

RC 壁の遮音性能の改善 (リフォーム) 方法の検討

正会員 内田 正之 1*
同 松本 敏夫 2**
同 橋 秀樹 3**

RC 壁 リフォーム 音響透過損失
1. はじめに

ホテル、集合住宅などに使用されている RC 壁で、遮音性能の適用等級が低い建築物には、厚さ 120 ~ 150mm 程度が用いられている。しかし、RC 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、モルタルを塗り増したり、空気層を設けずにボードを張り増して壁重量を 20% 増やしても音響学的(質量則)に遮音性能は 1 ~ 2dB しか向上しない。本報告では RC 壁の遮音性能を効率良く向上させる目的で、上記用途に一般的に用いられている壁厚 150mm の RC 壁とほぼ同等の性能をもつ厚さ 120mm の重量コンクリートブロックの両面にモルタルを塗った壁(総壁厚 150mm : 以下基本壁)を残響室に建て、壁の両面又は片面に独立のふかし壁を設けた場合に、音響透過損失がどの程度向上するか検討を行った。

2. 試験体概要

図 1 に試験体概要を示すが、基本壁及び同壁にふかし壁を両面(表 1)又は片面(表 2)に設置して音響透過損失を測定した。

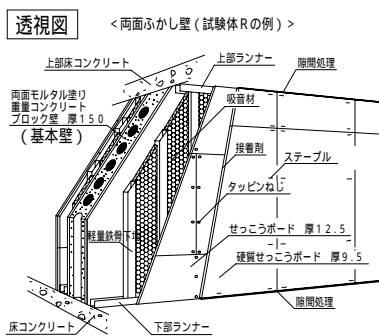


図 1 試験体概要

表 1 試験体 (両面ふかし壁)

試験体No	ふかし壁の仕様			
	上張り面材	下張り面材	吸音材	壁厚(h)
P	9.5GB-H	12.5GB-R	無し	65mm
Q	9.5GB-H	12.5GB-R	無し	100mm
R	9.5GB-H	12.5GB-R	GW	65mm
S	9.5GB-H	21GB-F	無し	110mm
T	9.5GB-H	21GB-F	GW	70mm

表 2 試験体 (片面ふかし壁)

試験体No	ふかし壁の仕様			
	上張り面材	下張り面材	吸音材	壁厚(h)
p	9.5GB-H	12.5GB-R	無し	65mm
q	9.5GB-H	12.5GB-R	無し	100mm
r	9.5GB-H	12.5GB-R	GW	65mm
s	9.5GB-H	21GB-F	無し	110mm
t	9.5GB-H	21GB-F	GW	70mm

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
: 普通のせっこうボードの約2倍の比重のせっこうボード
GB-R: 普通のせっこうボード
GB-F: 強化せっこうボード
GW: グラスウール 密度24 kg/m³ 厚み25mm

3. 測定結果

表 3 に基本壁の音響透過損失と同壁を基準としたときの各試験体の遮音性能向上量、遮音壁の遮音性能の評価量として TLD (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)、式(1)~(4)にて求めた低音域共鳴透過周波数の fr, $\sqrt{2} fr$, fr₁, fr₂, fm を示す (以下試験体ごとに区別する時は fr(p), fr(q) 等と表記)。図 2 に各試験体の音響透過損失(但し、4000Hz は参考値)を示す。

表 3 遮音性能向上量及び低音域共鳴透過周波数計算結果

No	透過損失 (dB)	中心周波数 (Hz)						TLD	Rm(1/3) (dB)	fr ₁ / fr ₂ 又は fr (Hz)	fm 又は $\sqrt{2} fr$ (Hz)
		125	250	500	1K	2K	4K				
基本壁	透過損失 (dB)	41	47	55	59	63	66	53	53	-	-
P	遮音性能向上量 (dB) (三重壁)	4	7	25	32	28	17	7	21	65/68	94
Q		13	12	28	34	28	18	13	25	48/51	70
R		12	22	28	31	28	19	15	25	65/68	94
S		15	16	28	33	28	17	17	26	41/44	60
T		15	23	27	32	29	19	18	26	58/62	85
p	遮音性能向上量 (dB) (二重壁)	0	6	16	21	23	18	3	14	67	94
q		6	10	18	22	21	18	9	16	49	70
r		4	11	19	23	24	18	7	17	67	94
s		7	12	18	21	21	18	10	17	42	60
t		6	13	19	22	25	19	9	18	60	85

測定機関: 吉野石膏株式会社 総合性能試験センター 総合音響試験室
下線の有るデータは、受音室音圧レベルと暗騒音レベルの差が6dB未満のため参考値
基本壁以外の構造のTLD及びRm(1/3)は、基本壁よりの遮音性能向上量(相対値)

$$fr = 1/2 \times \sqrt{[(m_1 + m_2) / m_1 m_2] \times (c^2 / d_1)} \quad (1)$$

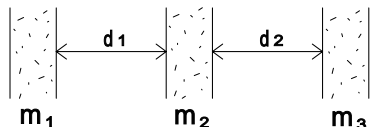
$$fr_1 = 1/2 \times \sqrt{(1 / m_1) \times (c^2 / d_1)} \quad (2)$$

$$fr_2 = 1/2 \times \sqrt{[(m_1 + m_2 + m_3) / m_1 m_2] \times (c^2 / d_2)} \quad (3)$$

$$fm = \sqrt{fr_1^2 + fr_2^2} \quad (4)$$

m_1, m_2, m_3 : 各壁の面密度(kg / m²)

d_1, d_2 : m_1 と m_2, m_2 と m_3 の中空層厚(m)



: 空気密度 1.205(kg/m³) c : 空気中の音速 341(m/s)

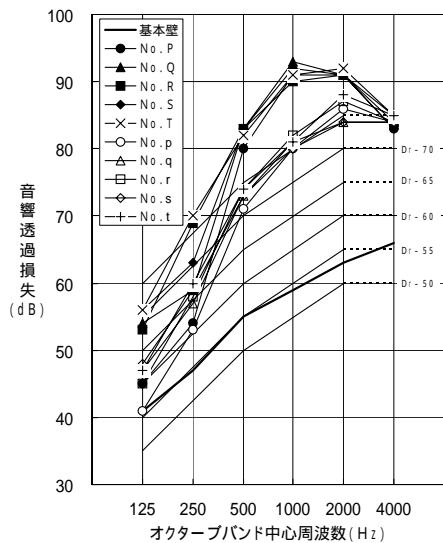


図2 試験体の音響透過損失

4. 考察

図3に式(5)より求めた、三重壁の試験体Pを基準とした時の、同じく三重壁の試験体X(X = Q ~ T)の $K_{m(X/P)}$ を横軸に、試験体Pよりの遮音性能向上量を縦軸にして125 ~ 500Hzのデータを表す(1000 ~ 4000Hzは使用面材のコインシデンス(f_c)等の影響があるので除外した)。

$$K_{m(X/P)} = \log_2(fm_X / fm_P) \quad (5)$$

* 式(5)は fm_X が fm_P 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 = Q ~ T)。

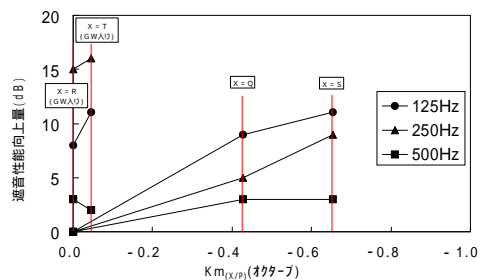


図3 K_m と遮音性能向上量

図4に式(6)より求めた、二重壁の試験体pを基準とした時の、二重壁の試験体X(X = q ~ t)の $K_{r(X/p)}$ を横軸に、試験体pよりの遮音性能向上量を縦軸にして表す。

$$K_{r(X/p)} = \log_2(fr_X / fr_P) \quad (6)$$

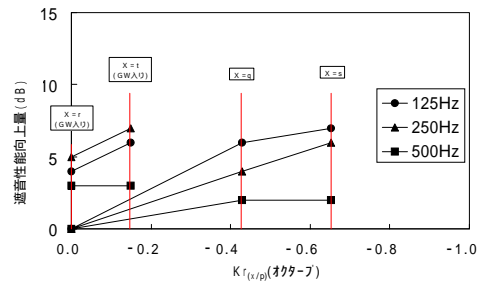


図4 K_r と遮音性能向上量

試験体数が少ないが K_m, K_r が大きくなると遮音性能向上量が比例的に大きくなる傾向にあり、その傾向は125 > 250 > 500Hzと低音ほど大きかった。更にふかし壁設置後の壁は、低音の125又は250Hzで TL_D が決定されているので K_m, K_r が大きくなると効率的に TL_D が向上した。またグラスウール(GW)の効果は、250, 125Hzの低音で大きく、他の周波数では小さかった。

5. まとめ

音響理論上では図5に示すように、二重壁では $\sqrt{2} fr$ 、三重壁では fm の周波数より高音域で、一重壁より(周波数が大きくなるにつれ)遮音性能が大幅に向上する。

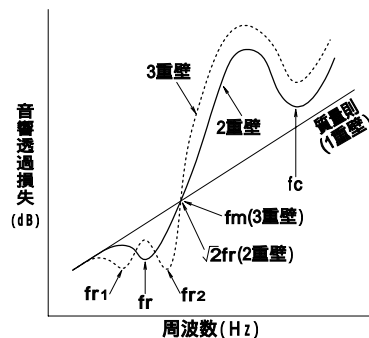


図5 1~3重壁の遮音性能

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、RC壁を想定した基本壁(一重壁)の TL_D 値を向上させるには $\sqrt{2} fr, fm$ を125Hz帯域より低い周波数にしなければならない。この為に、試験体仕様の $\sqrt{2} fr, fm$ を60 ~ 94Hzに設計し、基本壁の TL_D 値を両面ふかし壁仕様で7 ~ 18dB、片面で3 ~ 10dB向上(遮音性能向上量は $\sqrt{2} fr, fm$ が低音になる程向上)させる事が実現できた。更に、各周波数の音響透過損失の算術平均値である $R_{m(1/3)}$ は中高音域で大幅に音響透過損失が向上したので、両面で21 ~ 26dB、片面で14 ~ 18dBと大幅な向上値となった。

[参考文献] 建築の遮音設計資料 (社)日本建築学会編
建築音響 (社)日本音響学会編

* 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.