

# 日本産業機械工業会会長賞 「縮流吸音型騒音防止装置 (リニアサイレンサー®)」

株式会社ササクラ

## 1. 装置の詳細説明

本装置は、発電装置等の排ガス騒音を低減させる消音器である。従来型の消音器の課題を解決し、同等の消音性能を発揮しながらも小型化を実現している。

### (1) 従来装置① (拡張・共鳴型消音器)

拡張型消音器は、図 1 に示すようにパイプの断面積を変化させることで、拡張室内で音波を反射させ、その反射波と入射波との干渉により消音させるものである。

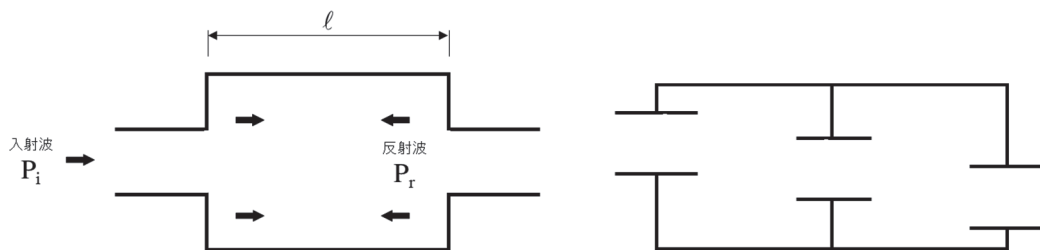


図 1 拡張型消音器 (左: 基本形 右: 内ダクト付き二段拡張型)

一般的な排ガスサイレンサは、この拡張型消音器の派生型であり、内ダクト付き二段拡張型などとなっている。

拡張型消音器の主な特徴は、以下の①～③である。

- ① 減音効果を得ることができる周波数が離散的である (図 2 のように減音の効果が現れる周波数が飛び飛びになっている)
- ② 消音器の外径が排ガス管より大きく膨らむ
- ③ 排ガス流路に対して突起した仕切り板が必要となる

しかし、これらの特徴は以下に示す課題の要因にもなっている。

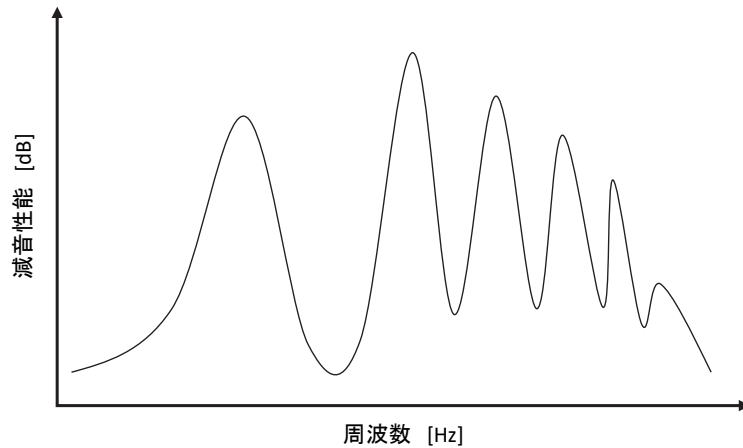


図2 拡張型消音器の減音性能と周波数の関係

まず、減音周波数が離散的であることは、音源の周波数特性によっては大きな減音効果を得ることができる反面、音源の周波数特性と減音特性が合わなければ、ほとんど減音効果を得ることができないことを意味する。また、音源の周波数特性が変動する場合に、消音器の減音特性がこれに追従できず、結果的にほとんど減音効果を得ることができないという課題もある。

次に、外径が大きく膨らむことで、過密な排ガス管システムに配管レイアウトの不自由さを強いるという課題がある。

最後に、排ガス流路に対して突起した仕切り板があることで、これが空気抵抗となり、消音器圧力損失値が大きくなっている。

## (2) 従来装置② (吸音型消音器)

吸音型消音器は、ガス流路の外側に吸音材を配置し、音エネルギーを熱エネルギーに変換させる(吸音)ことで音を減衰させるものである。吸音型消音器の模式図を図3に示す。

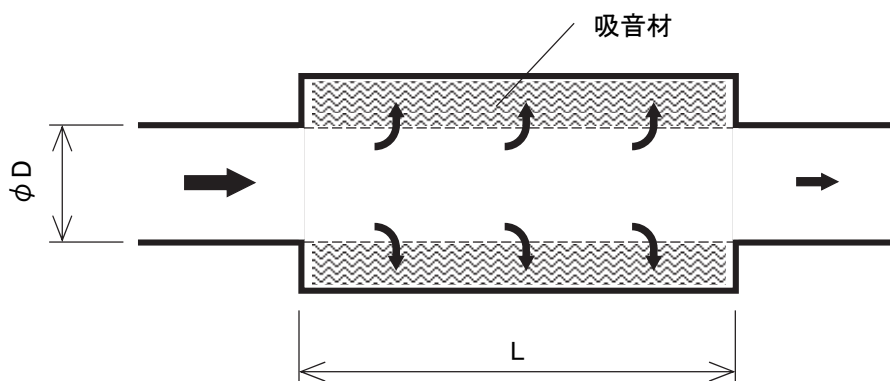


図3 吸音型消音器

本タイプの消音器は当社も従来から販売しており、取合口径( $D$ )と全長( $L$ )の関係  $L/D$  が同じであれば減音性能はほぼ同じであることがわかっている。

吸音型消音器を排ガスシステムに使用するとき、拡張型と同等の減音量を満足するためには、吸音型は全長を拡張型の数倍長くしなければならないという課題がある。

### (3) 当社縮流吸音型消音器（本装置）

本装置は、従来装置②の吸音型消音器を発展改良したもので、消音器内部のガス流路を同心円状に縮流し、かつ流路を平滑に保ちつつ、消音器外径を取合い径より若干張り出させ、吸音層厚さを確保している（図4）。

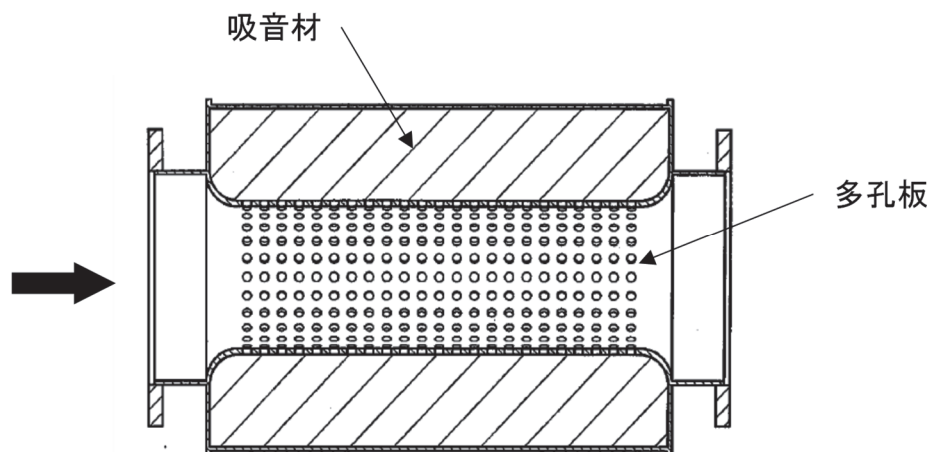


図4 縮流吸音型消音器

減音のメカニズムは吸音型消音器と同様で、消音器内部に充填した吸音材によって音エネルギーを熱エネルギーへ変換させることであるが、以下の点において従来の吸音型消音器を上回る減音性能を実現している。

- ・ 流路を絞ることにより、見かけ上の口径( $D$ )が小さくなり、全長( $L$ )が同じでも従来の吸音型消音器と比べて $L/D$ が大きくなり減音性能が向上する。
- ・ 吸音層が厚くなることで、低い周波数帯での吸音効率が向上する。
- ・ 断面積変化により音が反射することで減音性能が向上している。

上述の構造により、広範な周波数帯で高い減音量を確保しつつ、圧力損失値を低く抑えることに成功した。

## 2. 開発経緯

### (1) 開発経緯

現代社会において、地球環境保護への取組みは重要な課題となっている。特にここ数年、新興国の急速な工業発展による大気汚染は深刻化の一途を辿り、多くの国で呼吸器疾患患者数を増大させている。この問題に対して、いま世界規模で動力機器（設備）の排出ガス規制を強化する動きが加速している。例えば、海運・造船業界では、国際条約によって、2020年1月以降一般海域を航行する全ての船舶に、燃料油中の硫黄分濃度の規制値を強化（低減）することを義務付けている。

このような背景において、当社は排ガスシステムの設計自由度を高め、排ガス浄化装置の設置を容易にすることを目標として、本装置（新型排ガス消音器）の開発を着手するに至った。本装置の開発コンセプトを、「消音器全長1mで10dBの減音効果を確実に得ること」とし、従来の排ガス消音器を如何にミニマムなものへ変容し得るかを追求した。

既に、排ガス浄化装置の設置が進む造船分野において、先行機の実船搭載、本装置の実船で

の性能試験を行い、本装置の性能に確たる裏付けを得ることができ、開発を完遂することができた。

2015年に顧客から高性能かつミニマムな消音器の開発要請があり、本装置の先行機となる消音器を開発したことが端緒である。その後、当社無音風洞実験設備（ササクラ音響ラボラトリー）において、本開発品に至るまで複数種の消音器の実験を繰り返し行った。来歴は以下のとおりである。

2015年	先行機の開発に着手
2016年	先行機の風洞実験後、製作、試験を完了
2017年12月	本装置の開発構想を取りまとめ
2018年8月	本装置の実験計画を立案
2018年10月	風洞実験を実施
2018年10月	第1号機納入
2019年4月	実機で運用開始
2019年6月	実機で性能試験を実施
2019年9月	無音風洞実験及び実機試験の結果を取りまとめ、開発を終了

### 3. 独創性

本装置の独創性は、ガス流路の断面積変化による減音と、吸音層の拡大による減音を組み合わせることで、広範な周波数帯で高い減音量を確保し、全長1mで10dBの減音を実現したことである。さらに、流路を滑らかな直線上とすることで、圧力損失の低減も実現した。

また従来からの消音装置の減音性能は、文献による推定計算もしくは、現地測定によるものがほとんどであったが、本装置の開発においては本装置と従来装置を、当社音響ラボラトリーにて規格（ISO 7235（Acoustics - Laboratory measurement procedures for ducted silencers and air-terminal units - Insertion loss, flow noise and total pressure loss））に基づいた測定方法により減音性能及び圧力損失値を評価し比較した。

表1及び図5に同じ10dB減音としたときの、本装置と拡張型消音器（従来装置）の各寸法と圧力損失値の比較を示す。

表1 従来品との比較

項目	従来装置	本装置
減音の方式	内ダクト付き二段拡張型	縮流吸音型
取合管径	300A（入口・出口は偏芯）	350A
胴体径	825mm	558mm
長さ	1,800mm	1,000mm
重量	350kg	260kg
減音性能 <sup>※1</sup>	約10dB	約10dB
圧力損失値 <sup>※2</sup>	753Pa	584Pa

※1 A特性音圧レベルのオーバーオール値

※2 風洞試験において圧力損失係数を計測し、運転風量・温度に設定した換算値

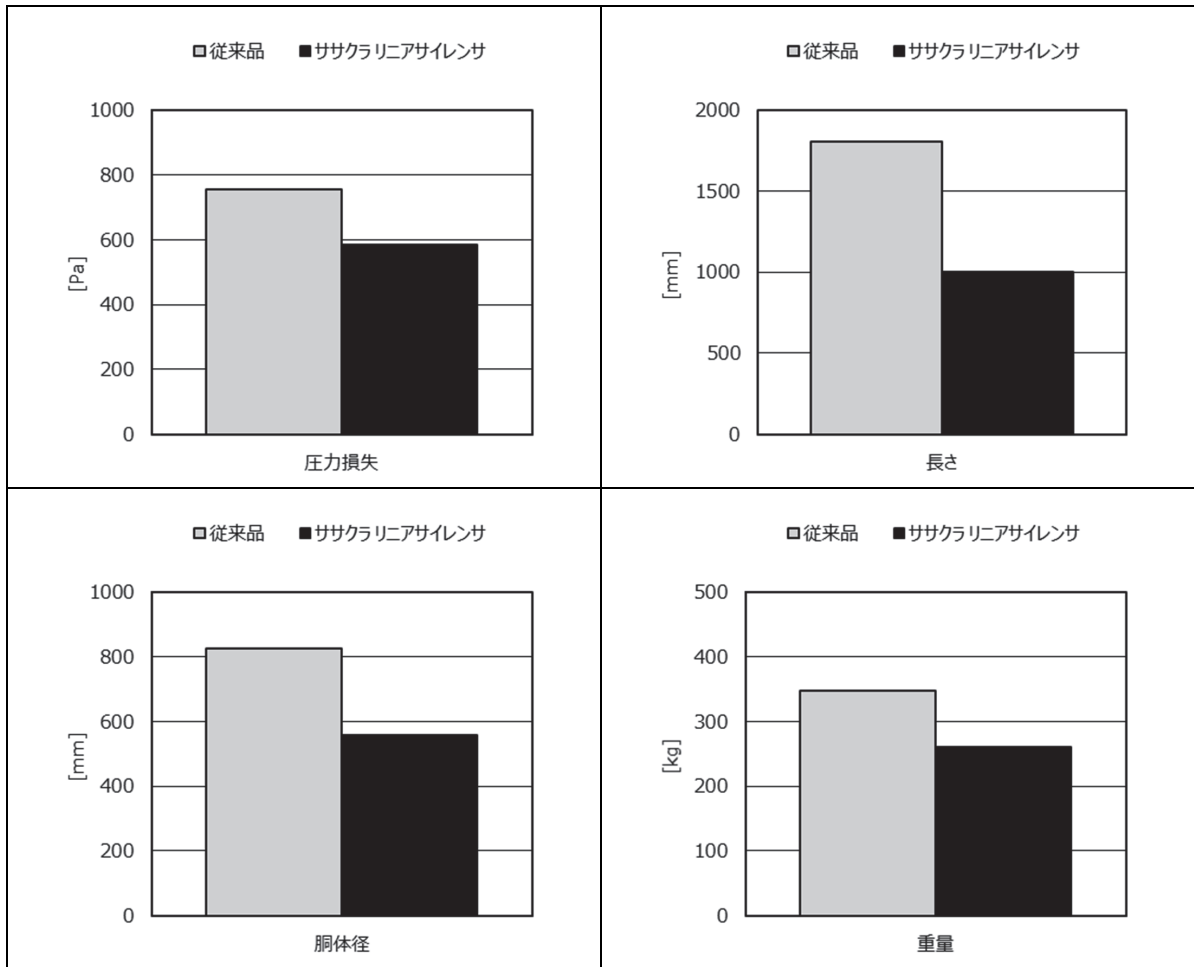


図5 従来品との比較グラフ

#### 4. 特許の有無

次のとおり、2件の意匠権を登録済み。

登録番号：第1644193号 / 名称：消音器

登録番号：第1644194号 / 名称：消音器

#### 5. 性能

3項に記載のとおりである。

#### 6. 経済性

特に以下の用途において、従来品との置き換えによる配管システムのトータルコストの縮減効果が期待できる。

- ① 建築市場における、給排気通風機または空調システム用消音器及びダクトシステム全体

コスト

- ② プラント市場における、給排気通風機用消音器及びダクトシステム全体コスト
- ③ 中・小型船舶建造市場における、発電機関排ガス用消音器及び排ガスシステム全体コスト
- ④ 小型船舶及び漁船建造市場における、主機関排ガス用消音器及び排ガスシステム全体コスト

また騒音対策装置は騒音問題発生後に設置すると、本体コストに加え改造工事費も発生し、多大なコストが発生する。本装置は減音性能・圧力損失特性などが試験により確立しているため、事前の予測計算等で消音器が必要となる場合に予め設置することが可能になる。これにより事業全体のトータルコストを縮減することができる。

## 7. 将来性

本装置が適用できる音源は、内燃機関に限らず送風機など幅広く普及しているものである。また、内燃機関では世界規模での排出ガス規制が強化されてきており、内燃機関の排ガス系統において、消音器に割くべきスペースを縮減、あるいは消音器を廃してでも、排ガス浄化装置を設置するという動きが広がることが予想される。

本装置の採用により、限られたスペースにおいても消音が可能となり、静粛な音環境の実現（住環境の改善・作業環境の改善・作業員の安全衛生・法規制値の達成等）に貢献するものである。