

UDC 534.6 :  
534.833 :  
621.43.065 :  
621.454.001.4

# 航空宇宙技術研究所資料

TECHNICAL MEMORANDUM OF NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

TM-212

原動機部要素試験設備用消音装置の特性試験

鳥崎忠雄・小林 実

1972年1月

航空宇宙技術研究所  
NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

既 刊 資 料

TM-160	極超音速風洞計測装置について	1969年7月	長洲秀夫, 吉沢昭 松崎貴至
TM-161	燃料蒸発管に関する研究(Ⅱ) —加熱蒸発管の燃料未蒸発分捕集—	1969年8月	鈴木邦男, 田丸卓 乙幡安雄
TM-162	境界層内圧力変動および板の振動変位の測定	1969年9月	藤森義典, 山崎浩
TM-163	ある双発プロペラ STOL 機の動安定風洞試験	1969年9月	別府護郎, 鈴木友昭
TM-164	ブレードのフラッピング運動をバネで拘束したロータのピッチダンピングについて	1969年10月	別府護郎, 岡遠一
TM-165	フェノール系複合材の環境試験結果	1969年11月	古田敏康, 野口義男
TM-166	ガスタービン用缶形燃焼器における燃焼領域のガス組成と燃焼状態	1969年11月	大塚貞吉, 斎藤隆吉 堀内正司, 本間幸吉 宮坂彰
TM-167	YS-11 A-300 型輸送機の胴体疲労試験 —中部胴体前方大型貨物口部および後方乗降口部付近—	1970年1月	竹内和之, 川島矩郎 熊倉郁夫, 松岡陽一
TM-168	ダンピングメータの試作	1970年2月	柳沢三憲
TM-169	ジェットエンジン燃焼器出口ガス流の乱れの測定(Ⅰ) —冷却フィルムプローブによる方法—	1970年2月	相波哲朗
TM-170	JR エンジンの燃焼器に起きた振動燃焼	1970年2月	鈴木邦男, 石井浅五郎 山中国雍
TM-171	缶形燃焼器(低圧, 低温系)試験設備による航空計器の水結(着氷)試験	1970年3月	鈴木邦男, 相波哲朗 本間幸吉, 服部宣夫
TM-172	自動追尾型風向風速測定器	1970年3月	川幡長勝, 中谷輝臣
TM-173	FA200 改機の動安定微係数	1970年3月	遠藤浩, 林良生 海老沼幸成, 中谷輝臣
TM-174	遷音速風洞動安定測定装置の構造と作動	1970年4月	小橋安次郎, 河野長正 西武徳, 宮沢政文
TM-175	NAL-16・31 D 型ロケットの研究試作	1970年5月	宇宙研究グループ
TM-176	非対称自由流線の—計算法	1970年5月	高橋 侖
TM-177	小型固体ロケットモータの振動燃焼実験 —パルス法による中周波振動燃焼の研究—	1970年5月	五代富文, 伊藤克弥 西村久男, 湯沢克宜 柴藤羊二
TM-178	大型低速風洞動安定微係数測定装置	1970年5月	廣岡貫一, 遠藤浩 戸田亘洋, 岡部祐二郎
TM-179	風洞天秤の試作	1970年5月	金成正好, 北出大三
TM-180	ジェットエンジン燃焼器出口ガス流の乱れの測定(Ⅱ) —レーザのドップラ効果を利用する方法—	1970年5月	相波哲朗
TM-181	航空機の乗り心地について	1970年6月	幸尾治朗
TM-182	排気系障害板の模型実験	1970年9月	田辺義一
TM-183	ロケット模型の大型低速風洞試験	1970年9月	近藤洋史, 高橋 宏 桑野尚明
TM-184	金属線へ衝突する液滴の現象	1970年9月	田丸卓, 乙幡安雄
TM-185	推進エンジン用空気取入口の予備実験	1970年9月	近藤 博, 石賀保正
TM-186	NAL-25・31 型ロケットの試作と飛しょう試験	1970年11月	宇宙研究グループ
TM-187	推力 300 kg ジンバル液体ロケットエンジンの揺動特性(Ⅰ)	1970年11月	檜崎哲二, 中野富雄 橋本亮平, 竹花真一郎

# 原動機部要素試験設備用消音装置の特性試験\*

鳥 崎 忠 雄\*\*・小 林 実\*\*

## 1. ま え が き

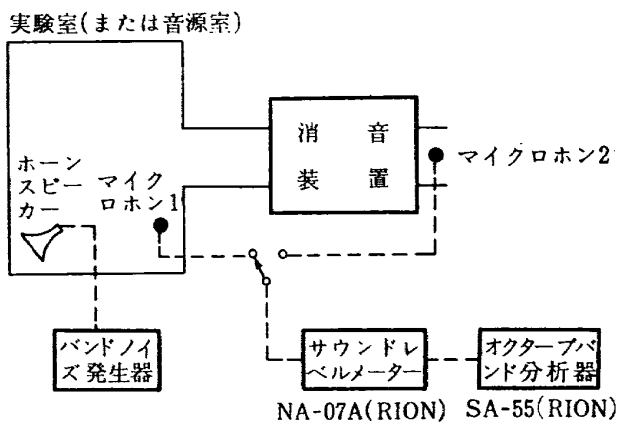
原動機部の各要素試験設備即ち圧縮機、燃焼器、タービンおよび翼列の性能試験設備は大量の空気を吸入または吐出する。従ってこれらの吸入および吐出部に発生する騒音の特性に合わせた、大形の各種の消音装置を設置し騒音の低下をはかっている。これらの消音装置について試験を行ない音響特性を明らかにした。

試験した消音装置はいずれも吸収型でさらに分類すると、(1) 吸音ダクト型、(2) スプリッタ型、(3) プリナムチャンバー型、(4) (1)と(3)の組合せ型の4種類であり、計8基の消音装置について試験を行なった。試験としてバンドノイズ発生音源によるスピーカーテストにより、消音装置の減音特性を明らかにすると共に、更に騒音実測試験により実際上の消音装置の効果を明らかにすることが出来た。

## 2. 試 験 方 法

### 2.1 スピーカーテスト

原則的に、第1図に示すごとく、実験室(音源室)側においてスピーカーを用いてオクターブバンド白色



第1図 測定器配置図

騒音を発生し、室内がほぼ拡散音場になっていることを確認の後、ダイナミックマイクロホンによりその平均音圧レベル( $P_1$  dB)と消音装置出口の平均音圧レベル( $P_2$  dB)を測定した。この平均音圧レベルの差を減音量(または騒音減音量)とした。

使用したバンドノイズ発生装置は出力 500 W のスピーカーを使用し、発生ノイズ中心周波数は 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 および 8000 Hz の7種で、音圧レベル測定は同じオクターブバンド幅で測定し、横軸に周波数、縦軸に減音量として図示した。

これらの測定中、消音装置出口の平均音圧レベル( $P_2$ )は、暗騒音の相当するバンド幅の音圧レベルより少くとも 10 dB 大きくなることを留意し、暗騒音の影響がない状態で測定した。

### 2.2 騒音実測試験

原則的には、実験中(圧縮機や翼列風胴の運転中)に、スピーカーテストの場合と同様、音源室の平均音圧レベル(マイクロホン1)と消音装置出口側の平均音圧レベル(マイクロホン2)を測定した。

この消音装置入口、および出口の平均音圧レベル(リニヤー)および騒音レベル(A特性)を示すと共に各オクターブバンドごとの音圧レベルを図示し、またそれぞれの差を減音量として図示した。

但し、實際上吐出空気の温度が高いために音源側にマイクロホンを挿入出来なかったり、また暗騒音が高いなどその他の都合により計測不能なものもあった。なお騒音を実測したものについては暗騒音は充分低く測定値に影響しないものを図示した。

\* 昭和46年12月23日受付

\*\* 原動機部

### 3. 試験結果および説明

各消音装置の構造図と共に、スピーカーテストおよび騒音実測試験の結果を第2図から第9図に示す。

#### 3.1 吸音ダクト型消音装置

##### (1) 缶型燃焼器試験設備排気消音装置 (第2図)

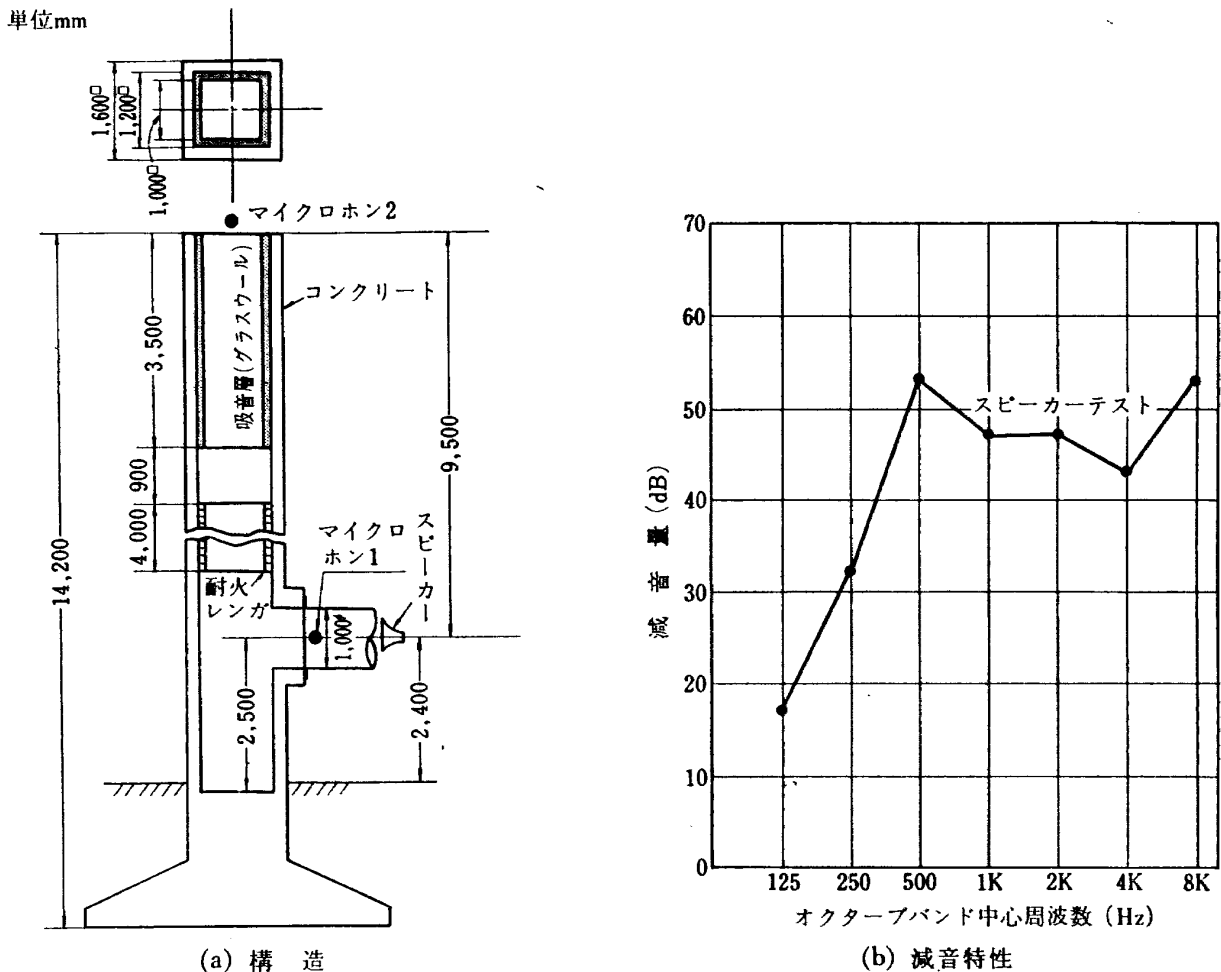
この消音装置の音源となるものは、大気圧燃焼の缶型燃焼器であるため、消音装置としては、高温に強いこと、気流抵抗の小さいこと、比較的low周波にも効果のあることなどが要求される。このため第2図(a)に示すようにコンクリート製煙突の内面にグラスウールを100耗の厚さで内張りした吸音ダクト型になっている。この消音装置のスピーカーテストの結果は第2図(b)に示すように250 Hzで32 dB、500 Hzで53 dBと大きい減音量が得られており、燃焼試験用の消音装置として有効であることを示している。

#### 3.2 スプリッタ型消音装置

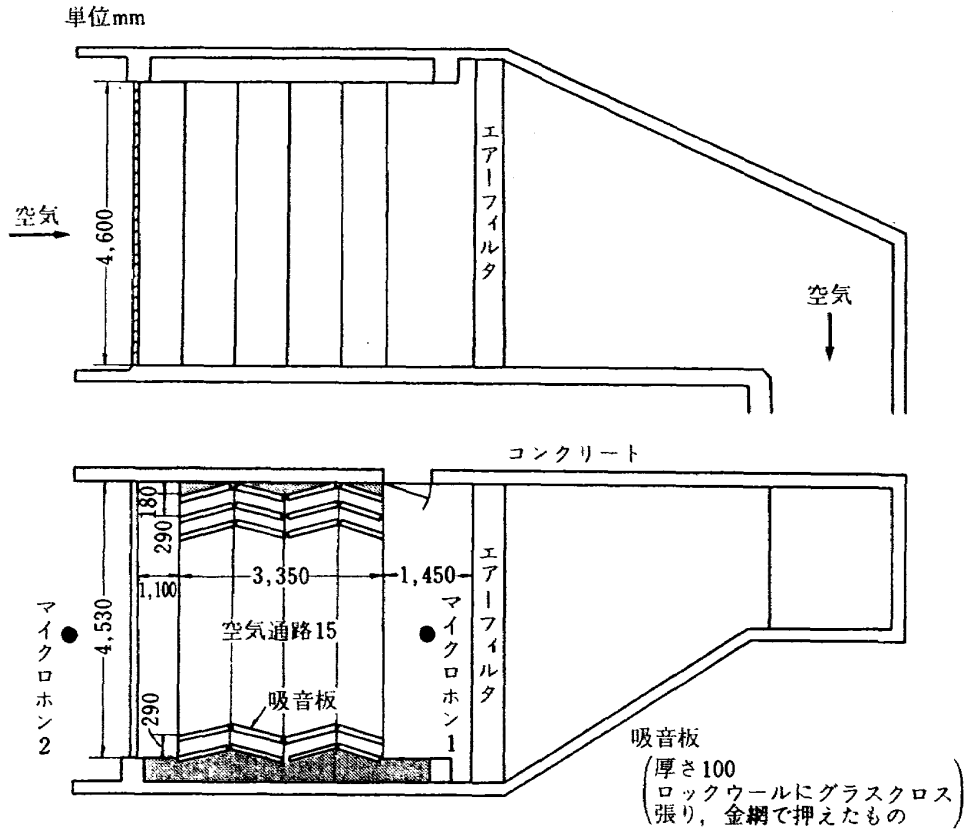
##### (1) 3700, 1800 kW 空気源設備用吸入消音装置 (第3図)

この消音装置は、3700 kW と 1800 kW 空気源設備の軸流圧縮機の吸入側に設置されたもので空気流量は38 kg/secである。従って騒音の特性は騒音実測試験(第3図(b) マイクロホン1)からもわかるように、比較的高周波側の成分が大きい。

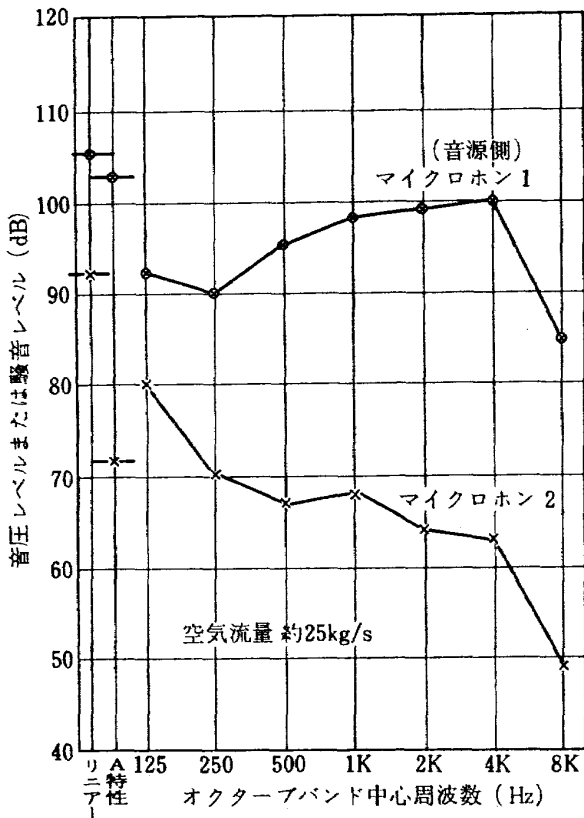
この様な騒音源に対しては、空気抵抗が少なく高周波域で減音量の大きいスプリッタ型が有効である。構造は第3図(a)に示すようにロックウールを厚さ100耗の吸音板として用い、騒音実測試験で第3図(b)に示すように吸入消音装置大気側(マイクロホン2)での騒音レベルは72 dB(A)と充分低く、スピーカーテストの結果も第3図(c)に示すように高周波側で有効に働き、A特性で31 dBの減音効果があった。



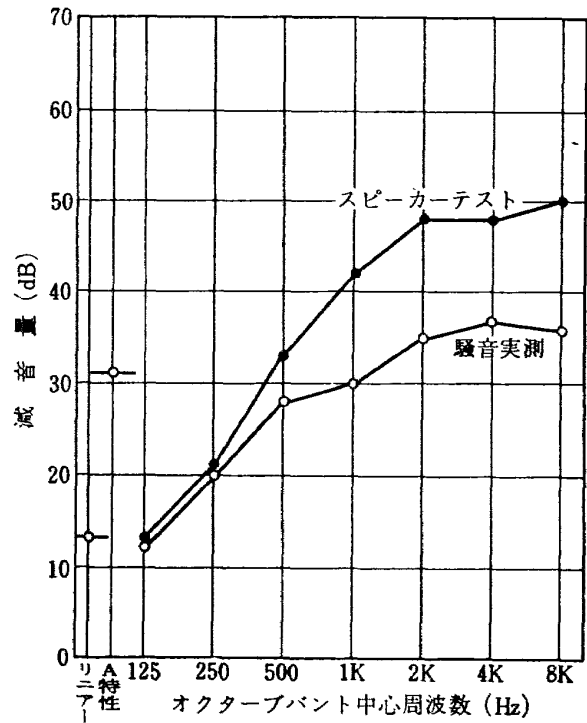
第2図 缶型燃焼器試験設備排気消音装置



(a) 構造



(b) 騒音の周波数特性



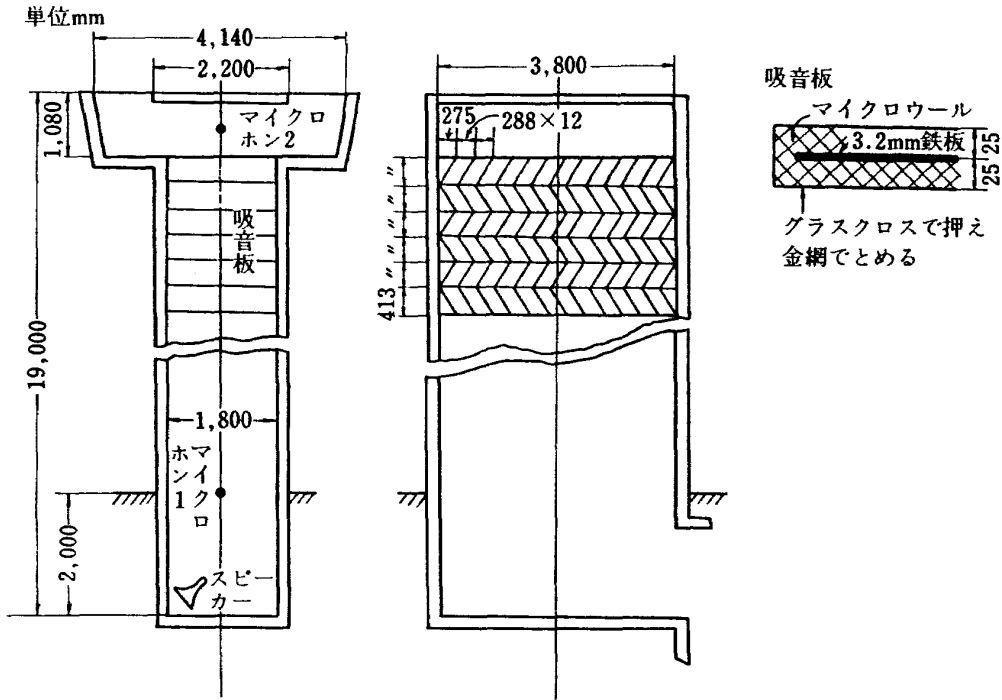
(c) 減音特性

第3図 3700, 1800 kW 空気源設備用吸入消音装置

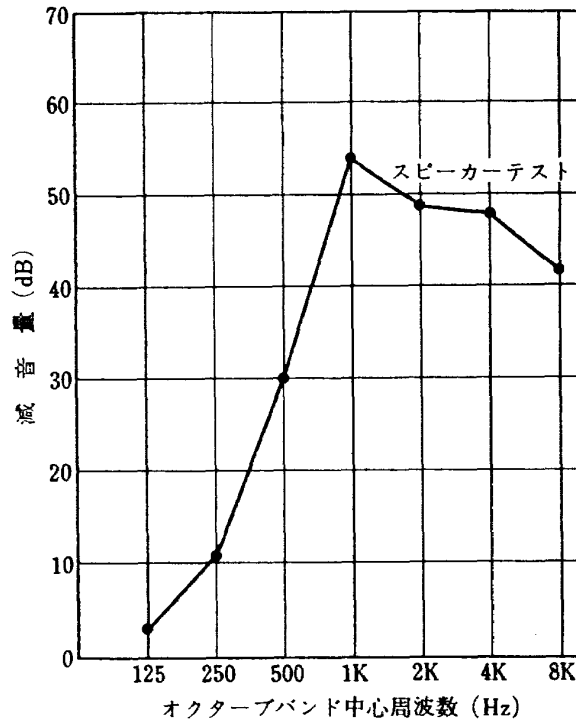
(2) テストコンプレッサ排気消音装置 (第4図)

この消音装置はテストコンプレッサの排気塔にとりつけたものである。テストコンプレッサの吐出管出口には 3700 kW 空気源からの高圧空気を吹出す空気流量 20 kg/sec という大型のエジェクタが付属しており、このエジェクタから発生する高周波の騒音を減少

するため、消音装置としてスプリッタ型が採用されている。構造は第4図(a)に示すようにグラスクロスを50耗厚さの吸音板として並べたもので、スピーカーテストの結果は第4図(b)に示すように 1000 Hz 以上では減音量 50 dB 程度となり高周波側に有効であることがわかる。



(a) 構造



(b) 減音特性

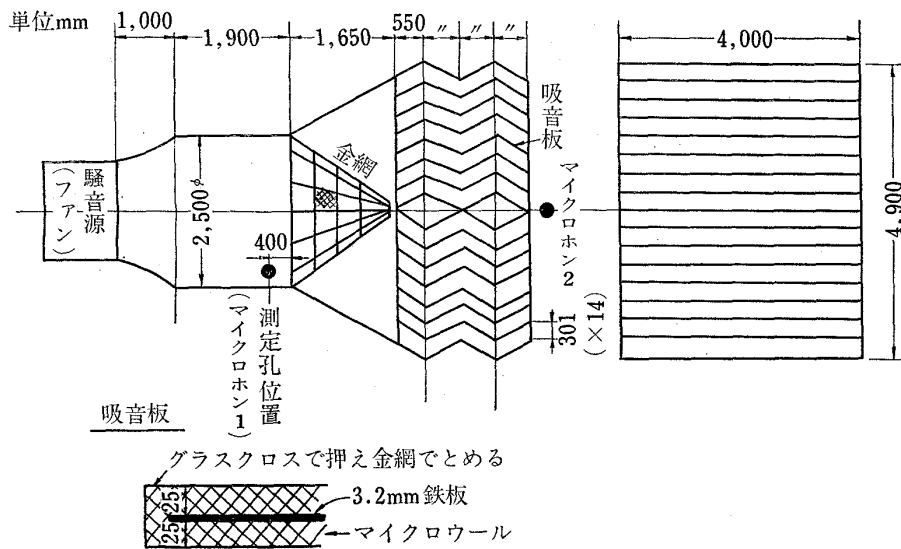
第4図 テストコンプレッサ排気消音装置

(3) ファン吸入消音装置 (第5図)

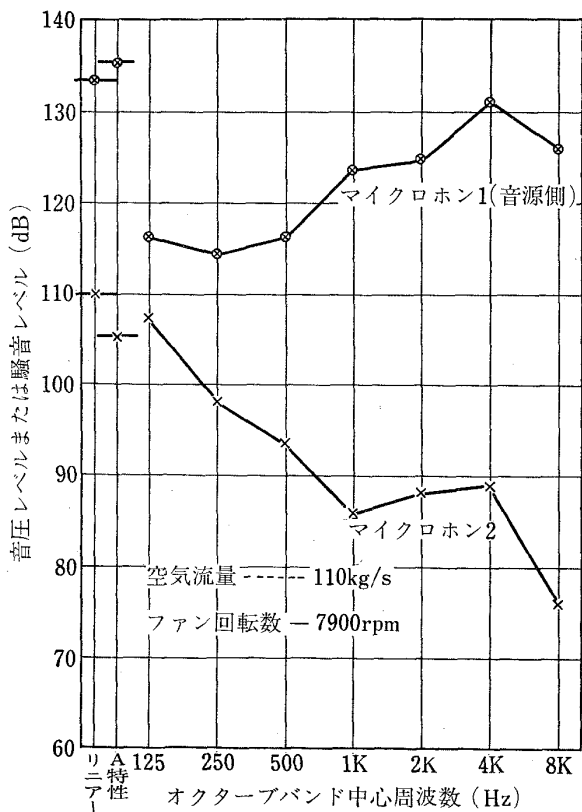
この消音装置は圧縮機試験設備で駆動される試験用のファンの吸入消音装置で空気流量は 110 kg/sec である。消音装置の構造は第5図(a)に示すように前項(2)の消音装置と同一の吸音板を用いている。従ってスピーカー・テストによる減音特性はほぼ同一と考えられる。第5図(b)はファン運転中の消音装置大気側(マイクロホン2)および音源側(マイクロホン1)での騒音の測定値である。ファンの動翼枚数は33枚で

あり回転数 7900 RPM で基本翼通過周波数は約 4.3 kHz となりオクターブ分析では、中心周波数が 4 kHz のバンドの中に含まれ、音源側の騒音の特性も 4 kHz にピークをもっている。吸音スプリッタ部での平均気流速度は約 6.5 m/s である。

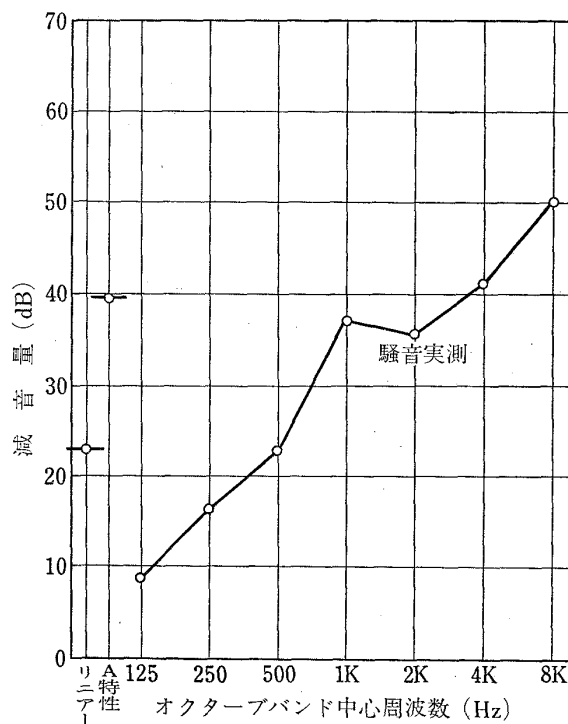
ファンの試験中には、これを駆動するためのガスタービンの騒音とファンの排気側の騒音が、暗騒音として存在するが、これを分離して測定することは不可能であった。しかし暗騒音の影響はマイクロホン1より



(a) 構造



(b) 騒音の周波数特性



(c) 減音特性

第5図 ファン吸入消音装置

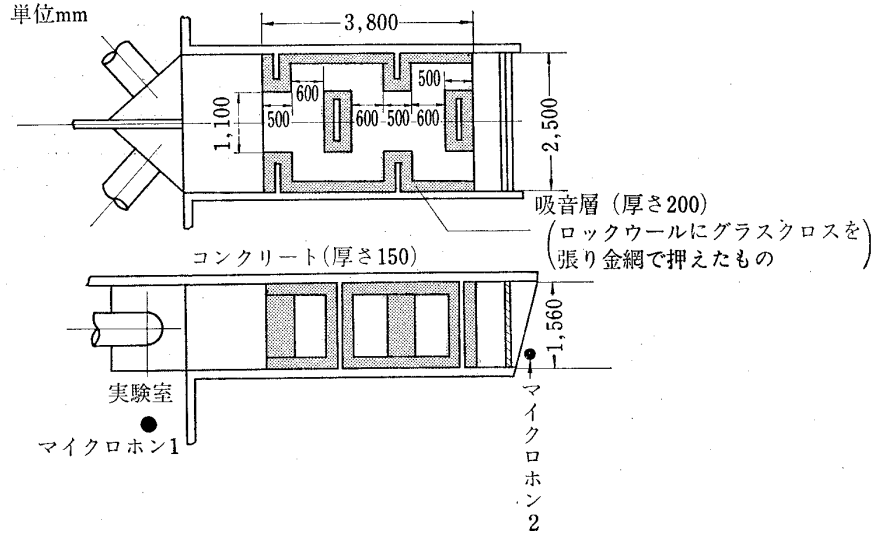
マイクロホン2において大きいから、消音器の減音量は、第5図(c)に示す騒音実測の減音量より小さいことはない。なおこの消音装置のスピーカーテストは音源の反対側への廻り込みが大きく測定は不能であった。

3.3 プリナムチャンバー型消音装置

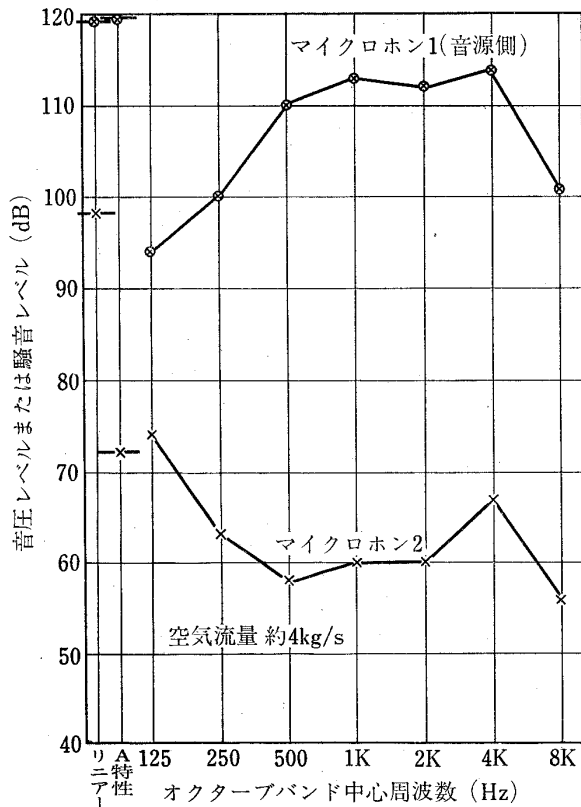
(1) 高速翼列試験設備排気消音装置 (第6図)

この消音装置は高速翼列試験設備の排気用で、2つの実験室からの排気を1つの装置が受持っている。実験室(約5m×5m×5m)は1号室から4号室まで4室あり、従って消音装置は同型のものが2台付属して

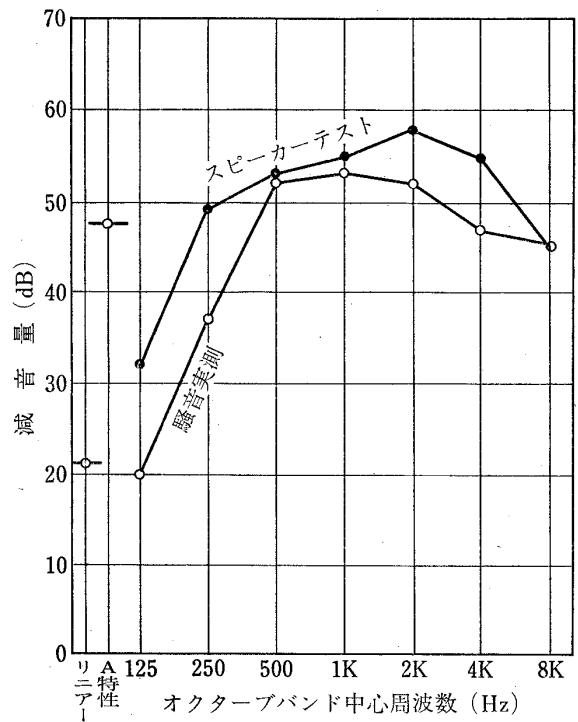
いる。今回の音響特性試験には、3号風胴(吹出し口90mm×76mm)を使用した。この消音装置の構造は第6図(a)に示すように、90°曲りが6回からなるプリナムチャンバー型であり、厚さ200mmのロックウールを壁面に内張りしたコンクリート構造である。騒音実測時は空気流量は約4kg/secで気流マッハ数1の翼列試験で、第6図(b)に示すように、この実験の騒音のスペクトルは中高周波域において、その成分が大きい。消音装置音源側119dB(A)に対し、大気側では72dB(A)と有効に消音装置は働いている。スピー



(a) 構造



(b) 騒音の周波数特性



(c) 減音特性

第6図 高速翼列試験設備排気消音装置

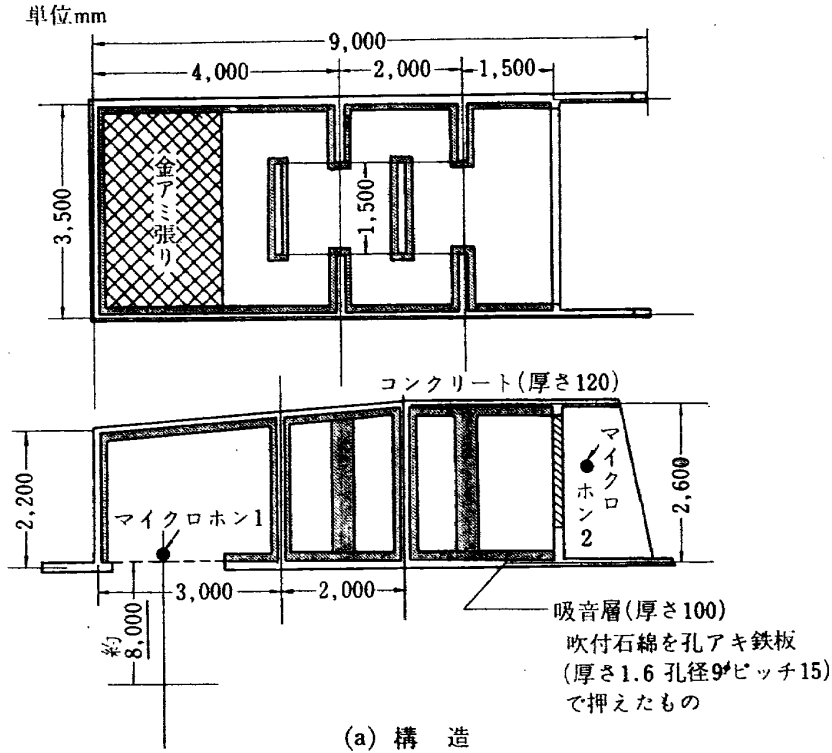


スピーカーテストの結果は第6図(c)に示すように比較的  
全周波数範囲で有効な特性を示している。

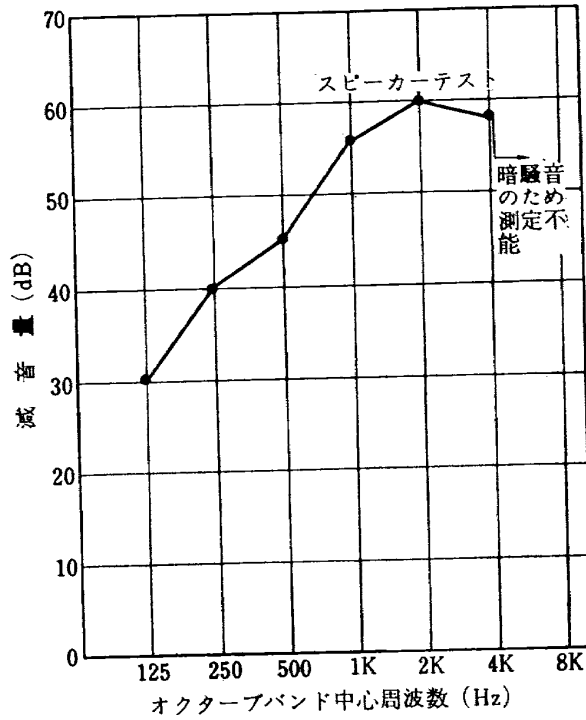
(2) 原動機5号館屋上換気口消音装置 (第7図)

この消音装置は原動機部5号館実験場の屋上に換気  
用として設置されたものである。実際の騒音源として  
は、実験場で行なう実験(ファン、圧縮機、タービン  
などの単独性能試験)の種類により、その特性は一定  
ではない。従って、比較的広範囲の周波数に対し有効

であるプリナムチャンバー型消音装置を設けた。消音  
装置の構造は第7図(a)のように前項(1)の構造に準  
じているが、吸音材は100耗の吹付石綿であり、断面  
は縦横共に約1m大きく2600mm×3500mmである。  
スピーカーテストの結果は第7図(b)に示すように広  
範囲の周波数に対し減音量が大きい。低周波数の領域  
では前項(1)の消音装置より減音量が少ない。これは  
吸音材の厚さが薄いことによると考えられる。



(a) 構造



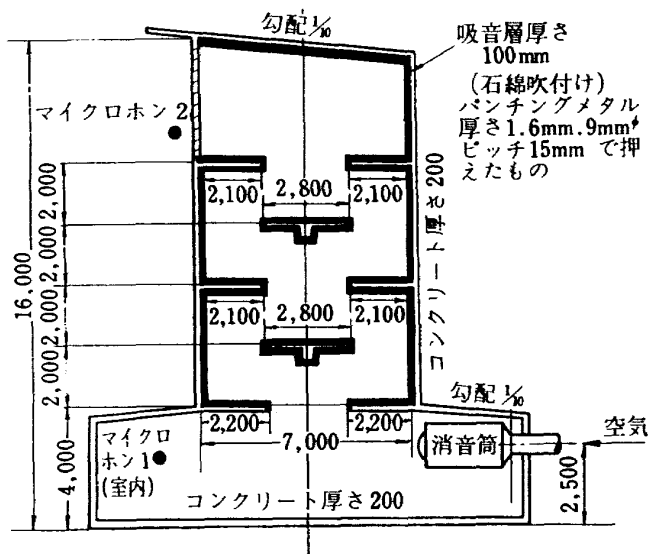
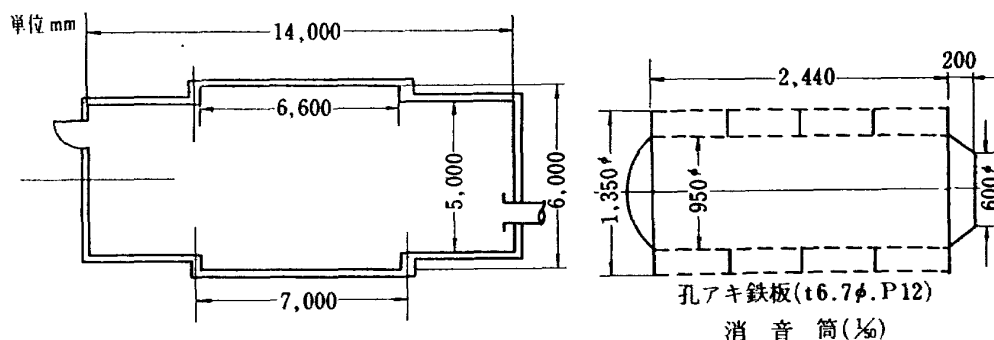
(b) 減音特性

第7図 原動機5号館屋上換気口消音装置

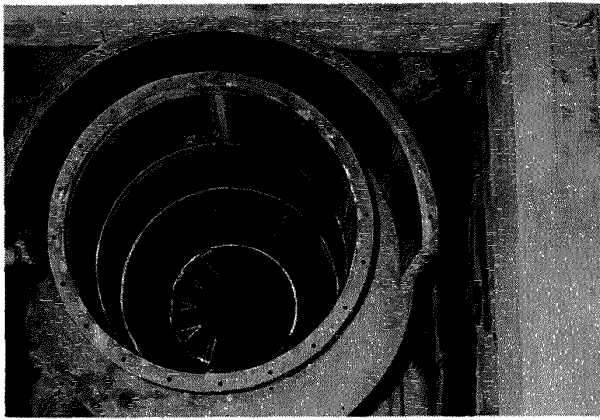
## (3) 原動機5号館用排気消音装置 (第8図)

この消音装置は、10500 kW 空気源設備である圧力比 5、空気流量 50 kg/sec の電動機駆動の軸流圧縮機の排気用が主体であるが、その他供試圧縮機またはタービン試験の排気、またジェットエンジンの排気なども排出することもある共通の排気消音装置である。この軸流圧縮機の高圧吐出空気は、圧縮機、タービンなどの試験設備に供給されるが、その使用量に応じて余りを 600φ ロート弁で放風し、供給圧力が使用量に関係なく一定になるように調圧されている。この放風される空気は高圧から大気圧まで膨張し大きな騒音を発生する。この放風に伴う騒音を消音するために第8図(a) に示すような大型のプリナムチャンバー型の消音装置を設けた。構造は前項(2)の消音装置と同一の吸音壁をもち曲りを多くして入口より出口まで90° 曲りが9回の構造である。騒音測定の結果は第8図(c) (マイクロホン1, 消音筒なし) に示すように音源の特性として比較的低音側に成分をもつもので音圧レベルで 146 dB と非常に大きな騒音を発生しており、消音装置出口において、騒音レベルが 100 dB (A) 程度あり、かなり大きい。そこでこの対策として、空気吐出管の先端に消音筒 (第8図(a), (b)) を取り付け、

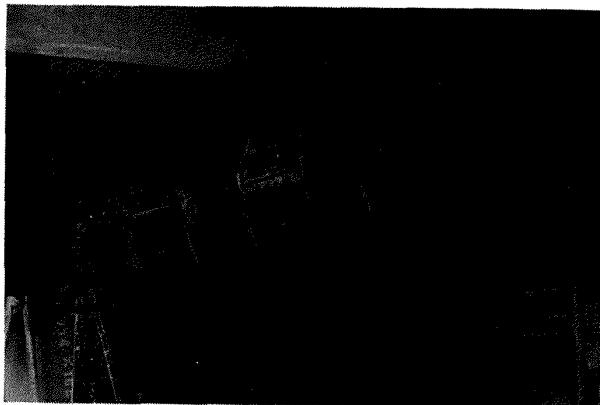
塔内音源室内の音圧レベルを下げることを図った。この消音筒は図に示すように、孔あき鋼板 (孔径7粒) を2重にして、600φ ロート弁から超音速で放風されている空気の流れを小さな孔を通して弱い流れにするためのものである。この結果、音源室内のマイクロホン1の音圧レベルおよび騒音レベルはともに、16 dB 程度低下させることが出来、音圧レベルで 130 dB にすることが出来た。しかしこの効果は、消音塔出口 (マイクロホン2) においては、単に 6 dB 程度であった。この原因は、マイクロホン1 (音源室内) は指示する音圧レベルまたは騒音レベルの絶対値が大きく、暗騒音の影響をほとんど受けないのに対し、マイクロホン2は、暗騒音 (音源室からの騒音の洩れ、圧縮機から消音塔に至る空気配管からの騒音などによる) の影響を受けたためであると考えられる。この暗騒音の原因となるものに対策を施すことにより、消音筒の効果 (リニアで 16 dB, A特性で 17 dB) を完全に生かすことが出来るはずである。消音装置のスピーカーテストの結果を第7図(d) に示す。減音特性は広い周波数範囲で有効であるが、前項(2)の消音装置の減音特性と比較して高周波域での減音効果が悪い。これは、長時間の使用により壁面吸音材である吹付石綿が、



(a) 構造

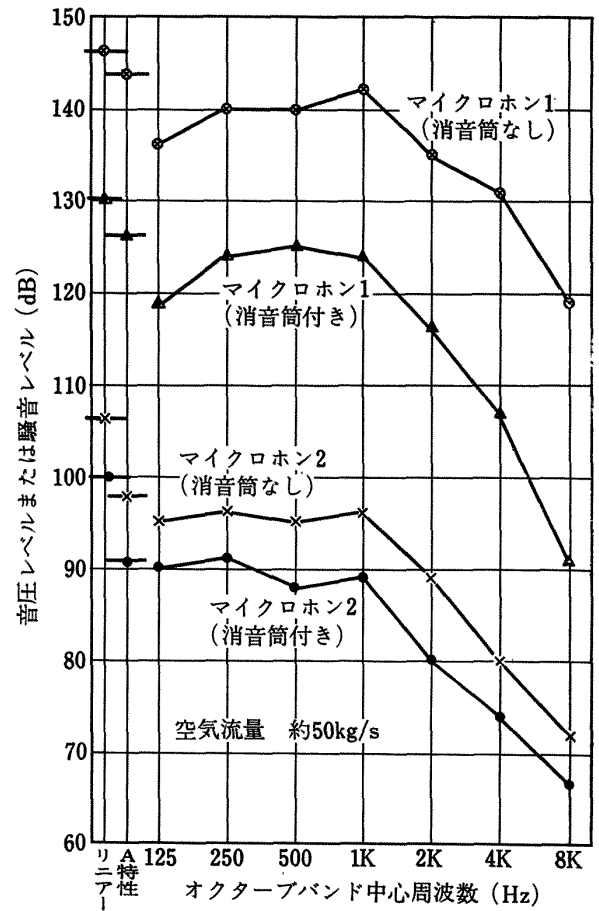


内筒

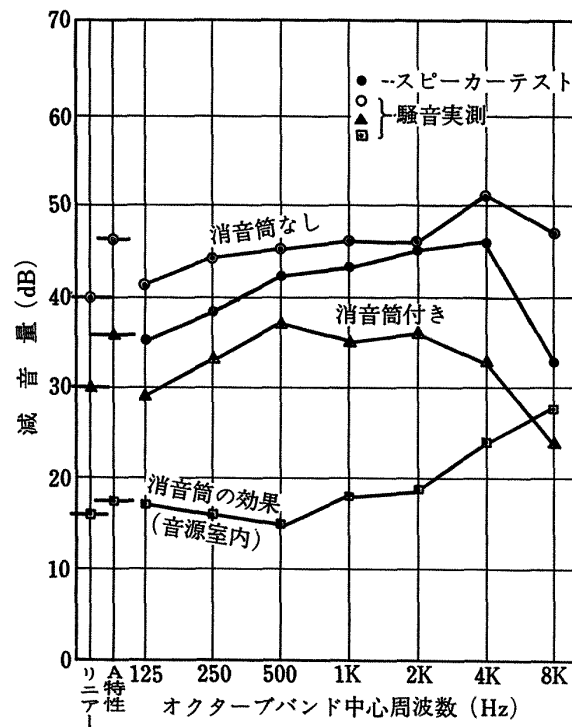


外形

(b) 消音筒



(c) 騒音の周波数特性



(d) 減音特性

第8図 原動機5号館用排気消音装置

下部付近で飛散しており減音効果を悪くしていることに原因があると考へられる。

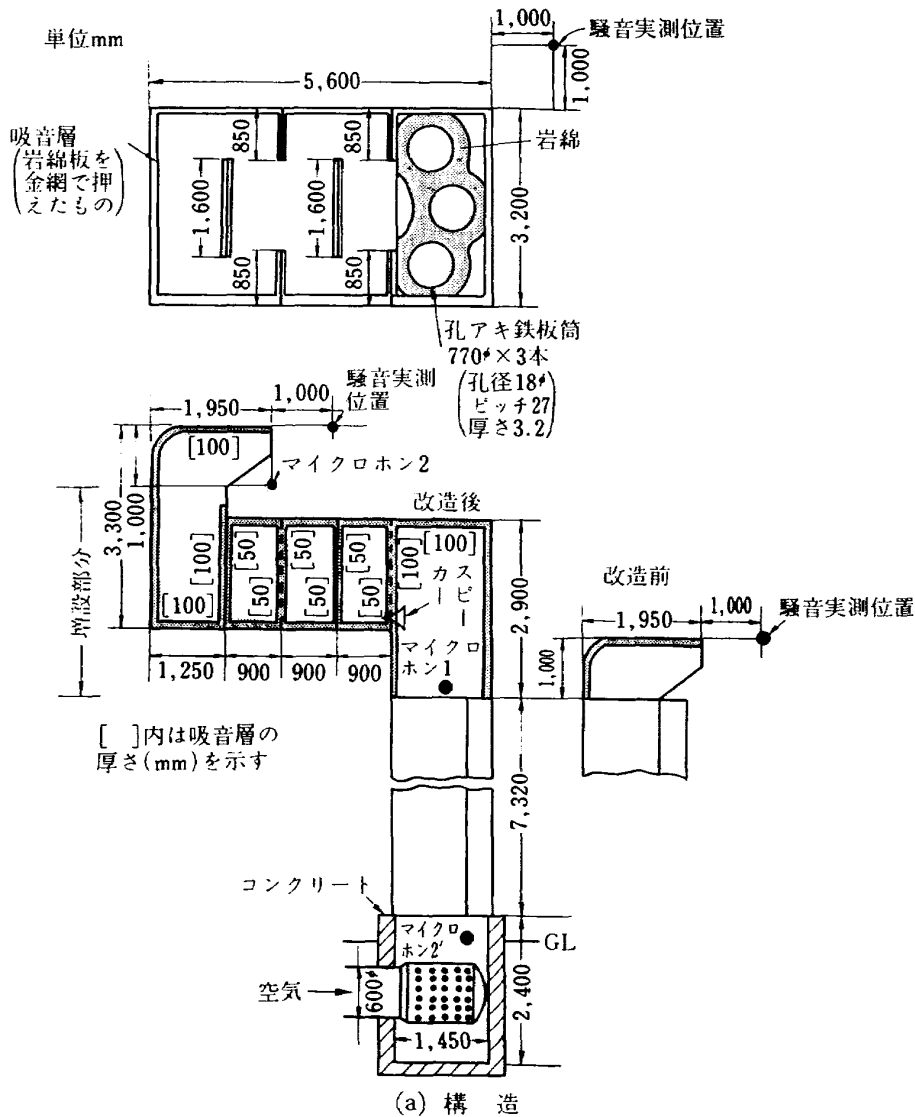
3.4 吸音ダクトとプリナムチャンバーの組合せ型消音装置

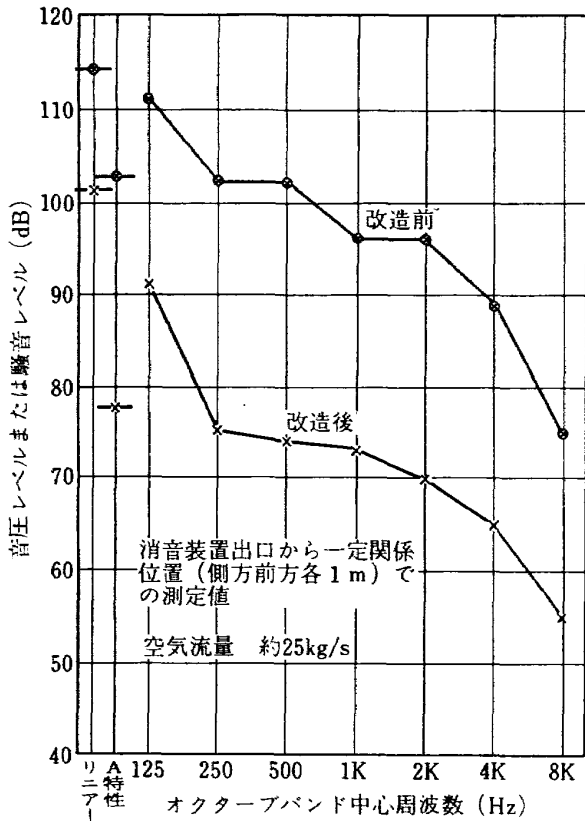
(1) 3700, 1800 kW 空気源設備用排気消音装置 (第9図)

この消音装置は、3.2 (1) 項の吸入消音装置に対応する 3700, 1800 kW 空気源設備用排気消音装置で、圧力比 3, 空気流量は 2 台合計で 38 kg/sec の、共に電動機駆動の軸流圧縮機の排気用である。この軸流圧縮機の高圧吐出空気は前項 3.3(3) の 10,500 kW 空気源の排気と同じように各種試験設備に供給され、その残りの空気を調圧弁を通して排出しているが、その際高圧から大気圧まで膨張し大きな騒音を発生する。

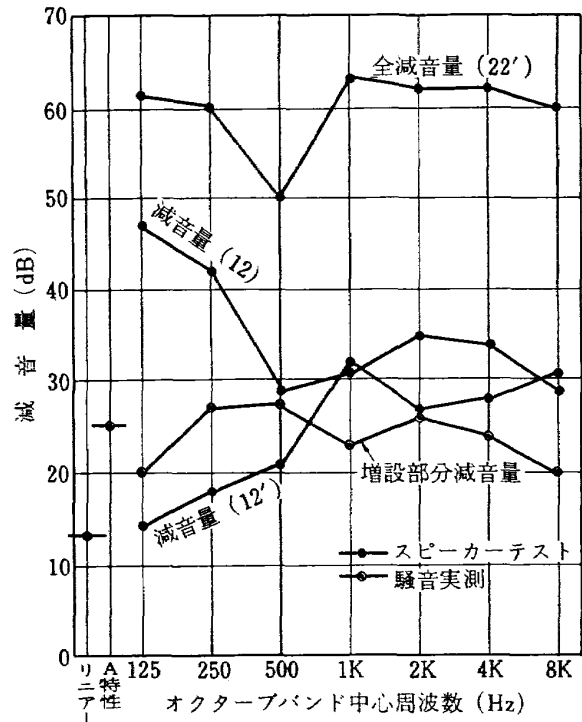
この消音装置はもともと 3 本の吸音ダクトから成っていた (第 9 図(a) 改造前) が、消音性能向上のためこれにプリナムチャンバー型の消音装置を追加し、改造したもの (第 9 図(a) 改造後) である。

吐出管の先端には前項 3.3(3) の消音装置にも取付けた消音筒と同様に孔あき鋼板 (一重, 孔径 7 耗) で製作した消音筒を備えている。吸音ダクトは孔あき鋼板の筒を 3 本とし、外側に 200 耗厚さで岩綿を充填した構造であり、プリナムチャンバーは鋼板製で内側に 50 耗または 100 耗の岩綿を内張りし、8 回の曲りから成っている。騒音測定試験では吐出管の消音筒出口すなわち吸音ダクト入口側の騒音は高温空気のためマイクロホンを入れることが出来ず、測定不能であったが、前項 3.3(3) の消音筒付のマイクロホン 1 の騒音レベルおよび周波数特性とはほぼ同様と考えられる。プリナムチャンバーをつけていない改造前の状態での出口騒音特性は第 9 図(b) に示すように、騒音レベルは 103 dB(A) で特に低周波域での音圧レベルが高い。この対策として、低周波域でも減音効果の大きいプリナムチャンバー型消音装置を増設した。この結果は消音筒出口の騒音レベルは 78 dB(A) となり有効な消音を行なうことが出来た。



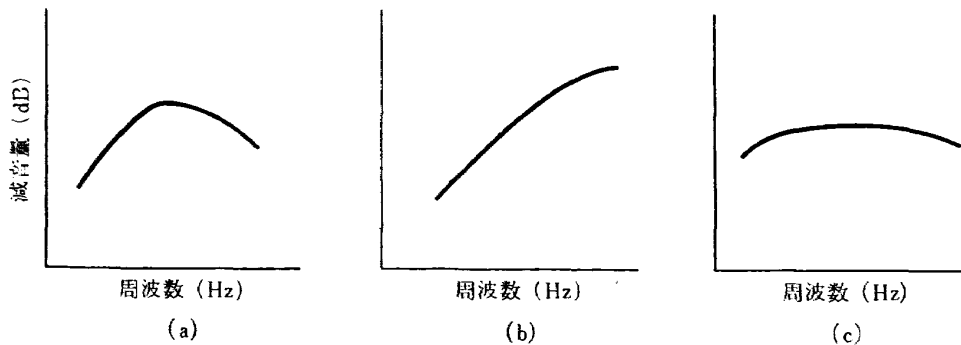


(b) 騒音の周波数特性



(c) 減音特性

第9図 3700, 1800 kW 空気源設備用排気消音装置



第10図 消音装置の減音特性

スピーカーテストの結果は、吸音ダクト部分の減音は第9図(c)減音量(12')に示すように、低周波数側でやや効果が少ない。これに対し、プリナムチャンパー部の減音量は同図減音量(12)に示すような低周波数側にも有効で全体としては、同図、全減音量(22')に示すように、広い周波数範囲にわたって60dB程度の減音量が得られ、本消音装置が非常に良く騒音を低下させたことがわかる。

#### 4. おわりに

本実験で取り扱った消音装置の減音特性は、概ね第10図(a) (b) (c) の3種類に分類することが出来る。

吸音ダクト型消音装置は、(a)に属し、吸音ダクト断面の大きさから決る一定の周波数においてピークを

持っている。

スプリッター型の消音装置は、概ね(b)に属し、高周波側での性能は良いが、低周波側で劣る。

上記2つの型の消音装置に対し、プリナムチャンパー型の消音装置は、(c)に示すように、全周波数範囲にわたって、良好な特性を示している。

従って、消音装置は音源の周波数特性に合わせてその型式を選定すると共に、その消音装置を通る空気の状態、すなわち空気の温度、圧力を考慮して構造を定め、吸音材を選定して設置する必要がある。この消音装置の特性試験により大型の消音装置を今後建設するための有効な資料を得ることが出来た。終りに、本騒音特性試験に当り協力を得た(財)小林理学研究所の関係者に厚く謝意を表します。

TM-188	自由飛行模型 FFM-10 の空力微係数におよぼす機体弾性変形の影響について	1970年11月	河崎俊夫, 河本 巖 戸田 勸
TM-189	燃料蒸発管に関する研究 (Ⅲ) —管内の燃料・空気二相流への熱伝達—	1970年12月	田丸 卓, 乙幡安雄 鈴木邦男
TM-191	大型電子計算機プログラム・ライブラリ	1970年12月	戸川隼人, 磯部俊夫
TM-192	極超音速風洞 M9 ノズル較正試験	1971年1月	長洲秀夫, 橋本 登 穂積弘一, 松崎貴至
TM-194	航空機の STOL 性に関する一考察	1971年1月	田辺義一
TM-195	曲面壁上の噴流に対する噴出孔形状, 配列の効果について	1971年1月	西村英明, 白井 弘 井上重雄, 三村富嗣雄
TM-196	NAL-16 H 型ロケットの研究試作	1971年1月	宇宙研究グループ
TM-197	二次元煙風洞について	1971年1月	高橋 宏, 戸田亘洋 白井正孝
TM-198	等高線を描かせるプログラム	1971年1月	磯部俊夫
TM-199	航空機用ヒーターの燃焼器の開発実験	1971年2月	堀内正司, 本間幸吉
TM-202	単発 STOL 実験機に関する研究 —テレメータ実験局の電界強度測定—	1971年6月	幸尾治朗, 小野孝次 矢沢健司, 塚野雄吉
TM-203	固体ロケットの比推力測定の標準化	1971年6月	五代富文, 岡部祐二郎 清水昭紀, 伊藤克弥 西村久男
TM-204	サーボ機構の過渡応答改善用デジタルコントローラについて	1971年7月	小川 敏一, 島村正人 (日本大学)
TM-205	自由飛行模型 FFM-10 の動安定微係数の推定について	1971年7月	河崎俊夫, 河本 巖
TM-206	静止衛星の軌道保持シミュレーションシステムの構成 (I) —地球の重力場による摂動—	1971年8月	松島弘一
TM-207	対称スピン衛星用ニューテーション・ダンパの解析	1971年9月	村上 力, 狼 嘉彰
TM-208	薄板継手構造の強度についての実験 —接着およびリベット継手—	1971年11月	池田為治, 熊倉郁夫 竹内和之
TM-209	試作接着面応力センサの較正試験	1971年11月	大竹邦彦, 遠藤修司 野口義男
TM-210	小型加速度計による風洞模型姿勢角の測定	1971年12月	原 亘利
TM-211	軽量ジェットブースト STOL の一検討	1971年12月	西村博史

注：欠番は配布先を限定したもの

## 航空宇宙技術研究所資料212号

昭和47年1月発行

発行所 航空宇宙技術研究所  
東京都調布市深大寺町1880  
電話武蔵野三鷹(0422)44-9171(代表)☎182

印刷所 有限会社啓文堂松本印刷  
東京都文京区水道2-7-5

