

建物一体型高性能消音器の開発

藤澤 康仁 平野 滋

Development of a High-Performance Duct Silencer United with a Building

Yasuhito Fujisawa Shigeru Hirano

Abstract

A duct silencer for a large inlet opening has been developed to reduce noise from a factory. A bent splitter-type silencer was used, which can efficiently absorb direct high-frequency sound due to the bending air flow passage. Therefore, the noise is reduced in the wide frequency range. Generally, the pressure loss through silencers increases with noise reduction, but the performance of the new silencer in this research has been enhanced without increasing the pressure loss. Neither a pillar nor beam is necessary to affix the silencer since the splitter has structural materials in itself. Consequently, the pressure loss as a whole is small. Furthermore, the cost is moderately reduced. The attenuation measured at the site of a factory did agree well with that measured in the laboratory.

概要

某清掃工場の騒音対策を行うに当たり、復水器エリアの吸気口（10×40 mの大面积）に設置する消音器の開発を行った。検討の結果、消音器の形状は屈折型スプリッターとし、空気流路を屈折させることにより高周波数域での直接音の透過を防ぐため、広範囲の周波数域にわたる消音効果が得られた。空気抵抗は消音効果と相反する条件であるが、当初設計品と同等の性能が得られ、圧力損失の目標値を満足するものとなった。また消音器を取付けるための構造部材を消音器に内蔵したため、取付用の特別な柱・梁が不要となり全体としての空気抵抗も小さいものとなった。さらに価格についても大幅なコストダウンが得られた。消音器を吸気口に設置した後、現場での減音量を測定したところ、実験室データと同様の性能が得られた。

1. はじめに

工場などでは、内部のファンや機器の騒音が換気用開口部やダクト吸排気口から外部に漏れ問題となることが多い。これらの騒音を低減するために消音器を用いるが、吸排気の妨げにならないように空気抵抗が小さく、かつ消音性能に優れた製品が要求される。両者は相反するもので許容圧力損失、必要減音量を考慮して消音器を設計または選別しなければならない。

これまではダクト内にグラスウールを充填したパネルを組込んだ消音器が一般的であり、空気抵抗を抑えるためにダクト内にパネルを直線的に配置した『スプリッター型消音器』をもっぱら採用していた。しかしスプリッター型消音器は高周波数域で減音量が低下することや、吸排気口が大きく消音器が大型になる場合、取付用の柱・梁が必要となり、その結果全体としての空気抵抗が増大することが問題となっていた。

今回、某清掃工場の騒音対策を行うに当たり、復水器

エリアの吸気口に設置する消音器を以上の問題点を踏まえて開発した。本報告では消音器の開発過程と現場における性能測定結果を述べる。

2. 消音器形状の検討

2.1 基礎的形状の検討

換気口の開口部やダクト吸排気口に設置される消音器には消音性能と通気性能が要求されるが、これらは相反するものでありバランスのとれたものが必要となる。従来用いられてきたスプリッター型消音器は、空気抵抗を少なくし、低音域における消音効果を重視したものである。しかし空気流路が直線状であるため、直接音が透過することにより高周波数域で消音性能が著しく低下する。そこで直接音の透過を防ぐために流路を屈折させることを考え、低・中周波数域での消音性能と通気性能を従来品程度に維持できるかを実験により検討した。試験体として直線状消音器1体と流路を屈折させた消音器を2体製作し、減音量と圧力損失を測定した。各消音器は亜鉛

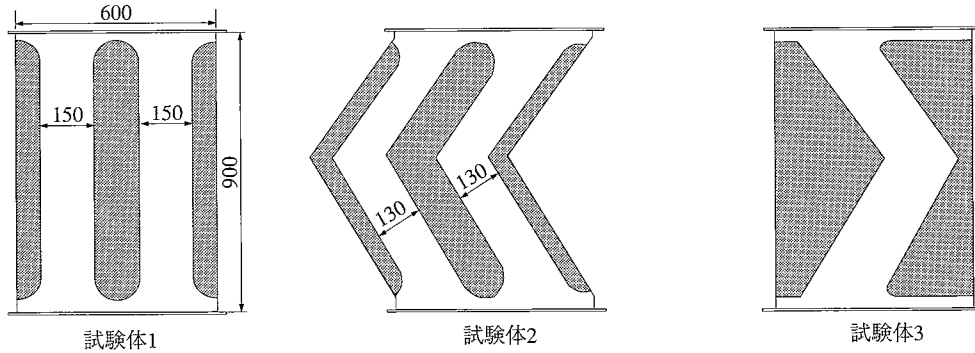


図-1 実験に用いた試験体

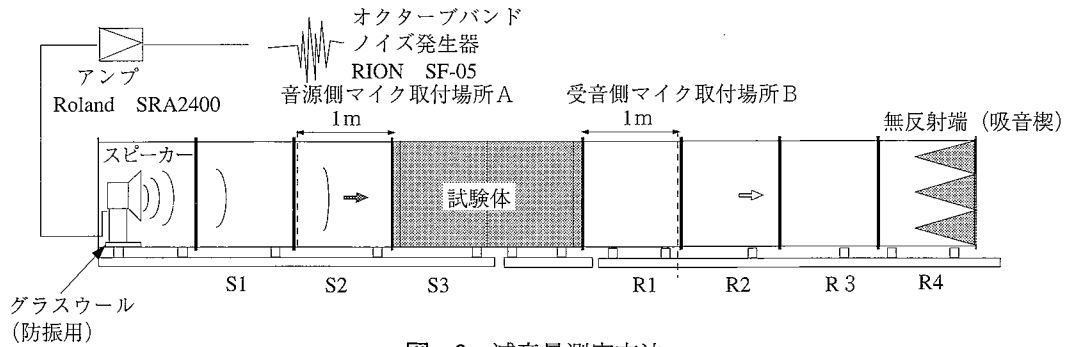


図-2 減音量測定方法

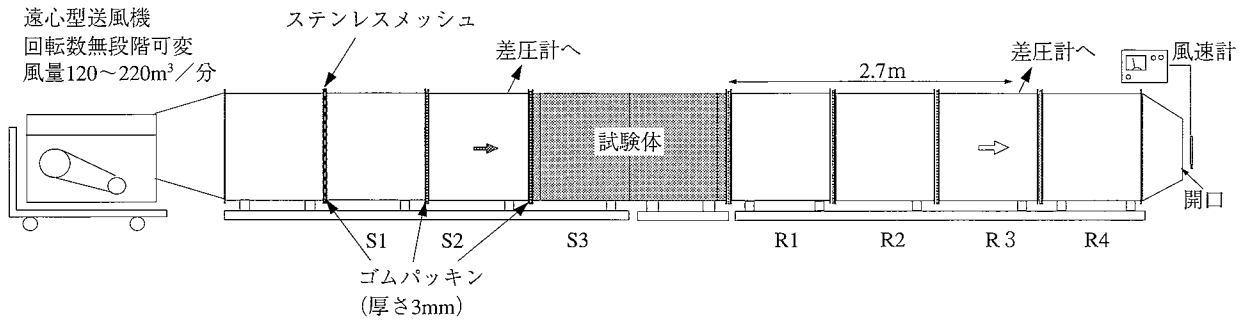


図-3 圧力損失測定方法

鉄板製で内部の流路がグラスウール 24 kg/m^3 を充填したパンチングメタルで仕切られており、600 mm 角ダクトに取付けるサイズで長さは900 mmである(図-1)。また、いずれも流路断面積は等しくしてある。

2.2 測定方法¹⁾

2.2.1 減音量測定方法 図-2に減音量測定の実験図を示す。試験体の両側に接続ダクトを取付け、入口側ダクト端部のスピーカから1/1オクターブバンドのピンクノイズを発生させ、出口側ダクト端部に反射音の影響を無くすために吸音楔を設置した。試験体の前後1mのダクト断面内3点で1/1オクターブバンド音圧レベルを測定し、3点の平均値の差を減音量とした。

2.2.2 圧力損失測定方法 図-3に圧力損失測定の実験図を示す。入口ダクト端部に送風機を取付け風量を変化させ、試験体前後の静圧の差圧を測定することにより風量と圧力損失の関係を得る。静圧は試験体前後のダクト側面の中心で測定した。なお静圧は乱流の影響によ

りばらつきがでないよう、測定点を選択した。風量は出口側ダクトの開放端断面内で風速を5点測定し平均風速を求め、断面積を乗じて概算した。

2.3 測定結果

減音量と圧力損失の測定結果を図-4、図-5に示す。試験体2は1 kHz以下の低・中周波数域では直線状の試験体1と同等で、2 kHz以上の高周波数域では大きな減音量をもつが、圧力損失が大きい。試験体3は吸音材が厚いため63, 125 Hzでの減音量が大きい、消音器入射口での空気抵抗が大きい、圧力損失が最も大きくなっている。

2.4 考察

流路を屈折させることによって高周波数域で大きな減音量を得ることができ、吸音材に厚みをもたせることにより、低・中周波数域での減音量を維持できることが分かった。また流路断面積が同一でも、吸音材と流路の形状やピッチによって減音量や圧力損失が変わることが分

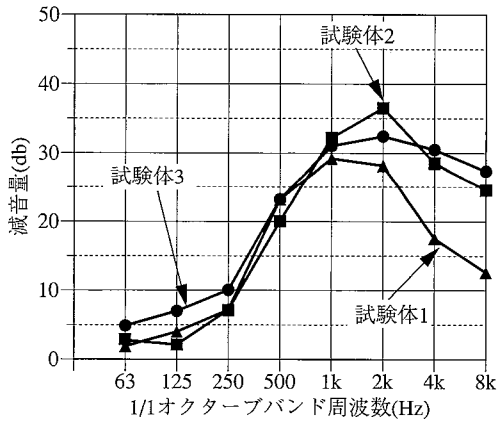


図-4 減音量測定結果

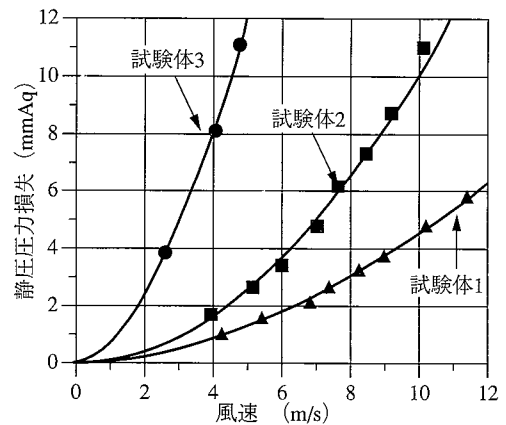


図-5 圧力損失測定結果

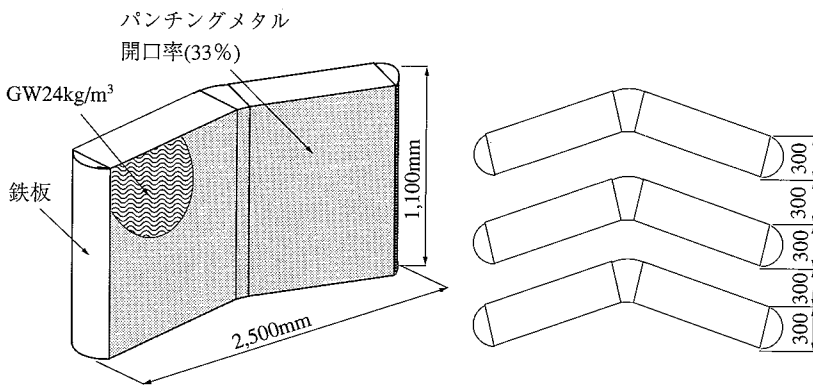


図-6 新型消音器の構造

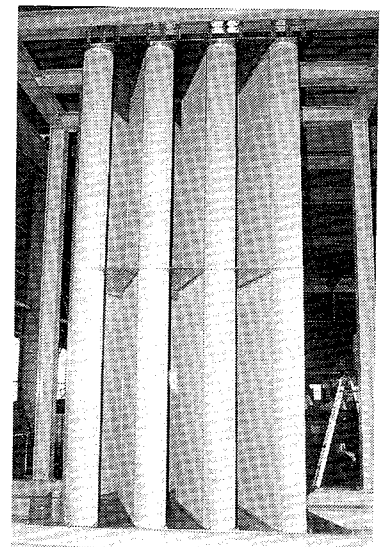


写真-1 新型消音器の設置方法

かった。屈折の角度，流路の形状を検討すれば圧力損失を小さく抑えることができると思われる。

3. 建物一体型消音器の開発

3.1 形状の検討

当初設計では従来用いられてきた直線スプリッター（長さ3m）を採用していたが，高周波数域での減音量が不足していた。2章で述べたように，流路を屈折させれば高周波数域においても十分な減音量が得られるが空気抵抗が大きくなる。そこで新型消音器の形状を屈折型スプリッターと決め，圧力損失値が風速4.3 m/s時に2.5 mmAq以下（清掃工場のファン能力により規定された目標値）になるよう流路幅と屈折角度を検討した。さらに流路表面ができるだけ滑らかになるようにし，吸音材表面に使用するパンチングメタルの開口率についても検討した。

3.2 新型消音器の概要

図-6に新型消音器の構造を示す。スプリッター吸音体は正面から見て吸音体部分と空気流路部分がそれぞれ300 mm幅で，屈折角度は反対側が見通せない角度とした。長さは必要減音量から予測実験し，2.5 mとした。吸音体表面はパンチングメタル（開口率33%）と亜鉛鉄板で内部にグラスウール24 kg/m³を充填してある。グラスウールはポリフィルムで覆い耐久性を考慮し，空気流路にはボルト等の出張りが無いようにして空気抵抗を小

さくしてある。また消音器を取付けるための構造部材をスプリッターに内蔵し自立型としているため，建物本体と一体化して取付けることができる。このため余分な柱・梁が不要となり，全体としての空気抵抗を小さく抑えることができ換気や吸排気の効率を損なわずに済む。消音器の設置は図-6，写真-1のように吸音体を300 mm間隔で配置し，開口面積に応じて上下左右に配置する方式を取った。

3.3 性能測定結果

新型消音器の減音量，圧力損失を2.2節と同様の方法で測定した結果を，当初設計品データと比較して図-7，図-8に示す。測定には吸音体を300 mm間隔で2体並列に配置し外部に鉄板を張り付けたものを使用し，接続ダクト断面は600×1,100 mmである。減音量については，1 kHz以下の周波数域では当初設計品がやや大きいですが，2 kHz以上では新型消音器の方が10 dB程度大きくなっている。また圧力損失は当初設計品と同程度の値となっており，消音性能と通気性能ともに目標値を満足するものとなった。

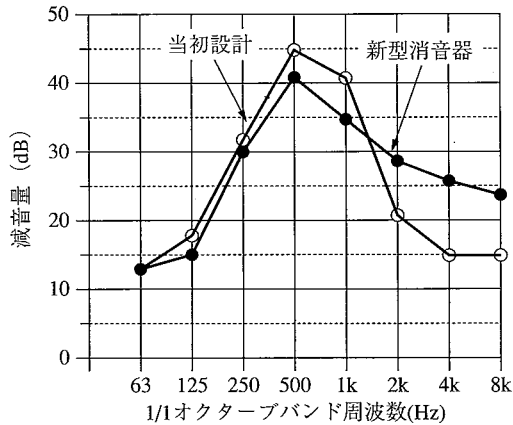


図-7 新型消音器減音量測定結果

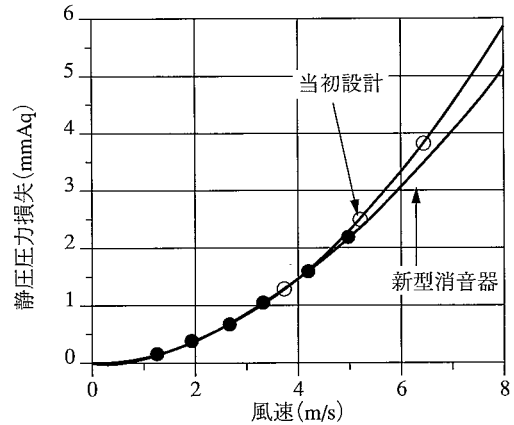


図-8 新型消音器圧力損失測定結果

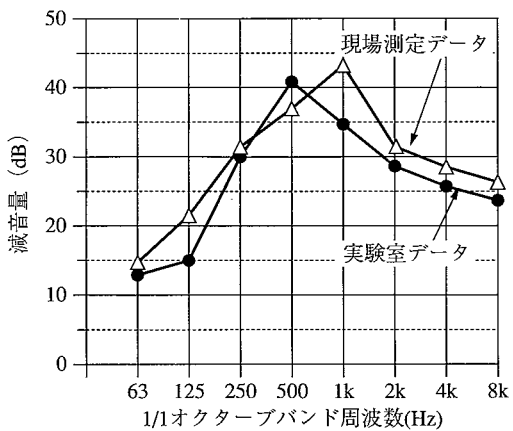


図-9 現場測定データと実験室データの比較

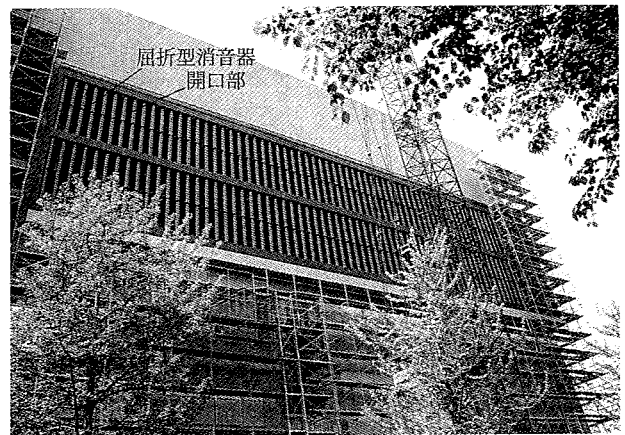


写真-2 消音器設置後の外観

3.4 現場測定結果

某清掃工場へ新型消音器を設置した後、現場での減音量測定を行った。音源は復水器エリア内に下方に向けたスピーカーからピンクノイズを1/1オクターブバンドで発生させ、消音器の外部と内部でそれぞれ5点音圧レベルを測定し、5点の平均値の差を減音量とした。測定結果を図-9に示す。現場測定値と実験室測定値は、減音量のピークが異なっている以外ほぼ同じ値となった。ピークの変化は測定方法の相違と、現場では垂直方向に吸音体を2段重ねたものを1ユニットとしたことによるものと思われる。

4. まとめ

ダクト内に吸音材を取付けた消音器で、高周波数域での音の透過による減音量の低下を防ぐために空気流路を屈折させた消音器を開発した。以下に新型消音器の特長をまとめる。

- ① 屈折した形状をもつため、低周波数域から高周波数域まで効率よく消音する。屈折した形状であるが、空気抵抗は小さくなっている。
- ② 消音器の内部に柱・梁を内蔵させ、自立型とすることで建物本体と一体化して取付けることができる。余

分な柱・梁が不要となり有効開口面積が大きくとれるため、空気抵抗を小さく抑えることができ換気や吸排気の効率を損なわない。

③ パネルの大型化により施工の効率化が図れ、またダクト取付けのための構造が不要なため経済的である。

④ 建物と一体化して取付けることができるので、意匠的にもよい外観を実現できる。また色彩も自由に決定でき、十分な耐候性も有している。

謝 辞

製品の開発に際しては、3年間ダイネツ(株)より音響研究室に出向されていた藤原幹大氏の多大な労がありました。また、川崎重工業(株)環境装置事業部、(株)大林組エンジニアリング本部社会基盤プロジェクト部、設計本部、設計第10部、JV 工事事務所、およびダイネツ(株)の関係者にご協力頂きました。ここに記して、関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 板本：消音装置の性能測定法，音響技術，No. 63，p. 23～25，(1988)