

石垣やブロック塀による減音量の計算方法と実車走行実験による検証*

A Verification by Practical Vehicle Driving Experiment on a Calculation Method of Noise Reduction of Stone Wall and Block Fence *

隈 清 悟 *2・渡 辺 義 則 *3・伊 東 啓 太 郎 *4・坂 田 洋 行 *5

By Shingo KUMA*2, Yoshinori WATANABE*3, Keitarou ITOU*4 and Hiroyuki SAKATA*5

1. はじめに

都市内の幹線道路沿線の自動車騒音公害は依然沈静化していない。著者らも、低騒音車の導入¹⁾、低騒音舗装の施工¹⁾、低層遮音壁の設置²⁾などの減音対策を施した場合に、騒音に係わる環境基準の達成率はどの様に変化するかを検討し、その結果から自動車騒音公害克服に有効な手立てを探ってきた。

その過程で、交通量または大型車混入率が大きい幹線道路で、特に、夜間の時間帯において、環境基準値から6dB(A)以上超過する地点が約30%存在し¹⁾、このような地点では、前述の対策とは別に、減音量が大きい対策を施す必要があることが認められた。

そこで著者らは、沿道でよく見かける石垣、各家屋に建てられたブロック塀、石垣とブロック塀の併用などの遮音能力の活用に着目した。しかしながら、これらの減音量の大きさは、音源、壁の頂点、観測点の相対的な位置関係によることが想像される。つまり、これを実験によって検討するのでは、あまりに労力が多く、計算によって、様々な状況を想定して検討した方が得策である。

一方、著者らは、a)車両は無指向性の点音源、b)透過損失が十分大きな薄い反射性の壁、c)車両と壁の間の多重反射は考慮しないという仮定の下で、自動車騒音の壁による回折減音量の計算方法、更には、これを利用した等価レベル騒音の計算方法について、既に報告している³⁾。ただ、この計算で仮定されたことは現実の条件を理想化したものである。実際には、車両から発生する音（エンジン音やタイヤ音など）の指向性、車両と石垣やブロック塀間の多重反射、あるいは、石垣やブロック塀の天端の形状を無視できないかもしれない。従って、現実の問題に文献3の計算方法を適用するには、あらかじめ、車

両を実際に走行させた現場実験によって計算精度を調べておく必要がある。その結果、文献3の計算方法が実用上十分な精度を持つことが確認できれば、この計算方法を使って減音対策を検討できる。

それゆえ、本研究では以下のことを目的として種々検討したので報告する。a)文献3で報告した自動車騒音の壁による回折減音量の計算方法が、石垣、ブロック塀などにも適用できることを、実車走行実験によって検証する。b)沿道でよく見かける程度の高さの石垣、ブロック塀などの遮音能力を活用して、6dB(A)以上の減音量を期待できるか、その可能性について判断する。

2. インサージョンロスの理論的推定法

本研究では、完全反射面を持つ半自由空間上を音が幾何減衰しながら伝播して観測点に到着した場合と、音源と観測点の間に壁を挿入した場合の観測点の騒音レベルの差をインサージョンロス（単位はdB）とよび、これにより壁の減音効果を理論的に推定する²⁾。なお、本研究で使用した記号の意味を以下に示す。

t: 時間(s)

f: 周波数(Hz)

M: 騒音レベル(オーバーオールレベル)のピークからの時間経過(s)

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

R: 障害物のない平面上を音が伝播するケースを示す記号

Y: ケースや観測点を区別する記号

$Z_{Y(t)}$: 車両の通過に伴って対象観測点に生じる音の強さの時間変動 (W/m^2 、ケース Y、周波数 f)

$Z_{YOA}(f)$: $Z_{Y(t)}$ を全周波数にわたって合計したもの (W/m^2 、ケース Y)

*キーワード: 交通公害、道路計画、環境計画

*2 正員、工修、(株)千代田コンサルタント (東京都北区西ヶ原 3-57-5、TEL03-5974-5181)

*3 正員、工博、九州工業大学工学部建設社会工学科 (福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1)

*4 正員、博士 (農学)、九州工業大学工学部建設社会工学科

*5 株清水樹脂 (滋賀県蒲生郡竜王町鏡 731-1)

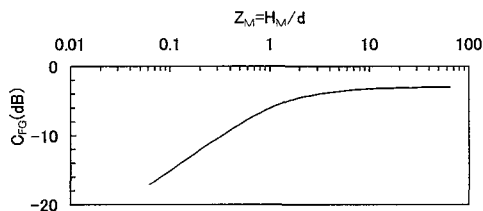


図-1 道路長を有限と考えるときの補正量

$g_Y(t)$: 1 W の音響出力の仮想車両が、単独で車線中央上を一定の速度で走行した時に観測点に生じる音の強さの時間変動を示す曲線 (m², ケース Y、周波数 f の荷重関数)

W_{Yf} : 車両の音響出力 (W、実験ケース Y、周波数 f)

W_{OA} : W_f を全周波数にわたって合計したもの (W)

(1) 半自由空間上を音が幾何減衰する場合

その伝播特性は周波数によらず同じであり、観測点で騒音レベルのピークを示す (車両が観測点の正面にいる) 時を $t=0$ とすると、

$$g_G(t) = \frac{1}{2\pi \{d^2 + (V \cdot t / 3.6)^2\}} \quad \dots(1)$$

d : 車両が観測点の正面にある時の車線の中央と観測点間の距離 (m)

V : 車両速度 (km/h)

また、無限遠まで解放された道路区間では式(1)の積分値は次のように陽表示できる。

$$\int_{-\infty}^{\infty} g_G(t) dt = \frac{1.8}{V \cdot d} \quad \dots(2)$$

(2) 各周波数のインサージョンロスの推定法

音源と観測点の間に壁が存在する場合には、音の伝播特性は周波数の関数となる。そこで、本研究では観測点 E における周波数 f のインサージョンロス C_{ErB} を次の様に考える。すなわち、半自由空間上を音が幾何減衰しながら伝播して観測点に到達した時の時間 t の音の強さ $Z_G(t)$ と、音源と観測点 E の間に壁を挿入した場合の観測点の音の強さ $Z_{Ef}(t)$ を用いて、インサージョンロス C_{ErB} は

$$C_{Ef} = 10 \text{Log} \left[\frac{\int_{-M}^M Z_G(t) dt}{\int_{-M}^M Z_{Ef}(t) dt} \right] \quad \dots(3)$$

いま、車両が一定の速度で走行し、その音響出力は時

間によらず一定とすると、式(3)は

$$C_{Ef} = 10 \text{Log} \left[\frac{\int_{-M}^M W_{Gf} g_G(t) dt}{\int_{-M}^M W_{Ef} g_{Ef}(t) dt} \right] \quad \dots(4)$$

いま、 $W_{Gf} \doteq W_{Ef}$ と仮定すると、式 (4) は

$$C_{Ef} \doteq 10 \text{Log} \left[\frac{\int_{-M}^M g_G(t) dt}{\int_{-M}^M g_{Ef}(t) dt} \right] \quad \dots(5)$$

騒音レベル最大値の前後で波形が対称と仮定すると、

$$\begin{aligned} C_{Ef} &\doteq 10 \text{Log} \left[\frac{\int_0^M g_G(t) dt}{\int_0^M g_{Ef}(t) dt} \right] \\ &= 10 \text{Log} \frac{\int_0^M g_G(t) dt / \int_{-\infty}^{\infty} g_G(t) dt}{\int_0^M g_{Ef}(t) dt / \int_{-\infty}^{\infty} g_G(t) dt} \\ &= 10 \text{Log} \frac{\frac{\int_0^M g_G(t) dt}{\int_{-\infty}^{\infty} g_G(t) dt}}{\frac{\int_0^M g_{Ef}(t) dt}{\sum_f \left(\frac{W_f}{W_{OA}} \int_{-\infty}^{\infty} g_{Ef}(t) dt \right) \cdot \int_{-\infty}^{\infty} g_G(t) dt}} \end{aligned}$$

$$= 10 \text{Log} A_{1G} - 10 \text{Log} B_{2f} - 10 \text{Log} B_1$$

$$= C_{FG} - C_{Hf} + C_D \quad \dots(6)$$

いま、平坦部道路区間 (音が幾何減衰する場合) で道路長が有限な場合の補正 C_{FG} は、

$$C_{FG} = 10 \text{Log} A_{1G} \quad \dots(7)$$

$$A_{1G} = \frac{\int_0^M g_G(t) dt}{\int_{-\infty}^{\infty} g_G(t) dt} = \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{Z_M} \frac{1}{1+Z^2} dZ$$

$$Z_M = \frac{Mv}{d} = \frac{H_M}{d}$$

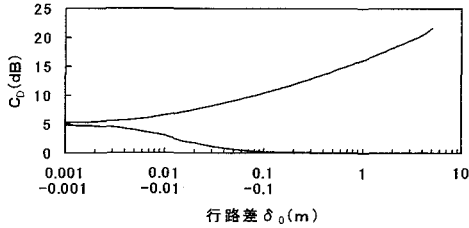
とする。 H_M は騒音レベルのピークから M 秒経過する間に、車両が車線中央上を移動した距離である。 C_{FG} を計算した結果を図-1 に示す。

また、車道部端に無限長の壁が設置されている場合のインサージョンロスは、

$$C_D = -10 \text{Log} B_1 \quad \dots(8)$$

表一 車両の音響出力の相対レベル (A 特性)

	U_{OA}	相対レベル $U_f(\text{dB})$					
周波数 Hz	O.A	125	250	500	1k	2k	4k
小型車類	8.0	-9.0	-3.3	1.4	4.4	1.8	-8.2



図一 無限長の壁を設置したときの補正項

$$B_1 = \frac{\sum_f \left(\frac{W_f}{W_{OA}} \int_{-\infty}^{\infty} g_{Ef}(t) dt \right)}{\int_{-\infty}^{\infty} g_G(t) dt}$$

なお、理論的には式(8)中の $g_{Ef}(t)$ は、以下の様に考える。

$$g_{Ef}(t) = g_G(t) \times 10^{-\Delta L(t)/10} \quad \dots(9)$$

また、この時の回折減音量 $\Delta L(\text{dB})$ の算出には厚みを無視し得る鋭い端部 (ナイフエッジ) を持つ反射性障壁の結果 (前川の測定値を近似した式) ⁴⁾ を用いた。

$$\begin{aligned} \Delta L &= 10 \log N + 13 & (1 \leq N) \\ &= 5 \log N + 13 & (0.1 \leq N < 1) \\ &= 30N + 5 & (-0.1 \leq N < 0.1) \\ &= -4 \log |N| - 2 & (-0.3 \leq N < -0.1) \\ &= 0 & (N < -0.3) \end{aligned}$$

$$N = \delta f / 170 \quad \dots(10)$$

ただし、式(10)中の N はフレネル番号であり、壁を有する場合とそうでない場合の音の伝播経路の差 (行路差、単位: m) δ と周波数の関数である。なお、 δ 、 N 、 ΔL は、車両 (音源) が道路上を走行するために、時間 t の関数であるが、表示が繁雑になるので式(10)中では t を省略した。図一2は車両が観測点の正面に到着したときの行路差 δ_0 と C_0 の関数を数値積分で求めたものである。なお図中、上の曲線は $\delta_0 \geq 0$ 、下の曲線は $\delta_0 < 0$ に対応する。

更に、両端に音が回折できない障害物 (例、高層ビル) があり、その間に有限の高さの壁で結んだ場合には、壁の長さを有限と考えた補正 C_{Hf} を施す。

$$C_{Hf} = 10 \log B_{2f} \quad \dots(11)$$

$$B_{2f} = \frac{\int_0^M g_{Ef}(t) dt}{\sum_f \left(\frac{W_f}{W_{OA}} \int_{-\infty}^{\infty} g_{Ef}(t) dt \right)}$$

(3) インサージョンロスのオーバーオール値

式(3)は周波数 f についての観測点 E のインサージョンロスであり、周波数間のパワーレベルの違いは考慮されていない。いま、対象とする車の音響出力のスペクトルの相対レベル差を U_f 、それを全周波数について合成した値を U_{OA} とし、これらの値を表一 (文献5から著者らが算出) のように仮定すると、観測点 E に関するインサージョンロスのオーバーオール値 C_E は

$$C_E \cong 10 \log \left[\frac{\int_0^M Z_G(t) dt}{\int_0^M Z_{EOA}(t) dt} \right] \quad \dots(12)$$

$$\begin{aligned} \int_0^M Z_G(t) dt &= \sum_f \left(W_f \int_0^M g_G(t) dt \right) \\ &= \int_0^M g_G(t) dt \cdot \sum_f W_f \\ &= W_{OA} \int_0^M g_G(t) dt \end{aligned} \quad \dots(13)$$

一方、

$$\int_0^M Z_{EOA}(t) dt = \sum_f \left(W_f \int_0^M g_{Ef}(t) dt \right) \quad \dots(14)$$

したがって、

$$C_E = -10 \log \left[\frac{\sum_f \left(\frac{W_f}{W_{OA}} \int_0^M g_{Ef}(t) dt \right)}{\int_0^M g_G(t) dt} \right] \quad \dots(15)$$

W_f/W_{OA} は相対オーバーオールレベル U_{OA} と周波数 f の相対レベル U_f で、次のように表せる。

$$\frac{10^{U_f/10}}{10^{U_{OA}/10}} = 10^{(U_f - U_{OA})/10}$$

また、式(6)より

$$\frac{\int_0^M g_{Ef}(t) dt}{\int_0^M g_G(t) dt} = 10^{-C_{Ef}/10}$$

これらの関係を式(15)に代入すれば、

$$C_E = -10 \log \left[\sum_f 10^{-U_{OA}/10} 10^{(U_f - C_{Ef})/10} \right]$$

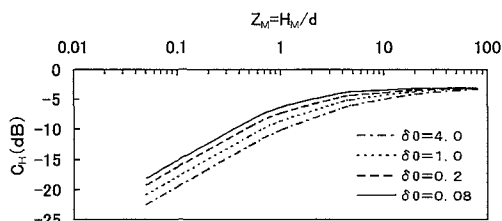


図-3 壁の長さを有限と考えるときの補正項

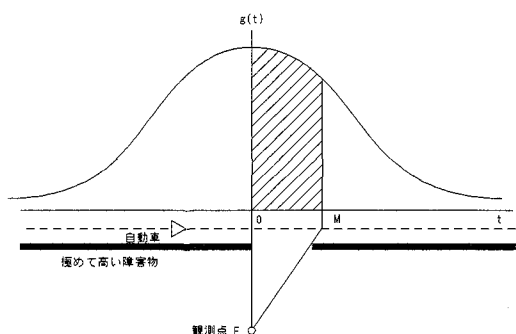


図-4 有限長道路の場合に観測点 E で得られる荷重関数

$$= -10 \log \left[10^{-U_{OA}/10} \sum_f 10^{(U_f - C_H f)/10} \right]$$

したがって、

$$C_E = U_{OA} - 10 \log \sum_f 10^{(U_f - C_H f)/10} \quad \dots(16)$$

同様な考え方で C_{Hf} のオーバーオール値を

$$C_H = -U_{OA} + 10 \log \sum_f 10^{(U_f + C_H f)/10} \quad \dots(17)$$

で求めて、図-3 に示す。

3. 等価騒音レベルとの関係

自動車が定期的に走行する時の等価騒音レベル L を次の前提で導いて、式 (18) ~ (22) に示す。

- ① 観測時間は1時間とする。
- ② 車種は大型車種、小型車種に分類する。
- 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 $g(t)$ (m^{-2} , 荷重関数)を考える。
- ⑤ 音響出力の大きさは文献 6 に示された定常走行時 (2

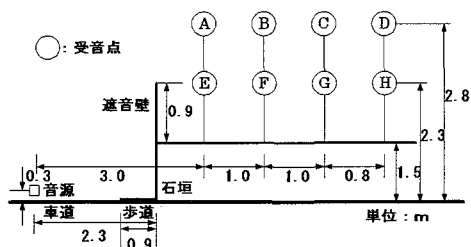


図-5 測定場所概要図 (CASE1,2)

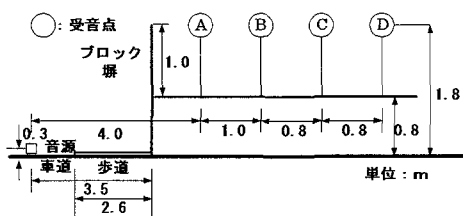


図-6 測定場所概要図 (CASE3)

車種分類、車両速度 $40 < V < 140 \text{ km/h}$ 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)。

a) 無限長まで解放された平坦部直線道路区間

$$L = L_B + 10 \log \int_0^M g(t) dt \quad \dots(18)$$

$$L_B = 30 \log V + 11.1 + 10 \log [Q \{A + (1 - A)\}]$$

特に、半自由空間上を音が幾何減衰しながら伝播する場合の等価騒音レベル L_G は、式(2)を利用して

$$L_G = L_B + 2.6 - 10 \log (Vd) \quad \dots(19)$$

b) 平坦部道路区間で道路長が有限な場合

$$L_2 = L_G + C_{FG} \quad \dots(20)$$

c) 車道部端に無限長の壁を設置した場合

$$L_3 = L_G - C_D \quad \dots(21)$$

d) 車道部端の壁が有限長の場合

$$L_4 = L_G - C_D + C_H \quad \dots(22)$$

V : 車両速度 (km/h)

Q : 時間交通量 (V.P.H.)

表-2 実験ケース

ケース	壁の種類	規格
CASE 1	合板+石垣	高さ 2.4m
CASE 2	石垣	高さ 1.5m
CASE 3	ブロック塀	高さ 1.8m

表-3 観測点での行路差 δ_0

ケース	A	B	C	D
CASE 1	0.00	0.11	0.22	0.28
CASE 2	-0.17	-0.02	0.00	0.01
CASE 3	0.04	0.09	0.12	0.14
ケース	E	F	G	H
CASE 1	0.18	0.31	0.39	0.44
CASE 2	-0.05	0.00	0.03	0.05
CASE 3	—	—	—	—

A:大型車の混入率

なお、検討対象地点の道路・交通条件などを、式 (18) ~ (22) に代入して算出した等価騒音レベルの値から、各時間帯（昼間と夜間）の環境基準値を差し引けば、環境基準からの超過量（更には、超過地点数）を推測できる。

また、本研究の様にインサージョンロス进行处理することにより、限られた条件下ではあるが、等価騒音レベルを卓上計算機、式(18)~(22)そして図-1~3から簡単に計算でき、かつ、等価騒音レベルへの各補正項の寄与の程度が明確に理解できる。

4. 石垣やブロック塀が存在する時のインサージョンロス

(1) 実験の概要

本研究では壁を挿入したときの減音効果を式(3)から算出する。

この時、車両が無指向性の音源であり、完全反射面を持つ半自由空間上を音が幾何減衰しながら伝播するという仮定が満足されている場合には、2. で述べた関係式が成立する。しかし、現実にはそのような理想的な条件は満たされない。それゆえ、本研究ではこれに近いものとして、障害物のない平面上の音（同じ観測点で実測）を採用した。つまり、実験的には式(23)と式(16)を用いてインサージョンロスを推定した。

対象とした道路の周辺は裸地で、周辺に音の伝播を妨げるものはない。高い壁は高さ 0.9m の合板（厚さ 1 cm）を高さ 1.5m の石垣の上に、16.2m に渡り設置した（CASE1）。測定場所の概要図を図-5 に示す。また、合

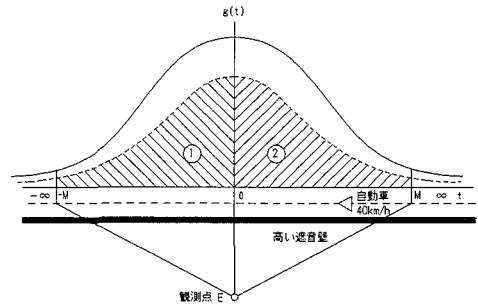


図-7 壁で遮音される場合の $g(t)$

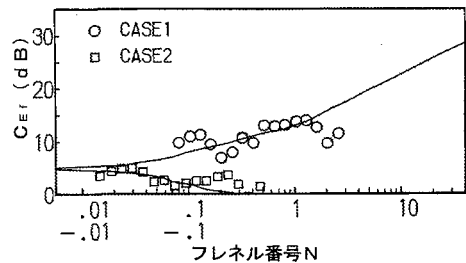


図-8 CASE1,2での観測点Bでのインサージョンロス

板が無い場合（CASE2）についても検討を行った。さらに、高さ 1.8m のブロック塀が存在する場所（CASE3）について検討した。測定場所の概要図を図-6 に示す。それぞれの条件については表-2 に、観測点 A~H の行路差は表-3 に示す。このような場所で最大積載量 2.5t のトラックを速度 40 km/h で定常走行させ、車両の左側側方で精密騒音計を設置し、騒音を測定した。騒音は A 特性にて一旦 PCM データレコーダ（TEAC）に収録し、後日研究室で実時間周波数分析器（RION SA25）を用いて分析した。なお、騒音計の校正はピストンホンで行った。

$$C_{Ef} \cong 10 \log \left[\frac{\int_0^M Z_{Rf}(t) dt}{\int_0^M Z_{Ef}(t) dt} \right] \quad \dots (23)$$

(2) インサージョンロスの理論値と実測値の比較

実験データから $Z_{Rf}(t)$ と $Z_{Ef}(t)$ を時間 $[0, M]$ にわたって積分する必要があるが、これは次の要領で行った。

- ① $Z_M=1$ とした。従って、図-5,6 の観測点 A~H は、積分範囲 $Z_M=1$ 以内で壁の影響を受け続け、車両通行時の $g(t)$ は、図-7 のようになる。また、 $M=d/V$ となり、 M の値は観測点によって異なる。
- ② サンプルング間隔は 0.1 秒とした。
- ③ 騒音レベル（オーバーオールレベル）でピークを示

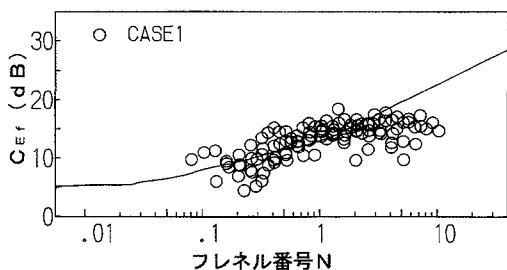


図-9 CASE1のインサージョンロス

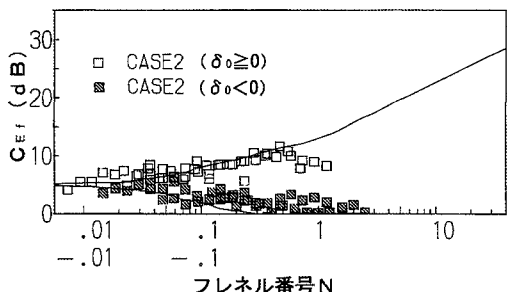


図-10 CASE2のインサージョンロス

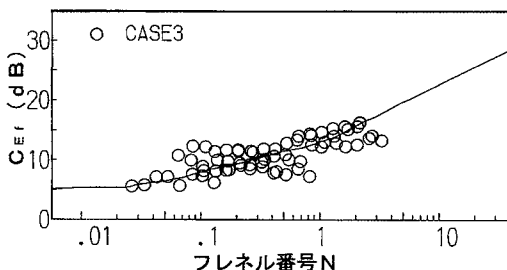


図-11 CASE3のインサージョンロス

す時点から M の積分値を求めた。なお、ピークの前後（時間 $[-M, 0]$ と $[0, M]$ ）で積分値に有意な差が認められなかったため、この積分値を算術平均（測定回数3回×2）した。

- ④ 音源高を0.3mとした。
- ⑤ インサージョンロスを求める時の周波数範囲は125Hz～4KHzとした。

結果の一例として図-8に、図-5の観測点Bにおける C_{Ef} の理論値および実測値を比較して示す。実線は C_{Ef} の理論値であり、次式から算出する。

$$C_{Ef} = -6.0 + C_D - C_{Hf} \quad \dots(24)$$

上式は式(6)に $Z_M=1.0$ に対応する C_{FG} の値(-6.0dB)を代入したものである。 C_{Ef} は周波数 f と車両が観測点の正面

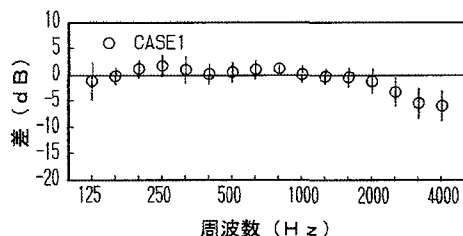


図-12 各周波数のインサージョンロスの実測値と理論値の差(CASE1)

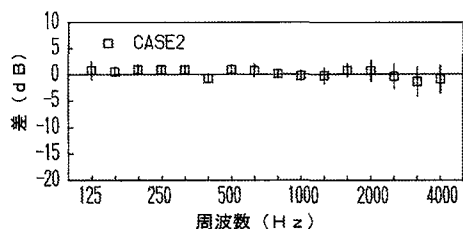


図-13 各周波数のインサージョンロスの実測値と理論値の差(CASE2)

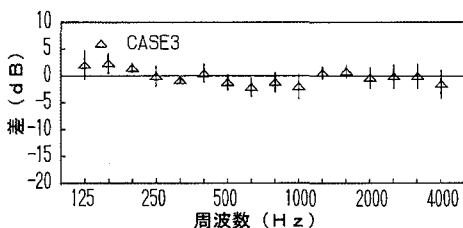


図-14 各周波数のインサージョンロスの実測値と理論値の差(CASE3)

に到着した時の行路差 δ_0 の関数、つまりはフレネル番号 N ($N=f \cdot \delta_0 / 170$) の関数となる。

また、式(23)より求めたCASE1,2の実測値を○、□で、125Hzから4kHzまでにわたり1/3オクターブ毎に(125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1k, 1.25k, 1.6k, 2k, 2.5k, 3.15k, 4kHz)16点プロットしてある。図-8において、CASE1は行路差 δ_0 が正であり、一方、CASE2は δ_0 が負である (cf表-3)。前者は上側の曲線、後者は下側の曲線に近いほど、本研究で使用している計算方法が妥当であることを示す。いづれにおいても理論値と実測値は比較的近い値を示している。なお、図-9～11に全ての観測点のインサージョンロスを実験ケース毎にまとめて示す。

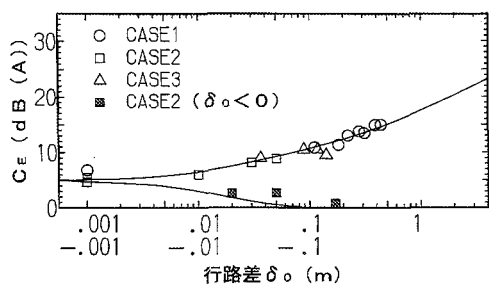


図-15 インサージョンロスのオーバーオールでの
実測値と理論値の比較

さらに、各実験ケースについて実測値と理論値との差を周波数毎に4または8つの観測点で平均して壁の減音効果を比較した。その結果を図-12～14に示す。図中の点が平均値、縦に伸びる線が標準偏差である。

これによって、行路差の影響を排除して減音効果を比較できる。以上の結果から、CASE1のごく一部を除いて、周波数毎にみても、理論値と実測値に大きな差は認められない。

次に、 C_{E_f} をオーバーオールで合成した C_E について検討を行った。 C_E の理論値とA～Hの観測点（cf.図-5,6）に対応する実測値を比較して図-15に示す。なお、理論値は次式から算出した。

$$C_E = -6.0 + C_D - C_H \quad \dots(25)$$

上式は式(20)から式(22)（仮に、車両が単独で走行する場合についても、式(20)、(22)は成り立つ）を差引いた式に、 $Z_M=1.0$ に対応する C_{FG} の値(-6.0dB)を代入したものである。 C_E は行路差 δ_o のみの関数となる。また、音源の相対レベルは大型車類と小型車類では異なるために、 C_E の理論値と実測値は車種別に得られる。しかし、その結果に大きな差がなかったのでここでは小型車類の方だけを図示した。図-15より理論値と実測値の差はほとんどない。

以上の結果より、インサージョンロスの計算にあたって、2で示した計算方法を用いても問題ないことが分かる。

5. 石垣やブロック塀で期待できる減音量の推定

本章では2.の計算方法を使って、石垣やブロック塀で期待できる減音量を理論的に推定する。検討の対象はCASE1～3それぞれの観測点についてである。この場合、3.と異なり積分範囲は $Z_M=\infty$ とした。

表-4に、石垣やブロック塀で期待できる減音量を示す。これより、石垣やブロック塀を用いた場合、CASE1、3については、CASE1の観測点Aを除いて、6dB以上の

表-4 石垣やブロック塀で期待できる減音量(dB(A))

	CASE1	CASE2	CASE3
A	5.0	0.1	8.5
B	10.1	2.2	9.8
C	11.4	5.0	10.3
D	11.9	6.6	10.6
G	11.0	1.2	—
F	12.2	5.0	—
G	12.7	8.0	—
H	12.9	8.8	—

大きな減音が期待できる。ただし、CASE2については、道路に近い観測点A,B,C,E,Fにおいて行路差がゼロ以下であるためにあまり大きな減音量が期待できない。

6. まとめ

本研究で得られた結果を以下にまとめて示す。

(1) a)車両は無指向性の点音源、b)透過損失が十分大きな薄い反射性の壁、c)車両と壁の間の多重反射は考慮しないという仮定の下で、自動車騒音の壁による回折減音量の計算方法を、本論文の2.に示したが、壁が石垣やブロック塀であっても、この計算方法で比較的精度良く減音量を求められることを、実車走行実験により検証した。

(2) 2.に示す方法を用いて石垣やブロック塀の遮音能力を検討した。それによるとブロック塀が存在する場合は6dB以上の減音が期待できる。しかし、石垣のみの条件では、行路差がゼロ以下の観測点が多いためにあまり大きな減音量が期待できない。

以上の結果は、速度一定の車両1台を用いた実験で得られたものである。しかし、車両が複数存在する場合にも同じ減音効果が期待できることは式(21)から推察できる。

なお、本研究では、石垣やブロック塀による回折減音量の計算方法を提示したが、基本的には、音を遮音する物体（反射性の表面を持つ）が、道路の片側に（物体間の多重反射がなく）一定の高さで連続して存在する場合には、この方法が使用できるのではないかと筆者らは考えている。

また、本研究では、計算方法の検証という目的もあって、実車走行実験を行ったCASE1～3の減音量の検討だけに留まっている。しかし、本研究で、沿道でよく見かける石垣、ブロック塀などの減音量を計算できる方法が示されたので、今後、様々な状況を想定して、より効率的な騒音対策の検討を行う予定である。

謝辞：本研究にたいしてご助力いただいた九州工業大学工学部 浦 英樹氏に感謝します。

参考文献

- 1) 渡辺義則・隈清悟・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.
- 2) 渡辺義則・許斐敬史・伊東啓太郎・隈清悟・曾我佳世：車道部端に設置された開口部のある低い壁による都市部幹線道路の交通騒音の改善，土木計画学研究・論文集 Vol.18No.2, pp.213—221, 2001.
- 3) 渡辺義則・隈清悟・寺町賢一・浦英樹・榎田剛平：道路交通騒音のための等価騒音レベルの計算法について，土木計画学研究・講演集 No.24, pp.1—4, 2001.
- 4) 建設省土木研究所，(財)国土開発技術センター，沿道の騒音分布予測手法に関する研究，1983.
- 5) 足立義雄・中須賀聡・宮川隆巳：道路交通騒音の周波数特性—模型実験手法研究 (2) —，日本音響学会講演論文集, pp.529-530, 1985.
- 6) 日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会：道路交通騒音予測モデル，“ASJ Model 1998”，日本音響学会誌 55 巻 4 号, pp.281-324, 1999.

石垣やブロック塀による減音量の計算方法と実車走行実験による検証

隈清悟・渡辺義則・伊東啓太郎・坂田洋行

北九州市では夜間の幹線道路において環境基準値から 6 db(A)以上超過する地点が約 30%存在する。著者らは、その対策として沿道でよく見かける石垣、ブロック塀などの遮音能力の活用に着目した。しかし、その減音量は音源、壁の頂点、観測点の位置関係による。従って実験的検討よりも、様々な状況を想定した理論的検討の方が得策である。既に著者らは、ある仮定の下で自動車騒音の壁による回折減音量及び等価レベル騒音の計算方法を報告している。それゆえ、本研究では以下のことを目的とする a) 既に報告した自動車騒音の壁による回折減音量の計算方法が、石垣、ブロック塀などにも適用できることを、実車走行実験によって検証する。b) その後、沿道でよく見かける高さの石垣、ブロック塀などの遮音能力を活用して、6 db(A)以上の減音が得られるか、その可能性について判断する。

A Verification by Practical Vehicle Driving Experiment on a Calculation Method of Noise Reduction of Stone Wall and Block Fence

By Shingo KUMA, Yoshinori WATANABE, Keitarou ITOU and Hiroyuki SAKATA

In Kitakyushu, the site which exceeds from the environmental standard value for over 6db(A) in the arterial road at the night exists for about 30%. Authors notice the utilization of sound insulation ability such as stone wall and block fence of the roadside as the countermeasure. However, the noise reduction depends on positional relation among sound source, top of wall and observation point. It is better of the theoretical examination which can assume various situations than the experimental examination. Authors have already reported the calculation method of noise reduction by the wall and equivalent level noise from road traffic. Purposes of this study are as follows. A) By practical vehicle driving experiment, it is verified that the calculation method which authors have already reported can also apply to the calculation of noise reduction of stone wall and block fence. B) The possibility of the noise reduction over 6db(A) is judged by the utilization of stone wall and block fence with the height seen in the roadside.