

$\tau_{31} = P_3 / P_1^+$ は、

$$\delta_{HR} = 4Z_c R_{HR} \left| \frac{U_1}{2P_1^+} \right|^2 \left| \frac{U_{HR}}{U_1} \right|^2 \quad (3)$$

$$\tau_{31} = 4Z_c R_3 \left| \frac{U_1}{2P_1^+} \right|^2 \left| \frac{U_3}{U_1} \right|^2 \quad (4)$$

などのように表される。その簡単な計算手法として

$$\frac{U_1}{2P_1^+} = \frac{1}{Z_1 + Z_c}, \quad \frac{U_3}{U_1} = \frac{Z_{HR} - Z_1}{Z_{HR}(CZ_3 + D)},$$

$$\frac{U_{HR}}{U_1} = \frac{Z_1}{Z_{HR}}, \quad \frac{1}{Z_1} = \frac{1}{Z_{HR}} + \frac{CZ_3 + D}{AZ_3 + B}$$

などが利用される。多段共鳴器の場合も以上の手法を入れ子的に適用すれば容易に解析できる。

5. 共鳴器開口の付加質量補正長

Fig.2に開口前面側の付加質量補正長 l_M について、3D-BEM解析により、(a) f_{res} を知り式 (2) の l_{MF} を求める手法と(b)開口検査面の放射インピーダンス Z_{rad} を知り $l_{MF} = l_{rad} = \pi a^2 \text{Im}\{Z_{rad}\} / \rho\omega$ により l_{MF} を求める手法の2手法の結果を示す。オリフィス軸がダクトの軸に平行な場合に得られた l_M は Ingard-Rschevkin の式[2]によく一致する。一方、それが直交する場合の l_M はこれと大きく異なる。

6. 一次元波動解析の有効性

Fig.3は、1Dモデルと3D-BEMによる結果の比較例である。適切な l_{MF} が与えられれば1次元解析の有効性は高い。

Fig.4は、Fig.1の1-3区間を単位要素として繰り返す多段共鳴器の1次元解析結果を示す。ここで、いずれにおいても共鳴器は同一 ($V_{cav} = 250\text{cm}^3$, $a = 8\text{mm}$, $l_A = 10\text{mm}$, $R_{HR} = Z_c$, $f_{res} = 403\text{Hz}$), また、直管ダクト(半径0.05mの円形断面)は無反射終端 ($Z_{1+2n} = Z_c$) としている。ダクト音響では δ_{HR} や τ_{31} について、複数の共鳴器が配置されときの周波数特性が単一共鳴器のそれから容易には推定できず、ここで述べたようなシミュレーションの重要性が再認識される。

7. まとめ ダクトサイドブランチ接続共鳴器の付加質量補正長を数値解析により求めた。多段共鳴器の1次元解析によりその有効性を確認した。

参考文献

- 1) 日本騒音制御工学会編:騒音制御工学ハンドブック, 技報堂, 基礎編 3.3.3, 2001年.
- 2) L. Cremer et al., Principles and applications of room acoustics, Applied science publishers, Chapter IV9, 1982.

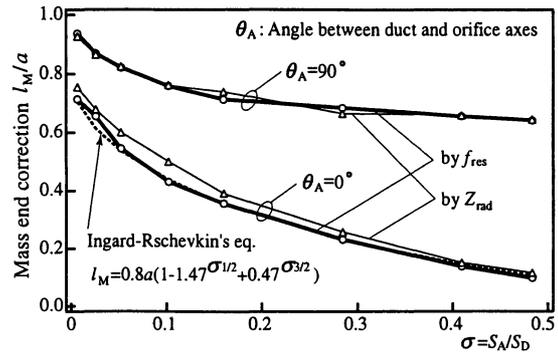


Fig.2 Difference of mass end corrections l_M by determination methods and aperture directions relative to duct axis

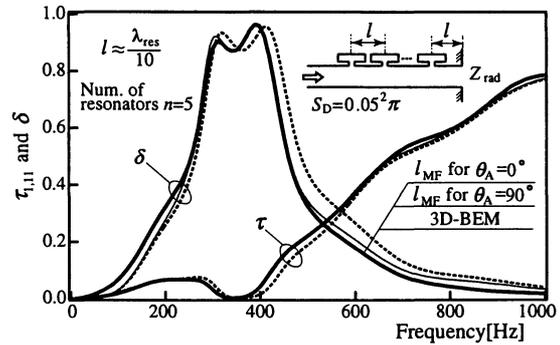
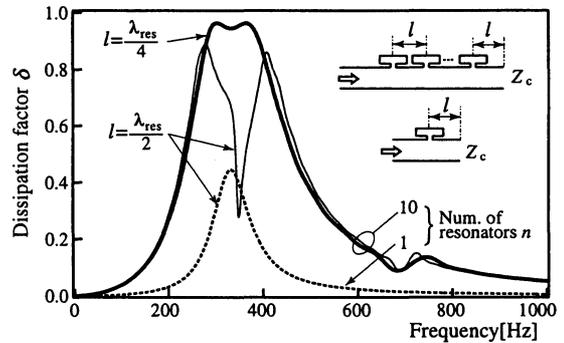
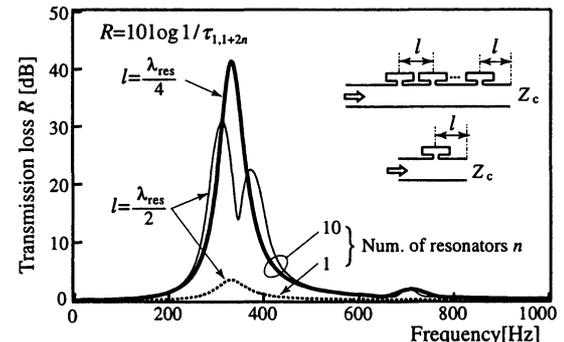


Fig.3 Comparison of 1D and 3D model in terms of sound dissipation factors δ and transmission factors $\tau_{1,11}$



(a) Sound dissipation factors δ



(b) Transmission loss R

Fig.4 Effect of number of resonators and intervals between resonators on sound dissipation and transmission for ducts of $S_D = 0.05^2 \pi$