

小型残響室を用いての透過損失の測定

九州工業大学 正会員 渡辺 義則
九州工業大学 正会員 〇 浦 英樹
九州工業大学 内田 清和

1. はじめに

近年でも騒音公害は、重要な社会問題である。そこで、本研究では防音材料を構成する材料の遮音性を試験する為に自作の小型残響室について数種類の単板材料の透過損失の測定を行ってその性能を検討をした。

2. 小型残響室での透過損失の測定

a) 測定システム

本研究で透過損失の測定に使用した小型残響室は、著者等が制作したものであり、小林理学研究所に設置されている第6、7残響室の1/5縮尺模型である。その規格は、JIS A 1416の「実験室における音響透過損失測定方法」の1/5縮尺に相当する。また、計測装置を図-1に示す。

材料の透過損失を測定するには、まず、試料を音源側と受音点側の残響室の開口部に密着させる。音源として信号発生器から白色雑音を発生させ、それをイコライザで遮音性の大きい高周波数域の音圧レベルを上げる。その信号をスピーカから発生させる。次に、音源側残響室で発生した音、並びに試料透過後に受音側残響室で発生した音を精密騒音計、1/3オクターブバンド実時間分析器を通してコンピュータへ導き、測定点における平均的な音圧レベルを算出する。更に、信号発生器のスイッチを切って、音源側残響室の残響音の減衰性状をコンピュータで解析する。なお、音圧レベルの測定と吸音力の測定は、図-2に示した位置で、受音点側残響室でも試料透過後の音圧レベルの測定を開口部をはさんで対称な位置(5点)で行う。

b) 解析方法

両室の音圧レベルを実時間分析器に時定数0.03秒、サンプリング時間間隔0.02秒で128個記録する。この音圧レベルを次式に代入してその測定点に

おける平均的な音圧レベルを算出する(この場合には、 $n=128$)。

$$L = 10 \log \frac{P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2}{nP_0^2} \quad \dots (1)$$

L : 平均的な音圧レベル (dB)

P_1 : 音圧レベルの実効値, $P_1 = P_0 10^{(L_1/20)}$

P_0 : 基準音圧 (0.0002 μ bar)

L_1 : 音圧レベル測定値 (dB)

n : データ個数

このような平均的な音圧レベルの測定を図-2に示すような5点で音源側と受音点側の残響室についておこない、最後にこれらの値を式(1)に代入して音源側と受音点側の残響室の平均音圧レベルを求める(この場合には $n=5$)。

次に、吸音力の算出方法について述べる。音源側残響室において、スピーカからの音を止めることにより、図-3に示すように、残響室の音圧レベルが最高レベルより5 dB下がった時点からさらに、25dB減衰するまでの時間と音圧レベルの関係を直線とみなし、この範囲で回帰分析を行う。この直線の傾きを a とすると、残響時間 T , 吸音力 A は式(2)(3)で求められる。

$$T = -\frac{60}{a} \quad \dots (2)$$

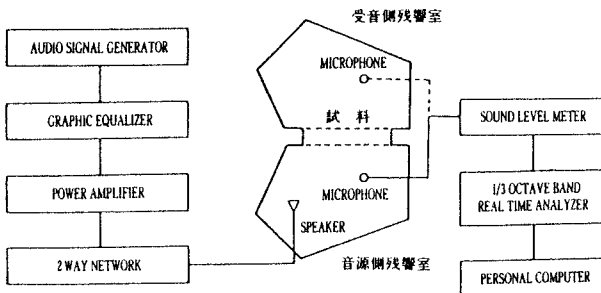


図-1 計測装置

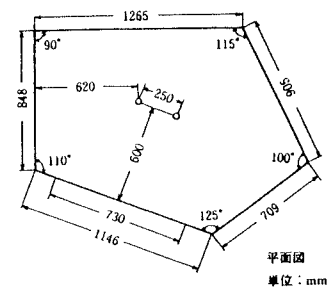
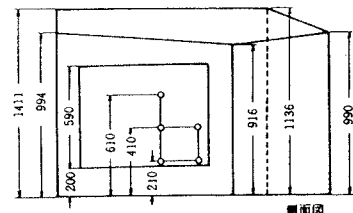


図-2 小型残響室の寸法図と受音点位置

$$A = \frac{55.3V}{C} \frac{1}{T} \quad \dots (3)$$

T : 音源側残響室残響時間 (S)

V : 音源側残響室容積 (m³)

C : 空気中の音速, $C=331.5+0.6t$ (m/S)

t : 空気中の温度 (°C)

2. 透過損失の算出

式 (1) ~ (3) で平均音圧レベルおよび吸音力が算出されたら, これらの値を式 (4) に代入して透過損失 TL を求める。

$$TL = D + 10 \log_{10} \left(\frac{S}{A} \right) \quad \dots (4)$$

S : 試料面積 (m²)

A : 音源側残響室の吸音力 (m²)

D : 空間音圧レベル差, $D=L_1-L_2$

L₁ : 音源側残響室音圧レベル (dB)

L₂ : 受音側残響室音圧レベル (dB)

a) 質量則およびコインシデンス限界周波数の理論値と測定値の比較

一般に均質素材で構成された単板の透過損失 TL は式 (5) で求めることができる。(質量則)。また, 限界周波数は式 (6) で表わされる。この結果を, 図-4, 5 に示す。

$$TL = 18 \log_{10} (f \cdot M) - 44 \quad \dots (5)$$

f : 周波数 (Hz)

M : 面密度 (Kg/m²)

$$f_c = \frac{C_0^2}{2\pi h} \sqrt{\frac{12\rho(1-\sigma^2)}{E}} \quad \dots (6)$$

f_c : コインシデンス限界周波数 (Hz)

C₀ : 音速 (m/S)

h : 試料の厚さ (m)

ρ : 試料の密度 (Kg/m³)

σ : 試料のポアソン比

E : 試料のヤング率 (N/m²)

5. まとめ

質量則およびコインシデンス限界周波数の計算値また, 実物大残響室で測定された透過損失と本研究での測定値を比較した結果, 両者は比較的良好に一致している。

この結果から, 本研究で作製した小型残響室は一般にいわれている性能(質量則, コインシデンス効果)をほぼ満足している。

表-1 小型残響室の諸元

小型残響室(音源側、受音側)	
容積	1.608m ³
表面積	8.2m ²
形状	7面体
壁面材料	1.2mm厚ステンレス板に0.5mm厚鉛シートを貼ったもの
開口部面積	0.59m×0.73m=0.4307m ²

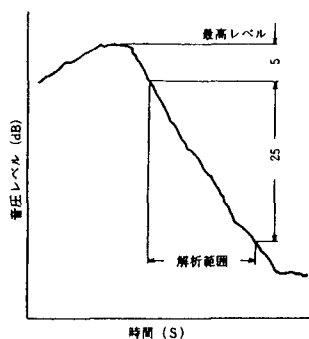


図-3 残響音の減衰の様子

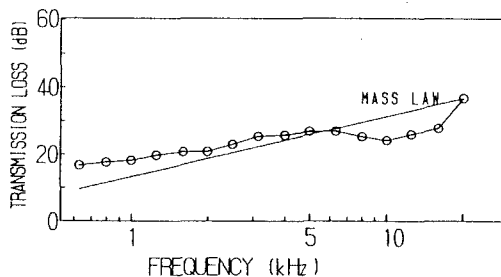


図-4 ラワン合板 (2.5mm) の透過損失測定値

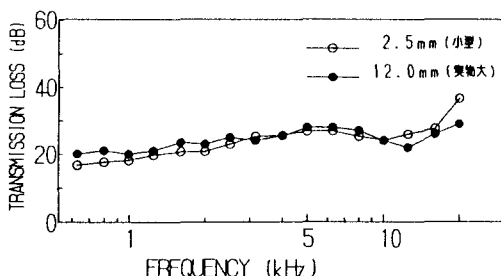


図-5 小型と実物大の残響室でのラワン合板の透過損失測定の比較