

1. 緒言

ダクトやマフラーなどのような音響管の音波伝搬に関する問題の解析には、主として、音響回路理論⁽¹⁾が用いられてきた。この理論は平面波理論に依っているため、平面波の仮定が成り立たなくなる限界周波数以上の周波数を対象とする場合や音響系の構造が複雑な場合には適用が困難となる。

本研究では、音響管内で音波が共鳴し管外に大きな音を放射している場合に、ヘルムホルツ共鳴器を設置することにより得られる減音効果を境界要素法(BEM)によって解析し、共鳴器の効果的な設置方法について検討する。

2. 音響管・共鳴器系減音特性の境界要素解析

解析モデルの一例を図1に示す。要素分割には三角形一定要素を用い、図2に示すように、対称性を考慮し全体の半分を262要素に分割した。境界条件としては、管入口部がピストン振動板によって駆動されるものとし、開口部には、外部への音の放射を考慮し、ピストン振動板による放射インピーダンスを仮定している。管路を伝搬する入射波は開口部で一部反射され、入射波と反射波が干渉し共鳴が起こると、開口部から大きな音が放射されることになる。本研究では、音響管が共鳴周波数473Hzで共鳴している場合について検討する。共鳴器の大きさも共鳴周波数が473Hzとなるように定めてある。この場合の管内の音圧レベル(SPL)分布を図3に示す。このような音圧分布に対し、共鳴器を図3に示したCase A~Fのように設置するそれぞれの場合について検討する。Case Aは共鳴器を音圧の節の位置に、Case Bは節と腹の中間の位置に、Case Cは腹の位置に設置した場合である。Case DとCase Eは2個の同じ共鳴器を、設置位置は異なるが、いずれも減音対象音の1/4波長間隔で設置した場合である。Case Fは2個の共鳴器を同

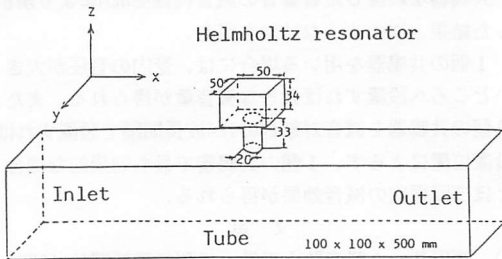


図1 音響管・共鳴器系の解析モデル

じ管軸方向位置で管の上下面に設置した場合である。共鳴器による減音効果の評価量としては、共鳴器を設置しないときと設置したときの開口端の音圧レベル差として定義される挿入損失を用いる。

3. 結果及び考察

図3のCase A~Fの各場合に対する管内音圧レベル分布の計算結果を図4に示す。共鳴器無しの場合と共鳴器を設置した場合の開口端付近の音圧レベルの比較から、共鳴器が1個のときには、管内の音圧ができるだけ高

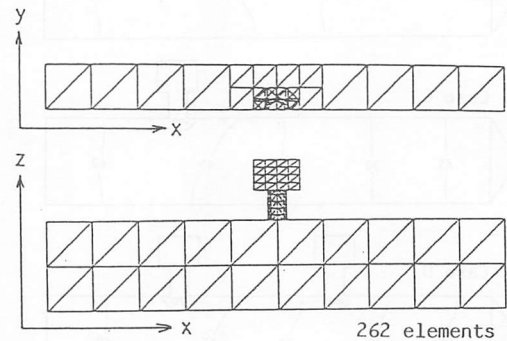


図2 境界要素分割モデル

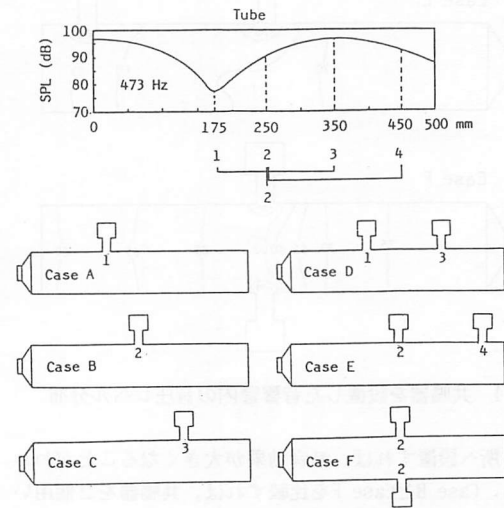


図3 共鳴周波数473Hzにおける管内音圧分布と共鳴器の設定位置との関係

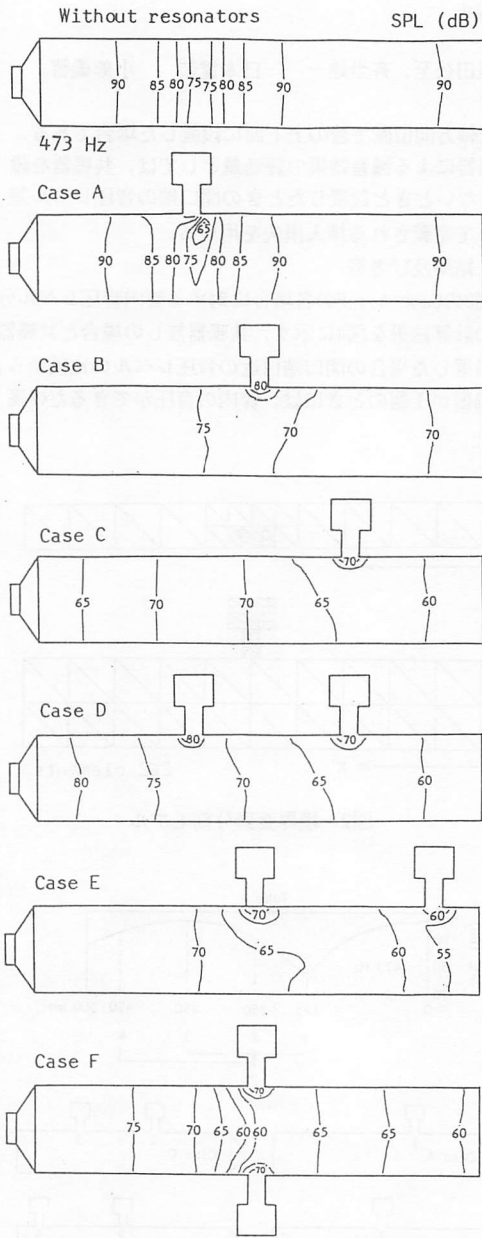


図4 共鳴器を設置した音響管内の音圧レベル分布

い所へ設置すれば、減音効果が大きくなることがわかる。Case BとCase Fを比較すれば、共鳴器を2個用いたほうが減音量が大きくなることがわかる。しかし、通常は、管内の音圧分布の予測は困難であり、このような場合には、Case DとCase Eの結果から明らかなよ

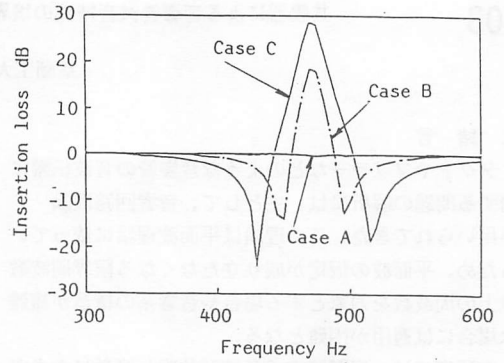


図5 1個の共鳴器による挿入損失

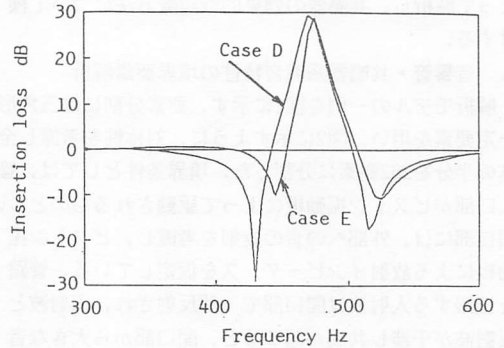


図6 2個の共鳴器による挿入損失

うに、2個の共鳴器を1/4波長の間隔で設置すれば、設置位置によらずほぼ同程度の減音効果が得られることがわかる。図5および図6に、それぞれ共鳴器を1個及び2個設置したときの挿入損失の計算結果を示す。これらの結果は前述の図4の結果を明確に示しており、しかも、共鳴周波数473Hzを中心とした減音周波数帯でかなりの減音効果があることがわかる。

4. 結言

共鳴器を設置した音響管の減音特性をBEMにより解析した結果、次のような結論を得た。

1個の共鳴器を用いる場合には、管内の音圧が大きいところへ設置すれば大きな減音量が得られる。また、2個の共鳴器を減音対象音の1/4波長間隔で設置すれば、設置位置によらず、1個の共鳴器で最も効果的な場合とほぼ同程度の減音効果が得られる。

文献

- 1) 福田基一：騒音防止工学，日刊工業新聞社(1978) 62.