

## 音響実験設備の意義と性能

建材事業部

## 1. はじめに

我々の町には、交通騒音、営業騒音、生活騒音などの様々な騒音があふれている。騒音も振動も感じ方に個人差があることから感覚公害といわれ、これまで対策が遅れ気味の部分がかったことは否定できない。しかし、環境に対する意識が高まる中、身近な建物、施設からの環境騒音・振動についても、周辺地域に住む人たちの関心が強くなってきているといえる。

もはや都市生活において騒音に対する問題は避けて通れない状態である。すなわち、これから騒音対策のニーズはさらに高まっていくと予想できる。そこで、建材事業部の将来の目標を音環境に関する総合コンサルタントとしての転進のために技術的な検証を行い、様々な事象の実験を行うために音響実験棟は建設された。

## 2. 建材事業部に関わる音環境

ここで、建材事業部内の製品における音環境とのかかわりをあげてみると、建築関係においては中空スラブが集合住宅において使われている。集合住宅には代表的な生活騒音である床衝撃音の問題がある。最近、住宅性能表示制度にも床衝撃音の性能表示の項目が盛り込まれ、施工後のスラブの性能予測など、いっそう高い技術が要求されている。

ダクト消音関係においては会議室、コンサートホールなど静寂性が必要とされる場所などに、消音製品が使われている。ダクトによる空調システムにおける吹出口までの騒音制御のための性能表示がメーカーとして不可欠なものとなっている。



図1 実験棟外観図

## 3. 音響実験棟の試験室の概要(図1、図2、表1参照)

音響実験棟には同体積の残響室2つ(内1つは無音送排風装置つき)と簡易半無響室がある。

残響室Aには供試体室を通して無音送排風できる風洞が設置され、残響室にてダクト系の音響試験がおこなえるよう設計されている。

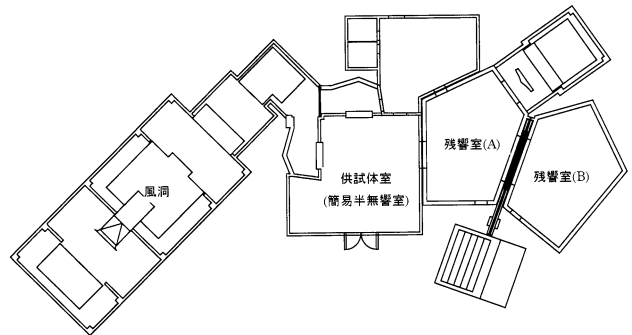


図2 音響実験棟平面図

表1 寸法

	供試体室	残響室A	残響室B
室形状	直方体	不整形7面体	不整形7面体
容積	515.2m <sup>3</sup>	314.6m <sup>3</sup>	314.6m <sup>3</sup>
表面積	385.7m <sup>2</sup>	257.8m <sup>2</sup>	257.8m <sup>2</sup>
仕上げ	GW内張り 300mm	コンクリート 打ち放し	コンクリート 打ち放し
開口	2400×3000mm	1000×1000mm	なし
送排風能力	160,000m <sup>3</sup> /h	160,000m <sup>3</sup> /h	なし

## 3.1 残響室(図3～図5参照)

残響室とは、音場の基本的な性質を解明するための実験や音響設計に必要な種々のデータ(建築材料の吸音率、透過損失、機器のパワ・レベルなどの残響室法測定データなど)を得るための実験を使用目的とした空間のことである。

残響室の性能として、室内で発生した音の減衰が少なく、長い時間反響し、室内の音のレベルが均一になることが重要になる。拡散音場の仮定を満足させる必要があるために、室内容積を十分に確保するなど、慎重な吟味が必要である。拡散音場の仮定とは、音響エネルギーが室内全体に均一に分布しており、どの場所においても音の進行方向はあらゆる方向に一樣であるという仮定である。この拡散性を高めるためには、室の壁を傾けて平行面を

なくすなど、室形を不整形にし固有周波数の分布を一様にする事が重要となる。

音響実験棟の残響室の1つはダクト内に送風した状態の消音製品の測定のをほとんどを行うことができるよう、送風機の発生騒音を完全に消音し、無音送風できる風洞が設計されている。送風時の消音性能・送風時の発生騒音・



図3 残響室A内観図



図4 残響室B内観図



図5 風洞内部

遮音性能などを測定することができる。

### 3.2 簡易半無響室(図6参照)

無響室とは、外部音が侵入せず、また、室内で発生した音を壁・床・天井で吸収し、反響がない部屋のことをいい、床面まで吸音処理をし、自由音場が成り立つものを完全無響室、床が反射的で反射面上で半自由音場が成り立つものを半無響室という。その中で、吸音処理された壁面が楔状でなく平面状に施工されているものを簡易無響室と呼ぶ。

無響室は自由音場の仮定を満足させる必要があるために、測定周波数範囲内の壁面の完全吸音、十分な室内容積の確保、外部に対する遮音などが必要である。自由音場の条件とは距離に対する逆二乗則が成り立つことが重要となる。

簡易半無響室で行うことができる試験はインテンシティによる音響パワーレベル測定、斜め入射吸音率測定などである。



図6 簡易半無響室内観図

## 4. 測定方法の検討

ダクトの性能はJIS化されていないため、残響室内において明確な測定法が決まっているわけではない。各々メーカー独自の測定方法で性能表示を行っているのが現状である。それらの測定法は各々の測定施設によって変わるため、当社も音響実験棟にあった測定法を捜さなくてはならない。本稿ではダクトにおける消音製品の試験方法の検討をおこなったので紹介する。

### 4.1 減音量

消音製品において最も重要となる基本性能の1つ。性能表示方法としては、送風時における消音性能、無風時における消音性能のどちらかになる。しかし、それぞれの消音性能の違いは実務上問題にならないほど小さいというのが通説で、他社の消音性能表示も無風時の消音性能を多く採用しており、当社も特殊な商品でない限りは

この方法で測定することにする。また、学術的には消音器の消音性能は、ダクト系の途中に接続する管路系の消音器の消音性能を挿入損失、末端につく吹出口系の消音器の消音性能を減音量と呼ぶが、当社ではわかりやすくするため、すべて減音量とした。

#### 4.1.1 ダクト末端部の変化による検討

減音量の測定に限らず残響室内にダクトを接続して試験を行う際、音源室より供試体室を経て残響室にダクトを組む必要があるが、残響室内のダクト末端開口が音源となるため、残響室内においてどのような位置にあるのが適当か検討する必要がある。ダクトを接続する残響室内の壁面は窪みとドアを伴っており、どのようにダクトにおいて開口端減衰が起こるか予測できないため、各壁面から比較的離れている場所を選ばなければならない。残響室開口より1m以上離し、かつ、残響室内の音圧分布がもっとも落ち着いている開口位置がそのセッティングの理想的な位置と判断する。

##### 1) 試験方法

消音製品には管路に対してダクトを直線方向に接続するタイプ(マフラータイプ)と直角方向に接続するタイプ(エルボタイプ)がある。今回は、よりダクト内の音場性状が複雑になるエルボタイプにて検討を行うこととした。

各試験体を図7～図9のようにダクト開口位置の違ったセッティングを5種類行い、各点での残響時間、音圧測定を行う。また、ダクト系(A)にて残響室内音響パワーレベル $L_{we1}$ を算出し、ダクト系(B)にて残響室内音響パワーレベル $L_{we2}$ を算出し、その差を減音量(挿入損失)とする。なお、ダクト系(B)は試験体の代わりにダクトとして断面が同じベンド管を接続するものとする。

##### 2) 結果および考察

開口位置を変えた各セッティングでの残響室内音圧レベルの標準偏差を図10～図12に示す。

ダクトサイズが大きくなるにつれて標準偏差が大きくなっているため、JISの残響室内パワーレベル測定の規定によるものと比較すると、400～800角までの全てのサイズで測定周波数範囲を性能評価するには、-900 settingが最も良い。これより、ダクトサイズ800角までは、残響室内に2000～3500mmの範囲でダクトを突出させるセッティングが最も安定した測定を行うことができることがわかる。しかし、ダクトサイズが大きくなると0 settingのばらつきが少ないので、ダクトサイズが大きくなるとより残響室内にダクトを伸ばす必要があることがわかる。ダクトの断面の大きさに比例して、残響室内の対抗壁面との距離が必要になるため、ダクトサイズの

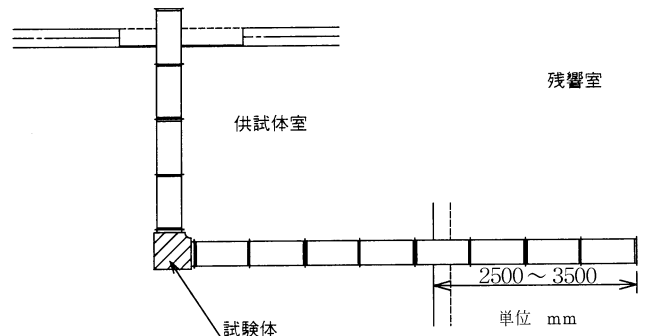


図7 試験装置ダクト系(A)

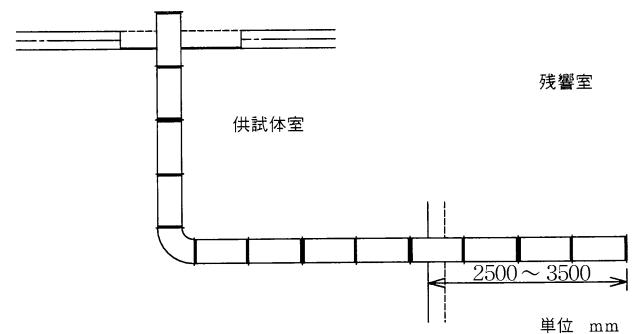


図8 試験装置ダクト系(B)

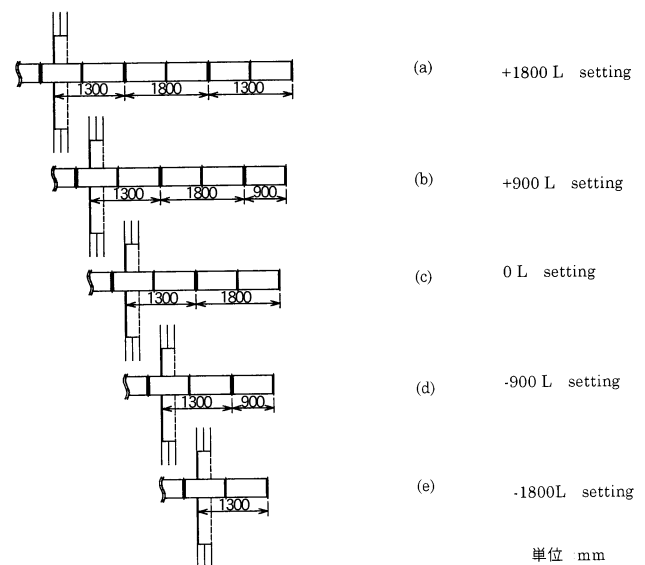


図9 試験装置開口位置

大きさは結局1000角程度が限界となることが予想される。

#### 4.2 気流による発生騒音

消音製品の性能において最も測定が困難な性能である。いかに対象製品のための気流による騒音を測定データから選り分けるかが重要になる。送風する際の風が無音である必要があるため大規模な消音器を備えた風洞が必要で、このような施設を備えた大きな残響室は数が少ない。

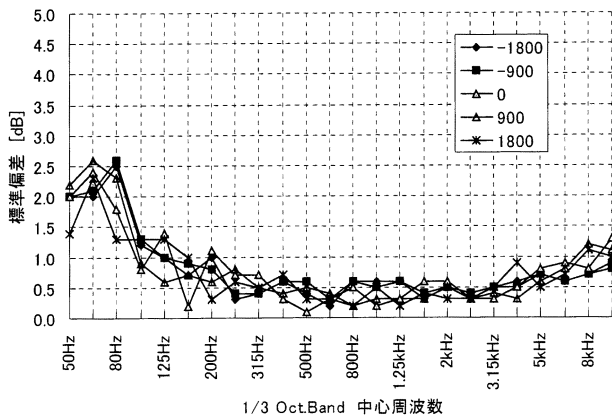


図10 400角ダクトセット時の残響室内音圧分布 (標準偏差)

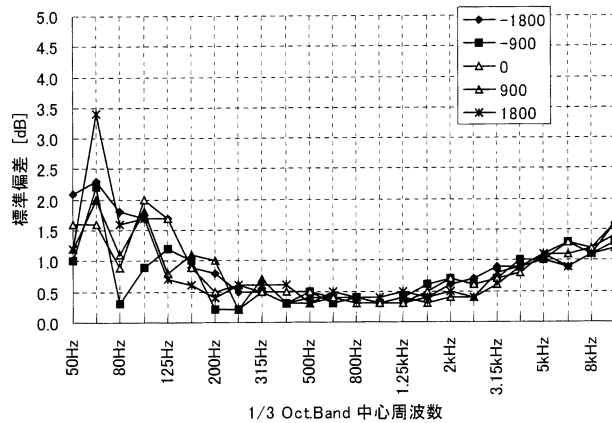


図11 600角ダクトセット時の残響室内音圧分布 (標準偏差)

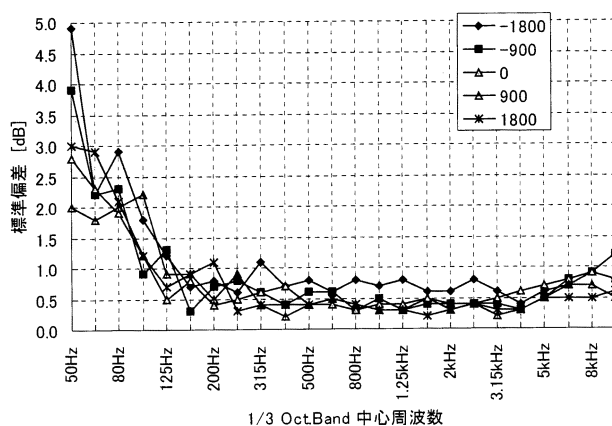


図12 800角ダクトセット時の残響室内音圧分布 (標準偏差)

4.2.1 送風ガイドの有無による検討

発生騒音試験時、試験装置のあらゆる部分から気流による騒音が発生する。接続ダクトや試験体からの発生騒音は避けることができないが、その他ダクト系流入口の騒音、試験体を置く台からの風切音、風によるマイクスタンドの騒音などを検討しておく必要がある。特に風量が多くなると流入ダクト端部から風切音が発生する。そ

のため流入ダクト端部に送風ガイドをとりつけることが一般的であるが、各ダクトサイズの送風ガイドを用意することは効率的ではない。この風切音が測定値にどの程度影響するかを確認し、試験の簡略化が行えるか検討する。送風ガイドの形状を図13に、寸法を表2に示す。

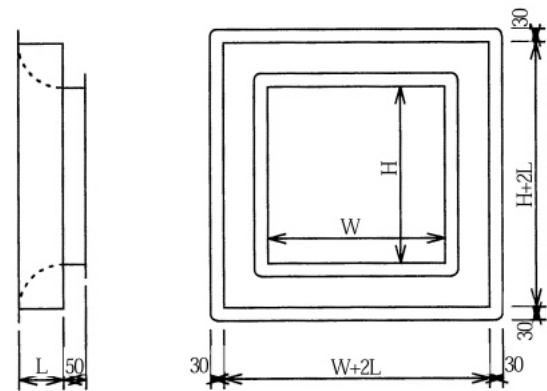


図13 送風ガイドの形状

表2 送風ガイドの寸法

	W	H	L
400角	400	400	100
600角	600	600	100
800角	800	800	200

1) 試験方法

ダクトサイズが小さくなるほどダクト断面積に対して周長の割合が大きくなるため、試験は400角のダクトにて行った。発生騒音の試験装置を図14に示す。送風ガイドを付けた状態と付けていない状態、試験体を付けた状態と付けていない状態の計4種について検討する。この項目に限っては、以下の表3のような呼称をダクトサイズに付け加えるものとする。

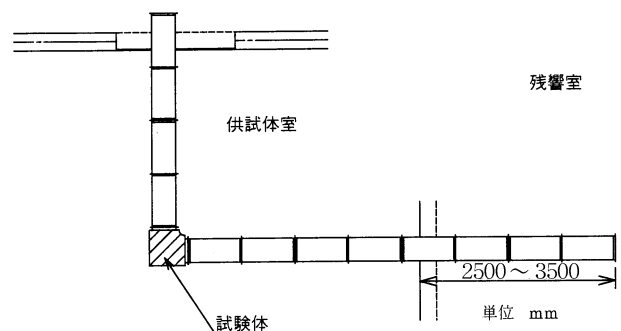


図14 試験装置 発生騒音

表3 セッティングの呼称

	試験体あり	試験体なし
送風ガイドあり	-MG	-G
送風ガイドなし	-MN	-N

## 2) 結果および考察

試験体と送風ガイドを付けたものと付けていないものを比較したものを図15に示す。それぞれを比較すると400角-Gと400角-Nとのデータの差はほとんどなく、400角-MGと400角-MNとのデータの差もほとんどないことから、送風ガイドの効果は発生音に関してはほとんど見られず、試験体が接続されているダクト系と接続されていないダクト系の発生音はともに8.5乗に比例し、差が12[dB]程度あるためダクトの発生音は影響はないものとした。

今回、発生騒音に関して送風ガイドが必要ないことを確認したが、消音器の形状により送風ガイドが必要になる場合があると考えられる。

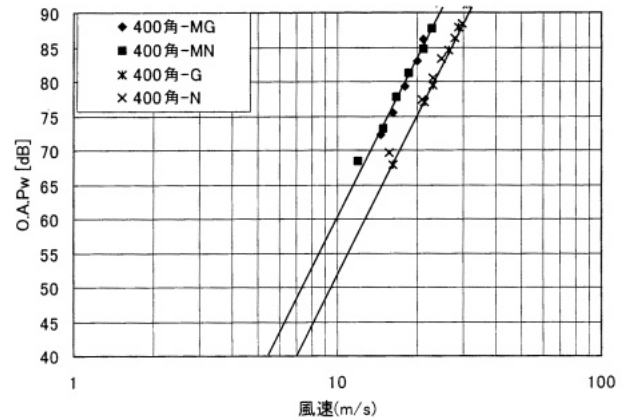


図15 試験結果 送風ガイドの比較

## 5. おわりに

このようにダクト系の測定方法にJISのような明確な基準がないため確認の試験を行うことは不可欠である。今後、音響実験棟は消音製品を通して、世の中に優秀な騒音制御機器を提供できるよう経験を積み、ユーザがどのような性能表示を要求しているかを見失うことなく、試験を積み重ねていきたい。

(文責 技術開発部・鈴木浩行)

## 用語解説

## 燃料電池

天然ガスなどから抽出した水素を、空気中の酸素と電気化学的に反応させることによって電気を取り出すシステム。

東京電力が五井火力発電所に4800キロワットの実証プラントを建設し、1982(昭和57)年3月から運転を開始している。通産省では、この発電方式が無公害なうえ、発電の際に出る100度の廃熱が、給湯・暖房に利用できるため、大都市の病院、ホテルなどの自家発電用に普及させる考えでいる。この第一世代のものはリン酸水溶液型(発電効率40%)が中心であるが、1984年には都市ガス大手3社(東京、大阪、東邦)と三菱電機が第二世代のひとつである内部リフォーミング式熔融炭酸塩型(MCFC、発電効率50%)の共同開発を発表した。その後それを核にMCFC組合が作られ、電力中央研究所が参加し、1993年にはさらに電力9社と電源開発が加盟した。MCFCは大容量化が可能なることから第一世代であるリン酸型が小規模の自家発電用に適しているのに対し、火力発電所の代替など大規模電源として期待されている。第三世代としては固定電解質型になることが考えられている。

(現代用語の基礎知識2000より)