

5-1 音に関する基礎事項

今日、建物と環境を考えるにあたって騒音は無視できない問題です。建物において開口部はその構造上、騒音が最も侵入しやすい部位とすることができます。従って、開口部の遮音性を高めることは、建物全体の遮音性を高めるうえで大きな効果があります。

1 音に関する用語

● 音圧レベル (dB)

音の強弱 (音圧レベル L_p) はある音の音圧 P (単位: Pa (パスカル)) を用い、基準音圧 P_0 (2×10^{-5} Pa) との比率の対数の関係で表せます。この基準音圧とは、人間が聴き取る最小音の基準値です。音圧レベル L_p は次のような式に表されます。

$$L_p = 20 \log_{10} \frac{P}{P_0} \text{ (dB)}$$

● 騒音レベル dB(A)

JIS C 1502 普通騒音計、JIS C 1505 精密騒音計で規定された A 特性による測定値を騒音レベルといい、dB(A) の単位で表されます。代表的な騒音レベルを 図 1 に示します。騒音計では、音の周波数特性が人間の耳の特性に合うように騒音の物理量 (音圧レベル) に感覚的な補正特性を与える回路をもたせてあり、図 2 のような補正曲線が JIS で規定されています。

● 音圧レベルの合成

2 つ以上の音源がある時、その合成音の大きさ (音圧レベル) を求めなければなりません。dB という単位は対数値なので、合成 (和) は次のような式となります。

(例) 2 つの同音源 $L_1 = L_2 = 50 \text{ dB}$
 合成音: $L = 10 \log_{10} (10^{L_1/10} + 10^{L_2/10})$
 $= 10 \log_{10} (10^5 + 10^5)$
 $= 53 \text{ dB}$

また、音圧レベルが 10 dB 増えるごとに人間の感覚はおおよそ次のようにとらえられます。
 (100 Hz 程度の低音域) 約 2~3 倍
 (1000 Hz を中心とする中・高音域) 約 2 倍

● 音響透過損失 (dB)

遮音のメカニズムを表すと、図 3 のようになります。音響透過損失とは、次式によって算出される物質の遮音性能値であり、この値が大きいほど性能がすぐれていることを意味しています。音響透過損失 (TL)
 $= 10 \log_{10} (I_i / I_t)$

● 質量則 図 4

緻密で均一な材料からできている壁体の透過損失は、その壁体の単位面積あたりの重量と音の周波数の積の対数にほぼ比例します。すな

わち単位面積当たりの質量が大きい材料ほど、遮音性能がよいといえます。ランダム入射における透過損失は次式で求めます。

$$TL_0 = 20 \log_{10} (f \cdot m) - 43$$

$$TL = TL_0 - 10 \log_{10} (0.23 TL_0)$$

TL₀: 垂直入射透過損失 (dB)
 f: 周波数 (Hz) m: 面密度 (kg/m²)
 TL: ランダム入射透過損失 (dB)

● コインシデンス効果と低音域共鳴透過

図 5

質量則に対し、それより遮音性能が落ちる現象があります。1 つはガラスのような均質単板に励起される屈曲波と入射波との共振により起こるコインシデンス効果、もう 1 つは複層ガラスのような二重構造の場合に単板ガラスのように中空部分の空気をバネとして共鳴するために起こる低音域共鳴透過現象の 2 つです。ガラスの場合、コインシデンス限界周波数 (f_c) と、低音域共鳴透過周波数 (f_{rmd}) は、それぞれ次の簡易式で表せます。

コインシデンス限界周波数 (f_c)

- ・ 単板ガラス (常温時) の場合
 $f_c = 12000 / h$ h はガラスの呼び厚さ (ミリ)
- ・ 合わせガラス (常温時) の場合
 $f_c = 1.3 \times 12000 / h$ h はガラスの呼び厚さ (ミリ)
- ・ 複層ガラス (常温時) の場合
 構成するそれぞれのガラスに対し、上記式を適用

複層ガラスの低音域共鳴透過周波数 (f_{rmd}) (常温時)

$$f_{rmd} = 60 \sqrt{\frac{1}{d} \left\{ \frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2} \right\}}$$

d: 中空層幅 [m]
 m₁, m₂: ガラスの面密度 [kg/m²] (ガラス呼び厚さ [ミリ] × 2.5)

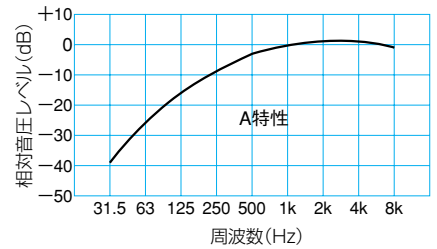


図 2 騒音計の周波数補正特性

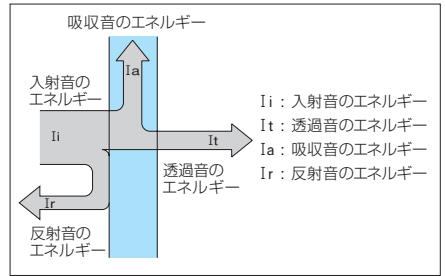


図 3 遮音のメカニズム

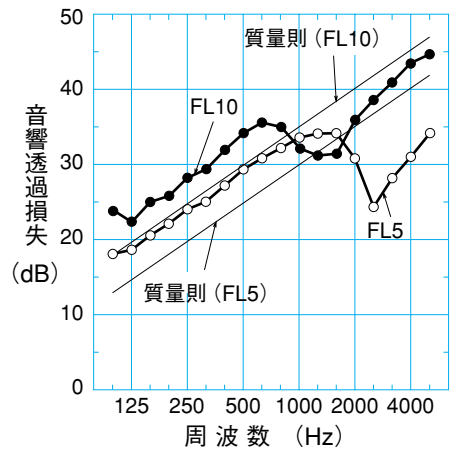


図 4 質量則と実測値

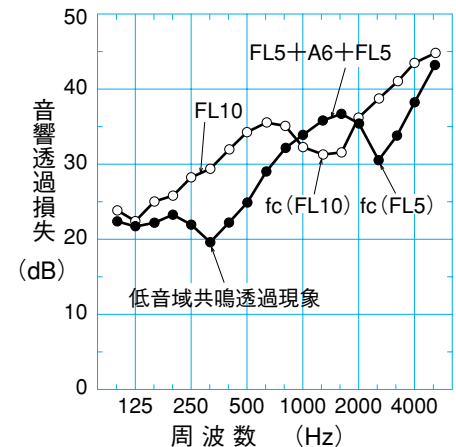


図 5 コインシデンス効果と低音域共鳴透過現象

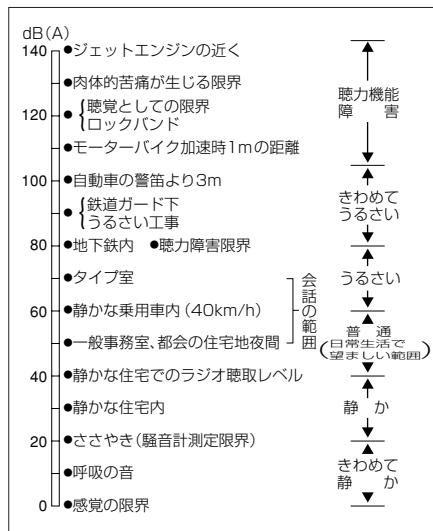


図 1 代表的騒音レベル

5-2 ガラスの遮音性能

1 遮音性能データ (JIS A 1416 : 2000に基づく音響透過損失データによる)

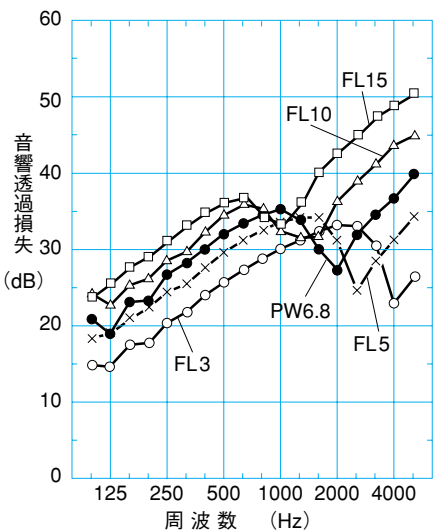


図1 単板ガラスの遮音性能

コメント

低音域は質量則より大きくなり、コインシデンス周波数 (f_c) 付近では質量則より10dBほど低くなる。そして、 f_c より高い周波数で再び周波数の増大とともに質量則の値に徐々に近づく。板厚の違い(面密度の差)は全般的に周波数に対して透過損失のカーブはほぼ平行移動している。

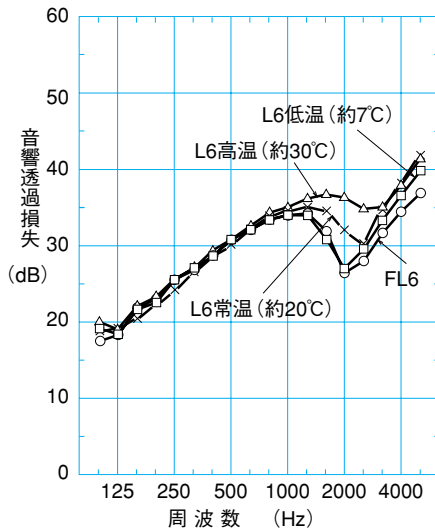


図2 合わせガラスと単板ガラスの比較

コメント

基本的には単板ガラスと大きな遮音性能の違いはないが、合わせガラスは中間膜による内部損失が大きいので、コインシデンス周波数 (f_c)より高い周波数域で効果が顕著である。合わせガラスの内部損失には温度依存性があり、温度が高いとコインシデンス効果での落ち込みは小さいが、温度が低いと内部損失が小さくなり総層の単板ガラスと同様な遮音特性を示す。

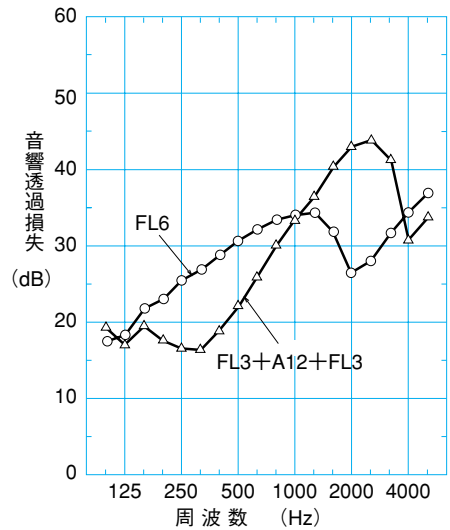


図3 複層ガラスと単板ガラスの比較

コメント

中低音域では中空層とガラスによる共鳴透過現象が起き、この共鳴透過領域では質量則の値より低くなる。しかし、コインシデンス周波数 (f_c) にかけては徐々に質量則に回復する。

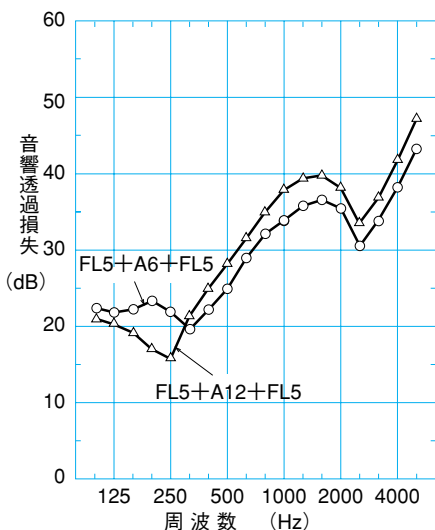


図4 複層ガラスの中空層の違い-1

コメント

板厚が薄い複層ガラスでは、中空層を増加させると(A6→A12)低音域共鳴透過周波数 (f_{rmd})は約1/2オクターブ低い周波数に生じる。したがって中高音域を対象にするときはA12の方が有利であるが、逆に低音域を対象とするときはA6の方が有利である。

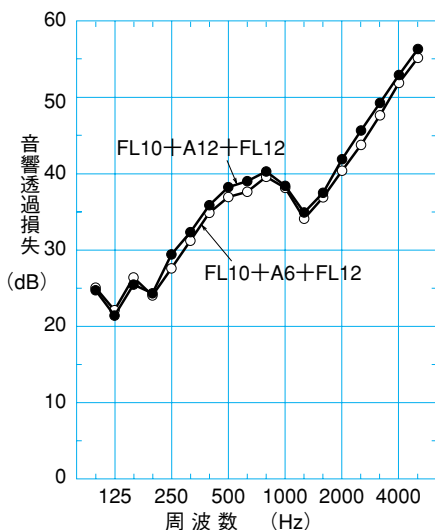


図5 複層ガラスの中空層の違い-2

コメント

板厚が厚い複層ガラスでは、中空層を増加させても(A6→A12)低音域共鳴透過周波数 (f_{rmd})の影響は薄れ、質量則が支配的になるので、遮音性の差は縮まる傾向にある。

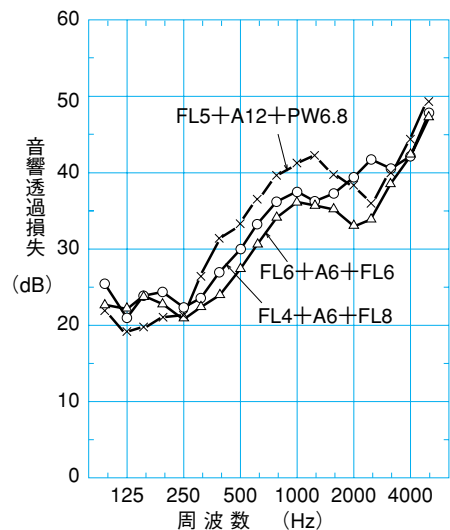


図6 異厚と同厚複層ガラスの違い

コメント

異厚で構成された複層ガラスは同厚ガラス構成よりも遮音性能上有利である。これは2枚のガラスのコインシデンス周波数 (f_c) が異なるため、お互いのコインシデンス効果を打ち消し合うことと、低音域の共鳴透過による低下が少なく済むためである。

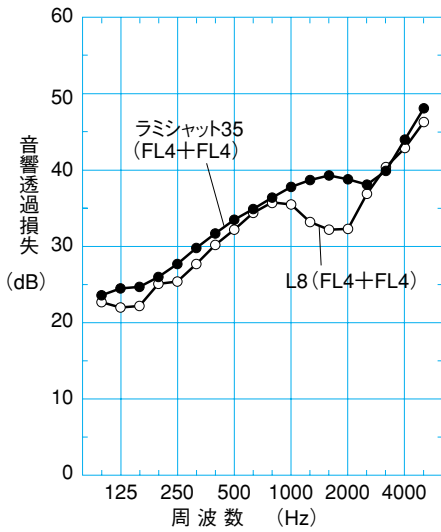


図7 ラミシャットの遮音性能

コメント

ラミシャットは、特殊な防音中間膜を用いた合わせガラスです。通常の合わせガラスの中間膜に比べて、ガラスの振動をより多く防音中間膜が吸収するので、コインシデンス効果による遮音性能の低下をおさえ、音域全体に遮音性能を発揮する。

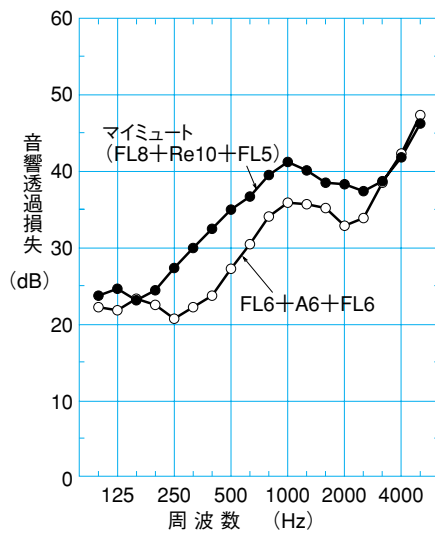


図8 マイミュートと一般の複層ガラスの違い

コメント

一般に複層ガラスの防音性能は、周波数125Hz～500Hz程度の中低音域では共鳴透過現象がおき、遮音性能の低下がみられる。これにより、同厚の単板ガラスよりも、幹線道路・電車・航空機の騒音を透過させてしまうケースがある。

マイミュートは複層ガラス中空層にレゾネーター(共鳴器)をいれることで、特定の周波数の音を共鳴させ、中低音域の音エネルギーを熱エネルギーに変えて、防音効果を高めている。

2 各種板ガラスの遮音性能

● データの算出条件

- 表1 表2 で示した音響透過損失のデータは、「板ガラスの遮音性能(2011年版)」(板硝子協会)掲載データおよび弊社測定値によります。
- 試験はJIS A 1416:2000に基づいて行われ、測定しています。
- 板硝子協会データの測定は(財)小林理学研究所で行われたものです。
- 試験設備の概要は以下の通りです。図9 図10
残響室：音源室と受音室の二室が試料取付け用の試験開口部で隔てられた不整形残響室
板ガラスの寸法：
幅1230×高さ1480mm一定
施工方法：板ガラスの周囲は気密性を保つように木製押縁とパテで固定
- 合わせガラスの中間膜は0.76mmのポリビニルブチラール膜で、低温は約7℃、高温は約30℃、その他は常温で約20℃での測定結果です。
- 平均値は100~2500Hzの範囲での1/3オクターブバンドの周波数ごとの測定結果の算術平均値であり、JIS A 1419-1:2000付属書2に基づく $R_{m(1/3)}$ に対応しています。
- 遮音等級は、JIS A 4706:2000「サッシ」により、1/3オクターブバンドの測定値から定めています。JIS A 4706:2000では遮音等級の表記がT-1~T-4となっております。ここでは、「板ガラスの遮音性能(2011年版)」(板硝子協会)の遮音性能表記法に準じ、ガラス単体の測定結果にこの遮音等級を適用し、「T等級相当」と記載しました。したがって、本書記載の遮音等級(T等級相当)はサッシを含む「窓」の遮音性能を示すものではありません。

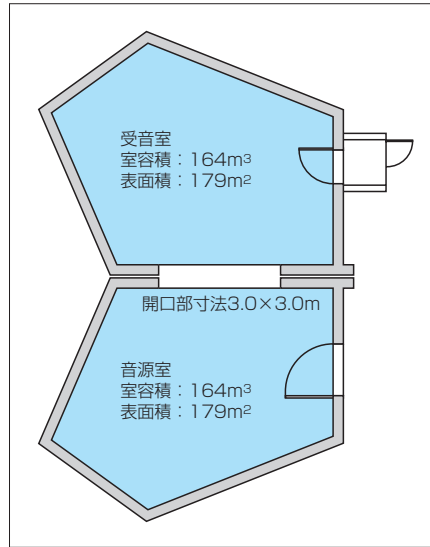


図9 不整形残響室 ((財)小林理学研究所)

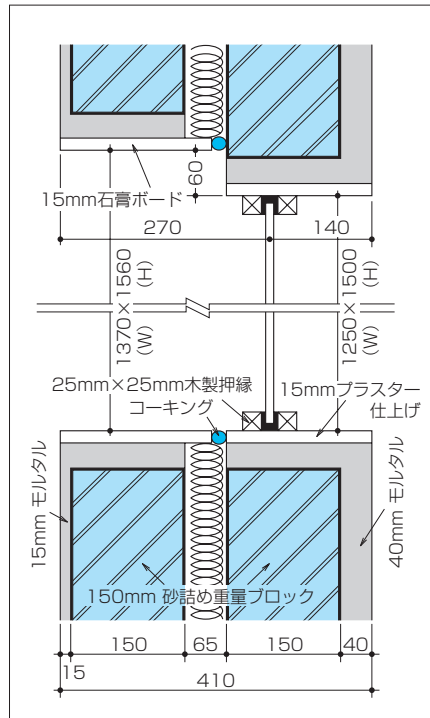


図10 開口部調整壁の垂直断面図(例)

参考文献：板ガラスの遮音性能、新JISに基づく音響透過損失データ(2000年版)、板硝子協会

表 1 各種板ガラスの透過損失 (その1. 板硝子協会による提供データ)
 (5-6に示したガラスの遮音設計におけるシミュレーションではオクターブバンド周波数のデータ使用)

fc=コインシデンス限界周波数(Hz)
 frmd=複層ガラスの
 低音域共鳴透過周波数(Hz)

品 種 (商品名)	平均値	T等級相当		オクターブ各周波数別の透過損失合成値(単位:dB)							1/3オクターブ各周波数別の透過損失測定値(単位 : dB)															fc (Hz)	frmd (Hz)			
		1/3オクターブ	オクターブ	125Hz	250	500	1000	2000	4000	100Hz	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150			4000	5000	
単板ガラス	FL3	25	T-1	T-1	15.3	19.5	25.3	29.8	33.0	25.6	14.7	14.5	17.3	17.6	20.2	21.7	23.8	25.6	27.2	28.7	30.0	31.1	32.5	33.4	33.2	30.5	23.0	26.4	4000	
	FL4	26	T-1	T-1	18.1	22.0	27.4	31.8	31.0	25.8	18.0	17.1	19.4	20.7	21.9	23.8	25.9	27.7	29.2	30.7	32.1	33.0	33.8	33.7	28.1	22.8	27.4	30.9	3000	
	FL5	27	T-1	T-2	19.1	23.7	29.0	33.4	28.1	30.7	18.2	18.7	20.7	22.2	24.2	25.2	27.4	29.5	31.0	32.4	33.7	34.3	34.3	31.1	24.6	28.4	31.2	34.4	2400	
	FL6	28	T-1	T-2	19.0	25.0	30.6	34.2	28.6	34.2	17.7	18.5	22.0	23.2	25.7	27.1	29.1	30.9	32.4	33.7	34.3	34.7	32.2	26.8	28.3	32.0	34.8	37.3	2000	
	PW6.8	29	T-2	T-2	20.5	25.4	31.6	34.5	29.4	36.7	20.7	18.9	22.8	23.2	26.5	28.0	30.0	32.0	33.4	34.5	35.3	33.9	30.0	27.4	31.9	34.7	36.9	39.9	1800	
	FL8	29	T-2	T-2	21.2	25.7	32.2	33.2	31.2	39.5	20.7	20.9	22.0	23.9	25.9	28.2	30.7	32.5	34.1	35.5	35.1	30.7	29.3	31.0	34.9	37.8	39.7	42.2	1500	
	FL10	31	T-2	T-2	23.7	27.6	33.8	32.7	34.6	43.0	23.9	22.5	25.1	25.9	28.3	29.5	32.1	34.3	35.7	35.2	32.4	31.4	31.7	36.2	38.9	41.2	43.6	44.9	1200	
	FL12	33	T-3	T-3	24.9	29.6	34.8	33.7	38.4	45.5	24.0	24.7	26.4	27.7	30.1	32.0	33.5	35.4	35.9	35.0	33.6	32.9	36.0	39.2	41.9	44.0	45.9	47.0	1000	
	FL15	34	T-3	T-3	25.2	30.6	35.6	34.2	42.0	48.8	23.5	25.4	27.6	28.8	31.0	32.9	34.6	35.9	36.6	33.9	33.1	36.1	39.9	42.7	45.0	47.5	48.9	50.5	800	
FL19	35	T-3	T-3	26.7	31.2	35.1	36.2	46.2	51.1	25.5	26.7	28.2	29.3	31.8	33.6	35.3	36.5	34.0	33.7	36.7	40.6	44.3	46.8	48.6	50.2	51.7	51.4	600		
合わせガラス	L6	28	T-2	T-2	19.6	24.4	30.4	34.6	32.3	37.7	19.0	19.2	20.7	22.7	24.5	26.8	28.9	30.5	32.4	33.9	34.6	35.3	34.8	32.4	30.6	35.0	38.7	42.1	2600	
	L8	30	T-2	T-2	22.5	26.1	32.1	34.8	33.5	42.8	22.9	22.2	22.4	25.3	25.6	27.9	30.4	32.4	34.6	35.9	35.7	33.4	32.4	32.5	37.1	40.6	43.1	46.5	2000	
	L10	32	T-2	T-3	25.2	27.9	33.4	34.6	35.7	45.7	26.8	23.4	26.2	26.4	28.5	29.4	31.9	33.4	35.5	35.9	34.6	33.6	33.2	36.2	40.5	43.5	46.2	49.1	1600	
	L12	33	T-3	T-3	26.4	29.5	34.9	34.9	38.7	48.0	26.2	25.7	27.4	27.9	29.6	31.7	33.7	35.2	36.3	36.1	34.7	34.2	36.1	39.7	43.1	46.0	48.4	50.8	1300	
	L16	35	T-3	T-3	27.1	31.1	35.3	35.4	43.7	51.0	26.0	26.7	29.1	30.0	31.1	32.6	34.4	35.4	36.2	34.7	34.7	37.3	41.5	44.3	46.8	49.4	51.3	53.2	1000	
	L6 (低温度)	28	T-2	T-2	19.7	24.7	30.4	34.0	28.9	36.0	19.3	18.5	21.8	22.6	25.7	27.2	28.8	30.9	32.3	33.5	34.2	34.3	31.0	27.0	29.8	33.5	36.8	40.1	2000	
	L6 (高温度)	30	T-2	T-2	20.4	25.2	35.4	35.4	36.2	37.8	20.2	19.2	22.3	23.5	25.7	27.3	29.5	31.0	32.8	34.6	35.3	36.4	37.0	36.7	35.1	35.4	38.3	41.8	3200	
	L12 (低温度)	33	T-2	T-3	24.7	29.8	34.5	33.5	38.6	47.0	22.9	24.8	27.5	28.1	30.3	31.9	33.4	35.1	35.3	34.6	33.2	32.8	36.0	39.6	42.5	45.1	47.6	49.5	1000	
L12 (高温度)	34	T-3	T-3	26.0	29.5	38.5	38.5	40.7	48.8	26.2	25.0	26.9	27.7	29.8	32.0	34.5	36.3	37.8	38.4	38.5	38.8	40.6	44.1	46.8	48.9	52.2	1600			
複層ガラス	FL3+A6+FL3	25	-	-	19.3	21.0	19.8	28.1	37.0	32.6	20.0	18.5	19.4	20.1	21.3	21.7	18.5	19.2	22.6	25.8	28.9	31.6	34.9	37.2	40.6	40.4	31.9	30.4	4000	400
	FL3+A12+FL3	27	-	-	18.6	17.1	21.7	32.7	42.4	33.9	19.4	17.2	19.5	17.9	16.8	16.6	19.1	22.4	26.1	30.1	33.7	36.8	40.4	43.4	44.3	41.6	31.2	34.1	4000	280
	FL3+A6+FL5	28	T-1	T-1	22.2	23.0	24.2	32.2	36.4	39.4	22.3	21.4	23.1	23.5	23.8	22.0	22.1	24.4	27.7	30.3	32.5	35.0	36.4	37.5	35.5	38.4	39.3	41.0	4000、2400	360
	FL3+A12+FL5	29	T-1	T-1	20.4	18.6	26.3	37.6	42.1	42.7	20.9	19.5	20.9	18.7	17.5	20.0	23.3	27.9	31.8	35.2	38.4	41.2	42.5	43.4	40.8	42.8	41.9	43.7	4000、2400	250
	FL3+A6+FL6	29	T-1	T-1	22.0	23.2	26.0	33.8	37.1	42.7	21.7	21.6	22.9	23.7	23.6	22.3	24.0	26.3	28.9	32.2	34.2	35.6	36.6	36.3	38.8	42.4	42.4	43.2	4000、2000	350
	FL4+A6+FL4	27	-	T-1	21.0	21.3	22.2	32.1	36.9	32.8	22.3	19.6	21.4	23.0	22.0	19.7	19.6	23.2	26.5	30.2	32.3	35.3	37.1	38.1	35.7	29.7	33.9	40.8	3000	350
	FL4+A6+FL6	29	T-1	T-1	22.6	23.3	26.0	35.7	36.5	38.8	22.3	22.0	23.6	24.5	23.1	22.5	23.7	26.2	30.2	33.8	36.3	38.2	38.0	37.0	35.1	36.0	39.5	45.2	3000、2000	320
	FL4+A12+FL6	31	T-1	T-1	21.0	21.5	28.0	39.8	40.7	42.0	21.7	20.1	21.5	20.1	21.2	24.0	25.8	28.0	32.4	37.5	40.8	42.8	42.6	41.3	38.9	39.1	42.9	48.8	3000、2000	220
	FL4+A6+FL8	31	T-2	T-2	22.8	23.1	29.3	36.6	39.1	42.6	25.2	20.8	23.7	24.2	22.0	23.4	26.8	30.0	33.3	36.2	37.5	36.1	37.3	39.4	41.8	40.5	42.2	47.9	3000、1500	300
	FL5+A6+FL5	28	T-1	T-1	22.2	21.4	24.7	33.8	33.5	37.1	22.5	21.8	22.3	23.2	22.0	19.7	22.3	25.0	29.1	32.3	34.0	36.0	36.8	35.6	30.7	34.0	38.4	43.4	2400	310
	FL5+A12+FL5	28	T-1	T-1	20.2	17.6	27.6	37.2	36.6	40.4	21.1	20.4	19.3	17.1	15.9	21.5	25.0	28.4	31.8	35.2	38.0	39.7	40.0	38.4	33.8	37.1	42.2	47.5	2400	220
	FL5+A12+PW6.8	31	T-2	T-2	20.0	22.1	33.1	40.8	37.7	43.0	21.7	19.0	19.7	20.8	21.0	26.2	31.2	33.1	36.3	39.6	41.1	42.2	39.7	38.3	35.9	40.0	44.3	49.4	2400、1800	200
	FL5+A6+FL8	30	T-2	T-2	24.0	24.8	28.5	36.3	36.9	42.6	25.9	22.6	24.0	24.6	25.2	24.5	26.8	28.1	32.1	35.9	37.5	35.6	35.8	36.9	38.3	40.2	43.0	47.4	2400、1500	280
	FL5+A6+FL10	32	T-2	T-2	25.4	25.9	30.5	35.8	39.4	44.1	26.4	24.6	25.5	26.6	26.5	24.8	28.4	30.5	34.5	36.2	35.5	35.7	37.6	41.0	40.4	41.5	44.7	49.3	2400、1200	270
	FL6+A6+FL6	28	T-1	T-1	22.6	21.9	26.5	35.3	34.0	41.5	22.4	22.0	23.5	22.7	20.9	22.4	23.9	27.4	30.6	34.2	36.0	35.8	35.3	33.0	34.0	38.6	42.4	47.4	2000	280
FL6+A12+FL10	33	T-3	T-3	23.1	27.0	34.8	40.2	39.8	46.5	24.9	21.6	23.4	24.5	28.7	29.5	33.3	34.5	37.7	40.4	40.3	39.9	39.9	39.6	39.9	43.7	47.5	51.3	2000、1200	180	
FL6+A6+FL12	33	T-2	T-2	26.6	26.4	31.2	38.3	39.3	46.9	27.5	25.8	26.6	26.1	25.6	27.6	28.8	31.6	35.6	38.2	39.5	37.5	39.0	38.5	40.8	44.2	47.5	52.6	2000、1000	240	
FL6+A12+FL12	33	T-3	T-3	22.7	26.7	34.5	40.0	41.5	46.4	26.3	20.1	24.1	24.8	27.8	28.2	32.2	34.8	38.7	41.1	39.4	39.7	41.6	41.5	41.3	44.0	46.7	50.8	2000、1000	170	
FL8+A12+FL8	29	T-2	T-2	19.8	21.9	30.7	36.4	35.3	44.6	23.6	21.1	17.1	19.9	22.1	25.2	28.1	31.9	34.7	37.0	37.4	35.1	34.5	34.5	37.8	42.0	45.4	49.6	1500	170	
FL8+A6+FL12	33	T-3	T-3	26.2	27.9	35.5	36.3	38.4	49.7	27.8	25.1	26.2	25.8	28.2	31.3	33.7	36.1	37.5	38.3	38.8	33.8	35.5	39.7	43.1	47.1	50.3	54.4	1500、1000	220	
FL8+A12+FL12	33	T-3	T																											

品 種 (商品名)	平均値	T等級相当 1/3オクターブ オクターブ	オクターブ各周波数別の透過損失合成値(単位:dB)														1/3オクターブ各周波数別の透過損失測定値(単位 : dB)														fc (Hz)	frmd (Hz)
			オクターブ各周波数別の透過損失合成値(単位:dB)														1/3オクターブ各周波数別の透過損失測定値(単位 : dB)															
			125Hz	250	500	1000	2000	4000	100Hz	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000						
FL3+A6+L6	30	T-1	T-1	21.6	23.9	26.0	35.2	40.4	50.2	20.7	21.5	23.0	23.1	25.2	23.8	24.1	26.1	29.1	33.2	35.8	38.0	39.7	40.1	41.6	48.3	50.6	52.7	4000、2600	350			
FL3+A12+L6	30	T-1	T-1	20.7	19.9	27.3	38.2	43.1	50.0	20.2	20.8	21.3	18.5	19.7	22.5	24.8	28.0	31.3	35.9	39.2	41.3	42.7	42.8	44.0	49.4	49.8	51.1	4000、2600	240			
FL4+A6+L6	30	T-1	T-1	22.3	24.2	26.4	36.8	39.5	44.6	21.2	22.7	23.4	24.0	25.1	23.6	24.1	26.8	30.5	34.7	37.5	39.6	40.2	39.6	38.8	41.2	46.4	51.9	3000、2600	320			
FL4+A12+L6	31	T-1	T-1	21.2	21.3	28.2	40.5	42.7	46.6	20.9	21.1	21.8	19.8	21.2	23.8	25.4	29.1	33.3	38.2	41.5	43.6	43.9	42.9	41.7	43.3	48.5	53.5	3000、2600	220			
FL5+A6+L6	31	T-2	T-2	22.9	24.7	29.5	38.6	37.2	45.1	21.9	23.1	24.1	24.4	25.1	24.5	27.3	29.8	33.4	36.8	39.0	40.8	40.2	37.4	35.3	41.6	47.4	52.9	2400、2600	300			
FL5+A12+L6	31	T-2	T-2	20.3	21.3	31.5	41.7	39.3	46.1	20.8	20.0	20.2	19.9	20.3	25.7	29.0	32.3	35.8	39.9	42.3	44.0	42.7	39.3	37.5	42.6	48.4	53.5	2400、2600	210			
PW6.8+A6+L6	31	T-2	T-2	23.1	23.4	29.0	39.5	37.5	47.2	22.6	22.5	24.3	22.6	23.5	24.1	26.2	30.1	34.1	38.2	40.0	40.7	38.5	36.5	37.8	43.7	49.6	55.0	1800、2600	270			
PW6.8+A8+L6	31	T-2	T-2	22.1	22.1	29.3	40.3	37.7	48.0	22.0	21.8	22.6	20.5	22.2	24.7	26.3	30.7	34.6	38.8	40.9	41.7	38.8	36.6	38.1	44.5	50.4	55.8	1800、2600	240			
PW6.8+A12+L6	31	T-2	T-2	20.1	21.6	31.6	42.5	39.1	49.7	21.6	20.5	18.8	19.4	22.0	25.3	29.0	32.1	36.5	40.8	43.4	44.1	41.7	37.1	39.8	46.3	51.7	56.6	1800、2600	190			
FL5+A6+L8	32	T-2	T-2	24.3	24.8	29.0	38.9	39.8	47.8	24.0	24.8	24.1	25.0	25.0	24.4	26.8	29.2	33.0	37.4	39.3	40.4	40.0	38.6	41.0	44.7	49.2	54.3	2400、2000	280			
FL5+A12+L8	32	T-2	T-2	21.1	23.0	31.6	41.9	41.8	48.8	23.2	22.1	19.1	21.7	22.6	25.4	29.0	32.4	36.0	40.5	42.5	43.1	42.3	41.0	42.1	45.5	50.5	55.4	2400、2000	200			
FL6+A6+L8	32	T-2	T-2	25.8	25.7	31.8	39.4	37.2	48.1	25.7	26.1	25.7	24.9	25.7	26.8	29.4	32.5	35.6	39.1	40.2	38.9	37.6	35.1	40.4	44.9	49.8	54.6	2000	260			
FL6+A12+L8	32	T-2	T-2	21.1	23.8	34.5	42.3	38.5	49.0	23.3	22.1	19.1	21.3	24.3	28.7	32.1	35.0	38.6	42.0	43.2	41.8	39.6	36.4	40.9	45.7	50.8	55.4	2000	190			
FL4+A6+L9.8	33	T-2	T-2	24.9	25.1	33.8	37.9	42.3	48.1	24.7	25.5	24.6	25.1	25.1	27.6	30.2	33.2	36.5	37.9	40.0	39.7	43.6	46.2	45.7	48.1	53.7	3000、1600	290				
FL4+A8+L9.8	33	T-2	T-2	25.2	24.0	30.0	38.4	43.2	49.6	25.8	25.3	24.6	24.0	23.0	25.2	27.8	30.3	33.7	36.9	38.4	40.8	40.5	44.6	47.3	47.1	49.9	54.9	3000、1600	250			

表2 各種板ガラスの透過損失(その2. 弊社での測定値)

(5-6に示したガラスの遮音設計におけるシミュレーションではオクターブバンド周波数のデータ使用)

fc=コインシデンス限界周波数(Hz)
frmd=複層ガラスの
低音域共鳴透過周波数(Hz)

品 種 (商品名)	平均値	T等級相当 1/3オクターブ オクターブ	オクターブ各周波数別の透過損失合成値(単位:dB)														1/3オクターブ各周波数別の透過損失測定値(単位 : dB)														fc (Hz)	frmd (Hz)
			オクターブ各周波数別の透過損失合成値(単位:dB)														1/3オクターブ各周波数別の透過損失測定値(単位 : dB)															
			125Hz	250	500	1000	2000	4000	100Hz	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000						
L9.8 (PW6.8+3)	32	T-2	T-3	25.0	28.0	34.0	35.0	35.0	44.0	24.6	24.8	25.4	25.8	28.8	29.6	32.3	34.2	36.1	36.5	35.7	33.8	32.4	36.7	39.8	42.4	45.7	49.6	1600	-			
L10.8 (PW6.8+4)	32	T-3	T-3	26.0	29.0	34.0	35.0	37.0	46.0	24.5	26.6	26.2	26.6	30.1	30.6	32.8	34.7	36.3	36.3	35.1	33.1	34.0	38.5	41.0	44.3	47.3	51.1	1400	-			
L18 (8+10)	35	T-3	T-3	22.3	29.7	33.9	36.9	46.6	55.1	27.5	27.4	27.0	27.9	30.6	31.6	33.4	34.0	34.3	35.2	36.5	40.6	42.2	47.5	50.1	52.9	55.7	58.2	900	-			
L20 (10+10)	36	T-3	T-3	25.3	31.1	36.9	38.2	47.8	53.3	21.9	25.6	26.8	29.7	30.7	33.7	37.0	37.1	36.6	36.6	37.9	41.3	45.8	48.4	50.4	52.4	52.7	55.2	800	-			
L24 (12+12)	37	T-3	T-3	25.5	31.1	36.7	39.7	47.8	54.2	22.6	26.0	28.0	29.4	31.1	33.7	37.3	36.9	36.1	37.2	40.4	44.0	45.5	49.1	50.3	52.6	54.3	56.6	700	-			
L30 (15+15)	39	T-3	T-3	30.0	34.0	36.0	42.0	51.0	56.0	27.3	30.2	30.3	31.6	35.1	35.8	36.3	35.6	36.4	39.7	42.6	45.3	48.4	51.0	53.4	55.3	57.5	60.2	500	-			
L38 (19+19)	40	T-3	T-4	30.0	34.0	37.0	44.0	52.0	59.0	27.2	29.9	30.4	31.7	35.3	35.8	35.4	36.0	39.7	41.4	45.3	48.0	50.5	52.9	55.0	57.5	59.8	61.9	400	-			
L6 (ラミシャット30)	30	T-2	T-2	22.7	25.8	31.1	35.5	37.2	38.7	20.4	22.1	23.4	24.2	26.3	27.7	29.7	31.3	33.0	34.6	35.7	36.5	37.1	37.2	37.3	37.6	40.3	45.5	2600	-			
L7 (ラミシャット30)	31	T-2	T-2	23.8	26.8	32.2	36.5	37.6	40.7	22.1	23.8	23.8	25.1	27.3	28.6	30.7	32.4	34.1	35.6	36.8	37.3	37.7	37.6	37.5	39.1	43.2	47.8	2200	-			
L8 (ラミシャット35)	33	T-3	T-3	24.8	27.8	33.4	37.7	38.9	41.7	23.8	24.7	24.9	26.2	27.9	30.0	31.9	33.7	35.1	36.6	38.0	38.9	39.5	39.0	38.3	40.1	44.2	48.3	2000	-			
L10 (ラミシャット35)	34	T-3	T-3	27.0	30.0	35.2	39.4	39.4	45.0	22.9	26.6	26.4	27.9	29.7	31.6	33.7	35.4	37.1	38.4	39.7	40.4	40.6	39.0	38.9	42.9	47.1	50.7	1600	-			
FL3+A6+PW6.8	30	T-1	T-2	22.2	24.5	27.3	34.6	39.6	45.9	22.4	21.9	22.4	24.6	26.0	23.3	25.4	27.4	30.5	32.7	34.6	38.2	39.0	38.7	41.6	44.8	45.8	47.4	4000、1800	340			
FL3+A12+PW6.8	32	T-2	T-2	21.6	21.9	30.3	39.7	42.2	44.9	22.5	20.3	22.0	20.0	21.9	25.7	27.9	30.9	34.5	37.9	40.0	42.5	41.3	41.2	45.0	47.4	45.9	42.7	4000、1800	240			
FL4+A12+FL4	28	T-1	T-1	17.9	18.1	26.2	35.9	38.6	32.2	16.5	18.2	19.7	20.8	15.7	19.7	24.3	26.2	29.6	33.7	36.3	39.3	39.7	40.9	36.5	29.7	32.3	38.2	3000	240			
FL5+A6+FL6	31	T-2	T-2	24.0	25.0	31.0	38.0	33.0	39.0	23.0	25.3	24.6	25.2	25.4	25.3	28.3	31.2	34.2	36.9	38.2	40.4	38.9	32.0	31.4	35.9	39.4	44.4	2400、2000	300			
FL5+A6+PW6.8	31	T-2	T-2	24.6	25.6	31.2	37.6	35.3	39.8	23.8	25.1	24.9	24.9	25.8	26.3	29.2	31.6	34.3	36.3	37.8	39.3	38.2	34.1	34.5	37.6	40.0	44.2	2400、1800	290			
FL5+A12+FL8	31	T-2	T-2	22.0	24.0	33.0	41.0	38.0	42.0	22.7	23.4	21.0	21.8	24.5	27.5	30.9	33.6	36.9	40.0	42.3	41.0	38.6	38.2	36.4	40.1	45.8	51.3	2400、1500	200			
FL6+A12+FL6	29	T-1	T-2	20.2	19.8	31.4	38.7	32.7	38.2	20.0	20.1	20.5	16.8	21.1	26.0	28.8	32.3	35.4	37.4	39.2	39.9	37.2	31.8	31.1	36.0	39.1	41.0	2000	200			
FL6+A6+FL8	31	T-2	T-2	23.1	25.6	31.6	38.4	33.6	43.0	24.6	22.9	22.1	24.6	25.1	27.9	28.9	33.2	35.4	38.3	39.1	37.8	34.3	31.6	36.2	40.3	44.0	47.5	2000、1500	260			
FL8+A6+FL8	30	T-2	T-2	23.3	22.7	31.0	35.7	33.9	42.7	23.2	23.5	23.2	23.0	21.0	25.1	28.4	32.4	34.1	35.2	36.0	36.0	32.7	33.3	36.6	40.0	43.8	46.8	1500	240			
FL10+A6+FL10	32	T-2	T-2	27.0	25.0	33.0	36.0	36.0	45.0	24.7	27.4	26.1	23.2	26.0	28.1	31.1	34.3	35.3	37.5	35.5	34.2	33.8	36.8	40.0	43.6	48.0	52.7	1200	220			
FL10+A12+FL10	31	T-2	T-2	22.1	23.2	32.8	35.4	38.1	50.3	22.5	23.6	20.7	19.9	26.1	27.5	30.5	34.5	34.8	38.1	35.5	33.7	35.1	39.5	44.0	47.5	51.4	55.0	1200	150			
FL10+A6+FL12	33	T-3	T-3	23.7	26.7	36.3	36.6	39.5	49.2	25.1	22.1	26.4	24.1	27.6	31.2	34.8	36.9	37.6	39.6	38.1	34.1	36.9	40.3	43.7	47.6	51.8	55.1	1200、1000	210			
FL10+A12+FL12	34	T-3	T-3	23.5	27.4	37.4	37.2	40.4	51.8	24.7	21.4	25.5	24.3	29.4	32.3	35.8	38.2	39.0	40.2	38.3	34.8	37.5	41.8	45.6	49.2	52.8	56.2	1200、1000	150			
FL10+A12+FL15	35	T-3	T-3	25.6	31.3	38.1	36.7	42.0	53.0	25.7	23.6	29.0	28.7	32.8	34.6	36.9	38.1	39.7	40.6	36.6	34.8	39.1	43.3	46.7	50.5	53.8	57.3	1200、800	140			
FL12+A12+FL12	32	T-2	T-2	22.5	25.2	34.7	34.2	41.1	52.6	23.1	21.1																					

5-3 窓の遮音性能

● サッシの遮音等級

サッシの遮音等級についてはJIS A 4706に規定されています。

例えば、T-3等級(35等級)をクリアするガラスを使用しても、T-2等級(30等級)しかないサッシを使用すれば、T-3等級(35等級)の窓になるとは限りません。

なお、遮音等級の判定は、「サッシ」JIS A 4706の遮音性能の項目をご参照ください。

(図 1 参照)

● 窓の遮音性能表示

性能の表示の仕方として、「オクターブバンド周波数毎のデータ」が揃うことが望ましいのですが、それが無い場合には「平均透過損失で〇〇dB(各オクターブバンドレベルの算術平均)」・「500Hzで〇〇dB」・「JISで〇〇等級」などの表記をすべきです。「〇〇dBの遮音性能」というだけの表し方は平均値なのか、何Hzでの値か、JISの遮音等級のランクなのか判断できないので誤解をまねく恐れがあります。

● 窓開閉方式による遮音性能の違い

一般には遮音性能に影響するサッシの隙間の大小は気密性で表されます。

開閉方式で言えば「引き窓系」は引き寄せ機構を持ち、隙間が少ないので「引き窓系」に比べて特に高音域での遮音性の向上が顕著となります。

図 2 に複合サッシ(アルミ+樹脂)の「引違い窓」と「Fix+縦すべり出し窓(連窓)」の遮音性能を示します。

● 窓(サッシを含む)としてのとらえ方

窓は、ガラスとサッシから構成されており、開閉機構を持つサッシは一般的にわずかな隙間があります。このわずかな隙間が、窓全体の遮音性能(透過損失)に影響を与える場合があります。

今、サッシの隙間が例えば窓の見付け面積の1/1000である場合を考えてみると、隙間の影響は以下のように考えることが出来ます。

窓全体の透過率の中で、隙間を通った音だけを考えた透過率 τ は1/1000であり、これを透過損失TL(デシベル)で表せば、以下の基本式より30dBとなります。

$$\tau = \frac{1}{1000} = 0.001$$

(隙間を通った音だけを考えた透過率)

$$TL = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{\tau} \right) = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{0.001} \right)$$

$$= 10 \log_{10} (1000) = 30(\text{dB})$$

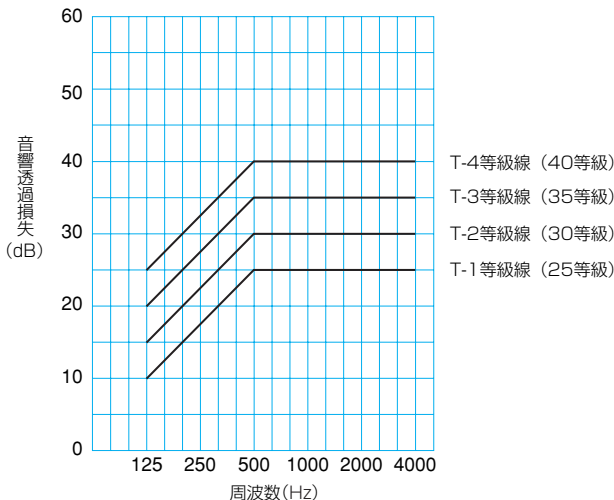


図 1 JIS A 4706「サッシ」の遮音等級

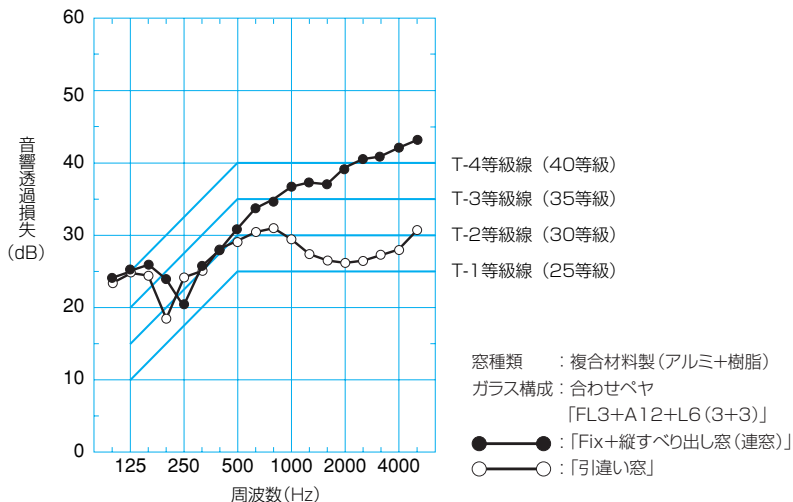


図 2 窓開閉方式による遮音性能
「引違い窓」と「Fix+縦すべり出し窓(連窓)」

この窓において、ガラスを含めた全体の透過損失を考える場合、ガラス部分の透過損失は周波数によって変わりますが、ここではガラスの透過損失を次の各レベルについて検討すると表 1 のようになります。

この例のように、隙間(1/1000の面積)を通った音の透過損失が30dBのようなサッシに、30dB以上の性能を持つガラスを使用

しても、窓全体(ガラス+隙間)の透過損失は30dB以上にはなりません。

すなわち、このようなサッシに、中音域以上の周波数領域で30dB以上の性能を持つガラスを使用しても、サッシの隙間の影響を受けるため遮音性能は向上せず、中音域以上の透過損失は横ばいの特性を示します。

表 1 窓の透過損失に対する隙間の影響

ガラスの透過損失(dB)	15	20	25	30	35	40	45
透過率換算値	$\frac{32}{1000}$	$\frac{10}{1000}$	$\frac{3.2}{1000}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{0.3}{1000}$	$\frac{0.1}{1000}$	$\frac{0.03}{1000}$
隙間の透過率	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$
(ガラス+隙間)の透過率	$\frac{33}{1000}$	$\frac{11}{1000}$	$\frac{4.2}{1000}$	$\frac{2}{1000}$	$\frac{1.3}{1000}$	$\frac{1.1}{1000}$	$\frac{1.03}{1000}$
(ガラス+隙間)透過損失(dB)	15	20	24	27	29	30	30

● 二重窓の遮音性能

窓の遮音性能を高めるのは、窓単体での対策では限界があります。そこで、外窓の室内側にもう一つ内窓を取り付ける「二重窓」方式が、遮音性能を大きく向上させます。

「二重窓」方式では外窓と内窓との間隔(空気層)を大きく取るほど遮音性能は向上します。

「インナーウインド mado²/まどまど」では、この空気層間隔は約80mmが確保されており、高い遮音性能を得ることが出来ます。

図3に、外窓とこれに内窓として「インナーウインド mado²/まどまど」を取り付けた場合の遮音性能を示します。

「インナーウインド mado²/まどまど」には、合わせガラスまたは複層ガラスが使用されていますが、内窓としての気密性能が十分に高いため、どちらのガラスを使用した場合でも、高い遮音性能が得られます。

この「インナーウインド mado²/まどまど」(二重窓)の場合、JISの等級としてはT-4(40等級)となります。

右記性能値はJIS A 1416「実験室における建築部材の空気音遮断性能の測定方法」に基づき、建材試験センターで測定したデータであり、保証値ではありません。

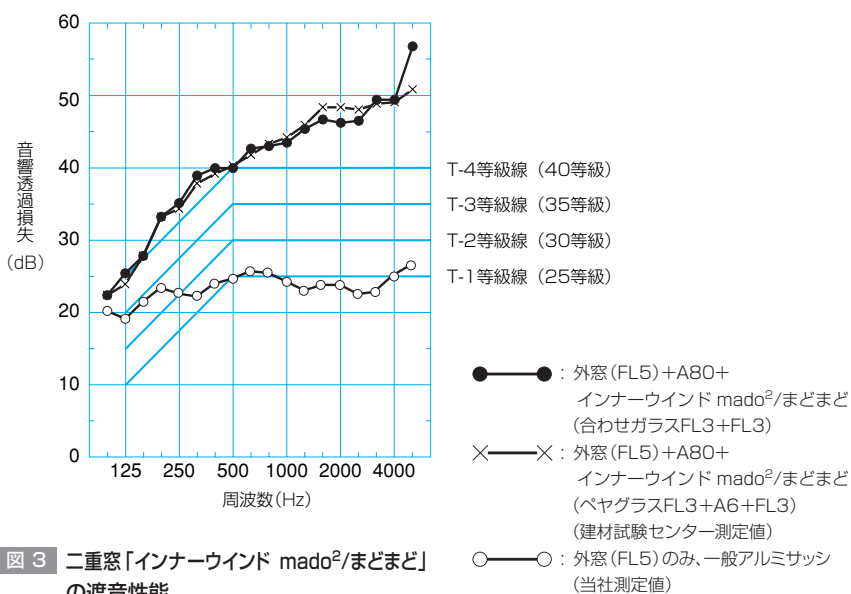


図3 二重窓「インナーウインド mado²/まどまど」の遮音性能

5-4 室内騒音の許容値

1 室内の騒音評価

室内の騒音を評価する一般的な尺度として、日本建築学会騒音等級基準であるN曲線と、BeranekのNC曲線がよく使われます。これらは人間の聴感に基づいて、騒音の基準許容値をオクターブ帯域で表したものです。

● NC曲線の使い方

例えば騒音の一例として、応接室に外部から侵入する騒音をプロットすると、**図2**の線のようになります。NC曲線上の最大値(A点)を読むと、62の値が得られます。NC値は5ステップ毎にとるため、この場合の騒音はNC=65と判断されます。一方、応接室の許容値は**表1**よりNC=30ですから、騒音のプロット線とNC30曲線との各周波数における差だけ、さらに遮音することが必要となります。

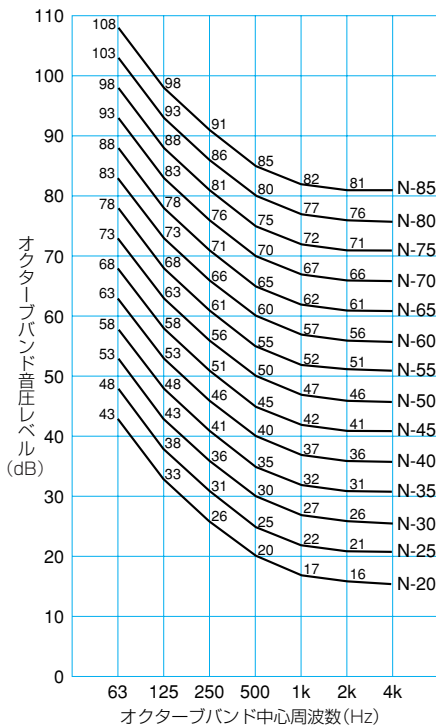


図1 N曲線(日本建築学会)

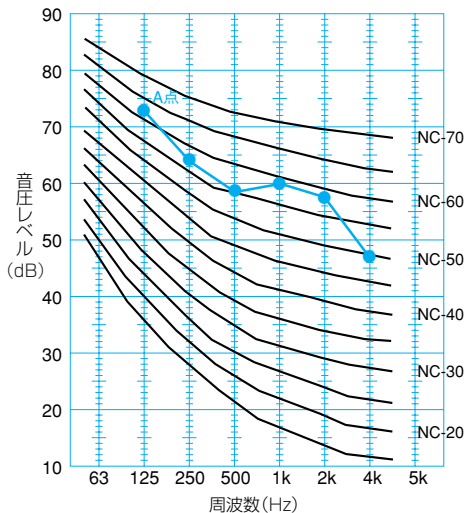


図2 NC曲線(Beranek)の使用例

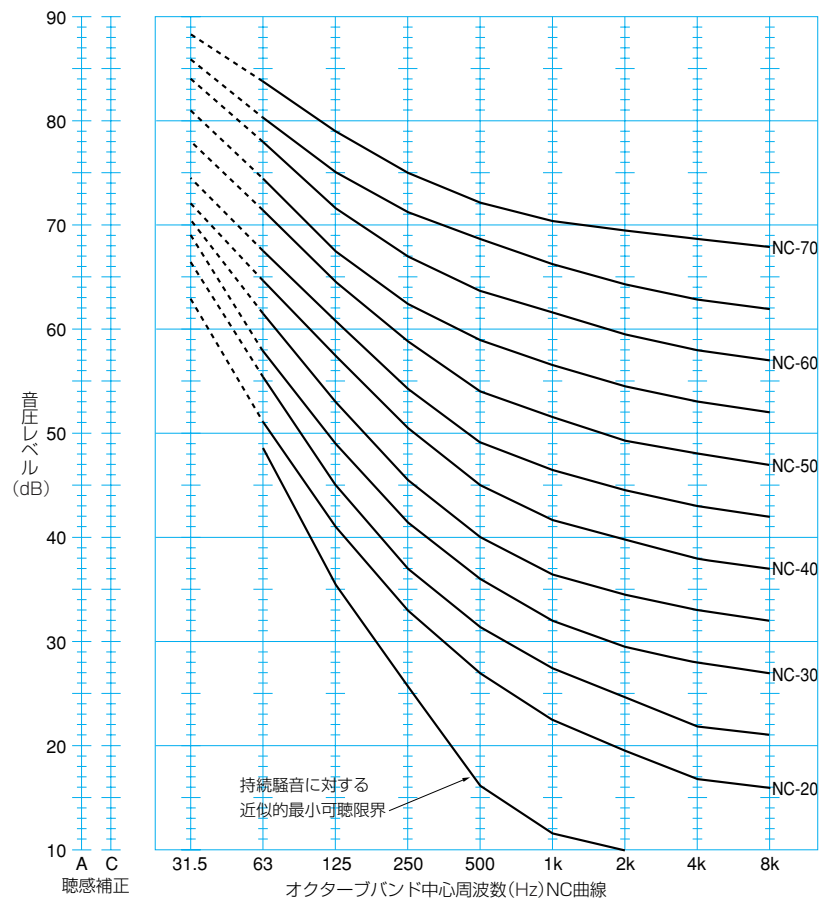


図3 NC曲線(Beranek)

表 1 各種用途における室内騒音の許容値

dB(A)	20	25	30	35	40	45	50	55	60
NC~NR	10~15	15~20	20~25	25~30	30~35	35~40	40~45	45~50	50~55
うるささ	無音感 ———— 非常に静か ———— 特に気にならない ———— 騒音を感じる ———— 騒音を無視できない								
会話・電話への影響	5m離れてささやき 声か聞こえる ———— 10m離れて会議可能 電話は支障なし ———— 普通会話(3m以内) 電話は可能 ———— 大声会話(3m) 電話やや困難								
スタジオ	無響室	アナウンススタジオ	ラジオスタジオ	テレビスタジオ	主調整室	一般事務室			
集会・ホール		音楽堂	劇場(中)	舞台劇場	映画館・プラネタリウム	ホールロビー			
病院		聴力試験室	特別病室	手術室・病室	診察室	検査室	待合室		
ホテル・住宅				書斎	寝室・客室	宴会場	ロビー		
一般事務室				重役室・大会議室	応接室	小会議室	一般事務室		タイプ・計算機室
公共建物				公会堂	美術館・博物館	図書閲覧	公会堂兼体育館	屋内スポーツ施設(拡)	
学校・教会				音楽教室	講堂・礼拝堂	研究室・普通教室	廊下		
商業建物 {					音楽喫茶店	書店	一般商店		
					宝石店・美術品店	レストラン	銀行	食堂	

日本建築学会編「建築設計資料集成1-環境」丸善(1978)、P13による

表 2 生活騒音の大きさ

分類	機器名	測定条件	測定数	騒音レベル								
				(注)▼印はJIS規格値								
				dB(A)	30	40	50	60	70	80	90	100
音響機器類	ピアノ	正面1m点(自由曲)	13	82~92								
	ピアノ	正面1m点(バイエル104番)	13	80~90								
	電子オルガン	普通の演奏状態(正面1m点)	5	79~87								
	ステレオ	昼間の聴取状態	11	71~88								
	ステレオ	夜間の聴取状態	11	61~78								
	テレビ	昼間の聴取状態	9	58~74								
家庭用設備機器類	テレビ	夜間の聴取状態	7	52~65								
	ボイラ	定常運転	3	47~50								
	エアコン室内ユニット	正面1m(強)	9	45~58								
	エアコン室内ユニット	正面1m(弱)	8	39~52								
	エアコン(室外)	クーラー始動時	6	42~65								
	温風ヒーター	標準状態	4	46~52								
	洗濯機	正面1m(洗濯時)	8	53~66								
	洗濯機(脱水)	洗濯時	4	51~69								
	掃除機	真上1m点	14	58~70								
	掃除機	横1m点	14	59~72								
	換気扇	1m点(最多使用条件)	9	44~62								
	バス	給水音	7	58~76								
	トイレ	洗浄音	13	62~71								

(財)小林理学研究所：昭和56年度環境庁委託業務結果報告書「生活騒音対策調査」による

表 3 室内騒音に関する適用等級

建築物	室用途	騒音レベル(dB(A))			騒音等級		
		1級	2級	3級	1級	2級	3級
集合住宅	居室	35	40	45	N-35	N-40	N-45
ホテル	客室	35	40	45	N-35	N-40	N-45
事務所	オープン事務所	40	45	50	N-40	N-45	N-50
	会議・応接室	35	40	45	N-35	N-40	N-45
学校	普通教室	35	40	45	N-35	N-40	N-45
病院	病室(個人)	35	40	45	N-35	N-40	N-45
コンサートホール、オペラハウス		25	30	—	N-25	N-30	—
劇場、多目的ホール		30	35	—	N-30	N-35	—
録音スタジオ		20	25	—	N-20	N-25	—

日本建築学会編「建築物の遮音性能基準と設計指針 [第二版]」による

表 4 適用等級の意味

適用等級	性能水準の説明
1級	建築学会が推奨する好ましい性能水準
2級	一般的な性能水準
3級	やむを得ない場合に許容される水準

日本建築学会編「建築物の遮音性能基準と設計指針 [第二版]」による

5-5 屋外騒音の音圧レベル

1 各環境における騒音レベル

●各種騒音源の周波数特性(「騒音振動対策ハンドブック」(社)日本音響材料協会編による)

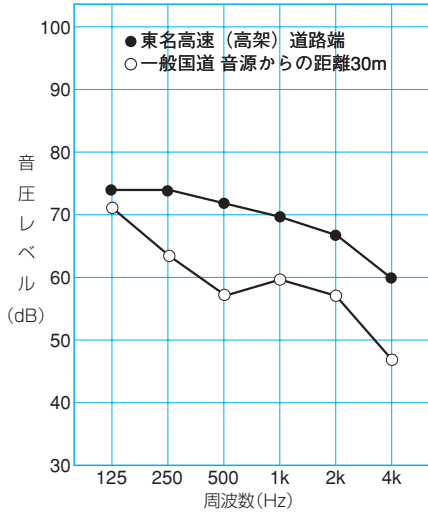


図1 道路騒音

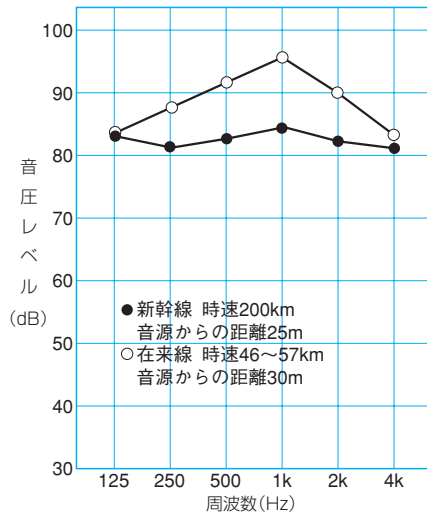


図2 鉄道騒音

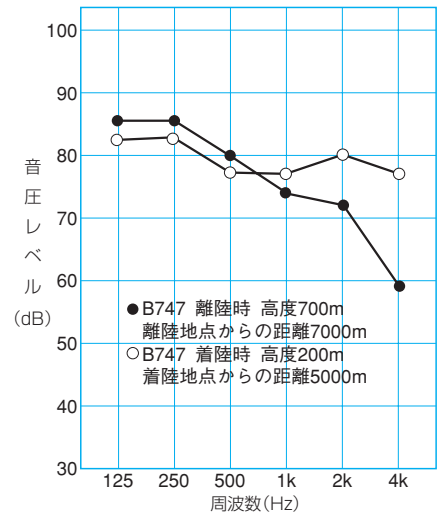


図3 航空機騒音

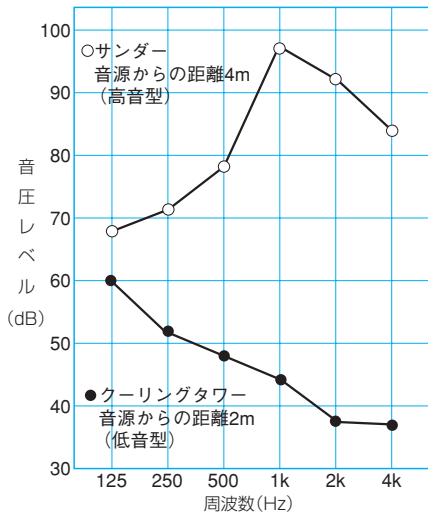


図4 特殊騒音

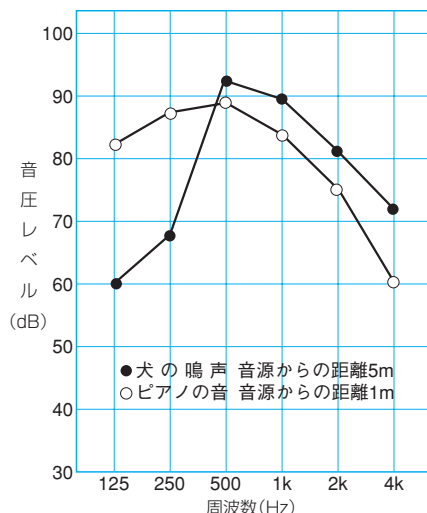


図5 環境騒音

騒音源の周波数特性は、騒音源の種類や現地の状況により大きく変化しますので、現地の状況を把握する必要があります。図1～図5に示す数値は、あくまでも参考数値としてください。

2 騒音に係る環境基準(平成10年環境庁告示第64号)

環境基準は、表1のように定められています。

表1 騒音に係る環境基準(環境基本法(平成5年法律第91号)第16条第1項の規定に基づく)

地域の類型	基準値		該当地域
	昼間	夜間	
AA	50デシベル以下	40デシベル以下	環境基準は、地域の類型及び時間の区分ごとに基準値の欄に掲げるとおりとし、各類型を当てはめる地域は、都道府県知事が指定する。
A及びB	55デシベル以下	45デシベル以下	
C	60デシベル以下	50デシベル以下	

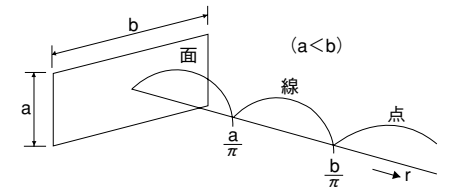
- (注)1 時間の区分は、昼間を午前6時から午後10時までの間とし、夜間を午後10時から翌日の午前6時までの間とする。
- 2 AAを当てはめる地域は、療養施設、社会福祉施設等が集合して設置される地域など特に静穏を要する地域とする。
- 3 Aを当てはめる地域は、専ら住居の用に供される地域とする。
- 4 Bを当てはめる地域は、主として住居の用に供される地域とする。
- 5 Cを当てはめる地域は、相当数の住居と併せて商業、工業等の用に供される地域とする。

●騒音源からの距離減衰

音源から r_1 の点での音圧を L_1 とすると、更に離れた r_2 の点での音圧は、次式により L_2 に減衰する。

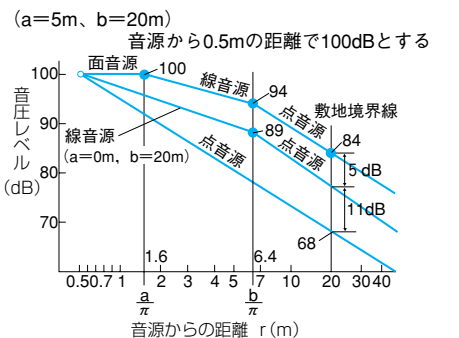
点音源： $L_2=L_1-20 \log_{10}(\frac{r_2}{r_1})$ 例：機械
線音源： $L_2=L_1-10 \log_{10}(\frac{r_2}{r_1})$ 例：道路

面音源： $L_2=L_1$ 例：建物



騒音源が線音源の場合 $r < \frac{b}{\pi}$ の範囲は線音源減衰
 $r > \frac{b}{\pi}$ の範囲は点音源減衰

騒音源が面音源の場合 $r < \frac{a}{\pi}$ までは減衰なし(面音源)
 $\frac{a}{\pi} < r < \frac{b}{\pi}$ の範囲は線音源減衰
 $r > \frac{b}{\pi}$ の範囲は点音源減衰



$$L_2 = 100 - 20 \log_{10} \frac{20}{0.5} = 68 \text{ dB}$$

$$L_2 = 100 - 10 \log_{10} \frac{6.4}{0.5} = 89 \text{ dB}$$

$$\text{線} L_2 = 100 - 10 \log_{10} \frac{6.4}{1.6} = 94 \text{ dB}$$

図6 点音源、面音源の適用範囲と距離減衰の例

5-6 ガラスの遮音設計

1 遮音性能

● 総合透過損失の考え方

遮音対策を考える場合、内外の環境を設定し、間にある壁の構造と開口部の面積などを条件にして、開口部の必要透過損失を求めることにより、ガラスの板厚・構成を決めるという作業が行われます。つまり、実際の建物では窓以外からの音の廻り込み・内装の種類による室内の音圧レベルの違い等の条件を加味したシミュレーション過程が必要となります。

● 設計例

外部から室内へ、拡散騒音が伝搬するときを考える。

(例) オフィス応接室

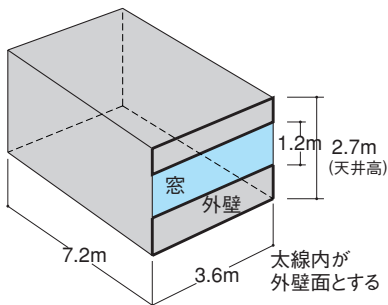


図1 シミュレーション・モデル

$$\text{透過損失理論式: } TL = 10 \log_{10} \frac{1}{\tau} \dots (1)$$

$$\text{透過率: } \tau = 10^{-(TL/10)} \dots (2)$$

$$\text{外壁面全体の透過損失: } TL = 10 \log_{10} \frac{S}{\sum Si \tau_i} \dots (3)$$

S 全体の面積(m²)

Si 壁を構成する各部分の面積(m²)

τi 壁を構成する各部分の透過率

$$\text{外壁面全体の必要透過損失: } \frac{Sw}{A}$$

$$TLw = Ls - Le + 10 \log_{10} \dots (4)$$

Ls 外部音圧レベル(dB)

Le 室内許容音圧レベル(dB)

Sw 騒音に面した外壁面の面積(m²)

$$\text{室内吸音力: } A = \sum Si \cdot \alpha_i \dots (5)$$

Si 天井・壁・床等それぞれの面積(m²)

αi 天井・壁・床等それぞれの吸音率

ガラス窓の必要透過損失は(2)と(3)式を変形して(6)式ようになる。

$$TLg = -10 \log_{10}$$

$$\left\{ 10^{-TLw/10} \cdot \left(\frac{SR + Sg}{Sg} \right) - 10^{-TLr/10} \cdot \left(\frac{SR}{Sg} \right) \right\} \dots (6)$$

SR コンクリート外壁の面積(m²)

Sg ガラス窓の面積(m²)

$$\text{(例の場合) } \frac{SR + Sg}{Sg} = 2.25 \quad \frac{SR}{Sg} = 1.25$$

TLg ガラス窓の必要透過損失 (dB)

TLw 騒音に面した外壁の必要透過損失 (dB)

TLr コンクリート壁の透過損失 (dB)

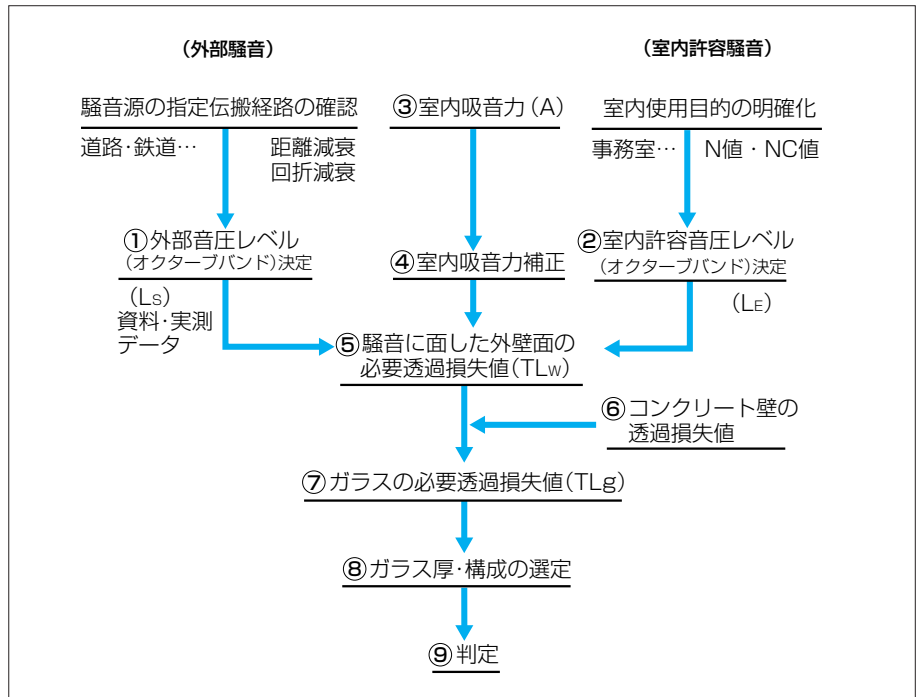


図2 シミュレーション・プロセス

表1 街路騒音に対する開口部の遮音設計の例

No.	項目	125Hz	250	500	1k	2k	4k	備考	単位
①	外部音圧レベル(Ls)	72	64	58	60	58	47	一般国道(騒音源から30m) 屋外騒音レベル 65dB (A)	dB
②	室内許容音圧レベル(Le)	49	42	36	32	30	28	NC30(応接室) 室内騒音レベル 40dB (A)	dB
③	天井の吸音率 α1	0.10	0.20	0.35	0.60	0.70	0.70	S1=25.9, 表3より	-
	// 吸音力 A1	2.6	5.2	9.1	15.5	18.1	18.1	岩綿吸音板9 ボード捨張り	m ²
	壁の吸音率 α2	0.26	0.13	0.08	0.06	0.06	0.06	S2=54.0, 表3より	m ²
	// 吸音力 A2	14.0	7.0	4.3	3.2	3.2	3.2	空気層45 石膏ボード9	-
③	床の吸音率 α3	0.10	0.10	0.20	0.25	0.30	0.35	S3=25.9, 表3より	m ²
	// 吸音力 A3	2.6	2.6	5.2	6.5	7.8	9.1	パイルカーペット10	-
③	ガラスの吸音率 α4	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	S4=4.3, 表3より	m ²
	// 吸音力 A4	0.8	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	大板ガラス	-
	室内の吸音力(A)	20.0	15.1	18.8	25.3	29.2	30.5	A1+A2+A3+A4	m ²
④	吸音力補正值	-3.1	-1.9	-2.9	-4.2	-4.8	-5.0	Sw=9.72 (4)式 10log(Sw/A)の値	dB
⑤	騒音に面した外壁面の必要透過損失(TLw)	19.9	20.1	19.1	23.8	23.2	14.0	(4)式による(①-②)+④	dB
⑥	コンクリート壁の透過損失(TLR)	43	46	50	56	62	65	表2より コンクリートPC板(150)	dB
⑦	ガラスの必要透過損失(TLg)	17	17	16	21	20	11	(6)式による 小数以下切り上げ	dB
⑧	ガラス厚構成の選択	19.1	23.7	29.0	33.4	28.1	30.7	FL5単板 (5-2-4ページの表1より)	dB
⑨	判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK	⑧ ≥ ⑦が前提	-

※屋外騒音レベルと室内騒音レベルはA特性の聴感補正を加え合成したものです。

表2 一般的建築構造物の透過損失データ

[単位：dB]

種類	オクターブバンド周波数 (Hz)					
	125	250	500	1k	2k	4k
コンクリートPC板(100) $\rho=2.4$	32	38	48	54	60	63
コンクリートPC板(150) $\rho=2.4$	43	46	50	56	62	65
軽量PC板(150) $\rho=1.7$	39	44	49	53	59	64
PC板(100)+GLボンド+PB(12)	30	40	51	57	61	59
PC板(100)+スタッド(50)+PB(12)	31	44	52	63	67	63
軽量コンクリートブロック(100)仕上げなし	20	24	27	31	37	43
軽量コンクリートブロック(100)両面プラスター	35	37	41	49	56	59
重量コンクリートブロック(150)両面モルタル	33	37	45	53	56	60
ガラスブロック(95)83kg/m ²	27	34	38	44	47	51
ALC(100)50kg/m ²	30	31	28	35	44	46
ALC(100)55kg/m ²	31	32	29	37	46	51
ALC(100)両面モルタル(6)81kg/m ²	34	33	35	44	51	57
モルタル(20)+AS(100)+合板(3)	20	24	36	45	50	—
ALC(100)+AS(40)+PB(9)	26	36	39	51	60	—

日本建築学会「設計計画パンフレット4—建築の音響設計」、彰国社(1983)による
()の中の数字は、厚さを示します。

表3 各種建材の吸音率データ

種類	空気層厚 (mm)	オクターブバンド周波数 (Hz)						
		125	250	500	1k	2k	4k	
石こうボード 9~12m	45	0.26	0.13	0.08	0.06	0.06	0.06	
フレキシブルボード 3~5mm	90	0.23	0.13	0.08	0.06	0.06	0.06	
合板 6mm	45	0.18	0.33	0.16	0.07	0.07	0.08	
// 6mm	90	0.25	0.20	0.10	0.07	0.07	0.08	
ガラス(大板)	—	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	
コンクリート打放し、モルタル金ごて		0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	
コンクリート布張り		0.03	0.03	0.03	0.04	0.06	0.08	
石張り・タイル張り		0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	
板張床(木下地)		0.15	0.12	0.10	0.08	0.08	0.08	
扉(ビニールレザーふとん張り)		0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.30	
扉(鉄板OP)		0.13	0.12	0.07	0.04	0.04	0.04	
パイルカーペット 10mm		0.10	0.10	0.20	0.25	0.30	0.35	
ニードルパンチカーペット 3.5mm		0.03	0.04	0.08	0.12	0.22	0.35	
厚手カーテン2倍ひだ 0.3kg/m ²		50~100	0.10	0.25	0.55	0.65	0.70	0.70
//		500	0.15	0.25	0.50	0.75	0.80	0.80
細木毛セメント板 25mm		0	0.03	0.10	0.24	0.64	0.69	0.74
岩綿吸音板(金具工法)15mm		300	0.40	0.35	0.45	0.55	0.65	0.75
// (石こうボード捨張り)12mm	0	0.20	0.20	0.40	0.70	0.80	0.80	
// (//)9mm	0	0.10	0.20	0.35	0.60	0.70	0.70	
グラスウール32~48K 50mm	0	0.22	0.70	0.95	0.90	0.85	0.90	
有孔板閉孔率13% 5mm	90	0.06	0.10	0.33	0.29	0.21	0.12	
// (GW20K t50)	90	0.18	0.43	0.82	0.60	0.42	0.30	

日本建築学会編「設計計画パンフレット4—建築の音環境設計」、彰国社(1983)による

● 吸音材の使い方と場所 (遮音対策の補助)

吸音材を室内の壁・天井の表面に貼る場合、それは室内の音圧レベルを下げたり、不要な反響音を減らす等に役立ちます。これは、内部外部間の遮音性能が上がることと同じ結果となるので、遮音対策としても有効です。また、中空層の広い二重窓のサッシ間の四周面に図3のようにして吸音処理を施すことがあります。少しでも遮音性能を向上させる工夫です。

出窓形式にして中空層を大きくし、低音領域の性能を上昇させるのは道路騒音に対しては有効である。

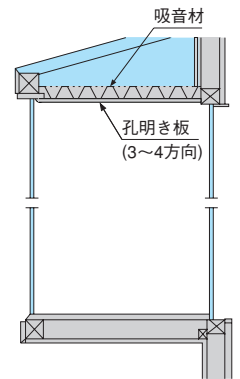


図3 二重窓サッシの吸音処理による遮音対策