
計測コラム emm113 号用

音の測定の基礎 - 第 23 回「音の透過と吸音」その 2

- 残響室を用いた音響透過損失の測定と理論 (2) -

前回から、残響時間をベースに計測される音の透過と吸音を扱っています。今回は、残響室を用いて計測する音響透過損失の計算式の意味を理論的に追っていきます。

音響透過損失 R は、試料に入射する音響パワー W_1 と試料を透過する音響パワー W_2 の比の常用対数の 10 倍で次の式で与えられます：

$$R = 10 \log_{10} \frac{W_1}{W_2} \quad (\text{dB})$$

[残響室－残響室] を組み合わせた試験施設での音響透過損失は、前回も触れたように、以下のプロセスで測定します。

音源室側からランダムノイズを出力し、音源室内で十分拡散した音の平均音圧レベルと、試料を透過して受音室側に放射されて拡散した音の平均音圧レベルを測定します。さらに、受音室の残響時間から以下の式で音響透過損失を求めます。

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log_{10} \frac{F}{A} \quad (\text{dB})$$

ここで；

L_1 : 音源室における室内平均音圧レベル (dB)

L_2 : 受音室における室内平均音圧レベル (dB)

F : 開放した試料面積に等しい広さの試料の面積 (m^2)

A : 受音室の等価吸音面積 (m^2)

また、等価吸音面積 A は以下の式によって求めます。

$$A = \frac{0.16 V}{T} \quad (\text{m}^2)$$

ここで；

V : 受音室の容積 (m^3)

T : 受音室の残響時間 (s)

ここで、この式を導出するため、2つの残響室間の音のエネルギーの授受を考えてみます。

エネルギー密度を E として、拡散音場の周壁の単位面積 (1 m^2) に、1 秒間に入射する音響エネルギーは、「第 15 回 残響理論と残響時間の測定 その1 拡散音場」で示したように次式 (1) で表せます。

$$I = \frac{cE}{4} \dots\dots\dots (1)$$

ここで；

E : 拡散音場のエネルギー密度

c : 音速

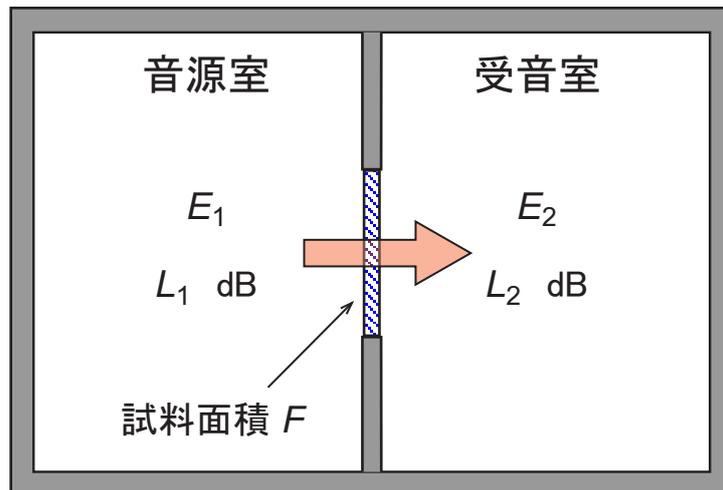


図 1

上図 1 に示すように、音源室、受信室のエネルギー密度をそれぞれ E_1 、 E_2 とし、まず、音源室の音が面積 F の試料に入射するエネルギー E_s を考えると、(1) 式より；

$$E_s = \frac{c E_1 F}{4} \dots\dots\dots (2)$$

したがって、隣室に侵入するエネルギー E_{sp} は、透過率を τ とすると；

$$E_{sp} = \frac{c E_1 F \tau}{4} \dots\dots\dots (3)$$

；となります。

一方、受音室側では、室内表面積 S とすると、全壁面に入射するエネルギー E_r は、
(1) 式より；

$$E_r = \frac{c E_2 S}{4} \dots\dots\dots (4)$$

平均吸音率を α とすると、全壁面に入射し吸収されるエネルギー E_{ra} は；

$$E_{ra} = \frac{c E_2 S \alpha}{4} \dots\dots\dots (5)$$

となり、定常状態において、侵入するエネルギーは、受音室側で吸収される音のエネルギーと平衡になると考えると、 $E_{sp} = E_{ra}$ となります。即ち；

$$\frac{c E_1 F \tau}{4} = \frac{c E_2 S \alpha}{4} \dots\dots\dots (6)$$

$$\therefore \frac{E_1}{E_2} = \left(\frac{1}{\tau}\right) \cdot \left(\frac{S \alpha}{F}\right) \dots\dots\dots (7)$$

音源室、受音室の平均音圧レベルを L_1 、 L_2 とすれば、室間の音圧レベル差は；

$$L_1 - L_2 = 10 \log_{10} \left(\frac{E_1}{E_2}\right) = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{\tau}\right) + 10 \log_{10} \left(\frac{S \alpha}{F}\right) \dots\dots\dots (8)$$

$$L_1 - L_2 = R + 10 \log_{10} \left(\frac{S \alpha}{F}\right) \dots\dots\dots (9)$$

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log_{10} \left(\frac{F}{S \alpha}\right) \dots\dots\dots (10)$$

受音室の室容積を V 、残響時間を T とすると；

$$T = \frac{K V}{S \alpha} \dots\dots\dots (11)$$

(温度 20°C で $K = 0.16$)

受音室の残響時間を測定し、(11) 式より $S\alpha$ を求め、(10) 式に代入することで、音源室、受音室の平均音圧レベルとから、 R が求められます。

以下は当社の対応ホームページへジャンプします。

- [小野測器 「残響室法による音響透過損失の測定」](#)
- [小野測器 「音響インテンシティ法による音響透過損失の測定」](#)

以上

(KI)