

# 騒音特性の解析とそのデータファイル化に関する研究 (第1報)

—— 無響室の音響特性 ——

Analysis of Noise Property and Studies of Filing the Data (I)

—— Acoustic Property of Anechoic Room ——

合田 順一

大津 和久

増井 武彦

Junichi GOUDA

Kazuhisa OOTU

Takehiko MASUI

経済的に安く、効果的な防音対策はないか、騒音源である工場ならびに指導、監督の立場にある自治体担当者の大きな課題であった。市販されている防音材は多数あり、その透過損失や吸音率のデータも明示<sup>1)2)</sup>されているものの、問題の騒音源にはどれが効果的か、その選択に苦慮していた。

そこで、これらの問題に対処するため工場・事業場の特定施設などから発生する騒音を録音テープ(データレコーダ)に収録し<sup>3)</sup>、その騒音特性を解析装置で解析し、さらに無響室で騒音現場を実験的に再現することによって、防音材の防音効果を検討することをはじめた。本報では無響室の音響特性を把握するとともに、騒音現場を実験的に再現する見通しができたので報告する。

## はじめに

県下の騒音苦情の大部分は工場騒音が原因であり、毎年多くの苦情が申し立てられている<sup>4)</sup>。これらの工場については何らかの防音対策が必要であるが、安価で効果的な防音対策が見出せないことを理由に具体的対策に踏み込めないケースが多々ある。指導、監督の立場にある県や市町担当者からも、一般的な防音対策指導マニュアルではうまくいかないといった声が寄せられている。その理由は、騒音のパターンが複雑多岐であるため、効果的な対策をなかなか見出せないといった点にある。

さらに、市販されている防音材の透過損失や吸音率は1オクターブ或いは1/3オクターブバンドの帯域音に対する値であり、それが即、工場騒音に当てはめ難くなっている点もある。これらを解決するためには、個々の工場騒音に対する防音材の透過損失や吸音率があれば、安価で効率的な防音材の選定が容易になると思われるし、行政指導もやりやすくなると思われる。

そこで、工場・事業場の特定施設などから発生する種々の騒音を録音テープに収録し、解析装置(FFTアナライザー)を使って騒音特性の解析を行うとともに、無響室内で収録した騒音をスピーカから

再現させながら、市販されているいくつかの防音材について、防音効果の検討を行うために平成5年から3年間、調査研究を行っている。その第1報として、無響室の性能および音響特性について報告する。

## 調査方法

### 1. 測定器および装置

データレコーダ; ソニー PC-204

騒音振動解析装置 (FFTアナライザー);

リオン SA-74

騒音計; リオン NA-20 (2台),

NL-04 (1台)

レベルレコーダ; リオン LR-04

雑音発生器; リオン SF-05

スピーカ; リオン SS-02

無響室

防音材 (グラスファイバーボード, 石膏ボード, 段ボール, 段ボール+遮音シート)

### 2. 無響室について

当所の無響室については平成3年、庁舎の建設と同時に設置された。その主な仕様は次のとおりである。

2-1 形式 組立式無響室 AR・P-3621 L

2-2 形状 外寸 : (4400×4400×3000H)  
内寸 : (3600×3600×2100H)

2-3 構造 遮音層 : 積層遮音板使用  
吸音層 : 楔型吸音層 (先端カット型)  
グラスウール 32Kg/m<sup>3</sup>, 200×200×250H

2-4 性能 遮音特性 : JIS-A-1471に準じて測定

周波数(Hz)	63 125 250 500 1K 2K 4K
遮音量(dB)	20 30 35 42 52 60 60~

吸音率: カットオフ Fc = 340Hz

逆二乗成立範囲 (rm) : ISO 3745-ANNEX-Aに準じて測定

周波数 (Hz)	160 200 250 315 400
成立範囲 (rm)	0.43 0.59 1.06 1.53 1.59

条件 1) 成立範囲は吸音層表面より  $\lambda/4$  以内

2) 反射物の影響は除く

3) 確認の音源は部屋中央に設置し、バンドノイズを使用

2-5 防音扉 木製: 800W×1800H(吸音層付)  
大型絞りハンドル付

2-6 本体架台 防振ゴムを38個設置

2-7 空調設備 サイレンサー: 給排気別型

### 3. 無響室の性能および音響特性

データレコーダで録音した工場騒音等を無響室で再生させ、騒音現場を実験室的に再現させる方法を確立するため、無響室の性能および音響特性を調べた<sup>5) 6) 7) 8)</sup>。その時の配置図を図1に示す。雑音発生器で発生させたピンクノイズをスピーカから流す。スピーカより50cmの位置にマイク①を置き、この点の音圧レベルを基準(モニター)として雑音発生器の出力の調整を行った。

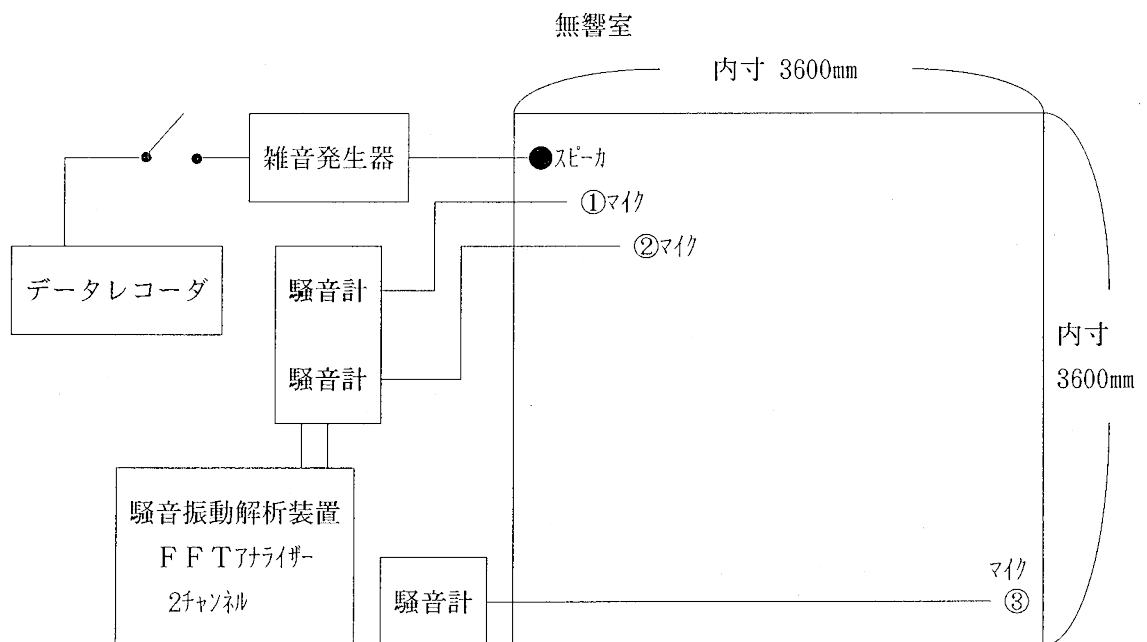


図1 測定システムブロック図

#### 3-1 暗騒音の測定

無響室の暗騒音を測定し、騒音振動解析装置で周波数分析をした。

#### 3-2 遮音性能

装置(パワーアンプ)がないので確認できていない。

### 3-3 逆自(二)乗則特性

雑音発生器よりピンクノイズをAP(オールパス)さらに、バンドノイズとして125Hz, 250Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz, 8kHz)をマイク①が90dBの音圧レベルになるように調整して、スピーカより音を発生させた。スピーカ、マイクの高さを同じにして、水平方向にマイク①の点から25cmの間隔でマイク②を③の方向に移動させ、その時の音圧レベルを読み取り、逆自(二)乗則特性の測定を行った。さらに、無響室を50cmのメッシュに切り、高さ1.5cm, 60cm, 150cmの平面での音の伝搬状況を調べた。

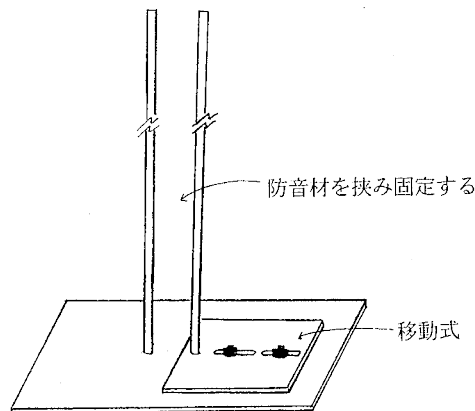


図3 防音材固定スタンド

## 4. 防音材の効果試験<sup>9) 10)</sup>

防音材の効果を見る実験では図2に示すとおり、マイク①より30cmの位置に防音材を壁状に立ててひとすみを完全に囲った。そして、囲った中のスピーカからデータレコーダで収録した音を雑音発生器を通して発生させ、防音材の防音効果等を調べた。なお、防音材を壁状に固定する方法については図3に示す特注のスタンドを用意した。

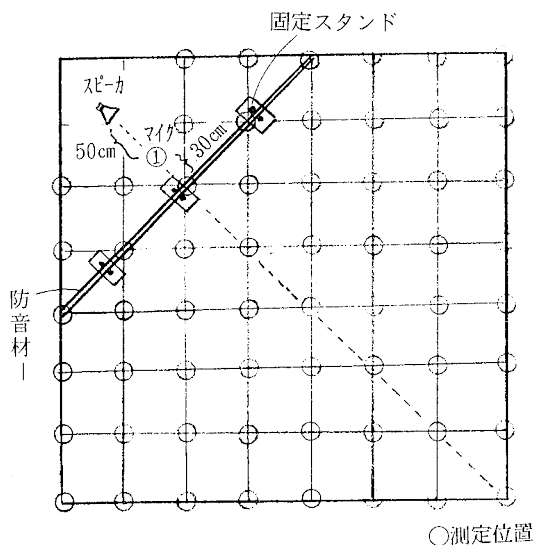


図2 器材の配置図

## 結果および考察

### 1. 無響室の性能および音響特性

JIS規格<sup>7)</sup>に示されるように無響室に求められる基本的な性能は暗騒音レベルが十分低いことと、音の距離減衰特性が逆(自)二乗則を満足することの2点であると思われる。さらにこの上に遮音性能の測定値を加えているところもある<sup>11)</sup>。

今回調査した無響室の暗騒音レベルは22dB(A)であり、その周波数分析結果は図4に示すとおり十分低く、満足すべきものであった。なお、この値は空調を入れた時も切った時も同じであり、空調からの影響はなかった。

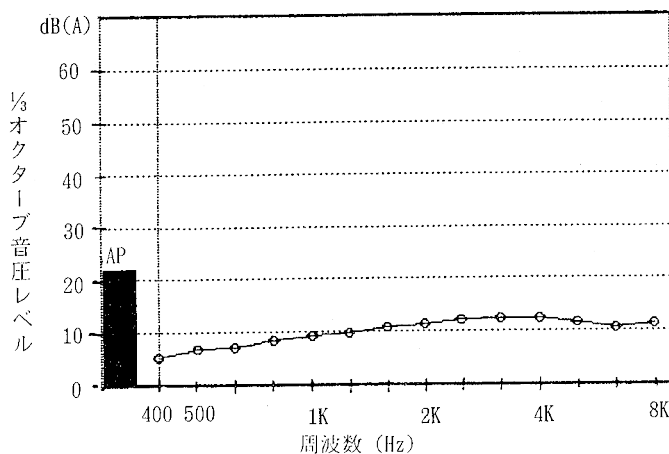


図4 暗騒音の周波数分析

図4 暗騒音の周波数分析

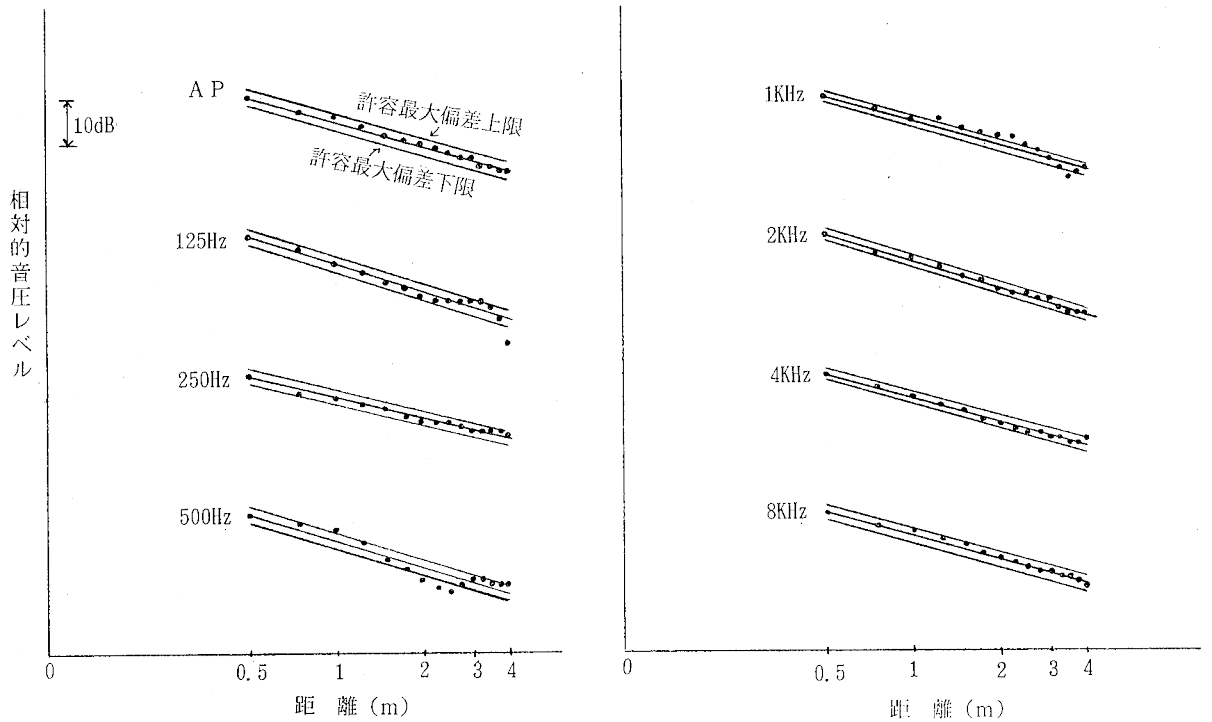


図5 逆自(二)乗則特性測定結果

逆(自)二乗則特性の測定結果は図5のとおりであった。騒音レベルA P (オールパス)では距離減衰特性が逆(自)二乗則を許容最大偏差内<sup>7)</sup>で満足していた。バンドレベルでは125Hz, 500Hz, 1KHzで3m以上離れると許容最大誤差を越えその他のバンドレベルでは全て許容最大誤差以内であり、ほぼ満足する結果であった。

つぎに無響室の音響特性として立体的な音の伝搬状況を調べた結果を図6-1, 6-2, 6-3に示

す。スピーカは点および線音源ではなく、小さな面音源として面に対し垂直方向に強い向性を示している。スピーカと同じ高さの水平面では、ほぼ理想的な紡錘状の伝搬を確認することが出来た(図6-2)。さらに、図6-1, 6-2, 6-3に示すA B, A C, A Dの垂直面の伝搬状況は図7-1, 7-2, 7-3のとおりであり、これにより無響室内の音響特性を概略把握することが出来た。

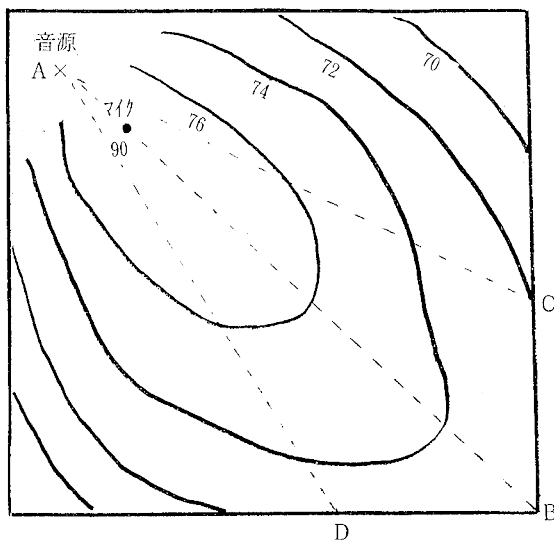


図6-1 高さ1.5m平面での音の伝搬

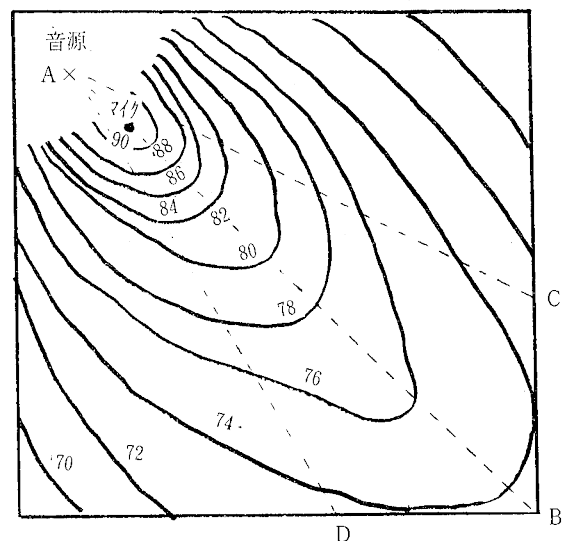


図6-2 高さ60cm平面での音の伝搬

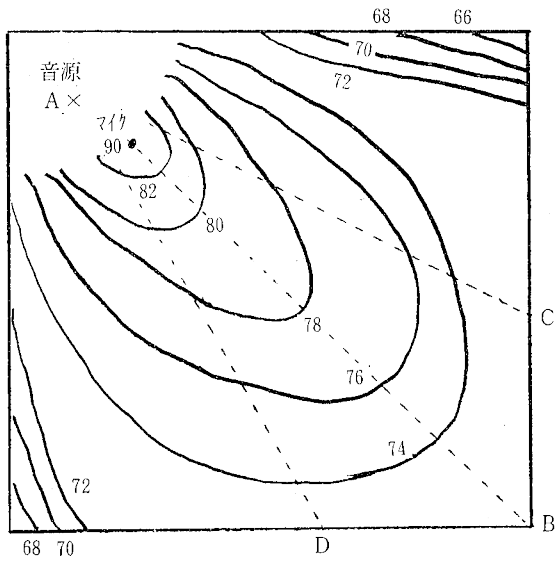


図 6-3 高さ1.5m平面での音の伝搬状況

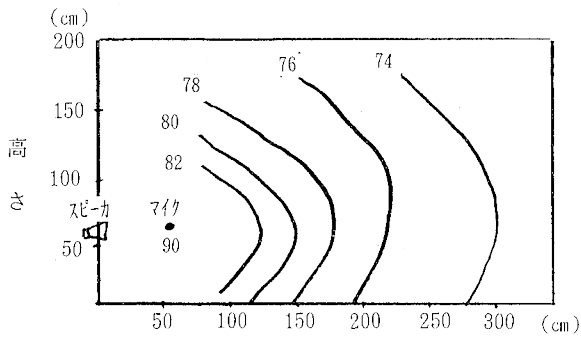


図 7-1 AC断面の音の伝搬

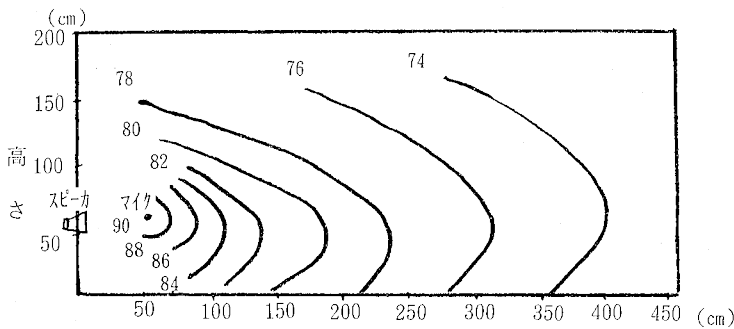


図 7-2 AB断面の音の伝搬

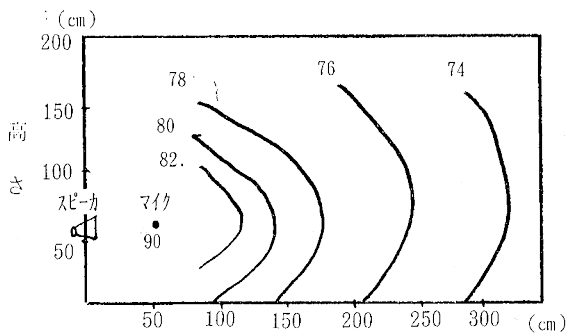


図 7-3 AD断面の音の伝搬

## 2. 騒音現場の再現

防音材で遮蔽した時の音の伝搬状況を調べた結果を図 8-1, 8-2, 8-3 に示した。スピーカと同じ高さの平面では同心円状に音が拡がり、防音材を用いない図 6-1, 6-2, 6-3 と比較すると指向性が防音材で弱められ緩やかな伝搬となっていた。

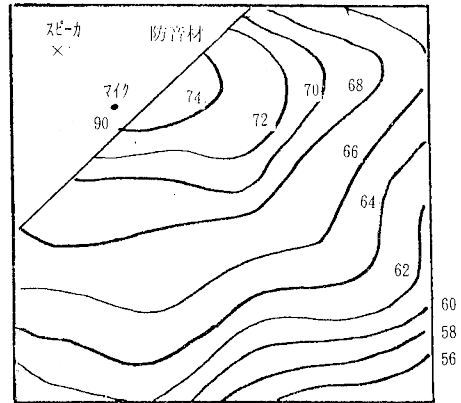


図 8-1 防音材遮蔽時の音の伝搬 (高さ1.5m平面)

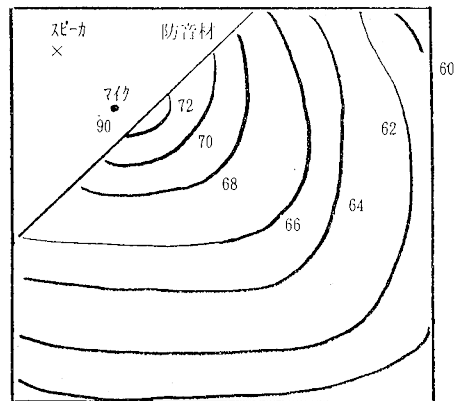


図 8-2 防音材遮蔽時の音の伝搬 (高さ60cm平面)

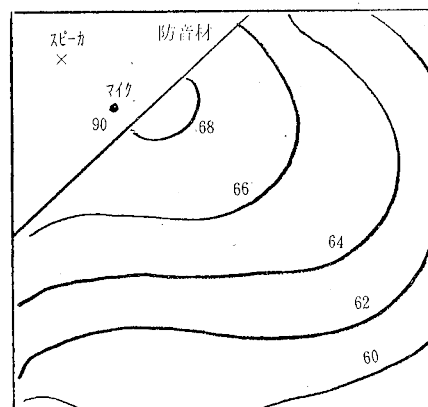


図 8-3 防音材遮蔽時の音の伝搬 (高さ1.5m平面)

そこで、音の防音効果を見る実験ではマイクの位置を無響室の対角線上（スピーカの垂直方向）に防音材から1m（マイク②）、3m（マイク③）の地点を選び代表点とした。マイク①とマイク②はFFTアナライザー（2チャンネル）に接続し、スペクトルおよび周波数分析のモニターとした。音の防音効果および減衰結果については表1のとおりであり、図示すると図9となる。表1から本防音材を使うと1m離れて約20dB、3m離れて26dBの減音となることがわかる。さらに、図9から距離減衰を差し引いても約10dBの防音が期待されることがわかる。その時のマイク①とマイク②の周波数分析の重ね書きをしたものが図10である。750Hzと2500Hzにピークをもつ周波数特性があり、4KHz以上では20dB以上の

減衰（防音）効果となっている。

このような解析によって、特徴的な周波数特性を容易に見つけだすことが可能となり、また斜線の部分が周波数毎の防音効果量として表すことができる。さらに、防音材を種々交換することにより効果的な防音対策を選択するうえで有効なデータを得ることが出来ると思われる<sup>12)</sup>。

この方法を用いてブロック成形機の騒音をスピーカから再現させ4種類の防音材について解析した事例を図11に示した。これを見れば、圧倒的にグラスファイバーボードが防音効果の高いことがわかった。これらの結果については次報で報告する予定である。

なお、防音材の固定には特注したスタンドを用いることにより防音材の交換が比較的容易になった。

表1 防音効果の実験結果

単位 dB(A)		
マイク①	マイク②	マイク③
114 (MAX)	94	87
100	79	74
90	70	64
80	60	54
70	50	44

1. 雑音発生器のピンクノイズAPを使用
2. マイク①でモニターしながら発生器の調整をした。
3. この時の最高出力は114dB(A)であった。

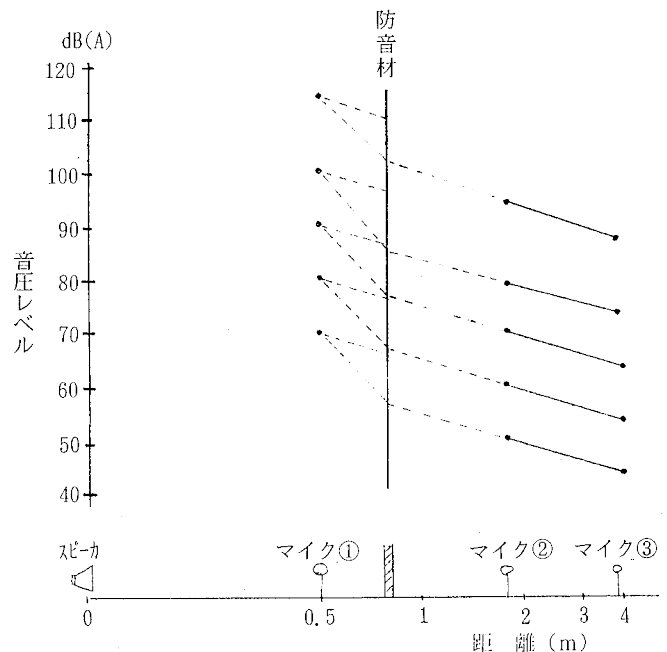


図9 防音効果及び音の減衰

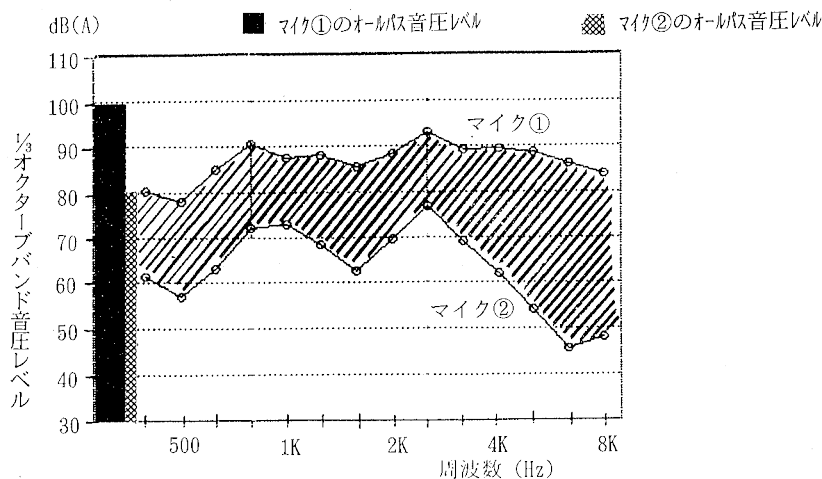


図10 マイク①とマイク②の周波数分析

## ま と め

当所の無響室の性能および音響特性を把握するとともに、工場・事業場の騒音現場を無響室内に再現させる方法を検討した。さらに、防音材の防音効果について実験をし次のことが明らかとなった。

1. 無響室の性能はJIS規格をほぼ満足していた。
2. 無響室の音の伝搬状況を概略把握できた。
3. 無響室内に騒音現場を再現させる方法を確立することができた。
4. 防音材前後の音をFFTアナライザーで解析することにより、周波数毎の防音効果量が明らかになった。

以上のことから、今後は種々の工場・事業場の騒音をデータレコーダに収録し、それを無響室内で再現させ種々の防音材の防音効果をデータファイル化すれば、当初の目的である安価で効果的な防音材の選択が可能になるとと思われる。

## 文 献

- 1) 日本音響機材協会：騒音・振動対策ハンドブック，技術堂
- 2) 庄司 光他：衛生工学ハンドブック騒音振動編，朝倉書店
- 3) 田中卓治：騒音制御，16，12(1992)
- 4) 香川県：環境白書（平成6年度）
- 5) 鈴木昭次，橋 英樹：日本音響学会誌，41，8（1985）
- 6) 富岡 一，皆川盛保：騒音制御，11，1（1987）
- 7) JIS Z 8732-1986 無響室又は半無響室における音響パワーレベル測定方法
- 8) 芝田和雄他：(株)日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集，P189（1994）
- 9) 清水康男他：(株)日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集，P261（1993）
- 10) 尾那達雄他：(株)日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集，P169（1994）
- 11) 高田雅保：NOE技術ニュース，6（1994）
- 12) 埼玉県公害センター：業務報告，P27（平成4年）

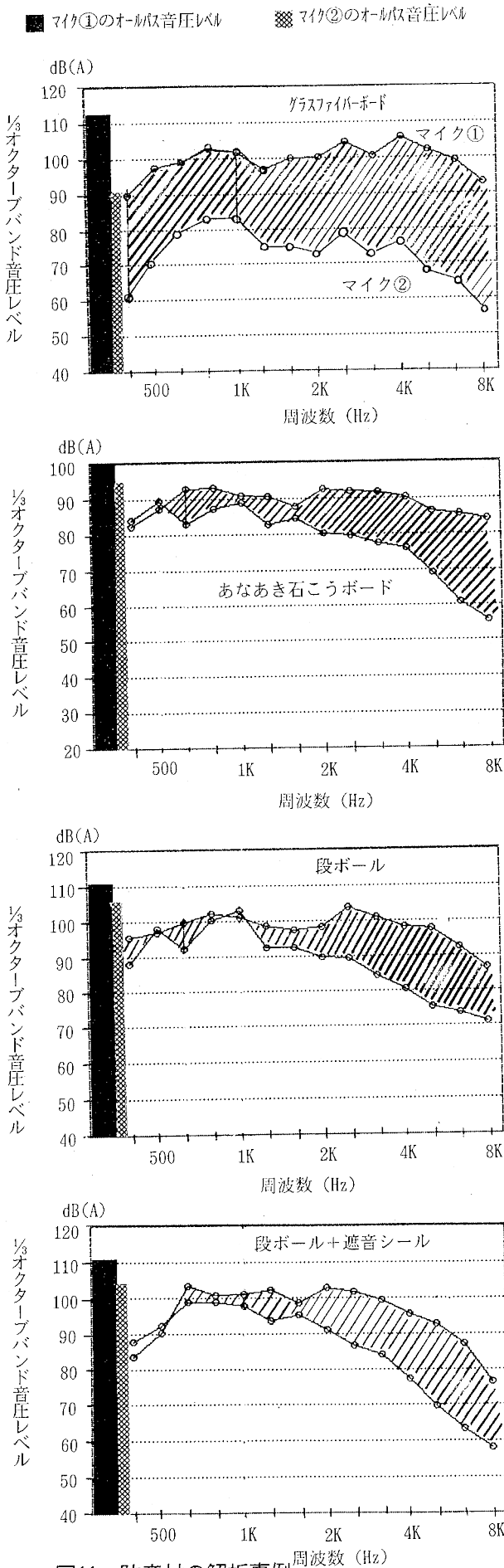


図11 防音材の解析事例