

◎ 大川真平, 寺尾道仁, 関根秀久, 文珠川潔 (神奈川大・工)

1. はじめに 換気開口の遮音性能の向上には, 開口の軸方向1次モードによると考えられる筒抜け音の阻止が重要である[1,2]。そこで本研究では, この筒抜け音阻止に対する吸音材内貼りや遮音フードの効果について主として数値解析により調べる。

2. 壁面開口の挿入損失 Fig.1 に示すような単独の壁面開口について, その一方から平面進行波が到来する場合の挿入損失  $D_{IL}$  をここでは

$$D_{IL} = L_{p,i} - L_{w,t} \quad (1)$$

により定義する。ただし,  $L_{p,i}$  は壁面がないときの開口位置における到来波の音圧レベル, また,  $L_{w,t}$  は開口付き壁面があるときの透過音  $P_t$  のパワーレベルである。この定義による  $D_{IL}$  は壁単位面積当りの透過損失ということもできる。 $D_{IL}$  と Wilson ら[1]の透過損失  $R$  とは式(2)により関係付けられる。

$$R - D_{IL} = 10 \log(S_F \cos \theta) \quad (2)$$

3. 数値解析方法 開口周辺の音圧と粒子速度は, 開口から十分遠方に点音源を配置し, 部分領域分割境界要素解析により求めた[3]。吸音材料領域については, 現象的の把握を単純化するため, 表面インピーダンスによる局所作用モデルとした。その特性は比流動抵抗  $\sigma = 8500 \text{ Pa} \cdot \text{s/m}^2$  のグラスウールを想定して Delany らの経験式によった。Fig.2 には非内貼り(流路内壁が剛壁)開口の垂直入射時の透過損失について, 本数値解析値を Wilson らの実験値と解析解[1]および簡易無響室内実験値と比較して示す。1kHz 程度以下の周波数領域について, 本数値解析の妥当性が確認される。

4. 開口内周壁への内貼りの効果 Fig.3 はフードなし開口の挿入損失  $D_{IL}$  について, 開口内周壁への非内貼りと内貼り 50mm を比較したものである。ここで, 挿入損失  $D_{IL}$  の入射角  $\theta_i$  による違いは高周波数域を除き僅かである。開口

内周壁への内貼りの透過音低減効果は, 1次モ

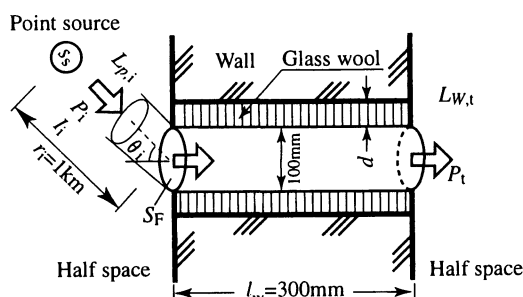


Fig.1 Sound transmission through a wall aperture

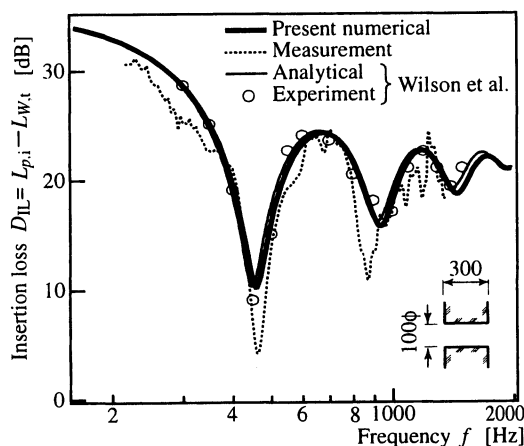


Fig.2 Insertion loss of a simple aperture

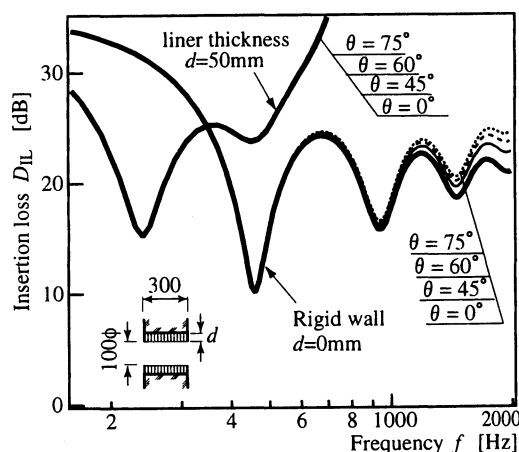


Fig.3 Effect of acoustic liner on insertion loss

\*Effect of acoustic liners and hoods on sound insulation of wall ventilation apertures.  
by S. Ohkawa, M. Terao, H. Sekine, K. Monjugawa (Kanagawa University)

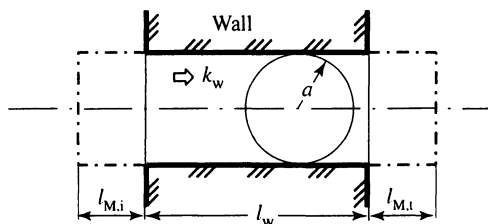


Fig.4 Mass end corrections  $l_{M,i}$  and  $l_{M,t}$  of an open-ended duct

ード周波数（以下  $f_1$ ）の付近を除き非常に大きい。また、この内貼りは  $f_1$  を低周波数側（460Hz から 240Hz）に大きく移動させる。

#### 5. 軸方向モード共鳴周波数の確認

Fig.4 に示すように、入射側と透過側の開口端補正長を  $l_{M,i}$ ,  $l_{M,t}$ , 自由空間空気中の音速を  $c$ , 開口流路の音速を  $c_w$  とすれば、軸方向モード波が入射側の実効開端から透過側の実効開端に達する間の位相が  $n\pi$  ( $n$ : 整数) に一致する周波数

$$f_n = n/2(l_{M,i}/c + l_w/c_w + l_{M,t}/c) \quad (3)$$

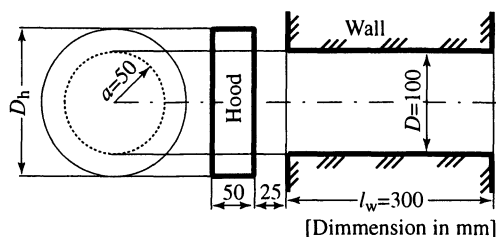
が軸方向共鳴モードの周波数になる。

まず、内貼りなしの開口の場合には、 $c_w = c$ , また、 $f \approx 500\text{Hz}$  で  $l_{M,i} = l_{M,t} \approx 0.75a$  であり、式(3)による  $f_1 \approx 450$  は Fig.3 の  $f_1 \approx 460$  にほぼ一致する。

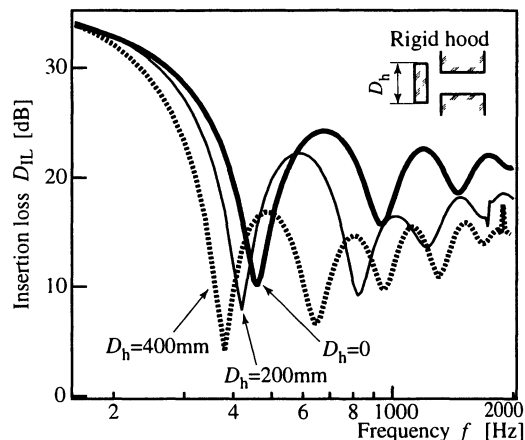
一方、内貼り開口の場合は  $c_w (\neq c)$  と開口端補正長  $l_{M,i}$ ,  $l_{M,t}$  は未知である。そこで内貼り開口の片側および両側に剛壁パイプを延長し、その一方からの入射音に対する音場を数値解析により求め、さらに、この音場に対して 2 ポートおよび 1 ポートの要素特性測定法[4]を適用して  $f \approx 250\text{Hz}$  で  $c_w \approx 189\text{m/s}$ ,  $l_{M,i} = l_{M,t} \approx 1.78a$  を得た。これと式(3)より得られる  $f_1 \approx 232$  は Fig.3 の  $f_1 \approx 240$  によく一致する。

#### 6. フードによる遮蔽の効果

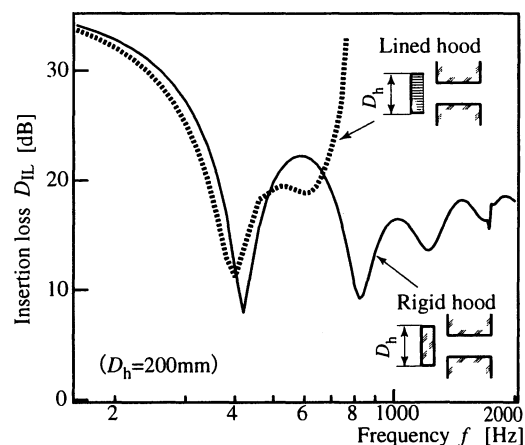
Fig.5(a)に示す単純な形状の遮蔽フードの透過音低減効果について、非吸音フードおよび吸音フードの場合をそれぞれ Fig.5(b) および Fig.5(c)に示す。非吸音フードの場合、フードの直径が大きくなるほど  $f_1$  が低くなり、また、音響的遮蔽効果は小さくなる。一方、吸音フードの場合、非フード開口に比した透過音低減効果は、 $f_1$  付近については数 dB 程度であるが、高周波数域については効果的である。



(a) A wall aperture with a hood



(b) Rigid hoods



(c) A lined hood

Fig.5 Effect of hoods on insertion loss

7. まとめ 壁面開口の挿入損失については、入射角による変化は高周波数域を除き小さいこと、開口流路内壁への吸音内貼りは共鳴透過周波数を低域側に大きく移動させること、フードは遮蔽面積が大きいほど挿入損失が低下するような場合があること、などを示した。

#### 参考文献

- [1] G. Wilson et al., JASA, 37, 1965.
- [2] 大内ほか, 騒制会講演論文集, 1999 年.
- [3] 大川ほか, 騒制会講演論文集, 2000 年.
- [4] 寺尾ほか, 騒制会講演論文集, 1993 年.