

UDC

533. 6. 07

S 34. 83

航空宇宙技術研究所資料

TM-32

遷音速風洞の防音

牛田 健二・高橋 宏

1964年4月

航空宇宙技術研究所

遷音速風胴の防音*

牛田 健二**・高橋 宏**

はしがき

当研究所に設置された遷音風速胴が、運転時発生する騒音の所内外に及ぼす影響を考慮して、騒音防止処理が計画された。騒音防止のための遮音壁構造として、最初重量壁構造を検討したのであるが、風胴本体にかかる荷重の影響や遮音壁自体の支持方法に難点があって採用を取りやめ、代案としていわゆる軽量複合壁構造をとり上げた。この構造を用いた実例はもちろん皆無ではないが、その遮音効果を推定するよりどころが目下のところ確立されていない。そこで、われわれの遷音速風胴の防音工事を施工するにさきだつて、遮音構造に関する予備実験を行なった。本資料は、その予備実験と防音施工の経緯について述べたものである。

1. 調査と計画

1.1. 防音の目標

1.1.1. 騒音防止に関する東京都の条例（昭和29年1月東京都条例第1号）では、地区別の音量基準を次のごとく規定している。

	午前8時～午後7時	午前6時～午前8時 午後7時～午後11時
第1種地区	50ホン	45ホン
第2種地区	55	50
第3種地区	60	55
第4種地区	65	60
第5種地区	70	65

ここで第1種地区とは住宅専用地域や第1種文教地域等最も静けさの要求される地域、第2種地区

* 昭和39年3月17日受付

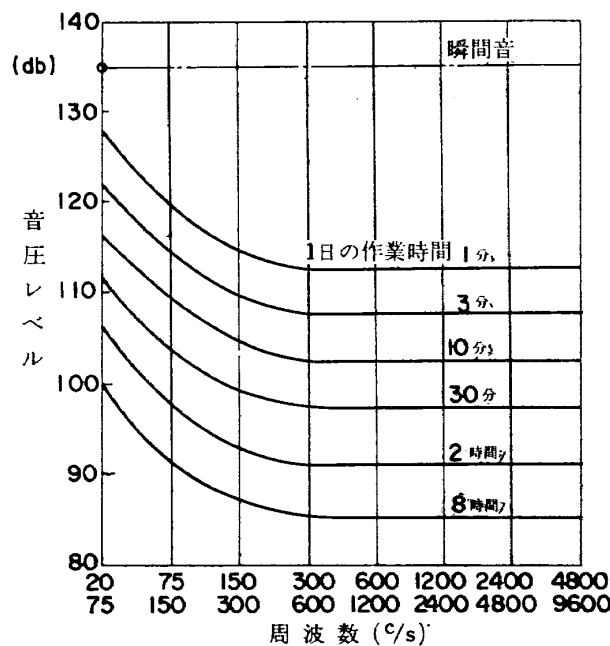
** 空気力学第二部

は普通の住宅地域および緑地地域，第3種地区は商工業地域，第4種地区は第3種地区のうち幅10m以上の道路，広場のあるところ，第5種地区は最も繁華な都内で幅18m以上の道路に面しているところとなっている。

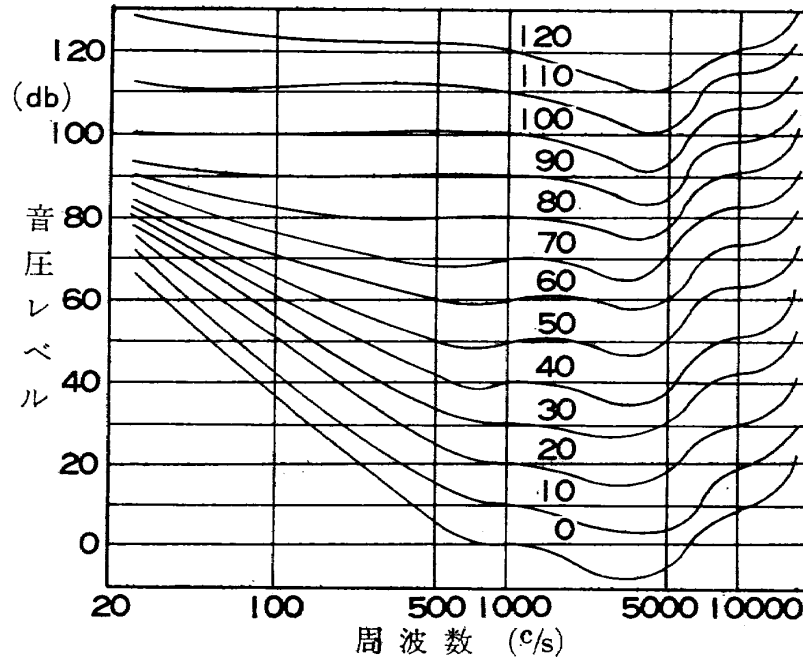
当研究所は上記の第2種地区に該当し，したがって，敷地境界線で昼間でも55ホンに押えなければならぬ。

1.1.2. 一方，職場の騒音限界に関する規定としては，公務員の場合，人事院規則10-4（昭和32.5.1）の「職員の保健および安全保持」に関する規則の中では単に「著しい騒音を発する場所における業務に従事させる場合には業務の遂行上必要な保護および保持のための教育を行わなければならない」となっているが，この「著しい騒音」とはどの程度の騒音レベルであるかは明示されていない。しかし，工場などの騒音については，労働安全衛生規則でこの「著しい騒音」を100db以上と規定している。この程度になると耳栓など適当な保護具を使用させなければならないというわけである。

激しい騒音の発生している職場で生活をしている人々の疲労度が高いことは知られており，特に聴覚に影響を及ぼすのであるが，その影響度は，騒音のレベルとそれを受ける時間とに関係がある。この関係を示したのは第1図³⁾である。この限界値には個人差があるが，一応の目安となるはずである。いま，われわれの遷音速風洞の運転時間を平均1日3時間と仮定すれば，騒音の許容限界はほぼ90db程度となる。これ以下に減音できない場合は耳栓などの適当な保護具を使用すべきであろう。第1図は，また低周波の領域では許容限度は高い音圧レベルになっていることを示している。いいかえれば，低周波の騒音は高周波のそれより感覚的に鈍いということである。第2図⁴⁾は Fletcher-Munson が実験によって出した等感曲線としてよく知られており，物理的な量である音圧



第1図 作業時間対騒音許容限界



第2図 ホンとデシベルとの関係を示す等感曲線

レベル（デシベル）と主観的な感覚量である音の大きさ（ホン）との関係を示したものである。周波数 1,000c/s の音ではホンとデシベルは一致するが、その他の周波数では必ずしも一致しない。たとえば、500~2,000c/s のとき 55(db) の強さの音は感覚的には55ホンに相当するが、100c/s のとき 70(db) の強さの音も感覚的にはやはり55ホンと感ずる。要するに、われわれが刺激音として感ずるのは、低周波より高周波の方が強いということで、高周波成分を低減させることによって、ある程度防音の目的が達せられたとしている場合がある。以上の諸点を考慮して一応防音の目標を次のとおりに設定した。

- 1) 敷地境界線で55ホン
- 2) 主動力室，補助送風機室で 90db 以下
- 3) 500c/s 以上の周波数域でのレベルを低減させる。

1.2. 計画；厚い重量壁による遮音壁構造を採用することができれば、防音にはきわめて有効なのであるが、実際に施工する段になると実行は相当困難と思われた。均一質の重量壁による遮音効果は一般に重量法則といわれる次の実験式²⁾を用いてだいたいの推定をする。

$$T.L = 13 + 14.5 \log_{10} m$$

ここで

$T.L$: 透過損失 (db)

m : 壁の重量 (kg/m^2)

たとえば50mmの厚さのコンクリート壁とすれば、その重量 $m=120\text{kg}/\text{m}^2$ 、したがって透過損失 $T.L=44(\text{db})$ となり 110db の騒音ならば $110-44=66(\text{db})$ くらいに低下させることができるはず

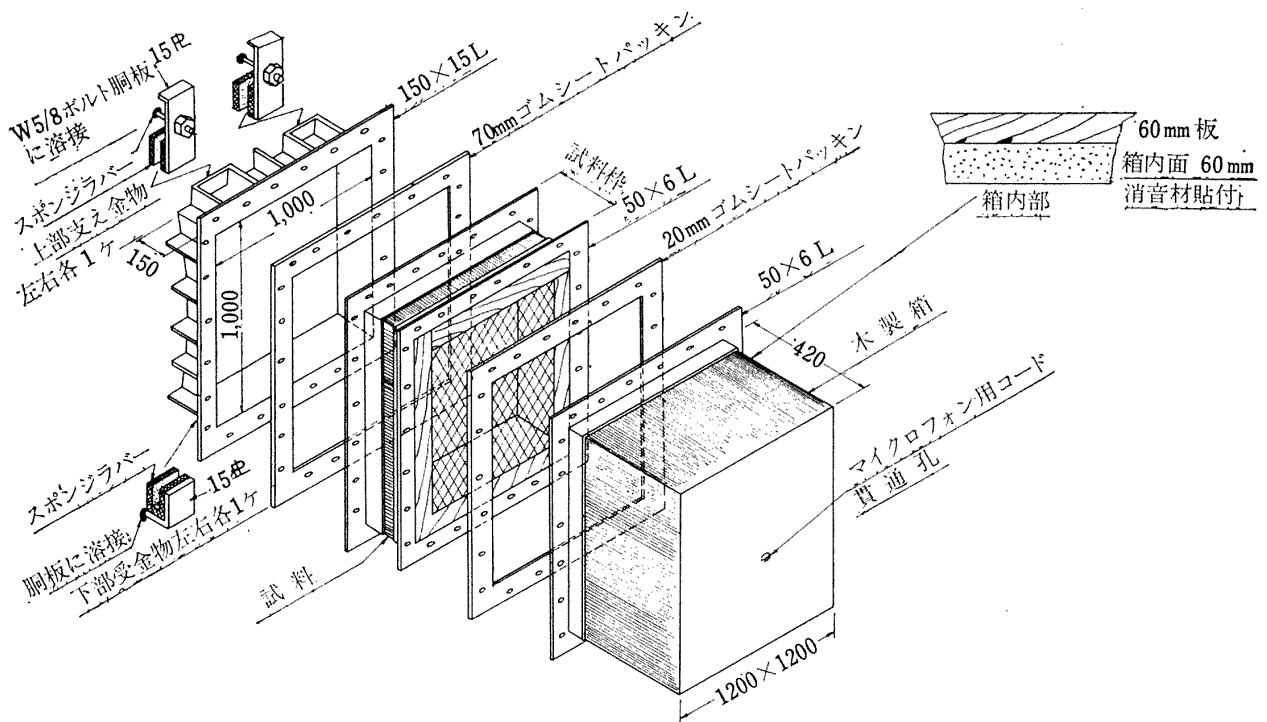
である。しかし、防音工事を予定している延面積は風胴本体の部分のみでも約 $5,000\text{m}^2$ もあり、かりに 50mm のコンクリート壁を巻き付けたとすればその重量は600トンくらいになる。これは風胴の重量のほぼ50%に該当することとなり、基礎その他風胴本体の構造に影響がないとは断言し得ない。また、 50mm 程度のコンクリート壁では遮音効果の点ではとも角、風胴運転時の振動や地震等のためいつか、き裂を生じ、これから浸入する雨水等により胴板が腐蝕するということも考えられる。風胴全体を建家でスッポリ覆ってしまうことは、技術的には不可能ではないかも知れないが膨大な経費を覚悟しなければならない。このようにして各方面から検討した結果、建築や旅客機の胴体壁に用いられている軽量複合壁構造の考え方を取り入れることとした。旅客機の場合は、金属板と吸音板とを交互に2～3層重ね合わせ、内面を吸音処理した構造であるが、風胴の場合はこの金属板の代りに硬質のアスベスト材に置き換えて考えた。また、重量も風胴本体の場合で $50\text{kg}/\text{m}^2$ 、補助送風管は $30\text{kg}/\text{m}^2$ をいずれも超過しないように目標を決めた。ただこのような複合壁の遮音効果については先にのべた重量法則によって推定するわけにはいかない。重量法測には、均一材料による一重壁という条件があるからである。そこで適当に設計した遮音壁の試料によってまず予備実験を行なってみた。

2. 予 備 実 験

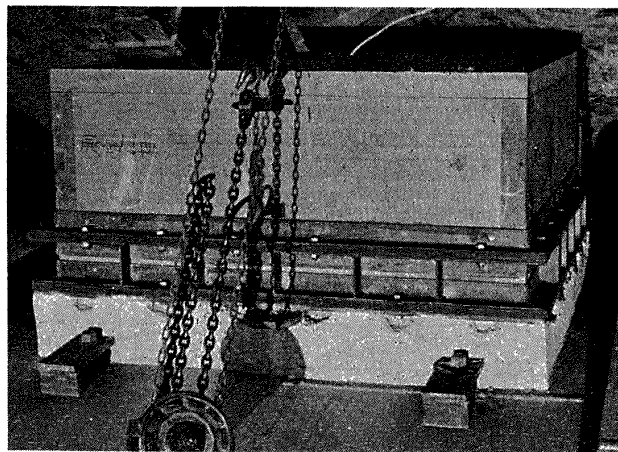
この予備実験は軽量複合構造の遮音壁の透過損失を測定し、できるだけ遮音効果の良好な風胴の遮音壁の構造を決定することが目的である。したがって、実験過程でも風胴の防音施工の難易や経費の点を留意しつつ目的からはずれないようにした。実験としては、興味を覚えても実際の施工に適用することが不向きと判断して作業を取り止めた試料もあった。

実験用の音源には運転中の風胴をそのまま使うこととし、補助送風機の吐出側付近の風管の一部と風胴の中間胴の一部とに測定箱を取り付け、これに指示騒音計のマイクロフォンを差し込んで1/3 オクターブ分析器と併用した騒音の読みを記録した。第3図および第4図は中間胴部で使用した測定箱の構造要領図および外観である。補助送風機系で使用したものはほぼ同じ要領であるが、やや簡単で小型のものである。供試体は補助送風機系で4種、風胴本体で7種いずれも建築など一般に使用されている壁構造のものを参考として設計した。

実験順序としてはまず供試体をはさまない、つまり風管から直接伝ってくる騒音を測定し、次に供試体をはさんでこれを透過してくる騒音を測定する。順次供試体を交換して透過損失の比較を行なう。この場合、箱内での音波の波形やレベルは箱内壁での反射、共振、測定箱の構造、取付方等が原因して、実際に風胴から発生する音とは異なることは考えられるが、同系の実験では供試体は同一条件のもとで測定されたものとし、したがって、測定値の差はそのまま供試体の透過損失の差



第3図 測定箱構造要領 中間胴部で使ったもの

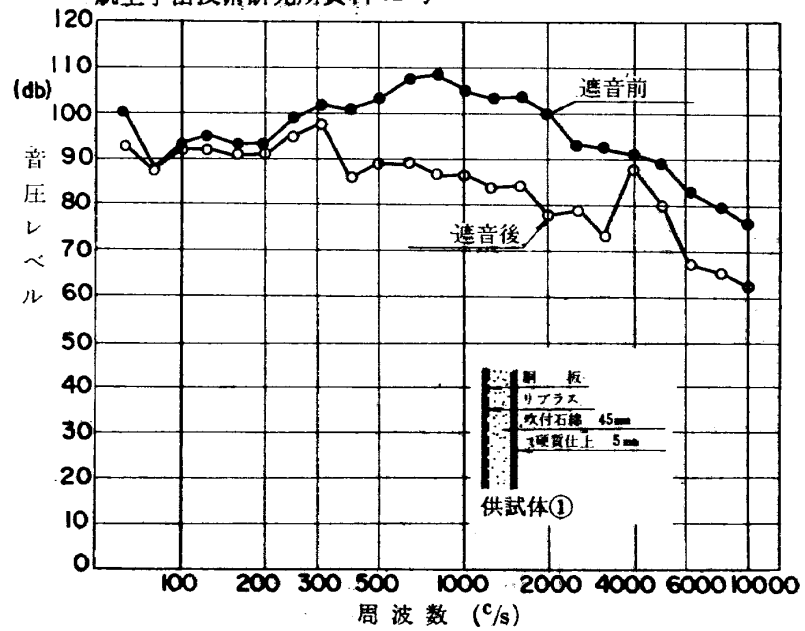


第4図 中間胴部に取り付けた測定箱

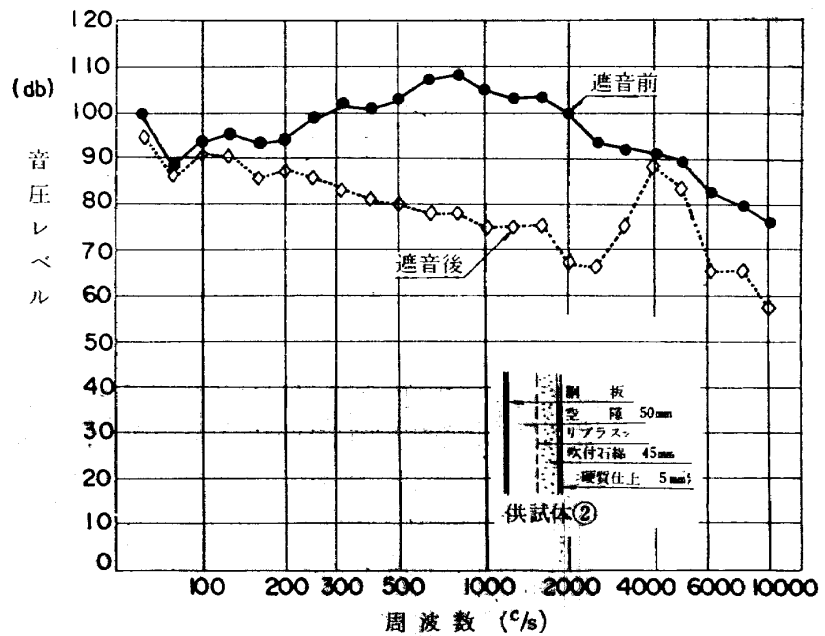
を表わすものと仮定した。

i) 補助送風機系の供試体(1)~(4)の測定結果を第5図(a)~(d)に示す。試料は45mm厚の吹付石綿に5mm厚の硬質石綿層を重ねたものを基本型として、(1)は風管に直接密着させたもの、(2)は(1)と同一構造の遮音層であるが風管との間に約60mmの空隙を設けたもので、遮音効果は(1)より良好である。(3)は基本型を二重にして風管に密着させたもの、(4)は基本型二重の中間に10mmのゴムシートをはさんだものである。第6図は以上4種の比較に便なため同一グラフ上で示したもの

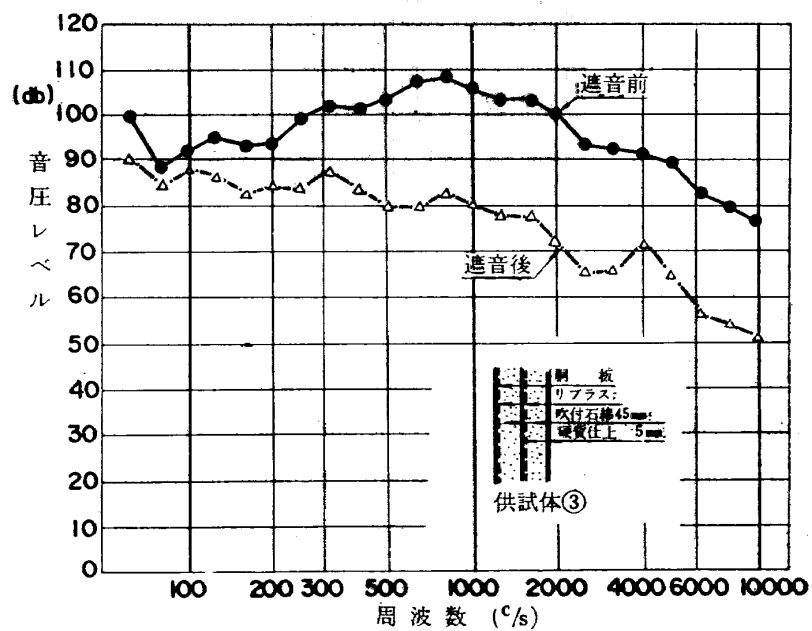
第5図(a)
供試体①によるレベル
低下状況
風管に直接密着させた
もの



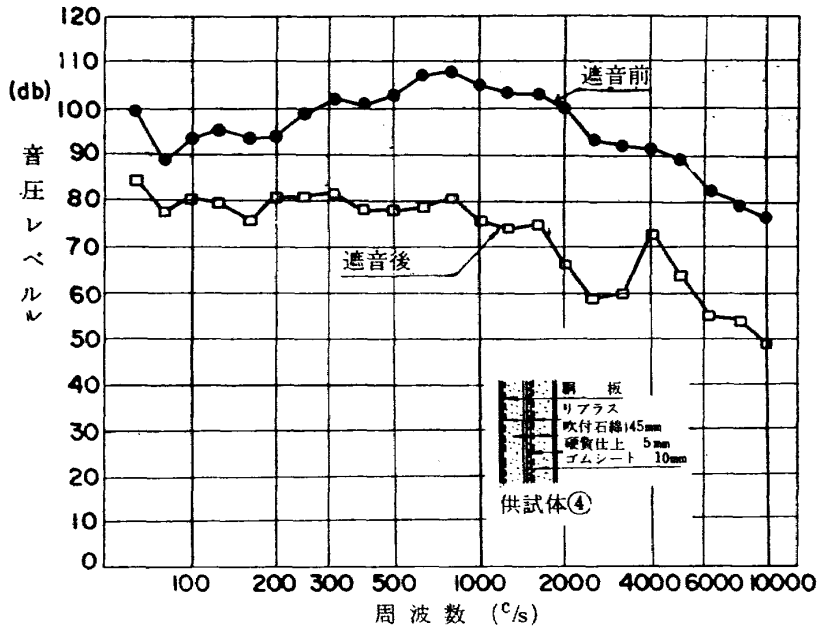
第5図(b)
供試体②によるレベル
低下状況
風管に直接密着させた
もの



第5図(c)
供試体③によるレベル
低下状況
風管に直接密着させた
もの

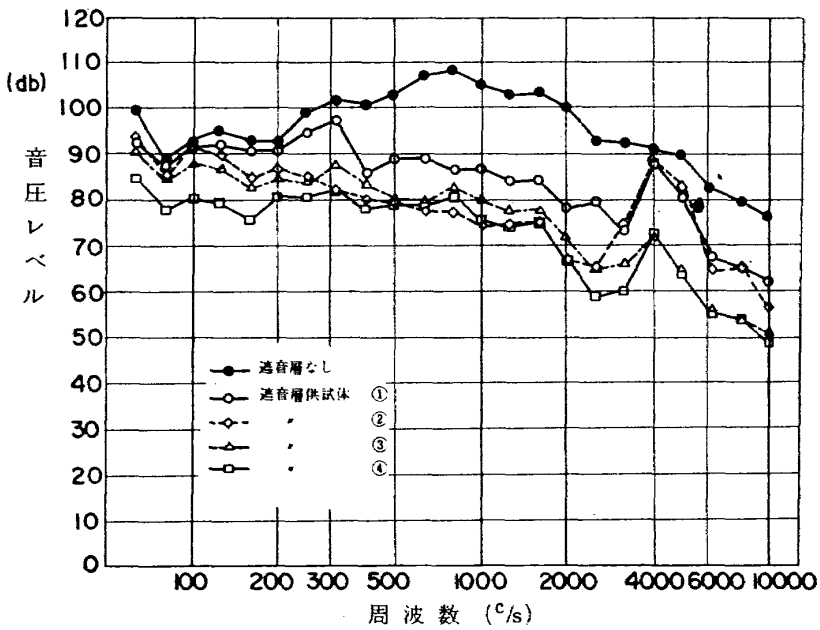


第5図(d)
供試体④によるレベル
低下状況
試料③の二層間にさら
にゴムシートを挟んだ
もの



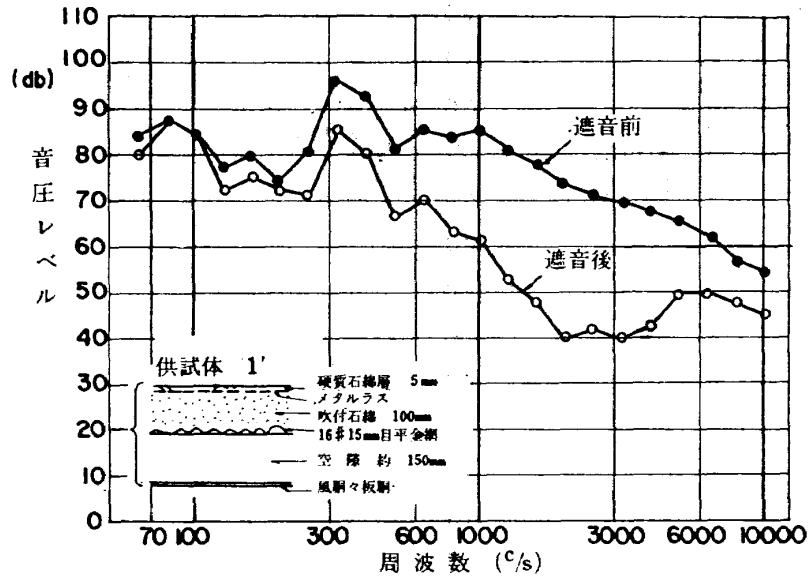
である。遮音効果の点からみて(4)が最も良く、特に、低周波領域まで含めて低減していることに魅力がある。風管との間に適当な空隙を設ければさらに遮音効果は良好となる。なお、周波数4,000c/s付近でピークが現われているが、後述するように防音施工後の測定ではこうした特異点は現われていないので、おそらく測定箱自体の構造か、あるいはその取付方法に原因があるものと思われる。

第6図
遮音層供試体によるレ
ベル低下状況比較
(補助送風機系風管部)

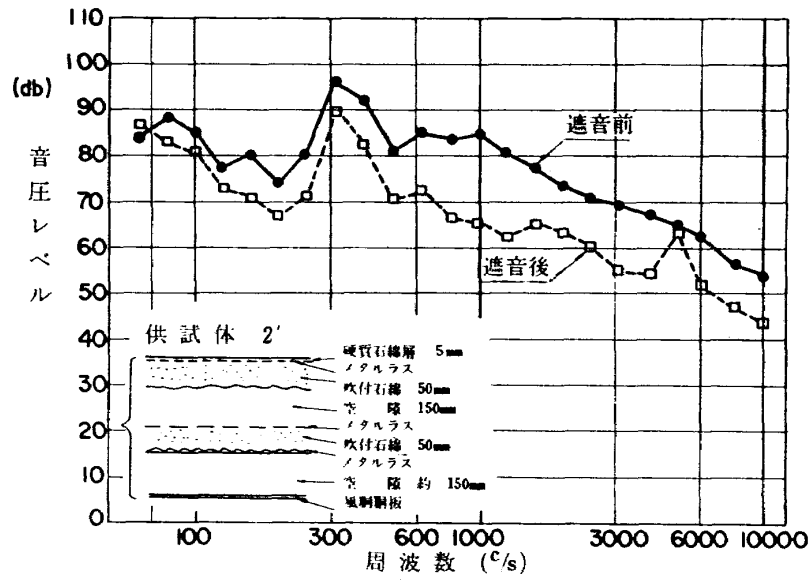


ii) 中間胴部の実験は第3図、第4図に示したような測定箱を用い、補助送風機風管の場合と同じ方法で測定を行なった。胴体と供試体との間はいずれも約150mmの空隙を保たせてある。試料

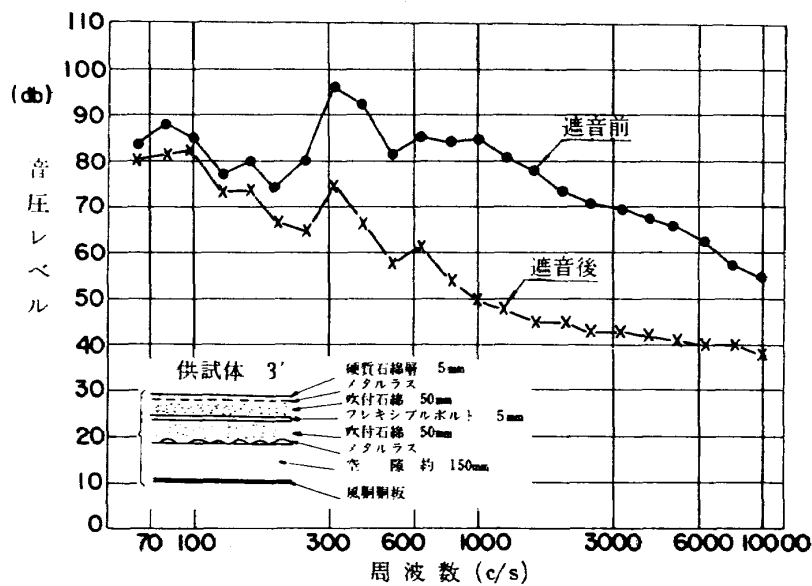
第 7 図(a)
供試体 (1') のレベル低下状況



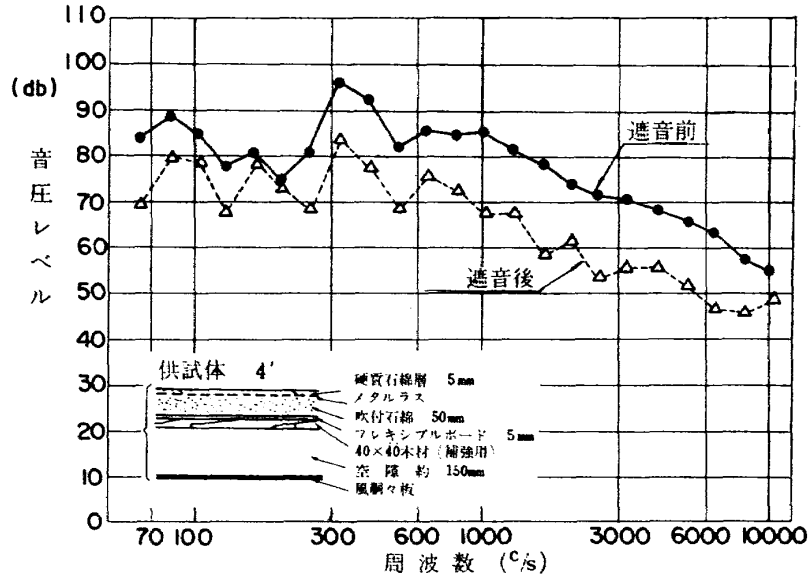
第 7 図(b)
供試体 (2') のレベル低下状況



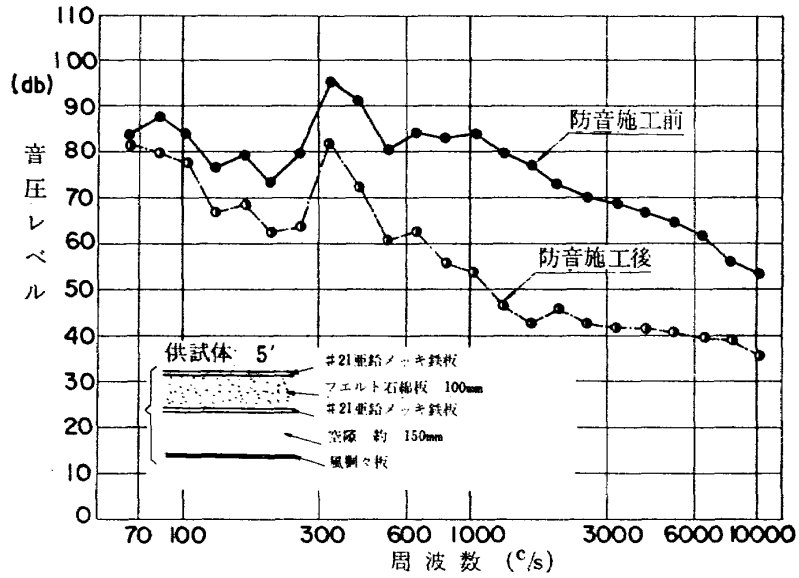
第 7 図(c)
供試体 (3') のレベル低下状況



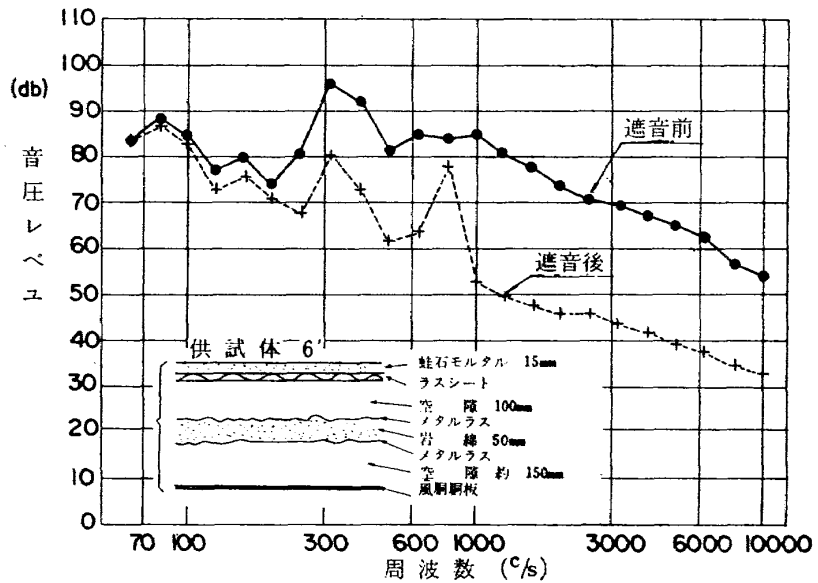
第7図(d)
供試体(4')のレベル低下状況



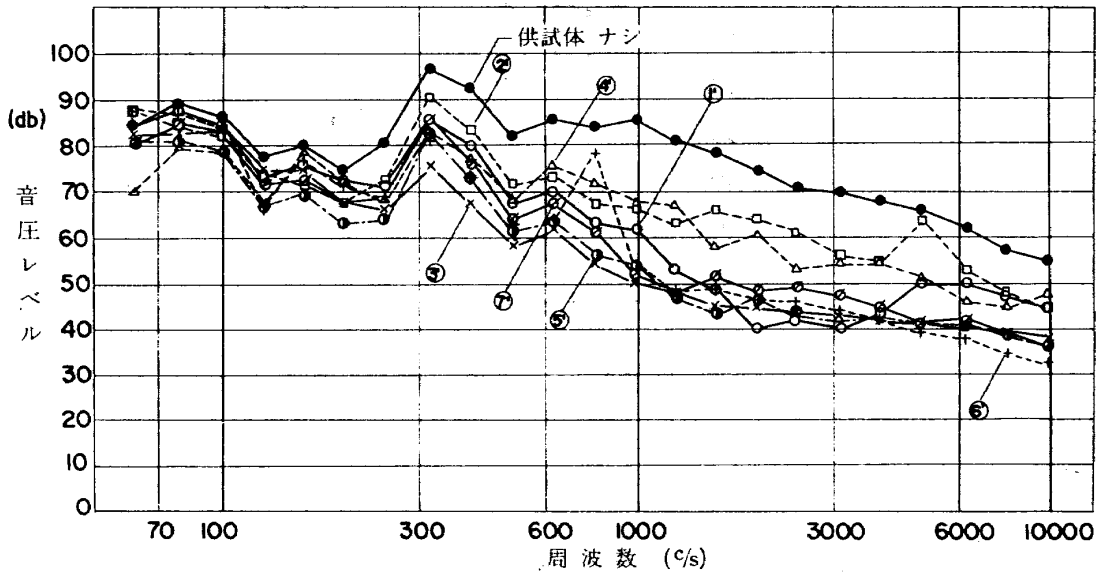
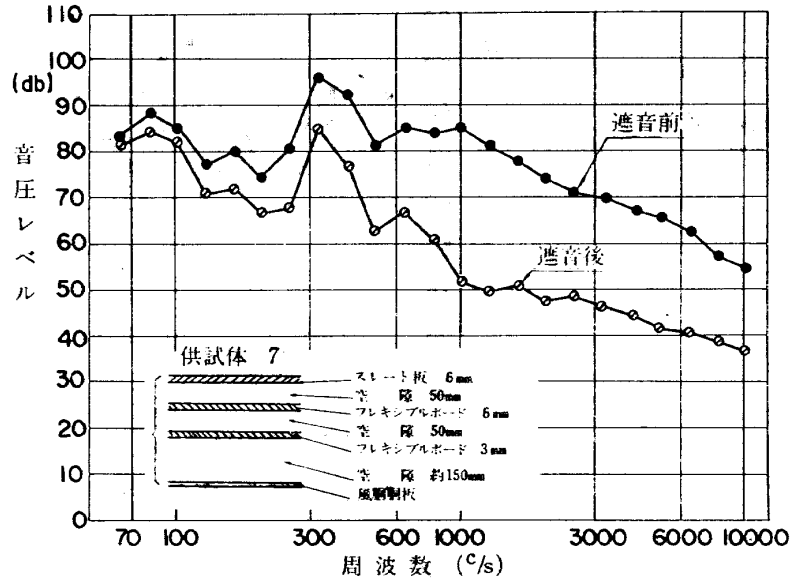
第7図(e)
供試体(5')のレベル低下状況



第7図(f)
供試体(6')のレベル低下状況



第7図(8)
供試体(7')のレベル低下状況

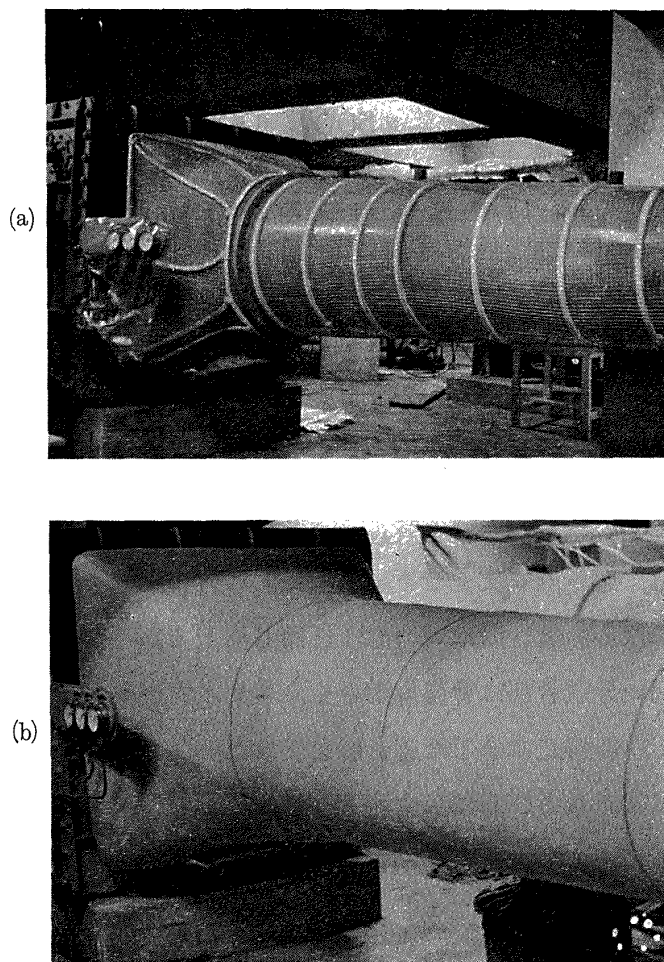


第8図 供試体(1')~(7')のレベル低下状況比較

(1')~(7')の測定結果を第7図(a)~(g)に示す。第8図は比較に便なるように同一グラフ上に示したものである。この測定結果からいうと(3')と(5')が比較的low周波領域まで遮音効果が良好と認められる。なお風胴の運転は、内圧0.8kg/cm²、送風機回転数は常用と思われる630rpmで測定を行なった。図を見るとわかるとおり周波数315c/s辺でピークを示しているが、送風機回転数が470rpmのときこのピークは250c/sあたりで現われた。このことは送風機の動翼が前段と後段おのおの32枚の持っていることと考え合わせると回転数とピークとの間に関連があることがうかがわれる。

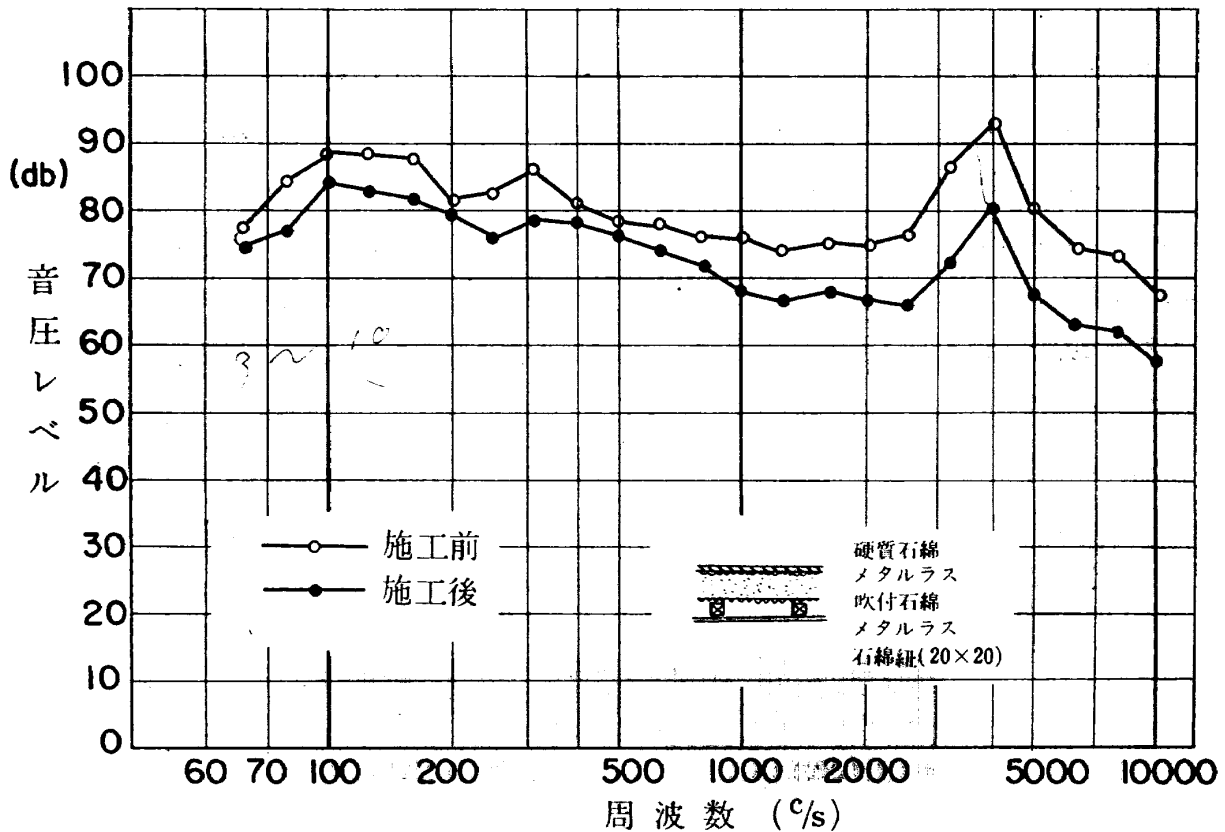
iii) 18cm×18cm 遷音速風胴の防音：この風胴は遷音速風胴の9%モデル風胴として小規模の実

験に使用されている。370kWの主送風機と160kWの補助送風機を備えているが、実験室内にあるため外部に対する騒音の影響はほとんどない。しかし、実験者に対し騒音の影響を少しでも軽減させることのほか、遷音速風洞に防音工事を行なうにさきだて、施工上の問題点を検討する目的で行なった。遮音壁の構造は補助送風機風管の実験で行なった試料(2)の方法を採用した。すなわち、遮音層を支持する下地として、25mm角の石綿紐を風管に巻きその上に金網を固定する。これで風管と遮音層との間に25mmの空隙を設けたこととなる。これに石綿を50mmの厚さに吹き付け再び金網で押えて硬質石綿で仕上げた。第9図はこの状況を示す。なお、主送風機部は薄鉄板製の箱の内側に石綿を40mm厚に吹き付けた形のカバーをしたが、主電動機および補助送風機設備は実験中も点検の必要があるので施工はしなかった。施工前後の騒音を比較したのが第10図である。主送風機部以外の機器には防音施工をしなかったため騒音レベルはそれほど低減できなかったが、施工前は近くではほとんど不可能だった会話が、施工後は普通にできる程度となった。



第9図 遷音速9%模型風洞防音施工状況

- (a)風洞に25mm角の石綿紐を取り付けその上に金網を張る
(b)この上に石綿を吹き付けさらに硬質層で仕上げる



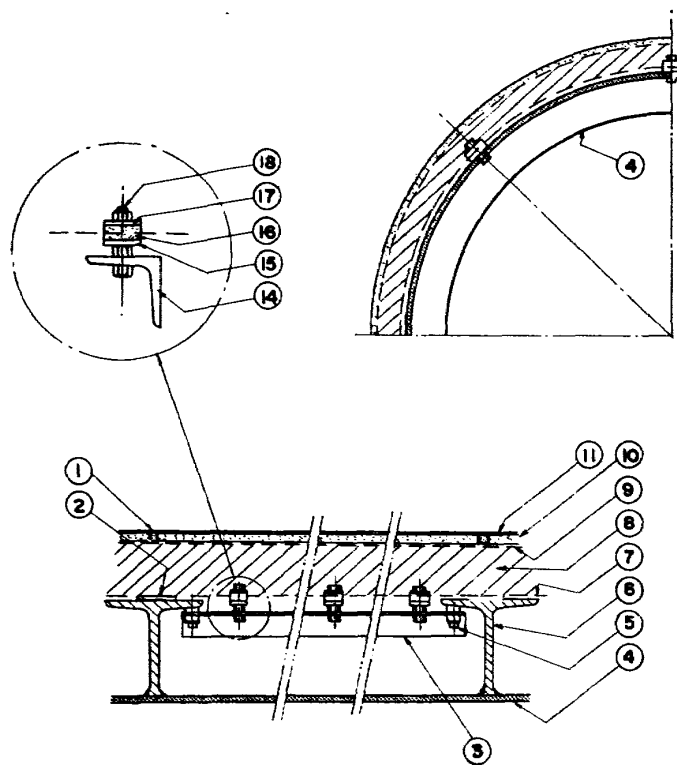
第10図 防音施工前後の騒音比較

3. 防音工事

3.1. 予備実験の結果と、施工の難易や耐久性を含めた経済性を検討して、補助送風機系風管には試料(2)および(3)を、風胴本体には(3')を応用することとした。実際の施工にあたっては、風胴が曲面や不整形部分から成立っているため一部修正を加えている。

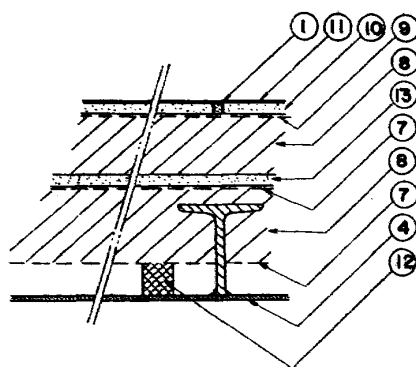
3.2. 補助送風機系の施工方法は、この風管にある2m間隔のステイフナーの間に軽量型鋼を溶接し、この上に金網を張って遮音層を支える下地とした。これにより風管と遮音層の間には約100mmの空隙を設けたことになる。遮音層は試料(2)と同じ構造であるが空隙は約40mm広くとったことになる。特に騒音の高い分岐管部は管径も小さく、ステイフナーもないので25mm角の石綿紐を巻いて空隙をとり試料(3)の構造に準じた遮音層を設けた。なお屋外の部分にはさらに防水塗装を施した。施工要領は第11図(a)および(b)に示すとおりである。風管の振動が遮音層に伝わるのをできる限り殺すため、取付金具類にはゴムのワッシャを、下地の金網と風管のステイフナーとの接触する箇所にはスポンジラバーをはさんだ。仕上り重量は2m径の風管部が遮音層が 16kg/m^2 、これに支持構造部の重量約 4kg/m^2 が加わる。分岐管部は支持材とも約 30kg/m^2 となった。

3.3. 風胴本体の施工要領は第12図に示すとおりで、胴体のステイフナー間に防腐処理を施した60mm角の木材を取り付けこの上に金網を張って遮音層の下地とした。これによって、胴板と遮音層との間に約300mmの空隙を設けたこととなる。遮音層は予備実験の試料(3')に準じているが、



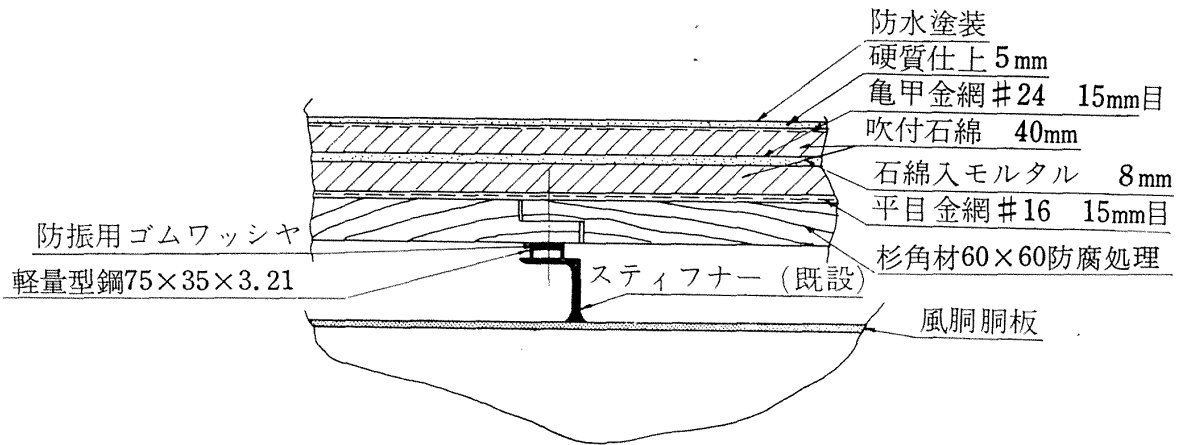
(a)

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1 亀裂防止目地 | 10 硬質仕上 5mm |
| 2 スポンジラバー 10mm | 11 防水塗装 |
| 3 30×30×3-L | 12 石綿組 25mm |
| 4 胴板 | 13 モルタル 5mm |
| 5 W $\frac{5}{8}$ ×50補強環に溶接 | 14 30×30×3-L |
| 6 補強環 | 15 座金 10mm |
| 7 #16.15目平目金網 | 16 合成ゴム 10mm×2 |
| 8 吹付石綿 45mm | 17 W $\frac{3}{8}$ 座金 5mm |
| 9 #24 15目亀甲金網 | 18 W $\frac{3}{8}$ ×80 |



(b)

第11図 (a)補助送風機風管防音施工要領
(b)分岐管部防音施工要領

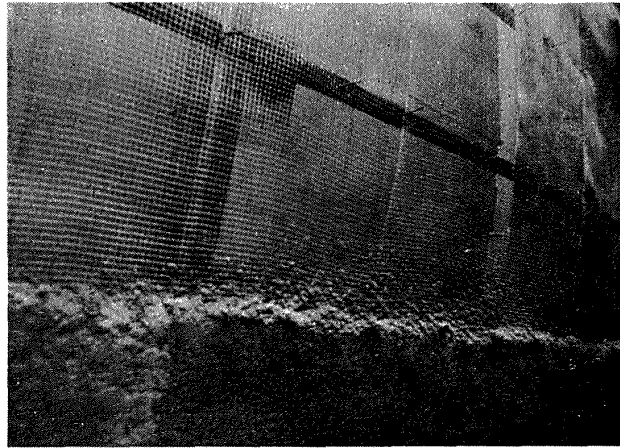


第12図 風胴本体防音施工要領

中間層は8mm厚の石綿混入モルタルで施工した。予備実験では、市販の5mm厚フレキシボードを使ったが、曲面仕上げにするためには板材では扱いがたいこと、歩留りも悪くなることを考慮したからである。また左官仕上げによるムラを考え、やや厚さに余裕をもたせた。仕上り重量は、遮音層 1m^2 当り約37kg, これに支持構造材が平均5kgが加わる。第13図(a)および(b)は施工状況をまた第14図は完成後の姿である。

第13図(a)

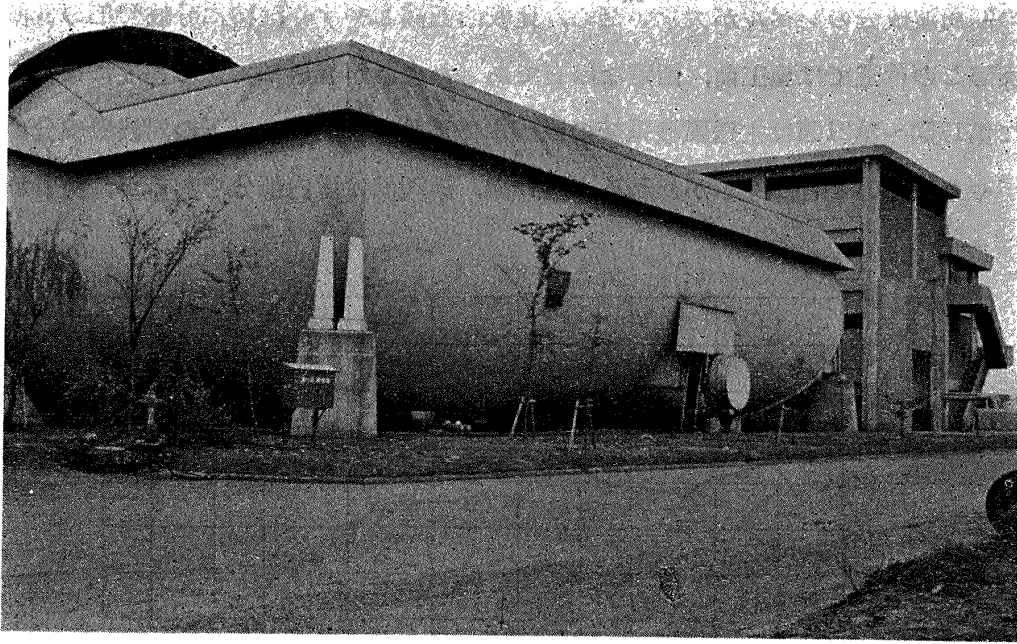
遷音速風胴防音工事
 第一層の石綿吹き付け



第13図(b)

遷音風胴防音工事
 第二層の石綿を吹き付け
 硬質仕上をする



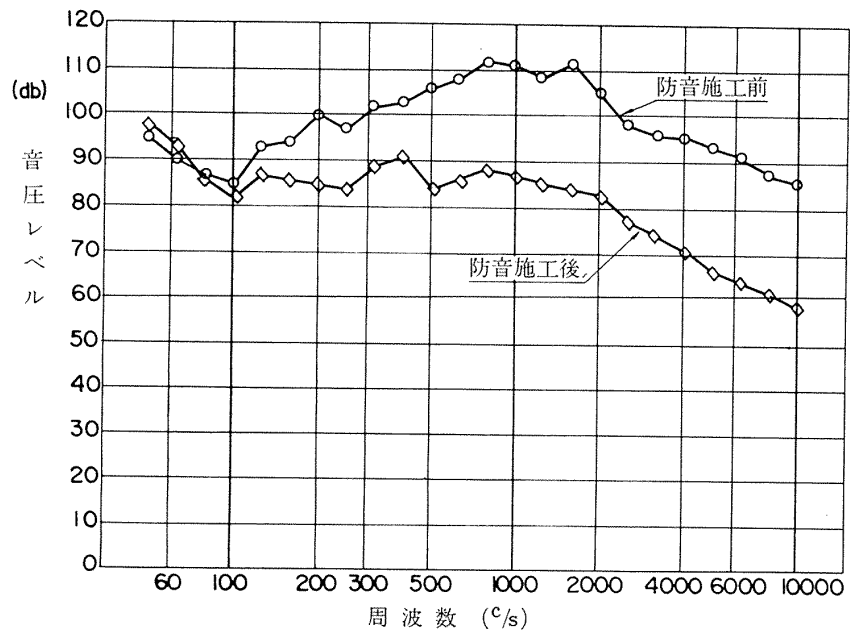


第14図 防音工事完成（第3 屈曲部～中間胴）

なお、主要機器である主・補送風機，冷却器，マンホール部分は防音工事を施していない。また補助送風機系の抽気管立ち上り部はスレート張りの小屋で囲った。

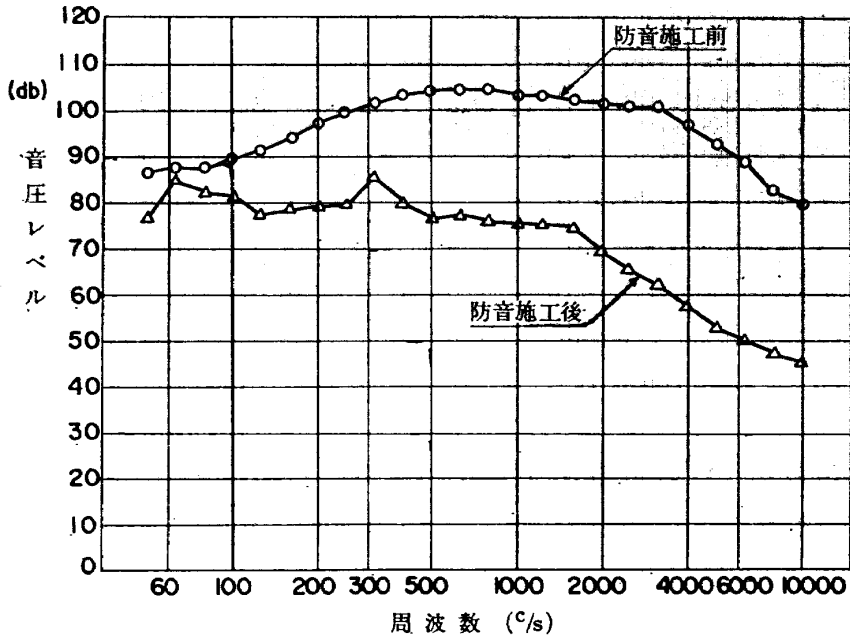
4. 防音工事の成果

施工前後の騒音の比較を第15図～第22図に示す。第15図および第16図は補助送風機系統で，500

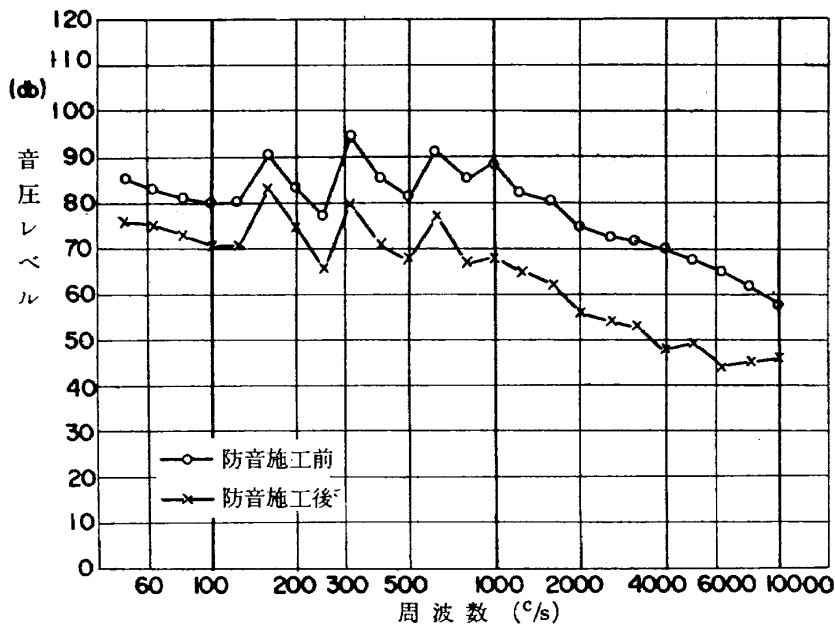


第15図 防音施工前後の音圧レベル比較
 (補助送風機吸入側屈曲部：第22図㊸の位置)

c/s 以上の高周波成分のレベルが大きいため、比較的low減しやすく、特に分岐管部のlow減が目だっている。実際この付近では施工前、困難なほどであった会話が普通にできる程度になっている。これに対して第17図～第21図は主送風機系統の風胴本体部分で、500c/s以下の周波数成分の勢力が強く、防音がやりにくいことがうかがわれる。第19図、第20図は屋内部分であるが、防音施工をしない

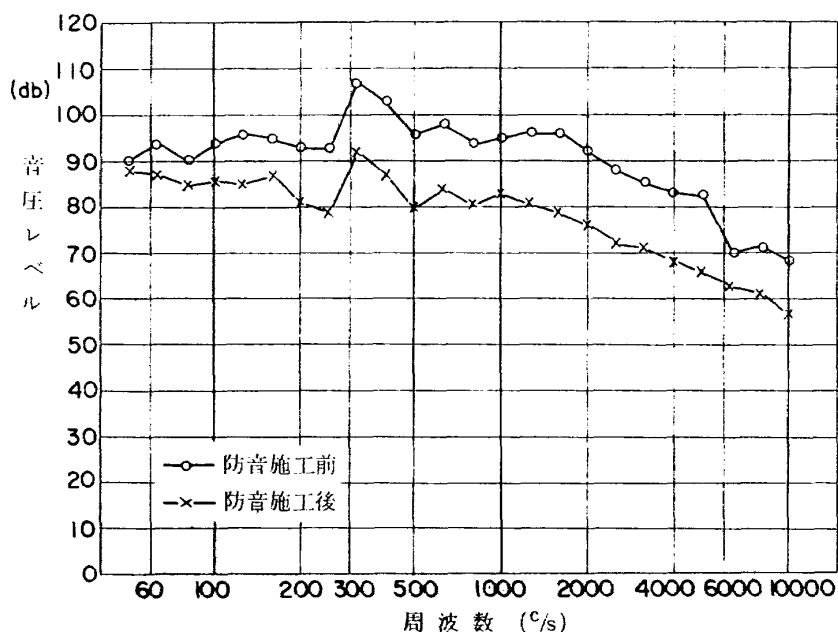


第16図 防音施工前後の音圧レベル比較
(分岐管部：第22図③の位置)

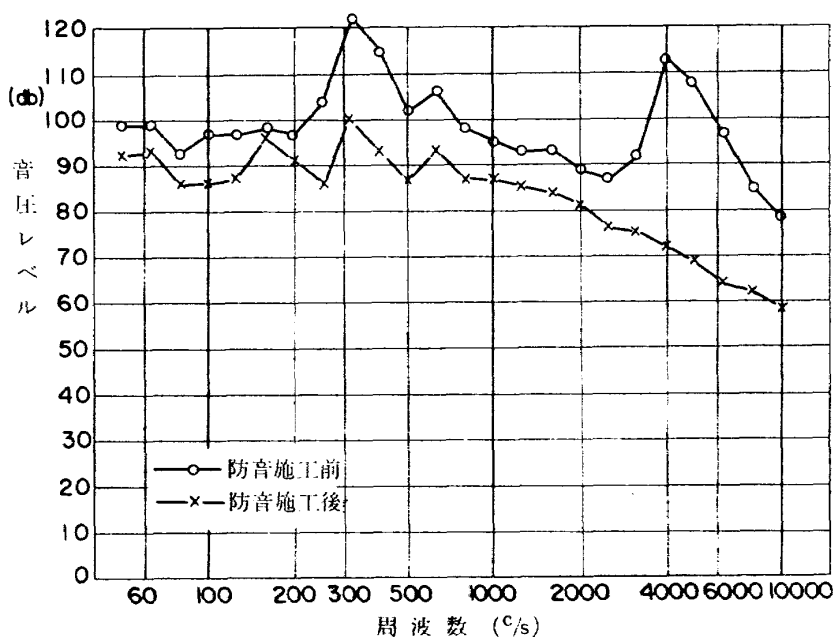


第17図 防音施工前後の音圧レベル比較
(中間胴：第22図④の位置)

い主送風機部に近接しているため、若干低減した程度である。第一屈曲部（第19図）では施工前の測定で4,000c/s付近に異常なピークが出ているが、これは測定当時、第一屈曲部の偏流翼が異常振動をし、その部分にき裂を生じたりしたが、その後の補強改造を行なった結果、一応落ち付いたことから、ピークの原因も恐らくその辺に関連があったものと思われる。施工後はその傾向を見な

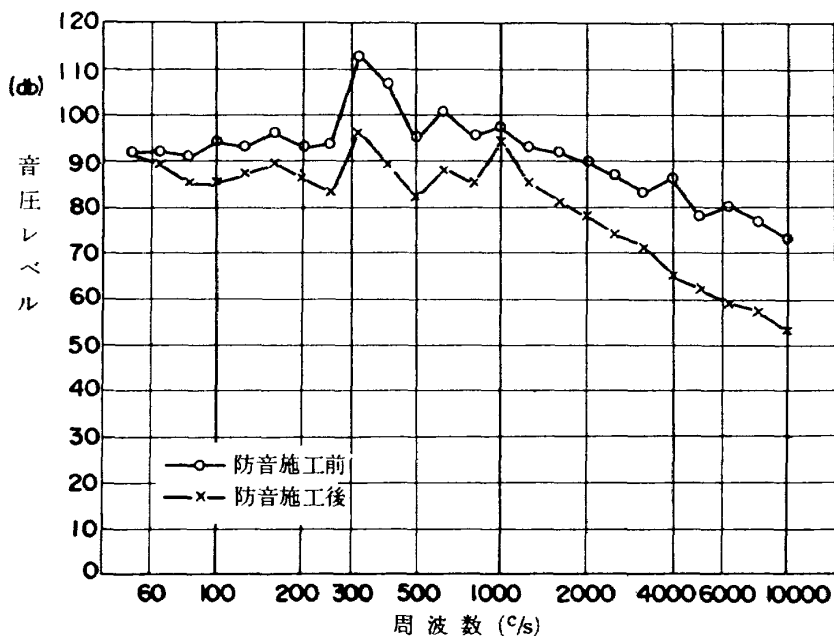


第18図 防音施工前後の音圧レベル比較
(第1 拡散胴：第22図⑥の位置)

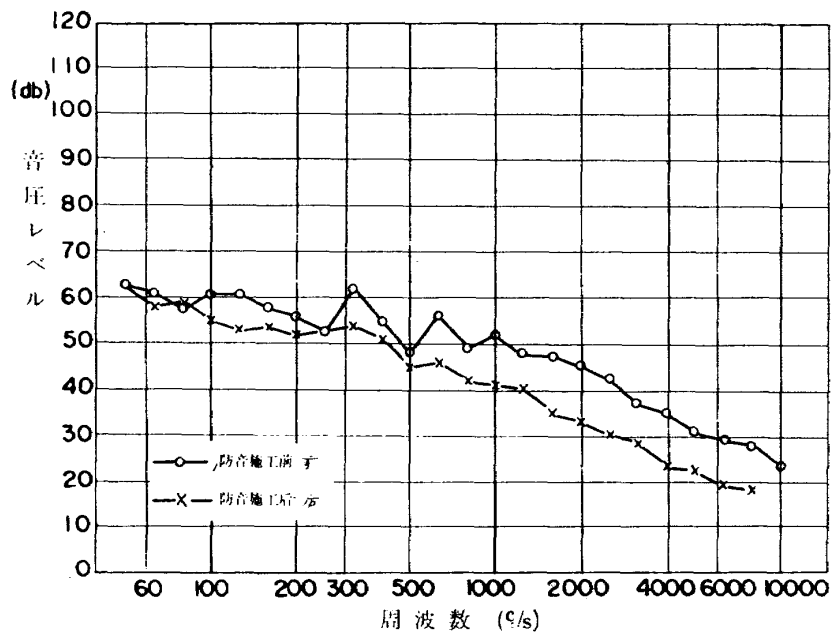


第19図 防音施工前後の音圧レベル比較
(第1 屈曲部：第22回⑥の位置)

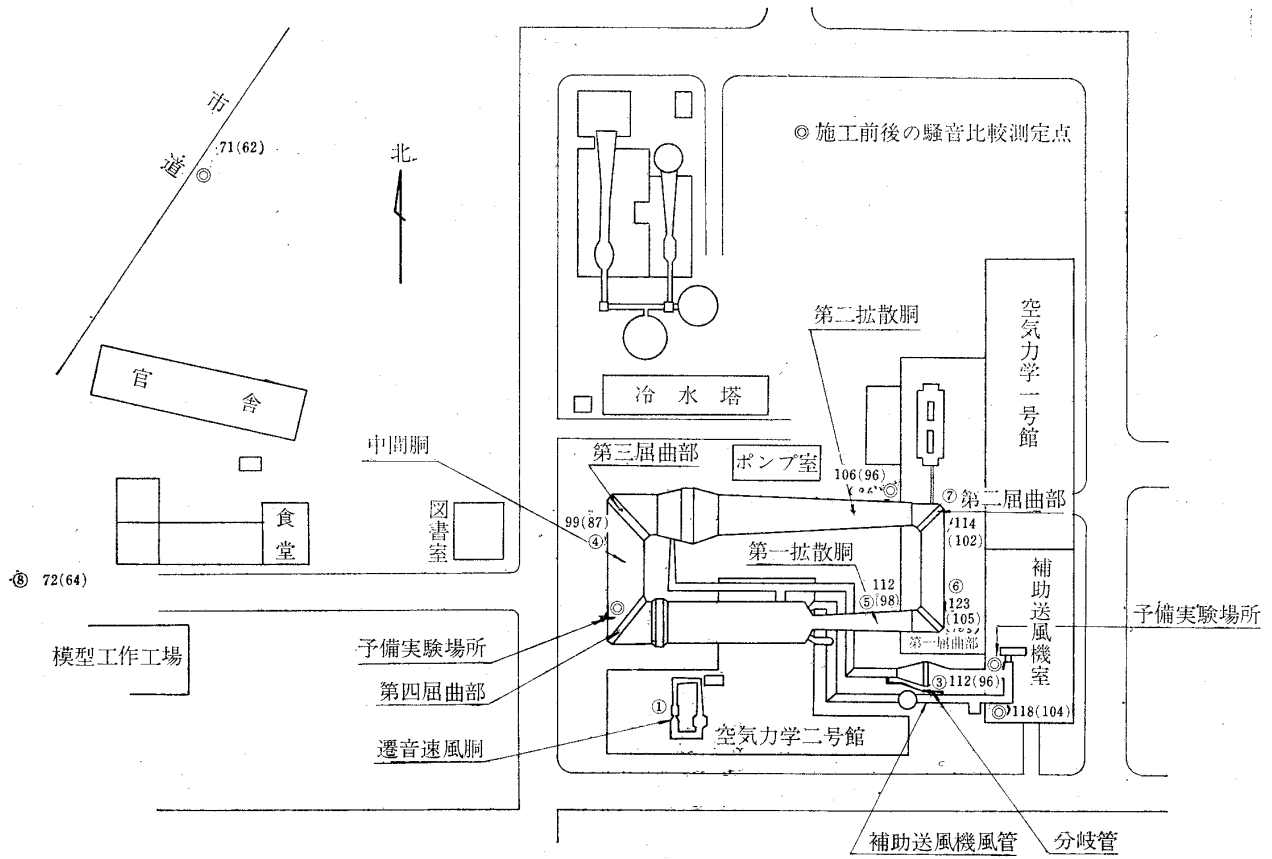
い。第22図は Full band の騒音レベルを比較したものである。この場合、防音施工をしない、たとえば冷水塔その他の騒音が若干加味されている。



第20図 防音施工前後の音圧レベル比較
(第2 屈曲部：第22図㉗の位置)



第21図 防音施工前後の音圧レベル比較
(旧管理部庁舎西南：第22図㉘の位置)



第22図 防音施工前後の騒音比較
 カッコ内数字は施工後（単位ホン）

5. む す び

遮音壁としては、重量壁による構造が無難であるが、本風胴の場合は実施困難と判断されたので軽量複合壁構造を採用した。この構造は、硬い板材を二重か三重にし、その間に空気層を設けるか、吸音板をはさむ方法が用いられているが、その効果については定量的な法則は確立されていない。本工事では、二層間に空気層を、それもなるべく厚くする構造も検討したが、支持方法に難点があった。吹付石綿層の目的は硬質層の支持と、防振材としての役割を持たせるためである。多孔性の吹付石綿には吸音材としては期待できても遮音材としては期待が薄いのである。

元来、騒音の発生が予想される設備には、当初の設計段階から防音を念頭において計画するのが常道である。遷音速風胴の場合も騒音の発生は予想されてはいたが、ただその騒音の性質やレベルについて見当がつかなかった。それよりも風胴としての性能を所要のものにまとめることが第一の目標であった。風胴が完成し、運転が軌道に乗るに従って、ようやく防音の必要性が所内外から要望され、実施の計画をしたのであるが、そのために採りうる手段としての自由度はやはり制限をうけることとなった。本工事の結果は、卒直に言って必ずしも満足とは言えないが、経験としては、きわめて貴重なものであった。

なお、18cm×18cm 遷音送風胴の防音についての実験について、空気力学第一部の橋本登技官、本工事の実施ならびに資料整理に関し、空気力学第二部の広岡貫一技官、井上政一技官、石原久蔵技官、榊原盛三技官、金成正好技官、吉川周作技官のご協力をいただいたこと。また、部外の方としては小林理学研究所の子安勝氏の有益な助言があったことを述べ感謝の意を表するしだいで。

参 考 文 献

- 1) C.M. Harris: Handbook of Noise Control, McGraw Hill, (1959)
- 2) V.O. Knudsen & C.M. Harris: Acoustical Designing in Architecture (丸善邦訳)
- 3) 守田栄: 騒音と騒音防止, オーム社, (1961)
- 4) 伊藤毅: 騒音とその制御, コロナ社, (1959)
- 5) 日本音響学会講演論文 (昭和36年5月) 子安, 中村: 遮音構造の研究
- 6) 航空技術研究所 2 m × 2 m 遷音速風胴の計画と構造 航技研報告 T R-25 (1962)
- 7) 橋本登, 井上政一: 18cm × 18cm 遷音速風胴整備試験 航技研資料 TM-6 (1962)

<p>NAL TM-32 航空宇宙技術研究所 遷音速風洞の防音</p> <p>1964年4月</p> <p>20ページ</p> <p>I. 牛田健二 高橋 宏 NAL TM-32 533.6.07 534.83</p>	<p>NAL TM-32 航空宇宙技術研究所 遷音速風洞の防音</p> <p>1964年4月</p> <p>20ページ</p> <p>I. 牛田健二 高橋 宏 NAL TM-32 533.6.07 534.83</p> <p>本資料は航空宇宙技術研究所 2m×2m 遷音速風洞の防音工事についての経過報告である。なお、この工事にさきだつて試みた遮音層の遮音効果に関する予備実験についても記述した。遷速風洞の防音は風管部に施工したのであるが、その結果は平均して10数 dB の騒音低減をみた。</p>	<p>NAL TM-32 航空宇宙技術研究所 遷音速風洞の防音</p> <p>1964年4月</p> <p>20ページ</p> <p>I. 牛田健二 高橋 宏 NAL TM-32 533.6.07 534.83</p>	<p>NAL TM-32 航空宇宙技術研究所 遷音速風洞の防音</p> <p>1964年4月</p> <p>20ページ</p> <p>I. 牛田健二 高橋 宏 NAL TM-32 533.6.07 534.83</p> <p>本資料は航空宇宙技術研究所 2m×2m 遷音速風洞の防音工事についての経過報告である。なお、この工事にさきだつて試みた遮音層の遮音効果に関する予備実験についても記述した。遷速風洞の防音は風管部に施工したのであるが、その結果は平均して10数 dB の騒音低減をみた。</p>
<p>NAL TM-32 航空宇宙技術研究所 遷音速風洞の防音</p> <p>1964年4月</p> <p>20ページ</p> <p>I. 牛田健二 高橋 宏 NAL TM-32 533.6.07 534.83</p>	<p>NAL TM-32 航空宇宙技術研究所 遷音速風洞の防音</p> <p>1964年4月</p> <p>20ページ</p> <p>I. 牛田健二 高橋 宏 NAL TM-32 533.6.07 534.83</p> <p>本資料は航空宇宙技術研究所 2m×2m 遷音速風洞の防音工事についての経過報告である。なお、この工事にさきだつて試みた遮音層の遮音効果に関する予備実験についても記述した。遷速風洞の防音は風管部に施工したのであるが、その結果は平均して10数 dB の騒音低減をみた。</p>	<p>NAL TM-32 航空宇宙技術研究所 遷音速風洞の防音</p> <p>1964年4月</p> <p>20ページ</p> <p>I. 牛田健二 高橋 宏 NAL TM-32 533.6.07 534.83</p>	<p>NAL TM-32 航空宇宙技術研究所 遷音速風洞の防音</p> <p>1964年4月</p> <p>20ページ</p> <p>I. 牛田健二 高橋 宏 NAL TM-32 533.6.07 534.83</p> <p>本資料は航空宇宙技術研究所 2m×2m 遷音速風洞の防音工事についての経過報告である。なお、この工事にさきだつて試みた遮音層の遮音効果に関する予備実験についても記述した。遷速風洞の防音は風管部に施工したのであるが、その結果は平均して10数 dB の騒音低減をみた。</p>

既 刊 資 料

TM- 1	高マッハ数風洞について (I)	1961年 11 月	平 木 一, 清水福寿 橋 本 登
TM- 2	航空技術研究所計数型電子計算機設備 プログラムライブラリー (I)	1962年 2 月	樋口一雄, 戸川隼人 三好甫, 高橋利之 能美力, 板垣芳雄 鳥海良三, 佐藤保子
TM- 4	18 cm×20cm超音速風洞について	1962年 5 月	長洲秀夫, 伝田幸雄
TM- 5	遷音速流の線型理論	1962年 8 月	細川 敏
TM- 6	18 cm×18cm遷音速風洞整備試験	1962年 8 月	橋 本 登, 井上政一
TM- 7	慣性力形疲労試験機	1962年 8 月	竹内和之, 山根皓三郎
TM- 8	アルミ合金の前歴が疲れ寿命に およぼす実験的研究	1962年 9 月	池田為治, 坂元思無邪
TM- 9	方向性次元解析と相似解に関する覚書	1963年 2 月	甲藤好郎, 小出 勉
TM-10	DATATRON 205 用 ALGOL 58 使用法について	1963年 2 月	高橋利之
TM-11	光弾性による高速車盤の縞模様	1963年 2 月	永井文雄
TM-12	コーティングの断熱効果に関する実験	1963年 3 月	竹中幸彦, 小川幸一 林 洋一
TM-13	遷音速における 45° 後退角の予備的実験	1963年 3 月	中井暎一, 小原 瑛
TM-14	変断面片持梁固有振動数の計算方法 について	1963年 3 月	中井暎一, 小原 瑛 鳥海良三, 安藤泰勝
TM-16	フラッタ試験設備測定部交換ノズルの 予備試験	1963年 4 月	中井暎一, 橋爪 宏 高木俊朗, 橋 本 登
TM-17	VTOL 機用 Jet Lift Engine に関す る一考察	1963年 5 月	鳥崎忠雄, 松木正勝 山中竜夫, 藤井昭一
TM-18	ヘリコプター振動のパワースペクトル 解析	1963年 6 月	小野幸一
TM-19	吹出式超音速風洞による実験データの 処理方式について (I)	1963年 6 月	新井 忠, 原 亘利
TM-20	1 m×1 m吹出式超音速風洞における AGARD標準模型Bの三分力試験	1963年 7 月	高木廣治, 谷 喬 斎藤秀夫, 新井 忠
TM-21	国産中型輸送機 YS-11 主翼疲労試験 (第1報)	1963年 9 月	竹内和之, 飯田宗四郎 北谷虔勇, 中井治夫
TM-24	円輪と薄肉円筒の回転強度の関係	1963年 11 月	永井文雄
TM-25	DATATRON 205 用 ALGOL 58 の Procedures ライブラリ	1964年 1 月	高橋利之
TM-26	吹出式風洞の圧力制御 (フラッタ試験 設備の場合)	1964年 1 月	橋爪 宏, 中井暎一
TM-28	一段式観測ロケットの超音速風洞試験	1964年 1 月	谷 喬, 原 亘利 柳原盛三, 外立政隆
TM-29	遷音速フラッタ試験設備の改造および 整備試験	1964年 2 月	中井暎一, 橋爪 宏 安藤泰勝, 高木俊朗
TM-30	二段式ロケット飛しょう体の揚力およ び圧力中心推定法	1964年 3 月	小橋安次郎, 宮沢政文
TM-31	亜音速ジェット輸送機の遷音速風洞に おける試験	1964年 3 月	河崎俊夫, 竹内 理

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32号

昭和39年4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(0422)(3)5171(代表)

印刷所 奥村印刷株式会社
東京都千代田区西神田1~10