

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國小-應用科學科

科 別：生活與應用科學

組 別：國小組

作品名稱：裝扮隔音版的臉~附加物探討

關 鍵 詞：附加物、隔 音、夾 層

編 號：080806

學校名稱：

臺南縣新市鄉新市國民小學

作者姓名：

陳昱君、王曉梅、柯美含、方清龍、徐銘徽

指導老師：

李麗娟、蘇瑋翔



研究報告摘要

一、作品名稱：裝扮隔音板的臉~附加物探討

二、研究目的：

- (一)、了解學校旁邊隔音牆的隔音現況
- (二)、尋找並測試生活中最容易取得的隔音材質和同材質但厚度不同的隔音效果。
- (三)、探討附加物在玻璃表面的隔音效果。
- (四)、探討氣牆的隔音效果。
- (五)、探討夾層的隔音效果。

三、研究方法：

- 實驗一、利用分貝計測量學校旁邊隔音牆的隔音現況。
- 實驗二、利用玻璃相當作我們測試的環境，測試生活中容易取得的隔音材質及同材質但厚度不同的隔音效果。
- 實驗三、進一步測試不同附加物黏貼在單片玻璃表面上的隔音效果。
- 實驗四、測試兩層玻璃夾出 2 公分及 4 公分氣牆的隔音效果。
- 實驗五、測試不同附加物再夾層中的隔音效果。

四、研究結果：

- (一) 在實地測量隔音牆的內外各 3.5 公尺及水平距離和垂直高度的分貝值後，發現隔音牆的隔音效果是相當的好。
- (二) 厚度 0.5 公分的隔音牆材質以壓克力的隔音效果最好；厚度 1 公分的石膏版、鐵版、鋁版的隔音效果最好；而厚度較厚的材質隔音效果也比較好。
- (三) 在單片玻璃上加貼的附加物，形狀以柱體效果較好；以錐體作貼法的測試，全立(尖面朝噪音源)的效果較好；保麗龍材質且貼面朝向噪音源的隔音效果比泡棉好；附加物分布情形集中比平均分布好；就高度而言，4 公分的效果比 2 公分好；實心比空心的隔音效果來得好；就空心大小而言，大空心比小空心效果好；就實心大小而言，小實心比大實心效果好。
- (四) 氣牆 4 公分比 2 公分的隔音效果佳。
- (五) 附加物在夾層中的效果，形狀以柱體效果較好；以錐體作貼法的測試，全倒(平面朝噪音源)的效果較好；泡棉材質的隔音效果比保麗龍好；附加物分布情形集中比平均分布好；就高度而言，4 公分的效果比 2 公分好；空心比實心的隔音效果來得好；就空心大小而言，大空心比小空心效果好；就實心大小而言，小實心比大實心效果好。

壹、研究動機：

學校旁聳立著一座厚厚的水泥牆，它阻隔了火車的噪音，也成為了我們學校最特別的一個特色之一。最近，校外有工程在進行，大怪手開挖答答的聲音、砂石車來來回回轟轟的聲音，讓人實在是不敢恭維。在上課時，讓我們無法好好的上課，老師拿起麥克風聲嘶力竭的吶喊，可是外面吵雜聲音還是一樣傳進來，使我們也了解到，我們的玻璃窗無法阻擋噪音，再加上隔壁班老師也是拿起麥克風大聲的上課，我們彷彿覺得有二、三位老師和我們在工地上課一般。如果，我們也能在校外和馬路的工程中，建立一座隔音牆，那該有多好啊！當然這是不可能的。

因此，我們想到了生活環境中也常有讓人無奈的噪音，影響著人們的情緒，如果能利用附加隔音材質來減低噪音，我們便能在愉悅的環境中享受學習和工作的樂趣。



上半
部份
為金
屬

下半部份
為水泥

圖一、學校旁的隔音牆

貳、研究目的

一、了解學校旁邊隔音牆的隔音現況。

(一)、隔音牆內外各 3.5 公尺處的分貝值。

(二)、自隔音牆量起水平距離 10 公尺、20 公尺、30 公尺、40 公尺、50 公尺處。

(三)、同一定點垂直高度位在一樓、二樓、三樓。

二、測試生活中容易取得的隔音材質和比較厚度不同的隔音效果。

(一)、測試厚度 0.5 公分的隔音效果。

(二)、測試厚度 1 公分的隔音效果。

(三)、測試同材質不同厚度的隔音效果。

三、探討附加物在玻璃表面的隔音效果。

(一)、附加物形狀不同的隔音效果。

(二)、附加物同一形狀但貼法不同的隔音效果。

(三)、附加物不同材質和貼面不同的隔音效果。

- (四)、附加物分布情形的隔音效果。
- (五)、附加物高度不同的隔音效果。
- (六)、附加物實心與空心的隔音效果。
- (七)、附加物空心大小及實心大小不同的隔音效果。

四、探討氣牆的隔音效果。

- (一)、比較 2 公分與 4 公分的效果。

五、探討夾層的隔音效果。

- (一)、形狀不同的附加物在夾層中的隔音效果。
- (二)、同一形狀但貼法不同的附加物在夾層中的隔音效果。
- (三)、不同材質的附加物在夾層中的隔音效果。
- (四)、附加物在夾層中分布情形的隔音效果。
- (五)、附加物在夾層中高度不同的隔音效果。
- (六)、附加物在夾層中實心與空心的隔音效果。
- (七)、附加物在夾層中空心大小及實心大小不同的隔音效果。

參、研究器材及設備：

- 一、測試環境：以玻璃箱為測試環境，長方體，外表長 60 公分、寬 30 公分、高 20 公分，厚度為 1 公分，上面加一個厚 1 公分的蓋子形成一個密閉空間。



圖二、研究器材及設備

二、隔音板材質：

- (一)、厚度 0.5 公分材質：光玻璃、花玻璃、壓克力、木板、軟木、泡棉等六種。
- (二)、厚度 1 公分材質：光玻璃、石膏板、鐵板、保麗龍、木板、鋁版、泡棉、磁磚等七種。
- (三)、附加物：保麗龍、泡棉
- (四)、其它：分貝計二台、放音機、皮尺、保麗龍切割器等。

肆、研究歷程與方法：

實驗一：利用分貝計測量學校旁邊隔音牆的隔音現況。

說明：

我們的隔音牆高約 7.5 公尺材質分為兩部分：自地面到 4.5 公尺高（約 1 樓半）的地方是水泥牆；4.5 公尺到 7.5 公尺高（1 樓半到 2 樓半之間）是金屬版；而南棟教室是一棟 3 層樓高且與隔音牆垂直的教室。（見附件一）



圖三 隔音牆及南棟教室的相關位置

(一)實驗 1-1：

測量隔音牆內外各 3.5 公尺處的分貝值。

方法：分兩組同時到隔音牆內外 3.5 公尺處，測量並記錄火車的時間與車種。

(二)實驗 1-2：

測量距離隔音牆 10、20、30、40、50 公尺處的分貝值。

方法：分兩組，一組在校門口記錄火車的時間與車種，另一組分別在 10、20、30、40、50 公尺處記錄分貝值。

(三)實驗 1-3：測量同一定點（洗手台）垂直高度位在一樓、二樓、三樓的分貝值。

方法：分兩組，一組在校門口記錄火車的時間與車種，另一組分別在一樓、二樓、三樓的洗手台處記錄分貝值。

實驗二：測試生活中容易取得的隔音材質和比較厚度不同的隔音效果。（見附件二）

方法：1、玻璃箱長為 30 公分處，放置要測試的隔音板，以泡棉軌道固定。

2、隔板的一側放置音源(放音機)，靠到底放置中間喇叭朝隔板；另一側用同樣的方式放置分貝計。

3、播放音樂。

- 4、玻璃箱加蓋形成密閉空間，外在的環境保持安靜。
- 5、重複測試 5 次，並求平均值。

(一)實驗 2-1：測量厚度 0.5 公分的隔音效果。

說明：以無隔板及光玻璃、花玻璃、木板、泡棉、壓克力、軟木等六種材質，進行測試。

(二)實驗 2-2：測量厚度 1 公分的材質的隔音效果。

說明：以光玻璃、木板、磁磚、石膏板、鋁版、鐵版、保麗龍七種材質進行測試。

(三)實驗 2-3：比較同材質在厚度 0.5 與 1 公分的隔音效果。

說明：比較光玻璃與木板在厚度 0.5 與 1 公分的隔音效果是否有差別。增加一倍的厚度，隔音效果是否有加倍。

實驗三：探討附加物黏貼在光玻璃表面的隔音效果。

說明：

第 38 屆台北市民權國小作者吳宗憲等三人所做的研究「為校除害~隔音牆的探討」中指出，隔音牆上加掛附加物、塗漆料及中間加介質可使隔音效果更好。因為他們的研究中附加物是「加掛」上去的，我們認為「黏貼」的隔音效果應該會更好，而且比較安全不容易掉落，加上他們對於附加物的形狀、高度等的研究並無提到，因此，我們將針對附加物的形狀、高度、分布情形、夾層的部分做更進一步的探討。(見附件三)

方法：1、切割附加物成適當大小用雙面膠黏在光玻璃上。

2、以占光玻璃 $\frac{1}{3}$ 的面積，來黏貼附加物。

3、其作法同實驗二 1 至 5 點。

(一)實驗 3-1：附加物形狀不同的隔音效果。

說明：1、想了解同一材質的附加物當形狀改變時，隔音效果會不會改變。

2、圓柱體、半球體為比較，圓錐體的形狀介於圓柱體及半球體之間，如果是因為形狀改變，其隔音效果，應在圓柱體、半球體之間。

3、圓柱體、半球體、圓錐體高皆為 4 公分，占版面面積都一樣。

(二)實驗 3-2：附加物同一形狀但貼法不同的隔音效果。

說明：1、當同一附加物改變貼法時，其隔音效果是否有所不同？

2、用全立（錐體的尖面朝音源）、全倒（錐體的平面朝音源）及一立一倒的貼法，來測試隔音效果。

(三)實驗 3-3：不同材質和貼面不同的隔音效果。

說明：1、以相同直徑、高度，但不同材質(保麗龍、泡棉)進行測試。

2、貼面分別朝向音源及分貝計，分別為測試貼面不同的分貝值。

(四)實驗 3-4：附加物分布情形的隔音效果。

說明：以高度 4 公分的實心泡棉，用集中及平均分布兩種情況測試。

(五)實驗 3-5：附加物高度不同的隔音效果。

說明：以泡棉實心 2 公分、4 公分兩種高度來測試。

(六)實驗 3-6：附加物實心與空心的隔音效果。

說明：以泡棉實心、空心測試。

(七)實驗 3-7：空心大小及實心大小不同的隔音效果。

說明：1、比較同高度 4 公分的空心泡棉，但大小不同的空心泡棉何者隔音效果佳。

2、比較同高度 4 公分的實心泡棉，但大小不同的實心泡棉何者隔音效果佳。

實驗四：探討氣牆的隔音效果。(見附件四)

方法：1、在光玻璃隔板面向音源的前方，再隔一塊厚度 0.5 公分的光玻璃。

2、同實驗二，方法 3~5 點。

(一)實驗 4-1：比較 2 公分與 4 公分的效果。

說明：兩塊光玻璃中間，以距離 2 公分、4 公分的空氣牆來測量。

實驗五：探討夾層的隔音效果。(見附件五)

方法：1、在光玻璃隔板面向音源的前方，再隔一塊厚度 0.5 公分的光玻璃。

2、同實驗三，方法 1~3 點。

(一)實驗 5-1：測試形狀不同的附加物在夾層中的隔音效果。

說明：以柱體、錐體、半球體，高度皆為 4 公分、所占版面面積相同，當夾層內的附加物。

(二)實驗 5-2：測試同一形狀但貼法不同的附加物在夾層中的隔音效果。

說明：將夾層物用不同的貼法以全立、全倒、一立一倒的方式來測量隔音效果。

(三)實驗 5-3：測試不同材質的附加物在夾層中的隔音效果。

說明：以實心泡棉、保麗龍當夾層物測試隔音效果。

(四)實驗 5-4：測試附加物在夾層中分布情形的隔音效果。

說明：以實心泡棉當夾層物，用集中、平均分布排列的方法測試。

(五)實驗 5-5：測試附加物在夾層中高度不同的隔音效果。

說明：夾層物以實心泡棉測試，高度為 2 公分、4 公分。

(六)實驗 5-6：測試附加物在夾層中實心與空心的隔音效果。

說明：夾層物同為泡棉，以實心、空心為比較。

(七)實驗 5-7：測試附加物在夾層中空心大小及實心大小不同的隔音效果。

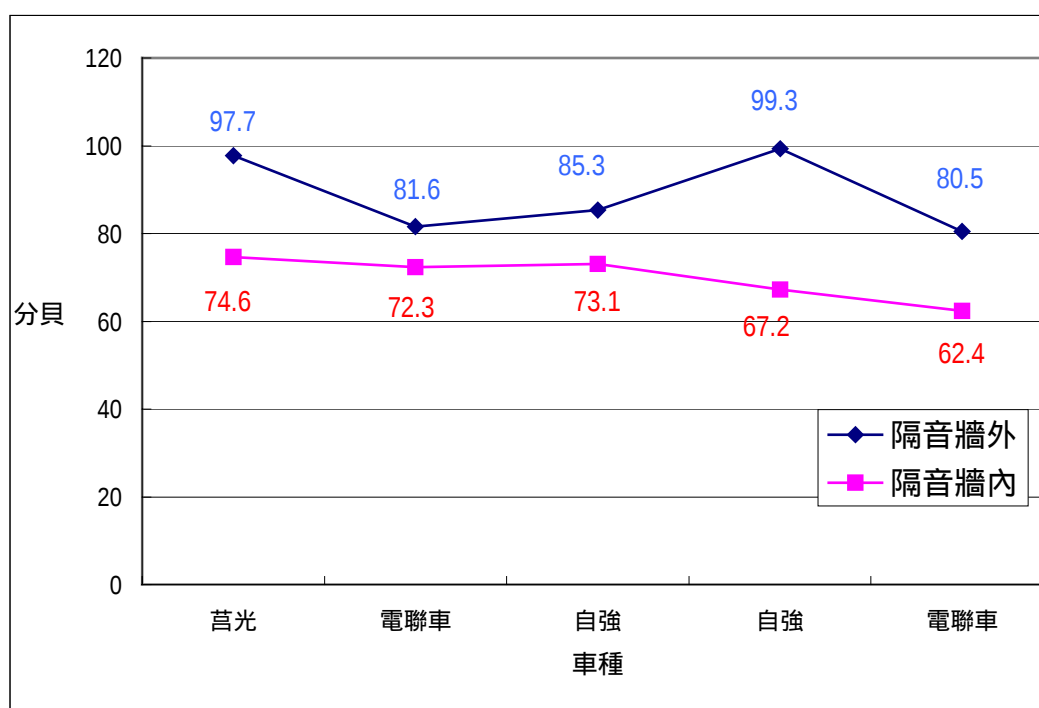
說明：1、比較夾層物同高度 4 公分，但大小不同的空心泡棉何者隔音效果佳。

2、比較夾層物同高度 4 公分，但大小不同的實心泡棉何者隔音效果佳。

伍、研究結果

實驗一：利用分貝計測量學校旁邊隔音牆的隔音現況。

(一)實驗 1-1 結果：

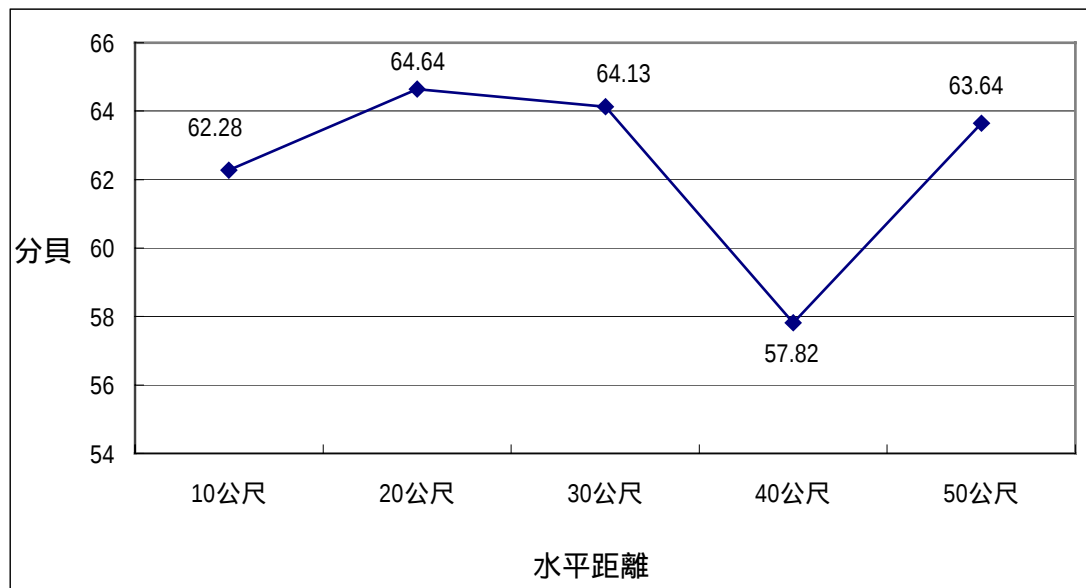


表一、距隔音牆內外 3.5 公尺的分貝值

發現與討論：

隔音牆外 3.5 公尺處噪音平均值為 90.16 分貝，隔音牆內 3.5 公尺處為 69.92 分貝，因此，隔音牆可以阻隔 20.24 分貝噪音。

(二)實驗 1-2 結果：

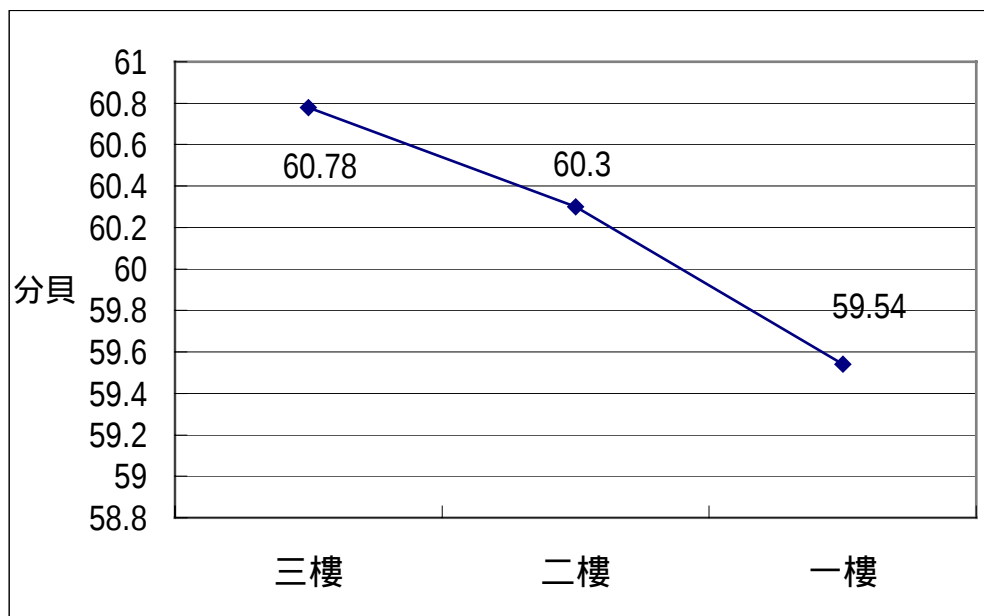


表二、距離隔音牆 10、20、30、40、50 公尺的分貝值

發現與討論：

水平距離隔音牆 40 公尺的分貝值是最低的。

(三)實驗 1-3 結果：



表三、垂直高度 1、2、3 樓的分貝值

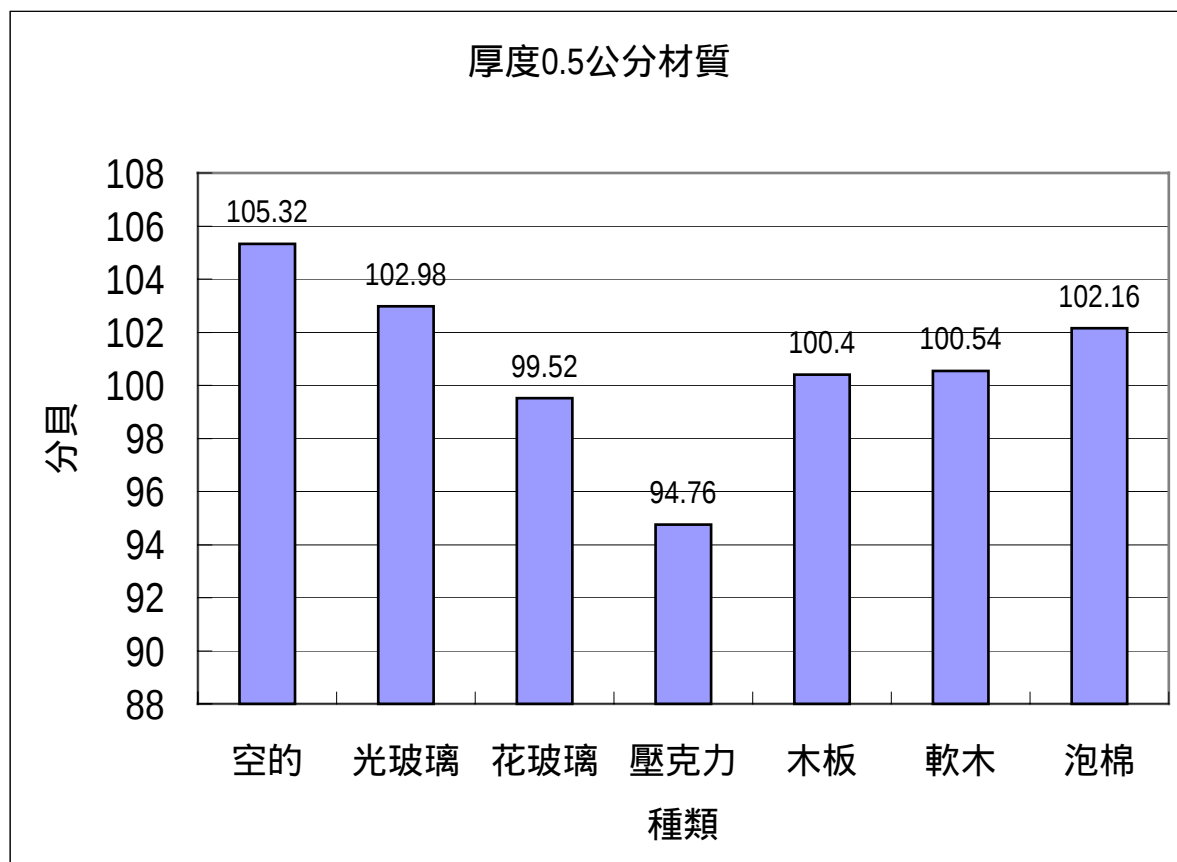
發現與討論：

(1)、3 樓的分貝值較高。

(2)、垂直高度所測量到的分貝值普遍比水平距離的分貝值低。

實驗二：測試生活中容易取得的隔音材質和比較厚度不同的隔音效果。

(一)實驗 2-1 結果：

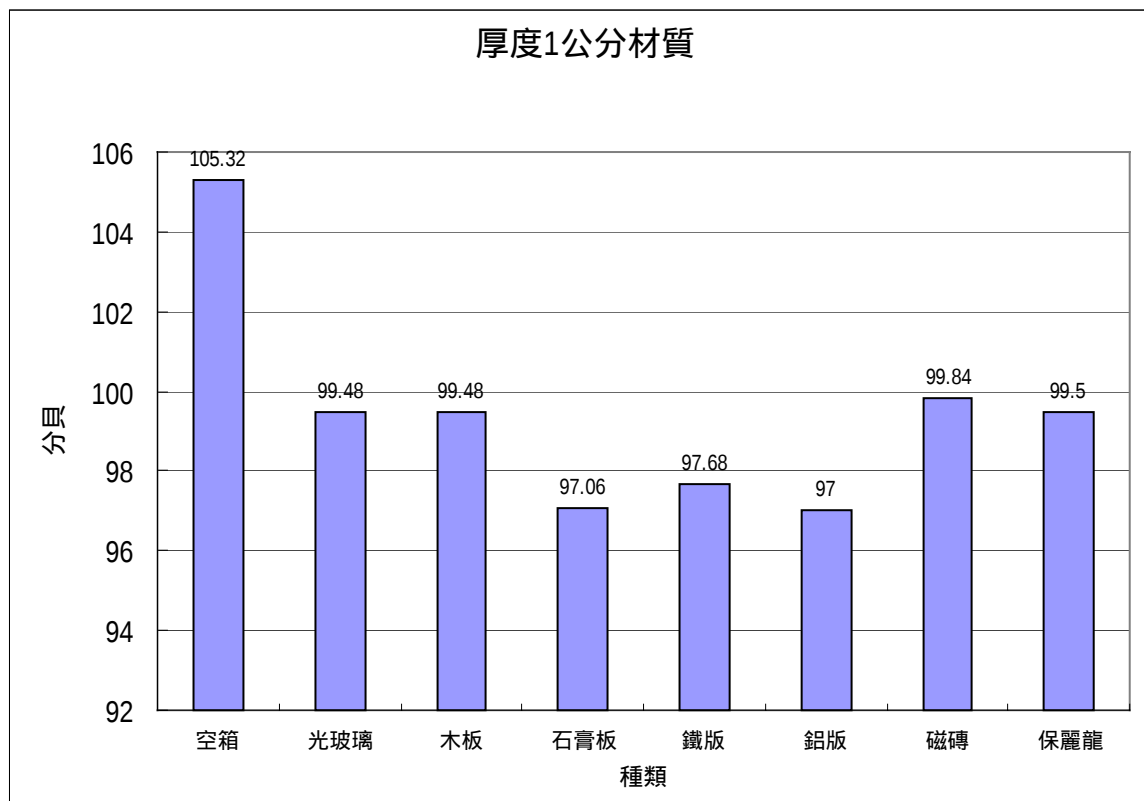


表四、六種厚 0.5 公分材質的隔音效果

發現與討論：

壓克力的隔音效果是最好的。

(二)實驗 2-2 結果：

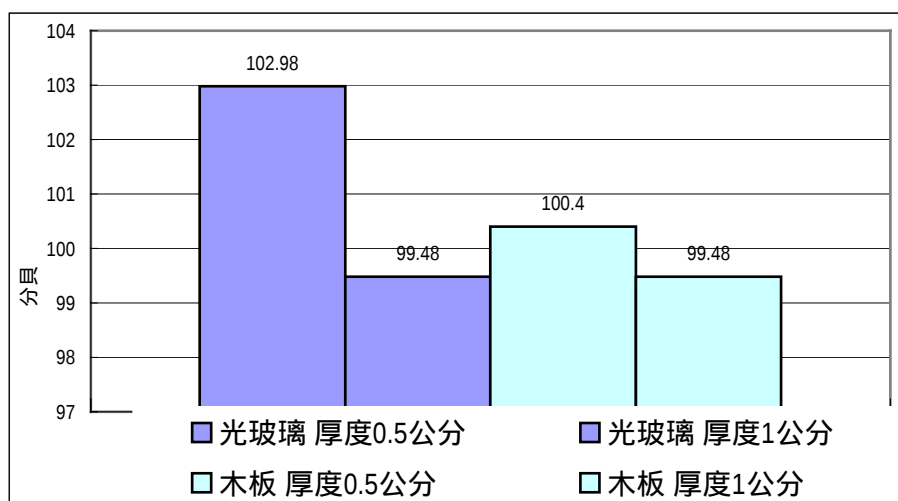


表五、七種厚度 1 公分材質的隔音效果

發現與討論：

- (1)、鋁版、石膏板、鐵版的隔音效果是差不多的。
- (2)、厚度 1 公分的隔音材質效果普遍都比厚度 0.5 公分的隔音材質來得好。

(三)實驗 2-3 結果：



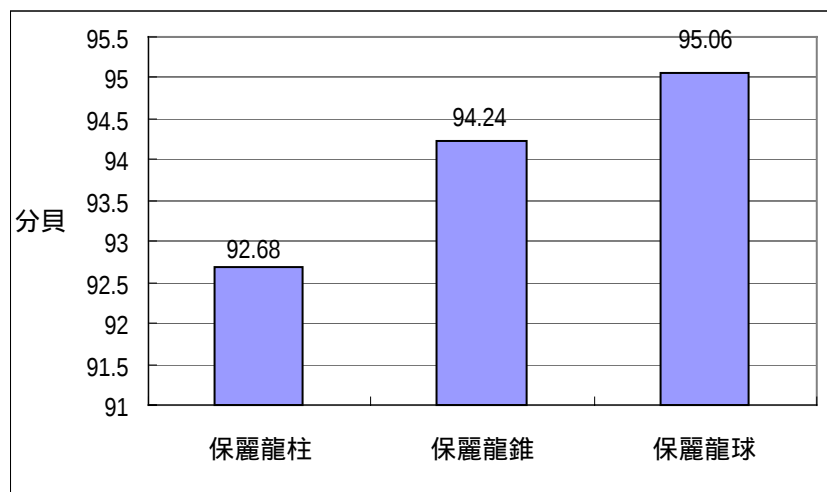
表六、同材質但厚度不同的隔音效果

發現與討論：

厚度 1 公分比厚度 0.5 公分來得好，但效果不是加倍的。

實驗三：探討附加物黏貼在光玻璃表面上的隔音效果。

(一)實驗 3-1 結果：

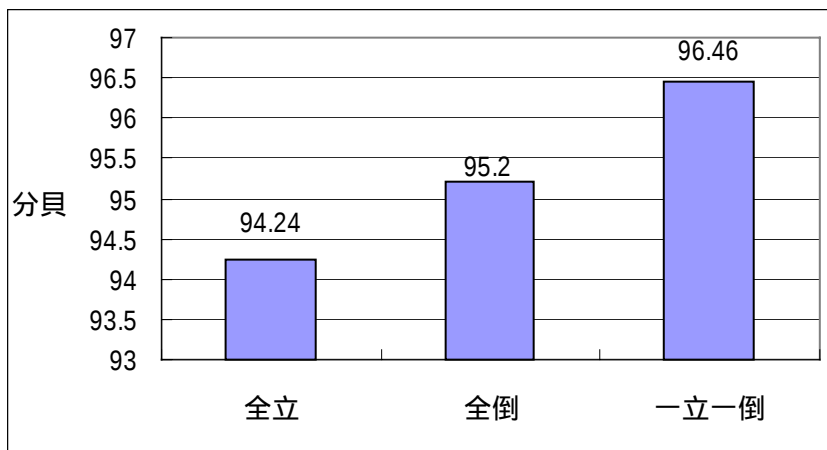


表七、附加物形狀不同的隔音效果

發現與討論：

錐體的效果介於柱體和半球體之間。

(二)實驗 3-2 結果：

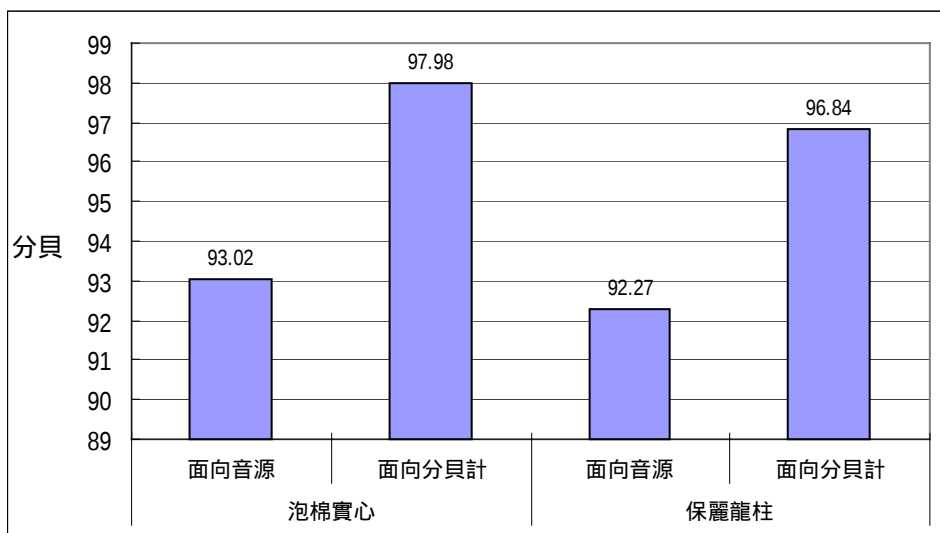


表八、附加物同一形狀但貼法不同的隔音效果

發現與討論：

以全立（錐體尖面朝音源）的隔音效果最佳。

(三)實驗 3-3 結果：

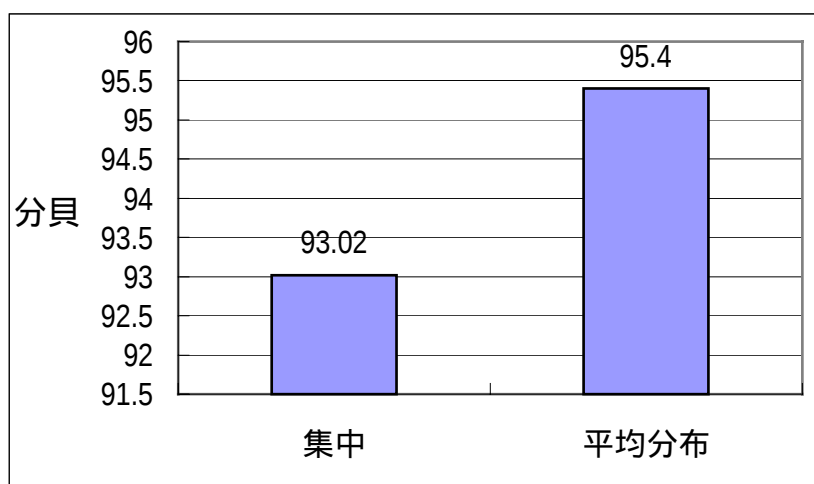


表九、附加物不同材質和貼面不同的隔音效果

發現與討論：

保麗龍效果比泡棉好且貼面向音源比向分貝計好。

(四)實驗 3-4 結果：

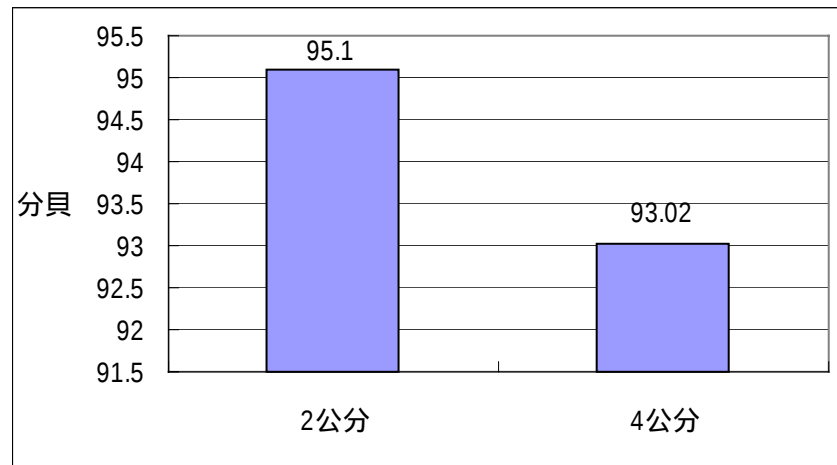


表十、附加物分布情形的隔音效果

發現與討論：

集中比平均分布效果好。

(五)實驗 3-5 結果：

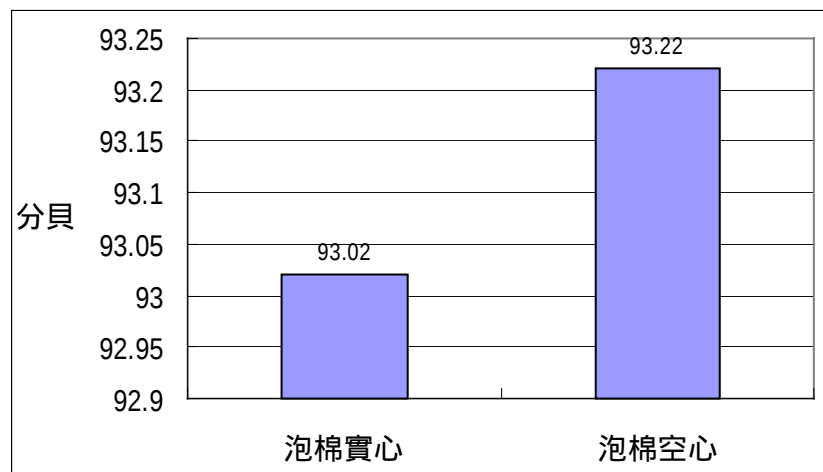


表十一、附加物高度不同的隔音效果

發現與討論：

4 公分比 2 公分效果好。

(六)實驗 3-6 結果：

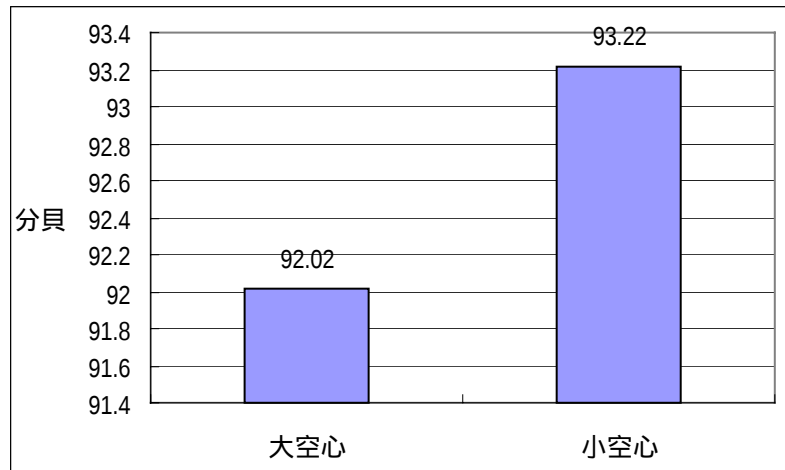


表十二、附加物實心、空心的隔音效果

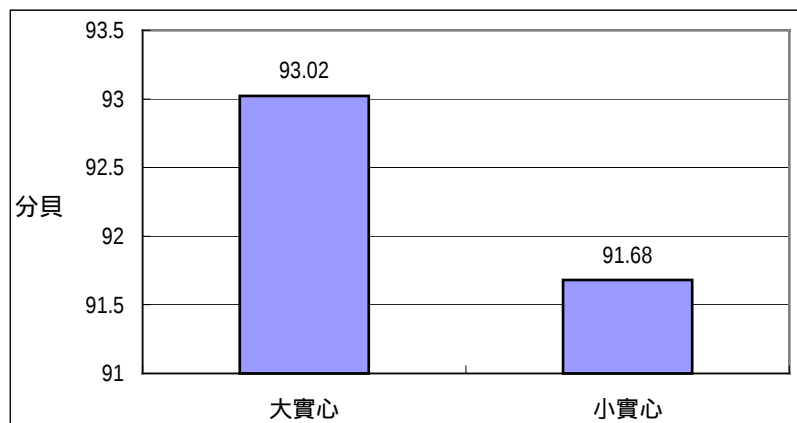
發現與討論：

泡棉實心比空心好。

(七)實驗 3-7 結果：



表十三、附加物空心大小的隔音效果



表十四、附加物實心大小的隔音效果

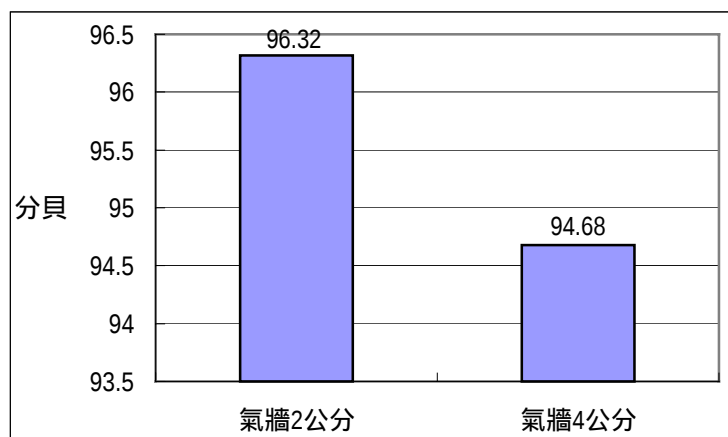
發現與討論：

附加物泡棉大空心比小空心效果好。

附加物泡棉小實心比大實心效果好。

實驗四：探討氣牆的隔音效果。

實驗 4-1 結果：



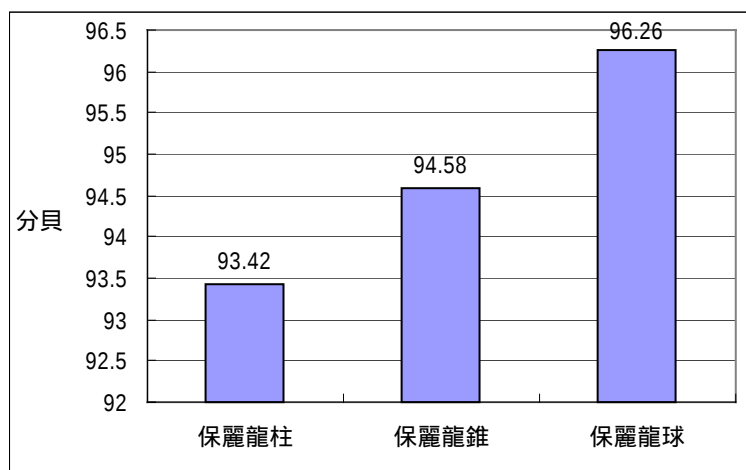
表十五、氣牆 2 公分、4 公分的隔音效果

發現與討論：

4 公分的氣牆比 2 公分的氣牆效果好。

實驗五：探討夾層的隔音效果。

(一)實驗 5-1 結果：

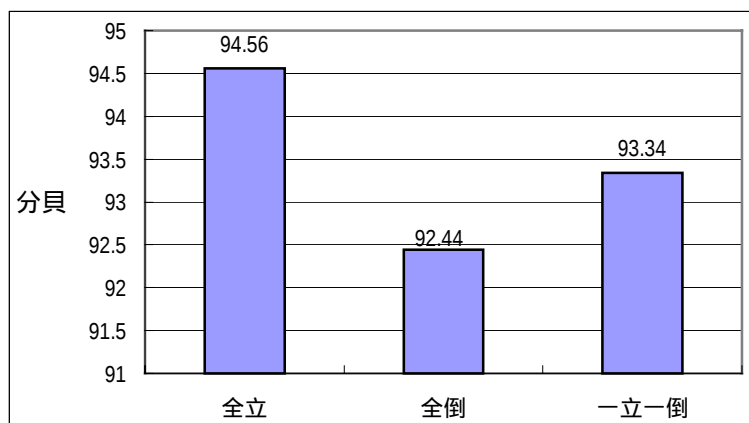


表十六、形狀不同的附加物在夾層中的隔音效果

發現與討論：

柱體的效果比錐體、半球體好。錐體的效果介於柱體及半球體之間。

(二)實驗 5-2 結果：

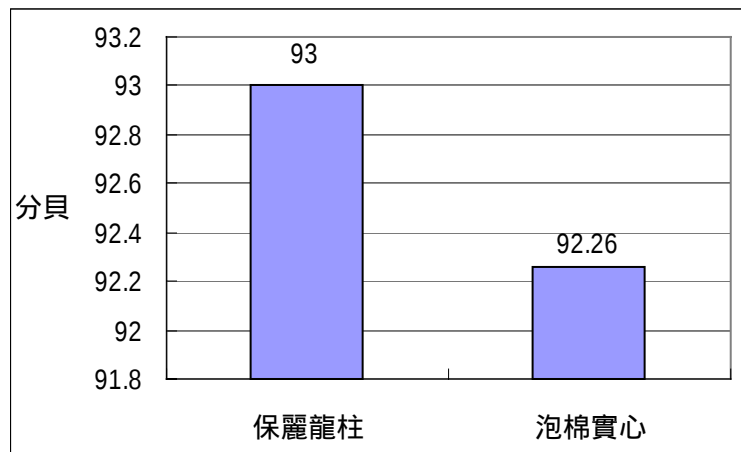


表十七、同一形狀但貼法不同的附加物隔音效果

發現與討論：

全倒（錐體平面朝音源）比全立（錐體尖面朝音源）、一立一倒的效果好。

(三)實驗 5-3 結果：

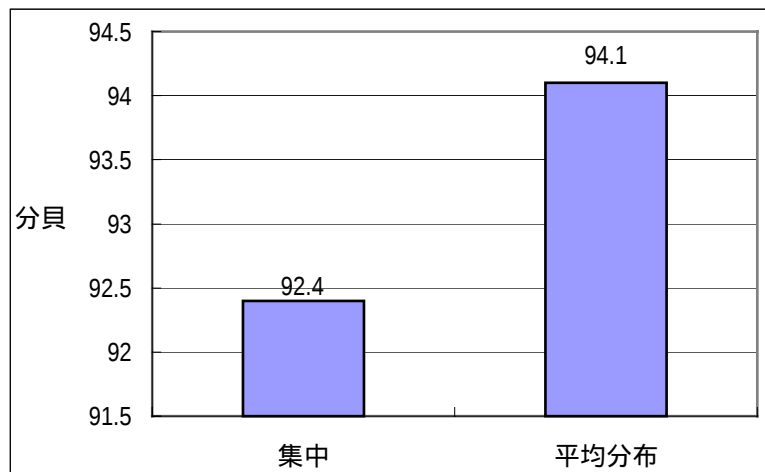


表十八、不同材質的附加物在夾層中的隔音效果

發現與討論：

夾層中泡棉比保麗龍效果好。

(四)實驗 5-4 結果：

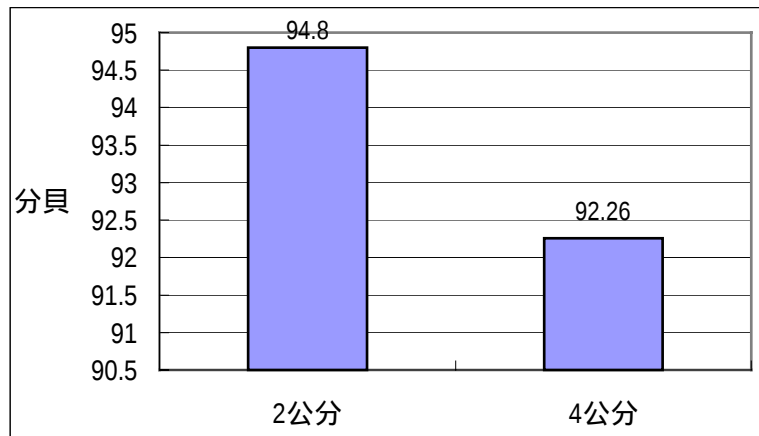


表十九、附加物在夾層中分布情形的隔音效果

發現與討論：

集中比平均分布效果好。

(五)實驗 5-5 結果：

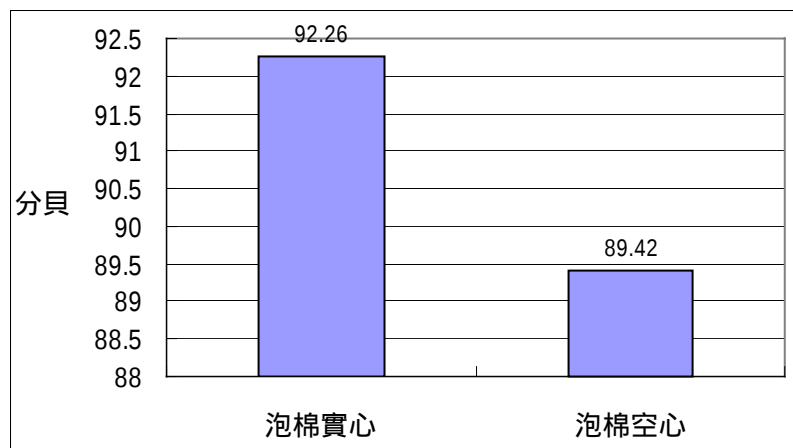


表二十、附加物在夾層中高度不同的隔音效果

發現與討論：

4 公分比 2 公分好。

(六)實驗 5-6 結果：

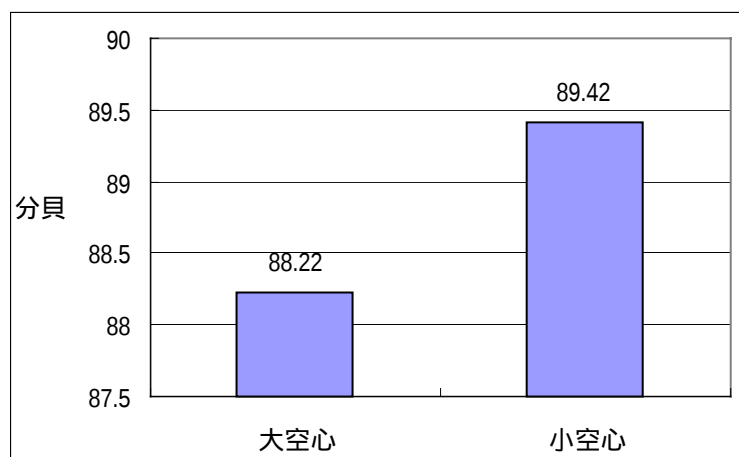


表二十一、附加物在夾層中實心、空心的隔音效果

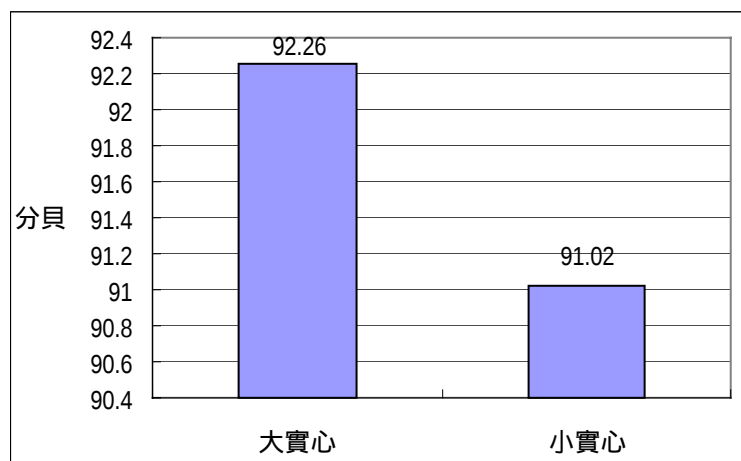
發現與討論：

夾層中泡棉空心比實心好。

(七)實驗 5-7 結果：



表二十二、附加物在夾層中空心大小的隔音效果



表二十三、附加物在夾層中實心大小的隔音效果

發現與討論：

夾層中空心大小以大空心比小空心好。

夾層中實心大小以小實心比大實心好

陸、討論

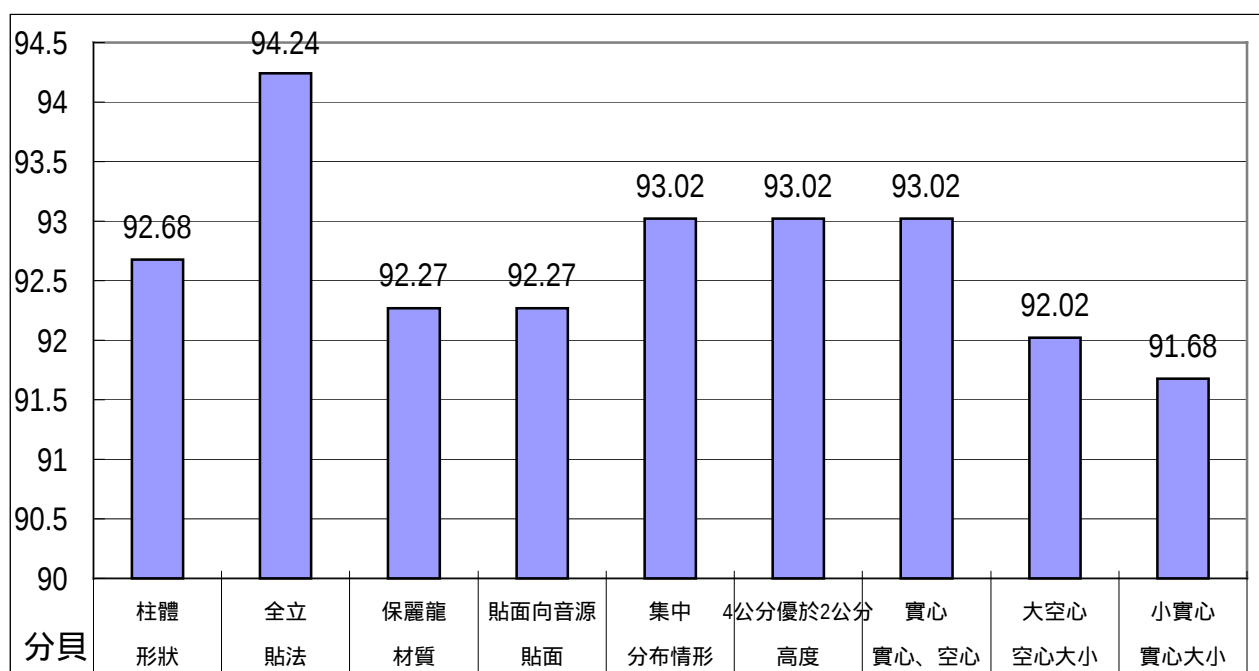
一、學校隔音牆部分：

- (一)、在實地測量隔音牆後，發現隔音牆的隔音效果是相當好，但是成本龐大而且體積也龐大，不方便拿來做教室內的隔音設備。
- (二)、隔音牆的上半部份為波浪綑折型鋁製葉片，在實驗中，以鋁版的隔音效果為最佳，如果整個都是水泥牆重量太重，可以鋁版來替代。
- (三)、在垂直高度及水平距離的測量中發現，垂直高度的分貝值普遍比水平距離低，可能是因為南棟教室與隔音牆間尚有其它阻隔物，可以利用教室的水泥牆壁及走廊的天花板再一次的隔音，才使得分貝值較低。

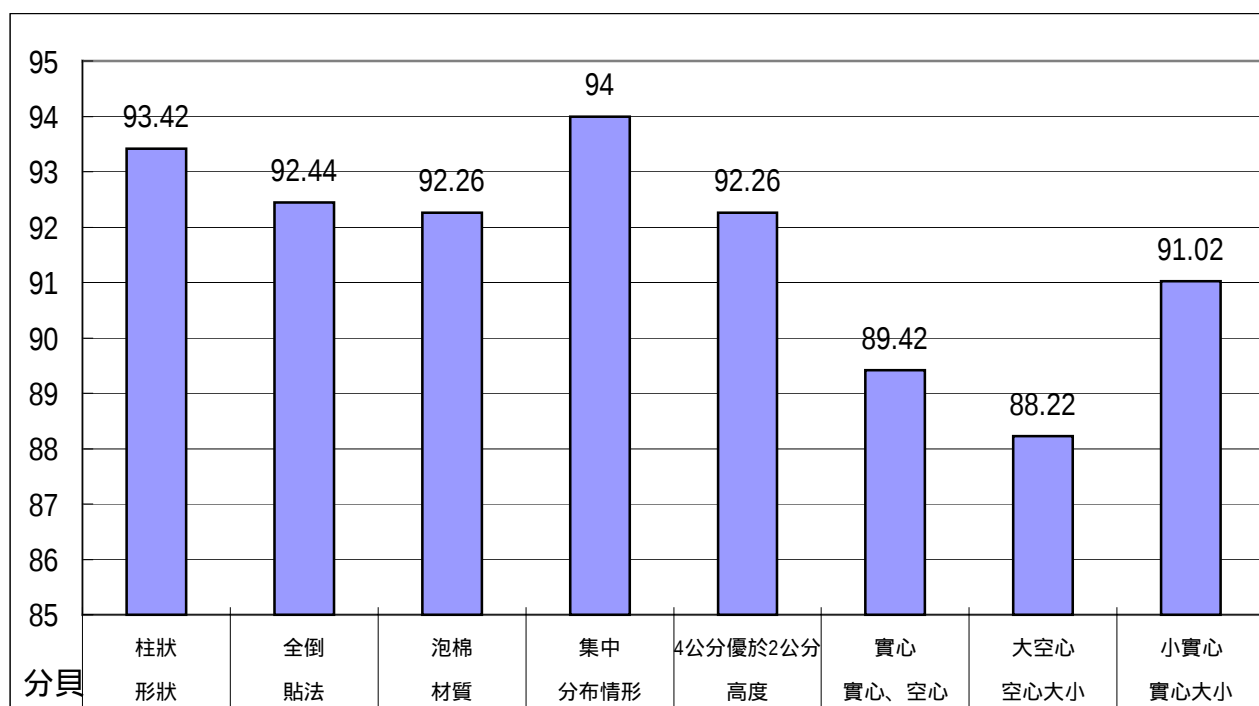
二、隔音板材質部分：

- (一)、0.5 公分材質隔音較佳者依序為壓克力、花玻璃、木板、軟木、泡棉、光玻璃。
1.0 公分材質隔音較佳者依序為鋁版、石膏板、鐵版、光玻璃、木板、保麗龍、磁磚。
- (二)、以隔音版厚度 0.5 及 1.0 公分做比較，就同一材質來說，厚度增加，隔音效果較好；但材質的不同其隔音效果也有差異，實驗中增加一倍的厚度，光玻璃隔音效果就遠比木板明顯。

三、 附加物部分：



表二十四、附加物在單片玻璃上隔音效果較好的情形



表二十五、附加物在夾層中隔音效果較好的情形

	形狀	貼法	材質	貼面	分布情形	高度	實心 空心	空心 大小	實心 大小
單片玻璃上 隔音較好的 情形	圓柱體	全立（圓錐體 尖面朝音源）	保麗 龍	面向 音源	集中	4 公分優 於 2 公分	實心	大空心	小實心
夾層中隔音 較好的情形	圓柱體	全倒（圓錐體 平面朝音源）	泡棉		集中	4 公分優 於 2 公分	實心	大空心	小實心

表二十六、附加物在單片玻璃上及夾層中的比較

- (一)、在附加物形狀的部分，圓柱體的效果比圓錐體、半球體好。而圓錐體形狀介於圓柱體、半球體之間，其效果也介於二者之間，因此附加物的形狀愈趨向柱狀的隔音效果愈好，反之，愈趨向圓球狀隔音效果愈差。
- (二)、在單片玻璃上加貼保麗龍材質比泡棉的效果好，但在夾層中則以泡棉的效果勝於保麗龍。這應與加貼材質本身的特性有關，所以我們應依實際狀況（單片或夾層），來選擇適當的加貼材質做隔音。
- (三)、因為附加物的表面突出與否，可能會影響隔音效果，因此選定圓錐體做貼法的測試。結果顯示，在單片玻璃上加貼全立（尖面朝音源）的圓錐體隔音效果比全倒（平面朝音源）及一立一倒好，但在夾層中，則以全倒（平面朝音源）的效果較好。
- (四)、在附加物分布情形的測試中，為求突顯測試效果，擬以占版面 1/3 面積的附加物，做為集中與平均分布的區分，發現附加物集中在音源前方的隔音效果較好。
- (五)、在附加物高度的測試中，由於測試箱不夠長，所以只做 2 公分和 4 公分的測試，因此 4 公分並不代表最佳高度，而只能說 4 公分比 2 公分的隔音效果好。
- (六)、在附加物及夾層中，實心、大空心、小實心的表現是比較佳的。
- (七)、在氣牆的測試中發現，兩片玻璃中間夾空氣比夾附加物的隔音效果差。因此，如果夾層中有附加物則可達到比氣牆更好的隔音效果。

柒、結論與建議：

一、學校隔音牆部分：

- (一)、厚厚的水泥牆阻隔了 20.24 分貝的噪音，加上教室水泥牆壁的再次隔音，阻絕了更多的噪音，讓我們在上課時幾乎忘了火車的經過。因此，我們的隔音牆效果令人滿意。縱貫鐵路旁的學校教室或鄰近住家，可以將建築物蓋與隔音牆垂直利用牆壁做再次隔音，可以達到更佳的效果。

- (二)、由我們的實驗可知道，兩塊 0.5 公分的光玻璃中間夾空氣或夾層物，比一塊 1.0 公分的光玻璃來得好。如果可行的話，隔音牆可減少厚度，降低設置成本，改成兩道牆中間夾空氣或附加物(如：實心泡棉 等)。

二、材質部分：

- (一)、厚度 0.5 公分的六種材質中，壓克力表現最好；厚度 1.0 公分的七種材質中，鋁版表現最好。教室的玻璃可用壓克力來替代，透光性不差而且不易碎。
- (二)、一公分厚度的隔音板相對的隔音效果較好，但不成正比，當隔音板加厚到一定的厚度以後，隔音的效果已不太明顯了。

三、附加物部分：

- (一) 我們的實驗中，附加物無論在單片玻璃或夾層中，若想增強阻隔噪音，可以在面向噪音的光玻璃上加貼附加物。附加物若是實心，則直徑越小，效果越好；反之，若是空心，則直徑越大隔音效果亦越好。
- (二) 教室的玻璃，可以用兩層玻璃當窗戶，如果中間夾空氣，可以夾 4 公分其效果會比 2 公分好。
- (三) 兩層光玻璃中間，夾 4 公分大空心泡棉隔音效果比氣牆好。若能確定噪音源的來向，將大空心泡棉集中貼於噪音源的前方，可以大幅減低噪音量。所以建議學校把窗戶上的玻璃，改成兩層玻璃夾 4 公分大空心泡棉。

四、聲音的傳導是需要介質，用隔板只是阻隔聲音行進的路線，而用附加物、夾層物即是變改聲音傳遞的介質，減緩聲音的傳導，若以液態(如：水、膠水 等，因其震動幅度緩慢)來當中間的介質，其隔音效果應會比空氣及固體的介質效果更好。

五、噪音既然如此煩人，要阻隔噪音也是要花費不少的時間研究及金錢來防止，所以我們也不要成為噪音的製造者，建立一個安靜的生活空間。

捌、參考文獻

- 一、國小自然教學指引第七冊 南一出版社
- 二、莊進源 飛舞空中的殺手 百科文化事業公司 民 72
- 三、<http://www.phys.tku.edu.tw>
- 四、<http://www.kingkeeper.com>
- 五、林家民、吳宗憲、孫正凱 第 38 屆作品「為校除害~隔音牆的探討」 民 88