

# 遮音 및 吸音에 對한 小考

## (遮音編)

李 聖 國

### 1. 遮音 및 吸音이란?

보통 遮音材를 使用할 個所에 吸音材를 使用한 경우를 많이 볼 수 있다. 遮音과 吸音의 材料를 選擇하는 問題는 먼저 遮音과 吸音에 對한 正確한 知識을 얻는게 必要하다. 아래의 內容은 遮音과 吸音이 무엇인가를 簡單히 나타낸 것이다.

어느 材料에 音이 入射하면 一部의 音은 그 材料를 透過하여 反對側에 傳達되고 一部의 音은 다시 反射된다. 전자를 透過音(T)이라 하고 후자를 反射音(R)이라 하며, 遮音이란 것은 이 透過音과 反射音의 사이 즉, 透過音의 大·小에 關한 問題이고, 吸音은 反射音의 大·小에 關한 問題이다. (그림 1)

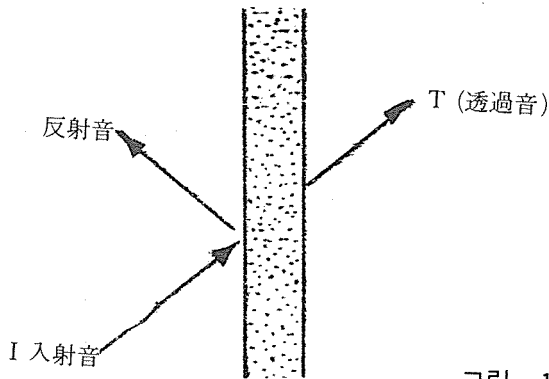


그림. 1

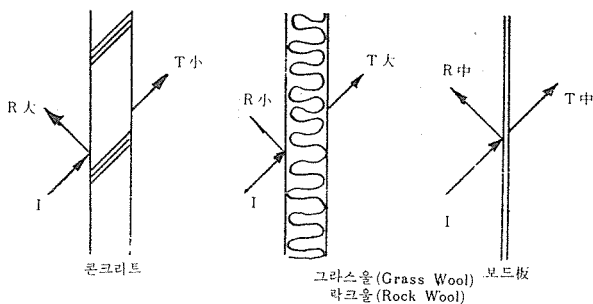


그림 2

그림 2는 材料別로 나타낸 透過音 및 反射音의 大·小이다.

### 2. 遮音 概論

한 房에서 다른 房으로 傳達되는 騒音을 防止하는 問題, 즉 遮音(Sound Insulation)의 問題를 생각해 보자.

騒音이 있는 室内에서 加外の 吸音을 일으키는 것은 余韻音의 세기를 줄이게 되고 따라서 遮音에 도움이 된다. 그러나 세기의 減小은 遮音材에 의한 減小에 比할바가 못되며 加外の 吸音은 適切한 遮音을 위한 代案이 되지 못한다. 一般적으로 吸音이 騒音問題를 全적으로 解決해 주리라는 생각도 갖고 있으나 그것은 잘못된 생각이다.

遮音에는 空氣伝送音 遮音(Air borne sound Insultion)과 衝擊音 遮音(Import Sound)이 있는데, 空氣 伝送音 遮音은 空氣中에서 發生하는 騒音, 예를 들면 사람의 목소리 같은 것의 遮音에 關係되고, 衝擊音 遮音은 발자국 소리와 같은 衝擊音의 遮音에 關係된다.

衝擊音 遮音(Import Sound)은 空氣伝送 騒音(air borne noise)과 衝擊騒音의 調合이다. 왜냐하면 衝擊音源이 室内에서 空氣伝送騒音을 일으키게 되고 이 空氣 伝送騒音이 또한 傳播 되기 때문이다. 그러나 모든 경우에 있어서 直接 衝擊騒音에 依하여 受信室에서 일어나는 騒音이 더 큰 影響을 미친다. 이런 騒音은 衝擊에너지를 줄이므로 해서 소기의 效果를 가져올 수 있다.

空氣伝送音 遮音(air borne sound insulation)은 한 室内에서 일어나는 騒音源은 室内의 모든面에 부딪쳐서 그面을 振動케 하는 餘韻音場을 일으키게 된다. 가장 簡單한 경우는 受信室이 音源室과 어떠한 開口部도 없는 단단한 單一壁體로 隔離되어 있는 경우이다. 아래 的 그림 3은 經路를 表示한 몇가지 例이다. 이 壁體의 音源室쪽의 面에 부딪치는 音波는 이 壁을 内外로 움직이게 하고 (勿論 움직이는 現象은 극히 작으므로 눈에 되거나 感知할 수는 없다) 따라서 受信室쪽으로 音을 放射하게 된다. 그렇기 때문에 그 放射하는 量과 遮音의 程度는 音의 周波數와 壁의 構造에도 左右되며 무엇보다도 그 重量에 큰

影響을 미친다. 또한, 實際로 모든 壁과 바닥은 高周波數에서 보다 低周波數에서 遮音이 덜 된다.

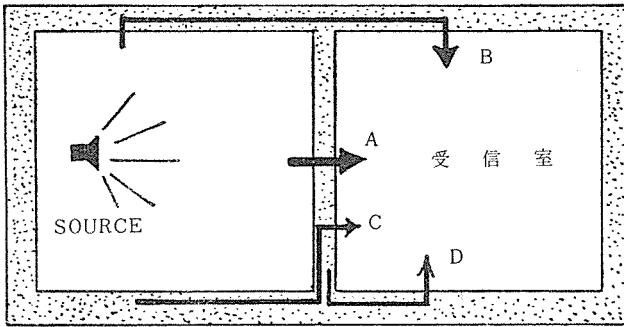


그림. 3

英國建築研究所의 研究員인 P. H. PARKIN 과 建築家인 H. R. HUMPREYS의 “Acoustics Noise and Buildings”란 論文에 나타낸 實驗結果를 보면, 單一板의 固形壁에서의 遮音은 周波數가 2 배로 될 때마다, 즉 每 옥타브보다 5 db씩 增加한다. 例를 들면 100HZ에서 30db의 遮音을 하는 壁은 200HZ에서 35db의 遮音을, 400HZ에서 40db의 遮音을……와 같은 結果를 얻었다. 그러나 實際로 우리가 必要로 하는 周波數 範圍는 100HZ~3,150 HZ 인데 建物の 性格과 建築主의 要求에 遮音을 고려할 것이다.

### 3. 遮音材料와 遮音構造

1) 材料에 있어서 遮音性能을 表示한 量

遮音의 程度를 나타내는 量은 透過損失 (Transmission Loss : TL 또는 dB)로 表示한다.

例를 들면 壁體에 80dB의 音이 入射해서 50dB 音이 透過했다고 하면 透過損失은 30dB 라고 하며, 一般的 으로는 옥타브 밴드마다 측정 結果가 表示되어 있다.

透過損失은 다음式으로 定하여진다.

$$\text{透過損失 (TL)} = \text{入射音레벨} - \text{反射音레벨} = 10 \log_{10} \frac{I}{T}$$

$$\tau = \frac{T}{I}$$

T : 透過音의 에너지

I : 入射音의 에너지

즉, 入射音의 1/10의 에너지가 透過하는 경은 TL은 10dB, 1/100의 에너지가 透過하는 경우 TL은 20dB, 1/1,000의 에너지가 透過하는 경우 TL은 30dB, 1/10,000의 에너지가 透過하는 경우 TL은 40dB 이 된다. 그리고 TL의 값은 材料音의 入射條件에 따라 달라질 수도 있다.

2) 平均透過損失

2種 以上の 壁面에서 音이 透過하는 경우 受信室이 擴散狀態에 있다면 平均透過損失을 求해서 그 壁面의 透過損失로 한다.

平均透過損失은 dB 加算과 같이 Energy 計算하지 않으면 안되며 에너지 透過率  $\tau$ 와 面積 S에 의해서 平均透過率  $\bar{\tau}$ 를 求하고 나서 平均透過損失  $\bar{TL}$ 을 求한다.

$$\bar{\tau} = \frac{\tau_1 S_1 + \tau_2 S_2 + \dots + \tau_n S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} = \frac{\sum \tau_i S_i}{\sum S_i}$$

$$= 10 \log_{10} \frac{1}{\bar{\tau}}$$

$\tau_n$  : 材料 n의 透過率

$S_n$  : " " 透過面積

3) 構造와 透過損失과의 關係

壁의 透過損失은 壁의 面密度 m (kg/m<sup>2</sup>)와 周波數의 冪의 對數에 對략 比例한다. 이것은 透過損失에 關한 質量 側定이라면,

$$TL = 10 \log \left( \frac{Wm}{2PC} \right)^2 - 10 \log_{10} \{ \log^e \left[ 1 + \left( \frac{Wm}{2PC} \right)^2 \right] \} \text{ (dB)}$$

W : 各 周波數

P : 空氣의 密度 (kg/m<sup>3</sup>)

C : 音速 (m/sec)

와 같은 式이 成立한다.

위 式의 關係는 그림 4와 같다.

#### 1重壁의 面密度와 透過損失과의 關係

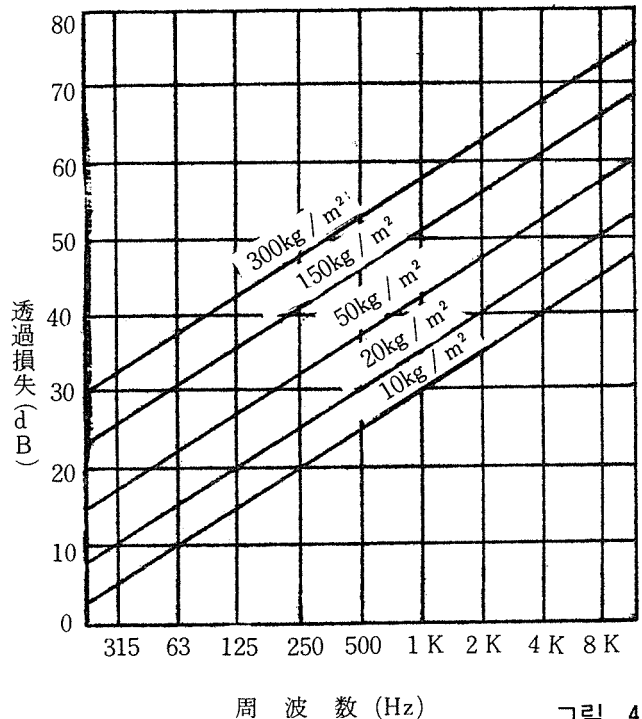


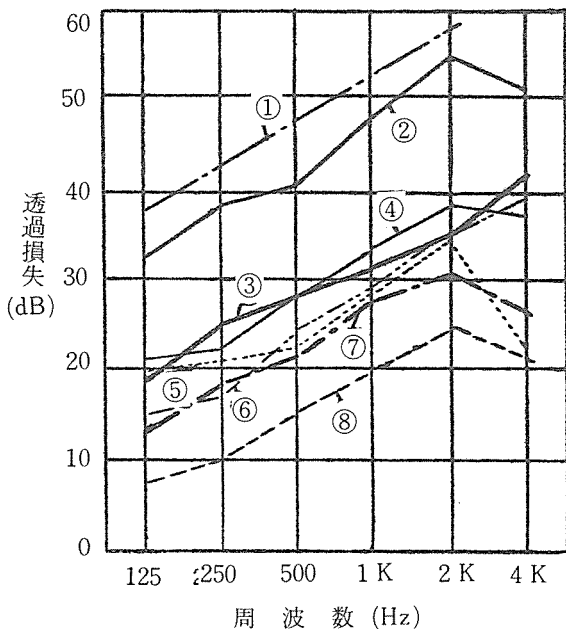
그림. 4

質量則이 成立하는 것은 一般的으로 고무처럼 粘性이 큰 材料나 부드러운 材料이며 얇은 鐵板등이다.

보통 板狀의 材料는 그림 5에 表示한 것처럼 所定의 周波數에서 透過損失의 값이 적어진다.

이것은 코인시덴스라는 現象에 기인하는데 板의 共振에는 다르게 되는 것이다. 즉 板狀의 材料로 傾斜하여入射한 音波에 의해서 勵振된 널의 屈曲振動에 의한 共鳴 透過에 의해 遮音量의 低下를 볼 수 있는 것을 말한다.

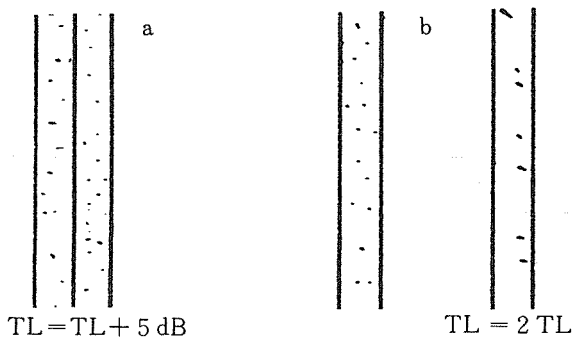
- ① 철근 콘크리트 150mm 두께 (330 kg / m<sup>2</sup>)
- ② 경량 블록 100mm 두께 양면칠 (160kg / m<sup>2</sup>)
- ③ " " 표면미장
- ④ 플렉시블 보드 6mm 두께 (11kg / m<sup>2</sup>)
- ⑤ 석고보드 9 " ( 9 " )
- ⑥ 스투트 6 "
- ⑦ 유리판 3 " ( 6.9 " )
- ⑧ 베니아판 6 " ( 4.4 " )



各 材料의 透過損失 그림. 5

코인시덴스가 일어나는 周波數는 단단한 材料, 혹은 同一한 材料일 경우 두께가 두꺼울수록 낮은 周波數가 일어난다.

따라서 베니아板등에서는 3mm 두께의 板보다는 6mm 두께의 板이 透過損失이 적다. 또한 2重壁, 3重壁의 透過損失은 그의 構造에 따라서 크게 달라진다. 極端의 例를 그림 6에서 表示해 보았다.



二重壁의 透過損失 그림. 6

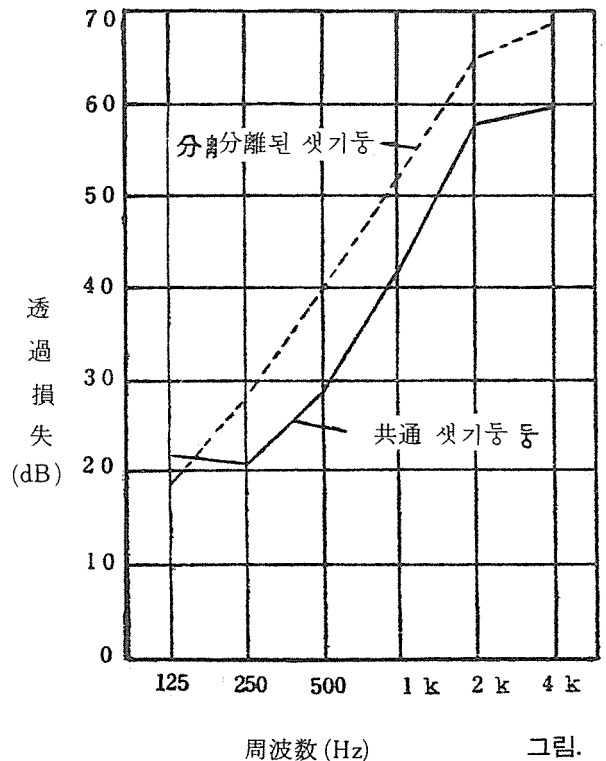
그림 6의 a는 2個의 板이 接친 경우이고 b는 安全하게 떨어져 있는 경우이다.

a는 單順이 面密度가 培로 된 것으로 '앞의 式에 의하면 透過損失은 약 5 dB 增加하고, b의 경우는 제작기 實際問題에서 空氣層이 있는 경우 完全히 獨立한다는 것을 생각해 봐야 하고, 어떤 振動으로 인한 傳達(音의 橋)이 透過損失에 얼마나 많은 影響을 미치는 가도 고려할 必要가 있다.

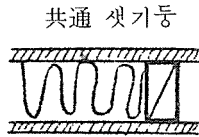
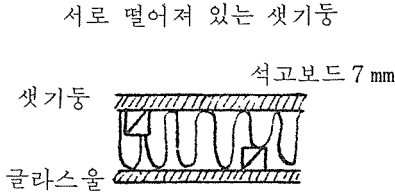
그림 7에 表示한 것처럼 갯기둥이 共通으로 設置되어 있을 때, 갯기둥이 分離되어 있을 때는 비록 材料가 同一하다고 하더라도 部材의 獨立度에 따라서 달라지는데, 서로 分離될 때의 透過 損失의 값이 높아진다.

따라서 多重壁의 경우에는 獨立의 狀態에서 指持하는 것이 遮音의 좋은 構造를 實現하는 要点이다. 다만, 多重壁의 경우에는 低音域에서 二重板과 그때의 空氣層에 의해 共鳴이 생기고, 周波數에 의해서는 一重壁보다도 透過損失이 낮은 것으로서, 특히 輕板材料를 使用할 때에는 注意가 必要하다. 이와같은 경우 그 사이에 吸音材料를 設置하면 더 좋은 效果를 볼 수 있다.

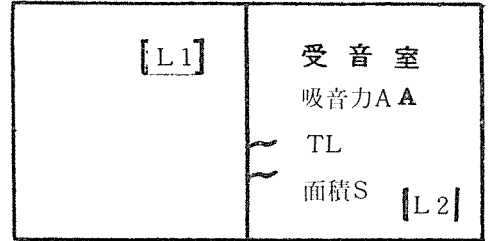
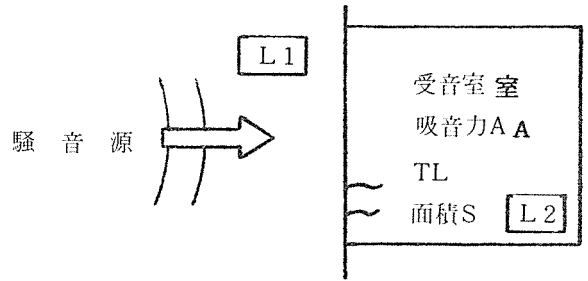
實際로 壁體도 窓에 많은 間隔을 取하여 多重壁을 設置한다는 것은 어려움이 뒤따르므로, 여러가지面에서 고려하여 遮音의 效果를 얻어야 할 것이다.



周波數 (Hz) 그림. 7



周波数 (Hz)

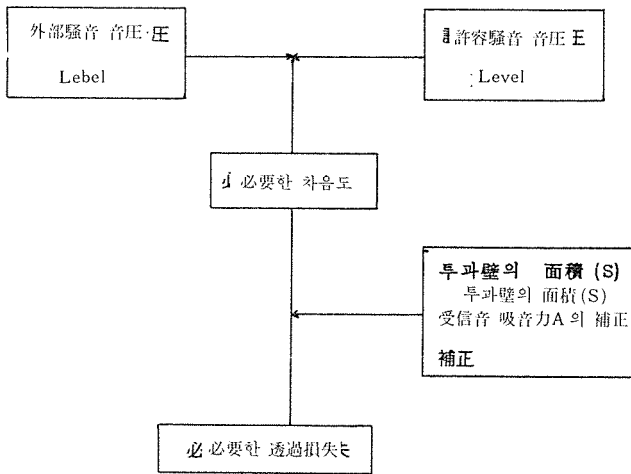


隔壁을 통하는 음의透過 그림. 9

4. 遮音構造에 必要한 遮音性能

遮音構造에 必要한 透過損失은 그림 8의 順序에 따라 求한다.

그림 9와 같이 a는 外壁, b는 室의 間壁일 때, 圖示한 바와 같이 音이 入射한다고 보자. 外部의 音圧레벨  $L_1$ , 室内의 許容騒音레벨을  $L_2$ , 壁의 面積을  $S$ , 室의 吸音力을  $A$ 로 하면  $A$ 는 平均 吸音率  $a$ 와 室의 總面積  $S$ 와 의 곱이다.



$$TL = L_1 + L_2 + 10 \log_{10} \frac{S}{A}$$

必要한 透過損失을 求하는 設計順序 그림 8

必要한 透過損失의 값인  $TL$  (dB)은 外壁의 경우에 아래의 式에 의해 求한다.

$$TL = L_1 - L_2 + 10 \log_{10} \frac{A}{B} + 6 \text{ (dB)}$$

또한, 間壁인 경우에는

$$TL = L_1 - L_2 + 10 \log_{10} \frac{A}{B} \text{ (dB)}$$

壁에 入射한 騒音에 對해서는 周波数別의 音圧 Level을 알 必要가 있으며 室内 騒音의 許容값에 對해서는 NC 曲線等을 使用하여 定한다.

材料에서 얻을 수 있는 騒音의 性能은 壁에 入射한 音의 性質에 따라 달라진다. 例를 들면, 젯트기 騒音처럼 中·高音域의 周波数 性분이 있는 경우와 送風機 騒音처럼 低音域의 周波数 性분이 큰 경우에는 각기 必要로 하는 遮音構造를 挾해야 한다.

中·高音域의 音을 對象으로 하는 경우에는 多重壁이 有利하지만, 低音域의 音을 對象으로 하는 경우에는 반드시 多重壁이 有利하지는 않다.

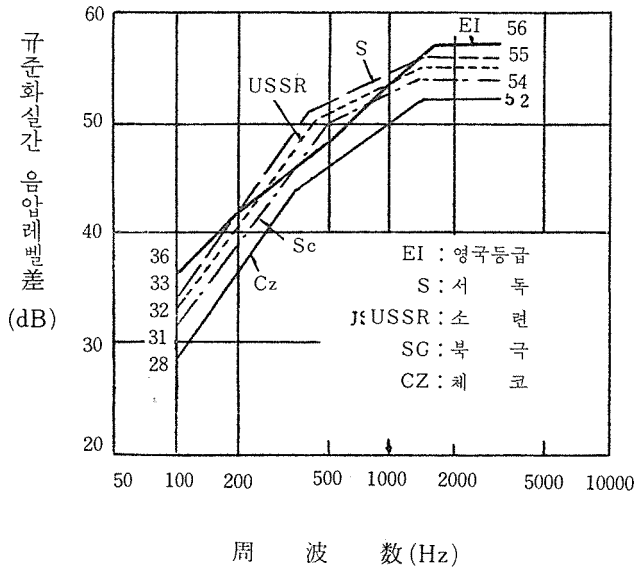
이와같이 設計作業에서는 별도로 集合住宅의 隣戶間의 遮音性能이나 戶界間의 遮音性能에 對한 基準을 各國에서 제각기 使用해 오고 있었다.

구미 各國에서는 그림 10에 表示한 것처럼 隣戶間의 遮音度에 對한 基準을 定하고 있으며, ISO에서도 이와 같은 方法으로 基準값을 推奨하고 있다. 또한 日本에서는 1971年 建築基準法施行令 (第22條 2項)에서 集合住宅의 戶界壁 透過損失에 對한 基準값을 表 1과 같이 定하였다.

表 1. 日本의 集合住宅의 戶界壁 透過損失基準 (建築基準法 施行令)

周波数 (Hz)	透過損失 (dB)
125	25
500	40
2,000	50

嚴密하게 보면 直接 比較할 性質의 것은 아니지만 구미의 基準과 日本의 基準을 比較해 보면 日本에서 500Hz에서  $TL=40dB$ 라면 구미의 基準에 比較하여 약  $10dB$ 정도 적은 값이라 할 수 있다. 勿論  $40dB$  정도는 必要로 하는 結果는 되지 못한다. 日常生活을 하는데 있어서 프라이버시를 確保하기 위한 透過損失은 적어도  $50dB$  이상이 必要하다.



歐美各國의 隣戶間 遮音性能基準 그림. 10

5. 遮音構造의 選定 및 施工의 要件

- 좋은 遮音構造가 될 수 있는 條件을 들면
- 첫째, 隙間(틈), 通氣性이 없는 것.
- 둘째, 무겁거나 부드러운 材料
- 셋째, 多重壁의 경우 各各 獨立으로 支持되어 지는 것이어야 한다.

隙間을 없애는 方法으로 흔히 그라스울을 치밀하게 充填되거나 코킹材 또는 패킹等を 使用하여 充填하나 그와같은 作業은 根本的인 解決을 가져올 수 없을 것이다.

放送局 스튜디오等에서는 판넬壁을 設置할 때 그림 11과 같이 어긋나게 設置하여 優秀한 效果를 가져오게 하며 遮音度를 要하는 곳에서는 이러한 工法을 많이 使用한다.

조그마한 空間에 의한 遮音層의 低下는 透過損失의 값이 크게 나타나며 첫째의 問題點을 解決하는데 크나큰 도움이 될 것이다. 一般的으로  $40dB$  이상을 要求하는 遮音構造에서는 隙間에 充分히 注意해야 한다. 따라서 시멘트블록等の 材料는 때때로 遮音構造에 使用하지 않는다. 만약 使用한다면 반드시 片面 또는 兩面에 플라스틱나 모르타等を 充分히 발라 通氣性을 遮斷해야 한다.

두번째 事項에서 “材料는 무거워야 한다”는 것은 遮音에서 반드시 必要하며 그러한 結果 設計者는 각종 制約을 받게 된다. 따라서 高度의 遮音構造를 要하는 建物を 建築할 경우에는 計劃時에 위의 事項을 고려하지 않으면 困難한 처지에 빠지게 될 것이다.

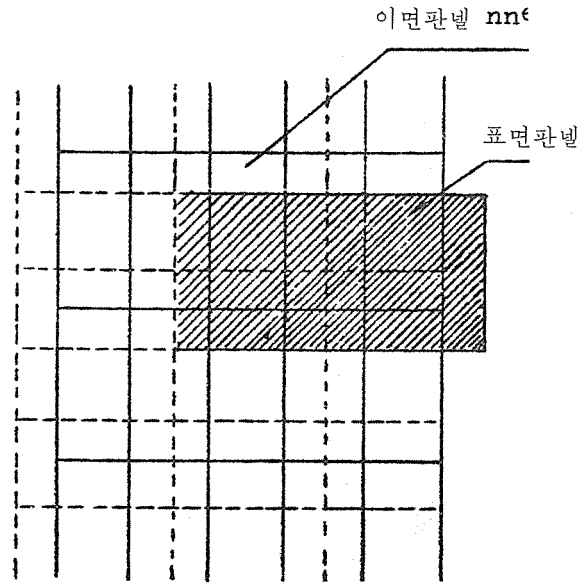
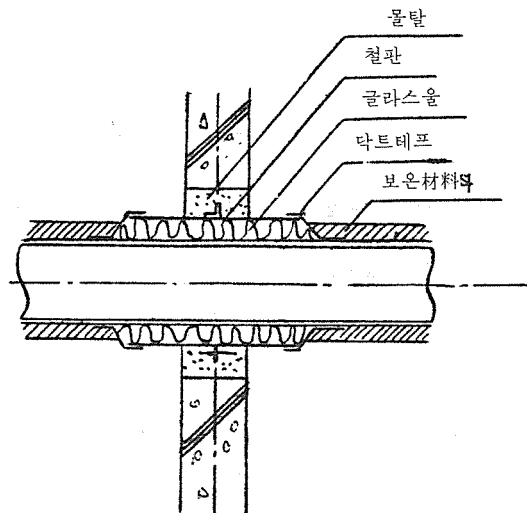


그림. 11

獨立支持라는 工法은 防振고무 등을 使用하여 行하는 것이 確實하며, 기타 간단한 工法으로서 길드(guild)壁, 그림 7과 같이 서로 다른 間柱工法등이 使用化되고 있다. 이런 工法은 간단한 作業에도 많은 效果를 볼 수 있음에도 불구하고 막상 設計할때 이루어지지 않은 경우가 大部分이다.

遮音構造에서 파이프나 닥트등이 壁體에 強하게 貫通되는 경우 防振構造를 하는 의미가 없어지게 된다. 이와 같은 個所를 音의 다리(橋)라고 하는데 시멘트등으로 固定해서는 안되며 慎重한 處理를 하여야 한다. 그림 2, 3, 13은 그러한 條件을 滿足할만한 例이다.

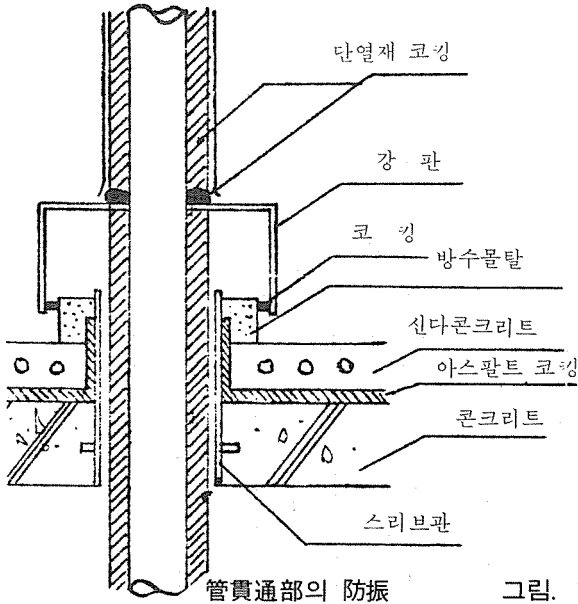


닥트壁 貫通부분의 防振 그림. 12

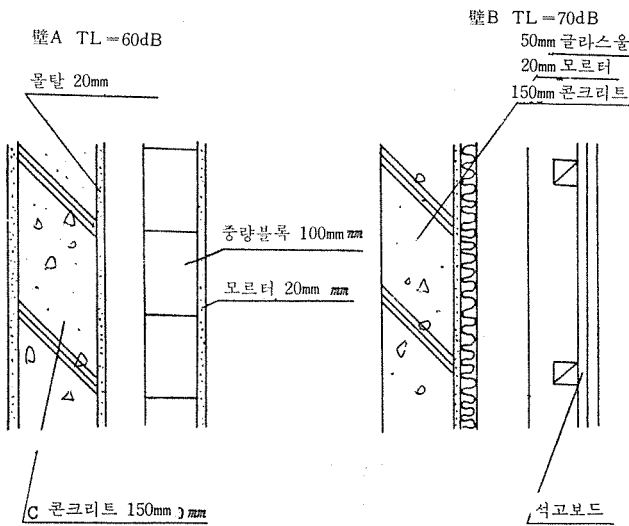
### 3. 遮音構造의 實際

#### 1) 壁

外壁·内壁의 遮音壁으로써 콘크리트벽의 利用이 可能하며, 集合住宅등 日常生活에서 發生하는 騒音을 對象으로 하는 한 遮音構造로써 充分하다고 볼 수 있다.



60dB 以上の 遮音性能을 必要로 할 경우는 그림 14 처럼 重量블록과의 二重壁 또는 防振으로 支持한 遮音層을 가지면 可能하다.



60dB 以上の 遮音性能을 必要로 할 경우는 그림 14 처럼 二重壁, 또는 防振으로 支持한 遮音層을 갖으면 可能하다.

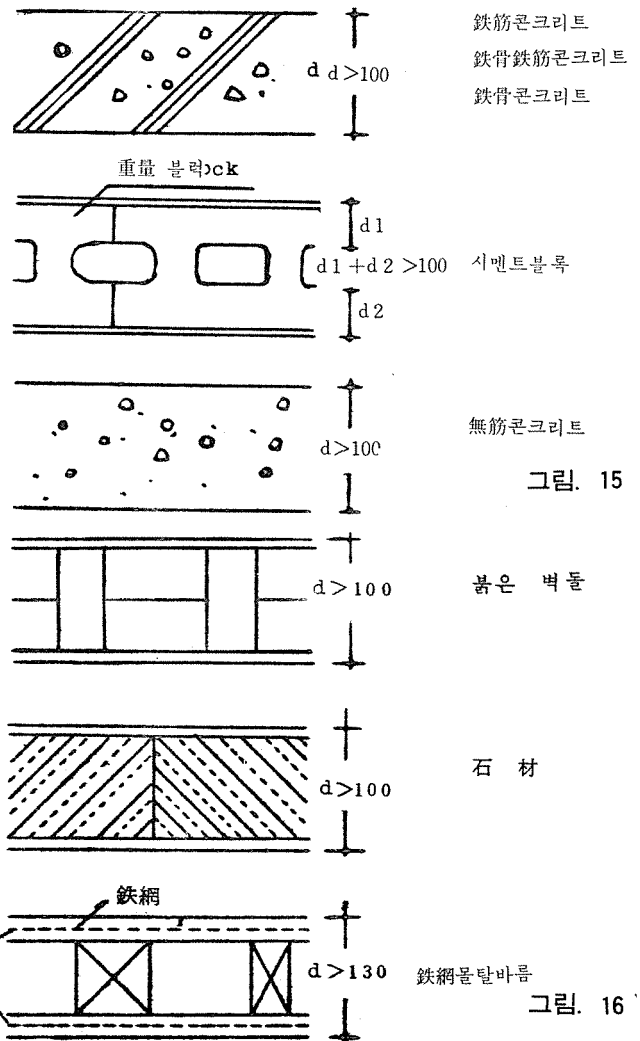
콘크리트壁體로써 確實한 遮音性能이 얻어지는 것은 重量블록(2급 블록은 除外)壁이다. 다만, 一面은, 必要한 두께의 모르터나 plaster를 발라 通氣性을 遮斷해야 한다.

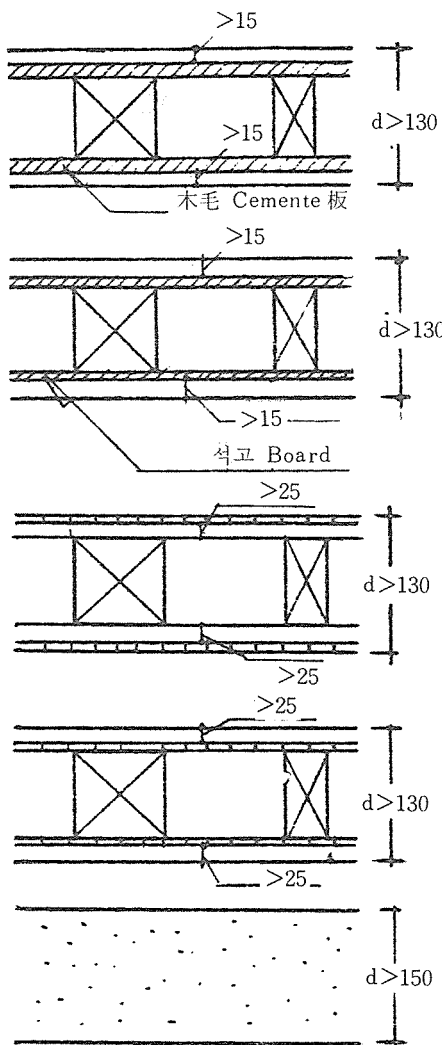
보드材로서 遮音용으로 使用되는 것은 石膏보드平板이다. 價格面에 있어서 比較的 低廉하고 施工이 容易한 利點이 있는 結果, 放送스튜디오등의 内側 防振 遮音層은 大部分 石膏보드를 使用한다. 다만, 이것은 물에 弱하므로 外壁에는 使用하지 않는다.

外壁用으로는 遮音性만으로 滿足할 수는 없고 強度나 耐火·耐水性등을 고려해야 하며, 溫度나 湿度에 의해 收縮이 많은 材料는 遮音構造로서 좋지 않다. 위와같은 欠點이 比較的 적은 材料로서 硬質木片 시멘트板이 있으며 이 板은 무엇보다도 強度가 있고 프리체브住宅의 外壁에 使用되고 있는 材料이다. 다만, 問題는 價格이 보드材에 比하여 높다는 것이다. 透過損失은 25mm 두께에서 500 HZ 인 경우 약 30dB 이다.

바름構造는 重量이 있다는 點과 隙間이 일어나지 않는다는 點에서 遮音構造로 使用된다. 라스 모르터 바름 輕量블록, 모르터바름, 혹은 도링루板에 모르터를 바른 構造등은 125HZ 에서 25dB 以上の 透過損失을 갖는다.

다음 그림 15는 500HZ에서 40dB 以上の 透過 損失을 취할 수 있는 構造의 例이다.





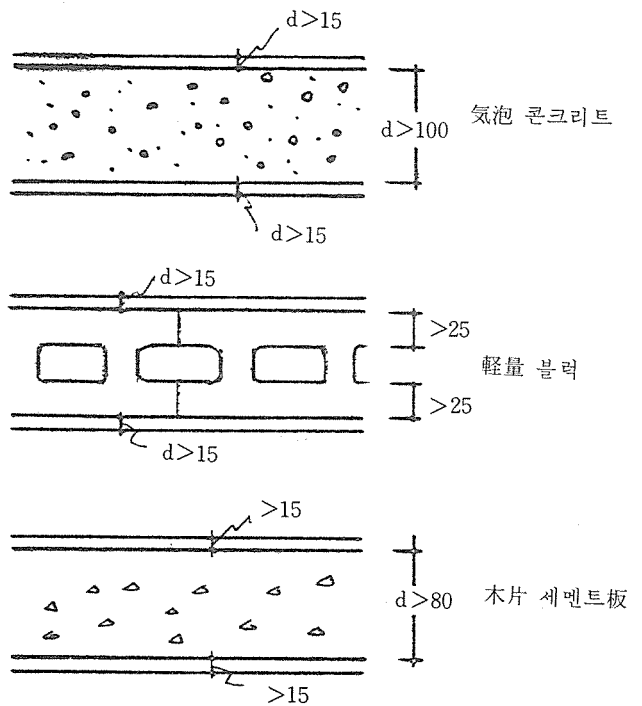
木毛セメント板  
 몰탈 또는 석회바름

석고보드  
 몰탈 또는 석회바름

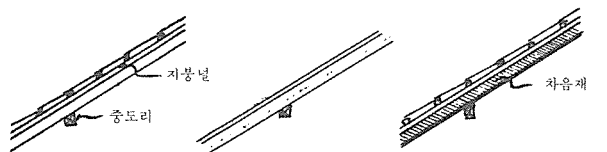
타일붙임

세멘트板  
 몰탈바름

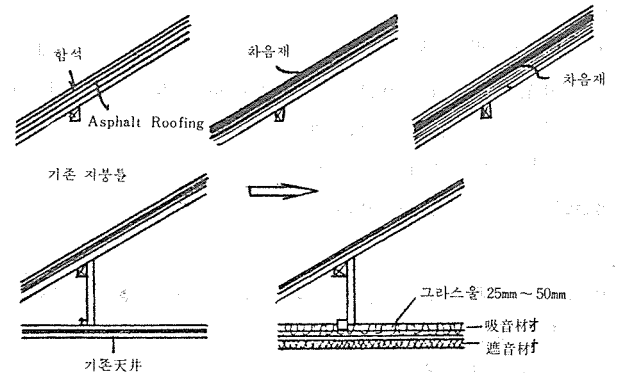
흙 벽



기존 지붕물(기와) → 기와제거 → 遮音材 넣고 기와올림



기존 지붕물 → 그위에 遮音材 設置 → 防水하고 지붕위 기와나, 합석設置



지붕·天井의 遮音改善 方法

国立建設研究所 建築基準科

## 2) 지붕·天井의 構造

工場등의 建物에서 지붕에 遮音構造를 設置하는 것은 構造体的 荷重面에서 볼 때 制約이 있고, 또한天井의 遮音層도 吊物, 크레인등으로 設置할 수 없는 경우가 많다. 그러나 住宅의 경우에는 그림 16에서처럼 서까래위의 널 등,天井에 遮音構造를 한다. 材料는 石膏보드, 센츄리 보드등이 좋다. 集合住宅의 경우에는 床 衝擊音에 대한 방안으로 防振天井을 設置해야 한다.

「本 글은 国立建設研究所刊 “建設 技術” 第62号에 發表 된 것임」