

3. Q & A コーナー

—透過損失の計算法と各種算出量—

一般社団法人日本音響材料協会 運営委員会

Q：防音対策を検討しています。透過損失の計算法と、「TL」、「TL₀」、「TL_F」、「 \overline{TL} 」の各量の違いを教えてください。さらに、遮音材のカタログなどで、性能値「TL_D」というのも見受けられ、混乱しています。

A：質問の計算法は、「質量則」と呼ばれているものです。これによる透過損失は、「面密度」と「周波数」の積をもとにして計算されます。「質量則」といわれる所以は、計算式に、上記の「面密度(単位面積当たりの質量；kg/m²)」が入っているからなのでしょう。

最初に、これについて、2点確認しておきます。

まず、計算対象が単層壁に限るということです。すなわち、均質と見做せる一重壁で、板ガラス、鉄板、コンクリート壁などが該当します。したがって、よく使われる乾式二重壁系(中空層にグラスウールを充填した石膏ボード壁など)の透過損失は、質量則では計算できないと考えて下さい(共鳴透過、中空層内減衰の影響がある。JIS実験室での透過損失測定による。)

また、音波が斜め入射したときに、屈曲振動が生じて透過損失が低下する、コインシデンス領域では、計算値と合いません。このときの限界周波数「f_c」は、壁の厚さ・密度・ヤング率などで決まります。

以上の様子について、図1¹⁾に、ボード系の単層壁・二重壁の遮音特性パターン例を示します。

なお、音響透過損失は、JIS表記では「R」ですが、本

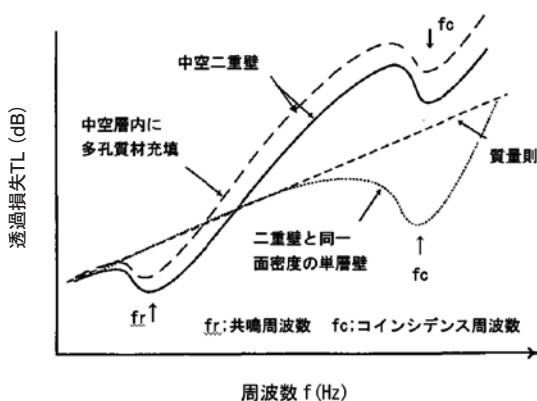


図1 ボード系単層壁・二重壁の遮音特性パターン例¹⁾

稿では、内容の流れから「TL」を採用しています。また、実建物で空間音圧レベル差を測定し、これから計算した透過損失は、通常、JIS実験室での値と異なります。

では、本題の質問について説明しましょう。TL、TL₀、TL_Fは、それぞれ「ランダム入射透過損失」、「垂直入射透過損失」、「音場入射透過損失」といいます。

なお、 \overline{TL} は、日本建築学会遮音設計資料⁴⁾で記述されている、1/3オクターブ125～4 kHz帯域の透過損失の算術平均値であり、JISでは、125～2,000 Hz帯域の算術平均値をR_{m(1/3)}と表示しています。

また、TL_Dは、学会遮音性能基準²⁾で規定されたもので、「TLのD数と呼ばれ(後述)」、「周波数-遮音性能」を単一数値評価量として表したものです。

まず、TL (dB)とTL₀ (dB)の関係を次式に示します。

$$TL = TL_0 - 10 \log(0.23 TL_0) \quad (1)$$

(1)式によると、TLはTL₀より小さな値を示すこととなります(TL₀が極端に小さくない限り)。

次に、TL₀は、次式で計算されます。

$$TL_0 = 20 \log(f \cdot m) - 42.5 \quad (2)$$

(2)式によると、mを2倍にすると、TL₀が6 dB増加することになります。なお、(1)式によると、mを2倍にすると、TLが約5.5 dB増加することになります。

一般的には、対象壁への音の入射条件を考えると、垂直入射透過損失TL₀ではなく、ランダム入射透過損失TLの方を適用します。

次に、TL_F (dB)は、入射角を「0°～78°」とした場合で、(3)式で表され、壁面への入射条件によります。

$$TL_F = TL_0 - 5 \quad (3)$$

では、上記TL₀、TL、TL_Fの計算値と実験室測定値TLを比較してみましょう。

例として、鉄板(厚さ0.7 mm及び4.5 mm；図2³⁾)と普通コンクリート(厚さ150 mm；図3⁴⁾)について、500 Hz帯域(両者のf_cを避けて)の透過損失を計算し、実験室500 Hz帯域測定値TLと共に、図4⁵⁾にプロットしました。この図に示されたように、本例の均質単層壁の場合、この周波数帯域では、TLの計算値と測定値はほぼ一致するといえます。

ここで、図2・図3中の等級曲線D-○(D曲線)は、建築学会遮音性能基準²⁾に規定されているもので、「接線法」により、オクターブバンド値により5 dB間隔で評価します。

なお、1/3オクターブバンド値(TL1～TL3)をオク

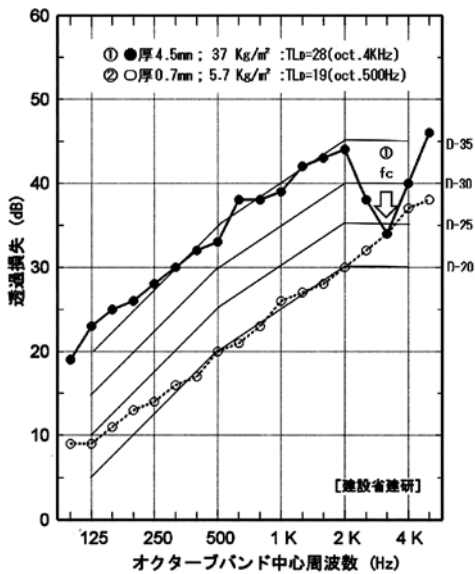


図2 鉄板の透過損失³⁾

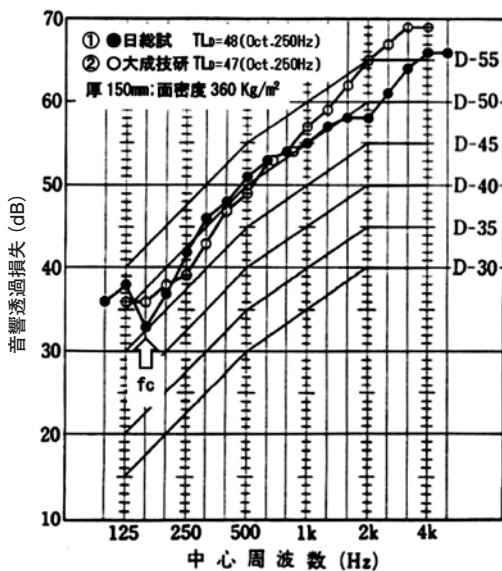


図3 普通コンクリートの透過損失⁴⁾

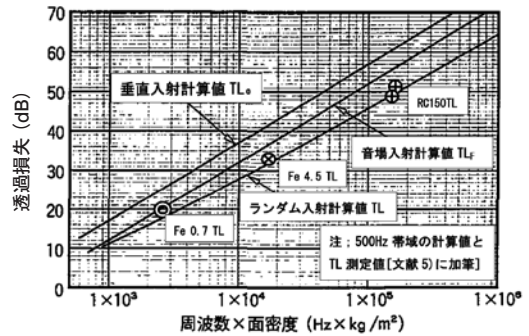


図4 質量則計算値と透過損失測定値⁵⁾

タープバンド値(TL_{oct})に合成する計算式は、次式によります(TLの算術平均ではないことに注意)。

$$L_{oct} = -10 \log [(10^{-TL_1/10} + 10^{-TL_2/10} + 10^{-TL_3/10}) / 3]$$

また、D曲線を1 dB間隔ごとに設定して評価したものを「D数」といい、これをTL_{oct}に適用した単一数値評価量を「TL_D(TLのD数)」という。図2、図3に、TL_Dを併記しました(TL_Dが決定される周波数帯域は、遮音材によって異なることに注意)。

なお、基準曲線(D曲線・L曲線・N曲線)のあてはめ方・接線法の詳細・留意点については、既報⁶⁾を参照されたい。

以上、遮音性能を表す各量(他に、D・Dr・Dpなどもある⁷⁾)と関連事項について述べた。

以下に示す引用文献には、さらに詳しい事項が記載されている。(回答：運営委員会 宮尾健一)

[参考文献]

- 1) 音響技術 No.109：特集;音響材料(宮尾健一，松岡 明彦；遮音材料解説，pp.3-13)，2000.03
- 2) 日本建築学会編：建築物の遮音性能基準と設計指針[第二版]，技報堂出版，pp.3-15，1997.12
- 3) 日本音響材料協会編：騒音・振動対策ハンドブック，技報堂出版，1982，01
- 4) 日本建築学会編：建物の遮音設計資料，技報堂出版，p.22，p.82，1988.08
- 5) 音響技術 No.100：特集；音響入門(吉村純一；遮音と遮音構造，p.9)，1997.12
- 6) 音響技術 No.177：Q&Aコーナー(運営委員会；防音・音響関係のグラフの見方，pp.77-78)，2017.03
- 7) 音響技術 No.136：特集；音環境Q & A 100選，pp.3-4，2006.12
- 8) 音響技術 No.162，No.182：会員の頁，Q&Aコーナー