

為校除害——隔音牆的探討

高小組應用科學科第二名

台北市民權國民小學

作者：吳宗憲、孫正凱、林家民

指導教師：吳天賜、顏稚仁

一、研究動機

由於學校的附近就是飛機場，旁機又是民權東路，每次上課時，吵雜的聲音，總是讓我們聽不清楚老師的講課，害的老師上課都要一直停頓。為了解決大家的不便，於是我們決定研究找出一個好辦法。

二、研究目的

研究一：學校噪音的現況如何？

研究二：現有高速公路及高架道路隔音牆的隔音效果如何？

研究三：隔音設備的探討。

研究四：如何改善學校的噪音污染？

三、參考資料

聲音之所以產生是因為聲源的振動，當聲源振動時會推拉它附近的介質（物質），振動的物體向外振動時，會擠壓介質使得那裡的介質變大。當它向內振動時，介質點間間隔會變大，密度反而變小。這一密一疏持續不斷，就形成一種波，在空氣中能量是向四面八方散開，因而距離愈遠聲音也愈小。聲音是藉由空氣的震動來傳送，真空中無法傳送聲音。

當噪音量的大小超過100分貝時，我們就會感到耳膜疼痛，如果長期暴露在噪音之下，不但對身體造成傷害，還會引起各種精神上和心理上的病症。例如連續聽熱門音樂1.5小時後，至少要經過36小時，才能恢復原來的聽力，可見噪音對人體傷害很大，所以保持寧靜應該也是維護健康之道。

自然科學教學指引第十二冊（P.111）：「音量如果超過70分貝以上，表示太大聲了，是會干擾人的噪音。」

四、研究設備、器材

(一) 研究設備：

教室、住宅、高速公路、建國北路高架隔音牆。

(二) 研究器材：

分貝儀、警報器、皮尺、瓦楞紙、紙箱、記事本、碼表、磁磚、玻璃、鋁板、PE板、石膏板、壓克力、磚塊、木板、軟木、PE發泡、海綿、保麗龍、玻璃纖維。

五、研究過程

研究一：學校噪音的現況如何？

實驗（一）我們學校到底那裡噪音最大？

- 方法：1. 選擇校園內各個不同地點來測量噪音的分貝量。
2. 並將結果記錄在表格上。
3. 總共實驗20次再求平均值：

結果：

地點 分貝量	警衛室 門口	學校 北大門	民權 東路上	校內 停車場	校內 銅像前
平均值	82.35	83.35	84.35	80.35	80.85

實驗（二）我們學校教室到底那一層樓噪音最大？

- 方法：1. 選擇學校靠北大門實踐大樓，各層不同教室來測量噪音的分貝量。
2. 並將結果記錄在表格上。
3. 總共實驗20次再求平均值。

結果：

地點 分貝量	一樓教室	二樓教室	三樓教室	四樓教室	五樓教室
平均值	74.82	74.86	81.38	77.36	72.27

研究二：現有高速公路及高架道路隔音牆的效果如何？

實驗（三）目前大台北地區隔音牆的隔音效果如何？

- 方法：1. 就大台北地區高速公路及高架道路，不同類別的隔音牆實地測量。
2. 首先選擇地點(1)中山高速公路內湖段隔音牆是水泥板製造，(2)中

山高速公路汐止段隔音牆是鋼鐵製造，(3)中山高速公路圓山段隔音牆是纖維製造，(4)建國北路高架道路（南京東路段）是鋼鐵、纖維混合製造。

- 3.將分貝器的採音喇叭，放置在隔音牆裡面（靠車道）。
- 4.每一回之間30秒即記錄一次，問頭尾共七次平均，每三分鐘一回，共測四回再求平均值。
- 5.測完隔音牆裡面（靠車道），再將分貝器的採音喇叭，放置在隔音牆外面（靠店家這邊）。
- 6.同方法4。
- 7.將全部資料記錄在表格上。

結果：

效果 \ 材質	內湖段 水泥板	汐止段 鋼鐵板	圓山段 纖維板	建國高架 鋼鐵、纖維
隔音牆裡面	90.4	90.5	80.2	81.5
隔音牆外面	87.9	83.8	75.8	76.4
噪音減少分貝量	2.5	6.7	4.4	5.1

研究三、隔音設備的探討

實驗（四）哪一種材質隔音效果最好？

- 方法：1.取各種不同材質的物品來試隔音效果，並將其編號由2~13號。
- 2.把它們製成類似隔音牆。將分貝器的採音喇叭，裝置在花盆裡面，並將底部密封。
 - 3.花盆另一邊接觸各種不同材質的物品，來測量隔絕噪音後的分貝數。
 - 4.並將結果記錄在表格上。
 - 5.總共實驗20次再求平均值。

結果：

（單位分貝dB）

號碼	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
名稱	無	磁磚	玻璃	鋁板	PE板	石膏板	壓克力	磚塊	木板	軟木	PE發泡	海綿	保麗龍
厚度	0cm	1cm	1cm	1cm	1cm	1cm	1cm	5cm	1cm	1cm	5cm	5cm	1cm
分貝數	134	88.4	92.9	93.8	95.8	100	104	107	108	109	111	113	123

實驗（五）不同材質隔音牆的隔音效果如何？

方法：1.同實驗（三）之方法1~7。

結果：

效果 \ 材質	水泥板	鋼鐵板	纖維板	建國高架 鋼鐵、纖維
隔音牆裡面	90.4	90.5	80.2	81.5
隔音牆外面	87.9	83.8	75.8	76.4
噪音減少分貝量	2.5	6.7	4.4	5.1

實驗（六）隔音牆的高度對隔音效果是否有影響？

方法：1.利用內湖段的一小朋友住家，及其一至五樓的鄰居，家中測量分貝量。

2.將一層玻璃窗關上利用分貝器的採音喇叭，放置在窗戶邊。

3.同實驗（三）之方法4.~7。

結果：

分貝量 \ 高度	一樓	二樓	三樓	四樓	五樓
平均	68.83	68.85	71.37	71.36	66.27

實驗（七）隔音牆的形狀對隔音效果是否有影響？

方法：1.用紙箱製作三個類似隔音牆的形狀，（甲）直立型（乙）半圓型，（丙）直立頂端向車道傾斜型。

2.將分貝器的採音喇叭，放置在隔音牆外面，並將警報器放置在隔音牆裡面。

3.同實驗（三）之方法4~7。

結果：

分貝量 \ 形狀	直立型	半圓型	傾斜型
平均	73.3	71.0	72.1

實驗（八）隔音牆的厚度對隔音效果是否有影響？

方法：1.用紙箱製作三個類似隔音牆的形狀，一層厚紙板，二層厚紙板，三層厚紙板。

2.將分貝器的採音喇叭，放置在隔音牆外面，並將警報器放置在隔音牆裡面。

3.同實驗（三）之方法4~7。

結果：

分貝量 \ 厚度	一層厚	二層厚	三層厚
平均	73.25	71.93	70.63

實驗（九）隔音牆表面的附加物對隔音效果是否有影響？

方法：1.將實驗（八）製成的一層厚紙板的隔音牆來試驗。

2.並在類似隔音牆的厚紙板上，掛上各種不同的附加物。

3.同實驗（八）之方法2、3。

結果：

號碼	1	2	3	4	5	6	7	9	10	13
名稱	無	磁磚	玻璃	鋁板	塑膠布	石膏板	壓克力	棉布	軟木	保麗龍
厚度	0cm	1cm	1cm	1cm	1cm	1cm	1cm	1cm	1cm	1cm
分貝數	73.3	65.4	68.9	69.8	72.8	71.5	70.8	72.9	71.8	71.9

實驗（十）隔音牆表面上塗漆料對隔音效果是否有影響？

方法：1.用紙箱製作三個相同類似隔音牆的形狀，一個外層塗上一層水泥漆，一個外層塗上一層油性漆，一個外層都不塗任何漆當對照組。

2.同實驗（八）之方法2~3。

結果：

分貝量 \ 類別	一層水泥漆	一層油性漆	對照組
平均	62.8	63.2	65.7

實驗（十一）隔音牆表面挖洞形狀對隔音效果是否有影響？

方法：1.用紙箱製作二個相同類似隔音牆中空形狀，並在中間都裝上一

層，厚一公分的保麗龍當介質。

2.並將其中一個正面有規則的挖洞，（左右距離2.5公分上下2公分）
另一個正面不規則的挖洞。並將不挖洞的當對照組。

3.同實驗（八）之方法2、3。

結果：

挖洞形狀 分貝量	有規則 的挖洞	不規則 的挖洞	對照組
平均	65.6	67.2	78.6

實驗（十二）隔音牆中間加上什麼材料的隔音效果是最好？

方法：1.先將鐵盒蓋上蓋子，測警報器的噪音分貝數。

2.將中空為對照組，再分別放入保麗龍、海綿、軟木。

3.同實驗（八）之方法2、3。

結果：

介質材料 分貝量	對照組	海綿	保麗龍	軟木
平均	85.9	75.7	84.7	83.8

實驗（十三）隔音牆中間介質加上幾層的隔音效果是最好？

方法：1.用紙箱製作四個類似隔音牆中空形狀，並在中間都裝厚一公分的
保麗龍一層、二層、三層當介質、零層當對照組。

2.並在每個正面有規則的挖洞（左右距離2.5公分上下2公分）。

3.同實驗（八）之方法2、3。

結果：

介質數量 分貝量	對照組	一層保麗龍	二層保麗龍	三層保麗龍
平均	65.93	65.30	63.18	62.85

實驗（十四）比較隔音牆和我們處的空間（地點）遠近的隔音效果？

方法：1.將分貝器和皮尺帶著到達高速公路內湖段。

2.將距離隔音牆0公尺為對照組，另距離隔音牆20和45公尺各一
組。

3.把麥克風放置在中山高旁，計時並測量噪音的分貝數。

4.將分貝器的採音喇叭，放置在隔音牆外面（非靠車道）不同距離測量。

5.同實驗（三）之方法4、7。

結果：

種類 分貝量	對照組	20公尺	45公尺
平均	86.38	82.83	80.85

實驗（十五）探討房屋的窗戶裝玻璃窗和氣密窗的隔音效果如何？

方法：1.利用內湖段的一小朋友住家，五樓的家中，距離隔音牆45公尺測量一層、二層、三層玻璃窗分貝量。

2.將玻璃窗打開當對照組，將分貝器的採音喇叭，放置在窗戶邊。

3.然後到隔壁五樓裝氣密窗（一層氣密窗有二層玻璃）的鄰居，家中測量的分貝量。

4.同實驗（三）之方法4、7。

結果：

種類 分貝量	對照組	關一層	關二層	關三層	關氣密窗
平均	80.85	61.65	56.59	47.63	55.85

研究四、如何改善學校的噪音污染？

改善方法 項目	材質	高度	形狀	厚度	表面附加物	表面塗漆料	表面挖洞	中間加材料	介質層數	與隔音牆距離
內容	鋼鐵纖維混合	4.5公尺	直立頂端傾斜向人行道	23.5公分	水泥牆須加貼磁磚	塗水泥漆	有規則狀	海綿	三層	視空間而定愈遠愈好

六、討論

- (一) 根據我們的實驗觀察得知，學校的噪音最大來源有如下幾方面：
- (1) 本校北方是民權東路，離峰時間每分鐘通過的汽機車約90部，顛峰時間更高達34倍。東方是三民路西方是新中街，南方是三民路167巷新中街路口及三民路口，紅綠燈汽機車起動，更加大噪音污染。
 - (2) 民權東路北方是松山機場，每天起降526架，平均每小時約32架，(AM6:30~PM11:00) 平均每二分鐘約1架，巔峰時間是AM9:00~10:00，PM3:00~4:00平均每分鐘約1架。(資料來源—感謝松山機場業務部羅小組提供)
 - (3) 每架起降飛機經過頭上，在一分鐘內增加約13分貝 (dB)。
 - (4) 因此校園內可說是噪音充斥，靠北大門實踐樓噪音都在70分貝以上，尤其三樓更高達80分貝以上。
- (二) 目前學校的圍牆高度2公尺，厚度24公分，所造成的最佳隔音效果，只達到二樓(6.1)公尺，那麼圍牆高度如能再加上2公尺，則三樓教室離地面高10.3公尺，將可被涵蓋在內，而四樓教室以上的噪音量也可減少。

七、結論

- (一) 靠北大門的實踐樓教室，因民權東路汽機車來往平凡，加上三民路口及新中街口，紅綠燈車輛起動馬達聲音格外大。
- (二) 圍牆太低因此噪音尤以三樓特別大，四、五樓較高，聲音經過擴散作用，聲波轉弱因反而噪音減低。
- (三) 隔音牆的材質由實驗四得知，以磁磚效果最好因此學校圍牆或高速公路的隔音牆，應貼磁磚效果較佳。
- (四) 中山高速公路內湖段，隔音牆只用薄水泥板圍住，厚度太薄而且空隙太大，施工品質低劣，幾乎沒有隔音效果。
- (五) 隔音牆的高度，如能達到4公尺，則隔音效果將增加很多。
- (六) 隔音牆的形狀應採用直立4公尺，頂端向紅磚人行道，傾斜60°並延伸加長1公尺，則不但可隔音還可供行人避雨。
- (七) 學校目前的圍牆尚可利用，其厚度達24公分，只要在上面加上一段，如建國北路高架道的鋼鐵和纖維混合的隔音牆即可。

評語

本作品係針對各種隔音牆之隔音效果進行測試，進而提出改善學校噪音污染的方法。作者們以周圍親臨的問題作為研究題目，想出量測噪音的方法與程序，進行仔細的數據收集，得出合理的結論，針對其校園之噪音污染，建議隔音的設計，整個研究過程十分仔細，是相當好的作品。