

建物の振動防止設計

1. 振動防止
2. 振動自体를 줄이는 方法
3. 振動傳播의 抑制
4. 機械類의 設置位置
5. 器機等의 保護
6. 建物에 대한 振動遮斷
 - 가. 既存建物
 - 나. 新築의 境遇

1. 振動防止

振動은 設計時에 그에 對한 對策이 講究될 경우에는 大개 簡單히 그리고 比較的 적은 費用으로 遮斷시킬수 있거나 別로 支障이 되지 않는 水準까지 減少시킬 수 있다. 그러나 既存施設物의 경우에서 振動을 除去하는 일은 大部分 까다롭고도 費用이 많이 들게 된다.

振動防止는 大略 다음과 같은 方法들로 나누어서 考察해 볼 수 있을 것이다.

- ㉠ 振動自体를 줄이는 方法.
- ㉡ 發生되는 振動의 外部傳播을 減少시키는 方法
- ㉢ 振動을 일으키는 機械등을 振動防止가 되어야 할 곳으로부터 可乃의 멀리 設置하는 方法.
- ㉣ 振動에 對해서 敏感한 器機等을 外部振動으로부터 個別的으로 保護하는 方法.
- ㉤ 建物全体 또는 일부를 外部振動으로부터 保護하는 方法.

實際의 경우에 있어서는 위의 方法들 가운데에서 둘 또는 그 以上을 同時에 適用해야 할 必要가 있게될 수도 있을 것이다. 例를 들면 ㉠의 한가지 方法 만으로 充分한 效果를 얻기가 어려울 때에는 ㉠과 ㉡ 또는 ㉠과 ㉢ 등이 同時에 必要하게 될 것이다.

2. 振動自体를 줄이는 方法

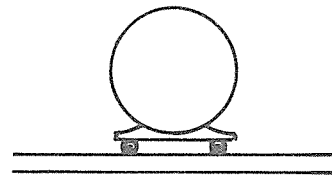
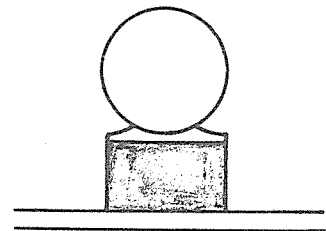
이것은 機械等を 製作할때 그 運動部分이 可能한 限度의 範圍까지 動力學的으로 均衡되게끔 함으로서 達成될 수 있다. 어떤 경우 特히 機械와 構造體 사이에 共振現狀이 生길 수 있을 때에는 機械의 速度에 變化가 있게 하는 것이 효과적이다.

3. 振動傳播의 抑制

機械振動의 傳播을 減少시키는 方法은 여러 가지가 있다.

바닥위에 무거운 基壇을 設置하여 그 위에 機械를 올려놓는 方法- 質量的 增加에 依해 振動이 減少된다.

機械와 바닥사이에 防振받침대를 設置하는 方法-이 것은 一般的으로 振動數가 과이 낮지 않은 中, 低馬力의 機械에 適當하다.



위의 두가지 方法을 混用하는 方法-이때에 받침대는 機械基壇의 위 또는 아래 어느쪽에라도 設置할 수 있다. 基壇部가 핏트(pit)속에 들어갈 경우는 基壇部의 周圍全体에 空間이 있어야 되고 윗部分은 雜物들이 들어가지 못하게 伸縮材로 막도록 한다.

防振材로는 콜크(Cork), 필트(felt), 고무 또는 이들의 合成物이 쓰이고 용수철(spring)이 使用될 때도 있다. 各材料들은 저마다의 特性을 가지고 있어 狀況에 따라 不利할 경우도 있으므로 專門家의 助言을 들어 選擇하는 것이 좋다. 또한 業者(設計 및 施工)에 따라 어느 特定한 한가지 資材나 形態만을 取扱하는 경우도 있으므로 該當 施設物에 가장 適合한 方法을 選擇할 수 있도록 留意해야 할 것이다. 大개의 경우, 折衷案을 擇하게 되는데, 例를 들면 機械를 基礎에 단단히 볼트(bolt)이음을 하면 機械自体의 搖動은 防止되지만, 振動의 傳播은 크게 되고, 反面에 매우 伸縮性이 큰 받침대(台)위에 機械를 올려 놓으면 振動傳播은 크게 줄일 수 있지만 機械의 搖動을 甚하게 해서 機械操作의 不便을 超來하거나 또는 機械自体에 有害한 結果가 될수도 있다.

탄성支持된 덩어리의 自由振動數가 機械의 運轉速度에 依한 機械振動數의 大略 $\frac{1}{3}$ 程度를 넘지 않을 때 滿足한 結果를 나타낼 수 있다. 自由振動數를 定할수 있다면 靜力學的인 처짐(搖動의 크기)을 計算해 낼수 있고 따라서 容수철이나 받침대의 剛性을 決定할 수 있게 된다. 振動數의 比가 위에 言乃된 바와 같이 3:1 일때 振動傳達는 理論的으로 80%以上 減少되고 比率의 增加에 따라 더욱 減少된다. 그러나 實際에 있어서는 靜力學的인 처짐으로부터 計算된 이러한 理論值보다 效率이 낮아지는데, 이는 防振材의 剛性이 靜力學的 數值보다 動力學的 數值가 훨씬 크기 때문이다.

(그림 1)은 彈性的인 받침대의 防振效果를 圖示한 것으로 振動數의 比가 $\sqrt{2}:1$ 보다 작은 경우에는 별로 도움이 안된다는 것을 알 수 있다.

(그림 2)의 振動의 크기(振幅) 및 振動數와 人體感度間의 關係는 적절한 받침대를 選擇하는 過程에서 利用될 수 있다. 만약 어느 機械가 일으키는 振動의 被害가 相當한 程度라면 이때 減少시켜야 할 振幅의 程度는 (그림 2)를 가지고 決定할 수 있으며 이에 따라 適當한 받침대를 選擇할 수 있다. 예를 들어 振動數 30Hz에서 振幅이 20μ 의 振動은 不快感을 일으키는 것으로 생각되는데 (Dieckman의 K값:3) 만약 載荷狀態의 靜力學的 처짐이 2.5mm 程度가 되게끔, 自由振動數 10Hz의 받침대를 設置하게 되면 振幅은 理論的으로 約 2.5μ 程度로 減少되어 겨우 感知할 程度가 된다. (K값:0.4)

機械 밑에 받침등을 끼우는 따위의 臨時變通의인 方法은 대개 받침이 딱딱한 것이기 때문에, 그리고 낮은 振動數의 構造的인 振動은 거의 변하지 않기 때문에 所用이 없을 경우가 大部分이고 오히려 事態를 惡化시키는 수도 있다.

4. 機械類의 設置位置

그러므로 振動을 일으키는 機械類나 機械室은 各급적 멀리 두어야 할 것이다. 振幅과 거리간의 關係는 地盤狀態에 따라 또한 振動이나 衝擊의 形態에 따라 달라지므로 正確하게 나타낼 수는 없지만 대개의 경우 거리가 2배가 되면 振幅은 約 $\frac{1}{3}$ 로 줄게 된다.

5. 器機等의 保護

振動이 保護하고자 하는 機器에 別로 影響을 미치지 않는 程度로 되게 하기 爲해서는 初期의 設計段階에서

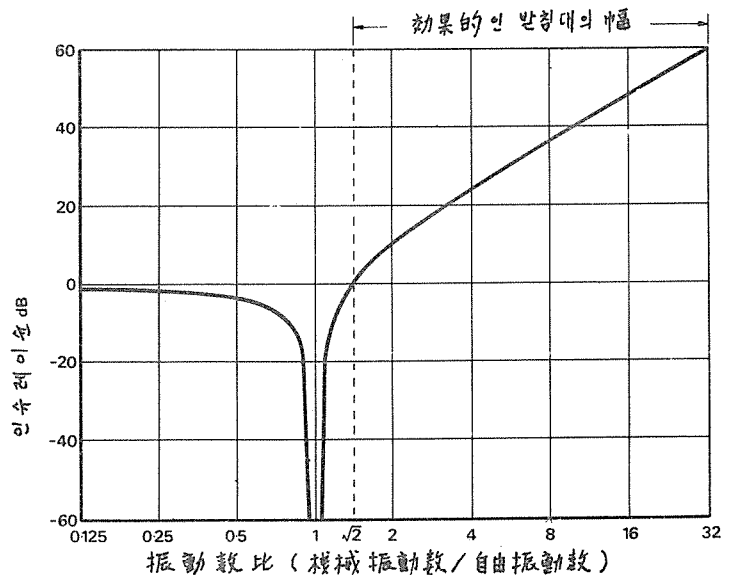
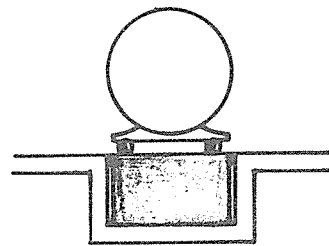
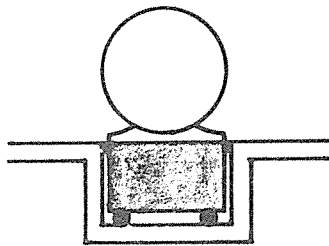
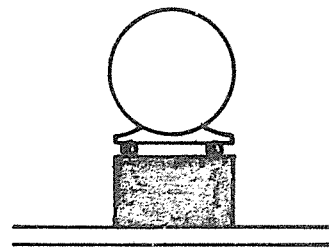
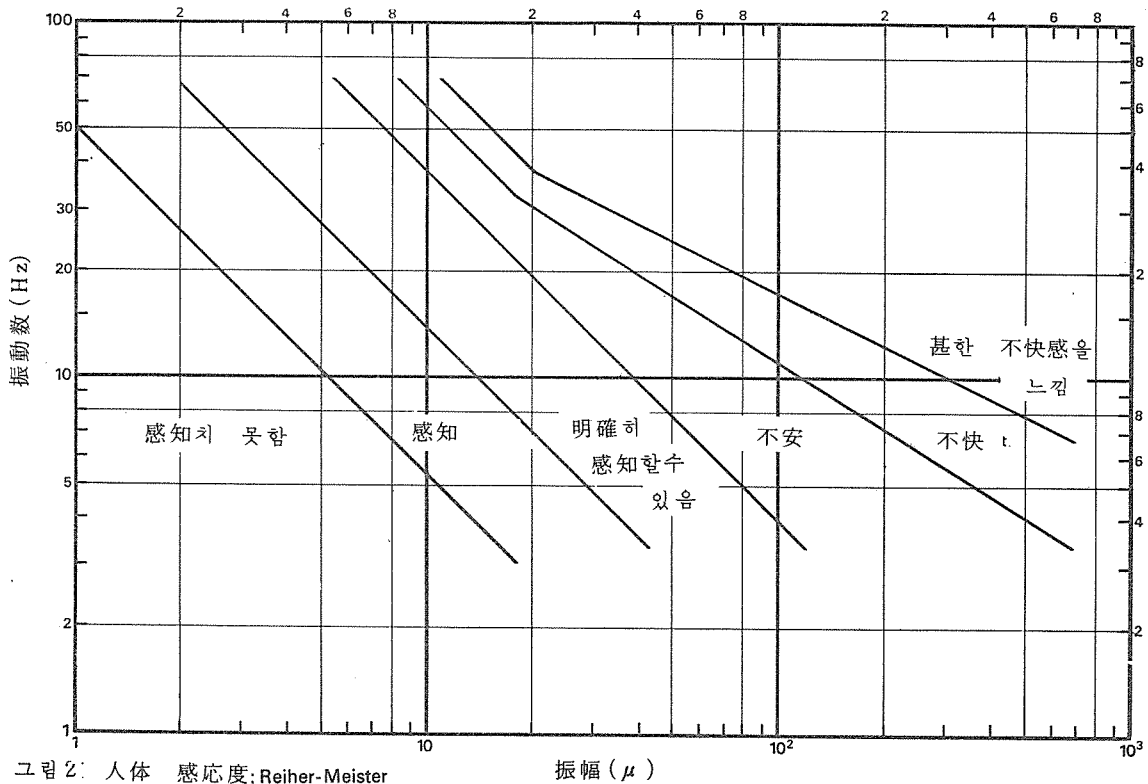


그림 1. 에너지 減少에 대한 받침대의 防振效果



設計者와 建築主(또는 使用者)는 다같이 振動問題를 檢討해야 할 것이다. 振動에 弱한 器機들을 壁에 附着된 선반받이위에 놓는 것은 加급적 피해야 할 것이다. 선반(받침대)은 튼튼하면서도 벽에 直接 連結되지 않아야 할 것이다. 歩行으로 인한 바닥의 지나친 振動도 흔히 問題點이 되는데 특히 木構造나 輕量構造의 바닥에서 그러하다. 適切한 剛性을 가지는 設計가 잘된 바닥은 위험부담을 減少시킨다. 흔히 바닥振動은 動力學的 振動吸收材를 設置함으로써 減少시킬 수 있는 경우가 많다. 또한 比較的 새로운 技法인 防振層 끼워넣기를 해서 낮은 振動數의 振動의 減幅을 增進시킬 수도 있다. 바닥振動이 問題가 될 可能性이 있는 경우엔 振動에 弱한 裝備는 室의 中央部에서 멀리 位置하도록 해야 한다. 一般적으로 振動에 극히 敏感한 作業은 建物의 上層部에서 하지 않도록 해야 한다. 門이 닫힐때의 振動도 역시 考慮되어야 하는 바, 여닫이문으로 하든지 또는 特殊한 開閉機를 附着하도록 하는 등의 措處를 取해야 할 것이다.

其他 모든 予方手段이 講求된 後에도 아직 振動에 弱한 個個의 器機를 保護해야할 必要가 일출지도 모른다.

그 한가지 方法은 隔離된 기둥을 세워 그 뒤에 器機를 앉히는 것이다.

即, 獨立된 基礎 또는 建物의 바닥에서부터 建物의

各層을 貫通하는 벽돌 石造 또는 콘크리트의 기둥을 세우는 것이다. 이때 기둥과 層사이의 틈은 加급적 그대로 두는 것이 좋으나 먼지 방지 또는 防水를 爲해 틈을 메울 때는 適切한 신축성을 갖도록 해야 할 것이다. 물론 기둥基礎에 다른 振動이 傳達되지 않아야 할것에 留意해야 한다. 만일 그러한 可能性이 있을 때는 適切한 防振材를 기둥基礎 또는 上部에 덧 붙여 處理할 수도 있다.

대개의 경우 商品으로 파는 器機받침을 使用하는 것이 簡便하다. 이들은 대개 털 등을 속에 집어 넣는 고무製品으로 機械받침과 비슷하나, 그보다 작고 載荷能力도 작다. 이들도 種類가 여러가지이므로 振動數, 必要한 絶緣度 및 支持重量 등을 考慮하여 適當한 것을 選擇해서 써야 할 것이다. 어떤 種類의 器機들은 振幅 0.1μ 以下の 弱한 振動에도 影響을 받거나 또는 極히 낮은 값의 振動加速度에도 影響을 받게되어 絶緣程度를 매우 높게 해 줄 必要가 있는 것이 있다.

특히 航空機用으로 開發된 것과 같은 特殊 받침대는 電子裝備 및 電氣裝備의 톱니받침 등을 保護하기 爲해서도 使用될 수 있다. 민감한 化學用 天秤도 感幅裝置가 되어있는 特殊 받침組織을 必要로 할 것이다. 이때 에는 市中에서 販賣되고 있는 粘着性의 減幅層을 갖는 것을 쓸 수도 있을 것이다. 絶緣層의 自由振動數가 극히 낮을 必要가 있을 때는 特殊한 設計가 必要할지 모

르며 용수철을 使用하는 것이 고무류의 받침대보다 오히려 나을지도 모른다. 空氣주름상자도 낮은 振動數에서 絶緣度를 높게 하는 하나의 便利한 对案이 될 수 있다.

6. 建物에 대한 振動遮断

가. 既存建物

하나의 既存建物 全体를 絶緣시키는 일은 어려운 일이며 大部分 勞力과 費用이 많이 든다. 그러나 일부 空間에 对한 絶緣은 흔히 고무양단받침 위에 작은 房을 만들거나 받침마루를 깔거나 해서 大部分의 경우 成功하고 있다. 该外部振動을 막아주는 하나의 方法으로 该字(참호)가 使用되고 있으며, 이것은 작은 建物, 例를 들면 地震觀測所 等に 効果의이다. 그러나 이 方法은 큰 建物 特히 땅의 振動이 地表面에 가까이 있지 않고, 깊이 있을 때는 대개의 경우 別로 소용이 없다. 最新의 理論에 依하면 该字의 깊이는 振動波長의 약 1/2이 되어야 한다.

即, 만약 어느 特定 土壤에서 振動波의 速度가 300 m/Sec이고 振動數가 20Hz 라면 波長은 15m가 될 것이고 따라서 该字의 깊이는 最少限 5m는 되어야 할 것이다. 물론 이때 该字는 비어 있거나 可能하면 疑液体로 채워져 있든지 해야 할 것이다.

나. 新築의 境遇

新築建物を 振動效果로 부터 保護하기 爲해서 다른 方法이 없을 때는 建物を 特殊하게 定着시키는 方案을 設計時에 講求할 수 있다.

오랫동안 미국에서는 납과 石綿으로 된 防振받침을 보와 기둥밑에 끼워 넣어 그위에 建物を 올려 놓았다. 이 方法의 원래의 目的은 道路와 軌道의 交通 騒音으로부터 建物を 保護하자는 것이지만 낮은 振動數의 振動處理에도 適功한 方法으로 主張되고 있다. 그러나 이 見解가 全般的인 支持를 받고 있지는 않다.

現在 London에는 振動과 낮은 振動數의 騒音에 对한 特殊措処가 取해진 몇개의 建물이 있다.

“外廊開發事業”에서는 地下鉄이 바로 이 地域밑을 通過하고 있으며 무거운 軌道層은 自由振動數 約 6Hz의 고무部材위에 支持시켰다. 또한 軌道層의 Prestressed橫보의 共振可能性이 考慮되었으며 特殊한 材料로 된 防振層을 插入시켜 自体減幅을 增進시켰다.

Marble Arch Odeon新築計劃에서는 가까이 있는 鐵路로부터 振動과 騒音を 防止하기 爲해 約 4,600ton의 公演會堂 全体를 防振層에 끼워넣어 그 위에 올려 놓았다.

Victoria(Canada)부근의 Albang Court의 한 아파트는 建物 바로 밑을 通過하는 地下鉄의 振動 으로부터 建物を 保護하기 爲해 낮은 振動數의 絶緣層 위에 올려 놓아졌다. 고무와 鋼鉄로 된 많은 數의 振動받침이 使用되었으며 그 하나에 載荷되는 荷重은 60~200ton, 그 以上에 이르는 것까지 있었으며 自由 振動數는 垂直 7Hz, 水平 2.5Hz 였다. 그리고 용수철 위에 올려진 建物에 对한 바람의 作用도 考慮되었다. 용수철 받침에 따른 構造變更까지를 包含한 諸 費用은 그로 인해 얻은 快適值보다 비싼 감이 있다.