123 曲がり部にスプリッタのあるダクト内部音場と流れの影響

Effect of Mean Flow on Sound Field in a Curved Duct with Splitter

○森 亮輔, 中部大院, 〒487-8501, 春日井市松本町1200

椿下庸二, 中部大工, 〒487-8501, 春日井市松本町1200 E-mail: tsub@isc.chubu.ac.jp

Ryosuke MORI, Dept. of Mech. Eng., Chubu University, Kasugai, Aichi 487, Japan

Yasuji TSUBAKISHITA, Dept. of Mech. Eng., Chubu University, Kasugai, Aichi 487, Japan

Key Words : Numerical Analysis , Duct Acoustics, Insertion loss, Mean Flow, Splitter

1・まえがき

送風機などにおいて, ダクト内で発生する騒音を低減させる小型の消音装置として, コーナーベン式のもの挙げられる. コーナーベン式消音装置は透過側の圧力損失が少ないため, ダクト内騒音の低減に有利である. すでに我々は, コーナーベン式消音装置の簡易モデルとして, 曲がり部にスプリッタが挿入されたダクトを考え, その位置や長さを変化させた場合の透過側音場への影響に関してダクト内部に平均流れがない場合の数値解析を行った⁽¹⁾. 本計算では, ダクト内部に平均流れ場がある場合について同様のモデルに対し数値解析を行い, 特に, 中程度以下の周波数範囲における結果について報告する.

2・モデルおよび計算条件

図1に示すように, 直角ベンドを持つ十分長い2次元ダクトを考える. 曲がり部には1枚のスプリッタが挿入されている. 音源はダクト曲がり部より数波長手前にあり, 微小な質量の周期的なわきだし吸い込みを行うことで, 平面波を発生させる. ダクト曲がり部のスプリッタによってわけられた音波は, スプリッタ通過後, 互いに干渉する. この場合, スプリッタの長さや取付け位置によっては透過側の音圧レベルが低減することが期待される. そこで本計算で変化させるパラメータとしては, スプリッタのダクト外壁に沿って平行にとった長さ l と外壁からの距離 a とする. また, 図1に示すような角度 θ を導入する. ダクト幅 h は10cmと固定している. 本計算では, $a/h = 0.2 \sim 0.84$, $l/h = 0.39 \sim 3.35$ ($\theta = 20^\circ \sim 120^\circ$) の範囲で変化させた. なお, 音源周波数は $f = 500 \sim 950\text{Hz}$ である. また, 音速は $c_0 = 341.2\text{m/s}$ とする. また, 平均流れ場については, 無限上流で様なマッハ数 $M_\infty = 0.2$ のダクト内部の流れ場を数値計算して与える. 図2に, スプリッタの無い場合およびある場合のダクト内におけるマッハ数分布を示す. なお, スプリッタに吸音性はなく, 各壁面では完全反射と仮定する. 本計算で用いる音場の基礎方程式は, 微小擾乱に基づく線形オイラー方程式であり, 陽的差分法で解かれる. 計算格子数は, 1200×26 点である.

3・計算結果および考察

図3には, スプリッターを挿入しない場合の音圧レベル分布 (音源周波数 650Hz) を, 平均流れの有無に対しそれぞれ示す. この図では, ダクト内壁側に比べ, 外壁側の音圧レベルが高くなっている. 図4には, $f = 650\text{Hz}$ の場合の挿入損失について, θ と a/h をパラメータに示す. ここで挿入損失とは, スプリッタによる透過側音圧レベル低減量を示す. 挿入損失のピーク値を比較すると, 平均流れのある場合の方が小さくなっている. 流れの有無に関係なく,

同じ条件 (l/h , a/h) において, 音圧を低減させているのがわかる. また, $l/h = 1.95$ ($\theta = 80^\circ$), $a/h = 0.56$ 付近で, 最も挿入損失が大きい. 図5は, $l/h = 0.98$ ($\theta = 40^\circ$), $a/h = 0.56$ の場合, $l/h = 1.95$ ($\theta = 80^\circ$), $a/h = 0.56$ の場合, および $l/h = 2.13$ ($\theta = 100^\circ$), $a/h = 0.72$ における音圧レベルおよびインテンシティの分布を表している. $\theta = 40^\circ$ の場合は, スプリッタ出口での音圧レベル変化があまりなく, インテンシティを見ても流れの影響が出ているものの, 音圧レベル低減に影響はそれほど及ぼしていない. $\theta = 80^\circ$ および, 100° の図では, $\theta = 40^\circ$ に比べ, スプリッタ出口での大きな音圧レベル変化が見られる. また, インテンシティを見ると, スプリッタ通過後大きな渦的パターンが見られる. この渦が大きい程, 音圧レベル低減が大きい傾向にある.

音圧レベルの低減の要因としては, スプリッタによって内壁側と外壁側に分けられた音波に経路差が生じスプリッタ通過直後の位相にずれが生じ, 互いに打ち消し合い音圧レベルが低減する. ダクト内部に流れ場があると, 音速の変化および流速の影響で位相ずれにさらに変化が生じる. 図6に, 平均流れ場におけるスプリッタ出口音圧の時間的変動の一例を示す. なお, $f = 650\text{Hz}$ 以外の結果については, 講演時に報告する.

Fig. 1 Computational model

参考文献

- (1) 東京工業大学精密工学研究所編: 静粛工学, 開発社 (1995), 22.
- (2) 椿下・長崎: 第12回数値流体力学シンポジウム講演論文集 (1998), 113-114

Fig.2 Mach number of mean flow

Fig.3 Sound pressure level without splitter

Fig.5 Distribution of SPL and Intensity for $f=650\text{Hz}$, $a/h=0$

Fig.4 Effect of splitter-wall distance

Fig.6 Time history of sound pressure and splitter length on Insertion loss