

## 居室遮音リフォーム・室内音響上の配慮

### － 中低域のこもり音対策 －

#### 実例1 大型の飲食空間

この空間は天井が高く、しかも天井を貼らずに寄棟の屋根裏面（垂木など）を見せている。床は石貼、壁は珪藻土仕上げとなっている。また、庭側の壁はほぼ全面がガラス窓。室内中央部には大口径の四角い柱が4本屋根裏面まで立ち上がり、これに大断面の梁が架けられており、音響的には一応拡散機能を持つと考えられるが、いかんせん空間が大きいので相対的には非力と思われた。

この空間に居て、まず気付くことは話しがし難いことである。特に男性の声の低い方がこもって聴き取り難い。大きな並行壁面間の定在波、屋根裏面－床面間の反射波が疑われた。

#### 実例2 岡山式で建築中の音楽室の残響がおかしい

この室の壁体などは岡山式を忠実に模したものであるが、「200Hz以下での残響が非常に多く、また長い（0.8～1.2sec程度もある）。クセのある残響で、200Hz～300Hzくらいの音域が異常に響きすぎる感じ」。

この例の場合、部屋の内寸が5110L×2700W×2780Hで、ほぼ2:1:1となっており、

$$345\text{m}/5.11\text{m}=67.5\text{Hz}、135.0\text{Hz}、270.1\text{Hz}$$

$$345\text{m}/2.7\text{m}=127.8\text{Hz}、255.6\text{Hz}、511.1\text{Hz}$$

$$345\text{m}/2.78\text{m}=124.1\text{Hz}、248.2\text{Hz}、496.4\text{Hz}$$

となり、短手壁間、長手壁間、天井－床間の定在波が近似しているため、これが問題の原因と推測される。

一方、手本とされた「住まいと音」（岡山好直）で紹介されている事例は、元々20畳のスペースに14畳弱の音楽室を収めたもので、推定6150L×3520W×2800H。

$$345\text{m}/6.15\text{m}=56.1\text{Hz}、112.2\text{Hz}、224.4\text{Hz}$$

$$345\text{m}/3.52\text{m}=98.0\text{Hz}、196.0\text{Hz}、392.0\text{Hz}$$

$$345\text{m}/2.80\text{m}=123.2\text{Hz}、246.4\text{Hz}、492.9\text{Hz}$$

このように部屋の絶対内法寸法、内法寸法比を巧みに設定しているため、特定の周波数で音がこもらない。定在波が分散されている。

室内音響上の配慮、その具体的な手法：

- 1 既存の部屋の寸法から予想される定在波を計算する。

また、遮音パネルを貼った後の室内寸法でも検討する。

注1 通常の6畳間のプロポーションではそれ程大きな問題は起きない：

$$345\text{m}/3.5\text{m}=98.6\text{Hz}、197.1\text{Hz}、394.3\text{Hz}$$

$$345\text{m}/2.6\text{m}=132.7\text{Hz}、265.4\text{Hz}、530.8\text{Hz}$$

$$345\text{m}/2.4\text{m}=143.8\text{Hz}、287.5\text{Hz}、575.0\text{Hz}$$

注2 室内に梁形、柱形がある場合、単純平行面が減るので安全側になる。

注3 部屋に押入、クローゼットがある場合も安全側になる。

2 室内にどのような家具、本棚、オーディオ装置が置かれるかを加味して定在波の検討を行う（概ね安全側に働く）。

3 どうしても界壁（長手）内壁間の定在波が懸念される場合、どちらかの壁に天井に用いる音響反射板を貼ることを検討する。

注4 大型オーディオ専用ルームの場合は非平行壁、傾斜天井を採用する方が無難である。

注5 石井式のオーディオルームの寸法（以下は同じ比率となっている）

奥行き	巾	高さ
4.5m	3.8m	3.26m
5.0m	4.22m	3.62m

ちなみに高さを通常の6畳の2.4mに合わせて、この比率を適用すると、

3.3m(3.5m) 2.8m(2.6m) 2.4m ( )内は通常の6畳

基本的に通常の6畳は悪くない。石井式だとやや寸詰まりの趣になる。

絶対的な部屋の大きさの影響は大きいので、6畳位が扱い易いかもしれない。

注6 フラッター・エコーもしくは定在波に関連して

音波の軌跡を幾何学的に線で追っても状況はうまく把握出来ない

音波は球面波なので、音波が反射面に当たり反射すると、その反射板が無い自由空間を進むはずの球面波が、その反射板に対して幾何対象に反射する。

重要な事は、どの反射面に球面波が最初に到達するか、その反射面の音源からの距離、反射面の周波数別吸音率である。

吸音率がゼロである完全反射面はそうそう存在しないので、反射を繰り返せば音波は次第に減衰する（とはいえ60dB=100万分の1に減衰するのは大変だ）。

従って、直接音から遅れて到達する特定の周波数の音が問題になるとすれば、それは複数の反射面で反射された音が合成された場合だと考えられる。つまり、部屋の対向面の内寸で定在波を割り出す方法は一種の便法である。

## 注7 直方体の部屋と非平行壁面をもつ部屋の音響的な違い

点状で全方位に連続音を出す音源が部屋内にあるとする。

平行壁面間にあつては、球面波が壁で反射される場合に想定される（あたかもそこから反射球面波が出ているような）仮想音源と本物の音源は1直線上にあり、1次反射、2次反射、3次反射・・・の仮想音源も同じ直線上にある。また当該壁から仮想音源までの距離はどんどん遠くなる。

壁間距離を  $L$  とし、音源とそれぞれの壁間距離を  $L_1$ 、 $L_2$  ( $L_1+L_2=L$ ) とすれば、 $L_1$  側の壁からの仮想音源の距離は  $L_1 \rightarrow L+L_2 \rightarrow 2L+L_2 \rightarrow 3L+L_2 \dots$  という具合に増加する。

ここで重要な事は、仮想音源が壁の外側へ遠ざかるにつれ本来球面波だったものが当該壁面の平行波に近くなることである。

こうなると、壁間距離を  $1/2$  波長、1波長・・・とする周波数の音が定在波となる可能性が出てくる。

それでは非平行壁面間の場合はどうなるか、仮想音源の位置は反射を繰り返すにつれ壁の外側へ遠ざかりながら部屋巾の狭い方向へ移動する。最終的には非平行壁面を構成する2枚の壁がそれぞれに平行な平面波を交互に発生することになる。これが非平行壁面間で定在波が生じない理由である。

なお、天井-床間の場合、天井面からは天井面の平行波が反射されるので、天井面が切妻状なら部屋の中心部で音響的な問題が生じる可能性がある。

なお、小さな部屋でも大きな部屋でも仮想音源が逃げていく距離は同じ、すなわち小さな部屋の方が扱い易いということがいえるのではないだろうか。

以上