

都市部幹線道路近傍の自動車騒音に関する環境容量について*

A Study of Environmental Capacity Near Trunk Roads to Meet
the Japanese Environmental Quality Standard for Noise Annoyance*

渡辺義則**・本田明寛***

By Yoshinori WATANABE** and Akihiro HONDA***

1. はじめに

都市部幹線道路近傍で騒音環境基準を遵守可能な環境容量の算出方法の基本的な考え方についてはすでに報告した¹⁾。そこでは車線数、音源と受音点間の距離、対象道路区間の法定最高速度などの要因の変化には対処可能であるものの、乗用車だけで構成される交通流を対象にしておき、その場合に環境基準を遵守可能な乗用車の数の限度(騒音環境容量)を示している。

しかし、現実には対象とする地点の条件は様々である。例えば、環境基準は地域の区分、時間区分、車線数別に与えられるし、大型車混入率も種々異なる。従って、これにどの様に対処するか考えておく必要がある。そこで本研究では、

- 1) 前述の諸要因に対して基本となる状態を定め、その条件下での騒音環境容量を示す。
- 2) 対象とする地点の諸条件への対処方法を示す。
- 3) 適用例として、大型車が混入すれば、あるいは、壁を車道端に設置すれば、自動車騒音の環境基準(B地域)を遵守可能な領域はどの様に変化するかについて検討する。

2. 環境基準を遵守可能な環境容量の算出方法

—交通流が乗用車だけで構成される場合—

(1) 騒音環境容量の算出方法

騒音環境容量を算出する時に使用する式を以下に示す。式(1)(2)は調査から得たものであり¹⁾、同式中の L_{50}^c 、 Leq^c は車両走行速度40Km/h、道路

中心から6m離れた位置での中央値、等価騒音レベルを示す。

$$Y^* = -2.6 + 0.505 \cdot L_{50}^c \quad \dots (1)$$

$$Y^* = -20.5 + 0.731 \cdot Leq^c \quad \dots (2)$$

$$Y^* = 10 \log_{10} Q_{NE} \quad \dots (3)$$

$$Leq = Leq^c + \Delta R \quad \dots (4)$$

$$\Delta R = \Delta f_D - \Delta f_{VS} + C_P \quad \dots (5)$$

$$\Delta f_D = 10 \log_{10} (D/6) \quad \dots (6)$$

$$\Delta f_{VS} = 0.2(V-40) + 10 \log_{10} (40/V) \quad \dots (7)$$

D:音源と観測点間の距離(m)

V:車両の平均速度(km/h)

C_P :騒音対策による減音量(dB(A))

Q_{NE} :騒音に関する乗用車換算交通量(pcu/h)

なお、騒音環境容量は次の手順で求める。

- 1) 式(1)の L_{50}^c に対象とする時間帯の環境基準の値を代入し Y^* を求める。
- 2) その Y^* に対応する等価騒音レベル(Leq^c)を式(2)より求める。
- 3) 対象とする地点における道路・交通・伝播条件で補正する。つまり、 L_{50}^c 、 Leq^c について、音源から観測点までの距離の相違による補正 Δf_D を式(6)、車両走行速度の相違による補正 Δf_{VS} を式(7)に示す要領で行う。この他にも騒音対策によって減音量 C_P が見込まれれば、それを式(5)の ΔR 中で加算する。例えば、壁を設置して遮音による減音量 C_D が見込まれれば、式(5)で $C_P = C_D$ となる。
- 4) 式(4)に示す要領で補正した Leq を式(2)中の Leq^c に代入して、 Leq に対応する Y^* を算出後、 Y^* に対応する乗用車換算交通量(Q_{NE})を式(3)より求める。この値が自動車騒音の環境基準を遵守するために路線が許容できる乗用車の数の限度となる。

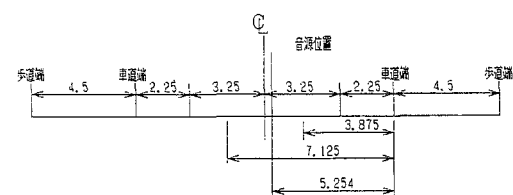
(2) 基本となる条件下での騒音環境容量

本研究でいう基本となる条件とは、直線道路区間、環境基準は65dB(A)、交通流が乗用車だけで構成さ

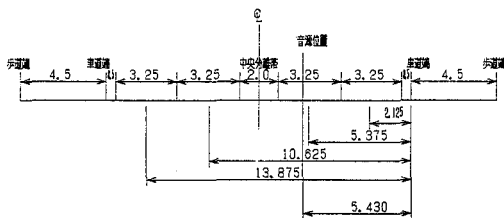
*キーワード: 交通公害、道路計画、環境計画

**正員、工博、九州工業大学工学部設計生産工学科(福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号、TEL 093-884-3108、FAX 093-884-3100)

***オリエンタルコンサルタンツ(福岡県福岡市博多区博多駅前3-10-24、TEL 092-441-6209)

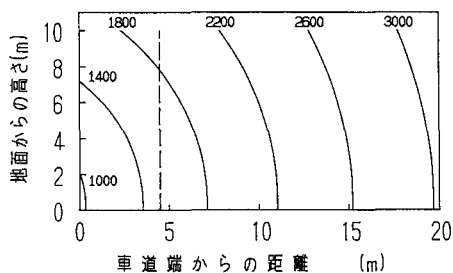


a) 2車線

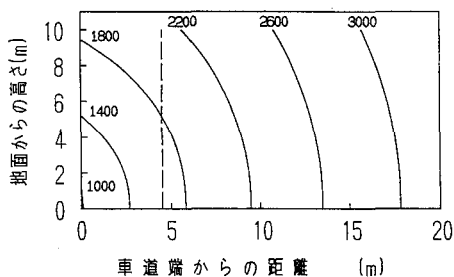


b) 4車線

図一 幹線道路の横断構成と音源位置
(単位: mm)

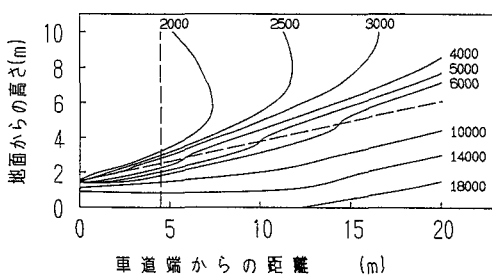


a) 2車線

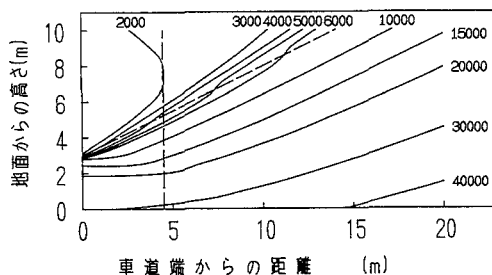


b) 4車線

図二 平面での騒音環境容量 (コンターの単位: pcu/h, 計算条件: 40km/h, 環境基準65dB(A))



a) 2車線で壁の高さ1.5m



b) 4車線で壁の高さ3m

図三 壁を設置した場合の騒音環境容量 (コンターの単位: pcu/h, 計算条件: 40km/h, 環境基準65dB(A))

れ、車両走行速度は40km/h、道路が2車線の場合には、その道路区間は道路構造令に示されている都市部幹線道路2車線で幅員20mの標準横断構成(図一1(a))であり、道路が4車線の場合には、都市部幹線道路4車線で幅員25mのそれ(図一1(b))とする。更に、道路断面は平面または無限長の壁を設置した場合を考える。また、音源はFHWAの方法²⁾に準拠して図一1に示す位置に仮定した。なお、音源の高さは0.3mとした。

平面、2車線、40km/hの騒音環境容量算出結果を図一2(a)に、同じく4車線、40km/hの結果を図一2(b)に示す。図中のコンターはその乗用車換算交通量以下であれば、環境基準が達成されることを意味する。なお、図一2(b)より壁がない場合には歩道端位置(図中の破線)でおよそ1600(pcu/h)を下回る交通量の時に、10、20mの環境施設帯を設置してもそれぞれおよそ2200、3000(pcu/h)を下回る交通量の時に環境基準が遵守可能である。4車線

の道路でこの程度の交通量しか通せない状況は厳しいといわざるを得ない。

次に、車道端に高さ1.5mの無限長の壁を設置した場合の2車線、40km/hの結果を図-3(a)に、同じく高さ3.0m、4車線、40km/hの結果を図-3(b)に示す。これらの図より、壁を設置した場合では、壁が高くなる程大幅な減音効果が得られ、騒音環境容量が大きくなる。

平面(図-2)では ΔR として式(6)の Δf_D を考えるだけでよいが、遮音壁を設置した場合(図-3)には壁を回折することによる減音を加えなければならない。その値は図-4に示す C_D ³⁾から車種別に求めた。 δ は車(音源)が観測点の正面に到着した時の行路差である。なお、 C_D は次式で定義される。ここで、 U_f は音響出力のスペクトルの重み(相対レベル)で、 U_{0A} はオーバーオールでのそれである³⁾。

$$C_D = -U_{0A} + 10 \log_{10} \left(\sum_f 10^{(U_f + C_D f) / 10} \right) \quad \dots (8)$$

$$C_{Df} = 10 \log_{10} B_{1f}$$

$$B_{1f} = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} 10^{(SPL_f(t) - \Delta L(t)) / 10} dt}{\int_{-\infty}^{\infty} 10^{SPL_f(t) / 10} dt}$$

$$= \frac{\int_{-\infty}^{\infty} 10^{(S(t) - \Delta L(t)) / 10} dt}{\int_{-\infty}^{\infty} 10^{S(t) / 10} dt}$$

$$SPL_f(t) = PWL_f - 8$$

$$- 10 \log_{10} (D^2 + (Vt/3.6)^2)$$

$$= PWL_f - 8 + S(t)$$

PWL_f : 周波数 f に関する音源のパワーレベル

$$\Delta L = 10 \log_{10} N + 13 \quad (1 \leq N)$$

$$= 5 \log_{10} N + 13 \quad (0.1 \leq N < 1)$$

$$= 30N + 5 \quad (-0.1 \leq N < 0.1) =$$

$$-4 \log_{10} |N| - 2 \quad (-0.3 \leq N < -0.1) = 0$$

$$(N < -0.3) \quad \dots (9)$$

なお、 $N = \delta f / 170$ で、 δ は行路差である。

3. 対象とする地点の諸条件への対処方法

(1) 法定最高速度や環境基準の違いによる補正

対象道路区間の法定最高速度 V_L が40km/hではない場合には、図-2、3中の乗用車換算交通量の値に式(10)から求めた C_1 の値を掛けて補正する。

$$\log_{10} C_1 = -0.0731 \Delta f_{Vs} \quad \dots (10)$$

また、環境基準は地域の区分、時間区分、車線数別に与えられる。いま、対象とする地点の環境基準 L_s が65dB(A)ではない場合には、図-2、3中の乗用車換算交通量の値に式(11)から求めた C_2 の値を掛けて補正する。

$$\log_{10} C_2 = 0.0505 (L_s - 65) \quad \dots (11)$$

(2) 大型車の混入による補正

2. では環境基準を遵守可能な自動車の数の限度(騒音環境容量)を乗用車換算交通量 Q_{NE} で示した。大型車が混入した時の Q_{NE} の求め方としては、次の2とおりが想定される。

1) 時間交通量 Q 、大型車混入率 A が与えられる時、 $Q_{NE} = Q(100 - A + E_N \times A) \quad \dots (12)$

2) 交通流に関する乗用車換算交通量 Q_{TE} が与えられる時、

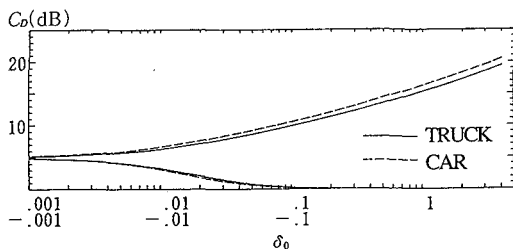
$$Q_{NE} = C_3 \times Q_{TE}$$

$$C_3 = (100 - A + E_N \times A) / (100 - A + E_T \times A) \quad \dots (13)$$

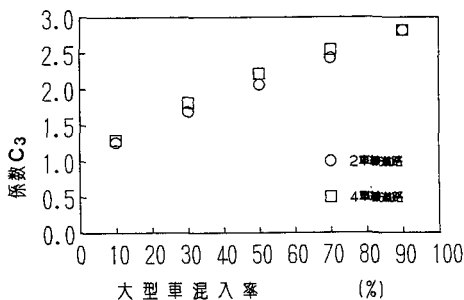
式(12)(13)の両式から騒音に関する乗用車換算交通量 Q_{NE} (pcu/h)を求めて、2. に示した図-2、3や、3. (1)の要領で補正した騒音環境容量と比較すればよい。 E_N の値は $=5$ を用いた⁴⁾。また、 E_T は車線数と大型車混入率の関数で、道路の縦断面勾配が3%以下ならば、 E_T は1.7~2.1の範囲にある⁵⁾。この条件で算出した C_3 の曲線を図-5に示す。

4. 適用例

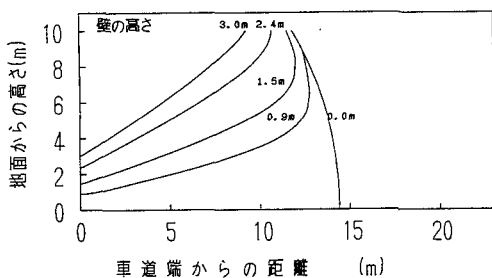
北九州市内の国道での交通センサスから、ピーク時には交通流に関する乗用車換算交通量 Q_{TE} が2車線・40km/hで2000(pcu/h)、4車線・60km/hで4000(pcu/h)で、大型車混入率は10%と想定して、昼間の商業が混在する地域(B地域)について以下の検討を進める。まず、2000、4000(pcu/h)の乗用車換算交通量 Q_{TE} を式(13)より騒音に関する乗用車換算交通量 Q_{NE} へ変換すると、2車線で2523(pcu/h)、4車線で5186(pcu/h)となる。この様な交通量が対象道路区間に存在しても、環境基準を遵守可能な領域を、壁の高さ0m、0.9m、1.5m、2.4m、3.0mの5つの条件



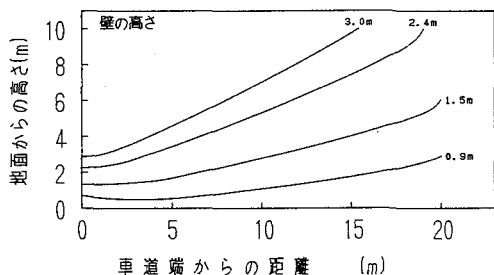
図一4 無限長の壁を設置した場合の補正值 C_D



図一5 係数 C_3 と大型車混入率



図一6 環境基準を遵守可能な領域 (計算条件: 2車線, 40km/h, 2000pcu/h, 環境基準65dB(A))



図一7 環境基準を遵守可能な領域 (計算条件: 4車線, 60km/h, 4000pcu/h, 環境基準65dB(A))

について算出して図一6, 7に示す。この図は各条件での結果の線より右側(車道から離れる方向)の領域では環境基準を遵守可能であることを示している。図一6より2車線では、車道端に壁はなくても約15m以上の環境施設帯を設置すれば、あるいはまた、車道端に1.5mの壁を設置すれば、地表面からの高さ3m以下では歩道端から環境基準を遵守可能であることが認められる。また、図一7より4車線では高さ1.5mの壁の設置により、地表面から2m以下ではほぼ歩道端から環境基準を満たせる。

5. まとめ

本研究の結果を以下にまとめて示す。

- 1) 道路・交通・伝播条件や環境基準などの諸要因に対して基本となる状態を定め、その条件下での騒音環境容量を求めて図一2, 3に示した。
- 2) 現実には、対象とする地点で必ずしも前述の基本となる条件が満たされない。それゆえ、その対処方法を式(10)~(13)で示した。
- 3) 例として、大型車が10%混入し、2車線・40km/hで2000(pcu/h), 4車線・60km/hで4000(pcu/h)の交通量が対象道路区間に存在しても、環境基準(B地域)を遵守可能な領域を、壁を車道端に設置した場合について算出して図一6, 7に示した。

参考文献

- 1) 渡辺義則・本田明寛・村岡康広: 都市部幹線道路近傍で騒音環境基準を遵守可能な環境容量の算出方法, 環境システム研究, VOL.23, pp.92-98, 1995.
- 2) T.M.Barry, J.A.Reagan: FHWA Highway Traffic Noise Prediction Model, Federal Highway Administration, FHWA-RD-77-108, 1978.
- 3) 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方法, 交通工学第25巻3号, pp.9~16, 1990.
- 4) 清水博・足立義雄・辻靖三・根本守: 道路環境, 山海堂, 1987.
- 5) 越 正毅: 交通工学通論, 技術書院, 1989.