

○寺尾道仁, 関根秀久 (神奈川大学)

1. はじめに これまで境界要素数値解析による吸音材料を含む構造の音響特性観測法の妥当性を確認してきた。今回はとくに有限長スプリッタ型サイレンサが連続エルボ間 (Fig.1b) に設置される場合の音響特性の特徴について直管部 (Fig.1a) のそれと比較して調べる。

2. 固有音響特性の観測手法[1]

2.1 モード別平面進行波の検出方法

Fig.1 のように、ダクト要素間接続ダクトの直管領域に検査面を設定し、無限長剛壁内音響モード伝搬理論式を適用して $2(N+1)$ の観測点で音圧観測し、これと同数の進行波音圧振幅 $a_{(n)}$ と $b_{(n)}$ を分離検出する。ここで、 $n=0,1,2,\dots,N$ 、 N はそこで存在し得る最大モード次数である。

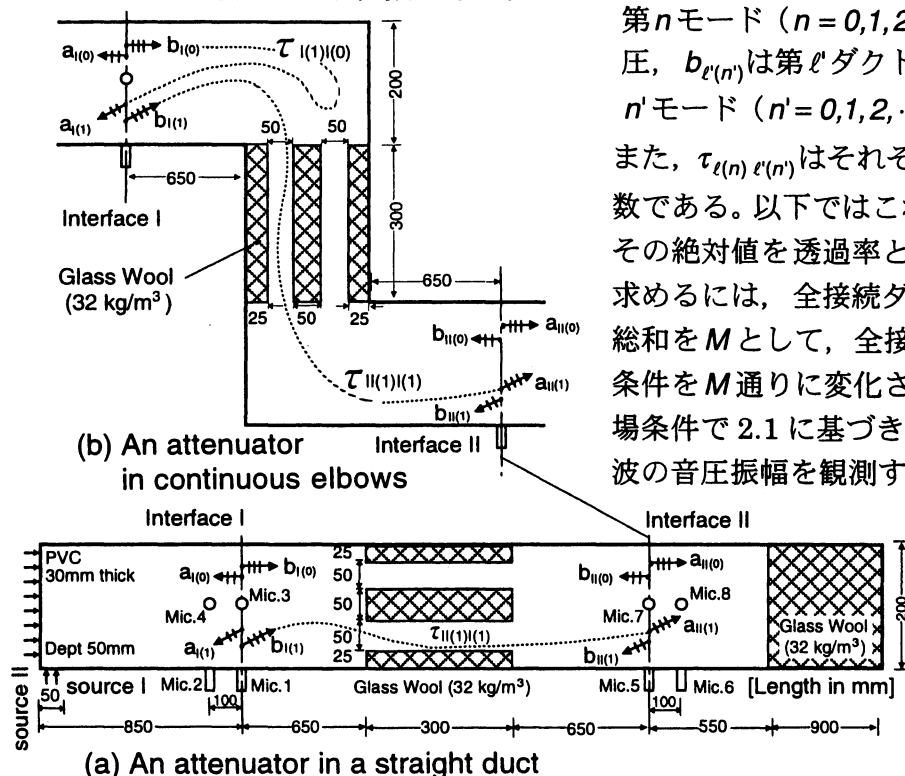


Fig.1 Splitter duct attenuators tested, and test arrangement

*On prediction of acoustic transmission losses of splitter duct silencers.
By Michihito Terao and Hidehisa Sekine (Kanagawa university).

観測点音圧を求める際、数値解析では部分領域化2次元境界要素法[2]により、領域分割はダクト部全体について、寸法 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ の仮想境界と吸音材料表面で分割した。境界要素は寸法 5mm の一定要素とした。吸音材 (Glass wool 32 kg/m^3) の音響特性はチューブ法で求め、その繊維方向特性による等方性モデルとした。実験は塩ビ板 30mm 厚を用い直管部配置の場合について行った。

2.2 モード別固有透過係数の測定法

要素の接続ダクト数を L とすれば、各ダクト各モード波音圧の関係は

$$a_{\ell(n)} = \sum_{\ell'=I}^L \sum_{n'=0}^{N_{\ell'}} \tau_{\ell(n) \ell'(n')} b_{\ell'(n')} \quad (1)$$

ただし、 $a_{\ell(n)}$ は第 ℓ ダクト ($\ell = I, II, \dots, L$) 第 n モード ($n = 0, 1, 2, \dots, N_{\ell}$) の外向波音圧、 $b_{\ell'(n')}$ は第 ℓ' ダクト ($\ell' = I, II, \dots, L$) 第 n' モード ($n' = 0, 1, 2, \dots, N_{\ell'}$) 内向波音圧、また、 $\tau_{\ell(n) \ell'(n')}$ はそれぞれ間の固有透過係数である。以下ではこれを単に透過係数、その絶対値を透過率と呼ぶ。透過係数を求めるには、全接続ダクトのモード数の総和を M として、全接続ダクト側の音場条件を M 通りに変化させ、それぞれの音場条件で 2.1 に基づき各検査面各モード波の音圧振幅を観測する。式(1)により

$M \times M$ 個の方程式を得て、そこに含まれる $M \times M$ 個のすべての透過係数 $\tau_{\ell(n) \ell'(n')}$ を求める。

3. 透過係数観測結果

Fig.2a および Fig.2b に、各々直管部配置および連続エルボ間配置のアッテネータの透過率を示す。実験値 (Mea.) は直管部の長さが短く精度に問題が残るが、数値解析値 (BEM) に概ね対応している。連続エルボ間配置は直管部配置に比べ、とくに 0 次モード (軸方向波, 基本モード) 入射波にたいする反射率が急増し、0 次モード透過波への透過率 $\tau_{II(0)I(0)}$ は急減する。また、異なるモード波次数の透過率は直管部配置ではほぼ 0 であるのたいし、連続エルボ間配置では無視できない値をもつ。

Fig.3 に基本モード波間の透過損失を比較して示す。連続エルボ間配置の場合、この透過損失は直管部配置の場合に比べ格段に大きくなる。直管部配置の場合、等方性吸音材モデルによる R.A.Scott[2] の無限長ダクト内貼り理論値と数値解析値 (BEM) は極く低周波数域を除いて一致している。また、これと吸音材幅と流路幅が一致する無限長アッテネータの A.J.King[3] による実験値 (異方性 Rock wool 130 kg/m³) も比較して示す。ただし、Scott 理論値と数値解析値 (BEM) は、吸音材料の流動抵抗を 40,000 Pa·s/m² と推定して Delany et al による音響特性を用いた。直管部配置の場合には不連続部の反射率が小さいため、無限長条件の理論および測定値の適用が許されよう。

4. 終わりに

直管部および連続エルボ間に配置されるスプリッタ型アッテネータについて、境界要素法数値解析により 1 次モード波までの固有反射・透過特性を明らかにした。また、理論値および実験値との比較によりその有効性を示した。

参考文献

- [1] 寺尾, 関根, 音響学会講論集, 1997 年 9 月.
- [2] 寺尾, 関根, 騒音制御工学会講論集, 1996 年 9 月.
- [3] A. J. King, JASA, p505, 1958.

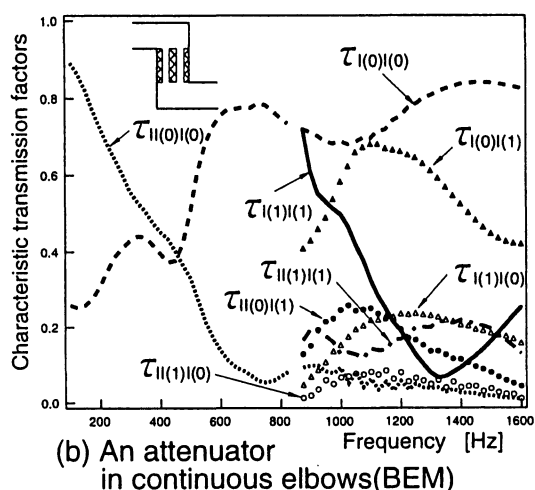
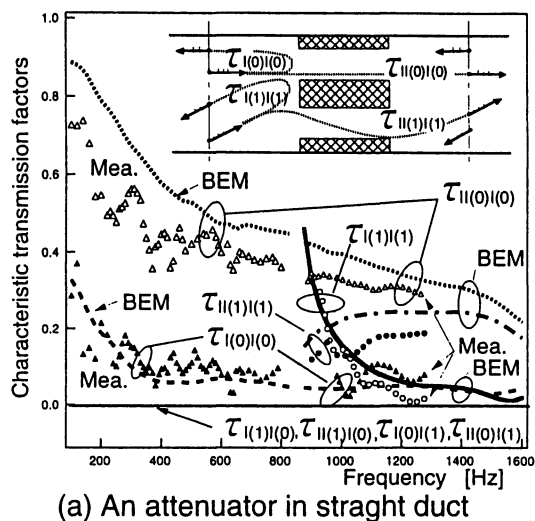


Fig.2 Transmission factors below second mode cut on.

