

氏名	わたなべ せいじ
学位	渡部 誠 二
学位記番号	博士(工学)
学位授与の日付	新大院博(工)第215号
学位授与の要件	平成18年3月23日
博士論文名	学位規則第4条第1項該当

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

論文審査委員	主査 教授	谷藤 克也
	副査 教授	大橋 修
	副査 教授	新田 勇
	副査 助教授	坂本 秀一
	副査 助教授	横山 誠

## 博士論文の要旨

環境問題が注目される中、騒音が労働者の精神衛生面や安全面で与える影響に大きな関心が寄せられている。工場内で発生する騒音を全体的に抑制するには、個々の機械から発生する騒音を抑えることが重要である。そのためには、騒音源の機械を完全に密閉・遮音する方法が最も効果的であるが、機械が発生する熱も放出できなくなり、温度上昇が機械の寿命を短くすることになる。一方、熱を放出させるために通風口や送風ファンを設けると、そこから騒音が漏出する。このように、通風と遮音の両立を可能とした研究報告はこれまでにない。本研究では、各種機械に対して通風と遮音の両立を目的として、スリット状共鳴器型消音器とANC（能動騒音制御）を複合させた消音システムが研究された。

第1章は序論として、本研究の背景が既往の研究とともに記述され、研究の目的が示される。

第2章では、ANCを複合させない従来のスリット状共鳴器型消音器について、その設計法から3つの問題点を明らかにしている。一つは、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。二つ目は、消音器の共鳴効果を利用しているために、共鳴周波数が対象の周波数からずれると著しく消音効果が減ること。三つ目は、消音対象の周波数が複数ある場合、スリットを多段構成が必要となり、消音器が厚くなることである。これらを解決する方法としてANCを複合した消音器が提案される。

第3章は、提案するANCとの複合のため、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が述べられる。ここでは、円形状のスリットと楕円形状のスリットを有する二つの消音器について、厳密解を得ることの困難な音響の放射特性と消音器内部の音圧分布が、音響解析プログラムSYSNOISEを活用して

視覚的に明らかにされる。その結果、音響放射レベルを安定させるために、ある一定幅以上のスリットが必要なこと、二次音を均一に作用させるためには、制御スピーカを対称に配置することなどが明らかにされる。また、よい音響放射特性を得るために、円形スリットではスリット深さを浅くすること、楕円形スリットでは離心率を大きくすることが有利なことなど、消音器の最適設計のための指針が得られた。

第4章では、フィードフォワード方式のANCによる消音実験から、提案法の有効性が示される。実際の機械パッケージに近い状態で、スリットの深さと厚さを変化させながら、ANC実行中の消音器内部の音圧分布、位相特性、そして消音器外側の音響インテンシティーを測定し、消音のメカニズムが調べられる。その結果、スリット深さが浅いほど、消音領域は高周波数側へ拡張すること、安定して大きな消音量を得るためには、ある一定幅以上のスリットが必要なこと、消音メカニズムは消音器開口部から放射される二次音との干渉と共鳴効果によることを明らかにした。

第5章では、低騒音化だけにとらわれない新しいアプローチとして、音質改善による騒音環境抑制の可能性が示される。人間の聴覚に及ぼす騒音の不快感を改善するには、離散周波数音の放射レベルを低減することが効果的とされる。これを実現するために、フィードバック方式のANCによる離散周波数音の抑制が提案された。実験では、ANCの実行が各離散周波数音を効果的に抑制し、音質評価に用いられる Tone to Noise Ratio や Prominence Ratio の値を、顕著な音の閾値よりも大幅に低減させることが示され、提案法の有効性を明らかにした。

第6章は結論であり、各章の成果が総括される。

## 審査結果の要旨

本論文はスリット状共鳴器型消音器を応用して、工場内の機械騒音を能動的に制御することにより、労働者の精神衛生面や安全面に寄与することを目的としている。基礎となるスリット状共鳴器型消音器の問題点を明らかにするとともに、その対策と消音性能の改善を可能とするANCと複合した消音システムが提案された。そこでは、音響解析プログラムを活用して、制御スピーカの配置方、スリット形状の最適設計のための指針が得られた。次いでフィードフォワード方式のANCによる消音実験から、その有効性が示されるとともに、安定した消音に要するスリットの条件と消音メカニズムが明らかにされた。さらに、騒音の音質改善のために、フィードバック方式のANCによる離散周波数音の抑制が有効なことを示すなど、提案する能動的騒音制御の有用性を示した。

以上のように、本論文で展開された研究は騒音環境の改善に大きく貢献することが期待される。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として十分であると認定した。