

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 物理科

(鄉土)教材獎

080112

風水與科學~探討天斬煞與氣流的關係

學校名稱：高雄市三民區東光國民小學

作者： 小五 王苡蕎 小五 連啓斌 小五 蘇涌鑫 小五 汪宸甫 小五 陳昱翔 小五 許博閔	指導老師： 項文雄 曹嘉維
---	-------------------------

關鍵詞：天斬煞、窄管效應、氣流

摘要

本研究是透過科學實驗，探究天斬煞的房子對氣流的影響。實驗證明：窄管效應的發生是當風吹到建築物，**經由建築物受風面的邊界層流而被導入兩棟建築物的中間間距，大量氣流進入較窄通道，流量增大但是流動寬度變窄，氣流就會增強。**透過不斷實驗，我們發現**建築間間距、厚度、測量位置、與前棟的距離、交錯範圍以及建築物的寬度、高度還有屋角形狀、表面的粗糙程度與突起物，都會影響氣流的大小。**我們自製風洞以積木模擬建築物，用風速計測量風速，並以乾冰觀察氣流的情形，對於天斬煞的形成與影響因素，有深入的探討與了解，並針對**如何避免天斬煞造成的傷害，提出具體建議。**

壹、研究動機

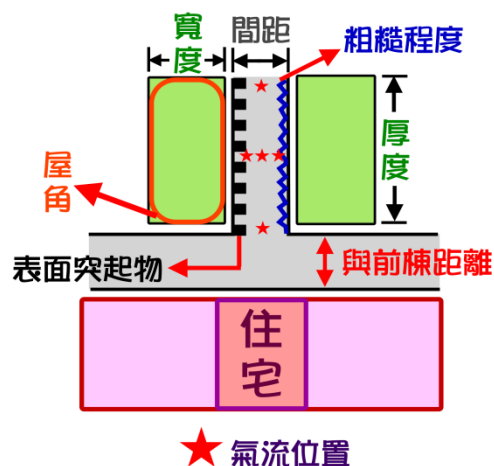
我們在網路上看到一則事件：美國曼哈頓有一位女士，**因為經過天斬煞的區域，被風吹倒受傷**，建築師賠償巨額費用。老師也分享她看房子的經驗，原本看中一間喜歡的房子，卻因為**風水師說房子犯了「天斬煞」不吉利**而作罷。究竟甚麼是「天斬煞」？犯了「天斬煞」的房子會有甚麼狀況？如果從科學的角度來看，犯了「天斬煞」的房子真的不好嗎？**走在天斬煞的大樓間，有沒有自保的方法？**透過這次科展，我們決定好好研究一番！

貳、研究目的

為了了解什麼是「天斬煞」，我們先由文獻探討其相關理論，並做實驗進行探究：

- 一、探討建築物的**厚度**對氣流的影響。
- 二、探討建築物的**高度**對氣流的影響。
- 三、探討建築物的**寬度**對氣流的影響。
- 四、探討建築物間的**間距**對氣流的影響。
- 五、探討**前後棟距**對氣流的影響。
- 六、探討建築物間**交錯範圍**對氣流的影響。
- 七、探討建築物**屋角形狀**對氣流的影響。
- 八、探討建築物**表面的粗糙程度**對氣流的影響。
- 九、探討建築物**表面的凸起物**對氣流的影響。
- 十、探討**測量位置**對氣流的影響。

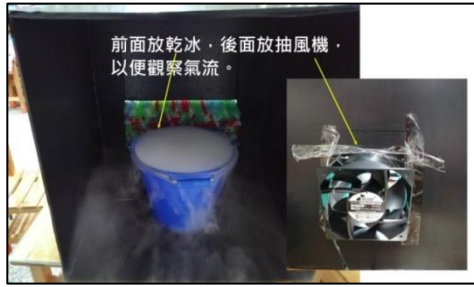
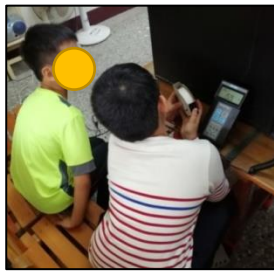
最後，歸納最佳方法，降低天斬煞帶來的傷害。



參、研究器材

瓦楞板、壓克力板、熱熔槍、熱熔膠條、電工膠布、透明膠帶、AC 風扇、風速計、有格線的切割墊、積木、水桶、乾冰、煮水壺、手機(錄影、拍照)

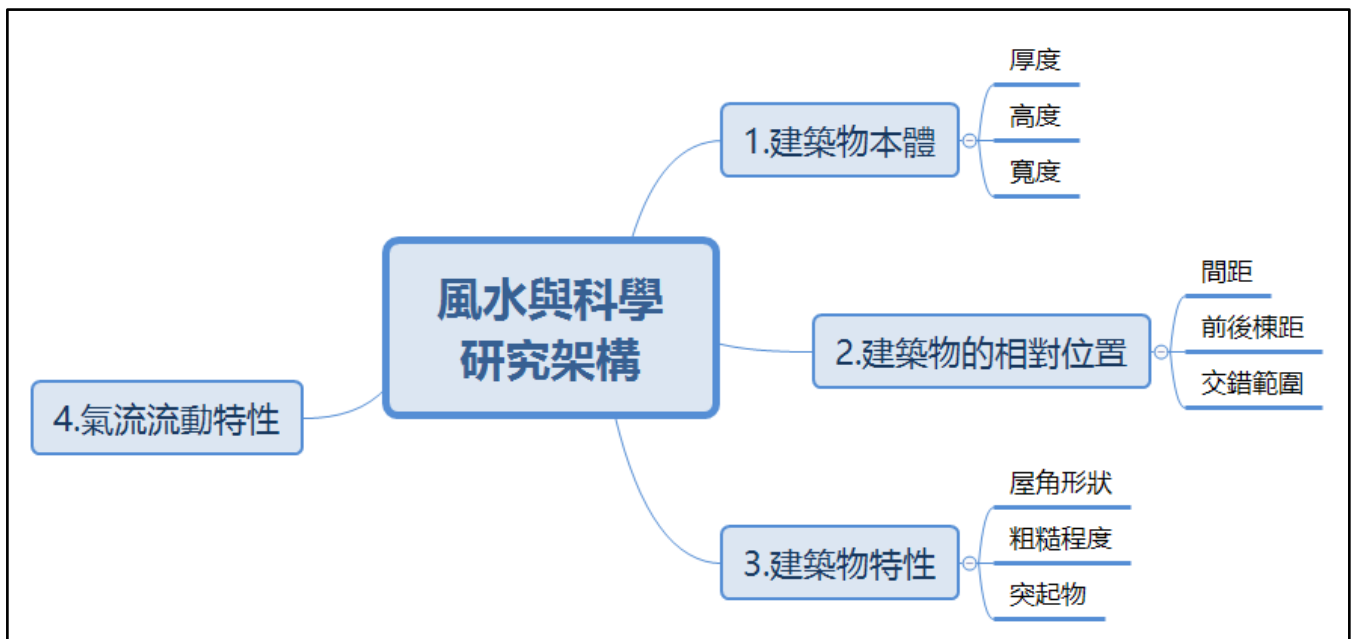
◆ 器材說明：



肆、研究過程與結果

- ◆疑問：天斬煞真的這麼恐怖嗎？究竟**建築物的間距、寬窄、高低、厚薄、還有前後棟的距離如何影響窄管效應，甚至建築物間有交錯的情形會形成窄管效應嗎？屋角的形狀、建築物的表面粗糙程度**會不會影響氣流？我們心裡充滿疑問，決定做實驗找答案。

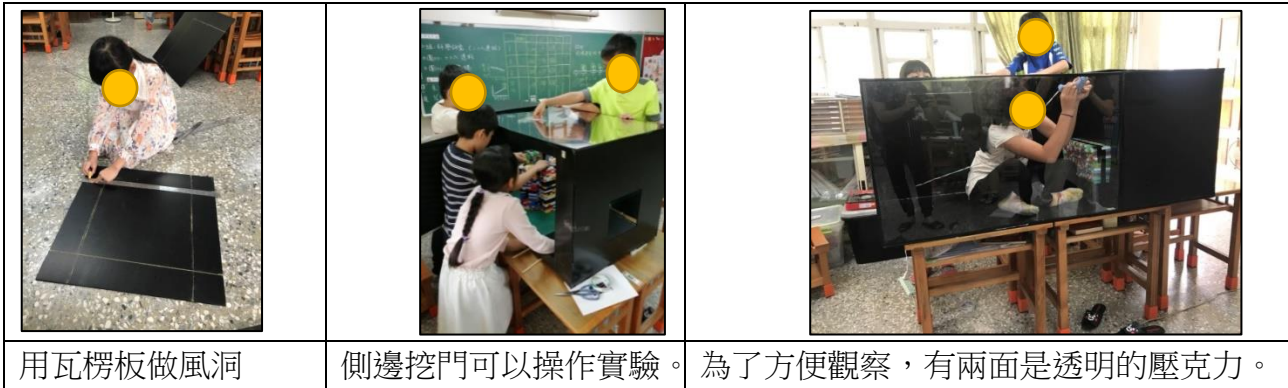
(一)研究流程與重點：



◆研究限制：

一、器材的限制：

※電風扇：因為我們的**電風扇風扇面積是 20cm*20cm**，因此研究中所有的間距都以不超過 20cm 為原則。且**電風扇中間為封閉區域**，所以我們**測量風速的位置，會避開中間**，以偏上或偏下為原則。



二、文獻探討

(一) 天斬煞

天斬煞，是指在房屋外有兩棟建築之間形成一道狹窄的空隙直對著宅主所居住的建築稱之為**天斬煞**，形象來說就像一把從天而降的利斧將房屋斬成兩半後形成的煞氣。



天斬煞的依據就是「**窄管效應**」，由於兩個很高的大樓之間形成的窄管效應，能使本來的三級風增大到八級風，導致風力增加。風水學古籍曰：「居風口處者，凶」。

天斬煞違背了易學上陰陽平衡、和諧穩定之理，遭遇這種情況，主有血光之災、車禍、動手術及危險性高的疾病等。

因此**樓層越高，縫隙越窄，距離越近時越兇險**。天斬前後有遮擋則不算。

天斬煞是型煞中比較險惡的一種。有人對**天斬煞**做了定義：

1. **兩樓中空隙是樓總高度 1/8 以上**，如 a 樓是 50 米，b 樓是 50 米，兩樓總高 100 米， $100 \text{ 米} \times 1/8 = 12.5 \text{ 米}$ ，空隙超過 12.5 米不算**天斬煞**，在這個範圍之內的算。
- 2 **面對兩樓的距離在兩樓高度和的 0.7 倍距離算**，如 a 樓是 50 米，b 樓是 50 米，兩樓總高 100 米，如果物業在 70 米內的算，超出距離不算。(網址：<https://kknews.cc/news/v9429o2.html>)

【吉凶效應】

天斬煞的特點是**風速湍急，氣流衝擊力強勁**。所以對周圍居住者或者經商者影響很大，主要影響財運、健康。受到**天斬煞**衝擊的人，易有血光之災，或是易患需動手術之疾病，會有橫禍破財，而且常常得病，睡眠質量不高。

【煞氣特徵】

居住環境離不開氣，有氣才有生命。氣的流動必然產生氣場，**風水學認為，風大不宜，講究藏風聚氣，如果有強大的氣流衝擊住宅氣場，把住宅的財氣和旺氣都吹走了，給住宅風水帶來不利影響，就是犯了「風煞」。**風煞就是住宅受陰風、疾風、歪風等吹射，而且風很急很勁，不能藏風聚氣。

如住宅在一條狹窄的巷道的盡頭，氣流就容易產生窄管效應，強風吹射，無法藏風聚氣。比如高層建築四周無高度相近的建築物圍拱，就成了孤峰，沒有遮擋必然造成風大，經云：「風吹頭，子孫愁。」風水上視為不吉。比如**住宅周圍猶如「凹槽」一樣凹入者，風遇到此凹陷處，會將風直接灌入，形成凹風煞，屋宅凹風煞沖射者必凶。**

或是住宅內出現門窗相對、窗窗相對，如果把窗戶打開，風立刻灌穿整個室內空間，可能大家會認為這樣空氣流通比較好，但實際上就形成過堂風，這種格局無法藏風聚氣，風水上為不吉。

【化解方法】

犯風煞的住宅，可以設置玄關和屏風化解風煞。也可以在窗台種植大葉綠色植物用以遮擋。還可以安置山海鎮化解。真正的好風水，應符合人個體的需求，以人為本，因地制宜，結合命主本人生辰八字與周圍環境的氣勢來布置。

(二)窄管效應

窄管效應又稱為峽谷效應，當氣流由開闊地帶流入地形構成的峽谷時，空氣密度被壓縮，風速便增大，空氣會加速流過峽谷。當流出峽谷時，空氣流速又會減緩。

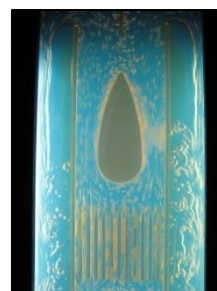
【形成原因】

- 1.峽谷地形：**自然的峽谷地形可對風速產生影響，引發窄管效應。**
- 2.高層建築引起窄管效應，**就像峽谷裡的風總比平原風猛烈一樣，城市高樓間的狹窄地帶風力也特強，易造成災害。**一些樓間窄地的瞬間風力就大大超過七級，以至於行駛的汽車都會打晃。城市“峽谷風”是各大城市面臨的新問題，有關國際組織已將其列入大都市面臨的 20 種新的城市災害中。

有關氣象部門測試顯示，在城市刮起六七級大風時，窄管效應能使通過高樓之間的瞬間風力達到 12 級，廣告招牌和一些院牆很難抵禦。"窄管效應"的威力大小，與一個城市高層建築的數量、間距、建築物的位置有著密切關聯。高層建築物越多、體積越大、間距越近，出現"窄管效應"的機會越大，反之則越小。

(三)層流與紊流

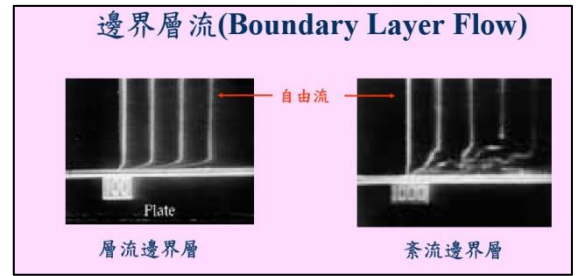
層流是流體的一種流動狀態。當流速很小時，流體分層流動，互不混合，稱為層流，或稱為片流；逐漸增加流速，流體的流線開始出現波浪狀的擺動，擺動的頻率及振幅隨流速的增加而增加，此種流況稱為過渡流；當流速增加到很大時，流線不再清楚可辨，流場中有許多小漩渦，稱為湍流，亂流、擾流或紊流。



層流示意圖

(四)邊界層流

當流體流經物體表面時，由於流體的黏滯性，在靠近物體邊界處流體的流動會受到物體存在的影響，受影響的區域便可稱為邊界層。**流體會受到物體邊界所施予的黏滯阻力影響，而產生邊界層流。邊界層流依其流況可以分為層流邊界層與紊流邊界層。**



※ 探討**建築物本體**如何影響風速。

實驗(一)：探討兩棟建築物**厚度**對風速的影響。

方法：

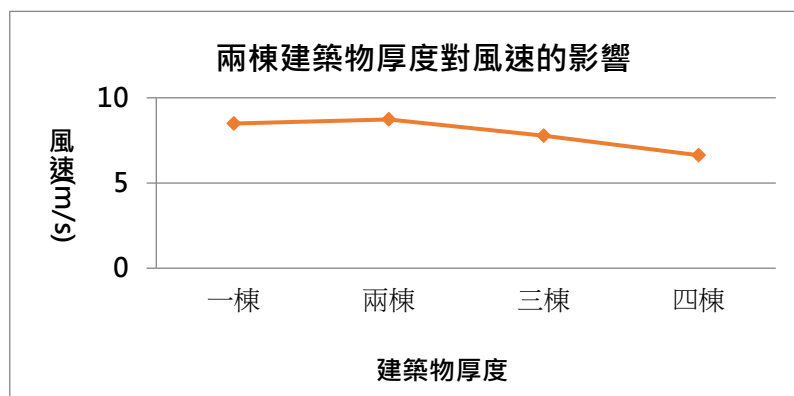
- (一)將 11.3cm×7.6cm×33.4cm 的兩座積木建築各一棟，依照 8cm 間距擺放，在空隙中間距離底端 11cm 處放入風速計，打開電風扇測量風速的大小，並透過乾冰觀察氣流。
- (二)改變不同的建築物厚度為各兩棟、三棟、四棟，重複方法(一)做實驗並測量風速。

結果：

厚度	一棟	兩棟	三棟	四棟
相片				
1	8.8	8.6	7.8	6.7
2	8.5	8.8	7.7	6.6
3	8.8	8.8	7.8	6.7
平均	8.70	8.73	7.77	6.63
氣流狀況				

說明	一棟的建築物較薄，氣流進入中間空隙後，受到建築物邊界所施予的黏滯阻力較小，氣流在中間部分呈現直線通過的情形。	建築物較厚，氣流進入中間空隙後，受到建築物邊界所施予的黏滯阻力較大，且明顯產生邊界層流，氣流形成轉彎的現象，在中間與直線氣流交會，因此風速較強。	三棟建築物更厚，氣流進入中間空隙後，因為建築物的接觸面較長，氣流會沿著建築物前進，出了建築物後才會散開。	四棟建築物更加厚，間隙部份的氣流受建築物的影響拉得更長，成直線前進後，到外面才散開，氣流沒有比兩棟三棟來得強。
----	--	--	--	---

單位:m/s



發現：兩棟建築物間距大小對風速的影響依序為：兩棟 > 一棟 > 三棟 > 四棟。




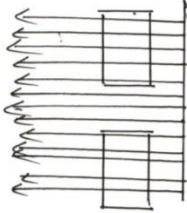
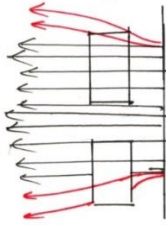
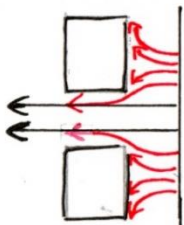
推論：只要兩棟建築物有壓縮氣流的效果，都能產生窄管效應使風速增強。但**建築物的厚度若太厚，氣流會被拉得較長，風速相對會受影響。**

實驗(二)：探討兩棟建築物的高度對風速的影響。

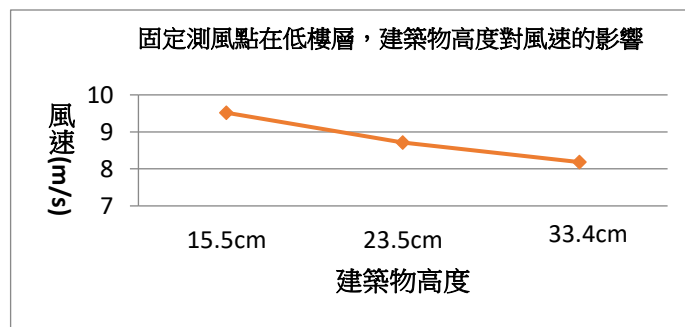
方法：將 11.3cm×7.6cm×33.4cm 的兩座積木建築各一棟，依照以 4cm 間距擺放，在空隙中間距離底部 11cm 處放入風速計，打開電風扇，測量風速的大小，並透過乾冰觀察氣流。依序改變建築物的高度，重複前面實驗進行之。

結果：

高度	15.5cm	23.5cm	33.4cm
照片			
1	9.5	8.8	8.2
2	9.6	8.7	8.2
3	9.5	8.7	8.2
平均	9.53	8.73	8.20


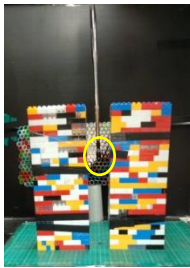
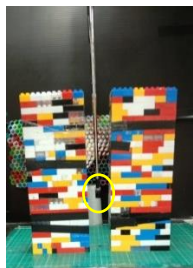
氣 流 情 形			
			
說明	因為風扇的高度大於建築物，因此受風面比建築物更高，高於建築物的氣流會從頂端直線吹過，因此整體氣流會更強。	23.5cm 高度接近於 20cm 的受風面高度，因此，上端氣流從頂端吹過時不再是直線前進，而是會產生邊界層流的狀況向外擴散。	建築物夠高，則兩旁與中間的氣流撞到建築物後會產生邊界層流，向兩側流動，因此風速略小一點。

單位：m/s



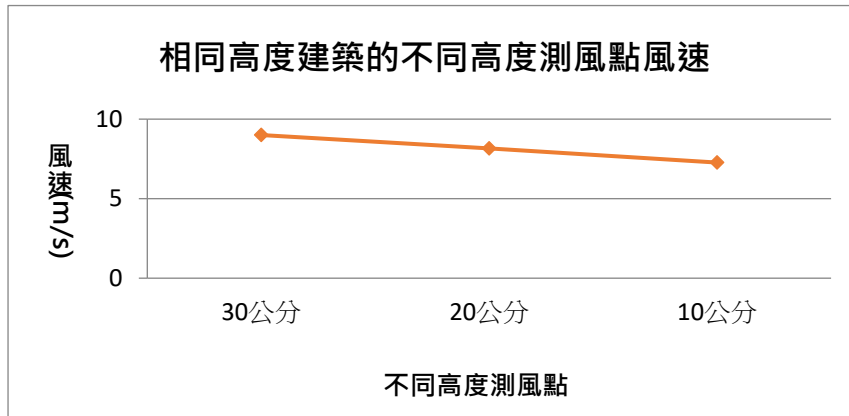
發現：當測風點固定在距離下方 11 公分處時，因為在接近建築物頂端的部位，高於建築物的氣流會從頂端直線吹過，因此整體氣流會更強。

※思考：那如果建築物高度固定，在不同高度測得的風速會是如何？於是我們用同樣都是 11.3cm×7.6cm×33.4cm 的積木，以 4cm 的間距分別在距離底部 30、20、10cm 的地方測量風速，得到下面結果。

測風高度	30 公分	20 公分	10 公分
照片			

1	8.9	8.2	7.5
2	9.1	8.1	7.2
3	9.0	8.2	7.1
平均	9.00	8.17	7.27

單位：m/s

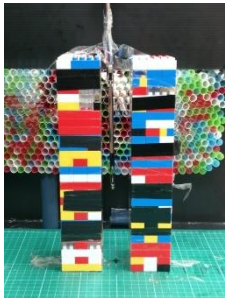
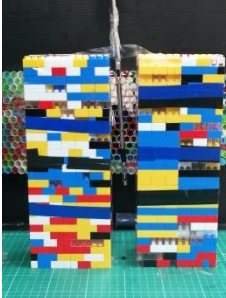

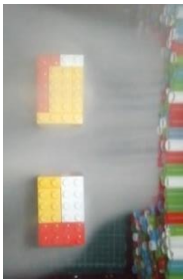




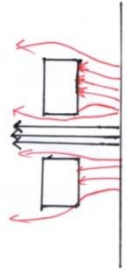
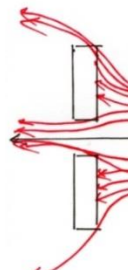
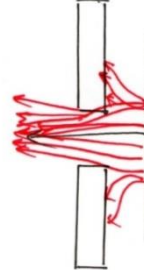
發現：果然，因為頂樓的氣流吹過頂部，**接近頂樓的風速較強，較低樓層的風速較弱。**

實驗(三)：探討兩棟建築物的寬度對風速的影響。

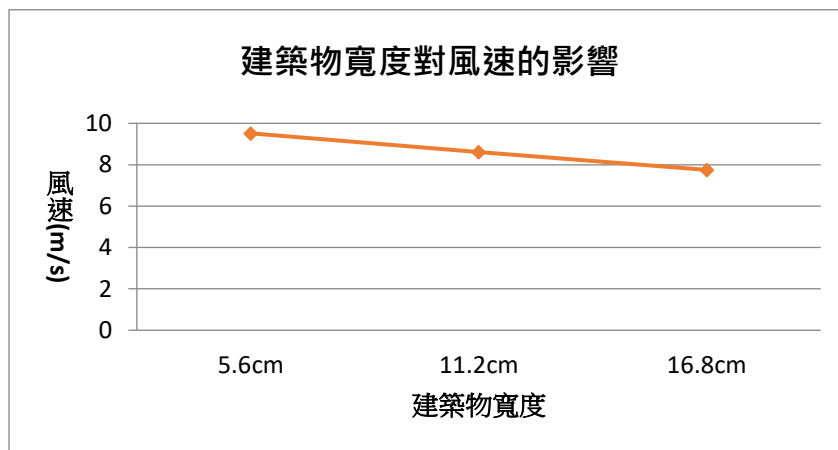
方法：將 11.3cm×7.6cm×33.4cm 的兩座積木建築各一棟，依照間距 4cm 擺放，在空隙中間距離底端 11cm 處放入風速計，打開電風扇，測量風速的大小，並透過乾冰觀察氣流。依序改變建築物的寬度，重複前面實驗進行之。

結果：

寬度	5.6cm	11.2cm	16.8cm
照片			
1	9.6	8.6	7.8
2	9.5	8.7	7.7
3	9.5	8.6	7.8
平均	9.53	8.63	7.77
氣流			

情形			
說明	因為建築物寬度較窄，除了中間部分有直線氣流、邊界層流外，因為風扇較大受風面較建築物寬，因此兩旁有氣流會形成邊界層流流向後方，加上前面直線的氣流，使得風速更強。	建築物寬度較風扇寬，兩旁的氣流撞到建築物後形成邊界層流會流向側後方，因此跟 5.6cm 寬度的相比，風速會略小一些。	建築物寬度較風扇更寬了，兩旁的氣流撞到建築物後形成邊界層流又會被建築物擋住，因此三者當中風速自然最小。

單位：m/s



發現：風速的大小依序為建築物寬度 5.6cm>11.2cm>16.8cm。

推論：

- (一) 因為電風扇的面積固定，也就是受風面固定時，當建築物加上間距的寬度小於受風面，因為兩旁產生的邊界流層會再往前方流去，因此產生的風速較強；反之，當建築物加上間距的寬度大於受風面，則兩旁產生的邊界層流會被建築物阻擋，則風速較小。
- (二) 此部分的實驗，主要是探討氣流在中央間距受兩側建築物黏滯力的影響。根據結果推論當建築物的寬度太長時，本來屬於層流狀態氣流就會在中間間距的某一位置產生紊流。因為本實驗是測迎風面的速率，所以測得的速率就會明顯減弱。

※ 綜合以上實驗我們得知：

以建築物本體來說，只要氣流有壓縮效果，建築物厚度較薄風速較強、高度較高(接近頂樓)風速較強、寬度較窄風速較強。

※ 探討建築物的相對位置如何影響風速。

實驗(四)：探討兩棟建築物間距大小對風速的影響。






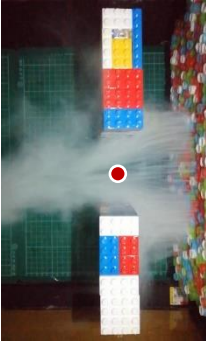

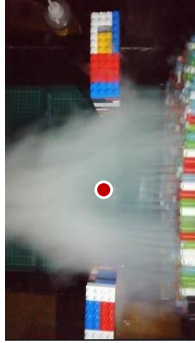
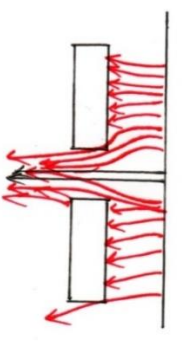
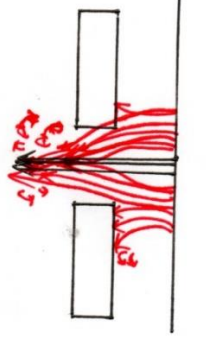
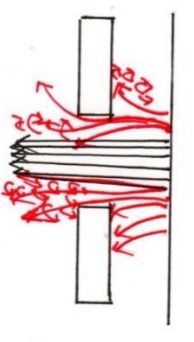
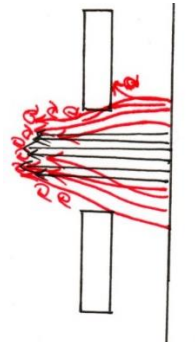
方法：將 11.3cm×7.6cm×33.4cm 的兩座積木建築各一棟，依照不同間距擺放，在空隙中間距離底部 25cm 處放入風速計，打開電風扇測量風速大小，並透過乾冰觀察氣流。依序改變不同間距，重複前面方法進行之。



我們利用乾冰觀察氣流的流動情形。

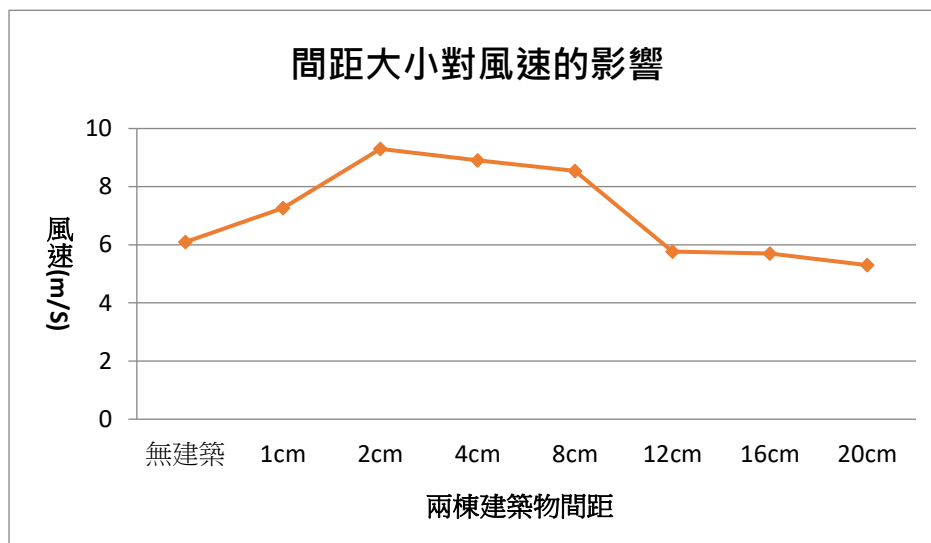
結果：

間距	無建築	1cm	2cm	4cm
測量照片				
9.2	5.63	7.4	9.2	9
9.3	5.82	7.3	9.3	8.9
9.4	5.67	7.1	9.4	8.8
9.4	5.950	7.27	9.30	8.90
氣流狀況				

說明	經過吸管整流器的氣流直線前進，到後面因為速度太快成為紊流才散開。	中間間距太小，氣流進去得不多，所以測量間距的中心點，測得的風速較小。兩道氣流明顯因為撞到建築物，而產生邊界層流，有向外流動的情形，往中間間隙處流動得很少。	中間間距較寬一點，進去的氣流較多，除了兩旁的氣流撞到建築物後產生邊界層流向外流動外，也有向中間間隙處流動的情形，因此氣流明顯增強許多。	中間間距較寬，雖然兩旁的氣流撞到建築物後，有產生邊界層流向外流動，但向中間間隙處流動的氣體流量也更多了，因此氣流也頗強。
間距	8cm	12cm	16cm	20cm
測量照片				
1	8.8	5.8	5.9	5.3
2	8.4	5.7	5.7	5.4
3	8.5	5.8	5.8	5.2
平均	8.56	5.77	5.70	5.30
氣流狀況				
				

說明	中間間距較寬，兩旁氣流撞到建築物的直角會產生邊界層流，除了有向外流動的部分，也開始有邊界層流往中間空隙，再加上原本向中間空隙處流動的氣流也更多了，因此氣流也頗為強大。	12cm 間隙較大，除了中間直線前進的氣流較多外，兩旁撞到建築物後，產生的邊界層流也向中間空隙流入。兩種氣流在中間後方交會。	16cm 中間間隙太寬，雖然流進中間空隙的氣流較多，但是在中間空隙明顯看到紊流產生，因為紊流的氣流方向複雜，而我們的風速計主要是測量平行空隙方向的氣流，因此測得風速比較弱一些。	20cm 的間距非常寬，兩旁撞到建築物產生的邊界紊流較少一些大多是向內的氣流。兩旁的氣流和中間直線前進的氣流交會在建築物後方，因此在中間測量風速會小很多。
----	---	--	--	---

單位：m/s



發現：

- (一)兩棟建築物間距大小對風速的影響依序為：2 cm > 4cm > 8cm > 1cm > 無建築 > 12cm > 16cm > 20cm。
- (二)兩棟建築間距以 **2cm** 的風速最大，平均風速會比無建築時多了 3.35m/s。
- (三)太窄的 1cm 或太寬的 20cm 風速都較弱。

推論：

- (一)有兩棟建築物的情形下會產生窄管效應，氣流撞到建築物後會產生邊界層流，邊界層流往中間空隙流動，當大量氣流進入較窄通道，流量增大但是流動寬度變窄，則流速增強。
- (二)兩棟建築物的間距如果太小(本實驗是 1cm)，風容易因為建築物表面的邊界層流而不易進入兩建築物的間距中，因此窄管效應並不明顯。但當兩棟建築物的間距太寬時(本實驗是 20cm)，進入間距的氣流很容易就產生紊流，風速方向不一致，所以在固定的測風方向不會形成窄管效應，測得風速會比較弱。
- (三)當間距為 2 cm、4cm 時，氣流明顯受到壓縮，產生了窄管效應，使得氣流明顯增強。

※發現與討論：

依據天斬煞的定義：

兩樓中空隙是樓總高度 $1/8$ 以上，如 a 樓是 50 米，b 樓是 50 米，兩樓總高 100 米， $100 \times 1/8 = 12.5$ 米，空隙超過 12.5 米不算天斬煞，在這個範圍之內的算。

而我們的積木高度為 33.4cm， $(33.4+33.4)/8=8.35$ ，對照我們的實驗數據，8cm 的風速為 8.54 m/s，而 12cm、16cm、20cm 依序為 5.77 m/s、5.70 m/s、5.30 m/s，似乎也應證了這個定義有其可靠性。

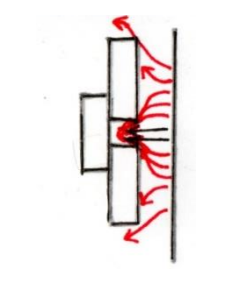
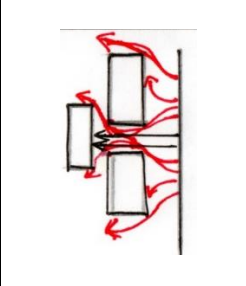
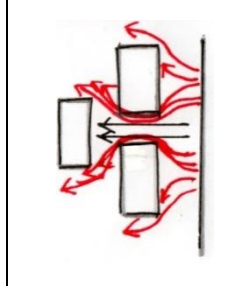
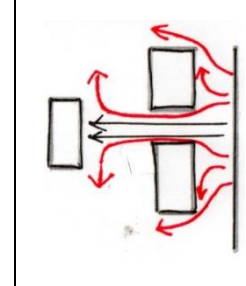


實驗(五)：探討探討前後棟距離，對風速的影響。

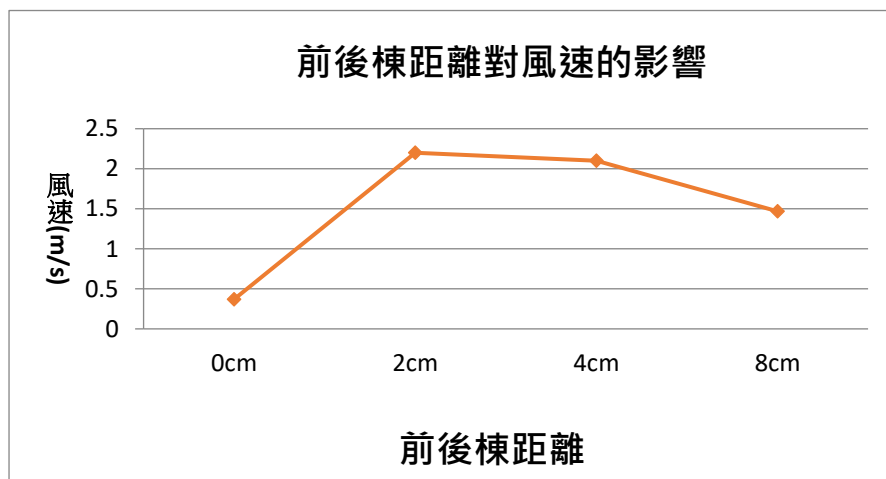
- 方法：(一)將 $11.3 \times 7.6 \times 33.4$ cm 的積木大樓 2 棟以間距 4cm 擺放(4cm 的氣流拍起來比較明顯)。
 (二)在距離 0cm 的擺放 $11.3 \times 7.6 \times 30.0$ 的後棟測量後棟的風速。
 (三)依序改變前後棟距離為 2 cm、4 cm、8cm，重複前面步驟進行實驗。

結果：

前後棟距離	0cm	2cm	4cm	8cm
照片				
1	0.4	2.3	2.2	1.46
2	0.4	2.1	2.1	1.48
3	0.3	2.2	2.0	1.47
平均	0.37	2.20	2.10	1.47
氣流情形				

				
氣流說明	氣流進入中間間隙後，因為直接撞到後棟，沒有流向外面，會有上升的現象。	氣流進入中間間隙後，會向兩端流出，因此風速較小一些。	氣流進入中間間隙後，向兩端流出的氣流更多，風速更小一些。	氣流從中間間隙出來，一直到撞到後面的建築物後才向外流動。因為距離較遠，風速較小。

單位：m/s

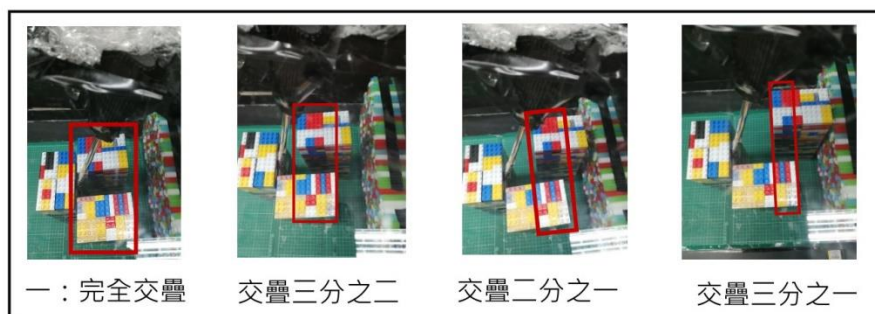


發現：前後棟距離對風速的影響，依序為 2cm>4cm>8cm>0cm。

推論：與前棟距離越遠，氣流會往兩邊發散，因此所測得的風速越弱；反之，距離越近，兩邊的氣流會先聚集到後方，沒有從兩邊發散出去，因此前後棟距離越近越強。但當後棟緊黏著建築物，完全沒有距離時，可能會因為氣流反彈造成紊流，風速反而比較弱。

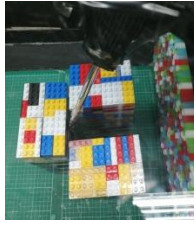









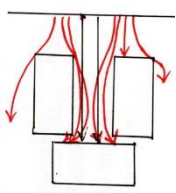
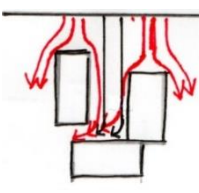
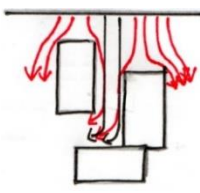
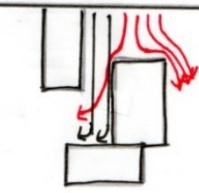
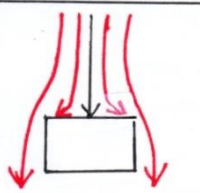
實驗(六)：探討前後棟交錯範圍，對風速的影響。

※說明：交錯範圍的定義為「前面兩棟建築側看交疊的範圍」。例如：

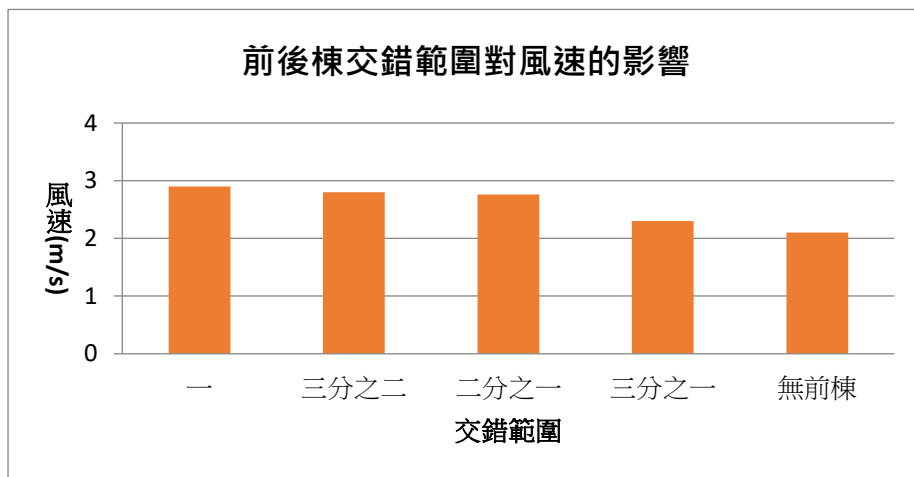


方法：(一)將 11.3cm×7.6cm×33.4cm 的積木大樓 2 棟以間距 4cm 直放，使厚度為 11.3cm。
 (二)在距離 1cm 的地方擺放 11.3×7.6×30.0 的後棟，測量後棟的風速。
 (三)依序改變前面兩棟建築物交錯的範圍重複前面進行實驗，並透過乾冰觀察氣流。

結果：

交錯範圍	一	三分之二	二分之一	三分之一	無前棟
照片					
1	2.9	2.8	2.8	2.3	2.1
2	2.9	2.8	2.8	2.3	2.1
3	2.9	2.8	2.7	2.3	2.1
平均	2.90	2.80	2.76	2.30	2.10
氣流情形					
					
說明	除了中間氣流外，前面兩旁撞到建築物產生的邊界層流會轉進中間空隙，與直線氣流交會後，往 1cm 的空隙流出，比較起來風速最強。	右邊離吸管比較遠的一端，氣流比較明顯，撞到建築物後會產生邊界層流進入間隙，加上直線氣流與左端產生的邊界層流，之後會向開口的左邊流去。	右邊離吸管比較遠的一端，氣流比較明顯，撞到建築物後會產生邊界層流進入間隙，加上直線氣流與左端產生的邊界層流，之後會向開口的左邊流去。	如前面所述的氣流，會在離開左邊交錯的建築物後，就從左邊向外流去，因此在後棟測得的氣流最小。	氣流直線前進，撞到建築物後會沿著建築物的表面向外擴散。

單位：m/s



發現：前棟交錯位置對後棟風速的影響分別為：**完全交錯 > 交錯三分之二 > 交錯二分之一 > 交錯三分之一 > 無前棟。**

推論：

- (一) 前棟有建築物，會比沒有建築物風速來得強，因為產生了窄管效應。
- (二) **兩棟建築物交錯範圍越大，風速越強。氣流到了沒有交錯的部份時，會從缺口處流出，因此會影響風速的大小。**

※ 綜合以上實驗我們得知：

以建築物的相對位置來說，

1. **兩棟建築間距較窄**(但不能窄到氣流進不去，本實驗為 2cm 最強)，**風速最強**。這是因為發生了窄管效應，氣流受壓縮經由建築物受風面的邊界層流被導入兩棟建築物的中間間距，大量氣流進入較窄通道，流量增大但是流動寬度變窄，氣流就會增強。
2. **前後棟距離越近，風速越強**。但當後棟緊黏著建築物，完全沒有距離時，可能會因為氣流反彈造成紊流，風速反而比較弱。
3. **兩棟建築物交錯範圍越大，風速越強。**



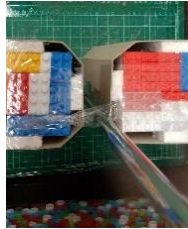





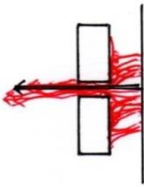
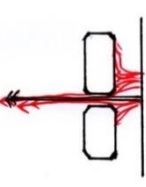
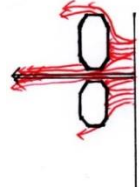
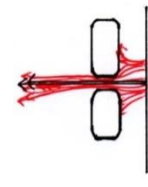


※ 探討**建築物的特性**對風速的影響

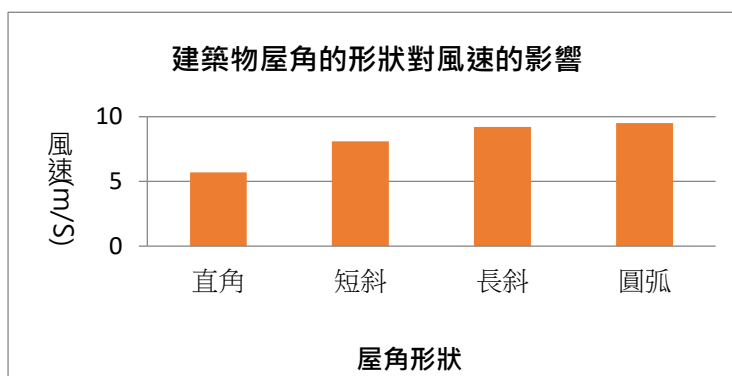
實驗(七)：探討屋角形狀，對風速的影響。

方法：將 11.3cm×7.6cm×33.4cm 的兩座積木建築各一棟，在兩棟建築物表面貼上馬糞紙，在間距 2 公分中間的位置放入風速計，打開電風扇，測量風速的大小並透過乾冰觀察氣流。

結果：

屋角	直角	短斜	長斜	圓弧
測量照片				
1	5.6	8.1	9.3	9.6
2	5.7	8.2	9.2	9.5
3	5.8	8.0	9.1	9.4
平均	5.70	8.10	9.20	9.50
氣流狀況				
				
說明	氣流遇到直角時，比較容易紊流，所以風速較弱。	短斜因為有角度使風聚集，紊流的情形較少一些，所以氣流比直角強。	屋角長斜的角度，能讓氣流更加聚集，邊界層流明顯，紊流情況較少，因此風速更強。	屋角有弧度，氣流可以延著屋角的弧度進入建築物之間並聚集，使風速明顯最強。

風速:m/s




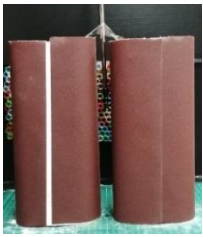







發現：築物屋角的形狀對風速的影響依序為：**圓弧**>**長斜**>**短斜**>**直角**。

推論：兩棟建築物的屋角**如果是圓弧或是斜角狀的**，氣流可以有較好的導引效果，比較不容易產生紊流，所產生的風力較強。

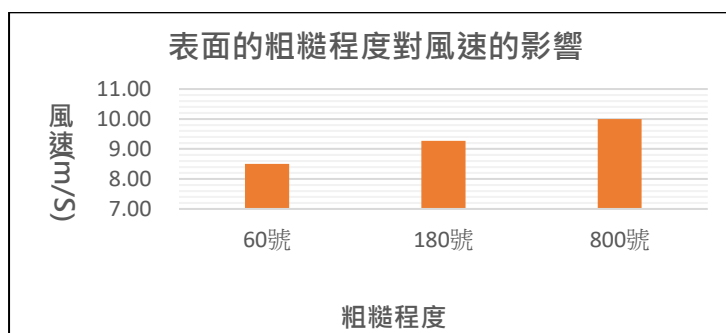
實驗(八)：探討表面的粗糙程度對風速的影響。

方法：將 60 號砂紙包覆在 11.3cm×7.6cm×33.4cm 建築物表面。將兩座積木建築各一棟，依照 2cm 的間距擺放，在空隙中間距離底部 25cm 處放入風速計，打開電風扇，測量風速的大小，並透過乾冰觀察氣流。依序改變不同粗糙程度，重複前面方法進行。

結果：

粗糙程度	60 號砂紙	180 號砂紙	800 號砂紙
測量照片			
1	8.5	9.2	10.1
2	8.4	9.3	9.9
3	8.6	9.3	10
平均	8.50	9.27	10.00
氣流情形			
			
氣流說明	60 號砂紙表面最為粗糙，很明顯的看到氣流撞擊建築物表面後， 會產生紊流，因此會影響風速。	180 號砂紙表面稍微細一點，但氣流撞擊建築物表面後，還是會產生些許紊流，因此會影響風速。	800 號砂紙表面最細，氣流撞擊建築物表面後，產生紊流的情形較少，因此風速最強。

單位：m/s



發現：建築物表面的粗糙程度對風速的影響依序為：**800 號砂紙>180 號砂紙>60 號砂紙**，**表面越粗糙，風速越弱。**


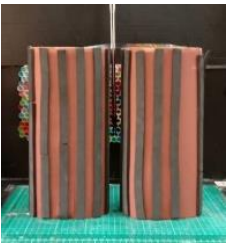


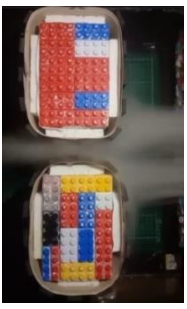


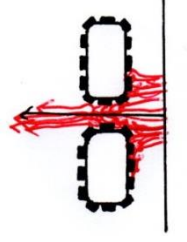
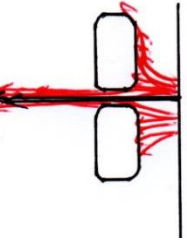
推論：因為**粗糙的表面容易產生紊流**，所以越粗糙的表面風速會越弱。

實驗(九)：探討建築物表面的突起物對風速的影響。

方法：將 11.3cm×7.6cm×33.4cm 的兩座積木建築各一棟，在兩棟建築物表面各貼上不同形狀、大小的突起物，在間距 2 及 4 公分中間距離底部 25cm 處放入風速計，打開電風扇，測量風速的大小，並透過乾冰觀察氣流。依序改變不同間距，重複前面方法進行。


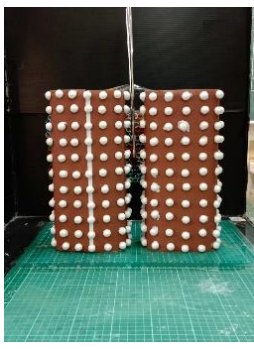
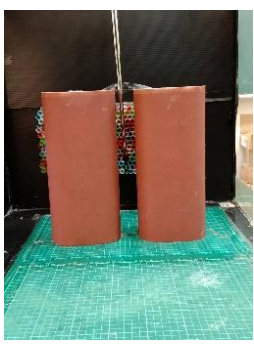

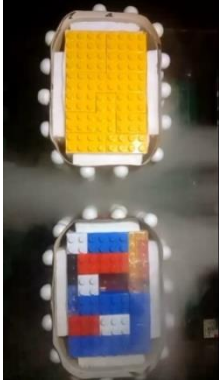

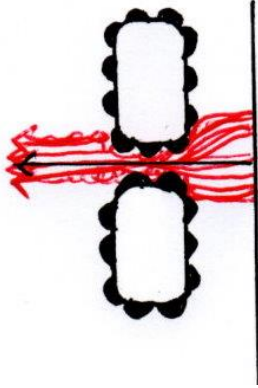
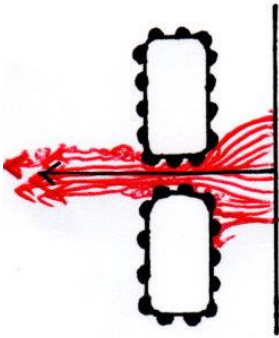
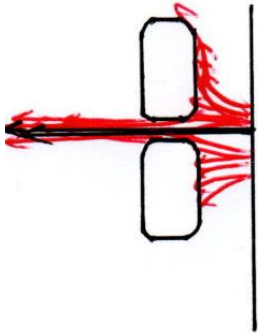
結果：

※建築物表面的突起物 (間距 2 公分)

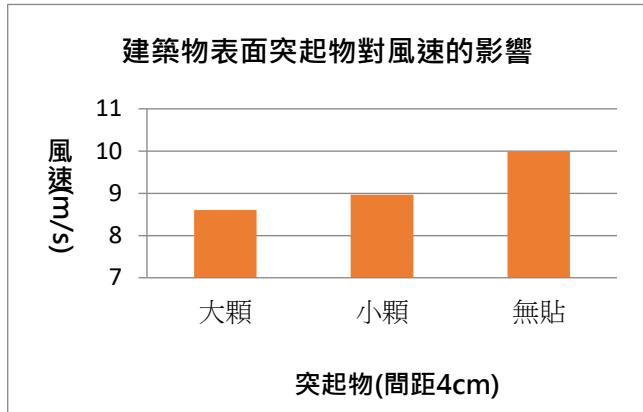
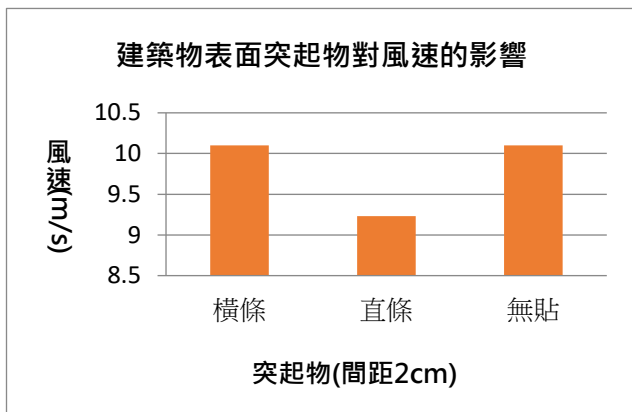
突起物	橫條	直條	無貼
測量照片			
1	9.9	9.2	10.2
2	10.0	9.3	10.1
3	10.1	9.2	10.0
平均	10.00	9.23	10.10
氣流情形			
			
說明	橫條紋的紋路也有導引氣流的效果，雖然感覺有些紊流產生，但風速還是很強。	直條紋突起物垂直於氣流，當氣流前進時，容易產生紊流，風速較弱一些。	沒有突起物的兩棟建築，氣流經過時比較不會產生紊流，風速就會較強。

單位：m/s

※建築物表面的突起物 (因為突起物太高，所以改用間距 4 公分進行實驗)

突起物	大顆	小顆	無貼
測量照片			
1	8.5	9.0	10.1
2	8.7	8.9	10
3	8.6	9.0	9.9
平均	8.60	8.97	10.00
氣流狀況			
			
說明	大顆的保麗龍球，明顯破壞氣流的流動，產生了較多的紊流，因此風速較弱一些。	小顆的保麗龍球，產生紊流的情形比大顆的少一些，因此風速比大顆的保麗龍球來得強。	沒有突起物的影響，較不容易產生紊流，因此風速會最強。

單位:m/s

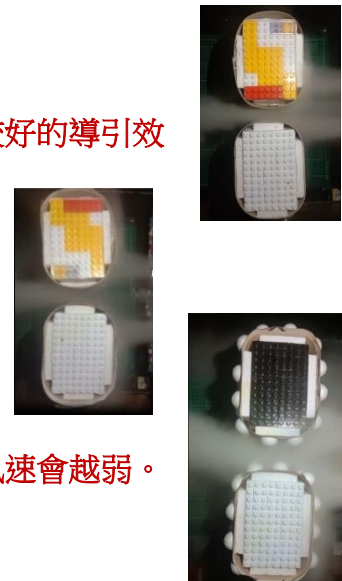


發現：建築物表面的突起物對風速的影響依序為：無貼 2cm>無貼 4cm=橫條>直條>小顆>大顆，**表面突起物越高，風速越弱。**

推論：因為**氣流遇到突起物會產生紊流**，所以突起物越高越大的表面風速會越弱。而橫條紋的突起物比較有導引氣流的效果，因此風速會比直條紋來得強。

※ 綜合以上實驗我們得知：
以建築物的特性來說，

1. 兩棟建築物的屋角如果是圓弧或是斜角狀的，氣流可以有較好的導引效果，比較不容易產生紊流，所產生的風力較強。
2. 粗糙的表面容易產生紊流，所以越粗糙的表面風速會越弱。
3. 氣流遇到突起物會產生紊流，所以突起物越高越大的表面風速會越弱。



※ 探討**氣流流動**的特性。

實驗(十)：探討兩棟建築物間測量不同的位置，對風速的影響。

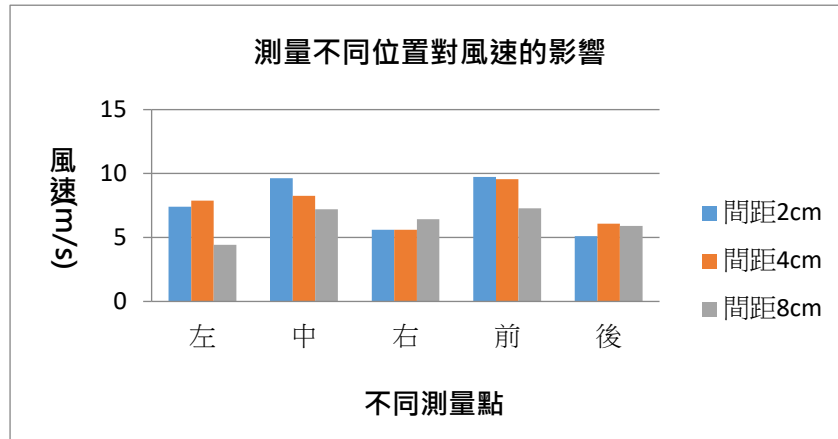
方法：將 11.3cm×7.6cm×33.4cm 的兩座積木建築各兩棟，依照不同的間距擺放，在空隙左邊、中間與右邊的距離底部 25cm 處放入風速計，打開電風扇，測量風速大小，並透過乾冰觀察氣流。

結果：

間距 2cm	左	中	右	前	後
1	7.4	9.7	5.6	9.7	5.1
2	7.3	9.6	5.5	9.7	5.1
3	7.5	9.6	5.7	9.8	5.1
平均	7.40	9.63	5.60	9.73	5.10
氣流情形					
說明	可能因為風扇是向左旋轉的，氣流有些往左偏，因此左邊測得的風速比右邊強。前端測風點距離風扇最近，且氣流已經開始受擠壓，因此風速最強。				
間距 4cm	左	中	右	前	後
1	7.9	8.3	5.6	9.6	6.0
2	7.8	8.3	5.5	9.4	6.1
3	7.9	8.2	5.7	9.7	6.1
平均	7.87	8.27	5.60	9.57	6.07
氣流情形					
說明	氣流擠壓的情形更加明顯，前端因為距離風扇近，且受擠壓的氣流與直線氣流交會，因此測得的風速特別強，中間次之。				
間距 8cm	左	中	右	前	後
1	4.5	7.2	6.5	7.3	5.8
2	4.4	7.2	6.4	7.3	6.0
3	4.4	7.2	6.4	7.2	5.9
平均	4.43	7.20	6.43	7.27	5.90
氣流情形					

說明	前端兩旁的氣流撞到建築物後，會產生邊界層流向中間間隙處流動。邊界層流轉彎的角度不是很大，進入中間縫隙後會繼續前進，與中央直線進來的氣流沒有太多交會，因此風速稍弱一些。而間隙兩邊靠近建築物的地方則明顯氣流較少，所以風速較弱。
----	---

單位:m/s



發現：

- (一) 測量位置不同會影響風速的大小，**風速最大的是中間前方，再來是中間位置。間距較窄的情況下，氣流受到壓縮後會增強，後方會大於左方。**
- (二) **兩邊測量點測得的風速會比中間弱。**

推論：

- (一) 中間前端位置**因為同時受到直線氣流、邊界層流與風源最近的影響**，因此風速最大。
- (二) 中間中端的風速因為有直線氣流與邊界層流交會，因此風速也很大。
- (三) 測量位置在左右兩邊，**氣流會因為撞擊到建築物的直角，產生了邊界層流，有時慣性的風力會比黏滯的風力強，因此氣流轉彎進入中央空隙處會往中間集中，側邊的氣流較少，風速會比在中間來弱。**
- (四) 因為我們的風扇是向左旋轉，所以左邊氣流明顯比右邊強。

※ **疑問：**這樣的實驗結果是否告訴我們，以後走在天斬煞的管道位置，應該要往兩邊走？真的是這樣嗎？我們決定到戶外實地觀察測量來證明。

※ **方法：**請三位差不多高度的同學，站在天斬煞建築物左中右不同位置舉起風速計，面對風源在同一時間做測量，測量三次求平均。



結果：

位置	左	中	右
前面	0.47	1.53	0
中間	0	1.47	0
後方	0	1	0

單位:m/s

發現：當同一陣風吹來，在相同的時間測量風速，發現**左右兩邊的風速明顯比中間來得弱**，這點驗證了我們的實驗結果：**當風撞擊到屋角，會產生邊界層流向中間流去，因此兩側的氣流較少，風速較小。**



※ 結論與建議：

以後我們走在兩棟大樓之間，**切記一定要往兩邊走，風速比較小，才不容易被強風吹倒喔！**



伍、討論

- 一、本研究受限於器材，只能固定以 20cm*20cm 大小的風扇進行實驗，因此實驗的假設都在這樣的條件進行設計。
- 二、以乾冰觀看氣流時，最好是在晚上光線暗時看得比較清楚，且乾冰要加上熱水可以產生較多的煙，我們用塑膠板控制它出來的量，這樣氣流出來的結果才能較準確喔！

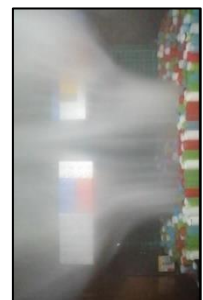
陸、結論

- 一、經過以上的研究，我們清楚知道以下有關窄管效應的結論：

問題	研究結果
(一)兩棟 建築物的厚度 對風速的影響	只要兩棟建築物有壓縮氣流的效果，都能產生窄管效應使風速增強。但 建築物的厚度若太厚 ，氣流會被拉得較長，風速相對會受影響。
(二)建築物的 寬窄 對風速的影響。	當建築物加上間距的寬度小於受風面，因為兩旁產生的邊界流層會再往前方流去，因此產生的風速較強；反之，當建築物加上間距的寬度

	大於受風面，則兩旁產生的邊界層流會被建築物阻擋，則風速較小。
(三)建築物的 高度 對風速的影響。	當受風面比建築物高時，氣流會從頂端吹過並流向後端，因此距離頂端越近，氣流會較大一些。
(四)兩棟建築物 間距大小 對風速的影響	窄管效應是存在的，但兩棟建築物的間距如果太小，風不易進入，則窄管效應並不明顯。而兩棟建築物的間距太寬，進入間距的氣流很容易就產生紊流，風速方向不一致，所以在固定的測風方向不會形成窄管效應，測得風速會比較弱。
(五) 前後棟距離 ，對風速的影響。	窄管效應是發生在前面兩棟建築物之間，因此對後棟而言， 與前面建築物距離越遠風速越小 。
(六) 前後棟交錯範圍 ，對風速的影響。	兩棟建築物 交錯範圍越大，風速越強 。氣流到了沒有交錯的部份時，會從缺口處流出，因此會影響風速的大小。
(七)：建築物 屋角的形狀 對風速的影響	兩棟建築物的屋角 如果是圓弧或是斜角狀的 ，氣流可以有較好的導引效果，比較不容易產生紊流，所以產生的風力較強。
(八)：表面的 粗糙程度 對風速的影響	粗糙的表面容易產生紊流，所以越粗糙的表面風速會越弱 。
(九)：建築物 表面的突起物 對風速的影響。	因為 氣流遇到突起物也會產生紊流，所以凸起物越高越大的表面風速會越弱 。
(十)兩棟建築物間 測量不同的位置 ，對風速的影響。	兩棟建築物中間空隙的前端，氣流開始受到擠壓，且距離出風口較近，測得的風速最強，其次是空隙中央的部位；而測量位置在左右兩邊，氣流會因為撞擊到建築物的直角，產生了邊界層流，有時慣性的風力會比黏滯的風力強，因此氣流轉彎進入中央空隙處會往中間集中，側邊的氣流較少，風速會比在中間來弱。

二、窄管效應的發生，經本研究認為是當風吹到建築物，經由建築物受風面的邊界層流而被導入兩棟建築物的中間間距，當大量的氣流進入較窄的通道，流量增大但是流動寬度變窄，則流速就會增強。



三、在兩棟建築物間距所形成的氣流，當具有層流狀態時，氣體流速在中央會最大，這符合一般的文獻探討。而且當氣流離開建築物間距之後，其氣體會迅速往兩旁擴散，氣體流速就會變慢。所以與兩棟建築物間距距離愈遠的後方建築物體，其測得的流速就會愈慢，這個結果與一般窄管效應的文獻記載是相符合的。



四、走在天斬煞的窄管中，如何避免強風帶來的傷害？根據我們的實驗得知，一定要往兩邊走，因為兩邊的氣流受到邊界層流的影響，氣流較少風速較小，這樣才能避免被吹倒喔！



五、如果受限於地形，一定要建造天斬煞的房子，如何減少窄管效應所造成的強風呢？根據我們的實驗結果得知：兩棟建築物的間距可以寬一點、厚度可以厚一點、後棟距離前棟遠一點、兩棟建築可以稍微錯開一些、不要建造圓弧或斜屋角的形狀、在建築物側邊設置陽台或以凸起物做裝飾來破壞氣流，都可以降低風速，避免強風造成的傷害喔！

<p>間距寬，氣流沒有被壓縮，風速較弱。</p>	<p>厚度較厚，氣流被拉長，風速較弱。</p>	<p>距離較遠，氣流會往兩邊散去，風速較弱。</p>	<p>交錯範圍較少，氣流會往旁邊散去，風速較弱。</p>	<p>表面有突起物會破壞氣流，風速會比較弱一些。</p>

六、天斬煞的房子確會造成比較大的風速，但如果從科學的角度來看，不考慮風水上的問題，家裡會比較通風，這樣的房子其實也是可以考慮的喔！

柒、心得感想

做了這個研究後來才發現，原來我家就是天斬煞的房子，從我家看出去，就是右圖這個角度。難怪上次颱風來襲時，兩邊鄰居家的玻璃都沒破掉，只有我們家的破了，原來就是窄管效應造成的。可是，我家一年四季幾乎都很涼爽通風，因為這樣不常開冷氣，省了很多電費，你說不好嗎？所以風水和科學到底要相信哪一個？這個就是見仁見智的事情了！

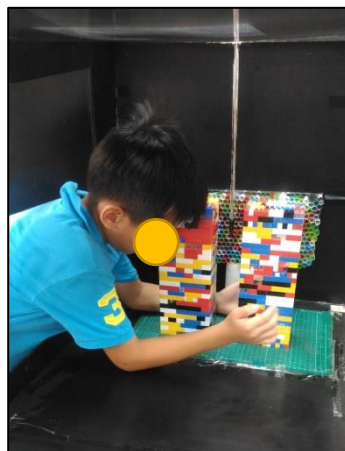


捌、研究與展望

當風吹到建築物的迎風面，邊界層會產生分離，而往建築物外或是建築物間距內流動。因為有大量的氣流由邊界層流入間距，是使窄管效應更加明顯的原因之一。未來若有機會，我們想繼續探究在建築物迎風面是從何處邊界層流開始分離，而影響其分離位置的變因又有哪些？

玖、參考資料

- 一、天斬煞 <https://kknews.cc/geomantic/3j2mk9o.html>
- 二、窄管效應 <http://www.dreya.com.tw/ews/uw/word/view.php?id=78840>
- 三、層流與紊流 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/>
- 四、國立中央大學土木系 朱佳仁教授 流體力學講義



從生活中取材，發現問題，想辦法模擬實驗找答案，並提出具體建議，這次的研究真的讓我們收穫滿滿！

【評語】 080112

本作品探討天斬煞(窄管效應)與氣流的關係，發現只要兩棟建築物有壓縮氣流的效果，都能使風速增強。實驗設計能模擬不同的建築物來探討氣流的影響，並歸納出最佳的方法來降低傷害，主題不但生活化而且具有實用的參考價值。但在討論的部分要針實驗結果來分析，不宜內容和重點太少，建議文本的撰寫要再做調整。

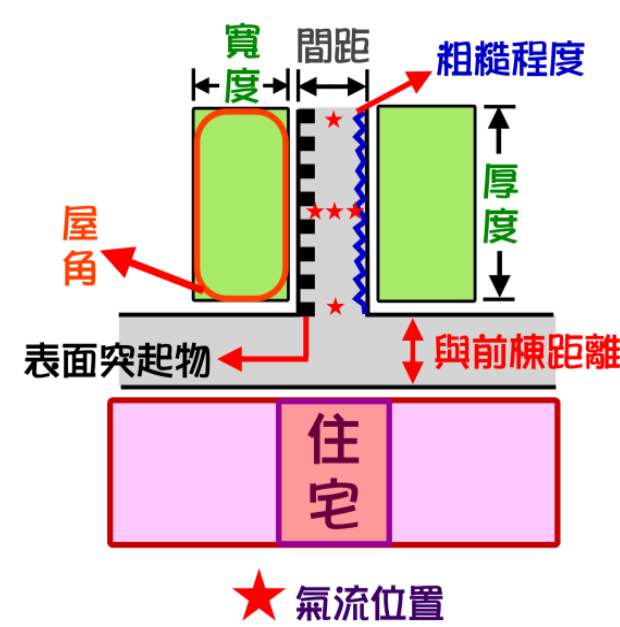
壹、研究動機

我們在網路上看到一則事件：美國曼哈頓有一位女士，因為經過天斬煞的區域，被風吹倒受傷，建築師賠償巨額費用。老師也分享她看房子的經驗，原本看中一間喜歡的房子，卻因為風水師說房子犯了「天斬煞」不吉利而作罷。究竟甚麼是「天斬煞」？犯了「天斬煞」的房子會有甚麼狀況？如果從科學的角度來看，犯了「天斬煞」的房子真的不好嗎？走在天斬煞的大樓間，有沒有自保的方法？透過這次科展，我們決定好好研究一番！

貳、研究目的

為了了解什麼是「天斬煞」，我們先由文獻探討其相關理論，並做實驗進行探究：

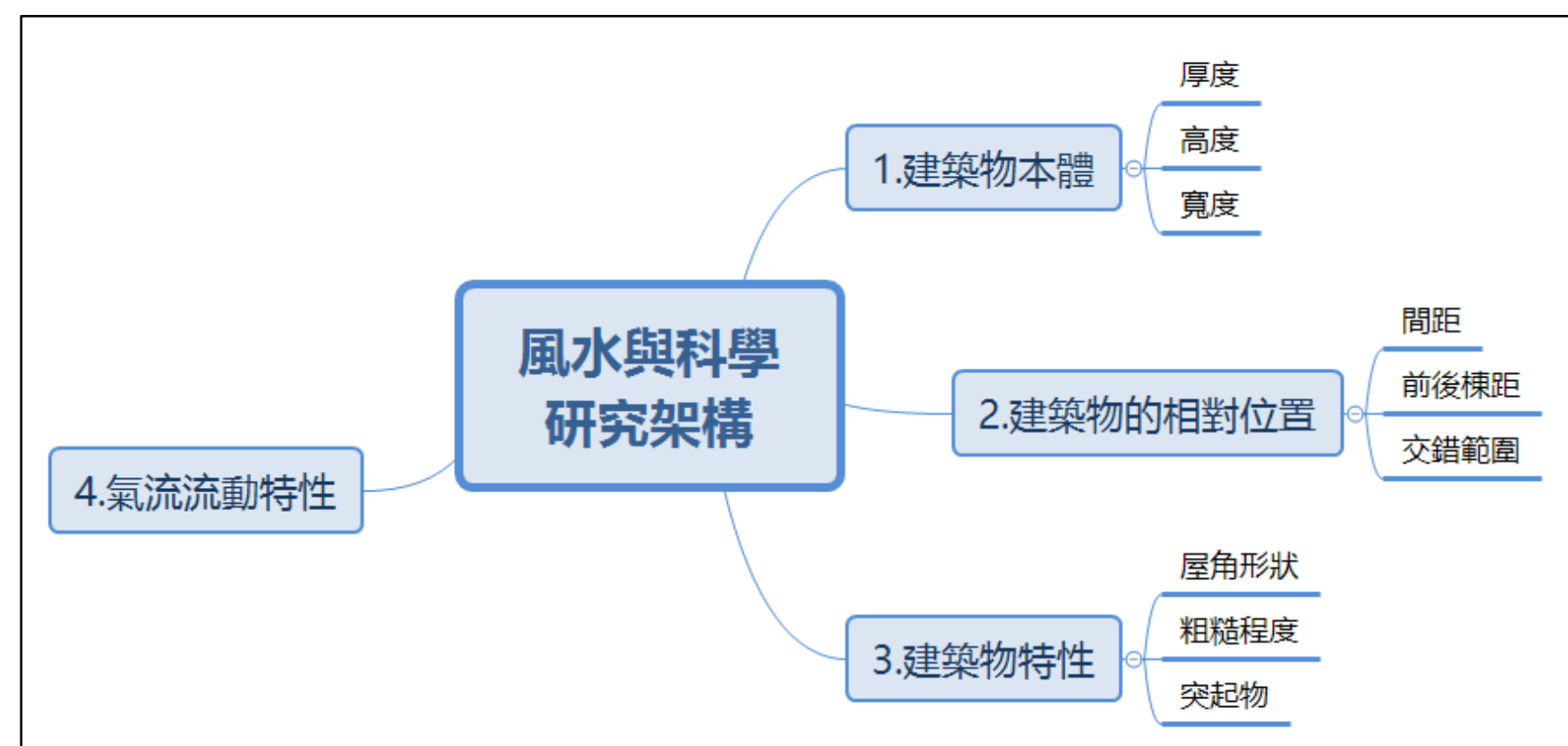
- 一、探討建築物的厚度對氣流的影響。
 - 二、探討建築物的高度對氣流的影響。
 - 三、探討建築物的寬度對氣流的影響。
 - 四、探討建築物間的間距對氣流的影響。
 - 五、探討前後棟距對氣流的影響。
 - 六、探討建築物間交錯範圍對氣流的影響。
 - 七、探討建築物屋角形狀對氣流的影響。
 - 八、探討建築物表面的粗糙程度對氣流的影響。
 - 九、探討建築物表面的突起物對氣流的影響。
 - 十、探討測量位置對氣流的影響。
- 最後，歸納最佳方法，降低天斬煞帶來的傷害。



參、研究器材



肆、研究過程與結果



※ 文獻探討：

(一) 天斬煞

天斬煞，是指在房屋外有兩棟建築之間形成一道狹窄的空隙直對著宅主所居住的建築稱之為天斬煞，以形象來說就像一把從天而降的利斧將房屋斬成兩半後形成的煞氣。

天斬煞的依據就是「窄管效應」，由於兩個很高的大樓之間形成的窄管效應，能使本來的三級風增大到八級風，導致風力增加。風水學古籍曰：「居風口處者，凶」。

天斬煞是型煞中比較險惡的一種。有人對天斬煞做了定義：

1. 兩樓中空隙是樓總高度1/8以下，如a樓是50米，b樓是50米，兩樓總高100米， $100 \times 1/8 = 12.5$ 米，空隙超過12.5米不算天斬煞，在這個範圍之內的算。
2. 面對兩樓的距離在兩樓高度和的0.7倍距離算，如a樓是50米，b樓是50米，兩樓總高100米，如果物業在70米內的算，超出距離不算。

(二) 窄管效應

窄管效應又稱為峽谷效應，當氣流由開闊地帶流入地形構成的峽谷時，空氣密度被壓縮，風速便增大，空氣會加速流過峽谷。當流出峽谷時，空氣流速又會減緩。

【形成原因】

1. 峽谷地形：自然峽谷地形可對風速產生影響，引發窄管效應。
2. 高層建築引起窄管效應，就像峽谷裡的風總比平原風猛烈一樣，城市高樓間的狹窄地帶風力也特強，易造成災害。一些樓間窄地的瞬間風力就大大超過七級，以至於行駛的汽車都會打晃。城市“峽谷風”是各大城市面臨的新問題，有關國際組織已將其列入大都市面臨的20種新的城市災害中。

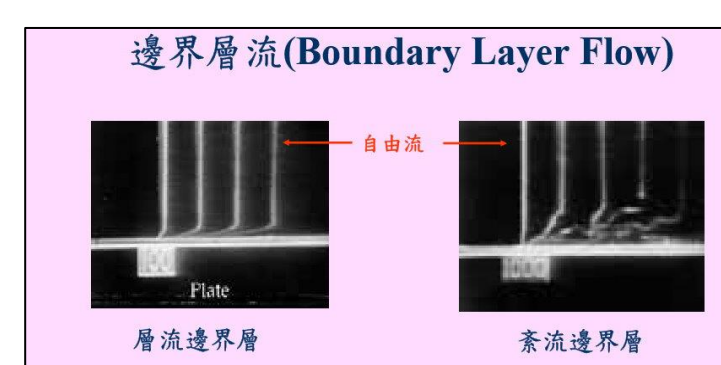
有關氣象部門測試顯示，在城市刮起六七級大風時，窄管效應能使通過高樓之間的瞬間風力達到12級，廣告牌和一些院牆很難抵禦。“窄管效應”的威力大小，與一個城市高層建築的數量、間距、建築物的位置有著密切關聯。高層建築物越多、體積越大、間距越近，出現窄管效應的機會越大，反之則越小。

(三) 層流與紊流

層流是流體的一種流動狀態。當流速很小時，流體分層流動，互不混合，稱為層流或稱為片流；逐漸增加流速，流體的流線開始出現波浪狀的擺動，擺動的頻率及振幅隨流速的增加而增加，此種流況稱過渡流；當流速增加到很大時，流線不再清楚可辨，流場中有許多小漩渦，稱為湍流，亂流、擾流或紊流。

(四) 邊界層流

當流體流經物體表面時，由於流體的黏滯性，在靠近物體邊界處流體的流動會受到物體存在影響，受影響的區域便可稱為邊界層。流體會受到物體邊界所施予的黏滯阻力影響，而產生邊界層流。邊界層流依其流況可以分為層流邊界層與紊流邊界層。



※ 探討建築物本體如何影響風速。

實驗(一) 探討兩棟建築物的厚度對風速的影響。

厚度	一棟	兩棟	三棟	四棟
相片				
1樓	9.4	9.65	9.40	8.85
2樓	9.30	9.60	9.35	8.80
3樓	9.25	9.55	9.40	8.85
平均	9.317	9.600	9.383	8.833
氣流狀況				
說明	一棟的建築物較薄，氣流進入中間空隙後，受到建築物邊界所施予的黏滯阻力較小，氣流在中間部分呈現直線通過的情形。	建築物較厚，氣流進入中間空隙後，受到建築物邊界所施予的黏滯阻力較大，且明顯產生邊界層流，氣流在中間部分呈現直線通過的情形。	三棟建築物更厚，氣流進入中間空隙後，因為建築物的接觸面較長，氣流會沿著建築物前進，出了建築物後才會散開。	四棟建築物更加厚，中間部份的氣流受建築物的影響拉得更長，或直線前進後，到外面才散開，氣流沒有比兩棟三棟來得強。

發現：

(一) 兩棟建築物厚度大小對風速的影響

依序為：兩棟 > 三棟 > 一棟 > 四棟

(二) 兩棟建築厚度兩棟、三棟、一棟的風速都很大，四棟稍微弱一些。

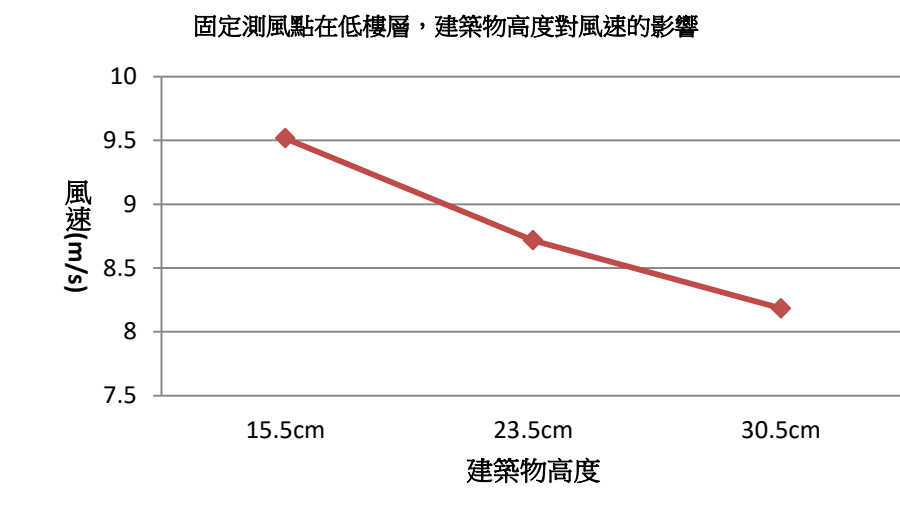
推論：只要兩棟建築物有壓縮氣流的效果，都能產生窄管效應使風速增強。但建築物的厚度若太厚，氣流會被拉得較長，風速相對會受影響。

實驗(二) 探討建築物的高度對風速的影響。

高度	15.5cm	23.5cm	33.4cm
相片			
1樓	9.5	8.8	8.2
2樓	9.6	8.7	8.2
3樓	9.5	8.7	8.2
平均	9.53	8.73	8.20
氣流狀況			
說明	因為風筒的高度大於建築物，因此受風筒比建築物更高，高於建築物的氣流會從頂端直線吹過，因此整體氣流會更強。	23.5cm 高度接近於20cm的受風筒高度，因此，上層氣流從頂端吹過時不再是直線吹過，而是會產生邊界層流的狀況向外擴散。	建築物更高，則兩旁與中間的氣流碰到建築物後會產生邊界層流，而兩側流動，因此風速略小一點。

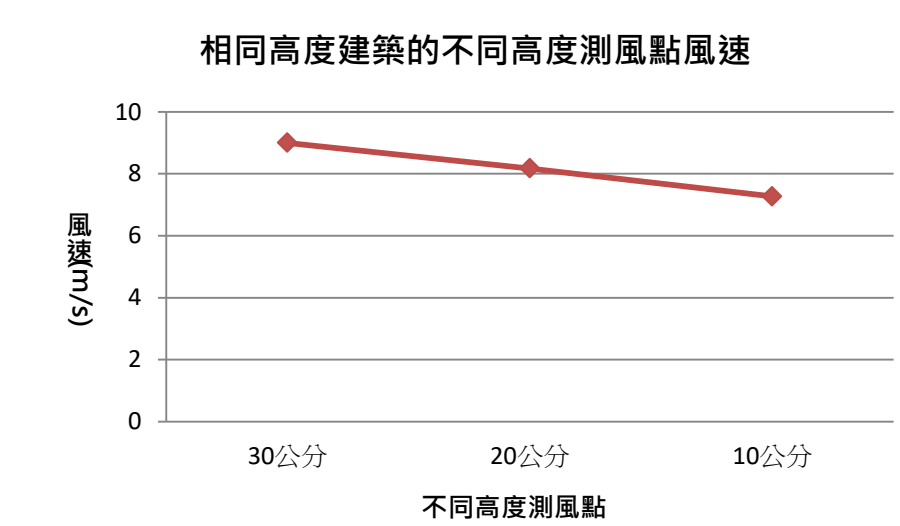
發現：

當測風點固定在距離下方11公分處時，因為在接近建築物頂端的部位，高於建築物的氣流會從頂端直線吹過，因此整體氣流會更強。



※ 思考：那如果建築物高度固定，在不同高度測得的風速會是如何？於是我們用同樣都是11.3cm×7.6cm×33.4cm的積木，以4cm的間距分別在距離底部30、20、10cm的地方測量風速，得到下面結果。

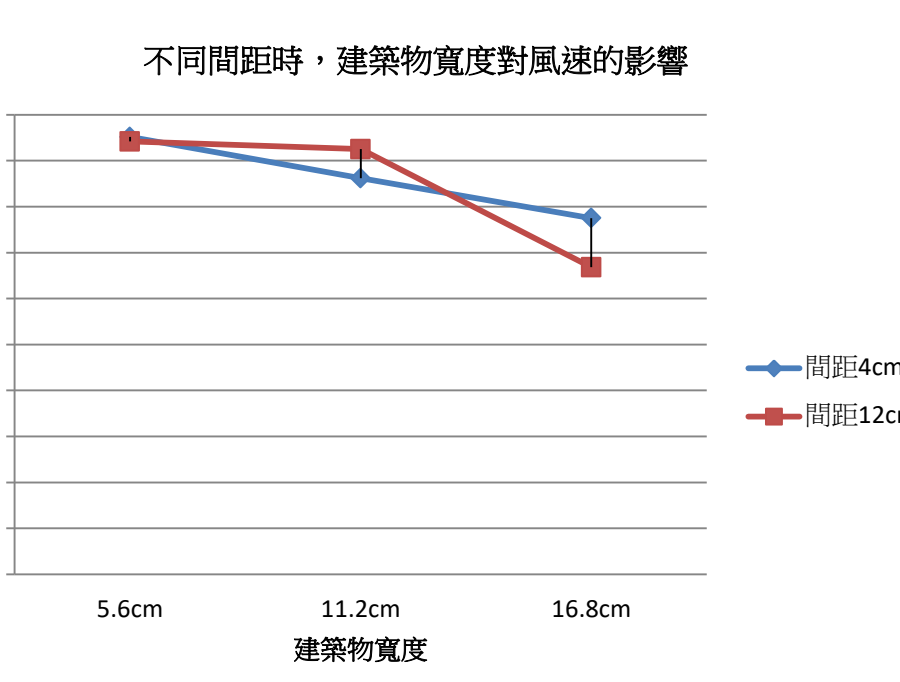
測風高度	30公分	20公分	10公分
相片			
1	8.9	8.2	7.5
2	9.1	8.1	7.2
3	9.0	8.2	7.1
平均	9.00	8.17	7.27



發現：果然，因為頂樓的氣流吹過頂部，接近頂樓的風速較強，較低樓層的風速較弱。

實驗(三) 探討建築物的寬窄對風速的影響。

寬度	5.6cm	11.2cm	16.8cm
相片			
1樓	9.55	8.60	7.80
2樓	9.50	8.60	7.75
3樓	9.50	8.60	7.75
平均	9.517	8.617	7.750
氣流狀況			
說明	因為建築物較窄，除了中間部分有直線吹過，邊界層較窄，因此測風點附近的氣流會更強。	建築物寬度較窄，氣流在中間部分呈現直線通過的情形。	建築物寬度較窄，氣流在中間部分呈現直線通過的情形。



發現：風速的大小依序為建築物寬度 5.6cm > 11.2cm > 16.8cm。

推論：

- (一) 因為電風扇的面積固定，也就是受風面固定時，當建築物加上間距的寬度小於受風面，因為兩旁產生的邊界層會再往前方流去，因此產生的風速較強；反之，當建築物加上間距的寬度大於受風面，則兩旁產生的邊界層會被建築物阻擋，則風速較小。
- (二) 此部分的實驗，主要是探討氣流在中央間距受兩側建築物黏滯力的影響。根據結果推論當建築物的寬度太長時，本來屬於層流狀態氣流就會在中間間距的某一位置產生紊流。因為本實驗是測迎風面的速率，所以測得的速率就會明顯減弱。

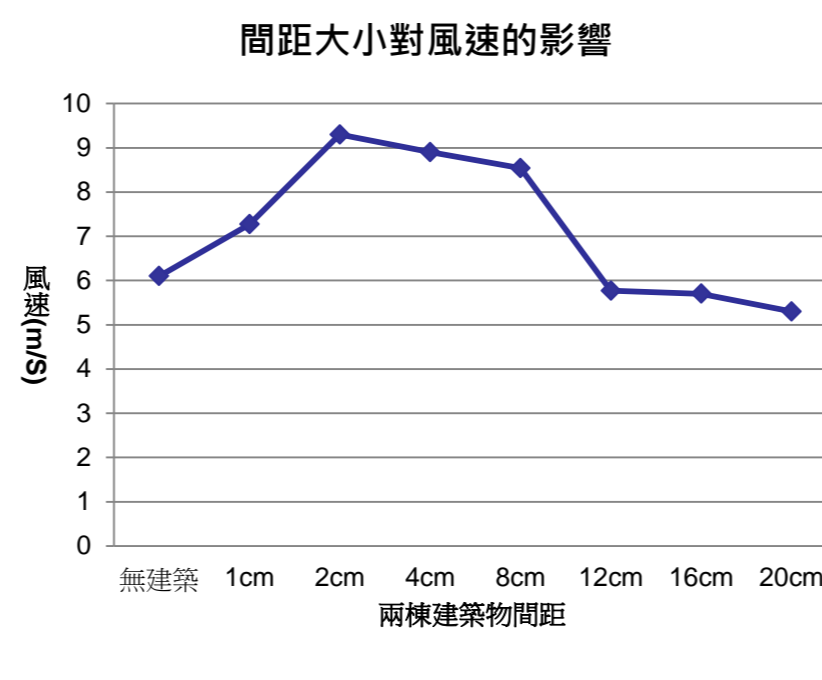
※ 綜合以上實驗我們得知：

以建築物本體來說，只要氣流有壓縮效果，建築物厚度較薄風速較強、高度較高(接近頂樓)風速較強、寬度較窄風速較強。

※ 探討建築物的相對位置如何影響風速。

實驗(四)：探討兩棟建築物間距大小對風速的影響。

間距	無建築	1cm	2cm	4cm
測量照片				
1°	5.63	7.4	9.2	9
2°	5.82	7.3	9.3	8.9
3°	5.67	7.1	9.4	8.8
9.4°	5.950	7.27	9.30	8.90
氣流情形				
說明	經過吸管整流器的氣流直線前進，到後面因為速度太快成為紊流才散開。	中間間距太小，氣流進去得不多，所以測量間距的中心點，測得的風速較小。兩道氣流明顯因為撞到建築物，而產生邊界層，有向外流動的情形，往中間間距處流動得很少。	中間間距較寬一點，進去的氣流較多，除了兩旁的氣流撞到建築物後產生邊界層向外流動外，也有向中間間距流動的情形，因此氣流明顯增強許多。	中間間距較寬，雖然兩旁的氣流撞到建築物後，有產生邊界層向外流動，但中間間距流動的氣體流量也更多了，因此氣流也頗強。
間距	8cm	12cm	16cm	20cm
測量照片				
1°	8.8	5.8	5.9	5.3
2°	8.4	5.7	5.7	5.4
3°	8.5	5.8	5.8	5.2
平均	8.56	5.77	5.70	5.30
氣流情形				
說明	中間間距較寬，兩旁氣流撞到建築物的直角會產生邊界層，除了向外流動的部分，也開始有邊界層往中間間距流動，再加上原本向中間間距流動的氣流也更多了，因此氣流也頗為強大。	12cm 間距較大，除了中間直線前進的氣流較多外，兩旁撞到建築物後，產生的邊界層也向中間間距流動。兩種氣流在中間後方交會。	16cm 中間間距太寬，雖然流進中間空隙的氣流較多，但是在中間空隙明顯看到紊流產生，因為紊流的氣流方向複雜，而我們的風速計主要是測量平行空隙方向的氣流，因此測得風速比較弱一些。	20cm 的間距非常寬，兩旁撞到建築物產生的邊界層流較少一些，大多是向內的氣流。兩旁的氣流和向中間直線前進的氣流交會在建築物後方，因此在中間測量風速會小很多。



發現：

- (一) 兩棟建築物間距大小對風速的影響依序為：2 cm > 4cm > 8cm > 1cm > 無建築 > 12cm > 16cm > 20cm。
- (二) 兩棟建築間距以2cm的風速最大，平均風速會比無建築時多了3.35m/s。
- (三) 太窄的1cm或太寬的20cm風速都較弱。

推論：

- (一) 有兩棟建築物的情形下會產生窄管效應，氣流撞到建築物後會產生邊界層流，邊界層流往中間空隙流動，當大量氣流進入較窄通道，流量增大但是流動寬度變窄，則流速增強。
- (二) 兩棟建築物的間距如果太小(本實驗是1cm)，風容易因為建築物表面的邊界層流而不易進入兩建築物的間距中，因此窄管效應並不明顯。但當兩棟建築物的間距太寬時(本實驗是20cm)，進入間距的氣流很容易就產生紊流，風速方向不一致，所以在固定的測風方向不會形成窄管效應，測得風速會比較弱。
- (三) 當間距為2 cm、4cm時，氣流明顯受到壓縮，產生了窄管效應，使得氣流明顯增強。

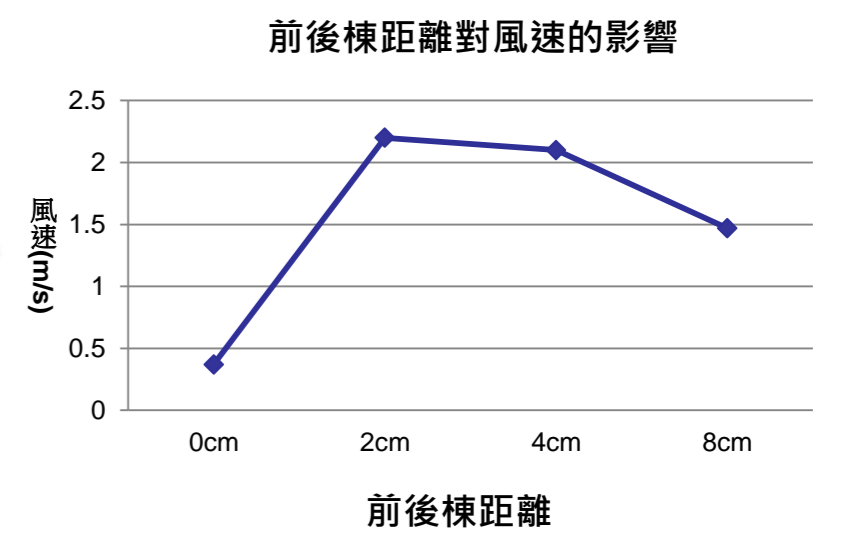
※ 發現與討論：

依據天斬煞的定義：

兩樓中空隙是樓總高度1/8以上，如a樓是50米，b樓是50米，兩樓總高100米，100米×1/8=12.5米，空隙超過12.5米不算天斬煞，之內的算。而我們的積木高度為33.4cm，(33.4+33.4)/8=8.35，對照我們的實驗數據，8cm的風速為8.54 m/s，而12cm、16cm、20cm依序為5.77 m/s、5.70 m/s、5.30 m/s，似乎也應證了這個定義有其可靠性。

實驗(五)：探討前後棟距離，對風速的影響。

前後棟距離	0cm	2cm	4cm	8cm
照片				
1°	0.4	2.3	2.2	1.46
2°	0.4	2.1	2.1	1.48
3°	0.3	2.2	2.0	1.47
平均	0.37	2.20	2.10	1.47
氣流情形				
說明	氣流進入中間間隙後，因為直接撞到後棟，沒有向外流動，會有上升的現象。	氣流進入中間間隙後，會向兩端流出，因此風速較小一些。	氣流進入中間間隙後，向兩端流出的氣流更多，風速更弱一些。	氣流從中間間隙出來，一直到撞到後面的建築物後才向外流動，因為距離較遠，風速較小。

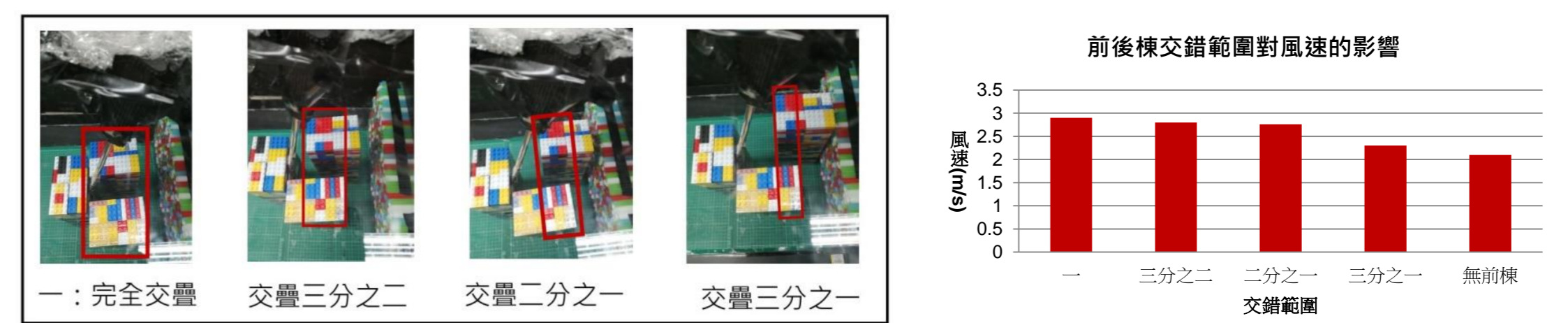


發現：前後棟距離對風速的影響，依序為2cm>4cm>8cm>0cm。

推論：與前棟距離越遠，氣流會往兩邊發散，因此所測得的風速越弱；反之，距離越近，兩邊的氣流會先聚集到後方，沒有從兩邊發散出去，因此前後棟距離越近越強。但當後棟緊黏著建築物，完全沒有距離時，可能會因為氣流反彈造成紊流，風速反而比較弱。

實驗(六)：探討前後棟交錯範圍，對風速的影響。

※ 說明：交錯範圍的定義為「前面兩棟建築側看交疊的範圍」。例如：



交錯範圍 (間距 4cm)	無建築	一	三分之二	二分之一	三分之一
照片					
1°	2.12	2.87	2.87	2.78	2.3
2°	2.11	2.89	2.88	2.76	2.29
3°	2.1	2.88	2.86	2.75	2.28
平均	2.11	2.88	2.87	2.763333	2.29
氣流情形					
說明	氣流直線前進，撞到建築物後會向兩側擴散。	除了中間氣流外，前面兩旁撞到建築物後會產生邊界層流轉進中間空隙，與直線氣流交會後撞到後方建築物再上升，因此風速比沒有前棟強。	右邊離吸管比較遠的一端，氣流比較明顯，撞到建築物後會產生邊界層流轉進中間空隙，加上直線氣流與左端產生的邊界層流，之後會向開口的左邊流去。	右邊離吸管比較遠的一端，氣流比較明顯，撞到建築物後會產生邊界層流轉進中間空隙，加上直線氣流與左端產生的邊界層流，之後會向開口的左邊流去。	如前面所述的氣流，會在離開左邊交錯的建築物後，就從左邊向外流去，因此在後棟測得的氣流最小。

發現：前棟交錯位置對後棟風速的影響分別為：完全交錯 > 交錯三分之二 > 交錯二分之一 > 交錯三分之一 > 無前棟。

推論：

- (一) 前棟有建築物比沒有建築物風速來得強，因為產生了窄管效應。
- (二) 兩棟建築物交錯範圍越大，風速越強。氣流到了沒有交錯的部份時，會從缺口處流出，因此會影響風速的大小。

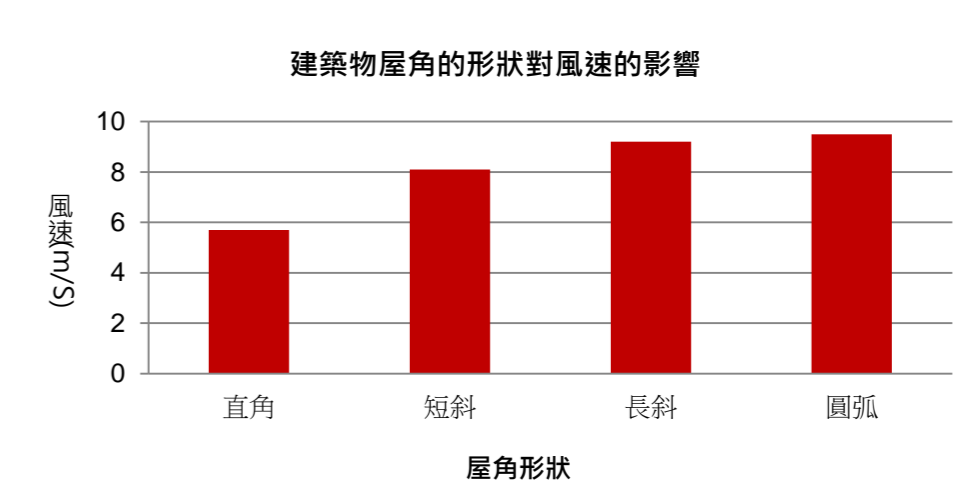
※ 綜合以上實驗我們得知：以建築物的相對位置來說，

- 兩棟建築間距較窄(但不能窄到氣流進不去，本實驗為2cm最強)，風速最強。這是因為發生了窄管效應，氣流受壓縮經由建築物受風面的邊界層流被導入兩棟建築物的中間間距，大量氣流進入較窄通道，流量增大但是流動寬度變窄，氣流就會增強。
- 前後棟距離越近，風速越強。但當後棟緊黏著建築物，完全沒有距離時，可能會因為氣流反彈造成紊流，風速反而比較弱。
- 兩棟建築物交錯範圍越大，風速越強。

※ 探討建築物的特性對風速的影響

實驗(七)：探討屋角形狀，對風速的影響。

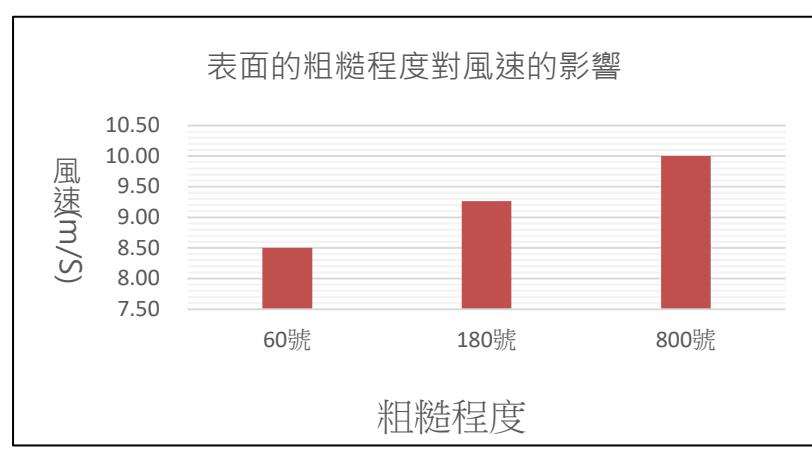
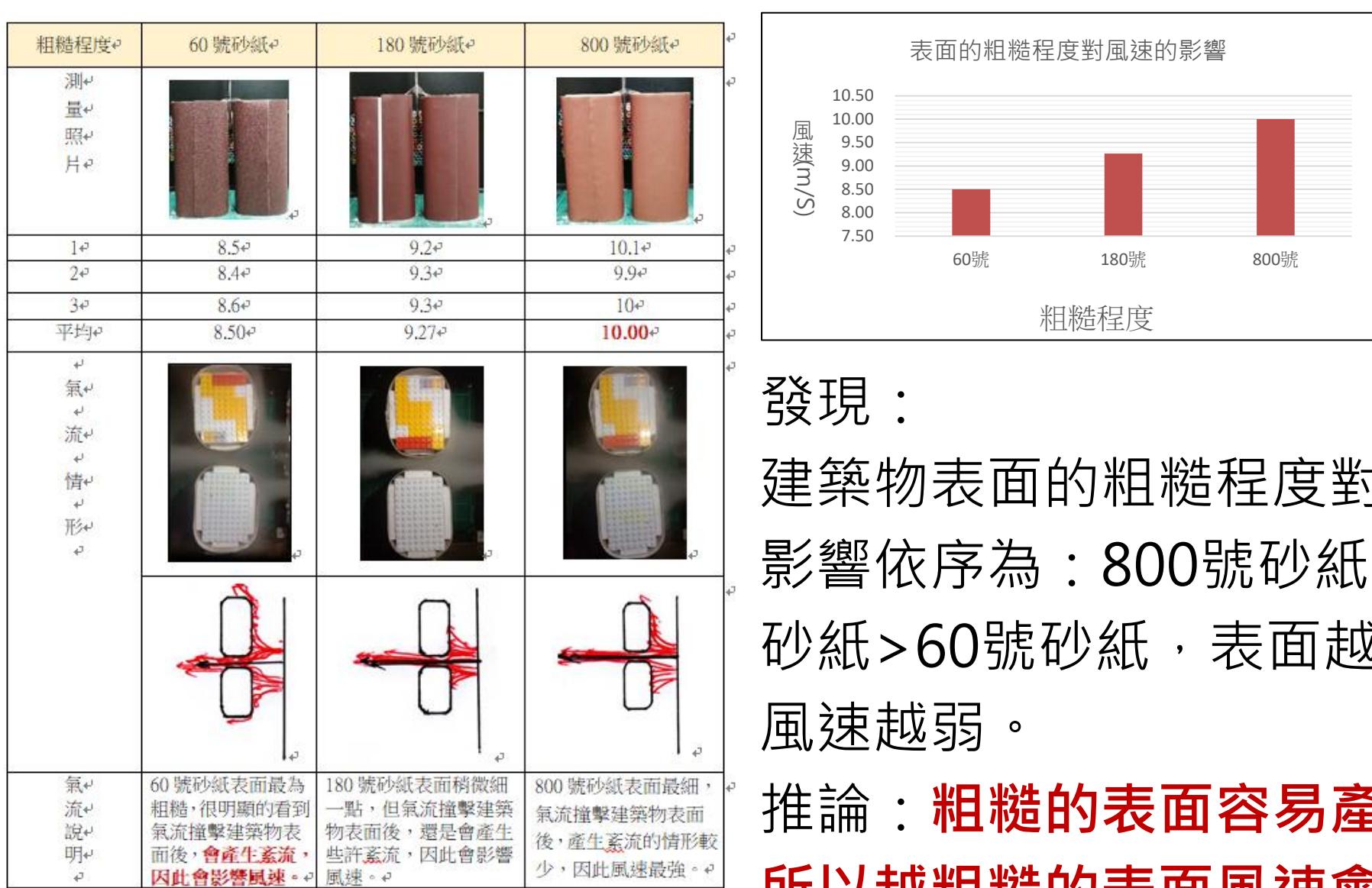
屋角	直角	短斜	長斜	圓弧	無
照片					
1°	5.60	8.10	9.30	9.60	3.60
2°	5.70	8.20	9.20	9.50	3.70
3°	5.80	8.00	9.10	9.40	3.80
平均	5.70	8.10	9.20	9.50	3.70
氣流情形					
說明	氣流遇到直角屋角時，比較容易產生紊流，所以風速較弱。	短斜屋角屋角的角度比較小，所以氣流比直角屋角更強。	長斜屋角屋角的角度比較大，所以氣流比短斜屋角更強。	圓弧屋角屋角的角度比較大，而且屋角是圓弧，所以氣流比長斜屋角更強。	因為沒有建築物導致氣流無法聚集，風速最弱。



發現：築物屋角形狀對風速影響依序為：圓弧 > 長斜 > 短斜 > 直角。

推論：兩棟建築物的屋角如果是圓弧或是斜角狀的，氣流可以有較好的導引效果，比較不容易產生紊流，所產生的風力較強。

實驗(八)：探討表面的粗糙程度對風速的影響。

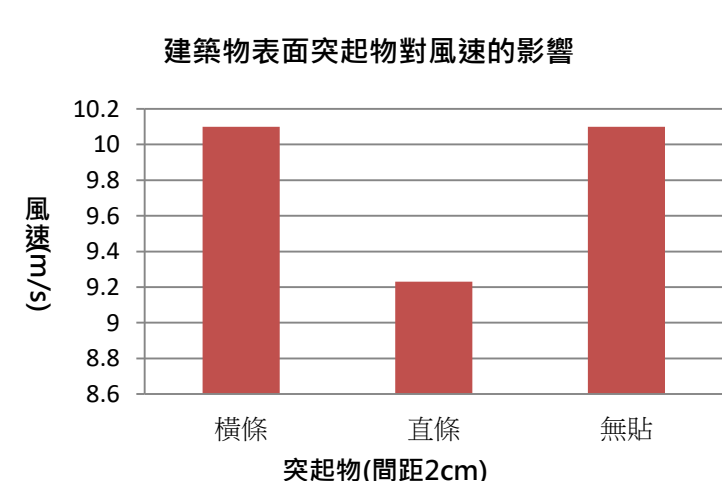
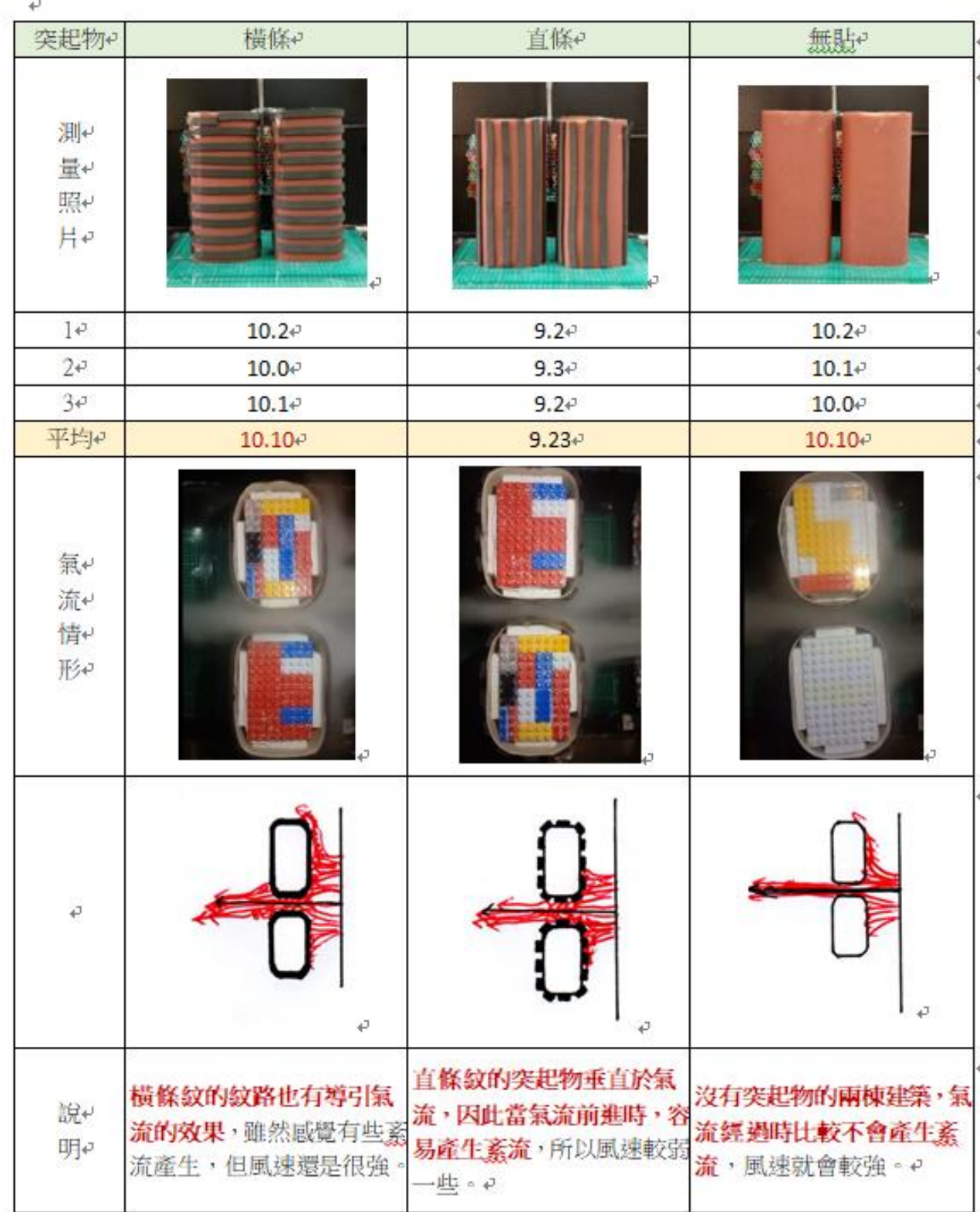


發現：建築物表面的粗糙程度對風速的影響依序為：800號砂紙>180號砂紙>60號砂紙，表面越粗糙，風速越弱。

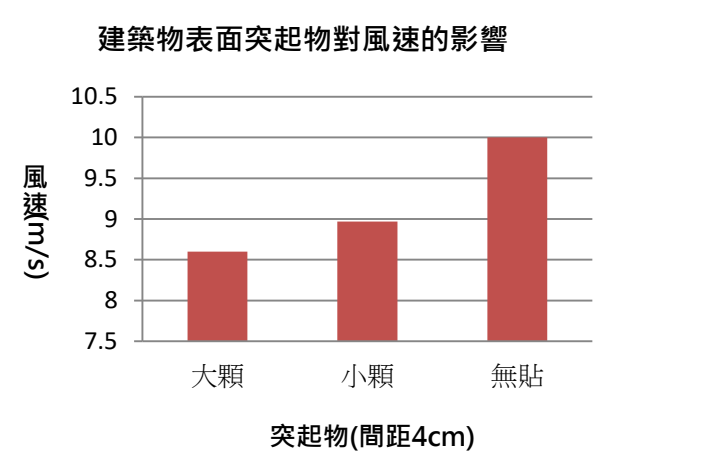
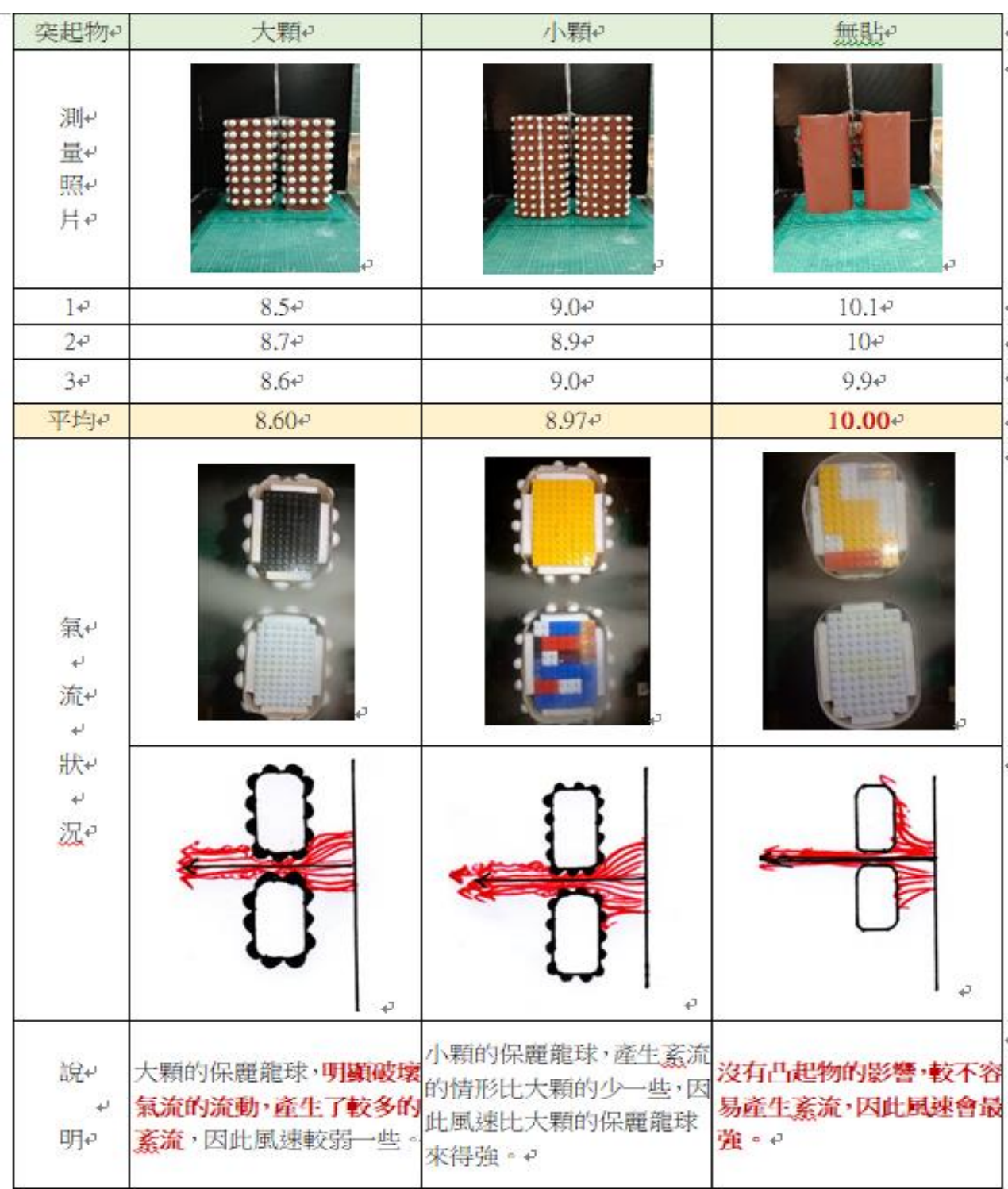
推論：粗糙的表面容易產生紊流，所以越粗糙的表面風速會越弱。

實驗(九)：探討建築物表面的突起物對風速的影響。

※建築物表面的突起物(間距2公分)



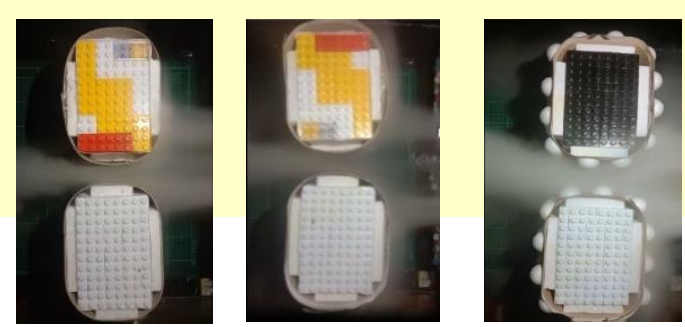
※因為突起物太高，所以改用間距4公分進行實驗。



發現：建築物表面的突起物對風速的影響依序為：無貼2cm>無貼4cm = 橫條>直條>小顆>大顆，表面突起物越高，風速越弱。

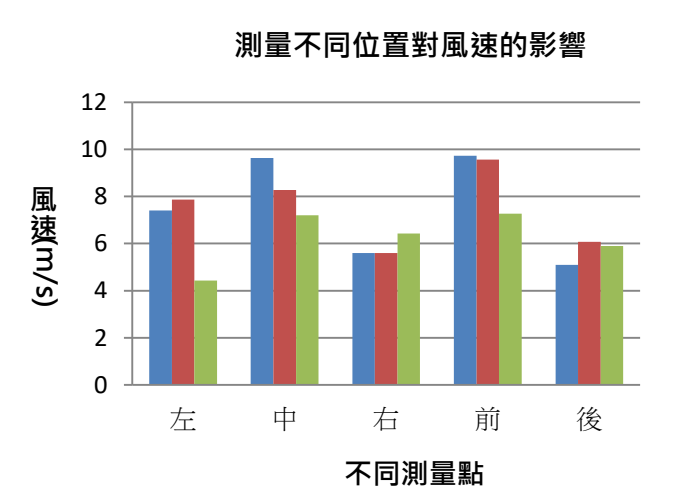
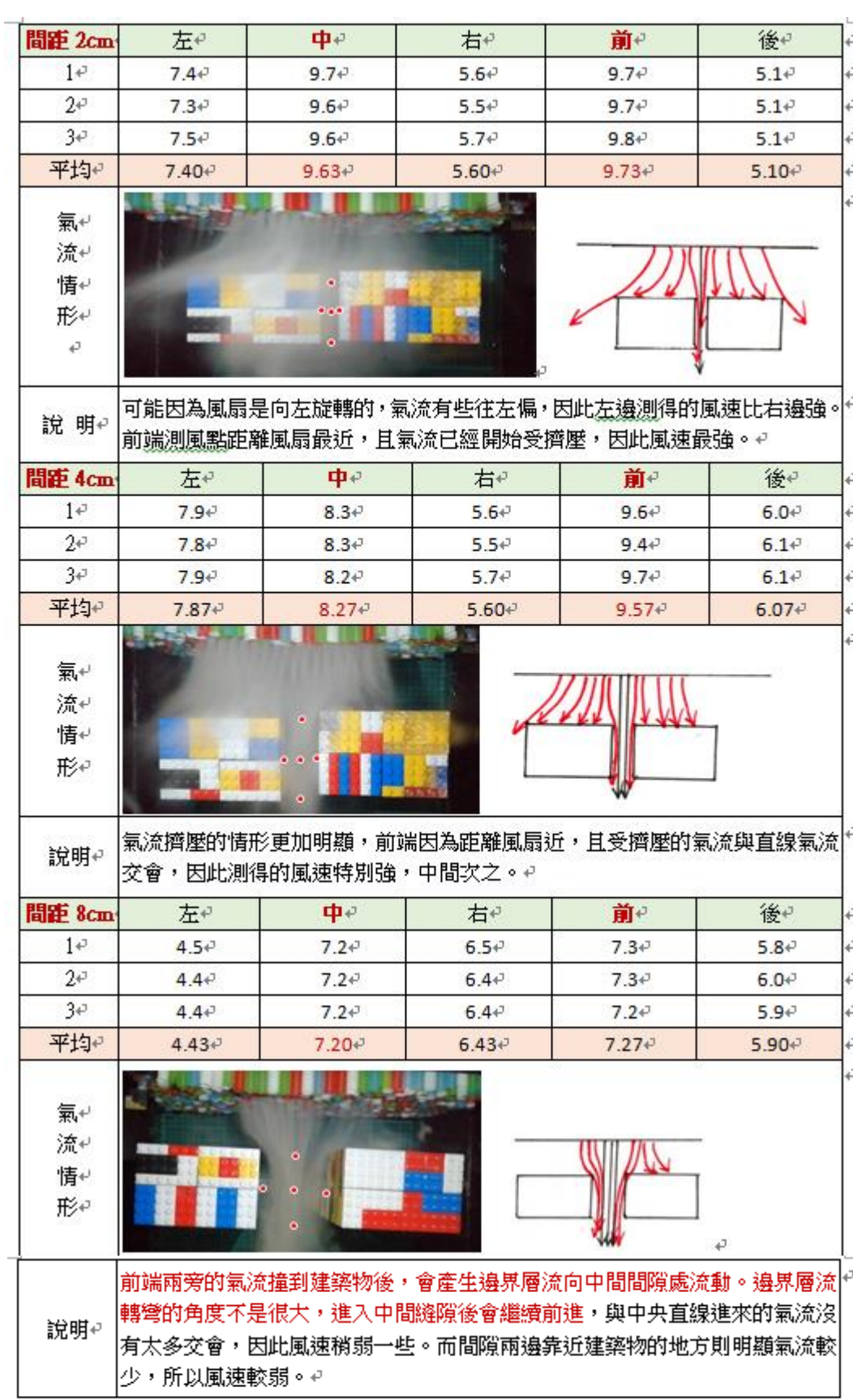
推論：因為氣流遇到突起物會產生紊流，所以突起物越高越大的表面風速會越弱。而橫條紋的突起物比較有導引氣流的效果，因此風速會比直條紋來得強。

- ※綜合以上實驗我們得知：以建築物的特性來說，
- 1. 兩棟建築物的屋角如果是圓弧或是斜角狀的，氣流可以有較好的導引效果，比較不容易產生紊流，所產生風力較強。
- 2. 粗糙表面容易產生紊流，所以越粗糙的表面風速會越弱。
- 3. 氣流遇到突起物會產生紊流，所以突起物越高越大的表面風速會越弱。



※ 探討氣流流動的特性。

實驗(十)：探討兩棟建築物間測量不同的位置，對風速的影響。



發現：

(一)測量位置不同會影響風速的大小，風速最大的是中間前方，再來是中間位置。間距較窄的情況下，氣流受到壓縮後會增強，後方會大於左方。

(二)兩邊測量點測得的風速會比中間弱。

推論：

(一)中間前端位置因為同時受到直線氣流、邊界層流與風源最近的影響，因此風速最大。

(二)中間中端的風速因為有直線氣流與邊界層流交會，因此風速也很大。

(三)測量位置在左右兩邊，氣流會因為撞擊到建築物的直角，產生了邊界層流，有時慣性的風力會比黏滯的風力強，因此氣流轉彎進入中央空隙處會往中間集中，側邊的氣流較少，風速會比在中間來得弱。

(四)因為我們的風扇是向左旋轉，所以左邊氣流明顯比右邊強。

※疑問：這樣的實驗結果是否告訴我們，以後走在天斬煞的管道位置，應該要往兩邊走？真的是這樣嗎？我們決定到戶外實地觀察測量來證明。

※方法：請三位差不多高度的同學，站在天斬煞建築物左中右不同位置舉起風速計，面對風源在同一時間做測量，測量三次求平均。

※結果：

位置	左	中	右
前面	0.47	1.53	0
中間	0	1.47	0
後方	0	1	0

單位：m/s



※發現：當同一陣風吹來，在相同的時間測量風速，發現左右兩邊的風速明顯比中間來得弱，這點驗證了我們的實驗結果：當風撞擊到屋角，會產生邊界層流向中間流去，因此兩側的氣流較少，風速較小。

※結論與建議：以後我們走在兩棟大樓之間，切記一定要往兩邊走，風速比較小，才不容易被強風吹倒喔！



伍、結論

問題	研究結果
(一)兩棟建築物的厚度對風速的影響	只要兩棟建築物有壓縮氣流的效果，都能產生窄管效應使風速增強。但建築物的厚度若太厚，氣流會被拉得較長，風速相對會受影響。
(二)建築物的寬窄對風速的影響	當建築物加上間距的寬度小於受風面，因為兩旁產生的邊界層流會再往前方流去，因此產生的風速較強；反之，當建築物加上間距的寬度大於受風面，則兩旁產生的邊界層流會被建築物阻擋，則風速較小。
(三)建築物的高度對風速的影響	當受風面比建築物高時，氣流會從頂端吹過並流向後端，因此距離頂端越近，氣流會較大一些。
(四)兩棟建築物間距大小對風速的影響	窄管效應是存在的，但兩棟建築物的間距如果太小，風不易進入，則窄管效應並不明顯。而兩棟建築物的間距太寬，進入間距的氣流很容易就產生紊流，風速方向不一致，所以在固定的測風方向不會形成窄管效應，測得風速會比較弱。
(五)前後棟距離，對風速的影響	窄管效應是發生在前面兩棟建築物之間，因此對後棟而言，與前面建築物距離越遠風速越小。
(六)前後棟交錯範圍，對風速的影響	兩棟建築物交錯範圍越大，風速越強。氣流到了沒有交錯的部份時，會從缺口處流出，因此會影響風速的大小。
(七)：建築物屋角的形狀對風速的影響	兩棟建築物的屋角如果是圓弧或是斜角狀的，氣流可以有較好的導引效果，比較不容易產生紊流，所以產生的風力較強。
(八)：表面的粗糙程度對風速的影響	粗糙的表面容易產生紊流，所以越粗糙的表面風速會越弱。
(九)：建築物表面的突起物對風速的影響	因為氣流遇到突起物也會產生紊流，所以凸起物越高越大的表面風速會越弱。
(十)兩棟建築物間測量不同的位置，對風速的影響	兩棟建築物中間空隙的前端，氣流開始受到擠壓，且距離出風口較近，測得的風速最強，其次是空隙中央的部位；而測量位置在左右兩邊，氣流會因為撞擊到建築物的直角，產生了邊界層流，有時慣性的風力會比黏滯的風力強，因此氣流轉彎進入中央空隙處會往中間集中，側邊的氣流較少，風速會比在中間來弱。