

# 能動騒音制御を用いたスリット状共鳴器型消音器に関する研究

渡 部 誠 二\*

## Research on Slit Resonator Type Silencer Using Active Noise Control

by Seiji WATANABE

本研究は、遮音と通風の両立を可能とさせるために、スリット状共鳴器型消音器と ANC を複合させた消音システムを提案し、その消音特性の解析を行い、有効性について研究したものである。一般的に機械などから発生する騒音の低減化には、騒音源を完全に密閉して遮音することが最も効果的である。しかし、機械内部で発生した熱も外部に放出できなくなり、熱のダメージによる機械の寿命を著しく短くしてしまう可能性がある。一方、熱を外部に放出させるために、通風のための開口や送風のためのファンを設けると、その部分から同時に騒音が漏れ出し騒音環境をさらに悪化させる。このように、各種機械では、通風のための開口が必要であると同時に遮音対策についても十分な対策を施す必要がある。この通風と遮音は相反する要素であり、両立を可能とした研究報告はこれまでにない。

本論文の構成は、第 1 章から第 6 章で構成されている。以下に本論文の内容について述べる。

第 1 章では、本研究に至る背景や目的について述べている。工作機械の数値制御化に伴う空調機能強化による騒音増大の問題、騒音が工場内作業員や工場近隣の住民の健康に与える影響への懸念などから、本研究の必要性と目的について述べている。

第 2 章では、ANC が応用されていないスリット状共鳴器型消音器（以後、従来法とする。）の構成と特徴について述べる。ここでは、従来法の設計手法を説明し、次の問題点を明らかにしている。(1)消音

対象となる騒音の周波数に応じて、消音器の形状寸法を変えなければならないこと。(2)消音器の共鳴効果による消音を利用しているために、共鳴周波数からわずかでも消音対象の周波数がずれると著しく消音効果が得られないこと。(3)複数の周波数に対して消音を行う場合、複数のスリットを多段構成にする必要があることから消音器が厚くなること。以上から、これらを解決する方法として、制御スピーカを装着した消音器ならびに ANC を複合した消音システムの提案をしている。

第 3 章では、音響解析プログラムの SYSNOISE を活用し、制御スピーカをスリット状共鳴器型消音器に組み込んだときの、二次音源としての音響放射特性や消音器内部の音圧分布などについて解析をしている。提案法は、通風ための開口部の円周から制御音がリング状に放射されるため、消音器自体を 1 つの二次音源とみなすことができる。二次音源の音響放射特性や音響放射分布は、消音特性と密接な関係にあるため、スリット形状、寸法、制御スピーカの配置などの各条件下において、適切な条件を見出すことが大切である。SYSNOISE による解析から音響放射特性、音響放射分布、消音器の内部音圧分布を明らかにし、最適設計の指針を与えている。解析の結果、安定した音響放射レベルを確保するには、ある一定以上のスリット幅が必要であること、二次音を騒音に対して均一に作用させるためには、制御スピーカの位置を対称にすること、そして、音響放射

\*新潟大学大学院自然科学研究科

現在 国立鶴岡工業高等専門学校

[新潟大学博士（工学）平成 18 年 3 月 23 日授与]

の周波数特性の改善を図るために、円形スリットではスリット深さは浅い方が有利であること、楕円形スリットでは離心率が大きい方が有利であることを明らかにした。

第 4 章では、フィードフォワード方式の ANC によるスリット状共鳴器型消音システムの実験を行い、提案システムの消音特性について論じている。実際の機械パッケージに近い状態として拡散箱を使用して実験を行った。実験は、スリット深さ、スリット厚さを変化させたときの消音特性を調べた。また、ANC が実行中の消音器内部の音圧分布ならびに位相特性、そして、消音器の外側での音響インテンシティー測定を実施し、消音のメカニズムを調べた。この結果、スリット深さは、連続して高い消音量を維持する周波数範囲に影響を与え、スリット深さが浅いほど、その消音領域は高周波数側へ拡張する。また、スリット幅は消音量に影響を与え、安定した消音量を得るためには、ある一定幅以上のスリットを用いることが必要である。消音メカニズムは、消音器の開口部から放射される二次音との干渉ならびに共鳴効果による消音であることを明らかにした。

第 5 章では、フィードバック方式の ANC によるスリット状共鳴器型消音システムについて論じている。ここでは、低騒音化だけにとらわれない新しいアプローチとして、音質改善による快適な騒音環境の確立の可能性を示した。特定の周波数で際立ったスペクトルを示す離散周波数音を抑制することで音質に変化を与えることが可能である。ここでは、実際のファンから放射される離散周波数音に対して、スリット形状の違いによる抑制効果を明らかにしている。実験結果から、提案法が各離散周波数音に対して効果的に抑制できることを示した。また、客観的な音質評価である Discrete Tone 分析において、ANC の実行後では、顕著な音として定義されている閾値から大幅に低減されることが明らかとなり、提案法の有効性を示した。

最後の第 6 章では、本研究で得られた成果を総括している。謝辞：本研究の遂行ならびに学位論文の執筆に当たり、主指導教官である谷藤克也教授にご指導、ご鞭撻を賜りました。ここに深く感謝を申し上げます。