

IV-206

騒音模型実験を用いての平面上の伝搬特性の考察

九州工業大学 学生員 ○神野 裕昭
九州工業大学 正員 渡辺 義則
太平工業 須藤 淳司

1. まえがき 本研究では無響室内で、模型を用いて地表面の種類の違う平面上の音の伝搬性状を調べた。またその結果を Thomasson の理論¹⁾より求まる値と比較した。

2. 実験方法 音源としてはジェットノイズを、またマイクロホンとしては $1/4$ コンデンサ型マイクロホン²⁾を使用した。模型の縮尺は $1/20$ で音源は地表面からの高さが 1.5 cm と 6 cm (実寸で 0.3 m と 1.2 m) とした。測定点は音源からの水平距離が $20, 40, 80, 160, 320\text{ cm}$ (実寸で $4\sim 64\text{ m}$) 上で地表面からの高さが $5, 10, 20, 40, 80\text{ cm}$ (実寸で $1\sim 16\text{ m}$) の点とした。各測定点で、 $2\sim 80\text{ kHz}$ (実際の周波数 $100\sim 4000\text{ Hz}$) の周波数領域において、 $1/3$ オクターブバンドごとに測定を行った。模型の表面は塩化ビニール板、合板、ネル (実際の地面: アスファルト、ハードグート、草地) の3種類を用意した³⁾。

3. 実験結果とその考察 各測定点での過減衰値 (実測値) と Thomasson の理論から求まる過減衰値 (理論値) とを比較しながら検討してゆく。ここで地表面の音響インピーダンスを計算するときに用いた flow resistance は塩化ビニール板を 2×10^5 、合板を 1×10^5 、ネルを 3000 (単位 dyn sec/cm^2) とした。また検討を行うにあたり直達音と地表面からの伝搬経路差 $\delta (=d_2-d_1)$ を利用した (図-1)。反射時に位相の変化がないと仮定すると伝搬経路差 δ が音の半波長と一致する (この時の周波数を f_0 とする) か、その奇数倍になる周波数において干渉は最大となり観測される音圧は極小となる。更に伝搬経路差は、 θ (地表面からの仰角) によりほぼ一定となるため、以後、伝搬経路差の代わりに θ を考えることとする。なおここではその結果は割愛したが、 θ が一定となる測定点での実測値、及び理論値の周波数特性は、ほぼ一定となるため、以後は θ が同じ点では音源に最も近い点で代表させる。

① 塩化ビニール板 図-2 に音源高 1.5 cm の実測値及び理論値を示す。これより理論での最大過減衰値の現れる周波数と f_0 (図中の×印) はほぼ一致している。しかし、実測値は $\tan \theta = 1/32$ (高さ/水平距離) 以下の測定点では過減衰を生じない。

$\tan \theta = 1/8, 1/4$ では過減衰は生じるが、その値は理論値に比べて小さく、現れる周波数も低くなる。 θ がそれよりも大きくなるとまた過減衰は生じなくなり、理論値と対応しなくなる。音源高 6 cm の結果はここでは割愛したが、理論値と実測値は $\tan \theta = 1/64, 1/32$ の結果を除きよく対応している。また最大過減衰値の現れる周波数も f_0 とほぼ一致している。

② 合板 図-3 に音源高 1.5 cm の実測値及び理論値を示す。 θ が小さいほど理論で最大過減衰値の現れる周波数は f_0 より低くなるが、 $\tan \theta = 1/4$ より大きい測定点では f_0 とほぼ一致する。実測値は $\tan \theta = 1/16$ 以下では理論値と周波数特性が似ているが、過減衰

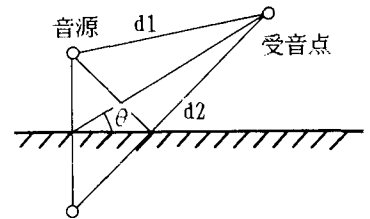
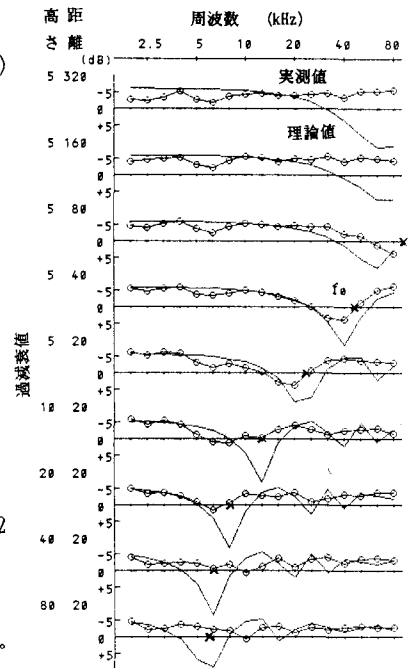


図-1 音源と受音点の配置

図-2 塩化ビニール板の結果
(音源高1.5cm)

値は小さい。それ以上では θ が大きくなるにつれ最大過減衰値の現れる周波数が理論値よりも低くなり、その値も小さくなる。音源高 6 cm の結果はここでは割愛したが、実測値と理論値は $\tan \theta = 1/64$ の測定点を除いて全体的によく対応している。また最大過減衰値の現れる周波数も $\tan \theta = 1/4$ 以上の測定点で f_0 とよく一致している。

③ネル 図-4 に音源高 1.5 cm の実測値及び理論値を示す。表面が柔らかいために、反射波の位相が変化するので最大過減衰値の現れる周波数は f_0 より低くなる。またその周波数は $\tan \theta = 1/4$ 以下の測定点では一定で、12.5 kHz (実際の周波数: 630 Hz) である。実測値は理論値に比べて $\tan \theta = 1/64$ の測定点では過減衰値が全体的に小さいが、 $\tan \theta = 1/32 \sim 1/4$ の間の測定点では理論値とよく対応している。しかしその中で 3.15, 4, 5 kHz の過減衰値は理論値より小さい。 $\tan \theta = 1/2$ 以上の測定点になると、 θ が大きくなるに伴い実測値は理論値に比べて、最大過減衰値が現れる周波数は低くなり、またその過減衰値は小さくなる。音源高 6 cm の結果はここでは割愛したが、 $\tan \theta = 1/32$ 以下の測定点の 3.15, 4, 5 kHz を除き、実測値は理論値とよく対応している。

④考察 ①、②、③より平面上の騒音の伝搬では、地表面が柔らかくなるほど、また θ が小さくなるほど、最大過減衰値が現れる周波数は f_0 と対応しなくなる。また表面が柔らかい時には、 θ が小さくなるほど、広い周波数にわたり過減衰値は大きくなる。しかし硬い場合は θ にかかわらず狭い周波数域で過減衰を生じ、かつその値も一定となる。Thomasson の理論との対応を考えると、音源高 6 cm の場合には地表面の種類にかかわらず全測定点にわたって、実測値と理論値は比較的良好に一致する。音源高 1.5 cm の場合には地表面が硬くなるに伴い、実測値と理論値が一致する θ の範囲が少なくなっている。また θ が大きい測定点では、どの地表面でも対応しなくなる。これは理論中で無視している音源の大きさの影響であると思われる為、音源の径を小さくして実測値と理論値との比較をしたところ、対応が良くなる事が認められた。これらの結果より基本的には実測値と理論値は対応すると思われるので、今後、音源の改良などを行い、実測値と理論値との対応を調べてゆく予定である。

参考文献

- 1) S. I. Thomasson : A Powerful Asymptotic Solution for Sound Propagation above an Impedance Boundary, ACUSTICA Vol. 45 (1980)
- 2) 渡辺 義則・神野 裕昭・須藤 淳司：無響室における騒音模型実験について、土木学会西部支部報告、1985
- 3) 建設省土木研究所 国土開発センター：沿道の騒音分布予測手法に関する研究報告書、1983

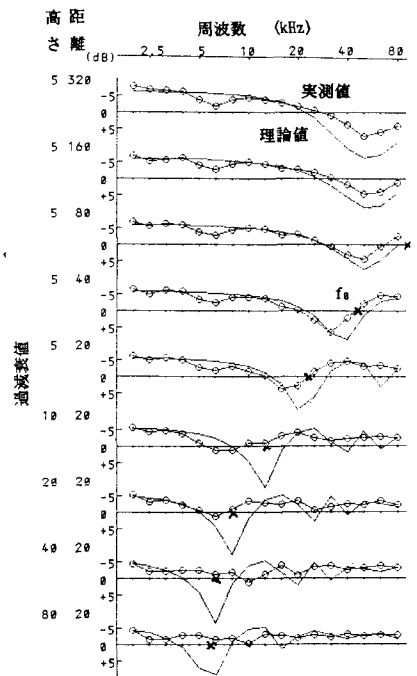


図-3 合板の結果(音源高1.5cm)

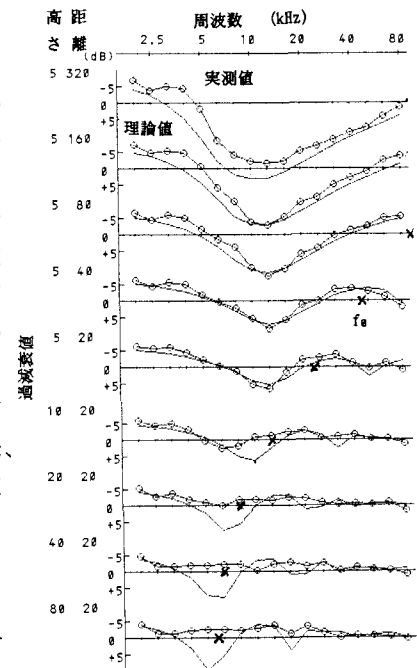


図-4 ネルの結果(音源高1.5cm)