

○寺尾道仁 関根秀久 (神奈川大)

1. はじめに 従来の末端マイクロホン型スリットチューブは反射波が存在する場合、その感度がダクト末端反射率に依存するため困難である。中間マイクロホン型スリットチューブすればこの感度補正の困難が原理的に克服されるほか順・逆方向波それぞれの分離測定の可能性もある。ここではその感度補正方法について実験および数値解析により調べる。

2. スリットチューブの音響モデル

Fig.1に実験装置の概要[1]を示す。無反射条件などに関する検討には部分構造化境界要素法解析[3]により、一定要素および自由度数約7万でモデル化した。

2.1 ダクト内音波の測定 測定対象とするダクト内音波の音圧を a 、その順・逆方向進行波成分を a^+ および a^- 、また、ダクト末端からの反射係数を

$R_E \equiv a^-/a^+$ とする。それぞれはラウドスピーカへの供給電圧 e と壁面設置マイクロホン（主および副）とのコヒーレントパワ測定[2]により乱流変動圧成分 t を除去している。

2.2 末端マイクロホン型プローブ

このプローブによる音圧を s とし、スリットチューブ外部の順・逆方向波成分 a^+ および a^- のスリットチューブ内順方向進行波 s^+ への寄与率を Fig.2(a) に示すようにそれぞれ D_s および C_s とすれば、

$$s/2 = s^+ = D_s a^+ + C_s a^- = (D_s + R_E C_s) / (1 + R_E) a$$

すなわち、末端型プローブの感度は、

$$\Delta s \equiv s/a = 2 \{ (D_s + R_E C_s) / (1 + R_E) \} \quad (1)$$

となり、ダクト末端からの反射係数 R_E に独立した感度補正ができない。

2.3 中間マイクロホン型プローブ[1]

この場合の主マイクロホンの音圧を m 、その順・逆方向波成分を m^+ および m^- とし、また、ダクト内順・逆方向波音圧 a^+ および a^- の m^+ にたいする寄与率を Fig.2(b) のようにそれぞれ D および C とすれば、

$$m^+ = D a^+ + C a^- \quad (2a)$$

主マイクロホンにたいし左右のスリットチューブを対称とすれば、同様に

$$m^- = C a^+ + D a^- \quad (2b)$$

したがって

$$m = m^+ + m^- = (C + D) (a^+ + a^-) = (C + D) a$$

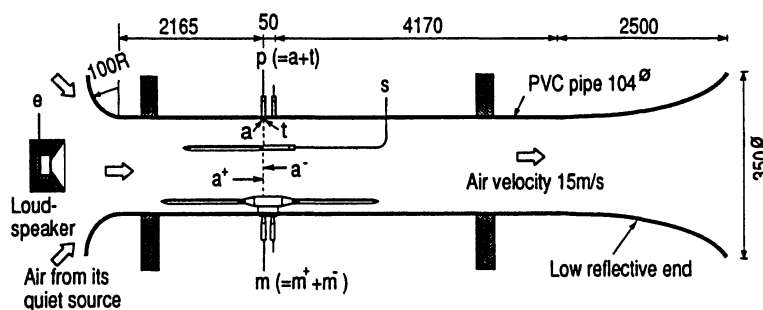


Fig.1 Airflow duct and test set-up [Dimensions in mm].

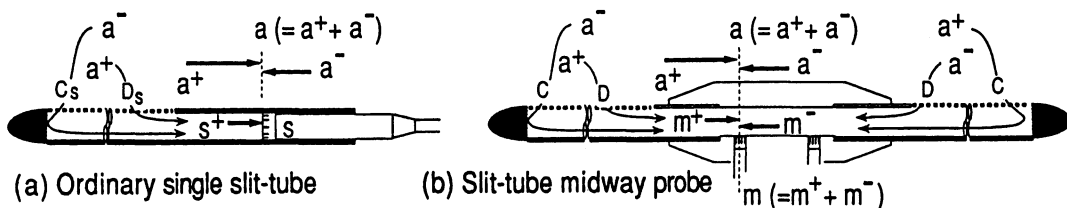


Fig.2 Pressures around slit-tubes.

* On sound pressure measurement of plane waves in airflow duct by two microphone method in slit-tube midway. By Michihito Terao and Hidehisa Sekine (Kanagawa University).

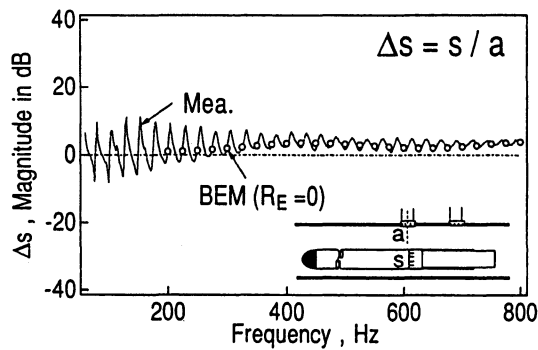


Fig.3 Response of normal slit-tube.

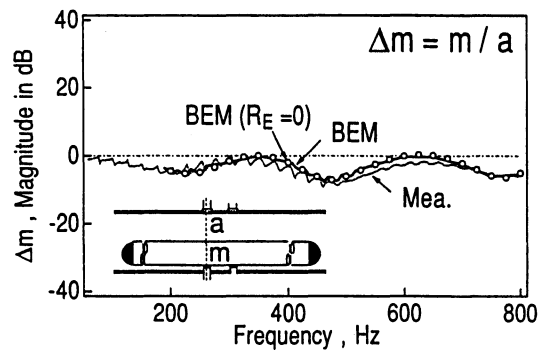


Fig.4 Response of slit-tube halfway probe.

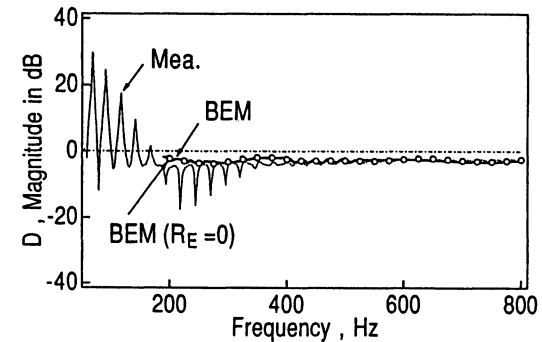
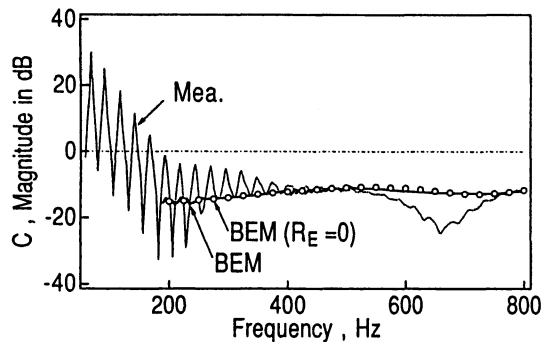


Fig.5 Response C and D of slit-tube halfway probe for out- and in-coming wave pressure measurement.

すなわち、中間型プローブの感度 Δm は、

$$\Delta m \equiv m/a = (C + D) \quad (3)$$

とプローブ固有の特性 C および D により定まりダクト末端の反射 R_E に依存しない。

2. 4 順・逆方向波成分の分離測定

中間マイクロホン型プローブに副マイクロホンを加え、スリットチューブ内の順方向波 m^+ と逆方向波 m^- を2マイクロホン法により分離測定すれば、ダクト内の順・逆方向波成分 a^+ および a^- は、式(2)から得られる次式により求められる。

$$a^+ = (Dm^+ - Cm^-) / (D^2 - C^2) \quad (4a)$$

$$a^- = (Dm^- - Cm^+) / (D^2 - C^2) \quad (4b)$$

このときの感度補正はプローブ固有の特性 C および D である。

3. 実験および数値解析結果

Fig.3は従来の末端型の感度補正值 Δs についての結果を示す。このなかでBEM ($R_E=0$)は無反射末端条件にたいする感度補正值 Δs でNeise[4]の測定値と一致し、また、 D_s に対応するものである。これを無反射末端条件でない場合の感度補正值 Δs

として適用してしまうと誤差は大きい。

Fig.4は中間マイクロホン型プローブの感度補正值 Δm の実験・解析結果である。BEMでは200Hzおよび500Hz付近のみ解析周波数ステップを細かくした。ダクト末端反射 R_E が異なるBEMとBEM($R_E=0$)とはほぼ一致しており、 Δm については R_E に独立とみてよい。

Fig.5は式(4)による順・逆方向波分離測定に必要な特性 C および D を求めたものである。この場合もダクト末端反射 R_E が違うBEMとBEM($R_E=0$)とは一致しており、特性 C および D は R_E に独立とみてよい。

4. まとめ 従来の末端マイクロホン型スリットチューブにおけるダクト内反射波の存在による感度補正上の困難は、これを中間マイクロホン型に改良することにより克服可能であることを示し、実験および数値解析により確認した。

参考文献

- [1] 寺尾, 関根, 日本音響学会講論集, 平成3年10月.
- [2] M.Terao and H.Sekine, Proc. Inter-noise92, 1992.
- [3] 寺尾, 関根, 境界要素法論文集, Vol.4, 1987.
- [4] W.Neise and B.Stahl, JASA, 63(4), p561, 1979.