of road traffic noise. 4) However, the noise reduction decreases in proportion to commercial vehicles ratio. It is necessary to consider the countermeasure to the large-sized motor vehicles for the case in which there are many large-sized ones.