

# 集合住宅の断熱材吹付け後石膏ボード直貼り工法にした 外壁の側路伝搬音に関する研究

平野 滋 吉田 克雄 坪井 政義

## Studies on Flanking Path Sound along External Wall Finished by Gypsum Board Lining Method with Sprayed Thermal Insulation Material for Multi-Family Housing

Shigeru Hirano Katsuo Yoshida Masayoshi Tsuboi

### Abstract

Gypsum board lining directly bonded inside an external concrete wall with foamed urethane sprayed on is often used in multi-family housing for thermal insulation and prevention of condensation. In this method, sound insulation between upstairs and downstairs deteriorates, possibly by flanking path sounds along the external wall in spite of the floor in between being sufficient sound insulation itself. The authors have researched the sound insulation of this method in the laboratory and at the site of multi-family housing. The results are as follows: (1) In the case of a standard RC structure having floors and walls 150 mm in thickness, the effects of flanking path sounds on sound insulation are small. (2) With thickness of floor over twice that of walls, the flanking path sound has more effect than sound through the floor, so the sound insulation does not match that of the floor. (3) Lining with double gypsum boards is effective in improving the situation.

### 概 要

集合住宅では断熱と結露防止のため、外壁コンクリートの室内側に、現場で発泡ウレタンを吹付けてから石膏ボードを接着材で直貼りする工法を採用することが多い。この工法を用いた場合、上下階の居室間で、床自身には十分な遮音性能があっても、外壁を伝わってくる側路伝搬音により遮音性能が低下することがある。

今回、この工法による遮音性能について実験室と現場で調査研究を行なった。その結果次のことが分かった。(1) 床、壁とも厚さ 150 mm 程度の一般的な RC 構造では、側路伝搬音の影響は小さい。(2) 床が壁の厚さの 2 倍以上になると側路伝搬音の方が床からの透過音より大きくなり、床に見合う遮音量が得られない。(3) 改善策は石膏ボードの二重貼りが効果的である。

### 1. はじめに

コンクリート壁体に石膏ボードを接着材で直貼りする工法（以下、石膏ボード直貼り工法と言う）は、低廉で施工性が良いことから、内装仕上工法に広く用いられている。欠点としては、遮音性能が 250 Hz 付近と 4 kHz 付近でコンクリート壁単体の場合よりも大幅に低下し、なんらかの改善なしには集合住宅の界壁には用いられず、また、結露の問題で外壁コンクリートの内装には使用が制限される。

結露を防止するために、外壁コンクリートの室内側に断熱材として、発泡ポリスチレン、またはフォームポリスチレンの成形板を打込むか、あるいは、現場で発泡ウレタンを吹付けてから、石膏ボード直貼り工法で内装する工法があり、これらを集合住宅外壁に採用する例が多い。前者の断熱材を打込んだ場合、隣戸あるいは上下階で、界壁あるいは界床が十分な遮音性能を有していても、

外壁を伝わってくる側路伝搬音の影響で、遮音性能が低下することがあり、また、断熱材の建具回りの打込みの施工性も悪い。従って当社は、後者の発泡ウレタンを吹付ける工法を採用しているが、この場合の側路伝搬音の影響については、既往の報告も見当らず、把握できていない。今回、この工法について実験室と実際の現場で、各施工段階別の遮音性能を測定する機会を得たので、主な結果を報告する。

### 2. 実験室による音響透過損失の測定

側路伝搬音は壁体自身の透過損失によって大きく支配されるので、初めに、図-1 に示す 3 種類の試験壁について、実験室の試料取付け開口部 (3 m×3.5 m) に施工し、透過損失の測定を行なった。

図-2 に各試験壁の測定結果を示す。試験壁①に比べ試験壁②は、125 Hz～315 Hz の低音域と 4 kHz で 6 dB 程度、試験壁③は、315 Hz～1.6 kHz の中・高音域で 5 dB

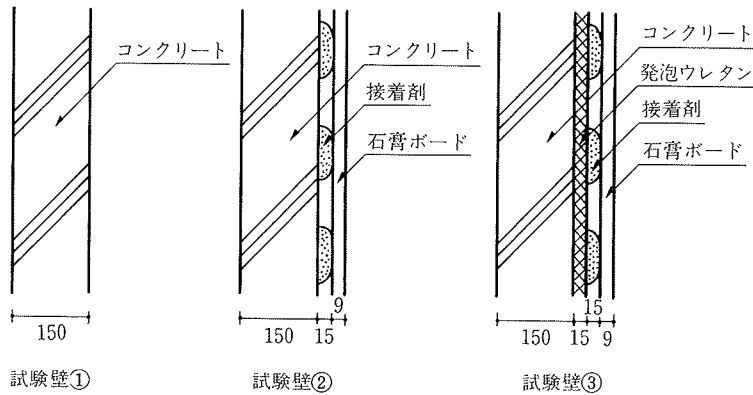


図-1 透過損失測定試料

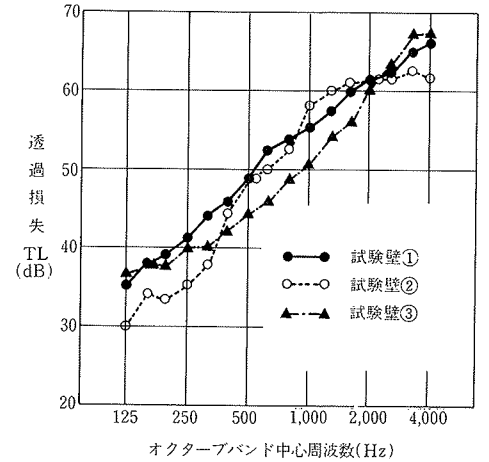


図-2 各試験壁の透過損失

程度、それぞれ音響透過損失が低下している。しかしながら、試験壁③は、低音域での遮音低下がほとんどないので、遮音等級の D 値で評価すれば、試験壁③の方が試験壁②に比べいくらか上回ることになり、石膏ボード直貼り工法の遮音改善になっているといえる。

### 3. 実験棟における側路伝搬と遮音測定

図-3 に示す鉄筋コンクリート打放し実験棟において図示の壁面  $W_a$ ,  $W_a'$  に、図-1 に示す試験壁②, ③の内装仕上工法でそれぞれ施工し、隣室間の遮音測定を行ない側路伝搬の影響を調査した。なお、試験壁③の遮音改善案として、石膏ボード 9 mm をもう一層、試験壁③の表面に貼り増したもの(図-4, 試験壁④)についても、測定した。また、内装仕上前のコンクリート躯体の状態での、遮音測定時に、各壁面(測定点各面, 5点)の振動加速度レベルの測定を行ない、振動伝搬の影響を調べた。

なお、参考として、受音室壁面  $W_a'$  からの側路伝搬による放射音のみを測定する目的で、図-5 に示す簡易の遮音 Box を用いて、各試験壁について、音源室のパワーを一定とし、Box 内の音を測定した。

以上の測定結果を図-6~8 に示す。コンクリート躯体の状態での振動加速度レベルの測定結果(図-7)で分かるように、音源室から受音室への減衰は小さく、 $W_a$ - $W_a'$  でみると 2~7 dB (125~2 kHz), 平均 4 dB である。これは、実験棟が平家建 2 室で構成されており、多スパン、多層階構造の建物に比べ振動が分散しないので、減衰量が小さくなっている。従って、当実験棟は、一般の集合住宅に比べれば、側路伝搬の影響を受けやすい構造といえる。

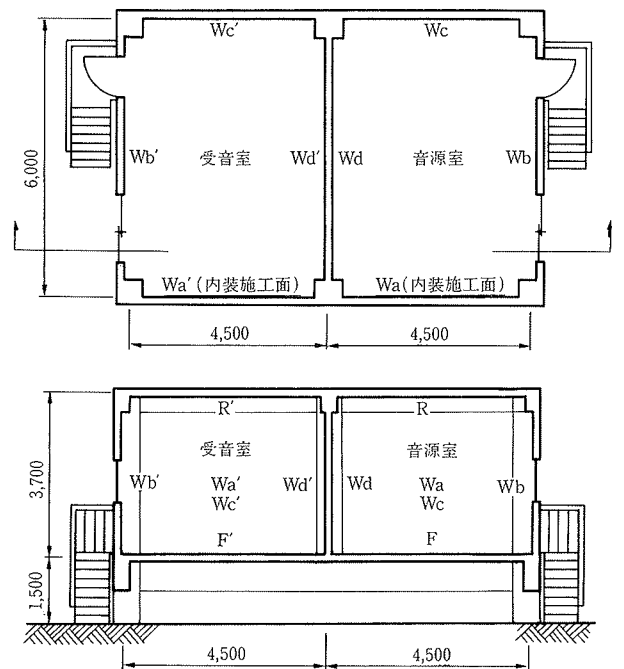


図-3 実験棟 平面および断面

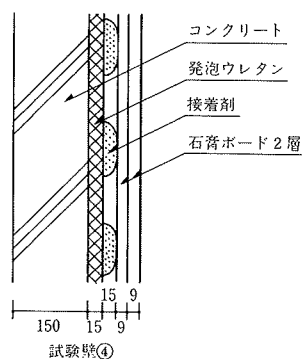


図-4 遮音改善案

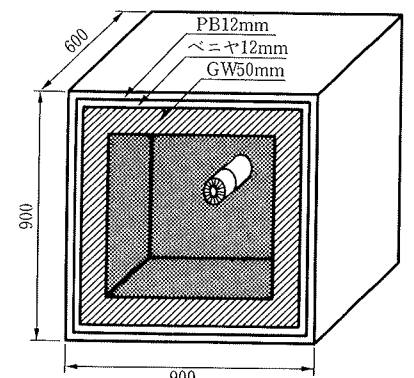


図-5 壁放射音測定用 Box

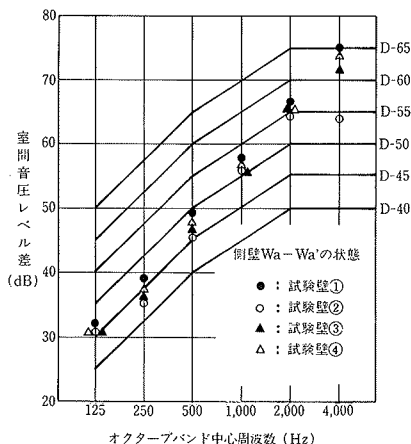


図-6 側壁の仕上工法別による  
室間音圧レベル差

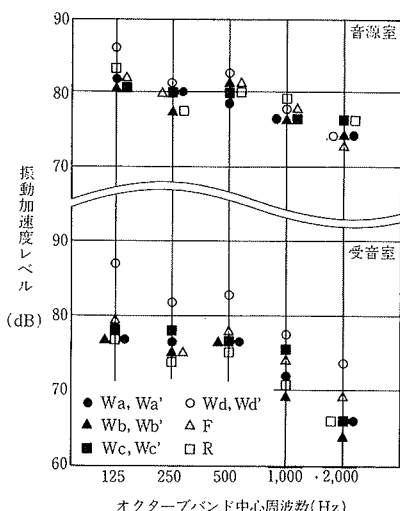


図-7 遮音測定時の各面の振動

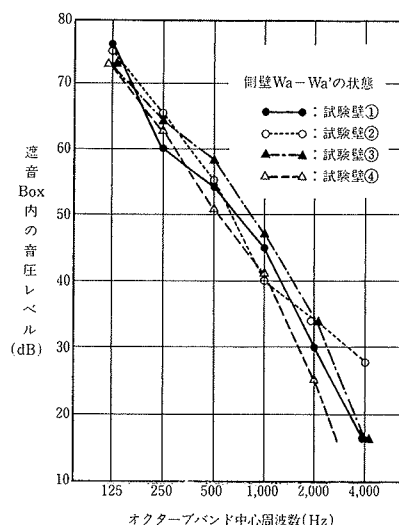


図-8 側壁からの仕上工法別の放射音

隣室間の遮音測定結果 (図-6) では試験壁②は試験壁①に比べ、250 Hz と 4 kHz での遮音低下が現われており、試験壁③では、250 Hz 以上で 2~3 dB の遮音低下が見られる。一般の集合住宅では、これより遮音低下が少ないと考えられ、試験壁①、③については次項に現場測定の結果を示す。

改善案としての試験壁④は遮音低下はほとんどなく Wa' の放射音として測定した結果 (図-8) も、音圧レベルが小さく、効果があることが分かる。

#### 4. 集合住宅における現場測定

図-9 に示す壁式構造の集合住宅 4 階建の 2~4 階の上下間で、外壁からの側路伝搬の影響を調べるため、遮音測定と、外壁の振動加速度レベルの測定 (測定点上下階、各 5 点) を行なった。測定ケースは、表-1 に示す 3 通りで、断熱材吹付け後石膏ボード直貼り施工前、後で、他の条件は変化しない時に行ない、同工法による遮音低下があるか否か調べ竣工後にも測定した。ただし、振動の測定は、表-1 の測定ケース①のみとした。測定結果を図-10、11 に示す。

振動の測定結果で、音源室外壁から受音室外壁への減衰量をみると、5~8 dB (125~2 kHz) で、平均 7 dB となっており、実験棟の場合の 4 dB を上回っている。集合住宅の端部妻壁上下階では、この程度の側路伝搬音による減衰量が得られると考えられる。室間レベル差でみると、断熱材吹付け後石膏ボード直貼り施工前、後で、ほとんど変化ない。これは、床自身の遮音量で決定されているといえる。標準的な床、壁の断面仕様であれば、外壁の室内側への断熱材吹付け後の石膏ボード直貼り工法が上下階、あるいは隣戸間で遮音低下につながることはない。また、竣工後に、1 kHz 以上で遮音量が増えてい

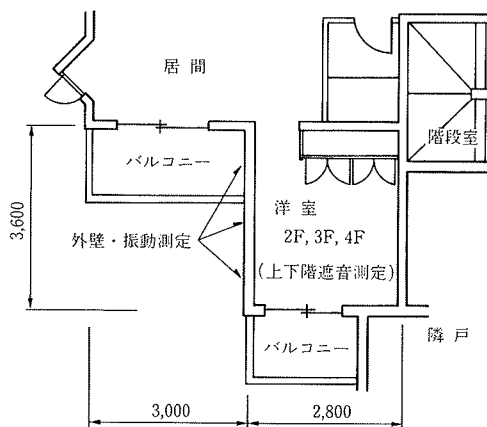


図-9 集合住宅遮音測定位置図

測定ケース	施工部位	外 壁	床、天井
ケース①	断熱材吹付け前	RC180mm打放し	RC150mm打放し
ケース②	断熱材吹付け後石膏ボード直貼り施工	室内側に断熱材吹付け石膏ボード直貼り施工	RC150mm打放し
ケース③	竣 工 後	外壁タイル貼り、室内側クロス貼り	軽量コンクリート75mm打増後、床:カーペット敷き天井:クロス貼り

表-1 集合住宅での施工状態別の測定ケース

るのは、室内のカーペット、クロス貼りによる吸音の影響と考えられる。このケースでは、D-50をやや下回る程度であるが、他現場の鉄筋コンクリートラーメン構造で、断熱材吹付け後の石膏ボード直貼り工法を採用した例では、上下階和室で D-50~55 が確保されており、この程度までは、側路伝搬による遮音低下はないといえる。

#### 5. 側路伝搬の上下階遮音へ及ぼす影響の検討

現場における測定の結果から、標準的な仕様 (壁厚 RC180, 界床 RC150~180 mm 程度) であれば、断熱材

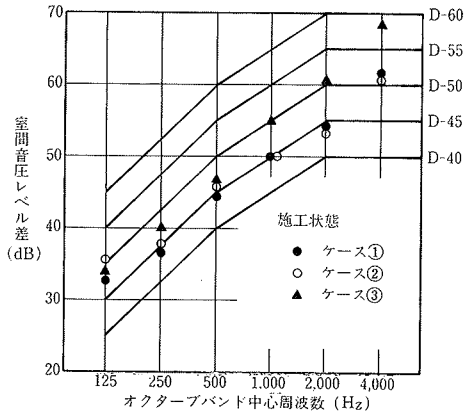


図-10 集合住宅上下階遮音測定結果

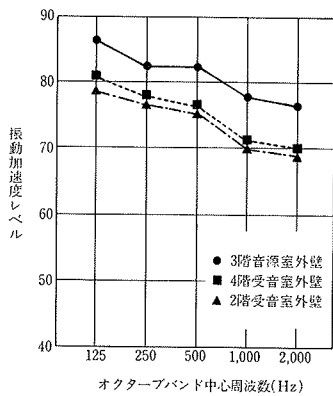


図-11 遮音測定時の外壁の振動

界床、外壁の厚さ	界床 RC 150mm 外壁 RC 150mm	界床 RC 300mm 外壁 RC 150mm
<b>施工状態①</b> コンクリート躯体建具取付 側路伝搬音 上階外壁の遮音量50dB と振動の減衰量7dBを 差し引く 90-50-7=33dB	上階騒音 90dB(500Hz) 界床 40dB 外壁 33dB 室内騒音 40.8dB 遮音量 49.2dB	上階騒音 90dB 界床 34dB 外壁 33dB 室内騒音 36.5dB 遮音量 53.5dB
<b>施工状態②</b> 断熱材吹付け後 石膏ボード直貼り工法 側路伝搬音 上記①に比べ実験室で の測定結果図-2,8等を 考慮して、4dB増 33+4=37dB	上階騒音 90dB 界床 40dB 外壁 37dB 室内騒音 41.8dB 遮音量 48.2dB	上階騒音 90dB 界床 34dB 外壁 37dB 室内騒音 38.8dB 遮音量 51.2dB
<b>施工状態③</b> 上記②にボード重ね貼り 側路伝搬音 上記②に比べボードの 質量が増えること、 図-8等を考慮して 6dB改善 37-6=31dB	上階騒音 90dB 界床 40dB 外壁 31dB 室内騒音 40.5dB 遮音量 49.5dB	上階騒音 90dB 界床 34dB 外壁 31dB 室内騒音 35.8dB 遮音量 54.2dB

表-2 床厚の違いによる側路伝搬音の上下階遮音への影響

吹付け後の石膏ボード直貼り工法による上下階での遮音低下はほとんどないことが分かった。

ここで、標準的な仕様として、壁と床の厚さが等しい場合と、床の方が壁よりも約2倍厚い場合(遮音は質量が2倍になると約6dB増える)について、断熱材吹付け後の石膏ボード直貼り工法の施工前後とボード増貼りをした場合とで、上下階遮音が、どのように変化するかを検討してみる。

ただし、設定条件は以下のとおりとし、周波数は500Hz相当で検討する。

- 居室における界床と外壁面との面積は等しい
- 上階音源室の音圧レベルは90dB
- 界床、外壁 RC150mmで遮音性能50dB
- 界床、外壁 RC300mmで遮音性能56dB
- 上階から下階外壁への振動は7dB減

以上の検討結果を表-2に示す。これから明らかなように、床・壁の厚さが同程度の場合は、各施工状態でほとんど下階居室の音圧レベルは変化しないことが分かる。従って特にボードを増貼りする必要もない。

これに対して界床が外壁に比べ厚くなる場合には、断

熱材吹付け後の石膏ボード直貼り工法による側路伝搬音の方が床からの透過音より大きくなり、床に見合った遮音性能が得られず、床の厚さを2倍にしても、上下階遮音量は、3dBしかよくなる。従ってこの場合には、ボードを増貼りすれば改善されることが分かる。

## 6. まとめ

コンクリート壁体に発泡ウレタンを吹付けてから、接着材で石膏ボード直貼りする工法は、発泡ウレタンのない場合に比べて遮音性能の低下は少なく、断熱性に優れている。

一般的なRC構造の集合住宅(床、壁、厚150mm~180mm程度、遮音等級D-45~D-55程度)では、同工法による側路伝搬の影響で上下階、あるいは隣戸間の遮音低下をひきおこすことはない。より高い遮音性能が必要で、床の厚さが200mmを超え、壁よりも厚くなる場合には、側路伝搬の影響が問題となる可能性があり、改善案としては、石膏ボードを重ねて貼り増すことによってコンクリート壁体単体とほぼ同等の遮音量を確保することができる。