

# 集合住宅の断熱処理部における遮音性能低下と側路伝搬音対策技術

渡辺 充敏 縄岡 好人

## Sound Transmission Loss Deterioration by Thermal Insulation of Apartments and Measures to Counter Flanking Sound Propagation.

Mitsutoshi Watanabe Yoshihito Nawaoka

### Abstract

To achieve the required airborne sound insulation performance in apartments, it is important to provide walls with sufficient sound transmission loss. However, airborne sound insulation performance between two rooms may be greatly reduced due to the influence of thermal insulation of walls between rooms and outer walls. This report describes the influence of thermal insulation of walls between two rooms and outer wall through results of airborne sound insulation performance measurements. Subsequently, gypsum board backed by a paper honeycomb has been developed to reduce flanking sound propagation from outer walls, and this system has been applied to actual construction. This board has proved effective in reducing flanking sound propagation, reducing sound levels by about 10dB in the 500Hz band.

### 概要

集合住宅において所期の遮音性能を確保しようとする時、界壁自体に十分な遮音量を有する断面を確保するのが重要である。ところが、界壁の一部および外壁に設けられる断熱処理部の影響により、界壁自体の性能から期待される遮音性能に対し、住戸間の遮音性能が大きく低下することがある。本報告では、まず住戸間の遮音性能測定結果に基づく界壁および外壁の断熱処理部が遮音性能低下に及ぼす影響について示した。ついで、側路伝搬音と呼ばれる外壁部を伝搬してくる音を低減するため、ペーパーハニカムを裏打ちした石膏ボードを開発し、適用を試みた。その結果、開発したペーパーハニカム付き石膏ボードは、側路伝搬音を抑えるのに有効であり、一般的な石膏ボードを用いたG工法に比べて500Hz帯域で10dB程度の改善量が得られる事が分かった。

## 1. はじめに

住宅性能表示制度が2000年10月から、本格的に運用が始まった。性能表示制度では、音環境に関して、竣工後の住戸内で聞こえる音を正確に予測することは困難であるとし、一定の仮定をおいた上で、設計図書から簡便に判断できる内容についての評価基準が設定されている。この基準は実際に遮音性能に影響する各要素が全て考慮されているものではないため、集合住宅における遮音性能に関して解決しなければならない問題が未だ残されている。

本報は、住戸間の遮音性能実測値に基づき、現状における集合住宅の遮音性能の問題点と、改善のための取り組みについて示す。なお、測定方法、等級に関するJISが2000年1月に改正となっているが、ここで示す実測値は改正以前の旧JISに基づいた測定によっているため、旧JISに従う表記とした。

## 2. 断熱処理部の遮音性能上の問題点

### 2.1 界壁の断熱巻き込み部による遮音性能低下

性能表示制度では、RC界壁の場合、壁厚によってのみ等級が決定されている。しかしながら、実際は界壁と外壁の取り合い部には、結露防止のため600～900mm幅の断熱巻き込み部が設けられる事が多く、この断熱巻き込み部の影響により、住戸間の遮音性能が大きく低下することがある。性能表示制度においては、界壁単独の性能によって評価するが、居住者の実感としては室間平均音圧レベル差の遮音等級であるD値で評価するのが妥当と考えられる。D値は数値が大きい方が遮音性能が良いことを示し、これまで隣接する住戸間の遮音性能は、D-50を目標値とすることが多かった。

Fig.1にD-50を満足する断熱巻き込み部の仕様と、遮音性能の低下を生じる仕様を分けて示す。断熱巻き込み部による遮音性能の低下が生じる要因は、表面仕上げ材に用いられるボード等が断熱材によって弾性的に支持され振動しやすい状態にあり、仕上げ材の板状材料としての一種の共振現象が生じる事によると考えられる。

Fig.1に「遮音性能の低下を生じない」仕様として示したS1工法とは、断熱材を裏打ちしたボードを躯体に接着

剤によって固定する工法であるが、S1工法に用いられる製品、また接着方法は一つではない。図に示した仕様のS1工法を用いた現場においては、遮音性能の低下を生じないことを確認しているが、S1工法によっても遮音性能の低下が生じたとの事例もある。S1工法によっても遮音性能が低下する要因として、用いられている断熱材のパネ特性の影響、また接着面が十分に平滑でなかったためのガツキの影響等があると推察される。

断熱モルタルは、仕上げとして十分な強度があるので、コンクリート面から仕上げ面まで比較的均一で硬質の素材で構成できるため、遮音性低下の要因となる共振現象を生じない。一方、断熱材としての性能は、吹付ウレタン等に比較して劣るため、結露を防ぐためには厚く施工する必要性があり、界壁が全体として厚くなる問題点がある。

Fig.1で「遮音性能の低下を生じる」仕様として示した断熱巻き込み部は、例外なく表面仕上げ材が共振しやすい2~4kHz帯域で遮音性能が低下する。断熱巻き込み部の遮音性能の低下の影響が最も強く出た場合、D-40まで低下することがある。

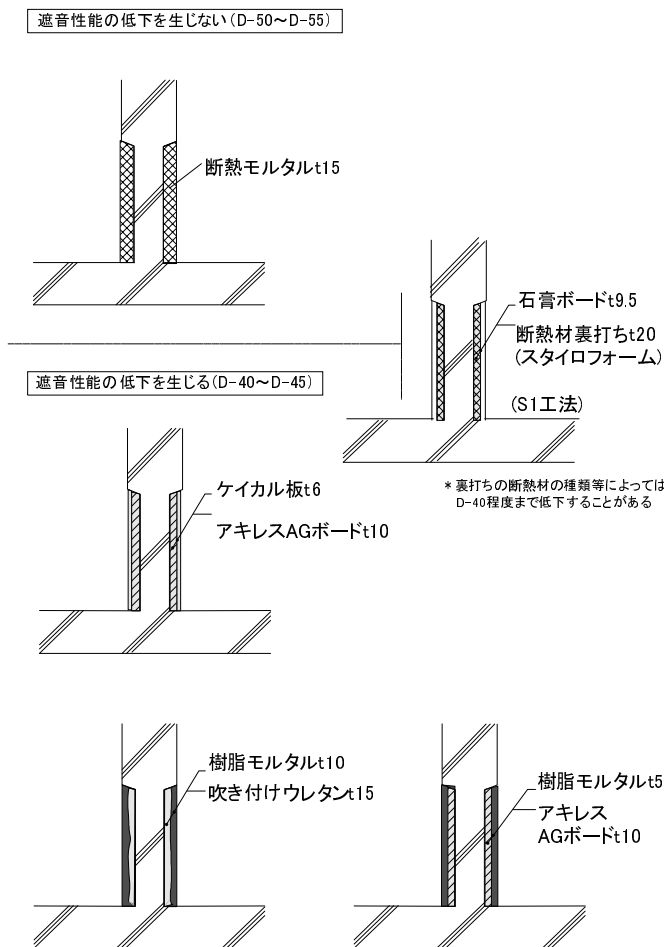


Fig.1 断熱巻き込み部の遮音性能への影響

## 2.2 側路伝搬音による遮音性能の低下

性能表示制度の評価基準に含まれない住戸間の遮音に影響を与える要因として、側路伝搬音があげられる。側路伝搬音とは、住戸の窓から窓へ、またFig.2に示す外壁を振動が伝搬し、受音室で再放射される経路のように、界壁以外の経路を伝搬する音である。

側路伝搬音が問題となるのは、外壁部の断熱材の上に、GL工法を用いて仕上げられている場合が多い。GL工法では、ボードがGLボンドによって点的に支持されるためボードが振動しやすく、250~500Hz帯域付近、また2~4kHz帯域付近で、共鳴・共振現象が生じ遮音性能が大きく低下することが知られている。そのため、界壁などの遮音量を確保しなければならない部位に用いられることは無くなったが、外壁部にはその施工性の良さ、安価であることから多く用いられている。

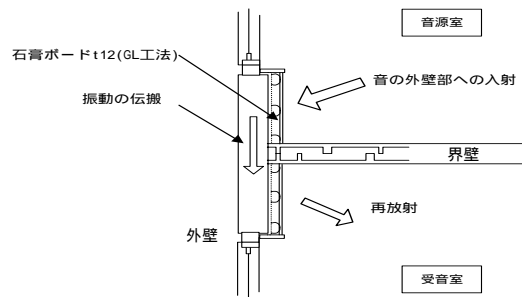


Fig.2 側路伝搬音の概念図

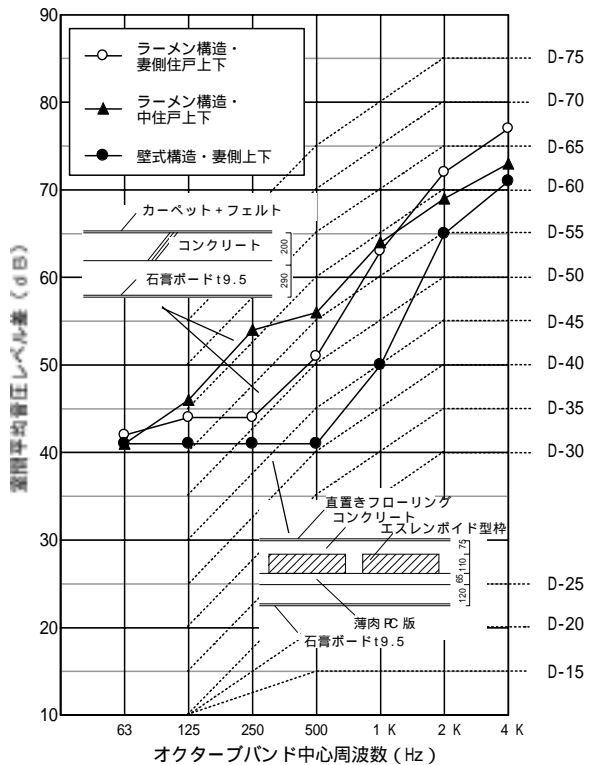


Fig.3 上下方向の側路伝搬音の影響 (室間平均音圧レベル差)

GL工法には、遮音性能上の問題があるものの、施工性の他にも仕上げに要する奥行きを抑えて床面積を確保しやすい等のメリットがあるため、問題とならない部位は従来からのGL工法を用い、問題が生じる恐れがある部分では対策を施すのが妥当と考えられる。そこで、現場における実測から、GL工法を用いた場合に遮音性能低下が生じる状況を確認した。

Fig.3にラーメン構造の集合住宅における妻側住戸と中住戸の上下方向の室間平均音圧レベル差、および壁構造での上下方向の室間平均音圧レベル差を比較して示す。Fig.3を見ると、ラーメン構造の場合、中住戸に比べて妻側住戸で250～500Hz帯域付近にGL工法を用いた部位からの側路伝搬音の影響と見られる遮音量の低下が生じている。上下住戸間の界床の音響透過損失は界壁に比べて大きいので、側路伝搬音の影響があってもD-50を満足している。一方、壁式構造の妻側住戸の場合、妻側外壁を伝搬する振動に対し、剛性の高い梁がないために側路伝搬音の影響が強くなり、加えて室内の3面がGL工法で仕上げられていたこともあり、室間平均音圧レベル差は500Hz帯域を中心として遮音量が低下し、D-40となっている。

Fig.4に高層集合住宅の隣戸間に柱がある場合と、柱がなくALCの外壁が連続している場合の室間平均音圧レベル差を比較して示す。なお、界壁は乾式構造である。これを見ると、隣戸間に柱がなくALCの外壁が連続している場合には、GL工法を用いた部位からの側路伝搬音の影響と見られる250Hz帯域付近を中心とした遮音量の低

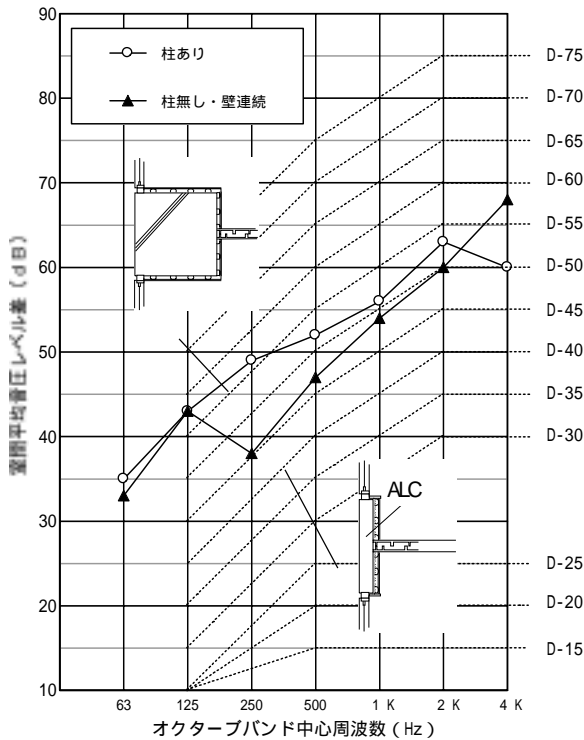


Fig.4 水平方向の側路伝搬音の影響 (室間平均音圧レベル差)

下が生じており、D値はD-45となっている。これは、ALCが軽量であり、ALC単体が振動しやすくなる周波数域と、GL工法を用いた場合に共鳴透過が生じる周波数域が重なることが要因と考えられる。

以上の室間平均音圧レベル差の測定結果は一例であるが、壁式構造の妻側外壁およびALC外壁が住戸間で連続している場合にGL工法を用いると問題を生じる恐れがあり、対策の必要性が生じると言える。

### 3. ペーパーハニカム付石膏ボードによる側路伝搬音対策

側路伝搬音の伝搬性状は複雑であり、実験室において得られる音響透過損失等から側路伝搬音の影響、また対策の効果を予測することは困難である。そこで、建設中の高層集合住宅において、側路伝搬音対策に関する実験を行った。

Fig.5に実験に用いた住戸の平面図を示す。当集合住宅においても住戸間で連続したALC外壁部にGL工法を用いる計画となっていたので、前項で示したように側路伝搬音の影響が大きくなる恐れがあった。対策立案に際し、居室の内法は変更できず、現設計の奥行き内で仕上げのためにGL工法を用いなければならない状況であった。

GL工法による側路伝搬音の影響を軽減するためには、用いるボードの曲げ振動を抑える方法が有効である。異なる特性のボードや重量のあるダンピング材を張り合わせたボードを用いる対策も考えられたが、施工性の点から軽量でカッターで容易に切断できるボードが望まれた。そこで、ボードの曲げ剛性の向上を期待して、裏面にペーパーハニカムを貼り付けた石膏ボードを製作し、これをGL工法により接着する対策案を試験的に施工することとした。

Fig.6に用いたペーパーハニカム付の石膏ボードの仕様を示す。ペーパーハニカム付石膏ボードの施工時に、GLボンドはハニカムの空隙に入り込むので、通常のGL工法と同様に石膏ボードとGLボンドは密着する。

Fig.7に外壁部のボードが未施工の状態、石膏ボードをGL工法によって施工した場合、ペーパーハニカム付石

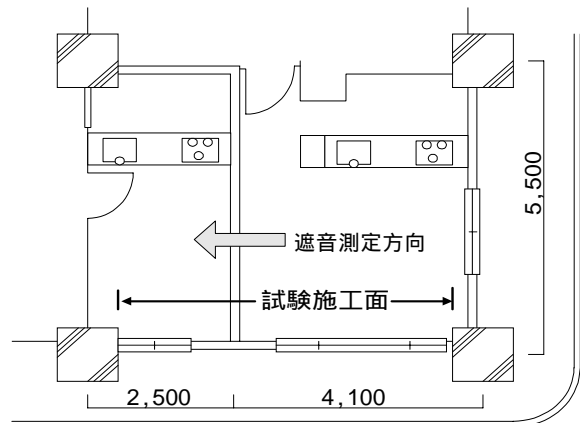


Fig.5 試験に用いた住戸の平面図

石膏ボードをG L工法によって施工した場合の室間平均音圧レベル差を示す。

Fig.7を見ると,未施工の状態ではD-45であったが,一般の石膏ボードによるG L工法ではD-40と1ランク遮音等級が低下している。ペーパーハニカム付石膏ボードを用いたG L工法では,室間平均音圧レベル差がD-45と未施工の状態と同等の特性となっており,ペーパーハニカムの効果が示されている。

ただし,ここで得られたパーハニカム付石膏ボードを用いた際の室間平均音圧レベル差の改善量は,ペーパーハニカムによる曲げ剛性の向上のみからでは説明できない程に大きい。ペーパーハニカムは,曲げ剛性向上以外に,石膏ボード背後の空気層内部での共鳴現象を低減する効果があると推察される。

#### 4.まとめ

集合住宅における遮音測定結果から,現状における遮音性能上の問題点について明らかにした。また,住戸間の遮音性能を低下させる一因である側路伝搬音の対策として,ペーパーハニカムを裏打ちした石膏ボードを用いた工法を開発し,試験的に現場適用を図った。得られた結果を以下にまとめて示す。

- 1)断熱巻き込み部に断熱モルタルを用いた場合,遮音性能の低下は生じない。
- 2)S1工法を断熱巻き込み部に用いた場合,遮音性能が低下しない場合と低下する場合があります,遮音性能低下の要因については今後の検討課題となる。
- 3)断熱巻き込み部において,断熱材の上にモルタル,ボードによって仕上げられた場合に遮音性能は低下し,遮音等級でD-40となる事がある。
- 4)側路伝搬音は,住戸間に振動の伝搬を抑制する梁や柱が無く,外壁部がG L工法によって仕上げられている場合に問題となり,計画によってはD-40となる事がある。
- 5)開発したペーパーハニカム付き石膏ボードを用いた工法は,側路伝搬音の影響を抑えるのに有効であり,石膏ボードを用いたG L工法に比べ,500Hz帯域付近で10dB程度の改善が期待できる。

#### 謝辞

本研究にあたり,本社設計部,工事事務所の各位に御協力を頂いた。記して感謝の意を表します。

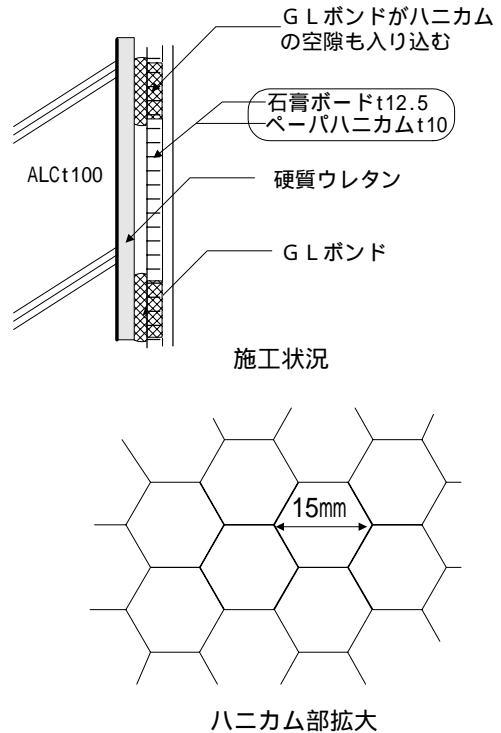


Fig.6 実験に用いたペーパーハニカム付石膏ボード

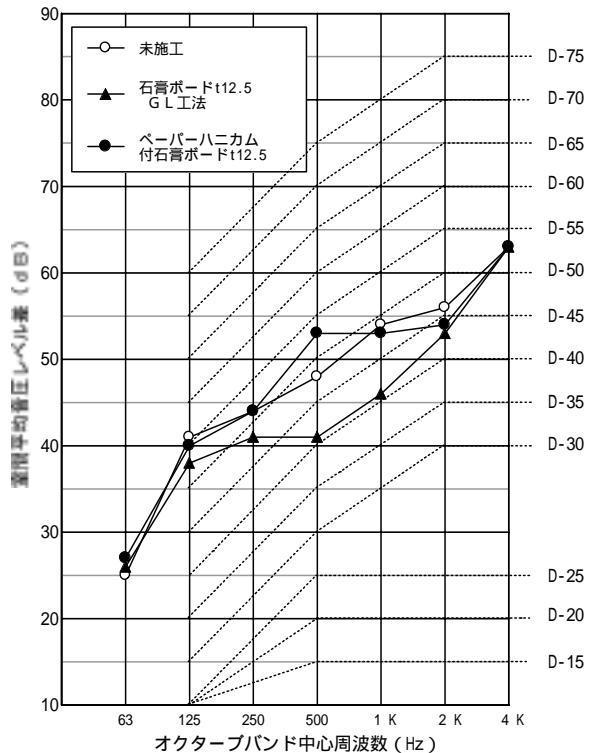


Fig.7 測定結果