

乾式二重壁の遮音性能の改善(リフォーム)方法の検討

正会員 菅谷 寛之 1*
同 松本 敏夫 2**
同 橋 秀樹 3**

乾式壁 二重壁 リフォーム 音響透過損失

1. はじめに

近年広く普及してきたボード面材を用いた乾式二重壁は、多くの技術的工夫によりコンクリート壁よりはるかに遮音性能が向上し、 $TL_D 55$ 以上が一般的な性能になってきた。しかしながら 20~30 年前の乾式二重壁はその遮音性能も低く $TL_D 40 \sim 45$ の性能の壁構造が、多くの集合住宅の戸境壁やホテルの客室間の間仕切壁に採用されていた。上記壁で遮音性能を向上させる(リフォームする)必要が出てきた場合に、以下の3種類の方法が考えられる。壁を壊して性能の良い壁($TL_D 55$ 程度)を建てる 既存壁と平行に独立のふかし壁を設ける 既存壁の両面又は片面に板材を増し張りする。但し、の方法は、費用と日数がかかりゴミが出る の方法は、乾式壁は軽量なのでふかし壁厚が狭いと、ふかし壁と既存壁の間の空気パネによって共振現象が発生し、125~500Hzの遮音性能が既存壁より低下してしまう。従って、の方法が現実的と考えられる。

本報告では、低い遮音性能($TL_D 45$ 程度)の乾式二重壁を残響室に建て、壁の両面又は片面に硬質せっこうボードなどの面密度の大きい3種類の板材を増し張りし、音響透過損失がどの程度向上するか検討を行った。

2. 概要

2-1 リフォーム対象(増し張り前)の乾式二重壁

リフォーム対象の乾式二重壁として、乾式1時間耐火遮音壁として旧来一般的に採用されていた壁構造である軽量鉄骨下地の両面に厚さ15mmの強化せっこうボードを二枚張りし、中空部に密度 2.4 kg/m^3 厚さ50mmのグラスウール(GW)を挿入した構造(以下基本壁)を選定した。同壁に増し張りを行う試験体概要を図1に示す。

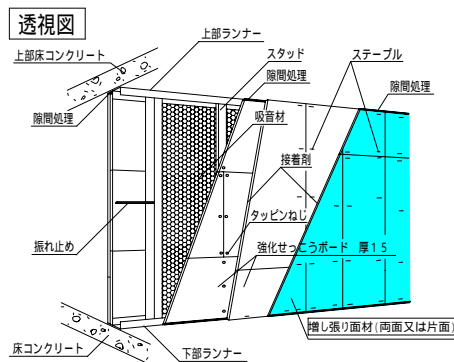


図1 試験体概要

2-2 試験体

増し張りなしの基本壁及び基本壁の両側(試験体A~C)又は片側(試験体a~c)の壁全面に表1の3種類の板材を増し張りした構造を試験体として音響透過損失を測定した。

表1 試験体仕様

No	増し張り面材	水平断面図
基本壁		
両面増し張り壁	A 9.5GB-H B 17制振パネル C 10.5鉛板複合ボード	
片面増し張り壁	a 9.5GB-H b 17制振パネル c 10.5鉛板複合ボード	

面材の前の数字は面材厚(mm)を示す。
GB-H: 硬質せっこうボード(普通せっこうボードの約2倍の比重のせっこうボード)
制振パネル: 硬質せっこうボード(厚7mm)とせっこうボード(厚9.5mm)を制振作用のある接着剤で張り合わせた複合パネル
鉛板複合ボード: せっこうボード(厚9.5mm)と鉛板(厚1mm)を張り合わせた複合ボード

3. 測定結果

表2に基本壁の音響透過損失、基本壁よりの各試験体の遮音性能向上量、遮音性能の評価量として TL_D (遮音等級曲線による評価値)と $Rm_{(1/3)}$ (各周波数の音響透過損失の算術平均値)及び式(1)にて求めた試験壁の低音域共鳴周波数 fr (以下試験体ごとに区別する時は $fr_{(A)}$ 、 $fr_{(B)}$ 等と表記)を示す。図2に各試験体の音響透過損失を示す。

表2 遮音性能の測定と fr の計算結果

No		中心周波数(Hz)						TL_D (下注)	$Rm_{(1/3)}$ (dB)	fr (Hz)
		125	250	500	1K	2K	4K			
基本壁	透過損失(dB)	27	45	54	59	53	57	42	50	68
A	遮音性能向上量(dB)	7	5	3	3	14	8	7	6	56
B	遮音性能向上量(dB)	10	7	4	6	22	22	10	11	53
C	遮音性能向上量(dB)	11	9	5	9	24	19	11	12	52
a	遮音性能向上量(dB)	3	2	2	2	8	4	3	3	62
b	遮音性能向上量(dB)	5	4	2	3	11	11	5	7	61
c	遮音性能向上量(dB)	6	4	3	5	11	8	6	7	61

測定機関: 吉野石膏(株)総合性能試験センター 総合音響試験室
注: 基本壁以外の TL_D 及び $Rm_{(1/3)}$ は遮音性能向上量

$$f_r = 1/2 \times \sqrt{[(m_1 + m_2)/m_1 m_2] \times (c^2 / d)} \quad (\text{Hz}) \quad (1)$$

m_1, m_2 : 片側の壁の面密度(kg / m²)

d : 中空層厚(m)、 c : 空気中の音速 341(m / s)

c : 空気中の音速 341(m / s)

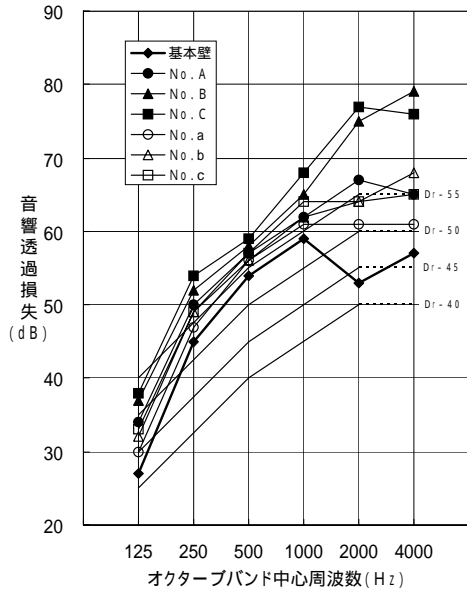


図2 試験体の音響透過損失

4. 考察

図3に各試験体X(X=A~c)の125~500Hzまでの遮音性能を、式(2)でもとめた $Kr_{(X/基本壁)}$ を横軸に、遮音性能向上量を縦軸にして表わす(但し、1000~4000Hzは使用面材のコインシデンス(f_c)の影響で遮音性能向上量が大きくなるので除外した)。

$$Kr_{(X/基本壁)} = \log_2(f_{r(X)} / f_{r(基本壁)}) \quad (\text{オクターブ}) \quad (2)$$

* 式(2)は $f_{r(X)}$ が $f_{r(基本壁)}$ よりどの程度低音域へ移動したかをオクターブ単位で表現した値で、-0.5は0.5オクターブ低音側へ移動した事を意味する(X=A~c)。

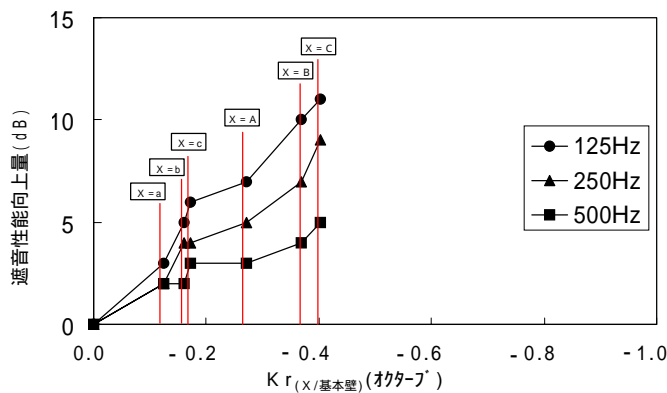


図3 Kr と遮音性能向上量

遮音性能向上量は、 Kr の負の値が大きくなるほど、比例的に大きくなり、その遮音性能向上量は、125 > 250 > 500Hzと低音ほど大きくなった($Kr = -0.4$ で125, 250, 500Hzが11, 9, 5dBの遮音性能向上量)。更に、同壁の場合は125Hzで TL_D が決定されているので、効率良く TL_D を向上させることができた。

5. まとめ

乾式二重壁は過去の研究で明らかなように、図4の実線で示される遮音性能を有しており、遮音性能の低下が低音域(f_r)と高音域(f_c)に見られ、それぞれ低音域共鳴透過周波数、コインシデンス限界周波数と呼ばれている。

遮音壁の遮音性能(TL_D 値)は、125~4KHzの周波数帯域で評価するので、 TL_D 値を向上させるには f_r と f_c の影響を同周波数帯域で低減させれば良い。今回の試験では方法として、 f_r については基本壁に増し張りを行い $f_{r(基本壁)}$ (=68Hz)を $Kr_{(X/基本壁)}$ だけ低音側に移動させ $f_{r(X)}$ (X=Cのとき52Hz)とし、 f_r を125~4KHzの帯域から遠ざけた(図4の実線の遮音性能曲線が点線の曲線に移動)。遮音性能向上量は、 f_r の移動量である $Kr_{(X/基本壁)}$ の負の値(絶対値)が大きい程(f_r が125Hzから、より低音側に遠ざかるので)向上した。 f_c については、基本壁に使用した面材と振動特性の異なる面材を増し張りし、基本壁の面材の振動を抑えて遮音性能を向上させた。この結果、基本壁の遮音性能は TL_D で3~11dB、 $Rm_{(1/3)}$ で3~12dB向上させる事ができた。但し、下地構成等が異なる壁構造の場合には、異なった遮音特性(遮音性能向上量)になる可能性がある、これは今後の検討課題としたい。

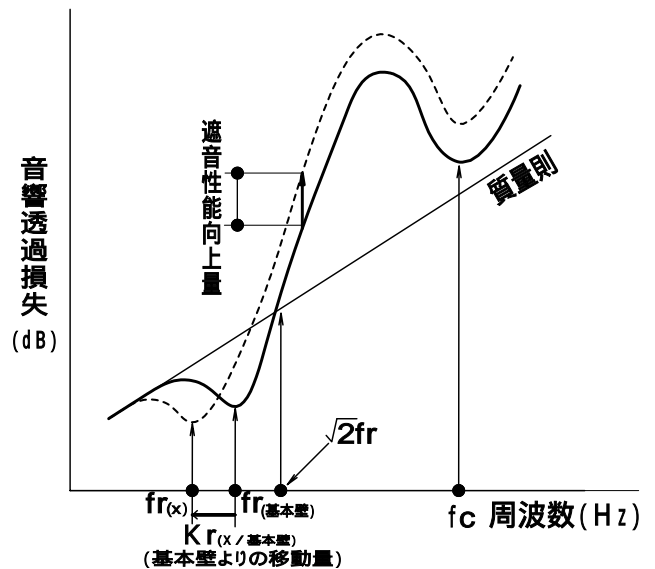


図4 二重壁の遮音性能と f_r, f_c の影響

[参考文献] 建築の遮音設計資料 (社)日本建築学会編

* 吉野石膏株式会社
 ** 吉野石膏株式会社・工博
 *** 千葉工業大学・教授・工博

* YOSHINO GYPSUM CO.LTD.
 ** YOSHINO GYPSUM CO.LTD.,Dr.Eng.
 *** Prof.,Chiba Institute of Technology,Dr.Eng.