

道路交通騒音の防止技術

金 安 公 造*

まえがき

近年の著しいモータリゼーションの進展に伴い、自動車的高速化・大量化・重量化と、わが国の土地利用の過密化とあいまって、騒音、振動、大気汚染などのいわゆる交通公害が社会的に大きな問題となってきた。

とりわけ道路交通騒音については、昭和46年5月、公害対策基本法第9条に基づいて「騒音に係る環境基準」が定められ、その中で「道路に面する地域の基準値」も定められた。

環境基準にも示されているように、この基準を達成するためには、自動車、道路、都市、交通等についての総合的な施策の推進が必要である。

本文では、はじめに道路交通騒音の防止対策の目標となる基準値について述べ、以下、道路構造の面からの防止技術について述べる。

道路交通騒音の発生と伝搬における現象の理論的説明および防止技術については、比較的、最近に研究が行なわれた課題であり、必ずしも十分な解決が得られていない。したがって、本文で述べていることについても、今後の調査研究によって補足されることもあるということ、あらかじめお断りしておきたい。

1. 対策の目標となる基準値

道路交通騒音の防止対策をたてる場合、目標となる基準値の設定が問題となる。

騒音の基準値としては、「騒音に係る環境基準」により、一般地域については表一1、道路に面する地域については表二2のように定められている。ここで、表二2の値が適用されるのは道路沿道のすべてではなく、一般地域のAA地域に存する道路に面する地域およびA地域のうち2車線に満たない道路に面する地域は、表一1の値が適用される。

また、騒音規制法第17条に基づく、いわゆる要請基準として、表三3が定められている。

表一1 一般地域の環境基準値

地域の類型	時間区分			該当地域
	昼間	朝夕	夜間	
AA	45ホン(A)以下	40ホン(A)以下	35ホン(A)以下	環境基準に係る水域および地域の指定権限の委任に関する政令(昭和46年政令第159号)第2号の規定に基づき都道府県知事が地域の区分ごとに指定する地域
A	50ホン(A)以下	45ホン(A)以下	40ホン(A)以下	
B	60ホン(A)以下	55ホン(A)以下	50ホン(A)以下	

注：① AAをあてはめる地域は療養施設が集合して設置される地域などとともに静穏を要する地域とすること。
 ② Aをはてはめる地域は主として住居の用に供される地域とすること。
 ③ Bをはてはめる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とすること。

表二2 道路に面する地域の環境基準値

地域の区分	時間区分		
	昼間	朝夕	夜間
A地域のうち2車線を有する道路に面する地域	55ホン(A)以下	50ホン(A)以下	45ホン(A)以下
A地域のうち2車線を越える車線を有する道路に面する地域	60ホン(A)以下	55ホン(A)以下	50ホン(A)以下
B地域のうち2車線以下の車線を有する道路に面する地域	65ホン(A)以下	60ホン(A)以下	55ホン(A)以下
B地域のうち2車線を越える車線を有する道路に面する地域	65ホン(A)以下	65ホン(A)以下	60ホン(A)以下

備考：車線とは一縦列の自動車安全かつ円滑に走行するために必要な一定の幅員を有する帯状の車道部分をいう。

表三3 要請基準

区域の区分	時間区分		
	昼間	朝・夕	夜間
1 第一種区域のうち1車線を有する道路に面する区域	55ホン	50ホン	45ホン
2 第二種区域のうち1車線を有する道路に面する区域	60ホン	55ホン	50ホン
3 第一種区域および第二種区域のうち2車線を有する道路に面する区域	70ホン	65ホン	55ホン
4 第一種区域および第二種区域のうち2車線をこえる車線を有する区域	75ホン	70ホン	60ホン
5 第三種区域および第四種区域のうち1車線を有する道路に面する区域	70ホン	65ホン	60ホン
6 第三種区域および第四種区域のうち2車線を有する道路に面する区域	75ホン	70ホン	65ホン
7 第三種区域および第四種区域のうち2車線をこえる車線を有する道路に面する区域	80ホン	75ホン	65ホン

環境基準は「維持されることが望ましい基準」であるのに対して、要請基準は「都道府県知事は、…中略…道路周辺的生活環境が著しくそこなわれると認めるときは、都道府県公害委員会に対し、道路交通法の規定による措置をとるべきことを要請するものとする」などとさ

* 正会員 建設省土木研究所千葉支所 道路部交通環境研究室長

れているので、基準値としては環境基準の基準値がきびかくなっている。

2. 発生における騒音問題と防止技術

(1) 自動車騒音の規制値

道路交通騒音の音源は、自動車であることは明白である。自動車騒音はエンジン音を主体とする機関音とタイヤ音を主体とする走行音に大別される。

自動車騒音については、「道路運送車両の保安基準」(運輸省令)によって、表—4 のように定められている。

表—4 自動車騒音の規制値
(昭和45年12月・運輸省令)

自動車の種類		騒音の大きさ		
		定常走行騒音 および排気騒音	加速走行騒音	
旧	全車一律	85	規制なし	
現 行	乗用車	普通 小型 軽	ホン(A) 70 84	
	トラック	車両総重量 3.5t 以下	74	85
		3.5t 以上で原動機最高出力 200ps 以下	78	89
		3.5t 以上で 200ps 以上	80	92
	小型二輪車	74	86	
	軽二輪車	74	84	
	第一種原付自転車	70	80	
第二種原付自転車	70	82		

この値はほぼ ISO (国際標準化機構) の規格に見合うものであるが、イギリスでは長期計画のもとに、この値の低減を検討している。わが国においても道路交通騒音防止の第一段階として、この規制値の低減に努力することを道路側の立場から自動車関係者に強く要望したい。

この点に関しては、本年4月、中央公害対策審議会に、環境庁長官から「自動車騒音の許容限度の長期的設定方針について」諮問があり、自動車騒音専門委員会がこの問題の検討を始めることとなったことは、「音のマスター法」制定として、好ましいことである。

(2) タイヤ騒音

自動車騒音は大型車では約 70 km/h、乗用車では約 50 km/h 以上の速度となると、機関音よりも走行音が卓越してくる。

走行音のうちのおもな要素としては、タイヤのパターンあるいはタイヤの構造によるものと、走行する路面の性状によるものがある。

このうち、タイヤに関するものについては、必ずしも十分に解明されていないが、無響室内のドラム型試験機での実験結果¹⁾によると、パターンについてはラグ型が

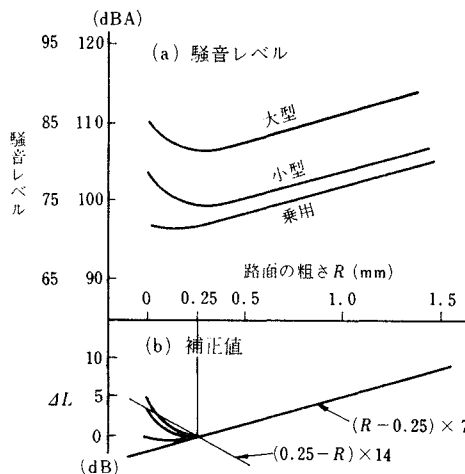
リブ型よりも高く、たとえば速度 80 km/h 相当のトラック・バス用タイヤでは、ラグ型がリブ型よりも約 10 dB (A) 高い。また、構造的にはスノータイヤはラグ型なみであり、ラジアルタイヤはリブ型よりもいくらか低い。ラグ型タイヤは、騒音で一番問題の多い大型トラック・バスに多く用いられており、今後は、騒音防止の立場から、リブ型タイヤあるいはラジアル構造のタイヤの積極的な使用が望まれる。

(3) 路面性状と騒音レベル

路面の粗さと騒音レベルの関係は、図—1 のように求められている²⁾。粗さの指数 0.25 を境界として、粗くなると騒音レベルが大きくなるのは当然であるが、逆になめらかになっても大きくなる。これは、前述のタイヤのパターンと関係しているからである。

この結果、粗さによるパワーレベルの補正值としては、おおむね表—5 の値が参考となる。

安全性・走行性との関連をも十分に考慮する必要があるが、騒音防止対策上は、一般的に粗さの指数 0.1~0.4 程度の舗装を選定することが望ましい。



図—1 路面粗さと騒音レベルおよび同補正值

表—5 舗装種と補正值

粗さの指数 (R)	該 当 路 面	補正值 (dPWL _r)
0.05 以下	シリカサンドアスファルト、デッキシール	+3
0.05~0.4	密粒式アスコン、ギャップ式の密なもの	0
0.4~0.7	ギャップ式アスコン、セメントコンクリート	+2
0.7~1.0	ギャップ式の粗なもの、すりへったグース	+4
1.0~1.3	グースアスファルト、浅い模様つき	+6
1.3 以上	模様つき、横溝つき	+8

3. 伝搬における騒音問題と防止技術

騒音の伝搬には、道路構造、沿道周辺条件、温湿度、気象などの条件が関係している。このうち、道路構造に

関連した事項について以下に述べる。

(1) 平面道路

一般に自動車を無指向性の点音源と仮定し、地面を平坦で音響的な反射体とみなし、多数車両が1列等間隔で走行する場合、騒音レベルの中央値は次式で求めることができる。

$$L_M = PW\bar{L} + 10 \log_{10} \left(\frac{1}{2dl} \tanh 2\pi \frac{l}{d} \right) \dots (1)$$

ここに、

L_M : 騒音レベルの中央値 (dB (A))

$PW\bar{L}$: 自動車の平均パワーレベル (dB (A))

$$: 0.2V + 84 + 10 \log_{10}(a_1 + 2a_2 + 10a_3)$$

.....(2)

ここに、

a_1, a_2, a_3 はそれぞれ乗用車類、小型車類、大型車類の混入割合で $a_1 + a_2 + a_3 = 1.00$

V : 平均走行速度 (km/h)

l : 音源から受音点までの距離 (m)

d : 車頭間隔 (m)

式(1)は、近似的に

$l/d > 1/4$ のときは

$$L_M \approx PW\bar{L} - 33 + 10 \log_{10} \frac{N}{V} - 10 \log_{10} l \dots (3)$$

$l/d < 1/10$ のときは

$$L_M' \approx PW\bar{L} - 55 + 20 \log_{10} \frac{N}{V} \dots (4)$$

で表わされる。ここで、 N は交通量(台/h)である。

式(1)で計算した値と実測値は、路肩近くではかなりよく一致しているが、道路から離れるにしたがって、実測値のほうが計算値よりも小さくなる傾向にある。このことは、式(1)による計算値で対策をたてることは、安全側であることを意味している。

したがって、計画道路の場合は式(1)または、式(3)あるいは式(4)から計算した騒音レベルの中央値が、また既設道路の場合は実測結果から求めた騒音レベルの中央値が、対象としている地点で設定された目標値をこえている場合には、なんらかの防止対策が必要となる。

この場合

- ① 距離による減衰を利用すること
- ② 遮蔽物を利用すること

などの対策が考えられる。

式(3)によれば、地表面などの減衰がない場合には、理論的には線音源の減衰となり、距離が2倍となれば約3dB、10倍となれば10dBの減衰となる。

(2) 遮音壁による防止対策

a) 障壁による減音量の求め方

遮音壁のような障壁による減音効果については、前川の実験的研究が利用でき、減音量 ΔL は次式で求めることができる³⁾。

$$\Delta L = 10 \log_{10} \left(0.2 + \frac{2\delta}{\lambda} \right) + 12 \dots (5)$$

ここで、

δ : 音の行路差、図-2において(A+B)-C

λ : 波長 (m) = 音速 (m/sec) / 周波数 (Hz)

また、式(5)について、地面反射および複数音源による修正値を考慮して減音量 ΔL_T を求め、次式となる。

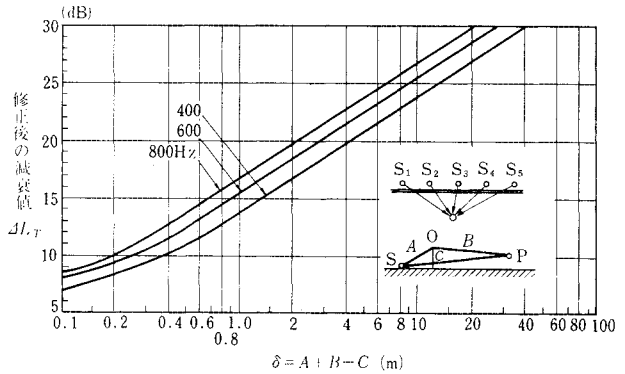


図-2 道路交通騒音の塀による減衰値

$$\Delta L_T = 10 \log_{10} \left(0.2 + \frac{2\delta}{\lambda} \right) + 9 \dots (6)$$

遮音壁による減音量は、式(6)により、自動車騒音のバンドレベルごとに計算して合成するのが本来の方法であるが、表-6に示す道路の区分によって、代表周波数および音源の地上高を定めて、図-2から求めてもよい。

表-6 代表周波数と音源の高さ

道路の区分	代表周波数 (Hz)	音源の高さ (m)
街路部 (V≒45 km/h)	600	0.4
登坂部1 (V<40 km/h)	400	0.6
登坂部2 (V>40 km/h)	600	0.4
郊外部1 (V≒60 km/h)	600	0.2
郊外部2 (V≒60 km/h)	800	0.2

b) 反射性遮音壁

遮音壁は音響特性から、ほとんど吸音性のないとみなされる反射性のものと、かなりの吸音性のあるものとに大別できる。反射性の壁については、従来から工場騒音等の防音あるいは囲障として用いられていたものが、道路交通騒音防止用として利用されつつある。

材質によって大別すると、次のとおりである。

- ① コンクリート製品類: コンクリートブロック、コンクリート万年塀等

② 鋼板類：鋼板または亜鉛鉄板に合成ゴムを貼り合せたもの等

③ アルミ合金類：高密度ポリエチレンを心材としてアルミ板またはアルミ合金板を面材としたもの等

④ 鉛板類：鉛をベニヤ合板、石こうボード、石綿板等に貼り合せたもの等

遮音壁設置による減音量は音の回折による減衰値と壁体を音が透過するとき生ずる減衰値の和であるから、透過損失 (TL) が大きいほどよい。

しかし、あまり大きくすることは経済性・施工性等に問題があるので、通常は透過損失の値を減衰目標値よりも 5 dB だけ大きめに選んでいる。

図-3 は、周波数と TL の関係を壁材の単位面積あたりの重量別に示したものである。材質によって TL を決める場合の一つのめやすとなる。

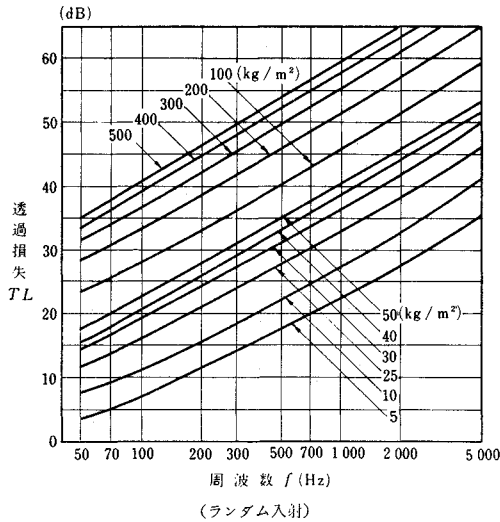


図-3 質量法則による透過損失

c) 吸音性遮音壁

形状、外枠材料、吸音材、吸音機構などについて、実に多種多様なものが製作されている。

構造の概念をモデル的に示すと、図-4 のようであり、各部の概要は次のとおりである。

① 外枠前面：

1) 材質；合成樹脂板，ガラス繊維強化塩化ビニール，亜鉛メッキ焼付塗装鋼板，アルミ合金，アルミ・ポリエチレン積層材，鋼板等がある。

2) 構造；平板に 1 cm 程度の孔を適当な間隔であけたもの，平板にスリット状の横

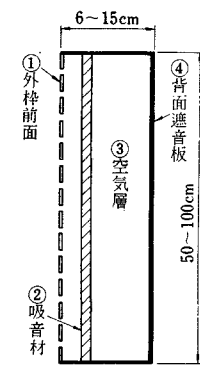


図-4 吸音性遮音壁パネルのモデル図

孔をあけたもの，エキスパンドメタルを用いたものなどがある。

② 吸音材：

1) 材質；ガラスウール，ロックウール，発泡樹脂材料，木毛セメント板，石こうボード，石綿セメント板などがある。

2) 構造；表面防水処理したもの，薄いビニール膜あるいはポリエチレン膜でカバーしたもの等がある。

③ 空気層；低周波域の音を吸音するための層であり，厚みは吸音性と関連がある。

④ 背面遮音板：

1) 材質；①と同様であるが，必要な透過損失が得られる厚みとしている。

このほかにも，前面に多孔質磁器を吸音材として用いて中間に空気層を設け，石綿スレート背面遮音材として用いているものなどもある。

これらの遮音壁は，一般には，長さ 2.00~3.00 m，高さ 0.5~1.0 m のパネルとなっており，H 型鋼の支柱に落し込んで所定の高さの壁を構成する構造のものが多い。

d) 吸音性遮音壁についての考察

吸音性の遮音壁は，最近盛んに試作・開発されつつあるもので，実際の道路での施工例はまだあまり数多くない。実際の現場で壁として組み立てられた場合に，パネル単体の室内実験における音響特性をそのとおり保持することができるかどうか，また，気象条件の非常にきびしいわが国の道路に使用した場合に，外枠・吸音材の耐久性がどの程度であるかなどのデータは，あまりない。

障壁による減音効果は，前述のように回折と透過による減衰の和であり，回折による減衰は 20 dB ぐらいであるので，必要な損過損失は 25 dB 程度である。これには，在来のコンクリート製品類で遮音の役をはたすことができよう。

吸音性のものは，次の場合に反射性のものよりも効果があるといわれている。

- ① 道路の片側に壁を立てたときの反射音を防ぐ場合
- ② N 数 ($2\delta/\lambda$) が大きい場合⁴⁾

鉄道の場合とは異なり，道路の場合は幅員の割合に壁の高さが相対的に低くなり，道路から離れた地点では，図-5 の回折角は小さくなり，吸音性の効果はあまりなくなると考えられる。

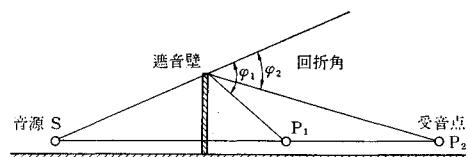


図-5 受音点の位置と回折角の関係

しかし、都市内の高架で比較的幅員の狭い道路にある程度の高さの壁を立てた場合、とくに高架の路面より低い地点に対する回折角は大きくなり、吸音性の効果がある。

(3) 平面でない道路

平面でない道路とは、切土、盛土、高架、堀割等の道路のことをいっている。

このような場合、車道から放射された騒音は、法肩や路肩の部分によって遮えざれることになり、前章の障壁が存在するものと仮定して計算することができる。

図-6 は障壁の仮定法を示したものである。このように仮定した障壁について、式(5)で求めた計算値 $4L$ と実際の道路で測定して得た値または無響室内での模型実験の結果とを比較すると、おおむね次のようである。

切土および盛土については、のり面が吸音性か反射性かによって異なり、吸音性法面の場合は $4L$ の値をそのまま適用することができる。コンクリートや石積みのできたのり面では、反射性と考慮して $4L$ を $0.6 \sim 0.7$ 倍してやる必要がある。しかし、盛土の路肩に壁を立てた場合は、のり面による影響はほとんどない。

高架の場合は、側壁なしの高欄だけの場合は $4L$ の 0.9 倍、片側壁の場合は 0.75 倍ぐらいである。両側壁の場合は車道幅と壁高によって異なるが、 $2 \sim 4$ 車線で壁高が $2 \sim 3$ m では、 $(4L-3) \times 0.7 - 1 = 4L_T \times 0.7 - 1$ である。

堀割は両側壁の壁高がさらに高くなったものと考えることができ、車道幅 20 m で壁高が 7 m くらいとすると、 $(4L-3) \times 0.6 - 4 = 4L_T \times 0.6 - 4$ である。

なお、この値は各壁の内面はすべて反射性としたものであるが、吸音処理を施すことにより吸音性とするならば、より高い減衰が得られる。

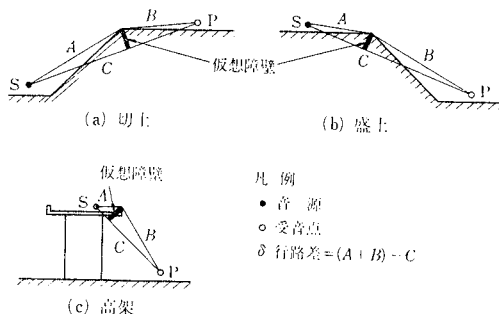


図-6 仮想障壁の考え方

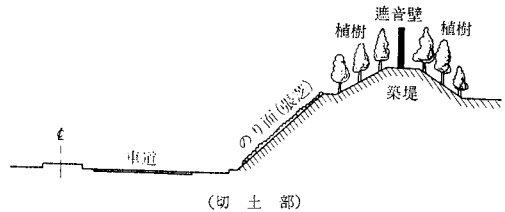


図-7 築堤、植樹、遮音壁の配置例

これらの結果から、地形上あるいは工費の点から、平面でない道路構造をとれる場合は、防音対策として積極的に採用することが望ましい。

(4) 植樹および築堤

一般に、植樹の減音効果はほとんど期待できない。比較的密に植樹され、葉も密であり、下草もかなり生えている場合は、樹帯の幅が 10 m 程度のときは、 $2 \sim 4$ dB (A) の減衰が期待できる。しかし、この値は樹種、植え方、季節などによって異なる。

築堤の減音効果は、仮想障壁を考慮して計算することができる。地方部の道路で路側に余裕がある場合に、図-7 に示すように、築堤、遮音壁、植樹を組み合わせて防音施設を設けることは、騒音以外の環境対策を含めて、非常に効果のある方法である。植樹は遮音壁の圧迫感をやわらげ、また、ドライバーの視覚に緑を与え、壁設置による走行性の低下を、いくぶんでも防ぐことができよう。

あとがき

道路交通騒音の防止技術として、おもに遮音壁の設置と道路構造の改善について述べたが、騒音の発生源となりやすい路面の凹凸、構造物の継手の不良等についても、十分な維持管理を行なうことが必要である。

本文で述べたことのほかにも、道路交通騒音の防止技術としては、交通規制等による交通運用、あるいは受音における建物の配置および開口部の改良等の手法があるが、紙面の都合で触れなかったことを付記して拙稿を終える。

参考文献

- 1) 坂本雅彦：タイヤノイズについて、自動車の振動騒音に関する講習会、自動車技術会、1971年6月、p. 71.
- 2) 金安公造・金泉 昭：交通公害、技術書院、1972年8月、pp. 37-39.
- 3) 金泉 昭：遮音塀の計算、第25回建設省技術研究会講演概要、1971年11月、pp. 78-79.
- 4) 金泉 昭・平野 彰：道路構造と自動車騒音一その2一、土木技術資料 15-1、1972年1月、p. 16 図-2

土木学会投稿の手引き

●土木学会投稿の手引き特別小委員会・編集●
B 5・40 ページ 350 円 (〒 70 円)

1. はじめに
2. 土木学会誌・土木学会論文報告集投稿要項解説
3. 土木学会投稿原稿の書き方
4. 欧文論文のまとめ
5. オフセット用原稿の書きかた、など、付録つき