

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—

渡辺義則¹・隈清悟²・許斐敬史³・寺町賢一⁴・浦英樹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 北九州市戸畑区仙水町1-1)

²学生員 九州工業大学 工学研究科設計生産工学専攻博士前期課程

³正会員 工修 福岡市役所 (〒810-8620 福岡市中央区天神1-8-1)

⁴正会員 工博 九州工業大学講師 工学部建設社会工学科

⁵正会員 九州工業大学 工学部建設社会工学科

都市部においては自動車の騒音に係わる環境基準の達成率が依然低い状態にある。それゆえ本研究では、道路からの距離や高さによらず有効な音源の段階での対策を施した場合に、減音量がどの程度見込まれ、達成率の向上がどの程度はかれるのかについて、北九州市内の主要道路を対象に検討した。なおここでは、実現性が高いと思われる2種類の対策、排水性舗装の施工と電気自動車等の低騒音車(小型)の導入を取り上げた。その結果、通常より骨材粒径が小さい5~10mmで排水性舗装を施工し、小型の低騒音車を導入すると、環境基準達成率は昼間で28から87%、夜間で32から69%、両時間帯で24から67%と著しく向上することが認められた

Key Words : noise annoyance, environmental quality standard, noise abatement, low-noise vehicle, drainage asphalt pavement

1. はじめに

自動車騒音公害への対応策を検討することは現在でも緊急の課題である。その評価法に自動車の騒音に係わる環境基準があるが、都市部幹線道路近傍において環境基準の達成率は依然低い状態にある。環境基準達成率を向上するには自動車単体、交通流、道路構造への対策、遮音壁の設置、そして、沿道の土地利用の変更など様々なものが考えられる。その中でも、道路からの距離や高さによらず有効なのは自動車単体などの音源の段階での対策である。また、これにより他の対策への負荷をできるだけ低減しておくという意味もある。

それゆえ本研究では、音源の段階での対策を施した場合に、減音量がどの程度見込まれ、そして、環境基準達成率の向上がどの程度はかれるのかについて、北九州市内の主要道路を対象に検討した。音源対策といっても様々なものが考えられるが、

本研究では、現在盛んに施工されている排水性舗装と、低公害車の大量普及を促進する必要性が叫ばれている¹⁾ことを勘案して電気自動車等の低騒音車(小型)の導入を取り上げた。なお、排水性舗装(通常骨材粒径使用)を施工した時の減音量、電気自動車(あるいは、エンジン系の音を削減して電気自動車と同等の音の大きさを持つ車)等の低騒音車の導入による減音量については文献2,3で既に報告しているので、その結果を利用した。

2. 北九州市における環境基準達成の状況

(1) 北九州市の概要

本研究で対象とした北九州市は人口101.6万人、面積483km²、人口密度2103人/km²(平成9年)の政令指定都市である⁴⁾。そして、就業者数は51.1

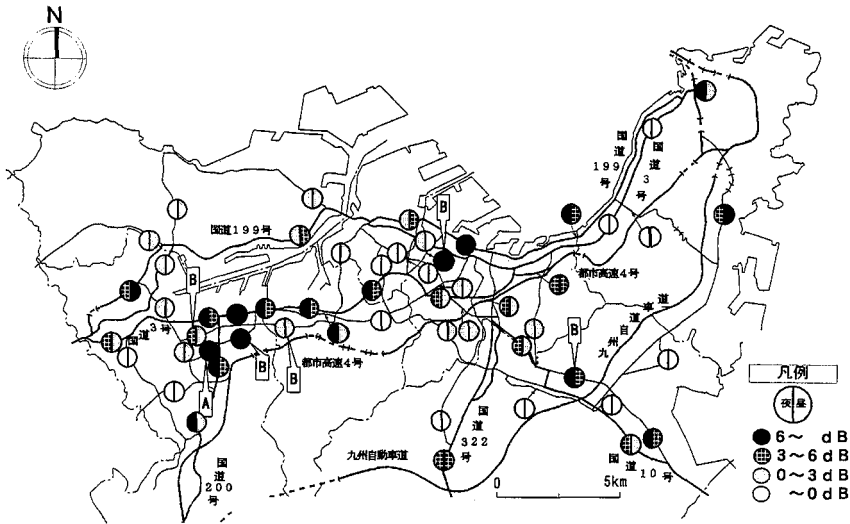


図-1 北九州市内 54 地点における環境基準超過量

万人、その産業別割合(平成 8 年)は第 2 次 26.4%、第 3 次 73.6%、商業の従業者数(平成 9 年)は 10.7 万人である。また、現行の用途地域は平成 4 年の都市計画法と建築基準法の改正により 12 に区分されている。用途地域別指定面積の割合を住居専用地域、住居地域、商業地域、工業地域別にまとめると、それぞれ 34.4%、26.8%、10.0%、28.8%であり、他の政令指定都市に比べて工業地域の割合が高い。自動車の保有台数(平成 9 年)は 55 万台、その車種別構成比は乗用車 57%、軽自動車 28%、貨物車 12%、その他 3%である。また、主要幹線道路の中で一般国道の全日の交通量は 2.5~6.5 万台、昼間の 12 時間交通量が 1 万台を超える地点が 65% (106 地点：平成 9 年全国道路交通情勢調査)に及ぶ。

(2) 調査方法

平成 11 年 4 月 1 日に施行された新たな環境基準値(等価騒音レベルで表示)を表-1, 2 に示す。道路に面する地域の基準値は表に示すように地域、時間、車線数によって区分されている。なお、同表で A 地域は専ら住居の用に供される地域、B 地域は主として住居の用に供される地域、そして、C 地域は相当数の住居と併せて商業、工業等の用に供される地域である。昼間は午前 6 時から午後 10 時まで、夜間は午後 10 時から翌日の午前 6 時までである。また、幹線交通を担う道路に近接する

表-1 道路に面する地域の環境基準値

地域の区分	基準値	
	昼間	夜間
A 地域のうち 2 車線以上の車線を有する道路に面する地域	60 dB 以下	55 dB 以下
B 地域のうち 2 車線以上の車線を有する道路に面する地域及び C 地域のうち車線を有する道路に面する地域	65 dB 以下	60 dB 以下

表-2 幹線交通を担う道路に近接する空間

基準値	
昼間	夜間
70 dB 以下	65 dB 以下
(備考) 個別の住居等において騒音の影響を受けやすい面の窓を主として閉めた生活が営まれていると認められるときは、屋内へ透過する騒音に係る基準(昼間にあっては 45 dB 以下、夜間にあっては 40 dB 以下)によることができる。	

空間については、表-2 に示す特例が認められている。

一方、環境基準値と比較する資料としては、北

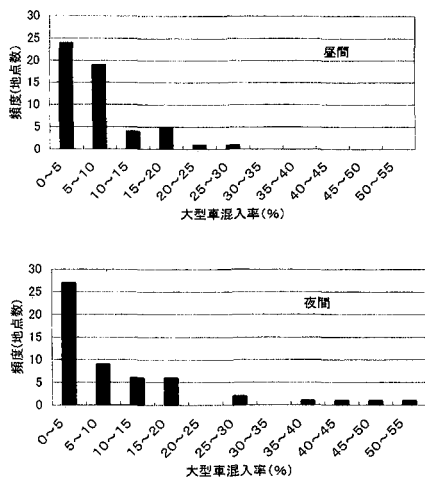


図-2 北九州市内54地点における大型車混入率の分布

九州市内の主要道路の自動車騒音を調査した報告書⁶⁾の平成5～7年のデータを用いた。そこには、一時間毎に等価騒音レベルの実測値が記載されているので、これを昼間と夜間の時間区分別にパワー平均した。これにより北九州市内の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)についての、等価騒音レベルの実測値が昼間と夜間に得られ、これを基に環境基準達成の状況を調べる。

(3) 環境基準達成の現状

北九州市内の道路網全体に配置された54地点について、環境基準を達成している地点、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図-1に示す。図中“A,B”の基準値には表-1のA,B地域に対応する値を、その他の基準値には表-2の昼間：70dB以下、夜間：65dB以下を使用した。図-1より両方の時間区分ともに環境基準を達成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。また、超過量については6dB以下の地点が、昼間で61%、夜間で39%である。従って、6dBの騒音低減が図られれば、昼間で89%、夜間で71%の地点で環境基準を達成可能となる。

対策の中には大型車混入率によって、期待される減音量が異なる場合がある。それ故、文献6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-2に示す。これより、昼間の大型車混入率は10%以下が約8割を占め、最大で26%である。また、夜間

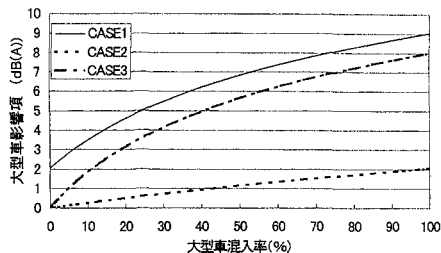


図-3 低騒音車の導入と大型車影響項

の大型車混入率は昼間より大きい傾向にある。

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。なお、文献7に記載されている平均走行速度(夜間)と法定速度を比較すると、

- 1) 走行速度と法定速度の間には相関性がない。
- 2) 走行速度の平均値は56km/h、標準偏差は6.0km/hである。

3. 各種音源対策で期待される減音量

(1) 小型の低騒音車導入とその減音量

自動車の平均パワーレベル(PWL)は式(1)～(4)で表される。ケース1は低騒音の車が普及していない場合を示す⁸⁾。一方、ケース2は全て低騒音の車に換えた場合、ケース3は乗用車・小型車・中型車のうち車両総重量6tf(最大積載量2tf)以下の車を低騒音の車に換えた場合を示す²⁾。なお、ケース2,3の式は推定したものであり²⁾、実測から求めたものではない。

$$PWL=0.2V+84+FA_I \quad (1)$$

V：自動車の平均速度 (km/h)

A：大型車混入率

FA_I：大型車影響項

I：ケース

$$(\text{ケース 1}) \quad FA_1=10\log(1.6(1-A)+8A) \quad (2)$$

$$(\text{ケース 2}) \quad FA_2=10\log((1-A)+1.6A) \quad (3)$$

$$(\text{ケース 3}) \quad FA_3=10\log((1-A)+6.3A) \quad (4)$$

式(2)～(4)の計算値を図-3に示す。ケース1との差が現状からの減音量である。

ここでは、乗用車や小型車(1.5tf以下)等の小型の低騒音車は既に開発使用されていることを考慮して、ケース3について検討する。図-3から現状からの減音量は大型車混入率の関数である。そこで、北九州市内の54地点の昼間と夜間の大型車混入率から、各地点毎に減音量を算出した結果、減音量の範囲、平均値、標準偏差は昼間で1.4～2.0、1.8、0.2、夜

表-3 排水性舗装の施工による減音量の回帰式

車種	回帰式	相関 係数	データ数
HEAVY TRUCK	$R_1=0.030V+0.84$	0.715	8
LIGHT TRUCK	$R_2=2.96$	—	8
CAR	$R_3=0.042V-0.12$	0.934	8

表-4 骨材粒径を小さくした場合の騒音低減量

	乗用車	小型 貨物車	大型 貨物車
平均値	2.6	1.2	2.0
標準偏差	0.7	0.8	0.9
データ数	10	10	10

注) 単位はdB, 標準偏差は不偏分散から算出

表-5 車種毎の差に関する統計的検定

	$ Z $	$ t_{\alpha}(m) $
① 小型貨物車と大型貨物車	2.06	$ t_{0.005}(10) =3.58$
② 乗用車と小・大貨物車	3.22	$ t_{0.005}(24) =3.09$

注) ②の帰無仮説: 乗用車と貨物車の騒音低減量に差はない。 $|Z|$ は検定に使用した統計量の実現値。 $t_{\alpha}(m)$ はt分布表において自由度m、有意水準 α に対応する値(両側検定)。

間で1.2~2.0、1.7、0.2dBであった。

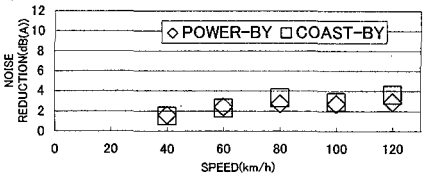
これでは環境基準達成状況は、昼間で28から48%、夜間で32から44%、両時間帯で24から43%しか改善できず、乗用車・小型車・中型車(最大積載量2t以下)の低騒音車の導入はあまり有効でない。

(2) 排水性舗装の施工による減音量

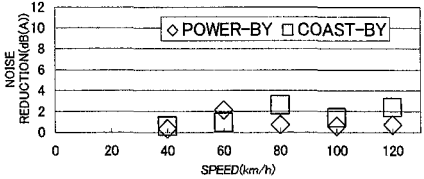
a) 骨材粒径 10~13mm の場合

排水性舗装では、通常、粒径 10~13mm の骨材が使用されている。この排水性舗装を施工した時、通常舗装(密粒アスファルト舗装)からどの程度減音するかについては、既に文献 3 で以下のことを報告している。

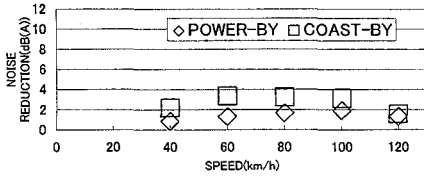
- ① 排水性舗装の施工による減音量は表-3 の回帰式の様に表せる。
- ② 走行状態(定常、惰行)による差は極めて小さい。



a) CAR



b) LIGHT TRUCK



c) HEAVY TRUCK

図-4 骨材粒径を小さくした場合の騒音低減量

本研究で対象としているのは、自動車の停止、加速などによる騒音レベル変動の無い都市内幹線道路沿いの地点であり、そこでの平均走行速度はほぼ 40~60 km/h である。表-3 では減音量は車種と速度の関数であるが、減音量の差は小さく、この速度範囲で全車種について平均すれば 2.4dB(A)であった。なお、文献 9 の式から算出した値と差が殆どないことも確認した。

つまり、実用的には、走行速度 40~60km/h では車種(小型車類、大型車類)及び走行状態(定常、惰行)によらず、排水性舗装は通常舗装より 2.4dB(A)ほど減音すると仮定して良い。

b) 骨材粒径 5~10mm の場合

次に、排水性舗装で骨材粒径を 5~10mm と小さくした場合に、通常の骨材粒径のものからどの程度減音するかについて、文献10を基に検討した結果を図-4に示す。

この図から骨材粒径を小さくすることによる減音量は、速度(40km/h ではやや小さい傾向にあるが)及び走行状態(定常、惰行)による差はないと仮定し、更に、車種による差があるか否かを統計的に検定した。表-4に乗用車と貨物車の減音量

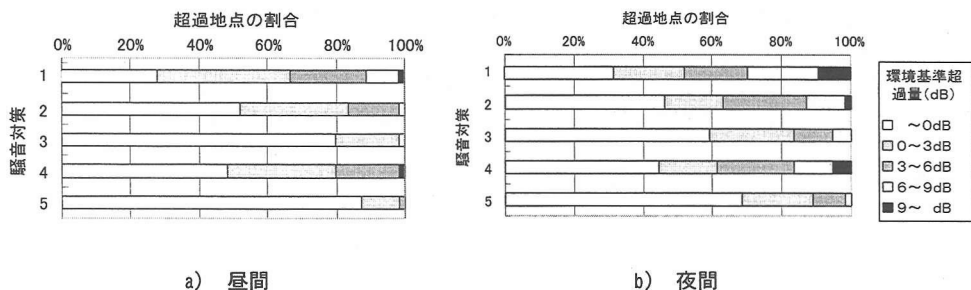


図-5 各種対策と環境基準超過地点の割合

の平均値、標準偏差を、表-5に車種毎の差に関して統計的に検定した結果を示す。これより、

① 大型と小型貨物車では有意水準 0.5%で有意な差がないと判定される。

② 乗用車と貨物車ではあると判定される。

しかし、実用的には車種による差がないと取り扱っても、大きな誤りではないと思われ、その減音量は全部の平均値 2.0 dB(A)、標準偏差 0.9 dB(A) である。

つまり、実用的には、車種（小型車類、大型車類）及び走行状態（定常、惰行）によらず、排水性舗装（骨材粒径 5~10mm と小さくした）は通常舗装より 4.4 dB(A) ほど減音すると仮定して良い。

(3) 小型の低騒音車導入と排水性舗装施工による減音量

前述のように、本研究で取り扱う範囲では、排水性舗装施工による減音量の大きさは車種によらない。また、走行状態にもよらないので、小型の低騒音車の騒音（惰行走行時の騒音に近い²⁾）にも同程度の減音量が期待できる。つまり、以下の様に考えても、大きな間違いではないと考える。

- a) 小型の低騒音車を導入し、かつ、通常使用されている骨材粒径 10~13mm の排水性舗装を施工した場合には、図-3 よりも 2.4 dB(A) 減音量が増える。
- b) 小型の低騒音車を導入し、かつ、骨材粒径を 5~10mm と小さくした場合には、図-3 よりも 4.4 dB(A) 減音量が増える。

4. 各種音源対策による環境基準達成率の改善

対策の効果（減音量）が大型車混入率には無関係のものもあるし、それに依存するものもある。従って、ここでは各測点毎・時間帯別に減音量を計算して、環境基準達成率の変化を見た。その結

果を図-5 に示す。図中の騒音対策の番号は、1:現状、2:骨材粒径 10~13mm の排水性舗装を施工した場合、3:同じく骨材粒径 5~10mm の場合、4:小型の低騒音車を導入した場合、5:小型の低騒音車を導入し、骨材粒径 5~10mm で排水性舗装を施工した場合をそれぞれ示す。これから、以下のことが認められる。

a) 骨材粒径を 5~10mm と小さくした排水性舗装を施工すべきである。すると、環境基準達成状況を、昼間で 28 から 80%、夜間で 32 から 59%、両時間帯で 24 から 59% へ改善できる。

b) 乗用車・小型車・中型車（最大積載量 2t 以下）の低騒音車の導入はそれに比べあまり有効ではない。これにより環境基準達成状況は、昼間で 28 から 48%、夜間で 32 から 44%、両時間帯で 24 から 43% しか改善できない。なお、改善の程度は大型車混入率に関係する。

c) もし、上記 1) と 2) の対策を組み合わせると、環境基準達成の状況を、昼間で 28 から 87%、夜間で 32 から 69%、両時間帯で 24 から 67% へ改善できる。

また、対策による環境基準達成状況の変化を、地点の違いという視点から、少し詳しく述べる。なお、その根拠となる図は多くなるので割愛する。

まず、時間帯が昼間については、

a) 番号 3 の対策により、一般国道（幹線交通を担う）でも騒音レベルの極めて大きい地点と、道路に面する地域（A, B 地域）の一部の地点を除いて、環境基準を達成できる。

b) 番号 4 の対策では、一般国道に比べて騒音レベルの小さい主要地方道・一般県道・一般市道沿いの地点を中心に、環境基準を達成できる。

c) 番号 5 の対策では、環境基準を達成できる地点が、若干ではあるが番号 3 の対策を施した時より増える。

次に、時間帯が夜間については、

- a) 環境基準値が昼間より 5dB 厳しいことが一因で、同じ対策を施しても環境基準達成率が悪い。
- b) 番号 3 の対策では、一般国道（特に、本州と福岡市を結び、夜間でも交通量の多い国道 3 号）沿いの地点で、また、道路に面する地域の地点で環境基準を達成できない。
- c) 番号 5 による対策により、国道 3 号線沿いの一部の地点で、環境基準を達成できる。

5. まとめ

本研究では、音源の段階での対策として、排水性舗装の施工と小型の低騒音車の導入という 2 種類の対策を施した場合に、減音量がどの程度見込まれ、そして、環境基準達成率の向上がどの程度はかれるのかについて、北九州市内の主要道路を対象に検討した。

本研究で得られた結果をまとめて、以下に示す。

- 1) 排水性舗装は、通常より小さい骨材粒径 5~10mm で施工すべきである。すると、車種、速度、走行状態（定常、惰行）によらず、通常舗装から 4.4dB(A) の減音量が見込まれる。そして、これにより環境基準達成率を、昼間で 28 から 80%、夜間で 32 から 59%、両時間帯で 24 から 59% へと改善できる。
- 2) 小型の低騒音車の導入による減音量は大型車混入率に依存し、かつ、あまり大きくはない。環境基準達成率は昼間で 48%、夜間で 44%、両時間帯で 43% である。
- 3) もし、上記の対策を組み合わせると、環境基準達成率は昼間で 87%、夜間で 69%、両時間帯で 67% となり、北九州市内の道路網全体に配置され

た地点の約 7 割が両時間帯で環境基準を満たすことになる。

参考文献

- 1) 奥村康博：「騒音の評価手法等の在り方について」の中央環境審議会答申について、騒音制御，Vol. 22 No. 4, 1998.
- 2) 渡辺義則・出口忠義：電気自動車等の低騒音の車両導入による道路交通騒音の減少について，土木計画学研究・論文集，NO. 13, 1996.
- 3) 渡辺義則・出口忠義：幹線道路近傍の騒音を音源対策から改善できる可能性の定量的検討，環境システム研究，Vol. 24, 1996.
- 4) 北九州市環境局環境管理課：北九州市自動車公害対策第三次中期計画，2000.
- 5) 環境庁：「騒音に係わる環境基準について」の環境庁告示について，1998.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) 清水博，足立義雄，辻靖三，根本守：道路環境，山海堂，1987.
- 9) 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，1999.
- 10) 明嵐政司・仲柴二三夫・長谷部正基：排水性舗装の騒音低減効果の改善に関する研究，交通工学，Vol. 30 No. 5, 1995.

IMPROVEMENT OF RATE FOR MEETING ENVIRONMENTAL QUALITY STANDARDS OF ROAD TRAFFIC NOISE BY SMALL LOW-NOISE CARS AND DRAINAGE PAVEMENT

Yoshinori WATANABE, Shingo KUMA, Takahumi KONOMI,
Kenichi TERAMACHI and Hideki URA

In the arterial road, achievement ratio of environmental standard of road traffic noise is low. In the various noise reduction, countermeasure to sound source is effective regardless of distance and height from the road. Therefore, noise reduction quantity and the improvement of achievement ratio according to sound source countermeasure was examined for the Kitakyushu City. Still, introduction of small low-noise cars and construction of drainage pavement were taken up as countermeasures. By constructing drainage pavement of small aggregate grain diameter and introducing small low-noise cars, rate for meeting environmental quality standards were improved from 28 with 87% in the daytime, and it was improved from 32 with 69% in the night.