

世界初の音響技術の確立

「2枚のせっこうボードの組合せと張り合わせ技術」

発表日:2008年2月20日

1. 開発の経緯

せっこうボードを面材とした乾式二重壁は、その優れた遮音性能が高く評価され、日本だけでなく欧州や米国においても数多くのマンションの戸境壁に採用されています。しかし、その性能を向上させる音響技術には未だ確立されていない項目がありました。例えば、壁を構成する面材に比重や厚さが違う2種類のせっこうボードを組合せることが効果的であることは良く知られていますが、系統的な実験によって得られたデータは無く、最適な組合せとなる面材の具体的な選び方は分かっていませんでした。

そこで、当社は乾式二重壁を構成する面材に注目し、面材の“組合せ”や“張り合わせ方法”が、その遮音性能に与える影響について東京大学名誉教授・千葉工業大学教授 橘 秀樹 博士の指導のもと、遮音実験等も含め実践的な研究開発を進め、この度その技術がようやく解明でき、世界で初めて「音響技術として確立」することができました。

2. 確立した音響技術の概要

まず、本論に入る前に、同技術の基礎となる“コインシデンス効果”という現象について説明致します。

乾式二重壁は、図1に示す通り間柱の両面に面材(せっこうボードなど)を張り付けた構成となっています。すべての面材には面材自体に振動しやすい周波数があり、この周波数をコインシデンス周波数と言います。コインシデンス周波数と同じ周波数の音はその面材を透過していき、乾式二重壁の遮音性能もその周波数で低下してしまいます。これをコインシデンス効果と呼びます。図2はせっこうボード(厚さ12.5mm)のコインシデンス効果をモデル化したものです。せっこうボード(厚さ12.5mm)のコインシデンス周波数は約3000Hzであり、様々な周波数の音がこのボードに入射したときに、コインシデンス周波数と同じ3000Hzの音はボードを共振させ、その結果簡単にボードを透過してしまいます。

今回、紹介する技術は、面材の“組合せ方”や“張り合わせ方”を工夫することで、このコインシデンス効果による遮音性能の低下を防止する方法です。

その方法は、

- 1) 2枚の面材の最適な組合せは、コインシデンス周波数の差が0.8オクターブとなる面材を選ぶこと
- 2) 面材が最適な組合せの場合は、ボード用接着剤を点付けして張り合わせる
- 3) 面材の組合せが不適切な場合は、特殊制振接着剤を全面に塗布して張り合わせる

の3つとなります。以下に、この内容を具体的に説明します。

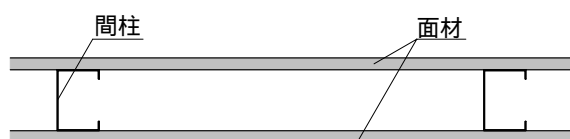


図1 乾式二重壁

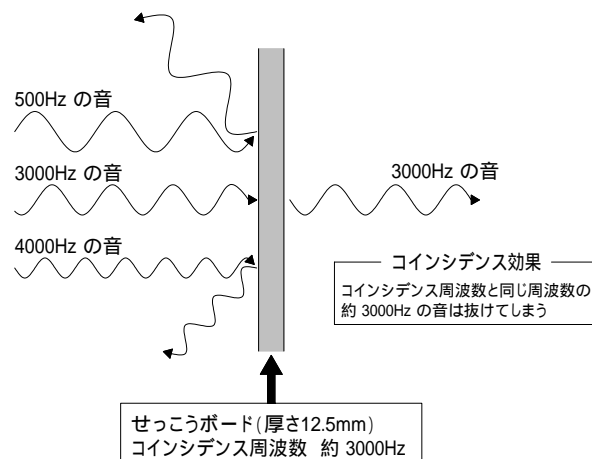


図2 せっこうボード(厚さ12.5mm)のコインシデンス効果(イメージ図)

1) 1つ目の方法の詳細を図3で説明します。硬質せっこうボード(厚さ 9.5mm)のコインシデンス周波数は約 3000Hz で、3000Hz の音が透過してしまいます。同様に強化せっこうボード(厚さ 21mm)は 1600Hz の音が透過してしまいます。ここで、この2つのせっこうボードを組合せると、お互いの欠点を補い合い遮音性能の低下がなくなりました。この結果から、2枚の面材のコインシデンス周波数の差が 0.8 オクターブとなる組合せが最適であることが分かりました。

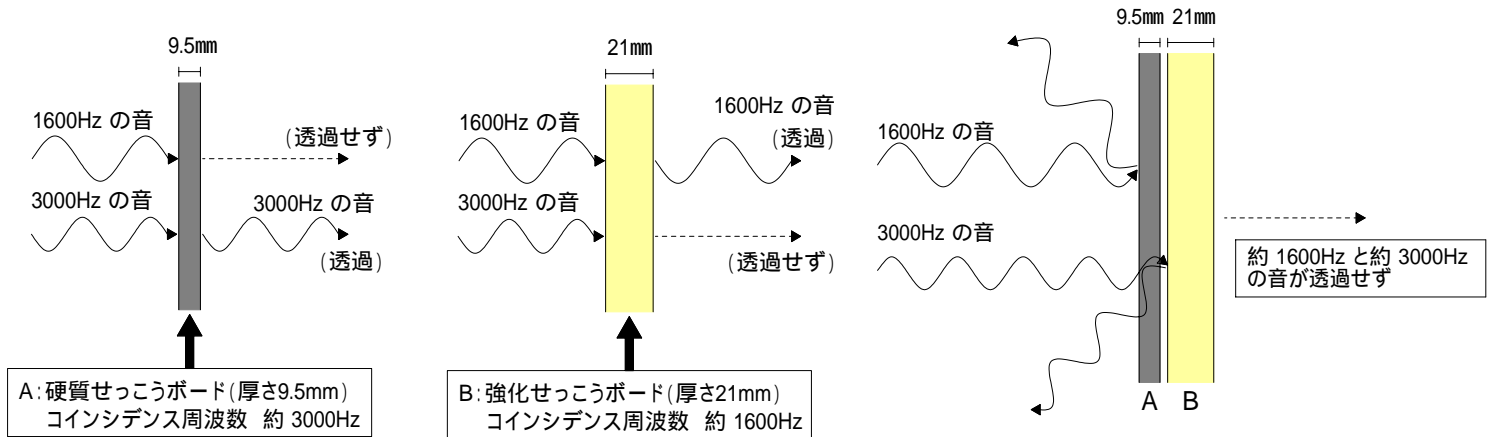


図3 最適な面材の組合せと遮音性能(イメージ図)

2) 2つ目の方法を図4に示します。前述した通り、「A:硬質せっこうボード(厚さ 9.5mm)」と「B:強化せっこうボード(厚さ 21mm)」は最適な組合せとなります。そして、組合せが最適な場合は、ボード用接着剤を点付し張り合わせる事が重要です。この張り合わせ方は A と B のお互いの振動を最も効率良く打ち消し合うことができ、コンシデンス効果による遮音性能の低下を防止することができます。しかし、図5に示すように最適な組合せであってもボード用接着剤を全面に塗布して張り付けると、先ほどの効果が無くなってしまいます。これは全面に塗布した接着剤が硬く固まり A と B が完全に一体化し、厚さ 30.5mm の 1 枚のせっこうボードとなり、この新たにできたボードのコインシデンス周波数 1200Hz で遮音性能が低下するからです。

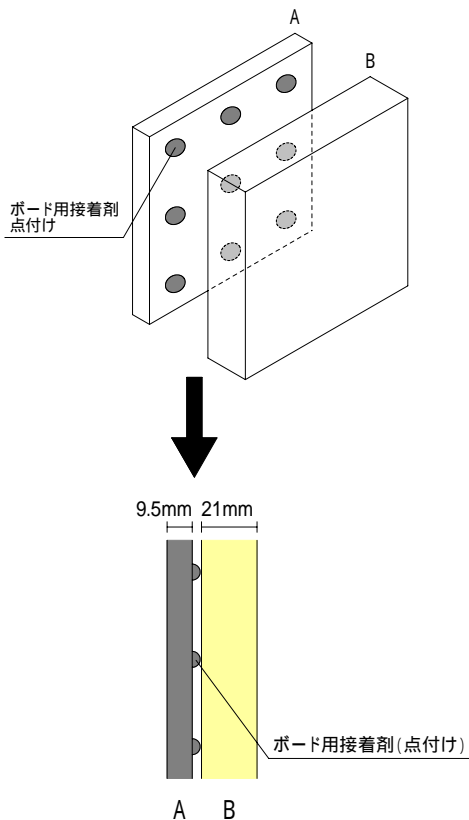


図4 面材の組合せが最適な場合の張り合わせ方

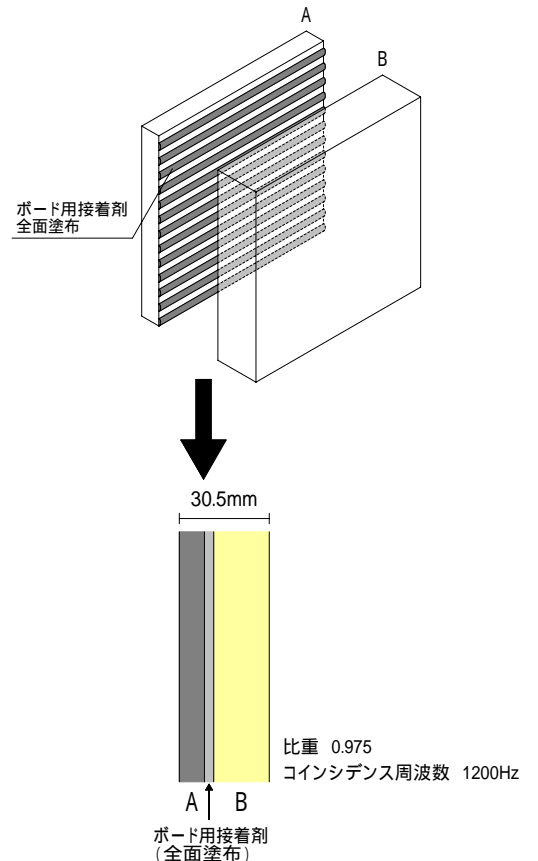


図5 誤った張り合わせ方法で生ずる遮音欠損

3) 3つ目は、同じせっこうボードの C を張り合わせる場合の改善方法です。同じボードの組合せは、コインシデンス周波数が同じで、不適切な組合せです。図6に示す通り、ボード用接着剤を点付けし2枚のCを張り合わせると、夫々が同じ周波数で振動するため約 3000Hz で遮音性能が低下します。これに対して図7に示すように、弾力性が保持される特殊制振接着剤を全面塗布して張り合わせると C 自体の振動が抑制され、コインシデンス効果による遮音性能の低下が防止されます。因みに、図8に示すようにボード用接着剤を全面塗布して C 同士を張り合わせると、2枚の C が一体化し 25mm のせっこうボードとなり、新たに出来た 1600Hz のコインシデンス周波数で遮音性能が低下します。くわしくは、YOSHINO 技術レポート No.26 を参照願います

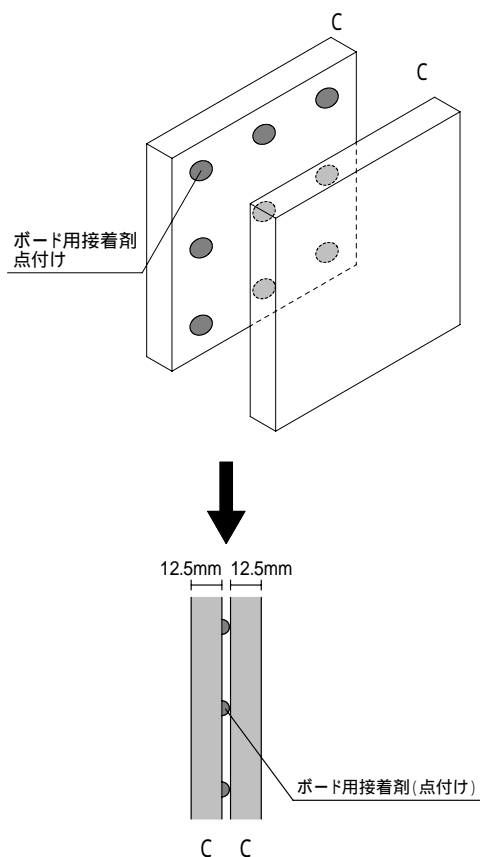


図6 不適切な組合せと張り合わせ方法

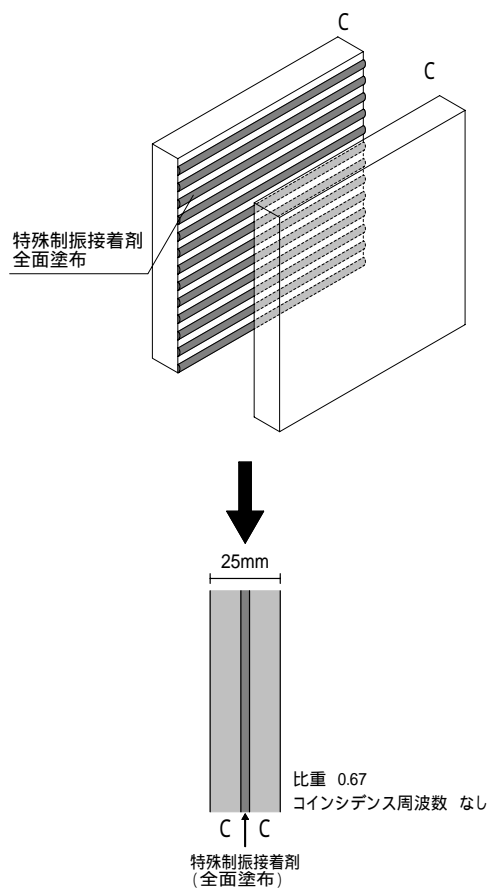


図7 特殊制振接着剤で遮音性能を向上する方法

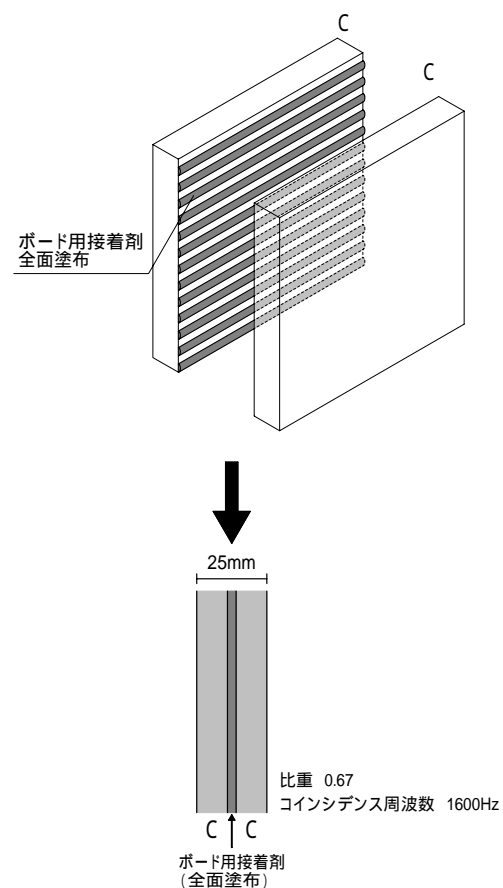


図8 接着剤の種類を誤って張り合わせた場合(図6と比較)

3. 当社が世界に発表した論文

この音響技術は、実用的な新規の音響技術として認められ、欧州の音響専門雑誌「アプライド・アコースティクス applied acoustics (応用音響)」と「国際騒音制御工学会 The International Institute of Noise Control Engineering (略して Inter-Noise)」に論文が掲載され、世界的にも注目されております。ここに、当社が世界に発表した論文をご紹介します。

(1) 「アプライド・アコースティクス(応用音響)」(applied acoustics)の論文

【題名】「Development of multiple drywall with high sound insulation performance

(高い遮音性能を持つ乾式多重壁の開発)」

【論文の要約】

せっこうボードにはその厚さ、比重の違いによって特定の周波数で共振するという特性がある。その特性をコインシデンス効果といい、その周波数でボードの遮音性能は大きく低下します。当論文は、基礎的実験・検討から乾

式壁の開発に至るまでの経緯を14ページにわたって詳細に述べており、高い遮音性能を持つ乾式多重壁を開発するために、ボード用接着剤を点付けしてコインシデンス周波数の異なった2枚のせっこうボードを張り合わせ、コインシデンス効果による性能低下を改善する具体的方法を世界で初めて紹介しています。

注) 当雑誌は、120年の歴史を持つオランダの科学雑誌社「エルゼビア(ELSEVIER)」から発行される世界で最も権威ある音響技術専門雑誌で、厳しい査読(審査)の上、世界的に重要な音響技術と評価された論文のみを掲載しています。当社の論文も厳しい査読の結果、当雑誌への掲載が実現しました。

(2) 国際騒音制御工学会のブラジル(リオデジャネイロ)大会での論文

【題名】

「Alleviation of the coincidence effect in double-layered plasterboards composing multiple drywall systems
(乾式多重壁を構成する張り合わされた2枚のせっこうボードのコインシデンス現象の軽減)」

【論文の要約】

せっこうボードを用いた乾式二重壁は、音響性能的に多くの優れた特性を持っているが、欠点も持ちあわせている。その欠点を改善するために 互いに異なった特性を持つ2枚のボードを張り合わせることで、2枚のせっこうボードの張り合わせに用いる接着剤の種類と施工方法を工夫すること、の2つの技術がある。

注) 国際騒音制御工学会は The International Institute of Noise Control Engineering を略して Inter-Noise と呼ばれており、騒音・振動及びその制御に関する学術・技術の発展と普及を図り、生活環境の保全と向上に寄与することを目的に 1974 年に設立された学会です。

以上