

○寺尾道仁 関根秀久 (神奈川大)

1. はじめに 2ポートのダクト系音源の固有音響特性のダクト内測定法を示し、それに関する基礎的検討のため[1], ラウドスピーカを音源とした実験により、本測定法の有効性を調べる.

2. ダクト要素のポート音響方程式

Fig.1の2ポートダクト要素の上で述べる. 各ポートの音圧, 粒子速度とダクト要素の音響特性との関係は理論的に,

$$\begin{pmatrix} P_I \\ P_{II} \end{pmatrix} = - \begin{bmatrix} Z_I & iZ_{II} \\ Z_I & iZ_{II} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} u_I \\ u_{II} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} f_I \\ f_{II} \end{pmatrix} \quad (1)$$

ここで, ポート番号をを代表して添字  $i$  (および  $j$ ) で表すものとして,  $P_i$  および  $u_i$  はそれぞれ音圧および粒子速度,  $Z_{ij}$  はダクト要素の固有インピーダンス要素,  $f_i$  は, 対象要素固有の駆動音圧である. 場の量として正・逆方向進行音波音圧,

$P_i^+, P_i^-$ , を選ぶならば, 式(1)から

$$\begin{pmatrix} P_I^+ \\ P_{II}^+ \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \rho_I & \tau_{II} \\ \tau_I & \rho_{II} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} P_I^- \\ P_{II}^- \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} f_I^+ \\ f_{II}^+ \end{pmatrix} \quad (2)$$

ただし,  $\rho_i$ : 固有反射係数,  $\tau_i$ : 第  $i$  から第  $j$  ポートへの固有透過係数,  $f_i^+$ : 駆動進行波音圧である. また, ダクト断面積を  $S_i$ , 空気の固有音響インピーダンスを  $Z_a$  とすれば, それぞれの進行波の音響パワおよびネット実効音響パワ  $w_i$  は,

$$w_i^+ = S_i |p_i^+|^2 / (2Z_a), \quad w_i^- = S_i |p_i^-|^2 / (2Z_a),$$

$$w_i^{f+} = S_i |p_i^{f+}|^2 / (2Z_a)$$

$$w_i = \text{Re} \{ S_i u_i^* p_i / (2Z_a) \} = w_i^+ - w_i^- \quad (3)$$

3. ダクト系要素の音響特性測定法

式(1)の6つの音響特性値を求める際, 能動特性の外部にたいする独立性の仮定を要求しない受動・能動特性2段階測定法[2]を導入する. まず受動特性は, 測定対象要素外部に配置したスピーカ等からテスト信号を供給し, 全ポートの音圧について, スピーカIをオン, スピーカIIを

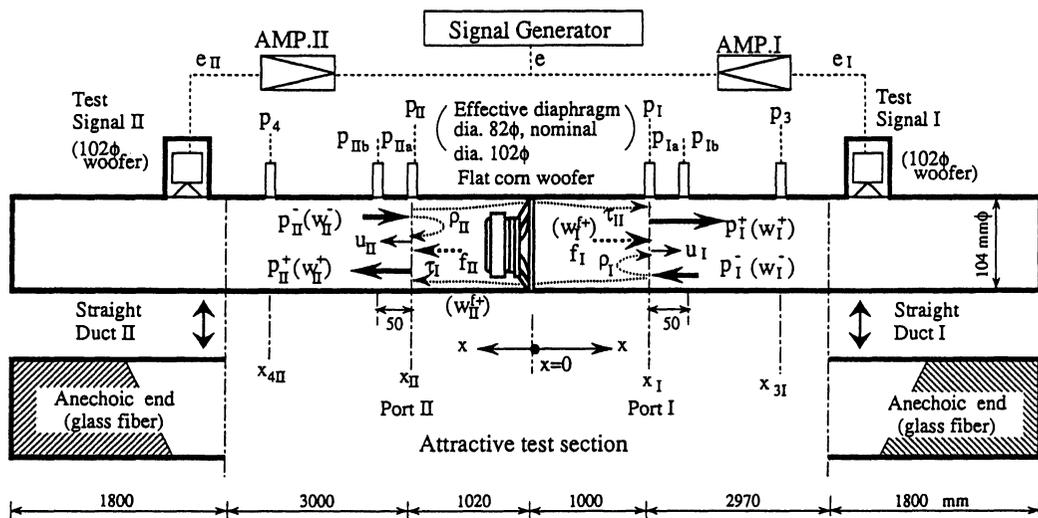


Fig.1 Test arrangement for acoustic property determination of a two port component.

\* A Basic Study on Determination Method of Acoustic Outputs of an Air-duct Sound Source. By Michihito Terao and Hidehisa Sekine (Kanagawa University)

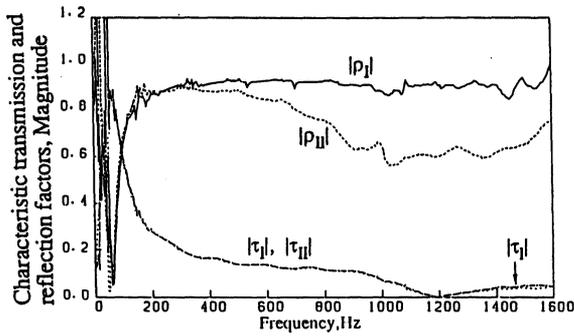


Fig. 2 Source passive properties, in terms of magnitude of characteristic transmission and reflection factors of two port loudspeaker configuration

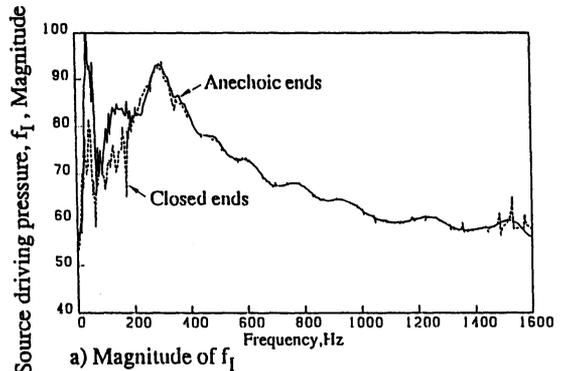
オフの場合とその逆の場合との2通りの測定により、式(1)について互いに独立な2組の方程式群を得る。全部で4つの方程式から未知量である4つの $Z_{ij}$  (または $\rho_i$ および $\tau_i$ )を定める。つぎに、能動特性はスピーカへの信号をオフとし、送風機の発生音に起因する音圧・粒子速度を測定する。すでに受動特性が得られているから、式(1)により各ポートの駆動音圧 $f_i$ が陽的に求められる。

#### 4. 測定結果

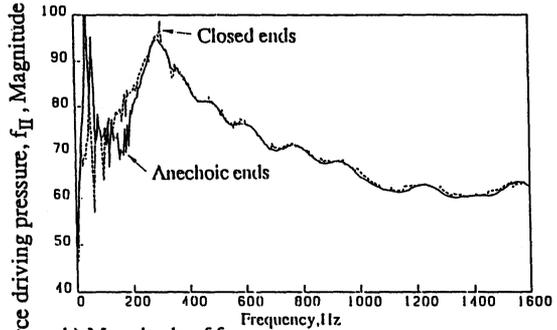
受動特性の測定結果例として $\tau_i$ および $\rho_i$ の絶対値をFig.2に示す。 $|\rho_{II}| < |\rho_I|$ でポートII (スピーカ裏面)からの入射波の方がポートI (スピーカ正面側)からのそれよりもエネルギー散逸が大きい。

駆動音圧 $f_i$ をFig.3に示す。この $f_i$ は平面波伝播により移動して膜面近傍の検査面で評価したものである。 $f_i$ は音響負荷に独立とみてよい。また、両ポートの駆動音圧 $f_I$ と $f_{II}$ は、円盤ピストンの場合、その近傍において理論的に大きさが等しく逆位相となるが、スピーカ膜面近傍でみた駆動音圧はそれに近い。一方、Fig.4に音響パワの例を示す。この場合ネットパワー $w_i$ は、駆動パワー $w_i^{f+}$ に比較して5dBほど小さく、駆動パワーの大半がスピーカ近傍で散逸している。

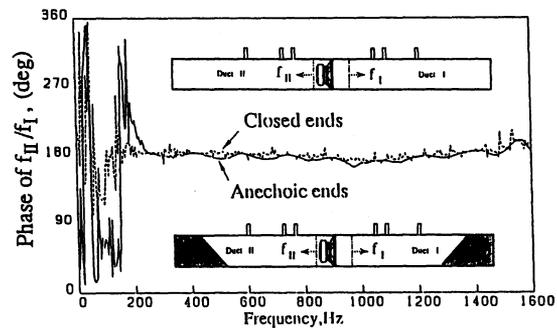
5. まとめ 無反射末端を用いることなく、音源要素の駆動音圧のダクト内観測する手法を示し、実験によりその妥



a) Magnitude of  $f_I$



b) Magnitude of  $f_{II}$



c) Phase difference between  $f_I$  and  $f_{II}$

Fig. 3 Source driving pressure insensitivity to load, in two port loudspeaker configuration, for interface positions ( $x_I=50, x_{II}=50$ ).

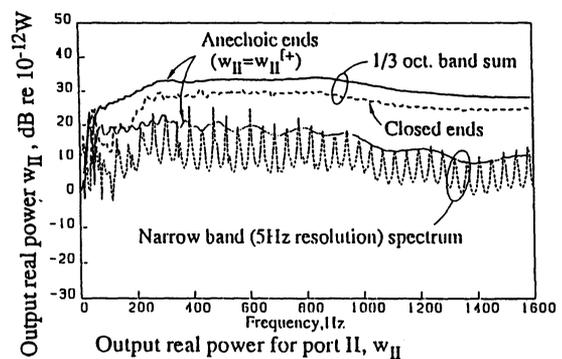


Fig. 4 Output power difference with load, in two port loudspeaker configuration.

当性を確認して音響発生機構などを調べる上での有用性の一端を示した。

#### 参考文献

- [1] M.Terao, R.Bernhard et al., Proc., Inter-noise 90.
- [2] M.Terao and H.Sekine, Proc. Inter-noise89.