

無響室を用いての駐車車両による減音量の推定

九州工業大学 学生会員 友松 和宏
 九州工業大学 非会員 江崎 俊文
 九州工業大学 正会員 浦 英樹
 九州工業大学 正会員 渡辺 義則

1. はじめに

現在、最も多く採用されている騒音対策は遮音壁である。しかし、連続的な壁を設置した場合、圧迫感などが生じるおそれもあり、それらを緩和する事が必要とされている。また、一般道路では、出入口の確保の必要性から、十分な減音効果を期待できる遮音壁を設置できないケースもあり、それらを考慮した騒音対策が求められている。その一つの方法として、駐車車両を遮音壁の代わりとして用いる方法が考えられる。そこで、本研究は、路外の駐車車両による減音量を求める為の模型実験方法を提案し、検証することを目的とした。すなわち、本研究では、その実験方法として、無響室を利用して、実際の地表面や駐車車両に代えて合板やダンボールを使った縮尺部分模型を作製することにより、実際の状況を再現した。具体的には、音源や観測点の位置決定、駐車車両の寸法の決定、更には、実験で音源として用いるホーントゥイーター、マイクの指向性を調べ、これを考慮した実験方法の提案を行なった後に、実際に音源から音を出して実験を行ない、その結果について理論値と比較し検討した。

2. 測定方法

無響室内に、1/10の縮尺部分模型を作製した。以下に測定方法を示す。なお、表示してある値はすべて実寸の値である。①車は2車線道路の中央を走っていると想定する。②音源の高さは0.3mとする。③駐車車両(以後、車両)の寸法は、ワンボックスカーを想定し、高さ2.0m、幅1.7m、長さ4.7mとする。④車両は駐車スペースの真ん中に停車されていると仮定し、音源と車両の車道側の側面との距離を3.65mとする。⑤観測点の高さは1.2m、2.4mとし、車道端からの距離は、4.0m、6.0m、9.0mとする(図-1参照)。⑥真上から見た音源の位置は、基本的には車両中央のライン上を音源としたが、音源と観測点の距離が近い場合は車両間隔による影響が大きいと考えられるのでB、D点を設けた(図-2参照)。⑦音源(ホーントゥイーター FT7RP)について指向性を調べたところ、高周波数で影響があるため音源とマイクロホンの向きは音の進行方向と常に一直線になるように測定を行なった。

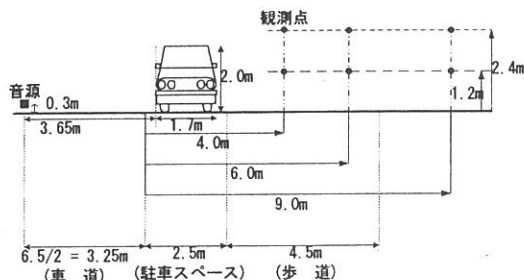


図-1 観測点の位置の断面図

以上の方法で、まず、車両を設置していない状態で測定を行ない、次に車両を設置して測定を行なった。

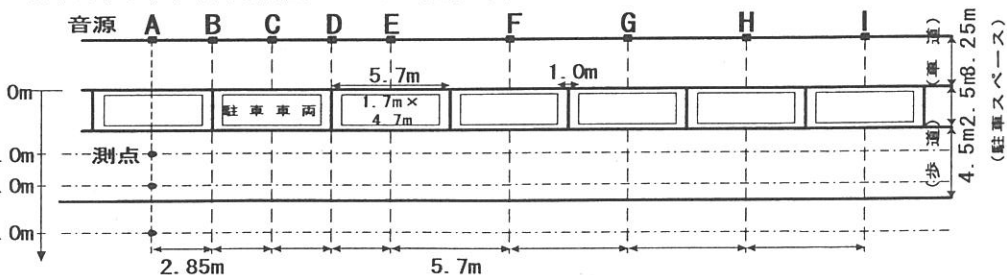


図-2 観測点の位置の平面図

3.測定分析方法

分析は、1 オクターブバンドで行なった。実験当初の減音量の算出は、車両を設置していない時の測定値から設置した時の測定値を引いて求めていた。しかし、車両を設置していない時の測定値について検討してみると、多くの点で過減衰が生じていることが分かった。そこで、過減衰の影響をなくす為に、地表面による反射音の影響がない十分に高い位置で基準値を測定し、この値を用いて各観測点の音圧レベルを計算で求めた。以下に、音圧レベルの計算方法を示す。

点音源の音響出力をPWL(dB)とすれば音源からr(m)離れた地点の音圧レベルL(dB)は次式で表される。

$$L = \text{PWL} - K - 20 \text{Log } r \quad (\text{自由空間 : } K=11, \text{半自由空間 : } K=8) \dots \text{式(1)}$$

式(1)の自由空間の場合(K=11)を用いて、まず、基準点の測定値(L₀)、基準点と音源の距離(r₀)から各周波数のPWLを求める。

$$\text{PWL} = L_0 + 11 + 20 \text{Log } r_0 \dots \text{式(2)}$$

このPWLを式(1)の半自由空間の場合(K=8)の式にあてはめると次式のようにになる。

$$\begin{aligned} L &= (L_0 + 11 + 20 \text{Log } r_0) - 8 - 20 \text{Log } r \\ &= L_0 - 20 \text{Log } (r/r_0) + 3 \dots \text{式(3)} \end{aligned}$$

このようにして、過減衰が生じている観測点については計算により音圧レベルを求め、その値から車両を設置した時の測定値を引いた値を減音量の実測値とした。

4.減音量の実測値と理論値の比較

減音量の理論値の計算には薄い壁の回折減衰の測定値を近似した式を用いた。計算で仮定した壁の位置は車道中央から3.65mとした。次に、車から発生する騒音の主な周波数である500Hz、1kHz、2kHzについて、減音量の実測値と理論値の比較を行なった(図-3、図-4、図-5 参照)。図中の縦軸は減音量を示し、横軸はフレネル数Nを示した。なお、フレネル数とは、音源と観測点の間に、車両(計算上は薄い壁)を設置している時と設置していない時の行路差をδ(m)、周波数をf(Hz)とすると、 $N = \delta \times f / 170$ で求められる。また、図中の太線は減音量の理論値を表し、その値を±3dBしたものが細線である。

図-3、図-4、図-5から周波数500Hz、1kHz、2kHzの全ての場合において、減音量の実測値と理論値がほぼ近い値であることが分かる。しかし、音源と観測点の距離が近い場合は車両間隔による影響が大きく、減音量の実測値は減音量の理論値よりもかなり小さい値しか得られなかった。

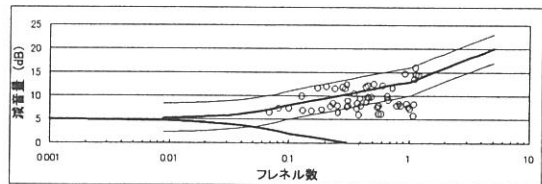


図-3 500Hzの減音量

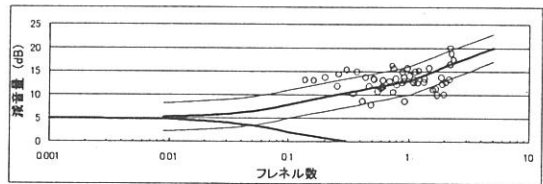


図-4 1kHzの減音量

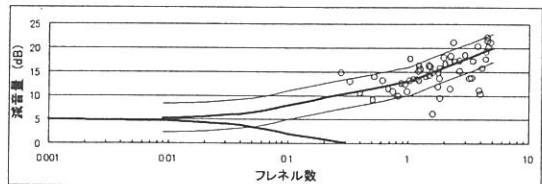


図-5 2kHzの減音量

6.まとめ

- 1) 音源(ホーントゥイーター FT7RP)を用いる場合、指向性の影響が大きい。よって、音源とマイクロホンの向きは、音の進行方向と常に一直線になるように測定を行なうのが良い。また、車両を設置していない時の測定値は、過減衰による影響が大きいので、計算によって求めるのが良い。
- 2) いずれの周波数の場合においても音源と観測点の距離が近い場合を除いては減音量の理論値と実測値はほぼ近い減音量が得られた。しかし、音源と観測点の距離が近い場合は車両間隔による影響により減音量の理論値と実測値が大きく異なるため、さらなる検討が必要である。