

建材減音效果

撰寫原則：與「第14章 噪音防制」、「第34講隔音防制措施」有關

一、方式

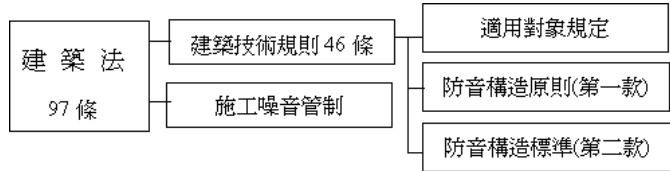
減音原理係利用不同之建材(質)來阻絕空氣中聲音的傳播，將大部份的聲波反射回去。

二、特性

一般所謂良好的隔音材料，其質量都較大且密度偏高(如：混凝土、鐵等常見重質材料)由於質地密度、聲波因傳遞介質改變而容易被反射；反之質地輕盈之保麗龍、紙張類之輕質材料則無此隔音特性。

三、常見隔音(減音)效果評定使用單位

(一)TL (Transmission Loss；透過損失)：對於牆壁、地板、天花板、門窗等聲音隔絕性質之量



度。(其計量單位為分貝)。

透過損失TL來表示一個隔音設備的隔音能力，即TL值越大隔音性能越好，一般而言，同一材料的低頻部分TL值較高頻部分為低，材料商在標示隔音性能時，不標示頻率而只告訴設計者隔音幾分貝，並無法讓設計者在選擇材料時有所依據，例如某材料標示可隔音35分貝，如果是125Hz、35分貝則其隔音性能相當好，但如果是1000Hz、35dB，此材料得隔音性能則是普通。

(二)STC (Sound Transmission Class；遮音等級)：評定隔板 (Partition) 之聲音傳送損失，以500Hz傳送損失值表示。

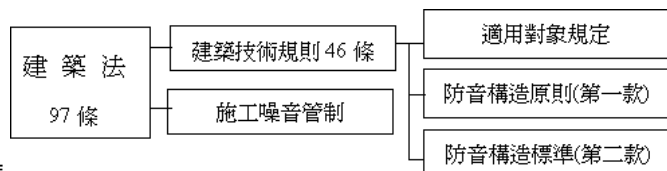
(三)D值：經現場量測其D值，方式依CNS A1031隔音等級求法。

我國現行噪音法規及建築技術規則中，並無防音建材隔音性能之規定，故無法得知建材減音功效，而是以列舉式規定防音構造，不但無法涵蓋所有建材，而且造成規定條文過於龐雜，為了保持建築物內適當的可居性或寧靜度，許多國家對建築物防音建材要求適當之隔音性能，而由此隔音性能，即可評估出減音成效。

四、隔音(減音)效果評估

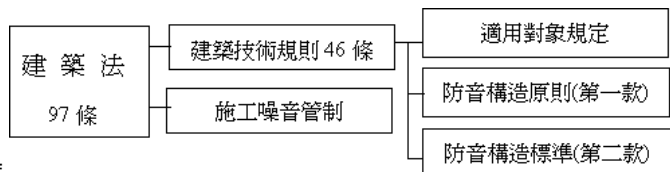
有鑑於數值對人直接的感觸，常無法以確切的標準值來衡量，藉由大量的問卷統計與物理量作分析、彙整的對照表才具有其實質的感同身受的感覺。

在噪音控制(Noise Control)技術中，常採用透過率(透過係數)來表示隔音材料的隔音能力，透過係



數就是透過音強度

與入射音



強度係數)一般遠小於1約在 10^{-1} ~ 10^{-5} 之間。

為了計算方便，通常採用透過損失TL（Transmission Loss）來表示一個隔音設備的隔音能力，利用各種材料，構造進行各種隔音。材料或構造本身的隔音能力以透過損失TL表示，單位dB。

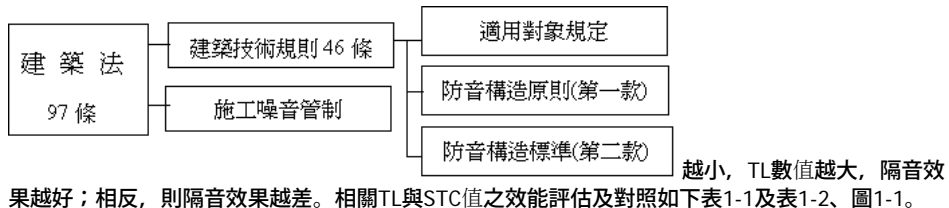
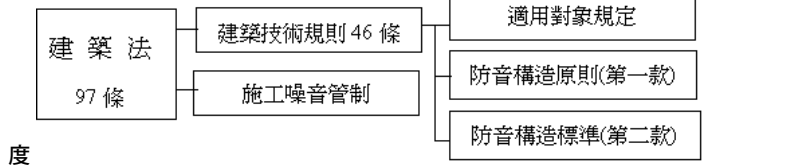
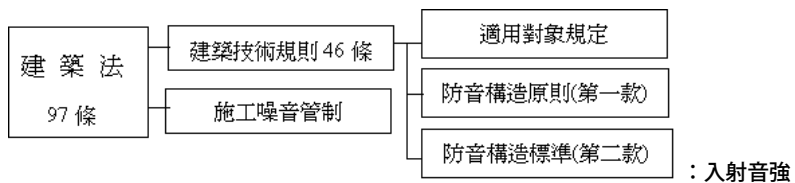
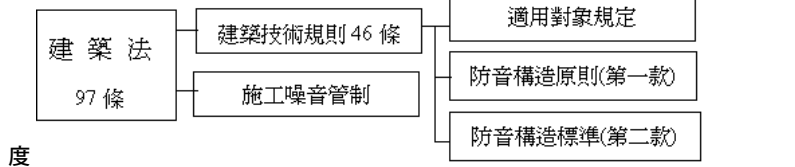
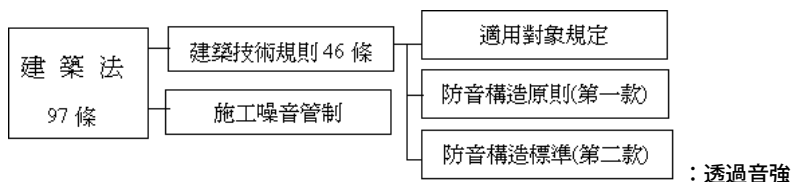
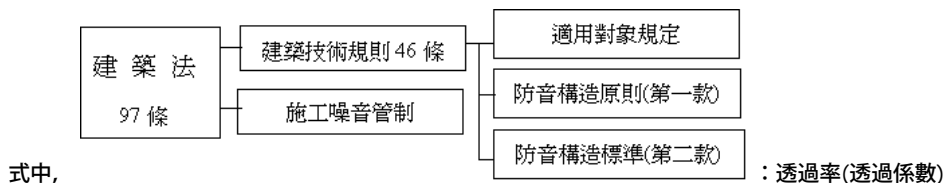
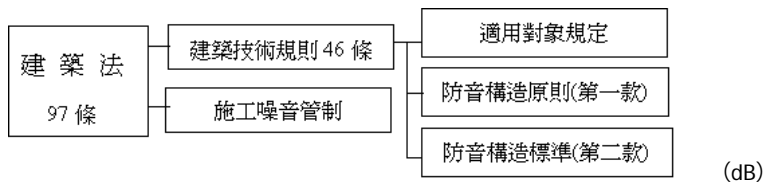
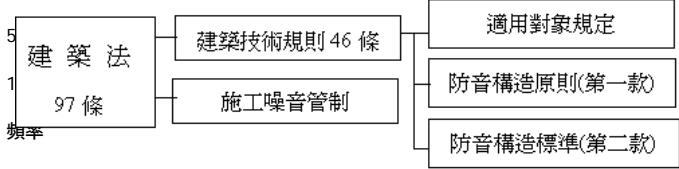


表1-1 透過損失 (TL) 與遮音效果評估

透過損失 (TL, dB)	交談隱蔽性之聽力狀況	效果評估
<30	正常交談很容易清楚聽到 正常交談可以聽到，但不易聽懂；	不良
30-35	大聲交談可以聽懂	可
40-45	大聲交談聽起來很模糊，不易聽懂	很好（起居房間之隔牆用）
>45	即使是大音量，但聽起來很模糊或根本聽不到	優良（音響室隔音牆用）



頻率

(dB)

STC-40

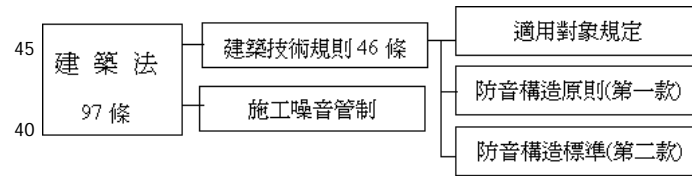
STC-35

STC-30

STC-25

STC-20

透
過
損
失



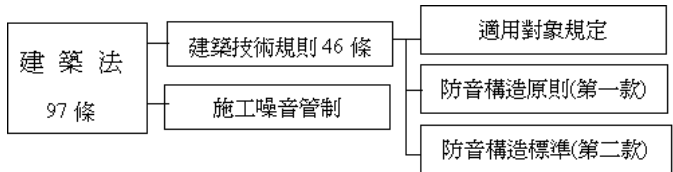
35

30

25

20

15



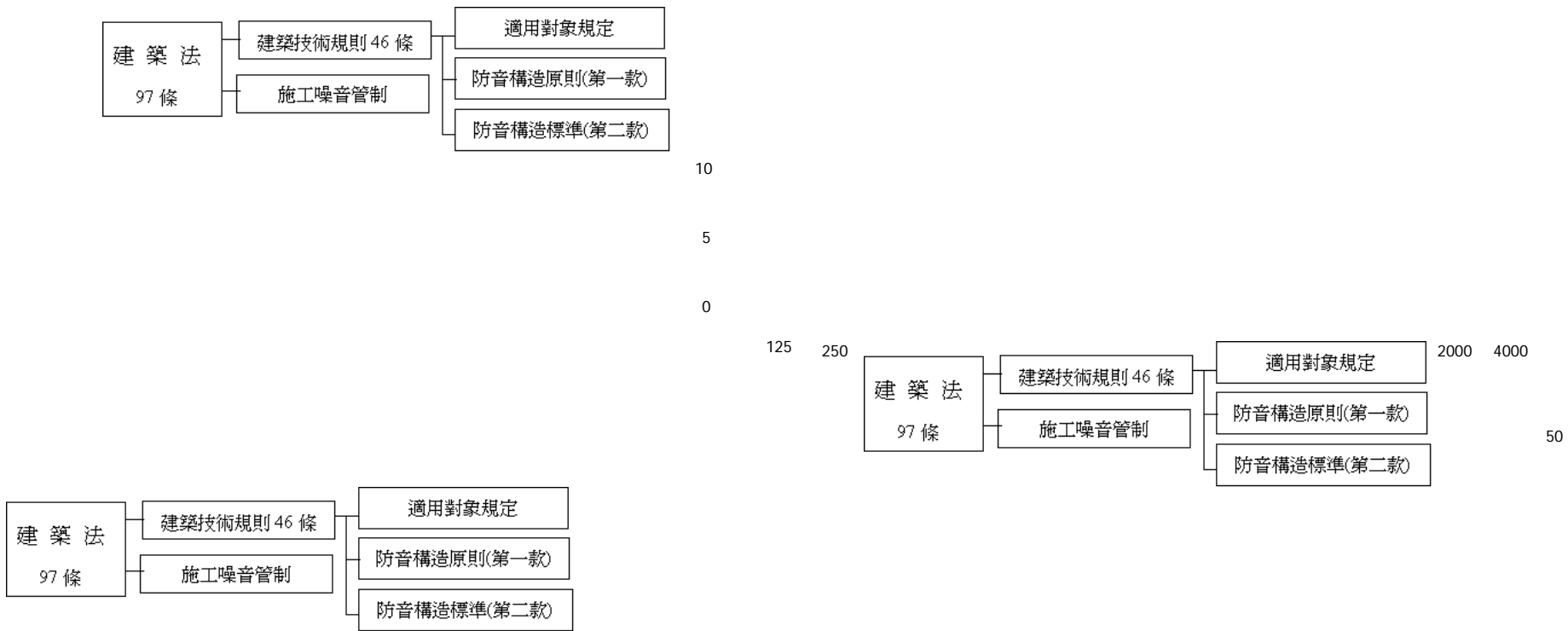


圖1-1 穿透等級曲線

表1-2 穿透等級 (STC) 效果評估

STC	交談隱蔽性之狀況
25	正常交談很容易聽懂
30	大聲交談很容易聽懂

35	大聲交談可以聽到但不易聽懂
42	大聲交談聽起來聲音很小
45	大聲交談仔細聽才可聽到
48	部分大聲交談勉強可聽到
50	大聲交談也聽不到

現行技術規則防音規定之建材隔音性能以日本對隔音等級與生活實感之調查結果來比較的話，可以發現，建材如磚、鋼筋混凝土構造其隔音性能可以使談話、電視、收音機等聽不到，但是輕構造如單層石膏板等隔音性能D-30則被評定為瞭解談話之內容，建材隔音性能最差為D-20則評定為很容易聽得到。D值隔音等級與生活實感之對照如表1-3；L值隔音等級與生活實感之對照如表1-4。

表1-3 D值(牆板隔音等級)與生活實感之對應

隔音等級	D-65	D-60	D-55	D-50	D-45	D-40
鋼琴聲等較大之音	通常聽不到	幾乎聽不到	安靜時聽得到	聽得到小聲音	可以聽得到	聽得到
收音機、電視機、談話	完全聽不到			通常聽不到	幾乎聽不到	聽得到小聲音
其它比喻	音樂狂熱者的夢想值	容許大聲歌唱	容許夫妻吵架	日常生活不會介意	可以知道隔壁沒有人	電話鈴聲聽得到
隔音等級	D-35	D-30	D-25	D-20	D-15	備考
鋼琴聲等較大之音	很容易聽得到	非常容易聽得到	吵	很吵	非常吵	
收音機、電視機、談話	可以聽得到	瞭解談話內容	可以聽得清楚	很容易聽得到	可聽得很清楚	
其它比喻	電話鈴聲聽得清楚	會介意生活噪音	很介意生活噪音	一舉一動都會在意	連喘氣聲都聽得到	

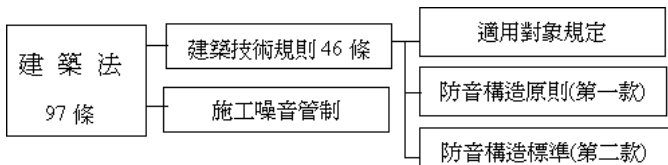
資料來源：日本建築學會編；建築物の遮音性能基準と設計指針,1979。

表1-4 L值(樓板隔音等級)與生活實感之對應

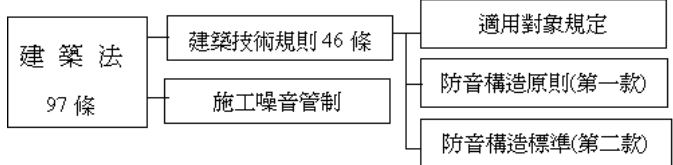
隔音等級	L-30	L-35	L-40	L-45	L-50	L-55
走動、腳步聲	完全聽不到	安靜時聽得到	遠傳來	聽到但	不會關	稍微關
椅子與物體掉落聲	完全聽不到		聽不到	不關注	注意到	注意
其他的比喻： 樓上有小孩蹦跳為例	小孩蹦跳亦無妨	稍微蹦跳亦無妨	不會關	不會關注	生活上稍微關注	稍微關注但可接受
隔音等級	L-60	L-65	L-70	L-75	L-80	備考
走動、腳步聲	會關注	很關注	吵	很吵	非常吵	
椅子與物體	枕木聲可聽到	筷子聲可聽到	十元幣	一元幣	非常吵	
掉落聲			可聽到	可聽到		
其他的比喻： 樓上有小孩蹦跳為例	忍耐的 限度	會有抱怨	很介意	仍會抱怨	要有忍 者的耐性	

資料來源：日本建築學會編；建築物の遮音性能基準と設計指針,1979。

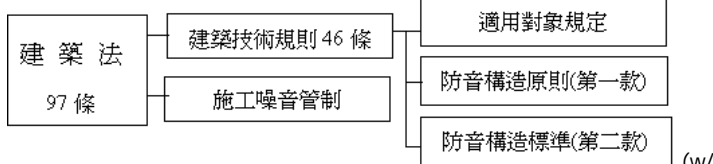
另在減音效果與噪音控制(Noise Control)技術中，常採用吸音係數（Absorption Coefficient）來表示吸音材料的減音效果，吸音係



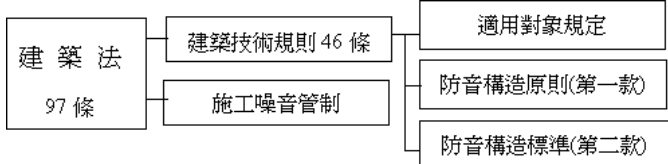
數的定義：吸音材料之作用多為將聲音能量予以吸收，減少其反射、折射，故一般吸音材料為多孔(Porous)性物質(孔隙度大)，主要乃利用其表面多孔之特性，使音波(Sound Wave)進入後，能在各孔隙內形成較多次的折射、反射將能量相互抵消，以減少離開材質表面的能量，而達降音之效果。聲波在傳播過程中遇到各種材料時，一部份音能被反射，一部份音能進入到材料內部被吸收，還有很少一部分音能透射



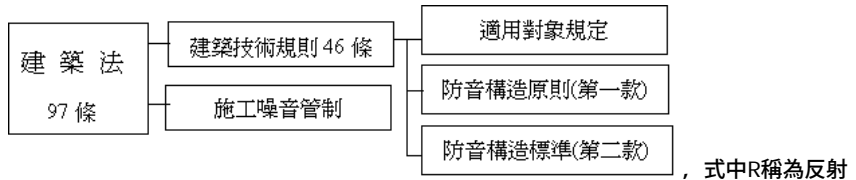
到材料另一側。我們常將



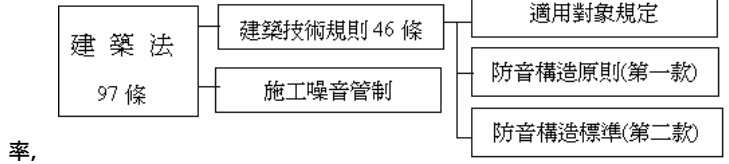
(w/m²)入射波強度，(w/m²)反射波的強度之比值稱為吸音係數，記



為，即：



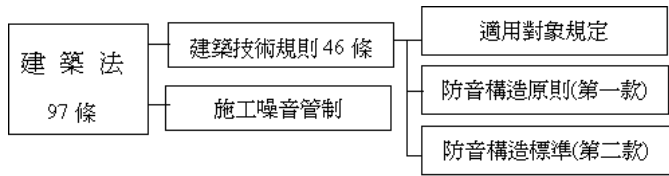
，式中R稱為反射



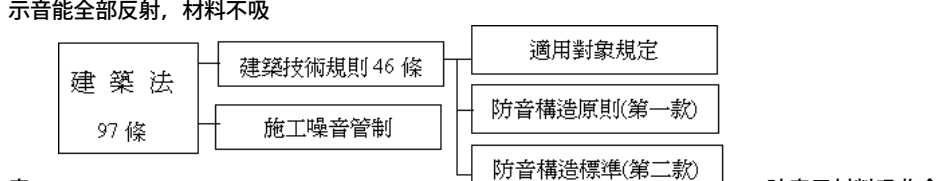
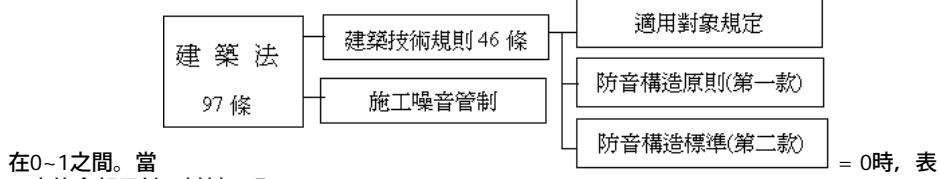
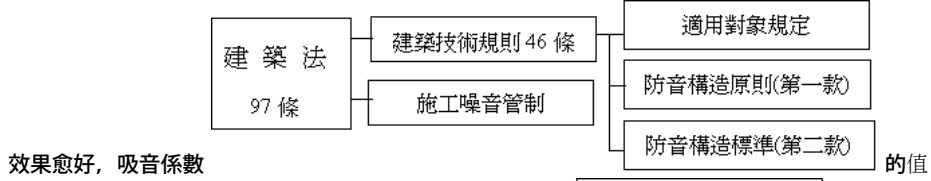
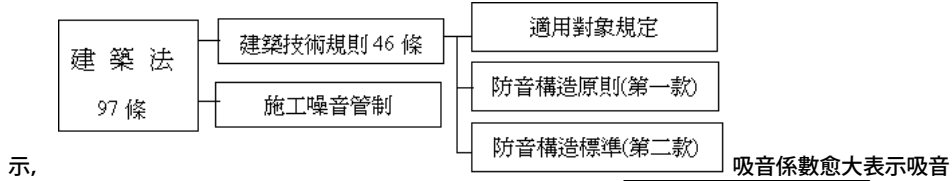
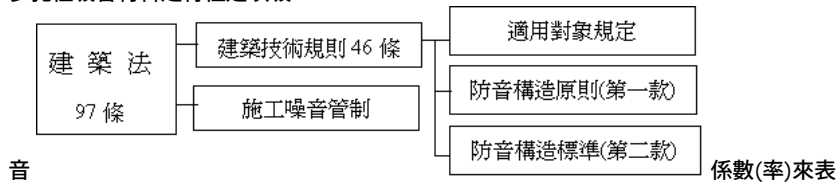
率，

吸
反射波

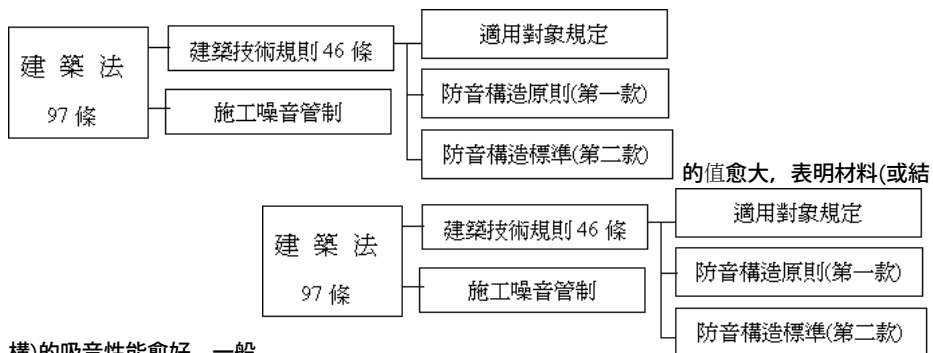
入射波



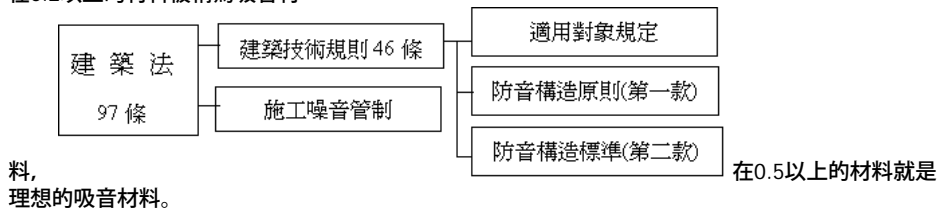
多孔性吸音材料之特性是以吸



音; 部音能, 沒有反射。吸音係數



構)的吸音性能愈好。一般在0.2以上的材料被稱為吸音材料



各國材料吸音率測試與評估標準如表1-5及表1-6所示。

表1-5材料吸音率測試方法

	CNS	ISO	JIS	ASTM
實驗室餘響室吸音率測定法	9056	354	A1409	C 423 C 384
管內法	13208	10534-1	A1405	E 1050

表1-6各國材料吸音率之評估方法

各國標準	CNS	ISO	JIS	ASTM
評估方法	-	-	-	C 423 NRC值

五、一般建築材料隔音(減音)等級參考下項“六”中建議再根據實際的情況需選擇適當的隔音材，確保經濟與實用兼備、避免不必要的投資造成浪費。下表1-7、表1-8及圖1-2有一般建材設施之隔音等級建議。

表1-7 一般建築材料的STC值

材料類型	STC值
6.4mm厚鋼板	36
6.4mm厚玻璃板	26
2.0mm厚合板	28
100mm厚磚牆 (半B磚牆)	41
150mm厚混凝土牆	42
12.7mm厚石膏板	33
300mm厚鋼筋混凝土牆	56

356厚空心磚牆 (1B磚牆與半B磚牆間留有50mm厚空氣層)	65
------------------------------------	----

表1-8 一般室內作業環境建議值

錄音室	25-30 dB (A)	廚房、浴室	55-60 dB (A)
病房、旅館、臥室	35-40 dB (A)	體育館	50-65 dB (A)
教室、小會議室	35-45 dB (A)	工場作業環境	65-80 dB (A)
大型辦公室、接待室	45-55 dB (A)		
大廳、餐廳、一般辦公室	50-55 dB (A)		

dB (A)

dB (A)

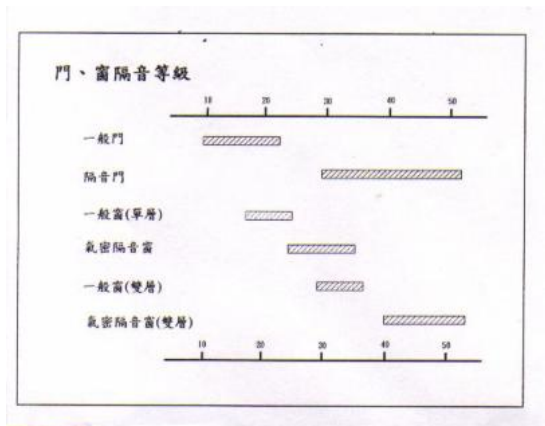


圖1-2常用門窗隔音等級

六、一般室內音量容許建議

引用88年環保署「噪音管制標準適切性之探討」及日本建築學會對一般室內噪音容許值的建議，整理如表1-9相關建議容許噪音值，可作為防音設計之設計標準，藉由各種材料與施工方式達到理想之噪音標準。

表1-9 建築物室內噪音容許值

dB (A)	20	25	30	35	40	45	50	55	60
影響程度	無音感	非常靜	應該注意	感到噪音	無法忽視噪音				
談話、電話之影響	距離5M略聽到聲音---距離10M可會議-----普通談話(3M以上) 大聲談話(3M)到聲音 打電話無障害-----尚可打電話-----電話有困難								
播音室	無響室	報導廣播室	電台播音室	電視攝影棚	主調整室	一般事務室			
集會廳		音樂廳	劇場(中)	舞台劇場	電影院	集會應門廳			
醫院		聽力試驗室	特別病房	手術室病房	診療室	檢查室	接待室		
旅館、住宅一般事務所				書房董事室大會議室	臥房客廳接待室	宴會場小會議室	門廳		打字機
							一般事務室		

公共建築				公共會堂	美術館 博物館	圖書閱覽室	公共會兼體育館	室內運動設施	
學校、教會				音樂教室	講堂 禮拜堂	研究室	普通教室	廊下	
商業建築					音樂喝茶 寶石店	書店 美術品店	一般商店		
							銀行 餐廳	餐廳	

資料來源：日本建築學會編。

七、各國隔音(減音)性能之規定

我國現行建築物防音法規概況

建築法

97條

67條

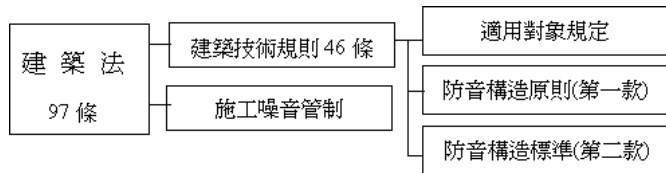
建築技術規則46條

適用對象規定

施工噪音管制

防音構造原則(第一款)

防音構造標準(第二款)



各國建築物防音法規之比較：

- 1.台灣：建築技術規則計施工編第46條，(1982年)
- 2.日本：建築基準法第二章第22條與第30條，(1950年)
- 3.美東：U.B.C第三十五章
- 4.美西：BOCAarticle7
- 5.德國：Ministerialblatt，(1966)

由於各國建築物防音使用指標不同，因此對隔音(減音)性能基準之規定也各不相同，將區分為「牆板」及「樓板」二部份說明如后。

(一)牆板部分

1.各國防音法規之比較

由於各國所採用之評估指標不同，如表1-10。

如果以500Hz做為一比較頻率，由1-10知以西德及蘇聯法規之52dB(STC-52)最高而以美國聯邦住宅局 (F.H.A) 之規定為最低35 dB(STC-35)，一般而言都超過45 dB(STC-45)。

表1-11為日本法規對分界牆隔音基準之規定，500Hz之透過損失，最低為40 dB(D-40)，最高為60dB(D-60)。

表1-12及表1-13為日本建築學會隔音性能之推薦基準及其代表意義，最低為學校三級D-30而最高為集合住宅特別推薦D-55。

表1-10 各國防音法規隔音性能比較表(牆板)

		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1350	1600	2000	2500	3150	4000	備考
日本建築基準法			25						40						50				D-40
美國法規	U.B.C		29	32	35	38	41	44	45	46	47	48	49	49	49	49	49	49	STC-45 (現場)
	B.O.C.A		29	32	35	38	41	44	45	46	47	48	49	49	49	49	49	49	STC-45
	F.H.A		19	22	25	28	31	34	35	36	37	38	37	39	39	39	39	39	STC-35
	英國法規	36	38	40	41	43	45	46	48	50	52	54	55	56	56	56	56	56	
西德法規		33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56	56	STC-52
蘇聯法規		33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56	56	STC-52
北歐各國		31	34	37	40	43	46	49	50	51	52	53	54	54	54	54	54	54	STC-50
捷克法規		28	32	36	39	43	44	46	47	48	50	51	52	52	52	52	52	52	

資料來源：內政部建築研究所，「建築防音材料與防音構造準則之研究－建築技術規則防音規則與規範之擬議」。

表1-11 日本建築學會推薦之各類建築物的隔音等級表

建築物	室用途	部 位	適 用 等 級			
			特 級 (特別樣式)	1 級 (標準)	2 級 (容許)	3 級 (最低限)
集合住宅	臥 室	鄰戶分界牆	D-55	D-50	D-45	D-40
		鄰戶分界樓板				
旅 館	客 房	客房分界牆	D-50	D-45	D-40	D-35
		客房分界樓板				
辦公室	辦公室	室間隔間牆	D-50	D-45	D-40	D-35
學 校	普通教室	室間隔間牆	D-45	D-40	D-35	D-30
醫 院	病 房	室間隔間牆	D-50	D-45	D-40	D-35

資料來源：田野正典、久我新一，「住宅の防音と調音のすて」，建築技術別冊Vol. 1, 1988.12。

表1-12 日本建築學會之推薦標準及其適用標準表

特級(特別)	學會特別推薦	隔音性能非常好	需要特別隔音性能要求狀況下使用
--------	--------	---------	-----------------

1 級(標準)	學會推薦標準	隔音性能很好	在通常的使用狀況下, 很少因隔音不足而產生困擾
2 級(容許)	學會容許標準	隔音性能略能滿足	噪音妨害產生, 但仍略能滿足要求
3 級(最低限)	—	隔音性能之最低限度	噪音對使用者造成困擾, 但是由於社會或經濟上之理由亦可容許

資料來源：日本建築學會編, 「建築物の遮音性能基準と設計指針」,1979。

表1-13 日本法規對牆板隔音基準的規定表

基準名	基準值	備考
工業化住宅性能認	1級D-60,2級D-55,3級	室間性能(室間音壓級差)
定制度認定基準	D-50,4級D-45,5級D-40	
住宅、都市整備公團	混凝土構造之壁體D-50,	室間性能(室間音壓級差)
『隔音性能水準』	其它構造D-45	
住宅金融公庫高規格	普通混凝土150mm厚度	部位性能, 相當於D-50
住宅融資的必要條件	的隔音性能	

資料來源：日本建築學會編, 「建築物の遮音性能基準と設計指針」,1979。

(二)樓板部分

國外有關樓板衝擊音之基準如表1-14, 如以500Hz做一比較頻率, 以美西法規BOCA之 45dB 最嚴格, 而以日本建築學會獨戶住宅三級 75dB 最寬鬆。

表1-14 各國防音法規比較表(樓板)

規範名稱		衝擊源	隔音性能		
美國UBC		輕量衝擊源	IIC-50		
美國BOCA		輕量衝擊源	IIC-45		
美國FHA建議值		輕量衝擊源	一級	二級	三級
			IIC-48	IIC-52	IIC-55
日本建築學會建議值	集合住宅	輕重量衝擊源	L-45	L-50.55	L-60
	臥室	重量衝擊源	L-50		
	旅館客房	輕重量衝擊源	L-45	L-50	L-55
		重量衝擊源	L-50	L-55	L-60
	學校教室	輕重量衝擊源	L-55	L-60	L-65
	獨戶住宅	輕重量衝擊源	L-55-60	L-65	L-70
臥室	輕重量衝擊源	—	L-70	L-75	
	重量衝擊源				
備考	第一級(標準)：隔音性能很好(可滿足高品質生活環境之要求)				
	第二級(容許)：隔音性能可滿足要求(可提高生活品質之要求)				
	第三級(最低限)：隔音性能之最低限				

註：1.*輕重量衝擊源：輕量及重量衝擊源均需符合始認定之。

2.IIC：Impart Insulation Class。

3.L值(樓板衝擊音壓級差值)。

資料來源：內政部建築研究所, 「建築防音材料與防音構造準則之研究—建築技術規則防音規則與規範之擬議」, 1991。

八、WHO1999提案之環境噪音指導基準

整理如表1-15相關WHO建議容許噪音值, 可作為室內防音設計之設計標準, 室內建議容許噪音值Leq45 dB(A)以下, Lmax60dB(A)。

表1-15 WHO1999年噪音指導基準值表

環境分類	健康影響	Leq	時間	Lmax
屋外生活環境	非常吵雜—中午及晚間	55	16	--
住居、屋內寢室	普通吵雜—中午及晚間	50	16	--
	妨害會話及普通的吵雜—中午及晚間	35	16	--
屋外寢室	妨害睡眠—夜間	30	8	45
	妨害睡眠、開窗(屋外值)	45	8	60
學校的教室及	妨害會話及資訊、通信的障害	45	授課中	60
幼稚園室內			睡眠中	60
幼稚園的寢室、室內	妨害睡眠	45	8	40
醫院、病房、室內	妨害睡眠—夜間	30	8	40
	妨害睡眠—中午及晚間	30	16	--