

阿部今日子・井上勝夫氏の研究(2005)によると、マンション購入時に音に対して「かなり考慮する」「やや考慮する」と答えた住戸購入希望者は98%に上る

マンションの建物品質として音は最重要項目の1つと言える

■音の伝わり方

音は、物体から発生した振動が媒質(振動を伝える仲介物)を介して人の耳に届く

音には、空気音と固体音の2つの伝わり方がある

空気音(空気伝搬音)・・・テレビや楽器の音、話し声など空気を伝わって耳に届く

距離が遠くなると小さく聞こえ、壁や床といった遮蔽物があれば、そのぶん遮断される

→ 空気を介して伝わるため、空気の遮断と防音材を付加することで低減できる

固体音(固体伝搬音)・・・扉の開閉音、モノの落下音、人の歩行音や機械の振動音など建物の躯体に伝わった

振動が、壁や床を振動させることで空気中に放出される

→ 壁や床などの物質を介して振動が伝播するため、対策が難しい

■音の特徴

音は、「大きさ」「高さ」「音色」の3要素で決まる

大きさは音波の「振幅」、高さは音波の「周波数」、音色は音波の「波形」

音の大きさ・・・物体から発生した振動が変化した音圧の大きさ

パスカル(Pa)またはデシベル(dB)という単位で表す

音の高さ・・・1秒間に周期が何回あるか「周波数」で決まり、ヘルツ(Hz)という単位で表す

周波数が高ければ高音、低ければ低音

人間が聞き取れる音は20Hz～20000Hzの範囲だが、敏感に反応するのは1000～4000Hz

音色・・・大きさや高さが一緒でも、楽器が違えば音は違って聞こえ、この音の個性が波の形状として現れる

人間の耳は、低い音ほどキャッチしにくいという特徴があるため、同じボリュームでも、低い周波数より高い周波数の方が大きな音に聞こえる

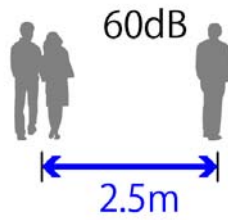
最もよく聞こえる音 = 高音で大きい : 硬いものを床に落とした音、底の硬いスリッパで歩く音

次によく聞こえる音 = 低音で大きい : ドタドタ歩いたり、ドンドン走ったりする音

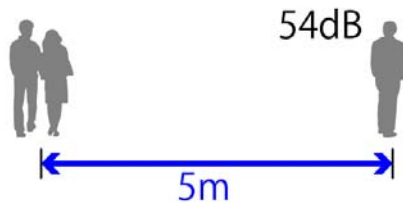
その次に聞こえる音 = 高音で小さい : チョロチョロ流れる水音、シャワー音、カーテンを閉める音

ほとんど聞こえない音 = 低音で小さい : ボソボソと話す声、外の雑音

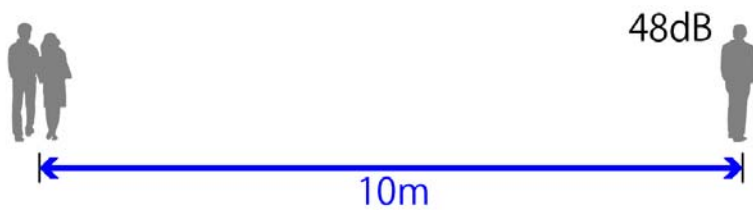
■音の低減について



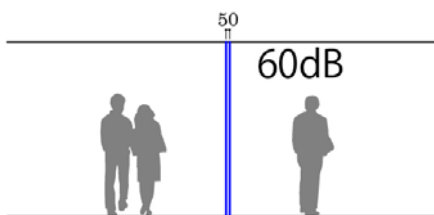
音は空気中のあらゆる方向へ広がっていく性質を持つため、音のエネルギーは音源から離れるに従い小さくなる



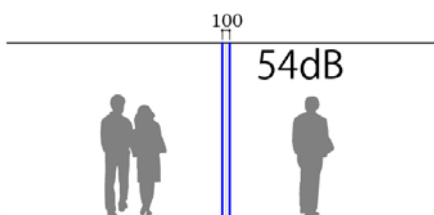
音源との距離が2倍になると
音は、6dB小さくなる



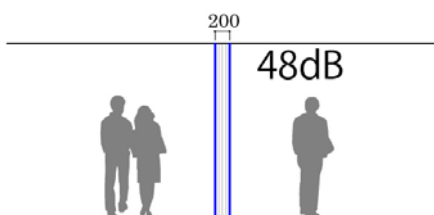
音源との距離が4倍になると
音は、12dB小さくなる



質量が大きければ大きいほど音を遮る能力は高くなる



壁の厚さ(重さ)が2倍になると 音は、6dB小さくなる



壁の厚さ(重さ)が4倍になると 音は、12dB小さくなる

空気音の場合、振動エネルギーが小さいので、壁の質量を増やしていけば、質量則により防音性は向上するが、固体音の場合は、質量則が当てはまらない

■騒音の種類

マンションで問題になる主な騒音

- | | |
|----------------|--------------------|
| 1) 隣室の話し声、TV音 | → 空気音 |
| 2) 隣室のスピーカー音 | → 空気音(高音)／固体音(重低音) |
| 3) 階上の歩行音/走行音 | → 固体音 |
| 4) 扉の開閉音 | → 固体音 |
| 5) モノの落下音 | → 固体音 |
| 6) 水道管からの音 | → 固体音／空気音 |
| 7) ELVや機械からの騒音 | → 固体音／空気音 |
| 8) 外部騒音 | → 空気音／(固体音) |

音には何の音か判断できる「有意味音」と、音源がよくわからない「無意味音」がある

有意味音の方が小さな音でもより気になる

有意味音の場合、トイレの排水などその音を出す行為が不快なものであるほど、かすかでも気になる

■音対策の基本

対策を実施する場所:

- ① 音源側
- ② 伝搬経路
- ③ 受信側

騒音防止対策の原則:

- ① 音源に近い箇所で実施
- ② 中心となる対策は遮音、吸音は従
- ③ 振動を伴う騒音には、遮音とは別に防振が必要

遮音構造の基本条件:

- ① 隙間がない
- ② 面密度が大きい材料を用いる
- ③ 大きな遮音量が必要な場合、多重壁とし、それぞれを独立に支持

吸音の効果:

- ① 騒音元がある部屋を吸音処理することで、室内の騒音レベルを低減
- ② 受信側の室を吸音処理することで室内騒音レベルを低減
- ③ 廊下やダクト等、騒音の伝搬経路を吸音処理することで音の減衰を大きくする
- ④ 二重壁の間に吸音材を充填することで、空間の共鳴による遮音性能の落ち込みを防ぐ

遮音・・・空気中で伝わってくる音をはね返すことで遮断する

質量が大きい材料を使うこと、隙間をふさぐことが重要

遮音材・・・コンクリート、石膏、鉄、鉛など

吸音・・・音が多孔質な物の中に入ると音エネルギーの一部が空気と繊維との摩擦で熱に変換され減衰される

吸音材は、音が往復する度に少しずつ音のエネルギーを吸収して反響音を小さくする

吸音材・・・グラスウール、ロックウールなど

厚手のカーテンや絨毯も広い意味で吸音材

■ 音のエネルギーとデシベル(dB)

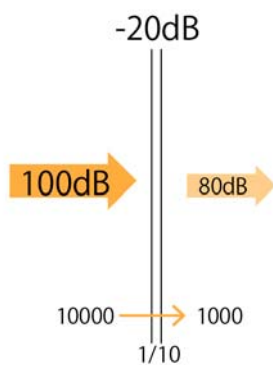
通常人間が聞こえる音圧は、0.00002 Pa～200Paまでの1000万倍もの広い範囲

デシベル (dB)という単位はこの桁の大きい数値の幅を人の感覚に合うように0～140の範囲に変換したもの

<騒音レベル>

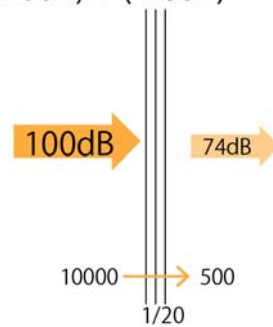
30dB	...	ささやき声
50dB	...	静かな事務所
60dB	...	普通の会話
80dB	...	電車内
90dB	...	犬の鳴き声
110dB	...	車のクラクション

<防音性能とdB値>

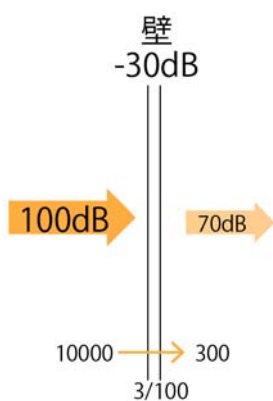


(dB)的には、-20の能力だが
音エネルギーとしては、1/10に低減できる能力

$$(-20\text{dB}) + (-20\text{dB}) = -26\text{dB}$$

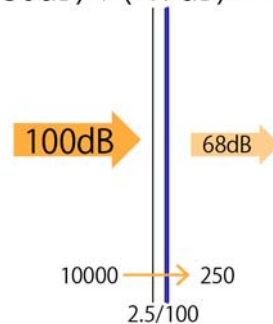


2枚重ねると音エネルギーとしては、1/20に減少
(dB)的には、-26の能力と表される



防音性能:30dBの壁で、100dBの騒音が70dBに
音エネルギーとしては、3/100に減少

$$\text{壁 } (-30\text{dB}) + \text{遮音シート } (-17\text{dB}) = -32\text{dB}$$



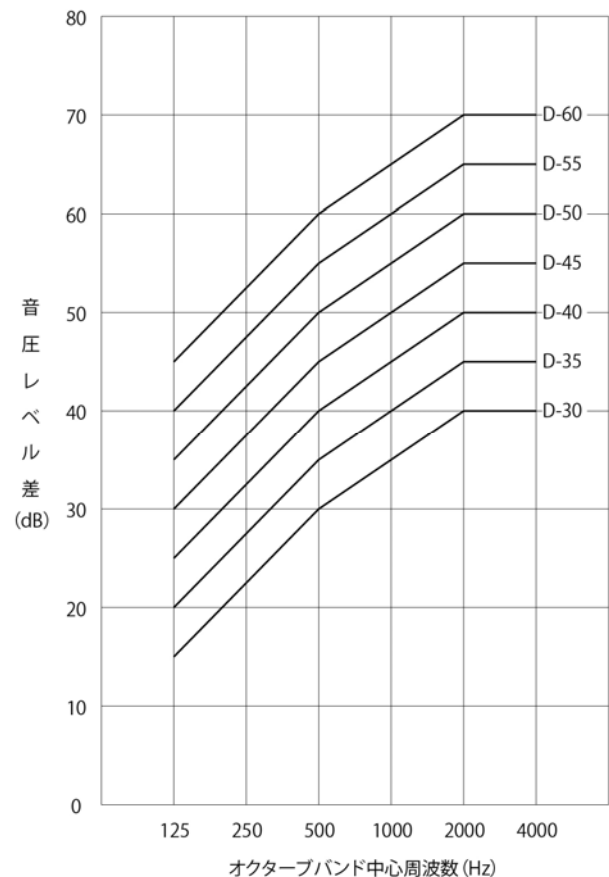
防音性能:30dBの壁に防音性能:17dBの遮音シートを
合わせた防音性能は-32dB
音エネルギーとしては、2.5/100に減少

■遮音性能と遮音等級

D値とは、壁や建物の遮音性能を示す指標
等級の値が大きいほど遮音性能が高く、小さいほど遮音性能は低い

右図は遮音性能を評価するための建築物の室間平均音圧レベル差を示す各遮音等級の基準曲線

中心周波数125, 250, 500, 1000, 2000, 4000Hzにおける音圧レベル差がすべて基準曲線を上まわるとき、その遮音等級としてあらわす



L値とは、床の遮音性能を表す指標
上の階の床衝撃音が下の階でどの程度聞こえるのかが等級別に示されている

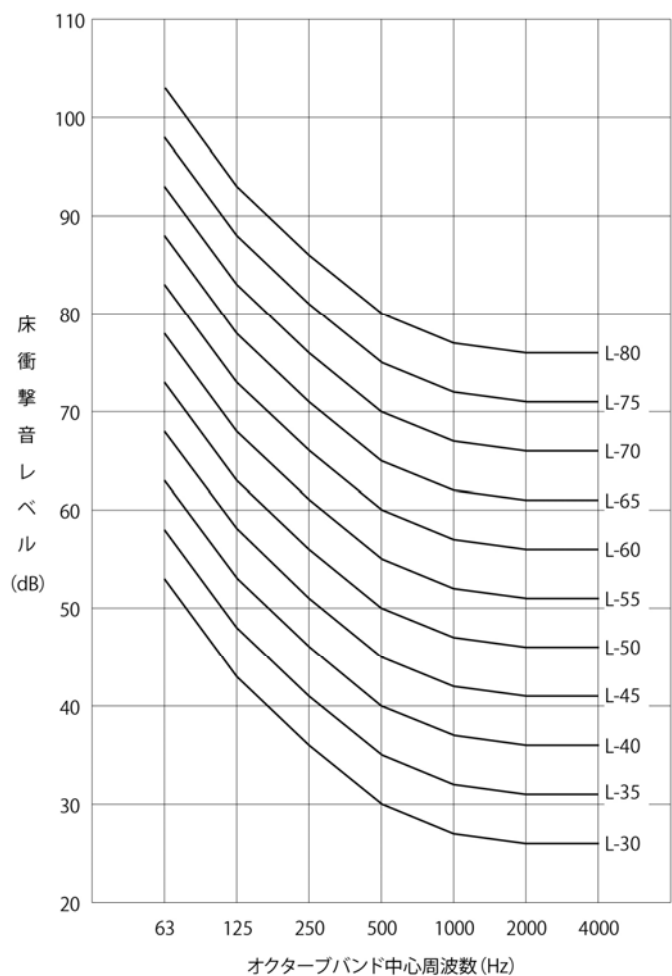
L値は、LH値とLL値の2種類に分類

LH値は、重く鈍い音である重量床衝撃音を表す

LL値は、軽く高い音である軽量床衝撃音を表す

右図は遮音性能を評価するための床衝撃音レベルの各遮音等級の基準曲線

衝撃源別に中心周波数63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000Hzにおける床衝撃音レベルがすべて基準曲線を下まわるとき、その遮音等級としてあらわす



目指すべき建物品質を建築学会が推奨する好ましい水準:1級として次頁以降の対策を議論

1級・・・室間平均音圧レベル差:D-50 / 床衝撃音レベル:L-50(重量衝撃源)、L-45(軽量衝撃源)

＜室間平均音圧レベル差に関する適用等級＞

建築物	室用途	部位	適用等級			
			特級	1 級	2 級	3 級
集合住宅	居室	隣戸間界壁 隣戸間界床	D-55	D-50	D-45	D-40
ホテル	居室	隣戸間界壁 隣戸間界床	D-55	D-50	D-45	D-40
事務所	プライバシーを要求される 室	室間仕切壁 テナント間界壁	D-50	D-45	D-40	D-35
学校	普通教室	室間仕切壁	D-45	D-40	D-35	D-30

＜床衝撃音レベルに関する適用等級＞

建築物	室用途	部位	衝撃源	適用等級			
				特級	1 級	2 級	3 級
集合住宅	居室	隣戸間界床	重量衝撃源	L-45	L-50	L-55	L-60
			軽量衝撃源	L-40	L-45	L-55	L-60
ホテル	居室	隣戸間界床	重量衝撃源	L-45	L-50	L-55	L-60
			軽量衝撃源	L-40	L-45	L-50	L-55
学校	普通教室	教室間界床	重量衝撃源	L-50	L-55	L-60	L-65
			軽量衝撃源	L-50	L-55	L-60	L-65

＜適用等級の意味＞

適用等級	遮音性能の水準	性能水準の説明
特級	遮音性能上特に優れている	特別に高い性能が要求された場合の水準
1 級	遮音性能上優れている	建築学会が推奨する好ましい性能水準
2 級	遮音性能上標準的である	一般的な性能水準
3 級	遮音性能上やや劣る	やむを得ない場合に許容される性能水準

＜遮音等級と生活実感との対応＞

遮音等級		D-55	D-50	D-45	D-40	D-35	D-30
空気伝搬音	ピアノなど特に大きい音	静かなとき聞こえる	小さく聞こえる	かなり聞こえる	曲がはっきり分かる	よく聞こえる	非常によく聞こえる
	テレビ、会話などの音	全く聞こえない	通常では聞こえない	ほとんど聞こえない	小さく聞こえる	かなり聞こえる	話の内容が分かる
遮音等級		L-40	L-45	L-50	L-55	L-60	L-65
床衝撃音	足音、走り回る音など	遠くから聞こえる感じ	聞こえるが気にならない	ほとんど気にならない	少し気になる	やや気になる	気になる
	集合住宅の生活状態	気がねなく生活できる	少し気をつける	やや注意して生活する	注意すれば問題ない	お互いに我慢できる限度	子供がいると下階から文句

■ 空気音遮断対策（隣室の話し声やTV音）

質量則にのっとり床・壁・天井の遮音性能を向上させる

< コンクリート壁 >

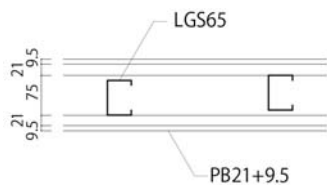


壁厚120mm → D-45程度

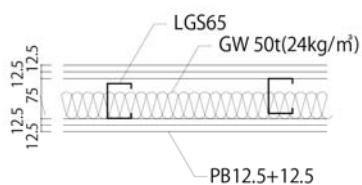
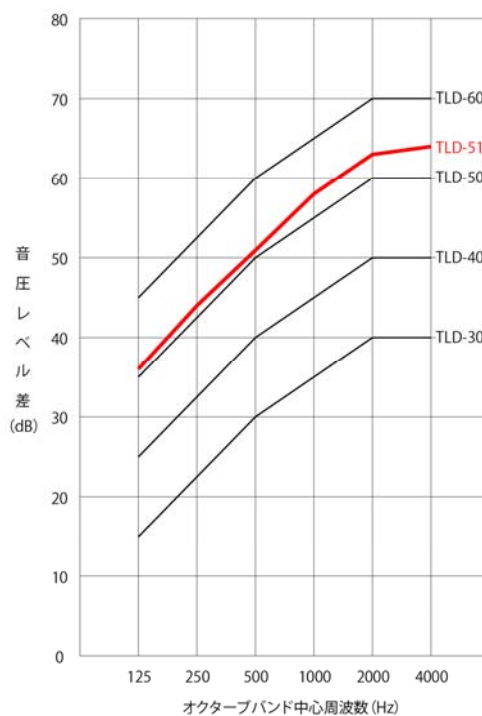
壁厚150mm → D-50程度

壁厚200mm → D-55程度

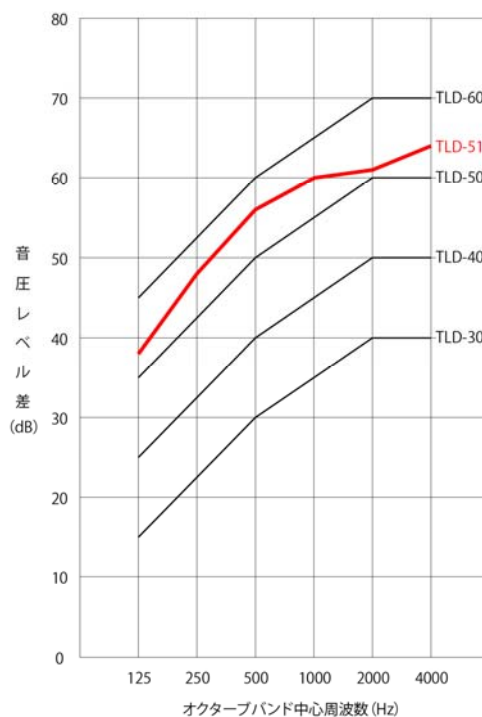
< 石膏ボード壁 >



軽鉄をチドリ配置



軽鉄をチドリ配置

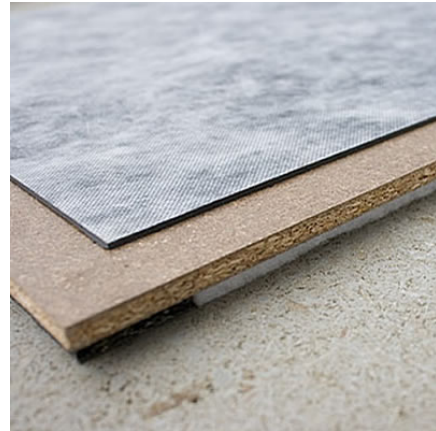
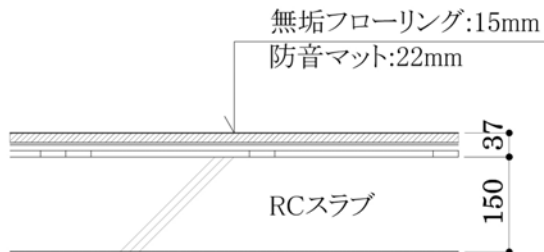


「D値」は2室間の空間の遮音性能を示すもので、「TLD値」は壁自体の遮音性能を示す

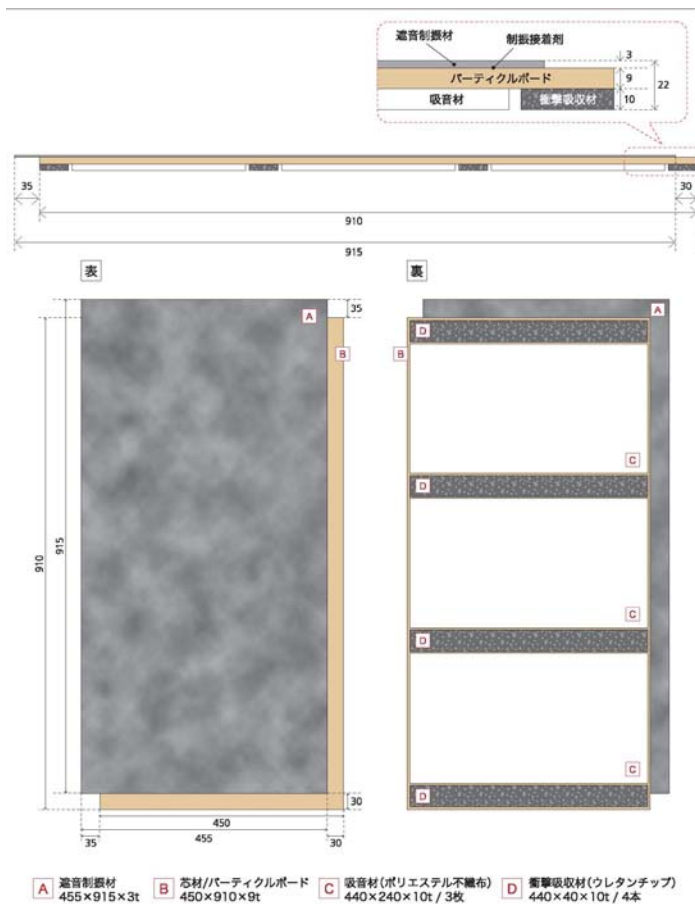
■軽量床衝撃音対策（スプーンなど軽くて硬いものを落としたときの床衝撃音）

表面または仕上材下部に衝撃を吸収する材料を設置

＜遮音マット＞ +フローリング → LL-45



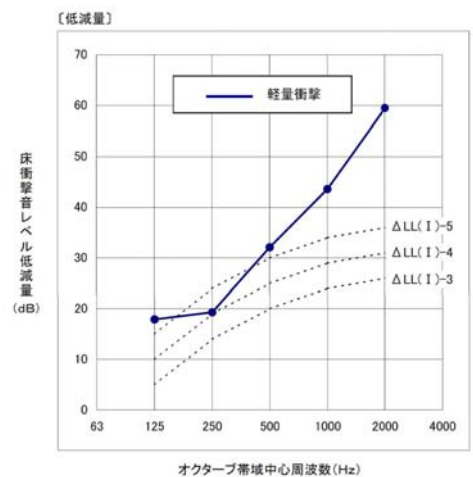
前田木材(株)防音マットMT003



床衝撃音レベル簡易測定結果

測定者：財団法人 日本建築総合試験所				軽量衝撃音測定分析：財団法人 日本建築総合試験所					
試験日：2009年6月26日				仕上材無垢フローリング3種類(ハイン、杉、桧)での試験					
周波数(Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K	LL値	Δ値
軽量受音		17.9	19.3	32.1	43.6	59.5		LL-45	ΔLL(I)~4
								判定45	判定45

【測定番号】 IVA090066-10-2 【カテゴリー】 I
 【床防音材】 防音マット MT0003 【測定場所】 財団法人 日本建築総合試験所
 【床構造】 スラブ…150mm 【床構造】 スラブ…ハイン、杉、桧 15.0mm
 【製品構成】 遮音制振材 3.0' 制振接着剤
 衝撃吸収材(ウレタンチップ) 10.0' パーティクルボード耐水 9.0' 吸音材(ポリエステル不織布) 10.0'



前田木材株式会社 〒573-0082 大阪府枚方市陽子作東町41番1号
 TEL.072-854-0110 FAX.072-853-3319 E-mail:info@maedamokuzai.com

「L値」は空間での防音対策を推定して決められた基準であるのに対し、「ΔL値」は製品単体の防音性能を表す

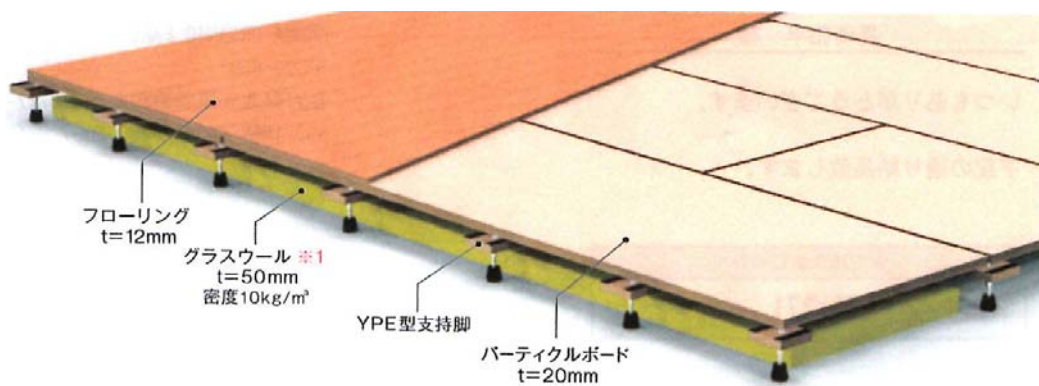
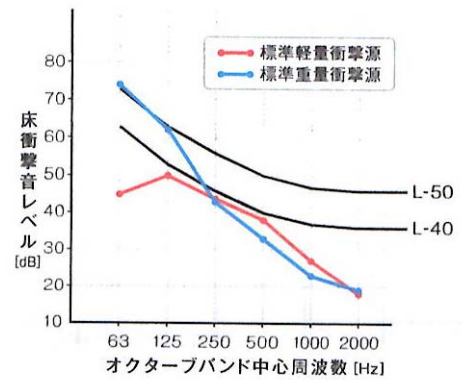
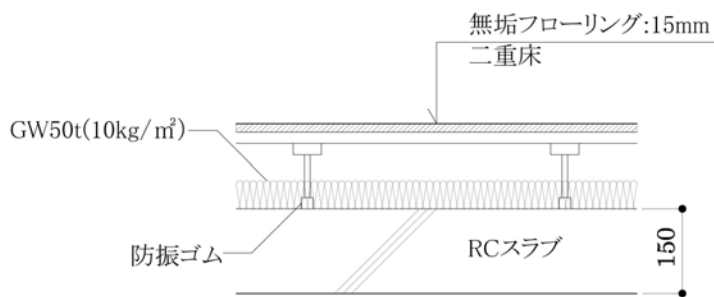
LL-40 ≡ ΔLL(I)-5

LL-45 ≡ ΔLL(I)-4

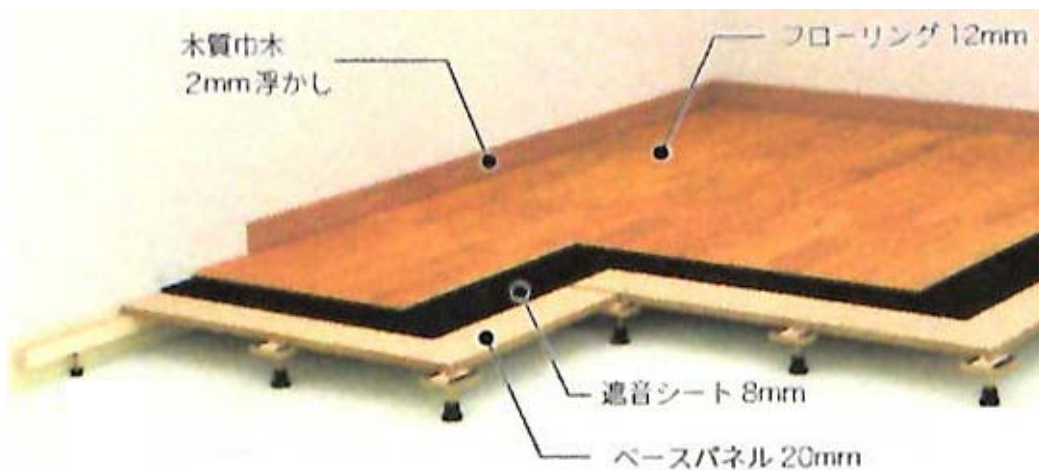
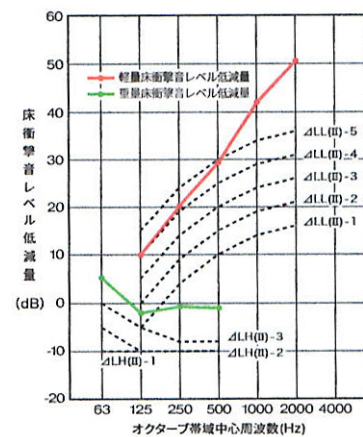
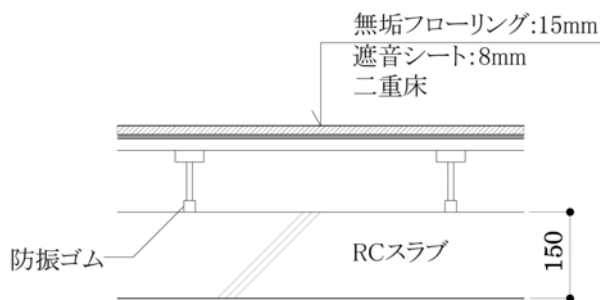
LL-50 ≡ ΔLL(I)-3

LL-55 ≡ ΔLL(I)-2

<二重床> + フローリング → LL-40~45

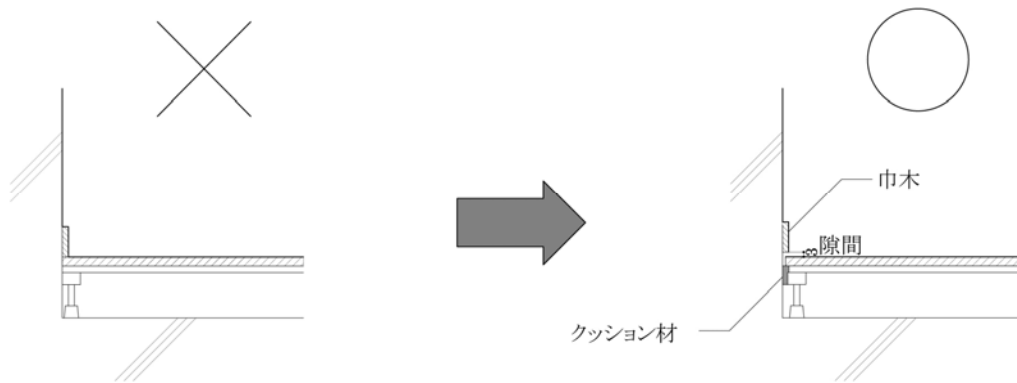


万協フロア YPE-G2

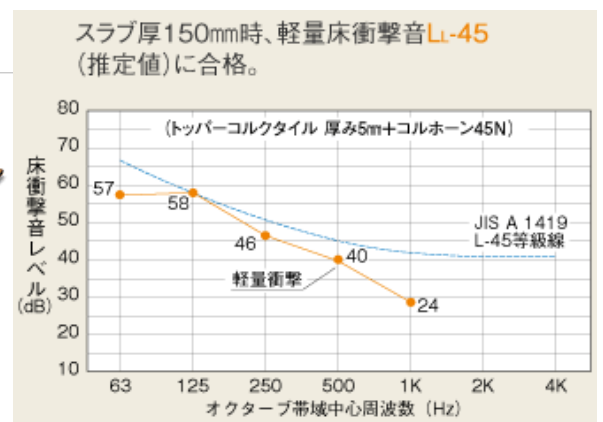
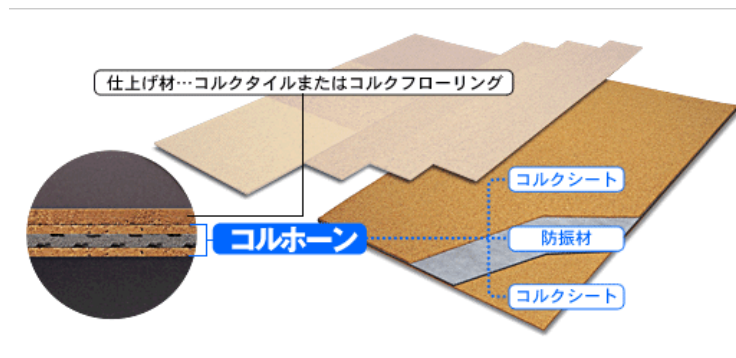
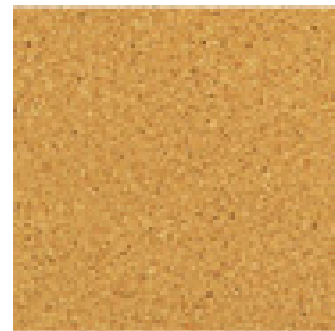
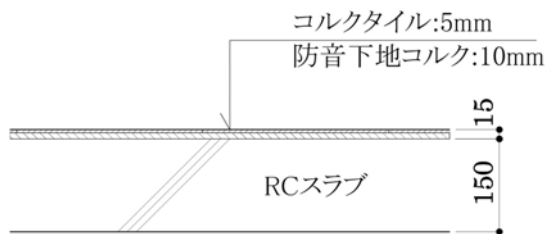


淡路技研 ES8/RJ

床の衝撃音が躯体に伝わらないように壁と床と巾木の納まりに注意が必要

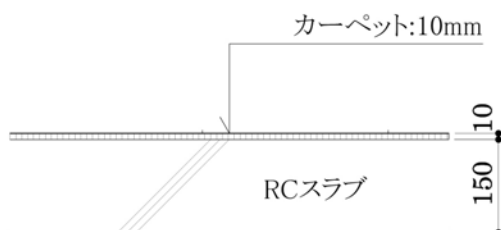


<コルクタイル仕上> (防音下地コルク) → LL-45



東亜コルク(株) コルホーン

<カーペット仕上> → LL-45



■重量床衝撃音対策（子供の飛び跳ねや大人の足音など重く柔らかいものを落としたときの床衝撃音）

※仕上材、防音マット、軽いパネル二重床は、軽量衝撃源に対する効果はあるが、重量衝撃源に対する低音域の緩衝効果はほとんどない

床スラブ自体の振動を抑えることが必要

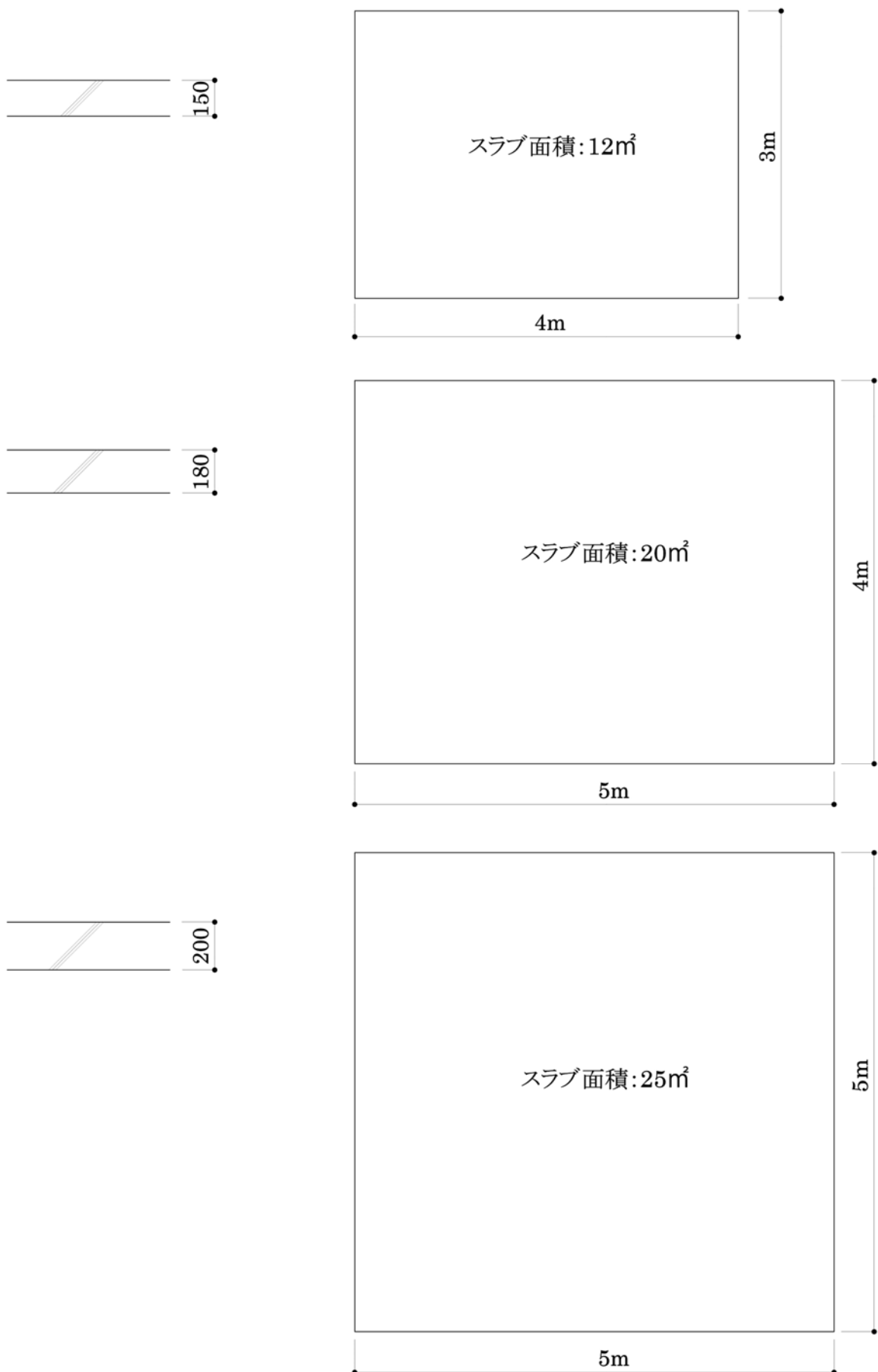
- 1) スラブを厚くする
- 2) 大梁や構造壁で囲まれたスラブ面積を小さくする
- 3) 小梁を密に入れスラブの周辺拘束の度を上げる
- 4) 材料の密度とヤング率を高める(高強度コンクリート)

＜スラブ厚、スラブ面積と重量床衝撃音に対する遮音等級の目安＞

		スラブ面積(m ²)									
		12	15	20	25	30	35	40	45	50	60
スラブ厚 (mm)	120	L-55	L-60	L-60	L-65	L-65	L-65	-	-	-	-
	130	L-55	L-55	L-60	L-60	L-65	L-65	L-65	-	-	-
	140	L-50	L-55	L-55	L-60	L-60	L-65	L-65	L-65	-	-
	150	L-50	L-55	L-55	L-60	L-60	L-60	L-60	L-65	L-65	L-65
	160	L-50	L-50	L-55	L-55	L-60	L-60	L-60	L-60	L-65	L-65
	180	L-45	L-50	L-50	L-55	L-55	L-60	L-60	L-60	L-60	L-60
	200	L-45	L-45	L-50	L-50	L-55	L-55	L-55	L-60	L-60	L-60
	230	-	L-45	L-45	L-50	L-50	L-55	L-55	L-55	L-60	L-60
	250	-	-	L-45	L-50	L-50	L-50	L-55	L-55	L-55	L-60

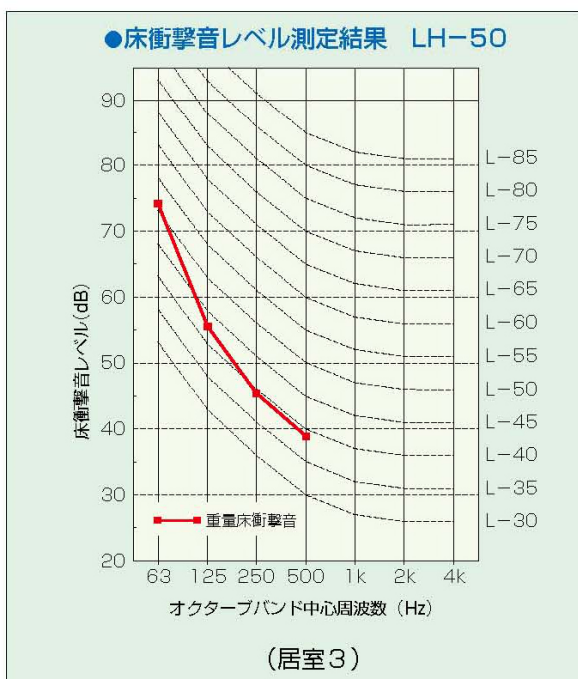
<コンクリート単層スラブ> → LH-50

あくまで目安で、実際は梁の周辺拘束条件等を含めて計算が必要

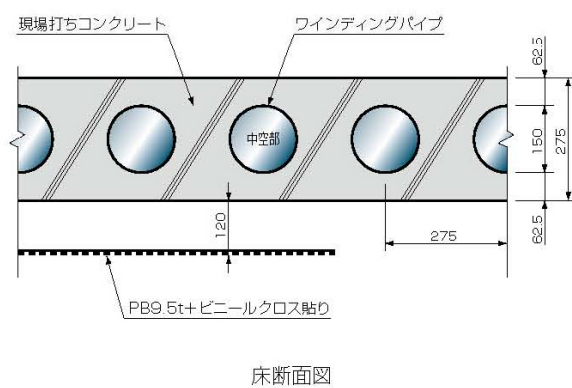


<コンクリートボイドスラブ> → LH-50

■ワイドスパン・インナーバルコニー(O辺支持)



●界床断面詳細図



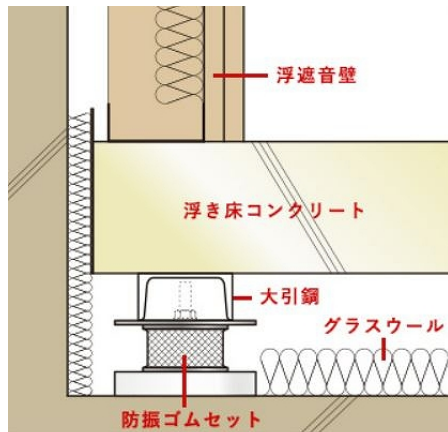
測定室	床仕上げ材	遮音等級	スラブ厚
		LH	
リビング	素面	50	275

測定年月日：2003年5月7日

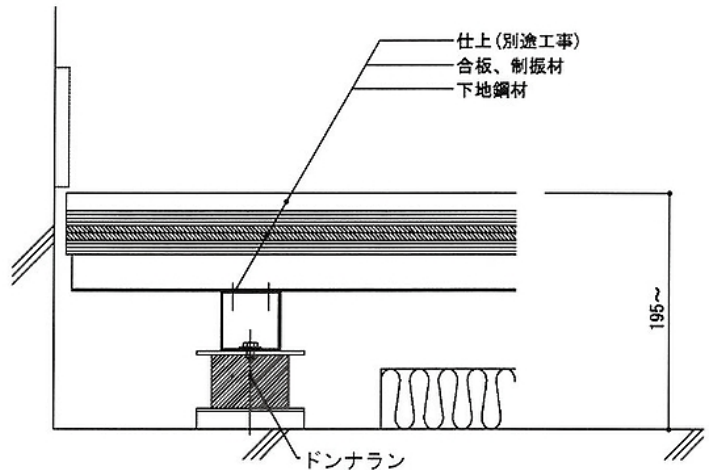
(株)栗本鐵工所 中空スラブ

スラブ厚:275mm / スラブ面積:79㎡

<特殊防振ゴムによる防振浮き床>



湿式防振浮き床 (日本環境アメニティ株式会社)

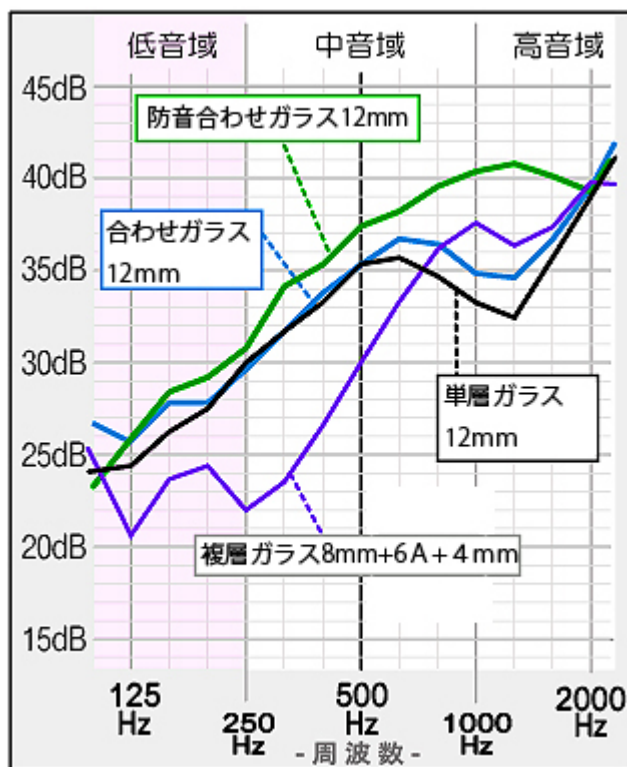


乾式防振浮き床 (株式会社 創和防音)

■外部騒音対策

騒音の侵入経路であるドアと窓の防音性能を向上させる

- 1) サッシの気密性を向上させる
- 2) ガラスの防音性能を向上させる



- ① 防音合わせガラス
- ② 合わせガラス
- ③ 単層ガラス 厚さを増す
- ④ 複層ガラス

単板ガラスは、質量に準じて防音性能が向上するが、高音域では共振により防音性能が低下（コインシデンス効果）

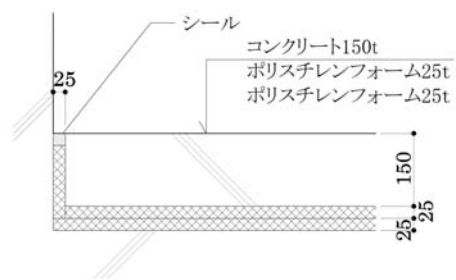
複層ガラスは低音域から500Hz付近までの防音性は、単層ガラスより劣る
コインシデンス効果による低下を抑えるために2枚のガラス厚を同厚としない

- 3) 防音ドアの採用（吸音材充填 + 気密性向上）

■機械、水道管、扉開閉などからの騒音対策

騒音源での対策が必要

<機械を床スラブから絶縁>



浮き床

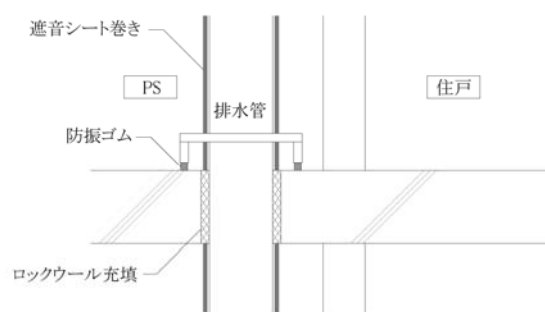


防振架台

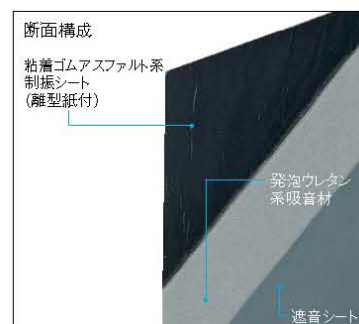


防振ゴム

<水道管の遮音及び躯体との絶縁>



遮音シート



<扉の開閉音抑制措置>



ドアクローザー



ドアストッパー

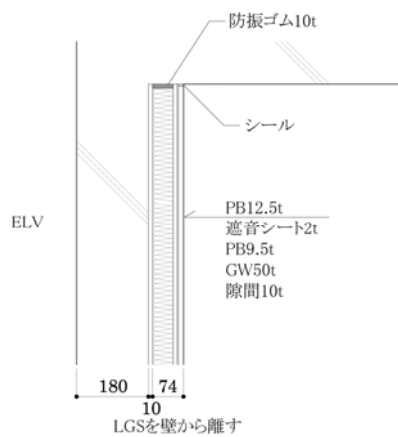


扉枠パッキン

■ELVからの騒音対策

エレベータシャフトからのガイドレールで発生する走行音とエレベータ機械室からの巻上げ音の2つがある
平面計画でELV及びELV機械室を居室に隣接させない配慮がまず第一

<ガイドレールからの走行音対策>



躯体から離れた防音壁を設置

<機械室からの騒音対策>



機械室の壁と天井に吸音ボードを設置

以上のように騒音対策は複雑かつ多岐にわたる

構造要件を満たすだけでなく、騒音振動を考慮した躯体を形成し、床衝撃音を軽減する措置を施すのがまず基本
次に騒音振動源となり得る箇所を個別に対策を施す