

○寺尾道仁, 関根秀久, △伊藤誠 (神奈川大・工)

1. はじめに サウンドストリーム型アッテネータは1950年前後に多用され, その現場性能結果が報告されている[1]。筆者らは迷路型の平行型に対する優位性の観点から各モード波について実験および数値解析により調べてきた[2,3]。ここでは基本(0次)モード波に対する透過損失に限定し, 音圧分布に対する数値解析により, 吸音体内の仕切板の効果について調べる。

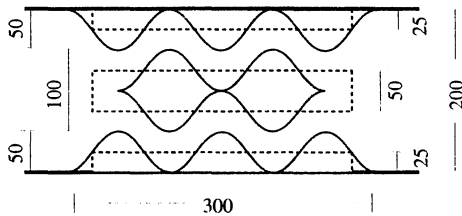


Fig. 1 Splitter duct attenuators tested.
 Solid line: Sound stream type (SS),
 Broken line: Parallel baffle type (PB).

2. 迷路型アッテネータの構造と設定条件

Fig. 1 に迷路型アッテネータの構造と配置状況を示す。比較のための平行板型を破線により併記した。ここで両者の吸音体平均幅と吸音体領域面積を同一とした。吸音体を含む音場は吸音材表面で部分領域分割し境界要素法(寸法5mmの一定要素)により求めた。数値計算における吸音材領域は等方性モデル, その音響特性はグラスウール32kg/m³を想定してFlow resistivityを8500Pa・s/m²としDelanyらの経験式を用いた。

3. 基本モード進行波音圧の検出方法

Fig. 2 に示すように, 各接続ダクト(幅W) 遠距

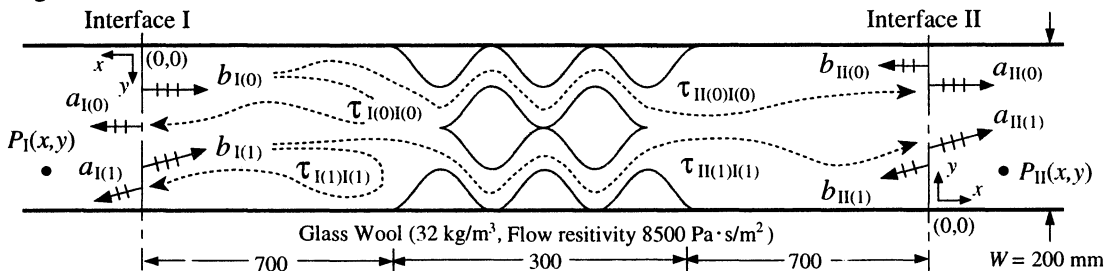


Fig. 2 Definition of pressures, traveling wave pressures and transmission coefficients.

離伝搬領域に検査面をとり, それと壁面との交点を原点としてx, y座標を定める。対象伝搬モードの最大次数をN, 伝搬モード次数をn(=0,1,2, ..., N), 座標(0,0)におけるモード次数nの外向きおよび内向き進行波の複素音圧振幅をa_(n)およびb_(n)とすれば, 剛壁直管ダクト内遠距離伝搬場の音圧p(x, y)に対するモード展開表現は

$$p(x, y) = \sum_{n=0}^N a_{(n)} \exp(-jk_x^{(n)}x) \cos(k_y^{(n)}y) + \sum_{n=0}^N b_{(n)} \exp(+jk_x^{(n)}x) \cos(k_y^{(n)}y) \quad (1)$$

$$k_y^{(n)} = n\pi / W \quad (2a)$$

$$k_x^{(n)} = \sqrt{(\omega/c)^2 - (n\pi/W)^2} \quad (2b)$$

により与えられる。前報[2]ではすべての外向き波と内向き波音圧振幅a_(n)およびb_(n)を求めるため多点音圧観測により連立方程式を構成し解いた。ここでは0次モード波のそれらのみの抽出でこと済むため, 検査面上の音圧の積分による手法をとる。

すなわち, n ≠ 0 のとき $\int_0^W \cos(k_y^{(n)}y)dy = 0$,

n = 0 のとき $\int_0^W \cos(k_y^{(0)}y)dy = W$ となる性質により

$$\bar{p}(x) = \frac{1}{W} \int_y p(x, y)dy = a_{(0)} \exp(-jk_x^{(0)}x) + b_{(0)} \exp(+jk_x^{(0)}x) \quad (3)$$

の関係が得られる。異なる2断面x₁, x₂の平均音圧 $\bar{p}(x_1)$, $\bar{p}(x_2)$ を用意すれば, 2組の方程式が得られ, これを連立して0次モードの進行波音圧a₍₀₎

*Numerical simulation on acoustic performance of a splitter duct silencer with zigzag channels. By M. Terao, H. Sekine and M. Itoh (Kanagawa university)

と $b_{(0)}$ について解くことができる。

4. パワ透過率の解析結果 接続ダクト1 (入射側) の0次モード内向き波を $b_{1(0)}$, 外向き波を $a_{1(0)}$, 一方, 接続ダクト2 (透過側) の0次モード外向き波を $a_{2(0)}$ のように表わせば, パワ反射率は

$$\tau_{1(0)1(0)} = |a_{1(0)} / b_{1(0)}|^2, \quad \text{パワ透過率は}$$

$$\tau_{2(0)1(0)} = (W_2 / W_1) |a_{2(0)} / b_{1(0)}|^2, \quad \text{透過損失は}$$

$$R = -10 \log_{10} \tau_{2(0)1(0)} \text{ により定義される。}$$

数値解析の結果得られた0次モード透過損失を Fig.3 に示す。比較のため平行型およびそれに対応する Scott 無限長内貼りダクト理論値を併記した。また, 参考として Beranek ら[1]のアッテネータ前後の音圧

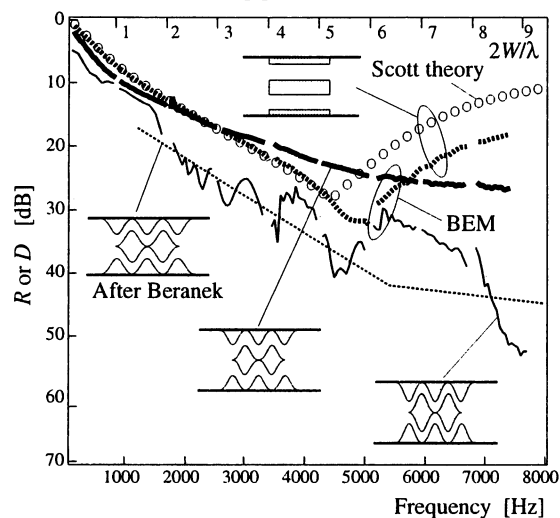


Fig.3 Transmission losses $-10 \log_{10} \tau_{2(0)1(0)}$ of sound stream and parallel baffle types, and sound pressure difference level D of a sound stream attenuator after Beranek[1].

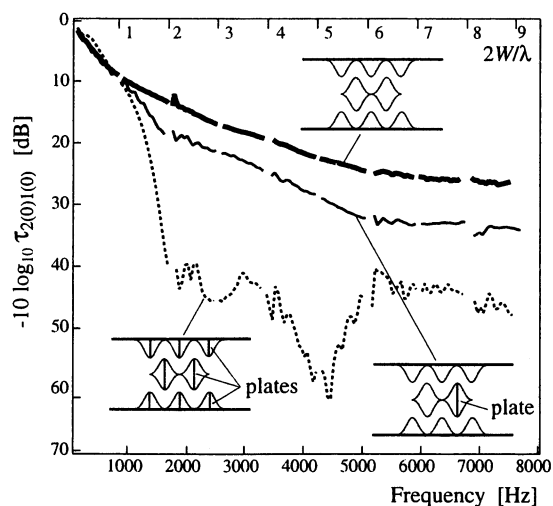
レベル差実測値 (ただし, 寸法比に対応して周波数を24倍) も加えた。平行型について, 有限長と無限長吸音体は約 4.5 kHz (平行流路の2次クロスモード cut-on) 以上の周波数域を除き良好な一致を示す。これは本数値解析手法の有効性を示すものである。迷路型は平行型と比較して直進筒抜け波の阻止効果は見られるものの, 全般的にみて Beranek らの実測値ほどの優位性があるとは言い難い。その大きな要因としては, その特性からみて[2][3], Beranek らのアッテネータは吸音体の吸音材料が mineral wool (比重等の詳細は不明) であること, 流路幅が 145cm で合隣る列の吸音体が5cm だけ流路側に突出していることなどが挙げられる。

Fig.4 は透過損失に与える吸音体内仕切板の効果について, 仕切板挿入有無のパターンを変化させて調べた結果のうちの典型例を示す。吸音体内仕切板の挿入効果は極めて大きい。なお, 透過側の吸音体への仕切板挿入の反射率への影響は少ないのに対し, 入射側の吸音体への仕切板挿入は反射率を増加させる傾向がある。

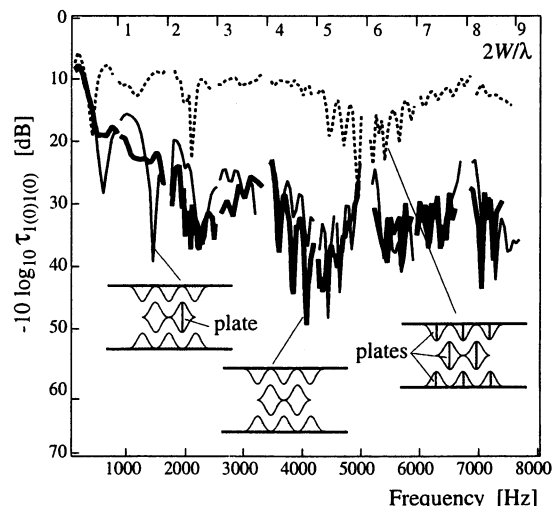
5. 終わりに 境界要素法数値解析により迷路型スプリッタダクトアッテネータについて, 9次モード波 cut-off 以下の周波数範囲における基本モード波のパワ反射・透過率を得た。迷路型の消音性能における吸音体内部の仕切板の影響は極めて大きいことを示した。

参考文献

- [1] B.G. watters, L. L. Beranek et al., JASA, 27(3), 1955.
- [2] 寺尾, 関根, 日本音響学会講演論文集, 平成10年3月.
- [3] 寺尾ほか, 日本音響学会講演論文集, 平成10年9月.



(a) Transmission losses $R = -10 \log_{10} \tau_{2(0)1(0)}$



(b) Power reflection factors $-10 \log_{10} \tau_{1(0)1(0)}$

Fig.4 Effect of partition plates on acoustic performance of sound stream attenuators