

111 細孔管型消音器の消音特性に関する研究 (GS-9 環境工学)

吉田, 国央 / SASE, Toshitsugu / YOSHIDA, Kunihiro /
IWAHARA, Mitsuo / MINORIKAWA, Gaku / 佐瀬, 利次 / 御法
川, 学 / 岩原, 光男

(出版者 / Publisher)

日本機械学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

関西支部講演会講演論文集

(号 / Number)

79

(開始ページ / Start Page)

1-19

(終了ページ / End Page)

1-20

(発行年 / Year)

2004-03-17

細孔管型消音器の消音特性に関する研究

Study on characteristics of noise reduction of perforated-plug muffler

正 御法川 学 (法政大)
○学 吉田 国央 (法政大)

正 岩原 光男 (法政大)
佐瀬 利次 (荏原製作所)

Gaku MINORIKAWA, Hosei University, 7-2, Kajinocho 3-chome, Koganeishi, Tokyo
Mituo IWAHARA, Hosei University
Kunihiro YOSHIDA, Graduate school of Hosei University
Toshitsugu SASE, Ebara corporation

This paper deals with the characteristic of noise reduction of perforated-plug muffler. The perforated-plug muffler is a kind of reactive silencer, attenuating noise by a pipe with a closed end and a perforated surface inserted into an expansion chamber. This research investigated about the influence the various sizes of thin perforated-plug muffler affect a sound-damping characteristic, and tried to establish the design technique of a thin perforated-plug muffler.

Keywords: noise reduction, Perforated-plug muffler, noise reduction, flow noise

1 はじめに

細孔管挿入型マフラーは先端が閉管し側面に均一な多数の小さな孔のあるパイプ（細孔管）であり、膨張型マフラーに挿入し、入口管より入ってきた音波を管路内の構造により反射、共鳴、干渉などの特性を利用し広い周波数領域での減音効果を得るリアクティブ型の消音器である。

近年、装置のコンパクト化、高性能化に伴い、マフラーの排気速度は上昇しつつあるが、実用における流体の圧力損失や気流による自己発生音が減音特性に及ぼす影響などについては十分に解明されていないため、設計方法、理論の確立が求められている。

本研究では、細孔管挿入型マフラーのピッチや細孔管挿入位置が、圧力損失や気流音に及ぼす影響について調べ、その特性を明らかにしようとするものである。

2 実験装置および方法

実験で使用したマフラーにおける挿入管の形状を図 1 に示す。単純挿入管 (TYPE 1) に対して、細孔管型 (TYPE 2-5) は先端が閉じていて直径が 5mm の孔が多数開いており、細孔管型のものに関しては孔と孔の間の長さ (pitch) が違うものを入口側へ細孔管を用いるものと出口側へ用いるものの 4 パターンにした。そして、すべての細孔管型においてパイプ自体の断面積と孔の総断面積が等しくなるように調整した (開口率 = 100%)。なお、それぞれのパイプの断面積パイプ自体の内径は 29mm で全長は 240mm である。細孔管マフラー先端部分の形状を図 2 に、および実験パターンを表 1 に示すように、挿入管形状と挿入方法により 5 種類に分類した。パイプの挿入長は入口側、出口側ともに 50mm である。音響試験装置を図 3 に示す。出口端は無反射端とし、上流端のスピーカーから印加する正弦波が入口管にて一定音圧となるように、信号発生器をフィードバック制御した。減音量は入口管と出口管に設けたマイクロホンにおける音圧レベルの差で示してある。圧力損失及び気流音の測定は、図 4 のような実験装置を用いた。空気源は無音気流風洞の吐き出しノズルであり、入口管に流入する流れの乱れ及び気流音は、十分小さく抑えられている。マフラー出口における気流速度は $u=0\text{m/s} \sim 30\text{m/s}$ の範囲で設定した。圧力損失はマフラー前後の静圧の差から求め、気流音はマフラー出口の発生音をマイクロホンによって計測し、周波数分析した。

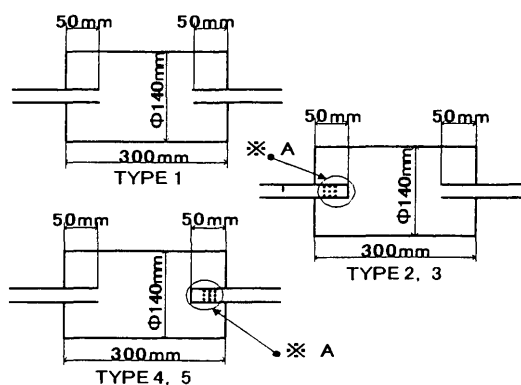


Fig.1 Arrangement of tested muffler

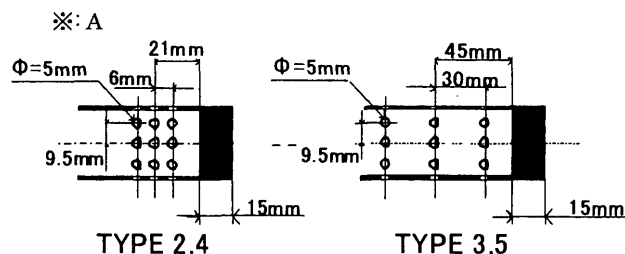


Fig.2 Inserted pipes

Table 1 Types of tested muffler

TYPE	Inlet pipe	Outlet pipe
1	Straight	Straight
2	Perforated($\phi=5\text{mm}$) pitch:6mm	Straight
3	Perforated($\phi=5\text{mm}$) pitch:30mm	Straight
4	Straight	Perforated($\phi=5\text{mm}$) pitch:6mm
5	Straight	Perforated($\phi=5\text{mm}$) pitch:30mm

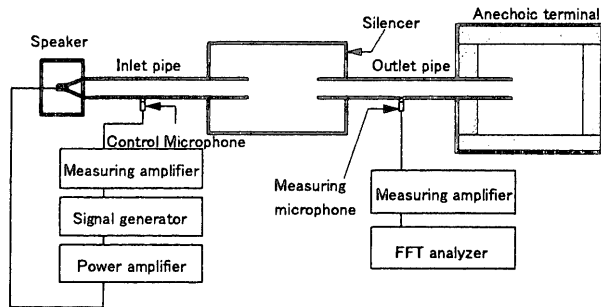


Fig. 3 Setup of acoustic measurement

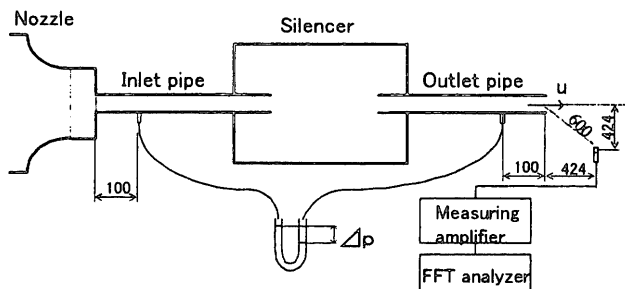


Fig. 4 Measurement setup for pressure loss and self generated flow noise

3 実験結果および考察

3.1 減音特性

図5は各マフラーの減音特性を示したものである。1500Hz以下の周波数域では、全てのマフラーがほぼ同様の特性を有しているが、1800Hzから2800Hzの周波数域では、単純挿入型のTYPE1に比べて細孔管型のTYPE2,4の減音効果が顕著に向上しており、細孔管の効果が現れていると考えられる。一方、孔ピッチの大きなTYPE3,5については全体的に減音特性が異なっている。これは、孔ピッチが広がると、挿入管端部の音響特性が直管とかけ離れてくるためと推察される。また、2800Hz以上の周波数域では、減音特性がかなりばらついており、これは上記に加えて、外筒の半径方向に生じる音響モードの影響と考えられる。

3.2 圧力損失

図6は各マフラーにおける気流速度と圧力損失の関係を示したものである。圧力損失の値は、挿入管が直管であるTYPE1、次いで出口側に細孔管を挿入したTYPE4,5、入口側に細孔管を挿入したTYPE2,3の順に小さくなっており、その差は顕著であった。圧力損失の観点からは、出口側に細孔管を挿入した方が有利であることがわかる。また、同じ挿入位置にて孔ピッチの違いによる比較では、わずかながら孔ピッチが小さいほど圧力損失が小さいことがわかった。

3.3 気流音特性

マフラーが発生する気流音は、マフラー内部に新たな音源を生み、さらに流れの乱れが音場に影響を及ぼすことで、マフラーの減音特性を低下させる要因となることが予想される。そこで、マフラー内部の気流音の音源部位および特性を把握し、なるべく気流音を生じないような挿入管のレイアウトおよび形状を明らかにする必要がある。

図7は、マフラー出口端の気流速度20m/sにおける出口端の自己発生気流音を比較したものである。各マフラーにおける卓越周波数は、マフラー出口挿入管の音響共鳴によるものである。

気流音は、TYPE1, TYPE4, TYPE5, TYPE2, TYPE3の順に大きく、細孔管型としたほうが気流音を抑えることができる。また、出口挿入型よりも入口挿入型のほうが小さい。さらに、同じ挿入位置での孔ピッチによる比較では、孔ピッチが大きい方が気流音を小さくすることがわかった。

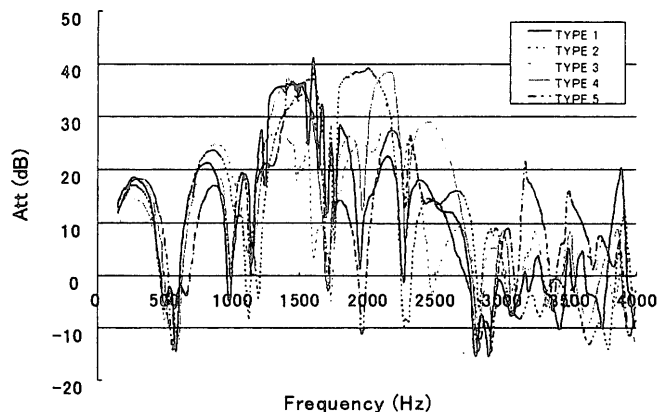


Fig. 5 Characteristics of noise reduction of tested mufflers

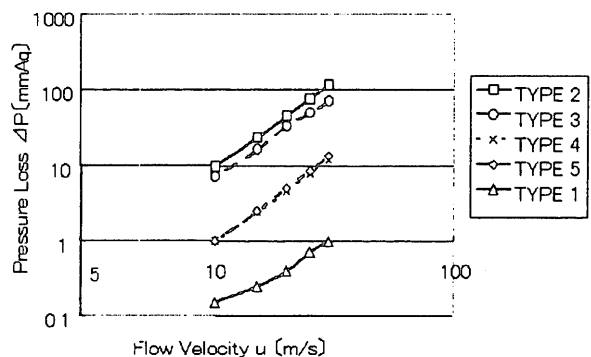


Fig. 6 Pressure loss of tested mufflers

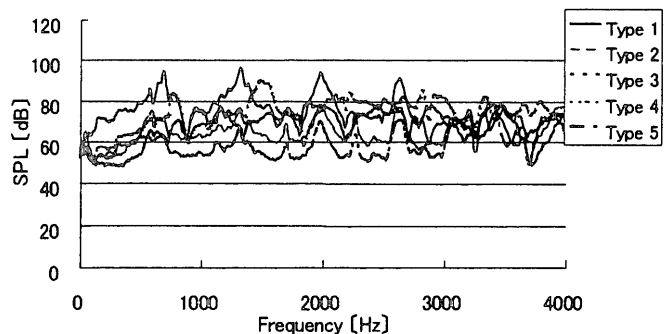


Fig. 7 Self generated flow noise from tested mufflers

4 結論

細孔管挿入型マフラーにおいて、細孔管の挿入位置および孔ピッチが減音特性と気流特性に与える影響を調べた。その結果、孔ピッチが小さい細孔管型マフラーは、減音特性を向上させることがわかった。また、圧力損失については挿入位置が、自己発生気流音については挿入位置および孔ピッチが大きく影響することがわかった。今後は気流音を含めた減音特性を評価するとともに、最適な細孔管形状を見出していきたい。

参考文献

- (1) 鈴木ほか, 機講論, No.97-2, p.125-128 (1997)
- (2) 御法川ほか, 機講論, No.02-14, p.141-143 (2002)