

RC とせっこうボードの二重壁における遮音性能に関する実験

－空気層を大きく取れる場合－

Experimental study on sound insulation performance of double walls with RC and gypsum board - In the case of large air layer -

キーワード

せっこうボード, RC 壁, ふかし壁,
低域共鳴周波数, 音響透過損失

平岡 千春*, 吉岡 清*

研究概要

RC 壁に対しては、空気層を設けてせっこうボード壁を付加する場合があります、通例「ふかし壁」と呼ばれる。ふかし壁の空気層厚さを 50～80 mm とした先行研究例では、二重壁の低域共鳴周波数の計算値が 63～125 Hz のオクターブバンドに入る値となり、これらの周波数では遮音性能が低下することが報告されている^{1,2)}。空気層を 220 mm, 330 mm などと大きくとれる場合、低域共鳴周波数はより低域に移動するため、低音域においても遮音性能を確保できる可能性があると考え、実験によって検証を行った。実験の結果、空気層を大きくすると、低音域の遮音欠損の改善が確認された。さらに、共鳴周波数が低域に移動したことを確認するために、インパクトハンマ加振による応答を計測する実験を行ったところ、計算値に対応する周波数にピークが確認された。

1 はじめに

RC 壁においては、内装仕上げの施工的観点から、せっこうボードなどの内装壁を付加する場合があります、通例「ふかし壁」と呼ばれる。ふかし壁は、界壁に用いる場合は、両面のふかし壁になるが、外壁を RC とする場合には片面のみとなる。ふかし壁の存在によって、界壁、外壁の遮音性能は、一般的に向上するが、空気層を有することで、低音域でこの空気層に起因する共鳴現象が生じ、遮音性能を低下させることが知られている。通例、室面積を確保するため、ふかし壁の厚さは極力小さいものが求められ、先行研究例^{1～3)}では 50 mm～80 mm としたものが一般的である。この程度の空気層においては、二重壁の低域共鳴周波数の計算値が 63 Hz～125 Hz のオクターブバンドに入る値となり、これらの周波数では、RC 単体の遮音性能を下回るとする報告例も見られる^{1,2)}。

本書では、ホールなどの外壁を構成する RC 壁にせっこうボードによるふかし壁を用いるような場合、空気層を大きく取れる場合があることに着目し、低域共鳴周波数が、63 Hz のオクターブバンド帯域より小さな値（計算値）とすることもできることから、先行研究例（空気層 50 mm～80 mm）で報告されているような、低音域での遮音欠損が回避できるのではないかと考え、これを実験によって確認

した結果に関してまとめたものである。実験は、せっこうボードの仕様、空気層に充填するグラスウール（以下、GW）の仕様などの影響も分かるように実験変数を設定して行った。

2 実験概要

2.1 実験方法

実験ケースを表-1に示す。遮音実験は、佐藤工業技術センターの音響実験施設⁴⁾において、JIS A 1416 : 2000 「実

表-1 実験ケース

せっこう ボード壁 厚さ (mm)	せっこう ボード側 GW	RC 側 GW	空気層と 実験ケース名	
			220mm	330mm
9.5+12.5	-	-	A1	B1
9.5+12.5	-	24k100mm	A2	B2
9.5+12.5	24k50mm	-	A3	B3
9.5+12.5	24k50mm	24k100mm	A4	B4
12.5	24k50mm	24k100mm	-	B5
12.5+12.5	24k50mm	24k100mm	-	B6

* 技術センター 建築研究部

験室における建築部材の空気音遮断性能の測定方法」に基づいて行った。

2.2 ふかし壁の試験体

試験体例を図-1に示す。残響室間に挿入するRC 200mmの移動式カセットをRC壁とし、空気層などを変化させたせっこうボード壁を施工してふかし壁とした。なお、外壁を想定しているため、ふかし壁は片面のみとした。ふかし壁の施工にあたり、スタッド間隔は455 mmとし、高さ1.2 m位置に振れ止めを施工した。せっこうボードは、下張り12.5 mm、上張り9.5 mmの2枚張りを基本とし、せっこうボードの割り付け位置はどの条件でも同じとした。スタッドと下張りせっこうボードの固定はビス留めとし、周辺部200 mm、中間部300 mm間隔で固定した。上張りは、接着剤を300 mm間隔で100 g/m²塗布して張付け、ステーブルを用いて300 mm間隔で固定した。上張りせっこうボードと残響室躯体の取合いはシーリング材で四周処理を行った。せっこうボード壁の施工状況を写真-1, 2に示す。

ふかし壁内部のGWは、RC壁とした移動式カセットを出し入れすることで、RC側及びせっこうボード側の挿入GWを施工/撤去し比較することができる。せっこうボード側は24 k50 mmのGWをスタッドの間にはめ込み、RC側はスピンドルピンをRC面に接着し、24 k100 mmのGWを差し込んで固定した。GWの施工状況を写真-3, 4に示す。

3 実験結果

空気層220 mm、330 mmの実験結果を図-2に比較して示す。せっこうボードを基本仕様(9.5 mm+12.5 mm)とした場合だが、いずれの空気層においても、125 Hz以下の帯域でRC壁単体の遮音性能を下回る現象は見られず、低音域でのふかし壁の遮音欠損を改善していることが確認された。330 mmと220 mmの差異はわずかとなっている。GWを付与すると、全帯域でさらに2~3 dB、遮音性能は向上する。GWを、RC側に挿入するか、せっこうボード側に挿入するか、による差異はわずかであるが、63 Hz帯域のみGWをせっこうボード側に挿入すると、GW挿入のない場合を下回る結果となっている。

図-3は、空気層330 mmにおいて、せっこうボード仕様

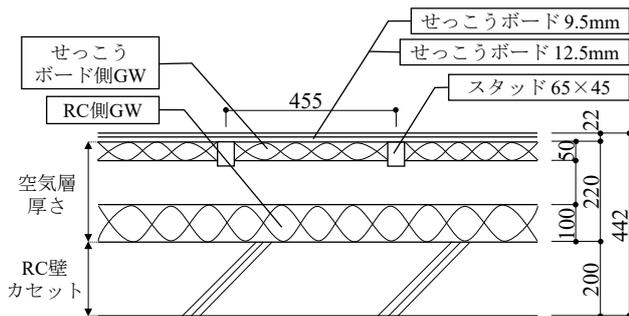


図-1 試験体例 (A4)

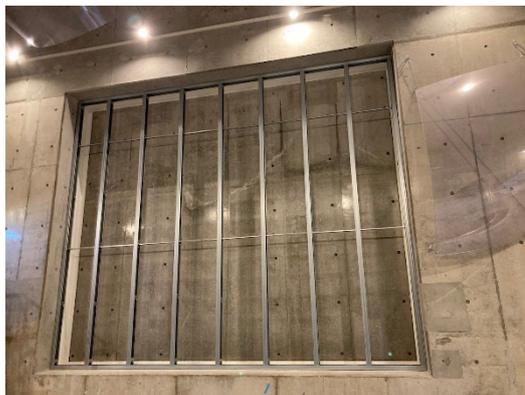


写真-1 鋼製下地施工状況



写真-2 せっこうボード壁施工状況

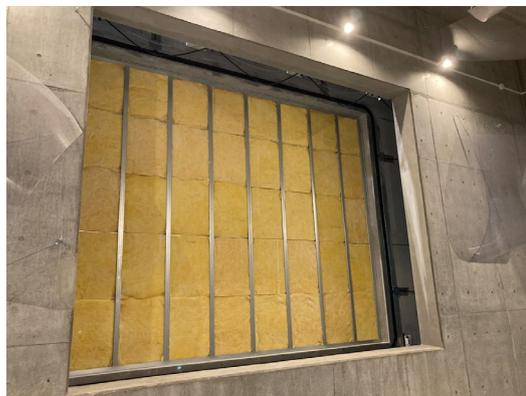


写真-3 GW施工状況（せっこうボード側）



写真-4 GW施工状況（RC側）

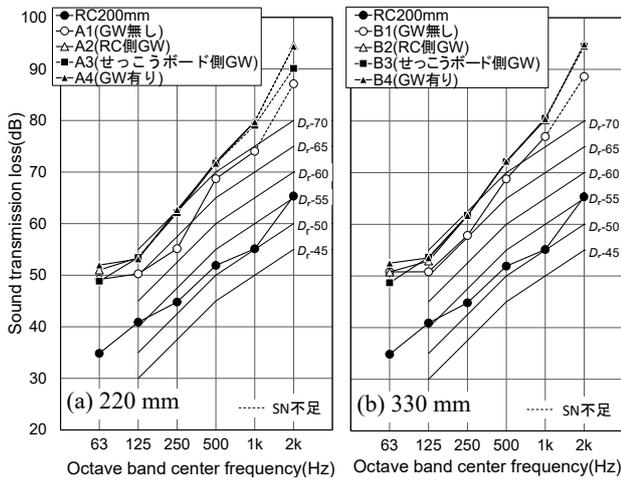


図-2 音響透過損失の測定結果

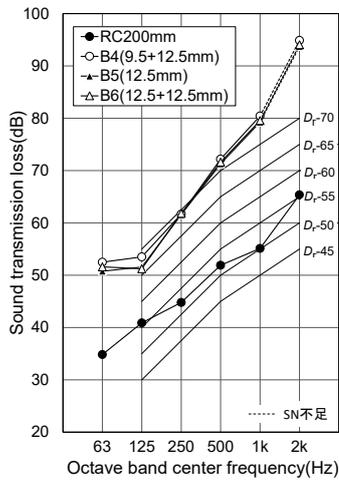


図-3 音響透過損失の測定結果
(せっこうボードの仕様)

を変えた場合の比較である。ここで比較した中では基本仕様である B4 (9.5 mm+12.5 mm) が、最も遮音性能が大きい結果となった。

4 低域共鳴透過現象の検討

ふかし壁の低音域での遮音性能の低下が、低域共鳴現象であるかの検討が先行研究¹⁾で行われているが、本報では、空気層を大きくとることで、この低域共鳴周波数 f_r が低域に移動したのかを確認することを目的として、簡単な実験を行った。

二重壁の低域共鳴周波数 f_r は、式(1)で与えられる⁵⁾。

$$f_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m_1+m_2}{m_1 m_2} \cdot \frac{\rho c^2}{d}} \dots \dots (1)$$

ここに、 f_r : 共鳴周波数 (Hz), d : 空気層厚さ (m)
 m_1, m_2 : 二重壁それぞれの部材の面密度 (kg/m^2)
 ρ : 空気密度= $1.2 (\text{kg/m}^3)$, c : 音速= $340 (\text{m/s})$

表-2 共鳴透過周波数

実験ケース	せっこうボードの仕様		RC壁の仕様		空気層 d (mm)	共鳴周波数 f_r (Hz)
	厚さ (mm)	面密度 m_1 (kg/m^2)	厚さ (mm)	面密度 m_2 (kg/m^2)		
A1	9.5+12.5	16.5	200	460	220	31.7
B1					330	25.9

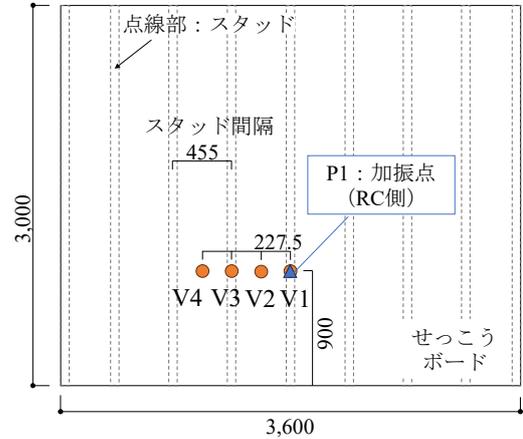


図-4 ハンマ加振点 (P1) と振動加速度レベル測定点 (V1~V4)

式(1)から、本実験の条件を RC 壁とせっこうボード壁の二重壁として表-2に示す条件により計算を行った場合、基本仕様のせっこうボード壁に対して、空気層220 mm で 31.7 Hz, 330 mm で 25.9 Hz と計算される (先行研究例は空気層80 mm で 52 Hz)。計算された低域共鳴周波数は、遮音実験に用いるスピーカでの音響加振領域 (50 Hz 以上) に入らないため、RC 面をインパクトハンマで加振し、せっこうボード表面に設置したピックアップで振動加速度を測定することにより検討した。

測定点を図-4に示す。加振点は RC 側の高さ900 mm の位置とし、測定点はせっこうボード側における加振点と同じ位置を V1として、227.5 mm 間隔で計4点設定した。インパクトハンマによる加振状況を写真-5、加速度ピックアップの設置状況を写真-6に示す。インパクトハンマは500 Hz 以下の周波数で平坦な加振特性を有している (図-5)。

測定結果を図-6に示す。これを見ると、計算値とはやや異なるが、32 Hz 付近にピークがみられ、他にも63 Hz, 110 Hz 付近にピークがある。GW を挿入した場合、32 Hz のピークが低域に移動する様子が確認された。また、測定点間での加速度応答の大きさに大きな差異がないことも指摘できる。この周波数が、想定通り共鳴透過の周波数が低域に移動したのかは、本測定例のみでは、測定点数も少ないことから、今後さらに検討が必要である。

5 まとめ

RC とせっこうボードの二重壁について、音響透過損失実験を行い、先行研究例 (空気層厚さが50 mm~80 mm 程度) で報告されている125 Hz 以下の低周波数域における遮音欠損が、空気層を大きくすることで改善されるかの検討



写真-5 インパクトハンマによる加振状況

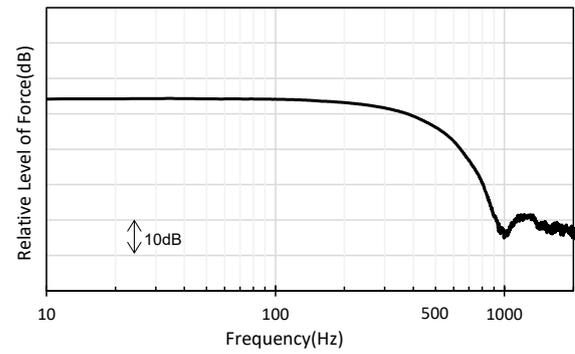


図-5 加振力の周波数特性



写真-6 加速度ピックアップ設置状況

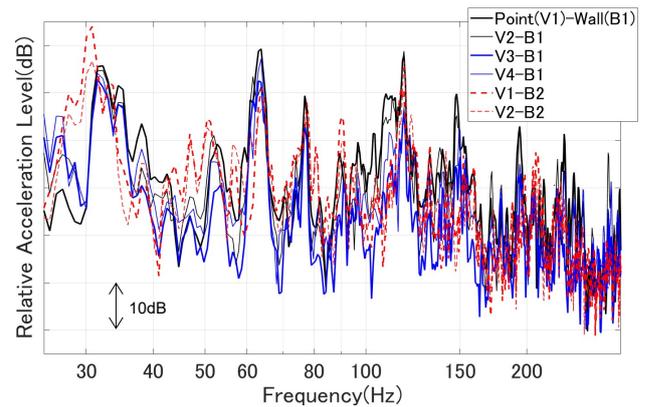


図-6 ハンマ加振時の振動加速度レベル応答

を行った。

実験は、空気層厚さ、せっこうボードの仕様、GWの挿入位置の異なる条件で実験を行い、それらによる影響を考察した。実験の結果、空気層を220 mm、330 mmとしたとき、125 Hz 以下での遮音性能の低下は確認されず、低音域の遮音欠損を改善していることが確認された。また、ふかし壁内部にGWを挿入すると、全帯域で2~3 dB 遮音性能が向上することがわかった。

さらに、空気層を大きくしたことにより、低域共鳴周波数が低域に移動しているのかを確認するためにインパクトハンマによる加振実験を行った結果、低域共鳴周波数の計算値に対応する周波数でピークを持つことが確認された。今後さらに測定例を増やし詳細な検討を継続することが望まれる。

参考文献

- 1) 山田哲也, 藤橋克己: RC とせっこうボードの二重壁の遮音性能に関する実験的検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.263-264, 2012.9
- 2) 會田祐: コンクリート壁の二重壁仕上げによる遮音性能に関する実験室検証, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.279-280, 2013.8
- 3) 土江堅治, 會田祐, 魚住正志: 集合住宅の界壁遮音に関する検討事例, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.245-246, 2003.9
- 4) 平岡千春, 吉岡清: 佐藤工業技術センター音響実験施設の概要と音響性能について, 佐藤工業技報, No.47, pp.77-82, 2022
- 5) 日本建築学会: 音響材料の特性と選定, 丸善, 1997.10