

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高級中等學校組 地球與行星科學科

第三名

051909

恨鐵不成窗-鐵皮屋開窗與散熱的影響

學校名稱：國立臺南第一高級中學

作者： 高二 洪 易 高二 曾宥慈	指導老師： 施怡如 陳其昌
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：開窗散熱、對流、鐵皮屋

摘要

每年夏天，我們常為鐵皮屋內的高溫而煩惱，因此開始著手研究開窗與鐵皮屋散熱的關係。我們利用鋁罐模擬鐵皮屋，測量鋁罐加熱後內部氣溫下降曲線，來研究在不外加空氣流動下不同開窗面積、位置的散熱快慢的差異及外加空氣流動下風的速度、角度是否影響散熱效果。我們發現若不外加流動，散熱速度在開窗面積超過總表面積的 6%時，散熱效果會明顯的提升，而影響散熱速度的程度由大至小分別是垂直接流動、斜向流動、水平流動。在外加流動的實驗中，流動越強、流動方向越正向窗戶，散熱越快。而最後我們利用觀察煙霧在箱中的流動佐證上述實驗，發現鐵皮屋之窗戶應設計在正對盛行風向的位置，且至少開設兩窗戶，兩窗戶間有垂直高度落差，散熱效果較好。

壹、研究動機


「家有老嫗，種芭樂於鄉，建鐵皮農舍一幢。該鐵皮屋於盛夏時節悶熱難耐，汗如雨下，老嫗哀莫能助。祖母的老淚縱橫，孫女看在眼裡，疼在心底。」除了鄉下簡便的農舍會以鐵皮屋形式搭建，一般民宅常會是因為房屋漏水問題難解，而在頂樓搭建鐵皮屋遮雨，由於要有效防水，因此鐵皮屋常不會有大面積窗戶與多個窗戶的設計。在地科課程中我們有學習到大氣的水平與垂直運動的成因，於是我們決定經由實驗來探討在有限的開窗面積下，鐵皮屋應如何開窗，才能有助於室內熱空氣向外流動，改善夏季時鐵皮屋內的悶熱難耐情形。

貳、研究目的

我們推測鐵皮屋的散熱會與開窗面積、開窗位置相關，因此列出以下七個研究目的：






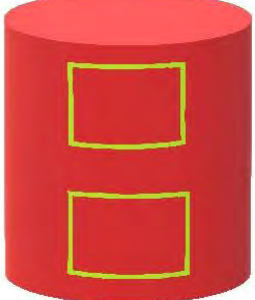



- 一、探討開窗與否與鐵皮屋散熱速度的關係。
- 二、探討開窗總面積與鐵皮屋散熱速度的關係。
- 三、探討開窗位置與鐵皮屋散熱速度的關係。
- 四、探討加快空氣流動速度與鐵皮屋散熱速度的關係。
- 五、探討不同空氣流動方向與鐵皮屋散熱速度的關係。
- 六、探討在外加空氣流動下開窗位置與鐵皮屋散熱速度的關係。
- 七、以線香煙霧在自製模型裡的流動了解真實空氣流動狀況。




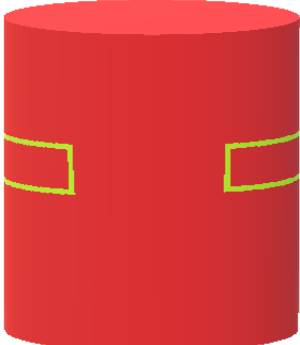
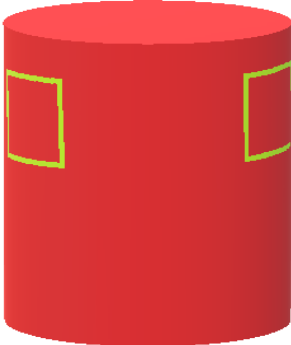
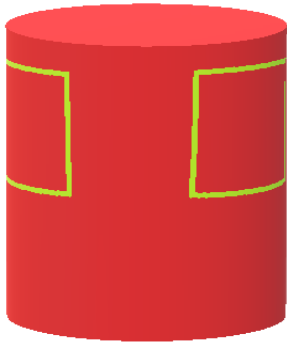
參、研究設備與器材

<p style="text-align: center;">鋁罐</p> 	<p style="text-align: center;">鋁箔紙</p> 	<p style="text-align: center;">烤箱</p> 
<p style="text-align: center;">溫度探針</p> 	<p style="text-align: center;">主機</p> 	<p style="text-align: center;">風扇</p> 
<p style="text-align: center;">手套</p> 	<p style="text-align: center;">剪刀</p> 	<p style="text-align: center;">膠帶</p> 
<p style="text-align: center;">自製煙霧模型</p> 	<p style="text-align: center;">線香</p> 	

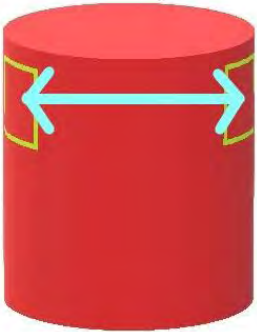
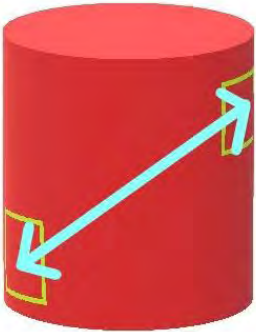
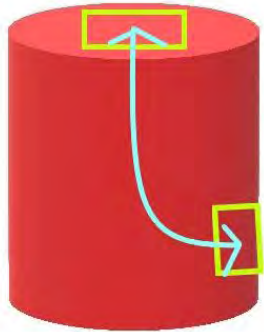
肆、研究過程與方法

一、模擬不同開窗方式示意圖

		
<p>A. 中 (占建物總表面積 4.5%)</p>	<p>B. 上下異側</p>	<p>C. 上上異側</p>
		
<p>D. 上上同側</p>	<p>E. 下下異側</p>	<p>F. 上下同側</p>
		
<p>G. 無(對照組)</p>	<p>H. 上上異側 (占總建物表面積 2%)</p>	<p>J. 上下夾 90 度</p>

		
K 天窗 (占建物總表面積 4%)	L. 上上異側 (占建物總表面積 4%)	M.直向 (占建物總表面積 6%)
		
N.橫向 (占建物總表面積 6%)	O. 上上異側 (占總建物表面積 6%)	P. 上上異側 (占總建物表面積 8%)

二、名詞定義

		
水平流動	斜向流動	垂直接流動

三、研究方法

(一)探討開窗與否與鐵皮屋散熱速率的關係

1.實驗方法：

- (1)將 A 鋁罐(開 2.4cm*2.4cm 窗)及 G 鋁罐(未開窗)置入烤箱中，以 120 度加熱 8 分鐘。
- (2)將兩鋁罐取出後放置於無風的區域，並置入溫度探針，開始測量溫度。
- (3)溫度紀錄 480 秒，兩秒一個數據點。

(二)探討開窗面積與鐵皮屋散熱速率的關係

1.實驗方法：

- (1)將 H(2%)、L(4%)、O(6%)、P(8%)置入烤箱中，以 120 度加熱 8 分鐘。
- (2)將兩鋁罐取出後放置於無風的區域，並置入溫度探針，開始測量溫度。
- (3)溫度紀錄 480 秒，兩秒一個數據點。

(三)探討開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係

1.實驗方法：

- (1)將開窗位置不同的兩鋁罐置入烤箱中，以 120 度加熱 8 分鐘。
- (2)將兩鋁罐取出後放置於無風的區域，並置入溫度探針，開始測量溫度。
- (3)溫度紀錄 480 秒，兩秒一個數據點。

(四)探討外加空氣流動速度與鐵皮屋散熱速度的關係。

1.實驗方法：

- (1)將兩相同 C 鋁罐置入烤箱中，以 120 度加熱 8 分鐘。
- (2)將兩鋁罐取出後一個置於風速 2m/s 另一個置於風速 1m/s，置入溫度探針，開始測量溫度。
- (3)溫度紀錄 480 秒，兩秒一個數據點。

(五)探討不同空氣流動方向與鐵皮屋散熱速度的關係

1.實驗方法：

- (1)將兩相同 C 鋁罐置入烤箱中，以 120 度加熱 8 分鐘。
- (2)將兩鋁罐取出後以角度 0、45、90 度吹 2m/s 的風，並置入溫度探針開始測量溫度。
(0 度為正向窗面)
- (3)溫度紀錄 480 秒，兩秒一個數據點。

(六)探討在外加空氣流動下不同開窗位置與鐵皮屋散熱速度的關係

1.實驗方法：

- (1)將兩個不同開窗位置的鋁罐置入烤箱中，以 120 度加熱 8 分鐘。
- (2)將兩鋁罐取出後以上方窗戶面對吹風方向，置入溫度探針，並以吹 2m/s 風開始測量溫度。
- (3)溫度紀錄 480 秒，兩秒一個數據點。

(七)以線香煙霧在自製模型裡的流動了解真實空氣流動狀況。

1.實驗方法：

- (1)把點燃的線香放入用膠帶封住開口的自製模型中，使白色煙霧充滿容器。
- (2)將自製模型放在拍攝位置，並架上手機準備縮時錄影。
- (3)開始錄影後，兩人同時撕開特定的窗(原先以膠帶封住模型上的每個開口，而當撕開膠帶則視為開窗。)
- (4)縮時錄影 8 分鐘後，將模型的膠帶全撕開，並拿去吹風，使其中的二氧化碳濃度降低，以便下次線香的燃燒不至於太快熄滅，以免煙霧量不足。

伍、研究結果

一、探討開窗與否與鐵皮屋散熱速率的關係

(一)實驗目的：探討開窗與否與鐵皮屋散熱速率的關係

(二)實驗結果：

- 1.無開窗的 G 鋁罐之最高溫約 42.4 度，然而有開窗的 A 鋁罐的最高溫僅約 33.2 度
- 2.比較整個散熱曲線，有開窗的 A 鋁罐 480 秒內之溫度均在無開窗 G 鋁罐之下，故確認在有開窗的情形下，鐵皮屋的散熱會較快速。

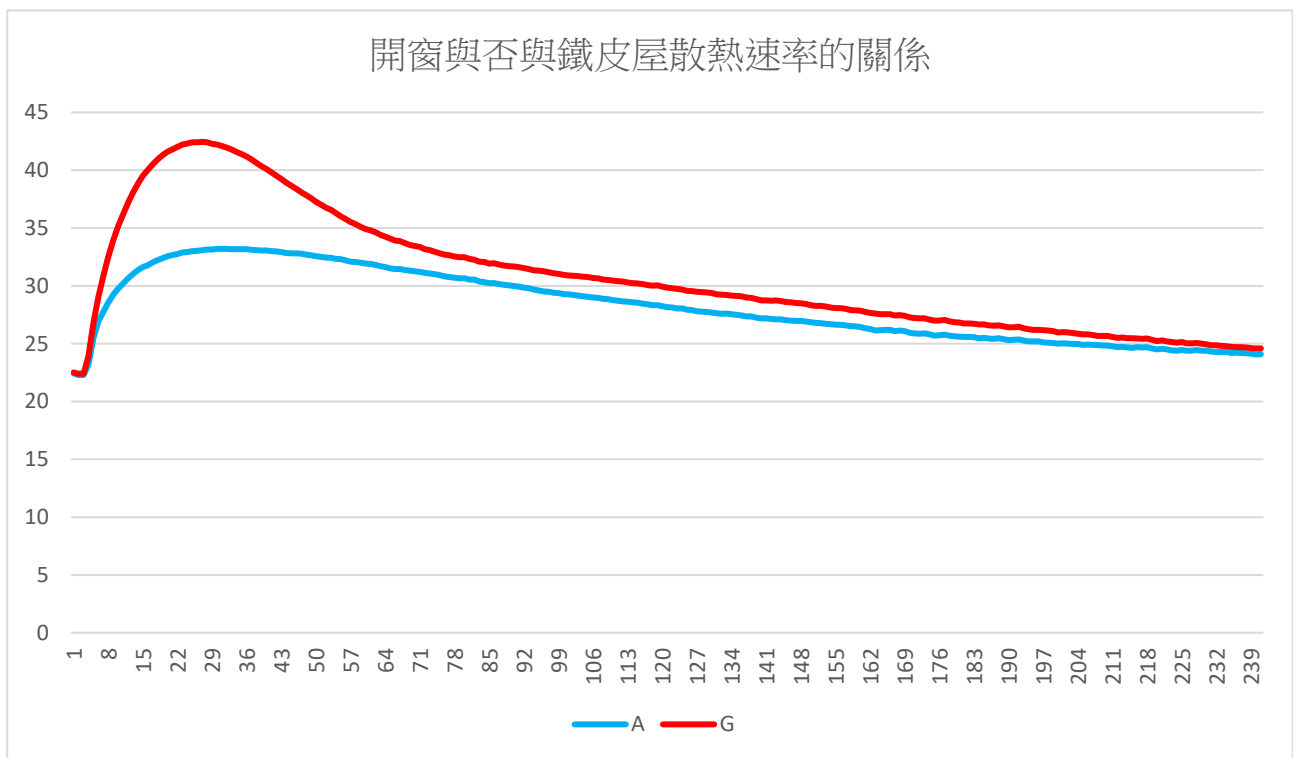


圖 1 開窗與否與鐵皮屋散熱速率的關係

二、探討開窗面積與鐵皮屋散熱速率的關係

(一)實驗目的：探討開窗面積與鐵皮屋散熱速率的關係

(二)實驗結果：開窗面積 6%、8%的鋁罐散熱效果比 2%、4%來的好，而 6%和 8%的差異不大，2%和 4%的差異也不大，因此我們發現若開窗面積超越 6%，散熱效果會明顯增加，開窗面積與散熱速度呈正相關，但不成正比。

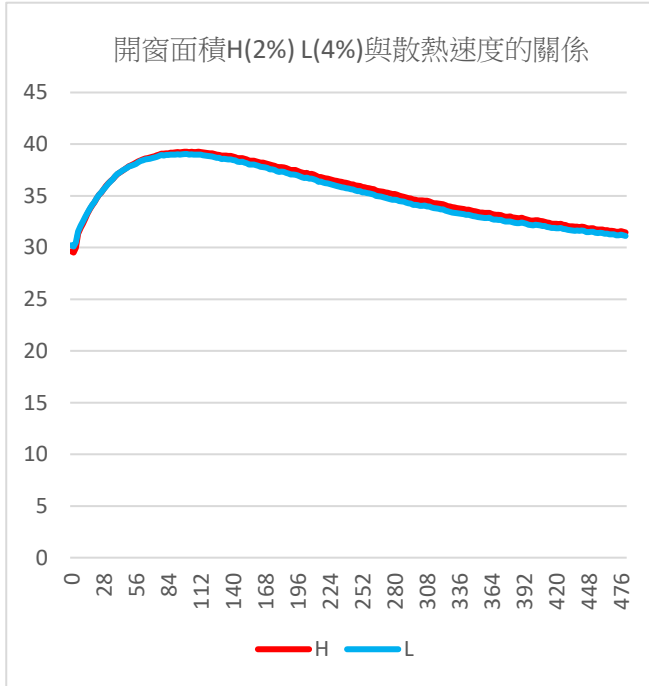


圖 2-1 開窗面積 2%、4%與散熱速度的關係

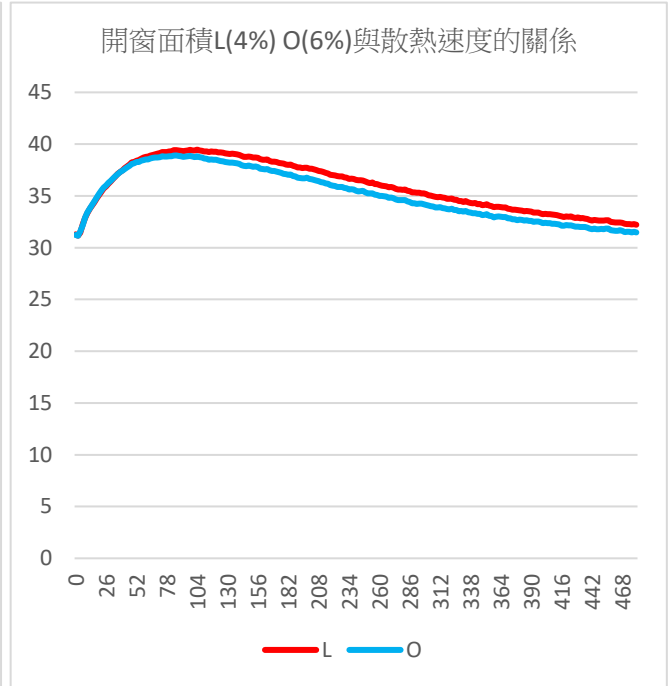


圖 2-2 開窗面積 4%、6%與散熱速度的關係

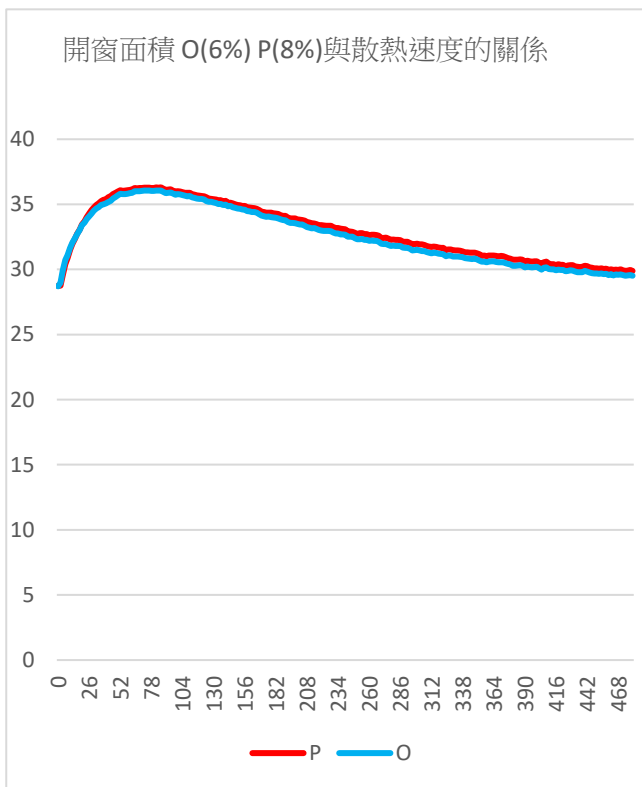


圖 2-3 開窗面積 6%、8%與散熱速度的關係

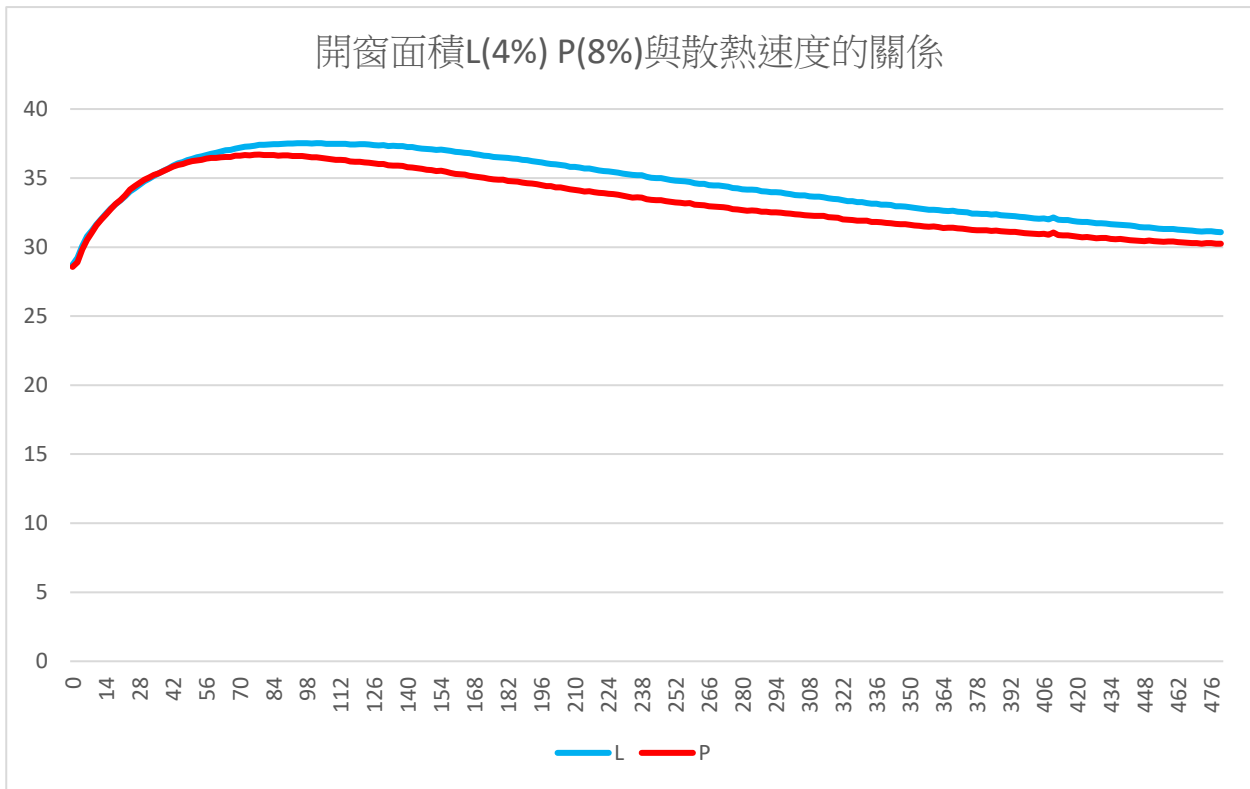


圖 2-4 開窗面積 4%、8%與散熱速度的關係

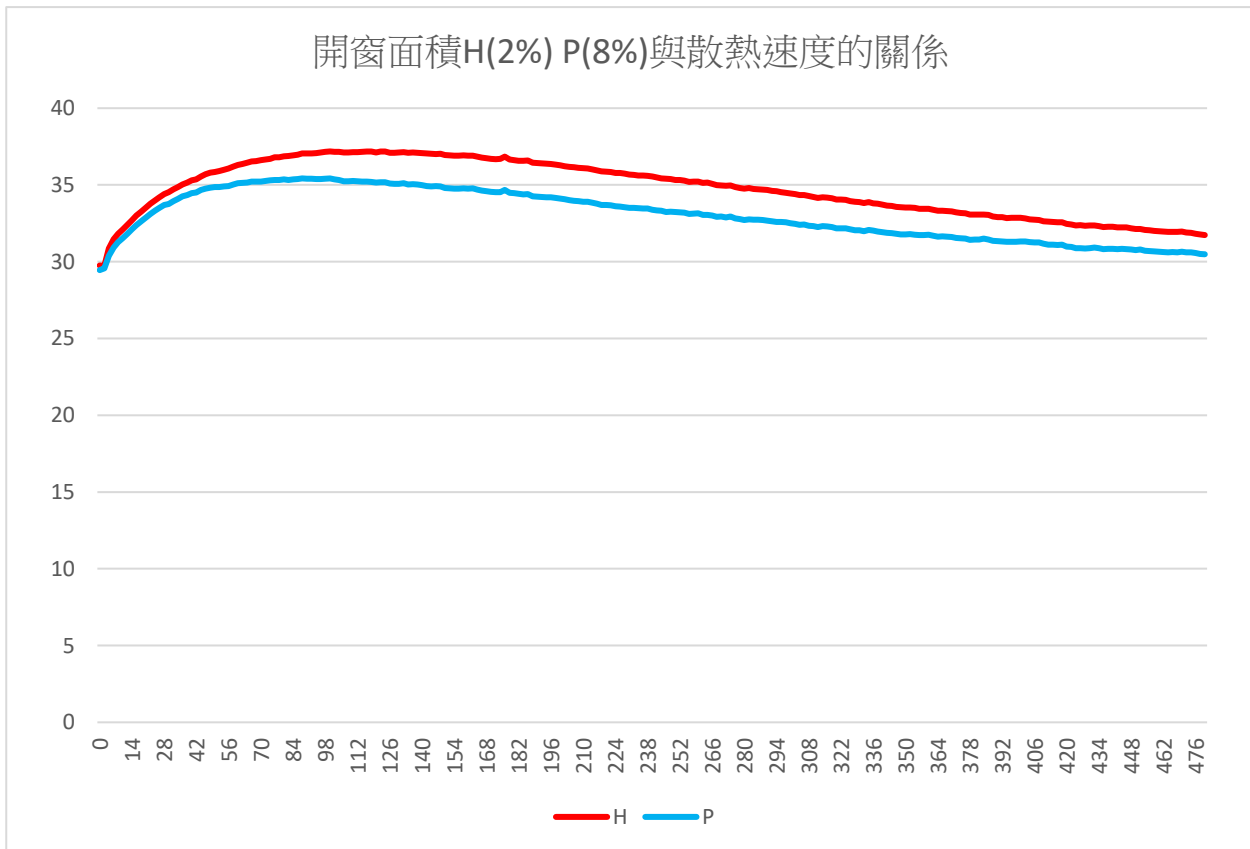


圖 2-5 開窗面積 2%、8%與散熱速度的關係

三、探討開窗位置與鐵皮屋散熱速度的關係。

(一)【實驗三-1】探討開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：異側與同側之比較

1.實驗目的：探討開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：異側與同側之比較

2.實驗結果：

(1)C 鋁罐與 D 鋁罐開窗總面積相同，而前者開在異側，後者開在同側，由實驗結果得知此種開法這兩種散熱速率相同。

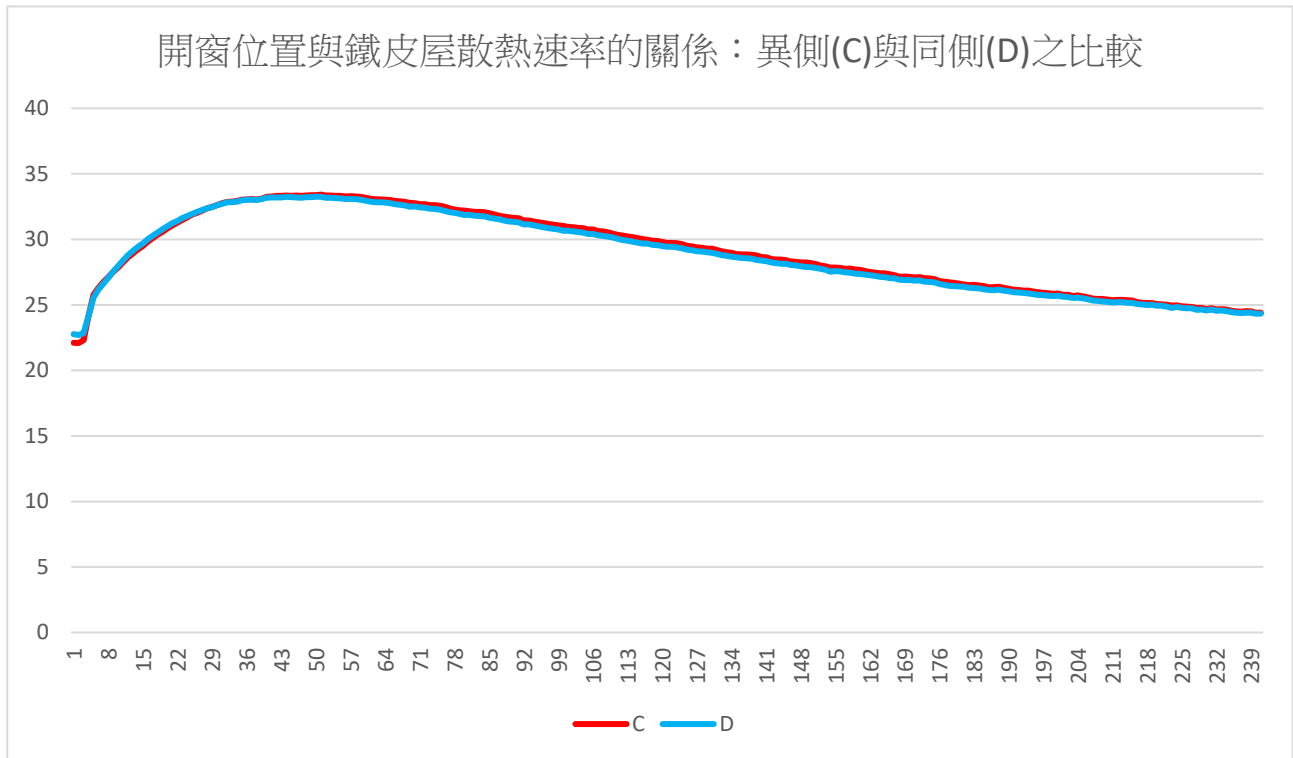


圖 3-1 開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：異側與同側之比較

(二)【實驗三-2】 探討開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：斜向與水平流動之比較

1.實驗目的：探討開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：斜向與水平流動之比較

2.實驗結果：

(1)斜向開窗的 B 鋁罐散熱速度快於水平開窗 C 鋁罐

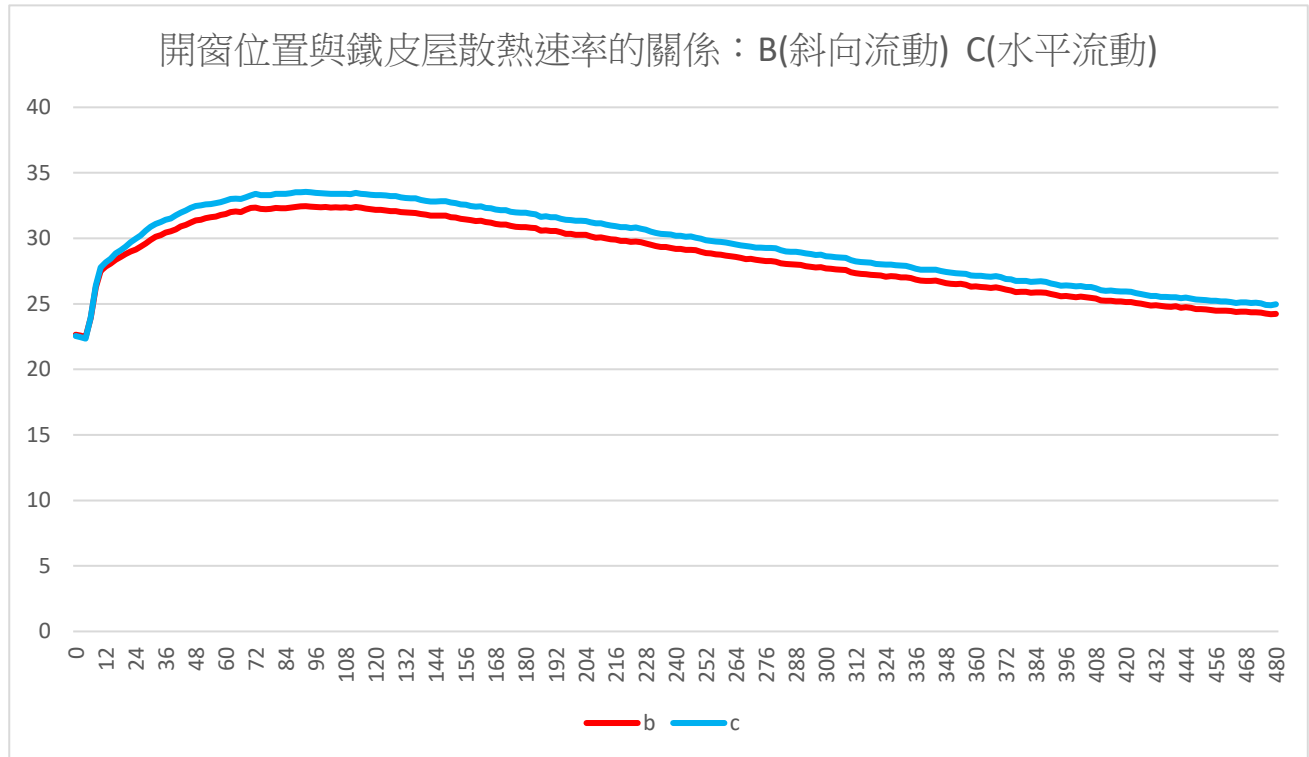


圖 3-2 開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：斜向與水平流動之比較

(三)【實驗三-3】探討開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：上下窗戶不同夾角之比較

1.實驗目的：探討開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：上下窗戶不同夾角之比較

2.實驗結果：

(1)在均有開上下窗的鋁罐中，散熱最快的是窗戶開在對側的 B 鋁罐，次之的是兩窗戶夾 90 度角的 J 鋁罐，最慢的則是窗戶開在同側的 F 鋁罐。

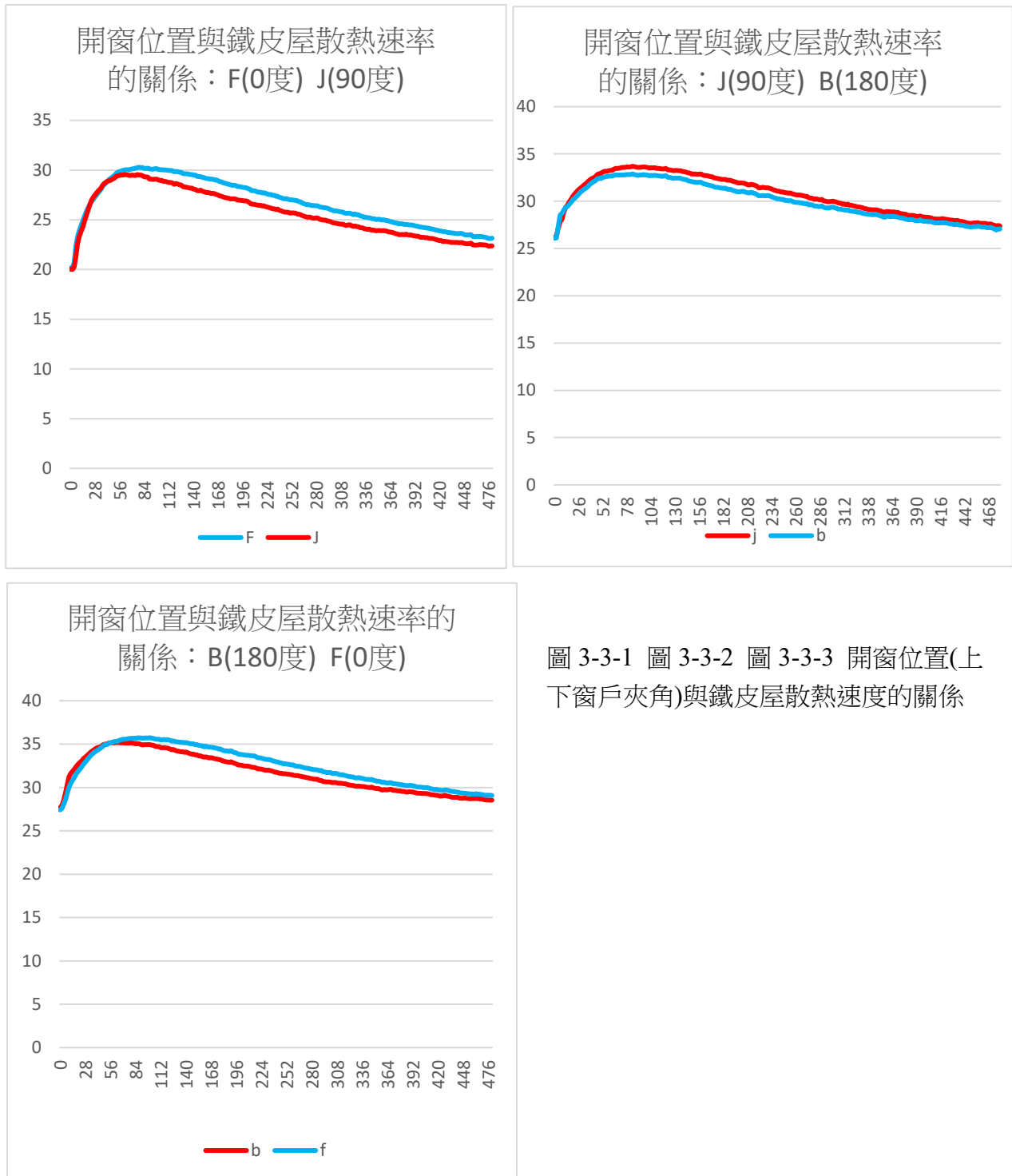


圖 3-3-1 圖 3-3-2 圖 3-3-3 開窗位置(上下窗戶夾角)與鐵皮屋散熱速度的關係

(四)【實驗三-4】 探討開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：水平與垂直流動之比較 1

1.實驗目的：探討開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：水平與垂直流動之比較 1

2.實驗結果：

(1)開有天窗的 K 鋁罐散熱速度明顯快於兩個窗戶均開在下側的 E 鋁罐

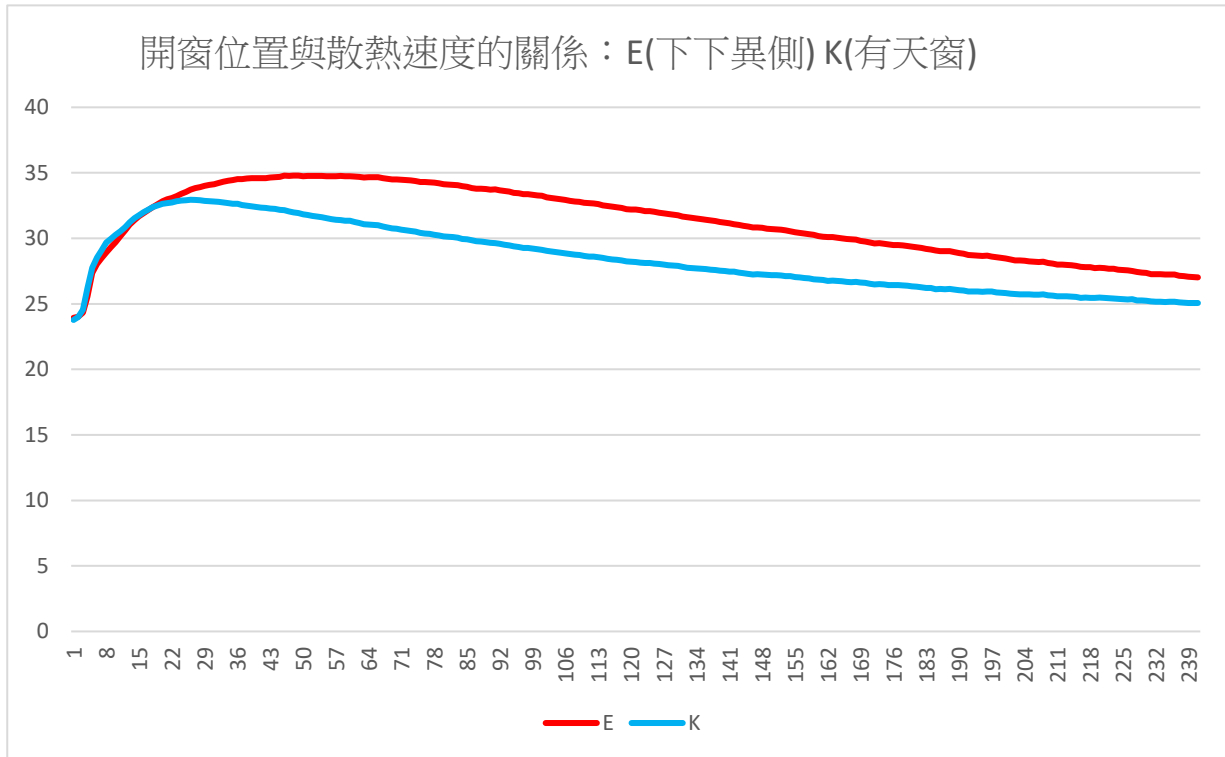


圖 3-4 開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：水平與垂直流動之比較 1

(五)【實驗三-5】探討開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：水平與垂直流動之比較 2

1.實驗目的：探討開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：水平與垂直流動之比較 2

2..實驗結果：

(1)開在同側上下的 F 鋁罐散熱速度快於開在對側相同高度的 C 鋁罐

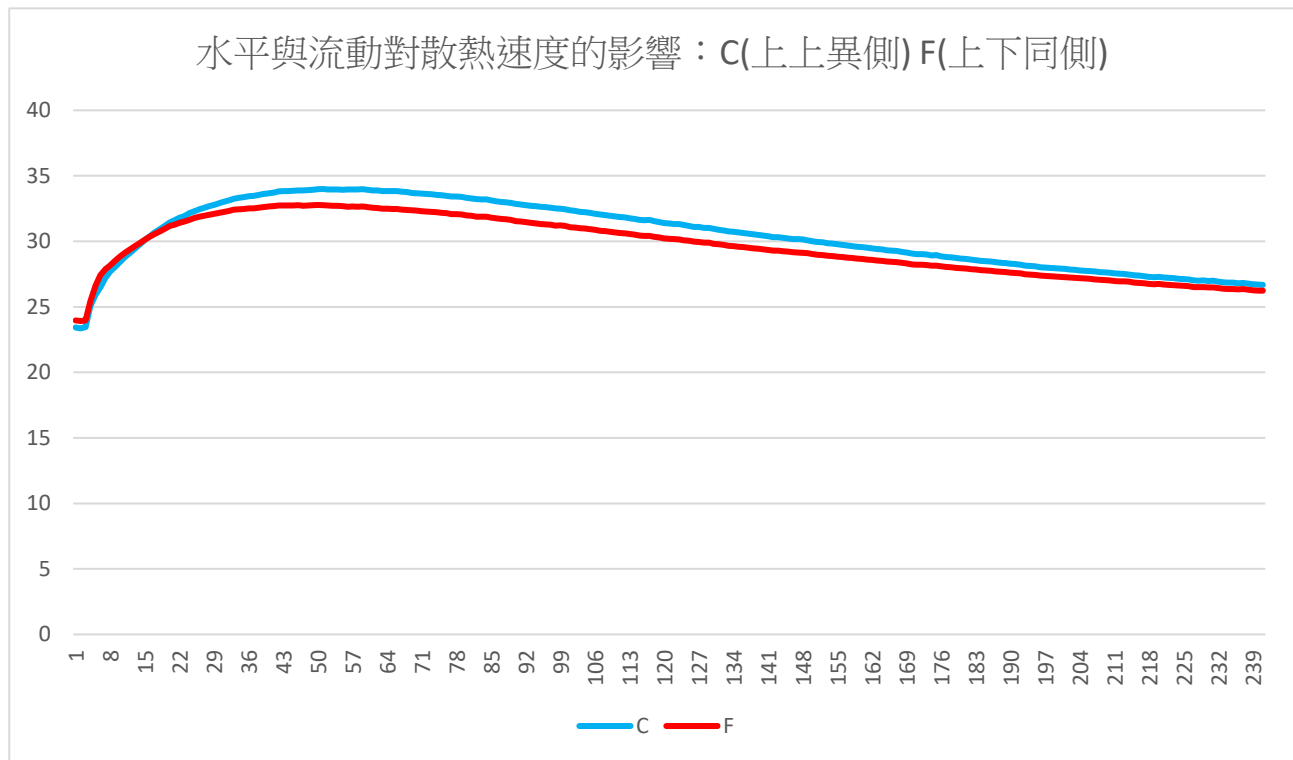


圖 3-5 開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：水平與垂直流動之比較 2

(六)【實驗三-6】 探討開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：橫向與直向的窗戶比較

1.實驗目的：探討開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：橫向與直向的窗戶比較

2..實驗結果：

(1)相同面積下，開直向窗戶的 M 鋁罐散熱效果比橫向窗戶的 N 鋁罐好。

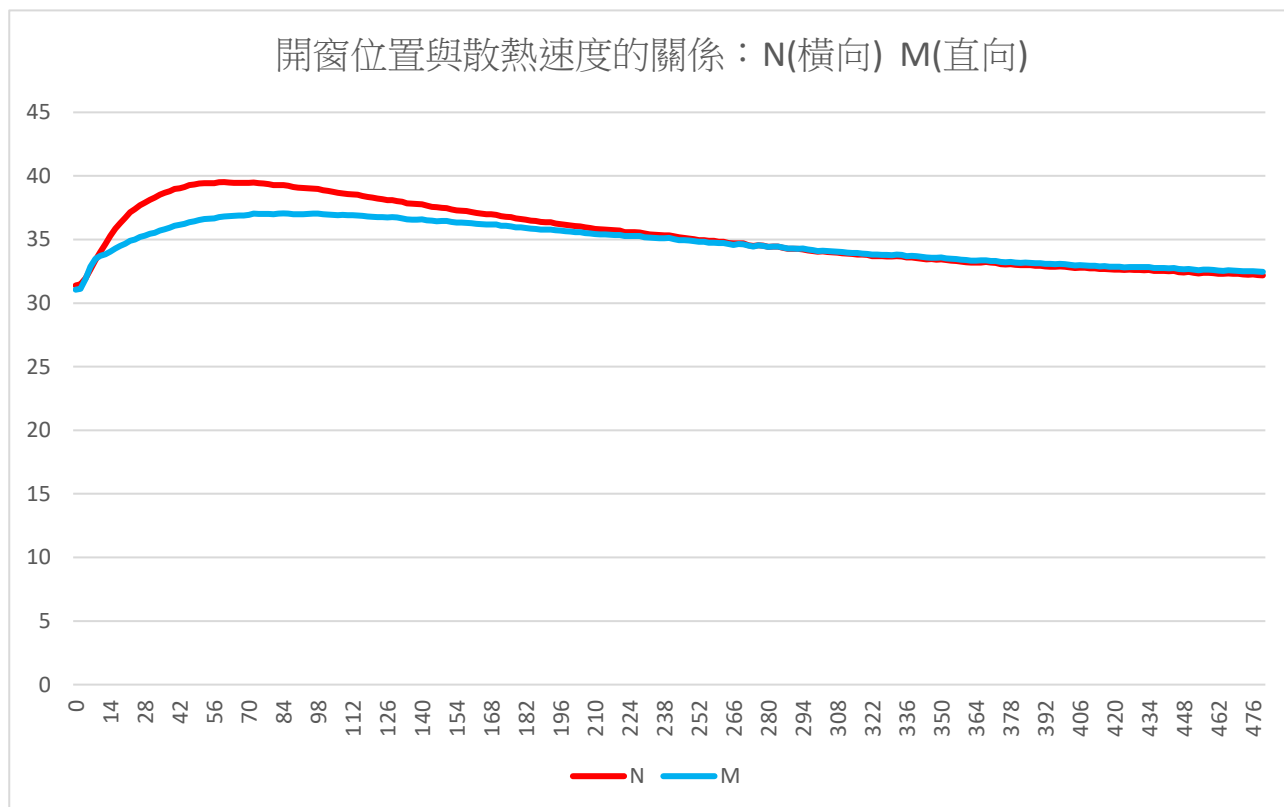


圖 3-6 開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：橫向與直向的窗戶比較

四、探討外加空氣流動強度與鐵皮屋散熱速度的關係。

(一)實驗目的：探討外加空氣流動強度與鐵皮屋散熱速度的關係。

(二)實驗結果：

1.吹風速度為 2m/s 的鋁罐散熱速度明顯快於吹風速度為 1m/s 的鋁罐

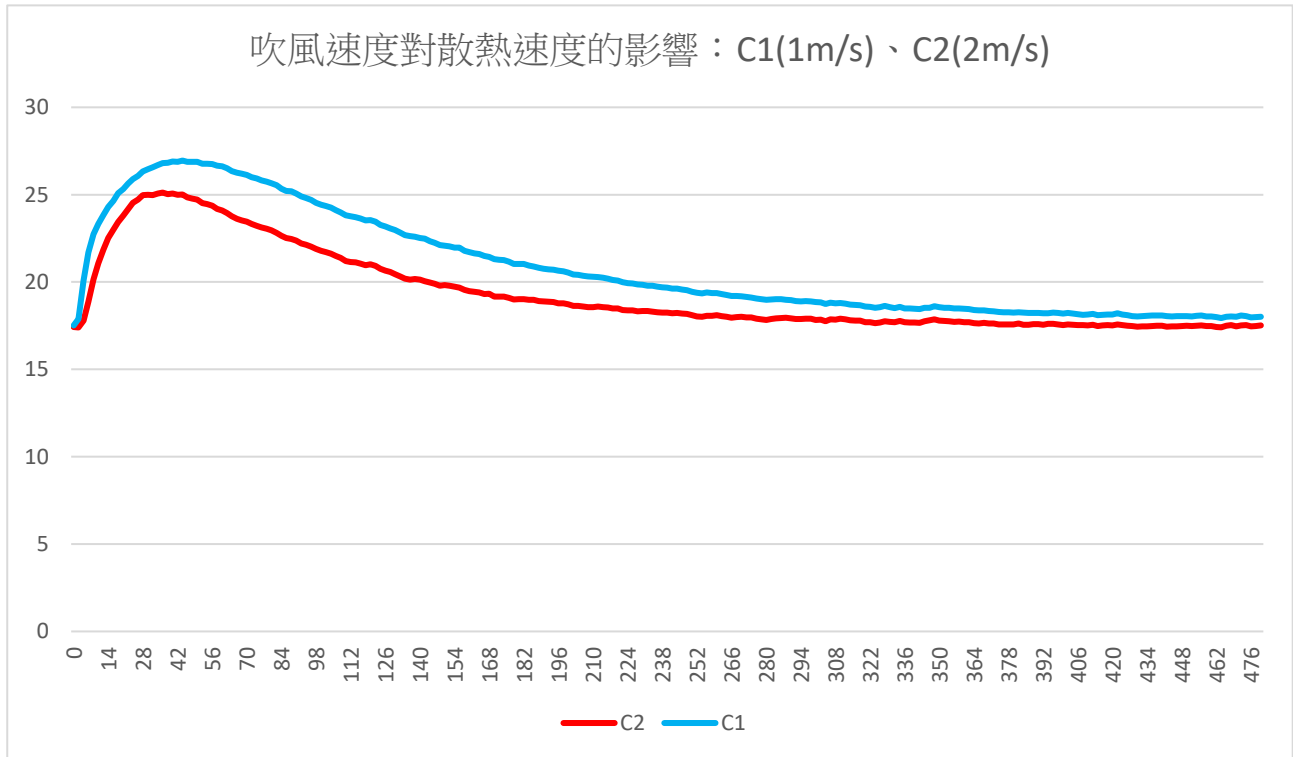


圖 4 吹風強度對散熱速度的影響(1m/s、2m/s)

五、探討不同空氣流動方向與鐵皮屋散熱速度的關係。

(一)實驗目的：探討不同空氣流動方向與鐵皮屋散熱速度的關係。

(二)實驗結果：

1.在兩圖之中可發現窗戶和流動呈 45 度的鋁罐與和窗戶呈 90 度之鋁罐散熱速度均慢於流動與窗戶呈 0 度角（正向窗面）的鋁罐

2.比較 45 度與 90 度的散熱曲線，可發現 45 度的的散熱速度快於 90 度的散熱速度

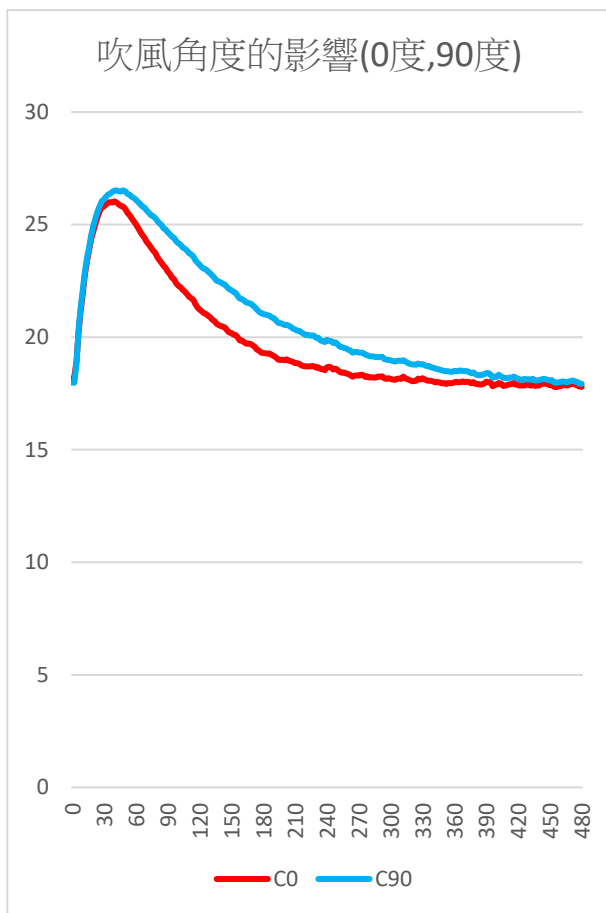


圖 5-1 吹風角度的影響(0 度 90 度)

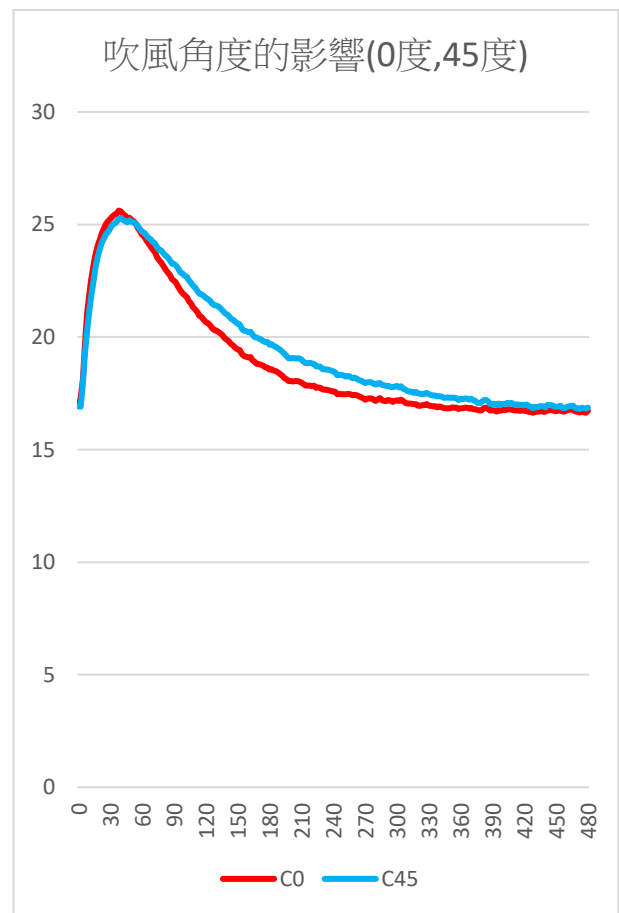


圖 5-2 吹風角度的影響(0 度,45 度)

六、探討在外加空氣流動下開窗位置與鐵皮屋散熱速度的關係。

(一)【實驗六-1】探討在外加空氣流動下開窗位置與鐵皮屋散熱速度的關係：異側與同側

1.實驗目的：探討在外加空氣流動下開窗位置與鐵皮屋散熱速度的關係：異側與同側

2.實驗結果：

(1)在吹風狀態下，與外界空氣有雙向交流的 C 鋁罐散熱速度較僅與外界空氣有單向交流的 D 鋁罐快

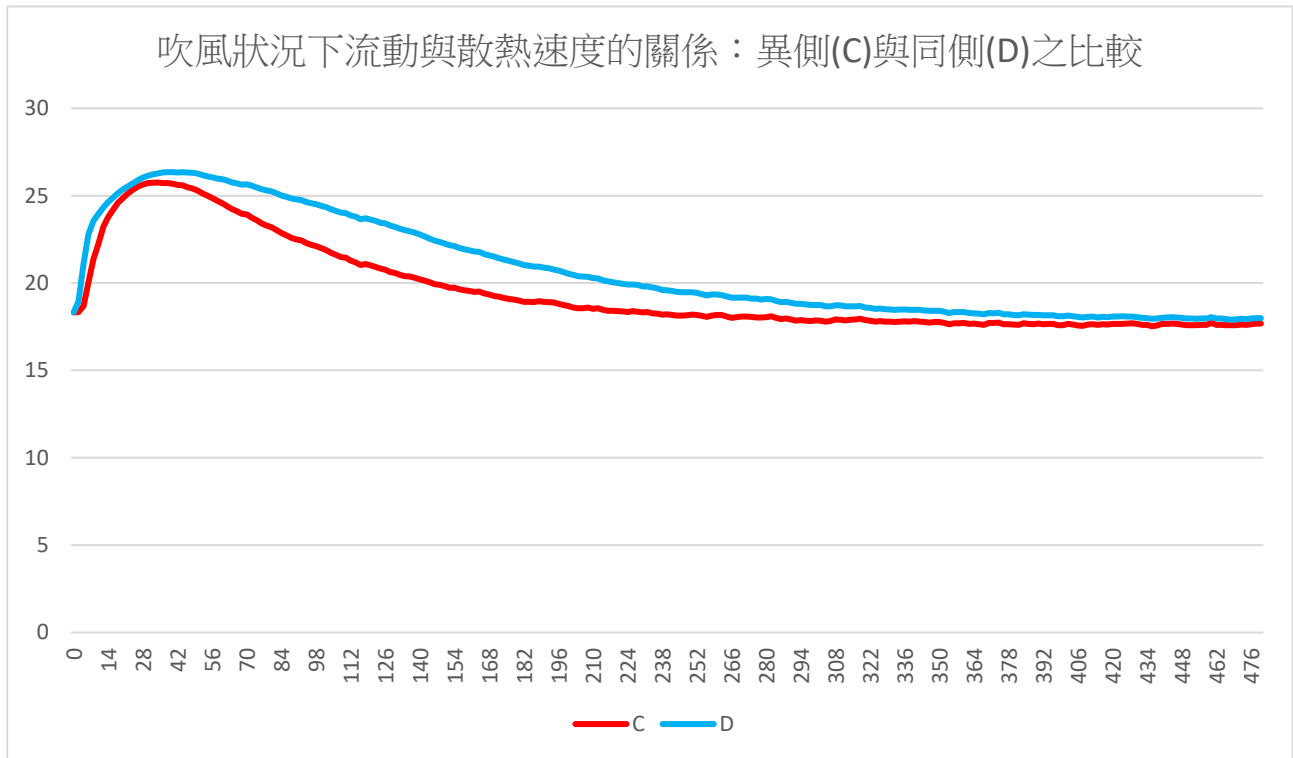
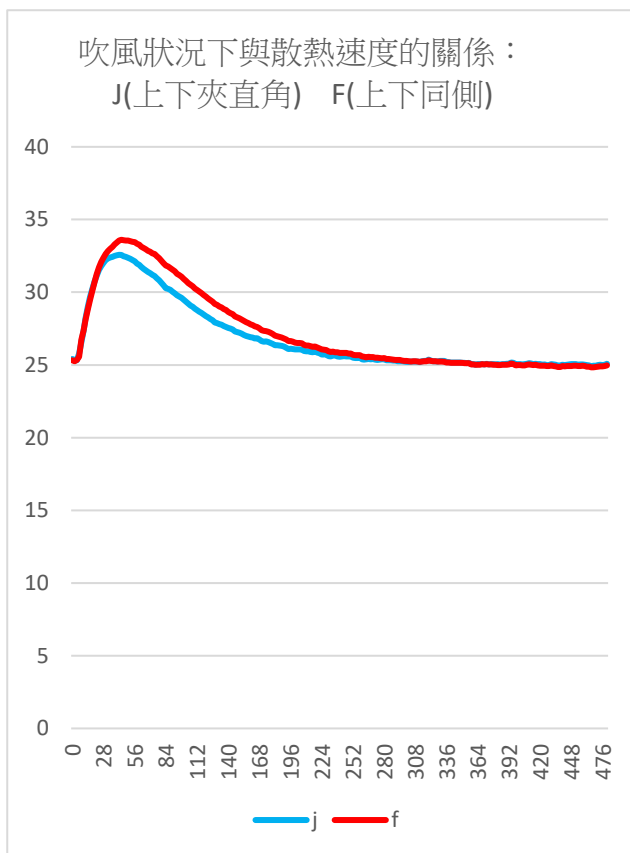
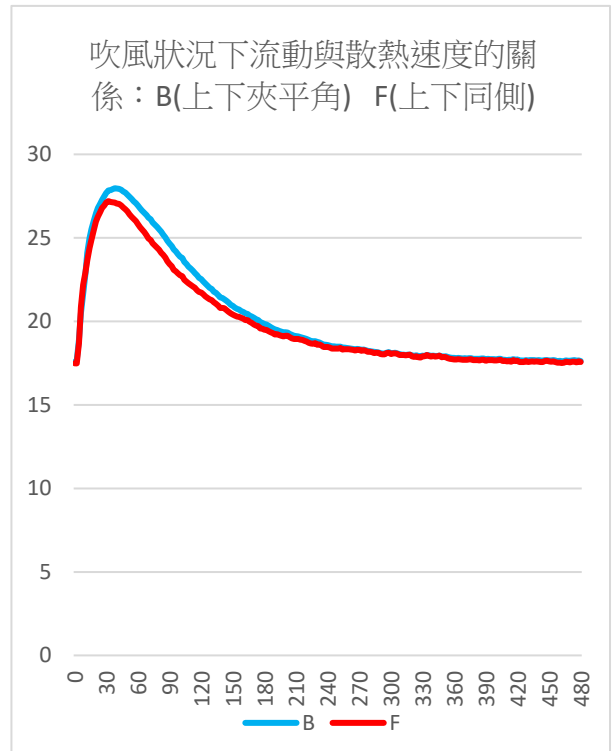
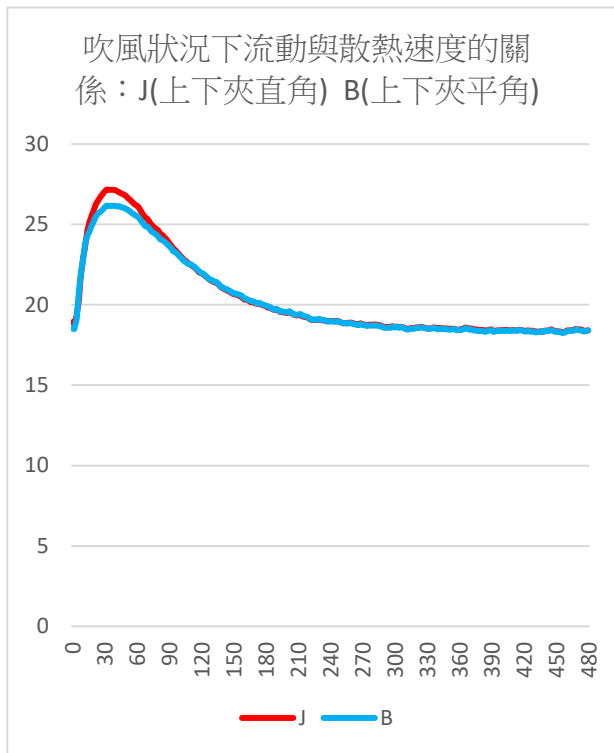


圖 6-1 吹風狀況下流動(水平)與散熱速度的關係

(二)【實驗六-2】探討在外加空氣流動下探討開窗位置與散熱的關係：上下窗戶不同夾角



1. 實驗目的：

探討在外加空氣流動下探討開窗位置(上下窗戶夾角)與鐵皮屋散熱的關係

2. 實驗結果：

在外加空氣流動下，B、F、J 三者的散熱速度都相當快。

圖 6-2-1 圖 6-2-2 圖 6-2-3 在外加空氣流動下探討開窗位置與散熱的關係：上下窗戶不同夾角之比較

(三)【實驗六-3】 探討在外加空氣流動下開窗位置與散熱速度的關係：水平與垂直流動

1.實驗目的：探討在外加空氣流動下開窗位置與散熱速度的關係：水平與垂直流動

2.實驗結果：

(1)在吹風狀態下，有開天窗的 K 鋁罐散熱速度明顯快於無天窗的 E 鋁罐

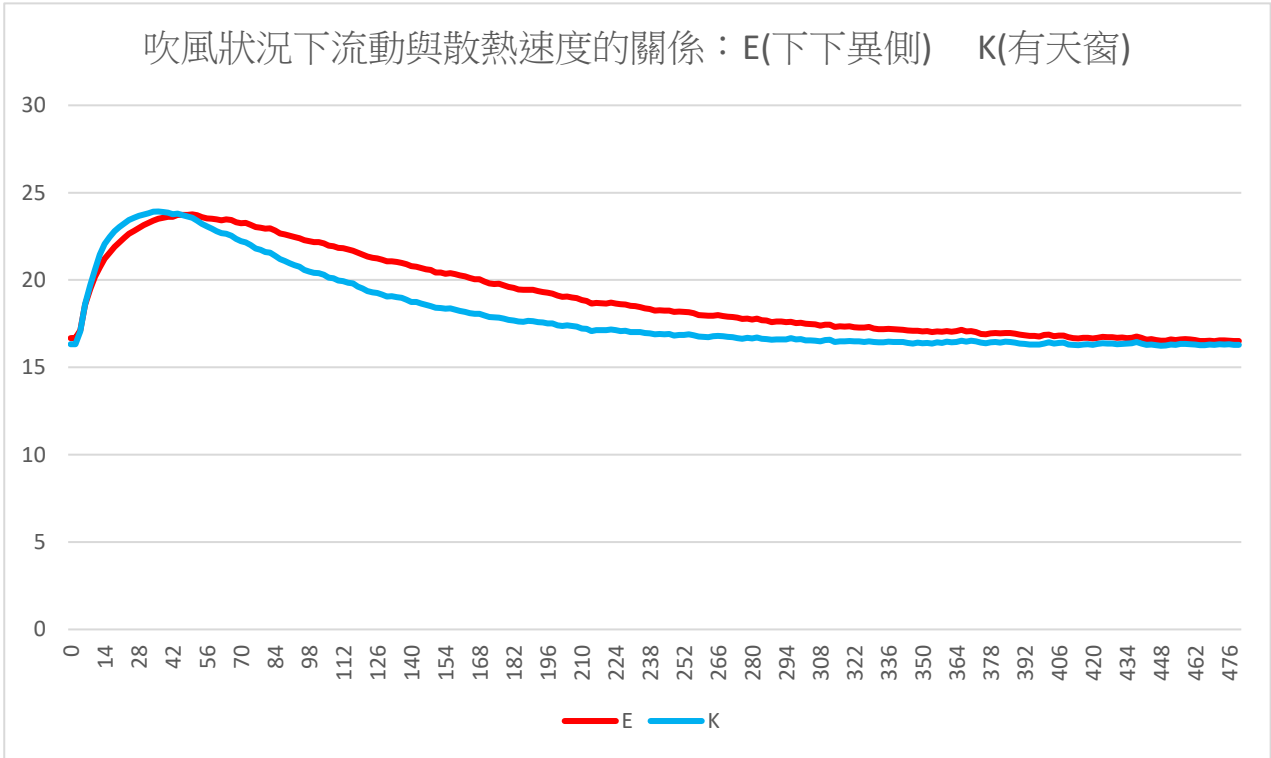



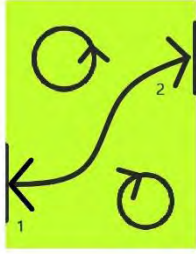

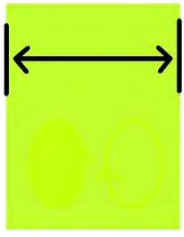
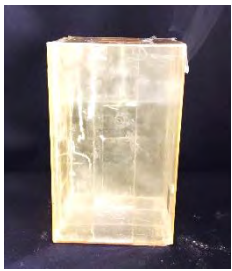
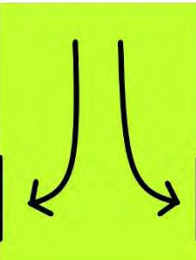



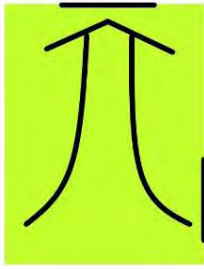
圖 6-3 在外加空氣流動下開窗位置與散熱速度的關係：水平與垂直流動

七、以線香煙霧在自製模型裡的流動了解真實空氣流動狀況。

(一)實驗目的：以線香煙霧在自製模型裡的流動模擬真實空氣流動

(二)實驗結果：

表 7-1 以線香煙霧在自製模型裡的流動模擬真實空氣流動

鋁罐	實際照片	模擬圖	鋁罐	實際照片	模擬圖
B 鋁罐			C 鋁罐		
E 鋁罐			F 鋁罐		
K 鋁罐			/		

1. 就 B(上下異側)模型的空氣流動而言，我們可以明顯看到當兩邊窗戶同時打開時，對開的上下兩窗戶之間有一股氣流將雙方連通，而煙霧起初大量的從下方窗戶散出，過一段時間再從上方窗戶流出。在兩側未開窗的角落會觀察到區域性的對流現象。
2. 就 C(上上異側)模型的空氣流動而言，我們發現在兩側都是上方的窗戶之情況下，很容易使的下方的煙霧不易流出。
3. 就 E(下下異側)模型的空氣流動而言，我們發現同樣是開兩側等高度的窗，開在下方效果明顯比兩窗都在上方來的好。

4. 就F(上下同側) 模型的空氣流動而言，我們發現煙霧起初大量的從下方窗戶散出，而過一段時間再從上方窗戶流出。
5. 就K(開天窗與下方) 模型的空氣流動而言，我們發現煙霧基本上幾乎都從上方的天窗流出，且整體而言煙霧消散的速度比其他來的快很多。

陸、討論

一、探討開窗與否與鐵皮屋散熱速度的關係。

根據實驗數據，我們可以看到 A(有開窗)散熱速率比 G(沒開窗)快得多，且 G(沒開窗)的最高溫度為攝氏 42.4 度，反觀 A(有開窗)的最高溫度只在攝氏 33.2 度。由此可知，開窗與否不僅對散熱快慢有影響，對室內環境到達的環境最高溫也有明顯的差異，因此裝設窗戶是有必要的事。

二、探討開窗總面積與鐵皮屋散熱速度的關係。

由實驗可知，開窗面積與散熱速度雖呈正相關，但並非正比。關於散熱速度與面積根據實驗數據，2%和 4%之間效果差異不大、6%和 8%之間效果差異也不大，但我們發現 8%與 6%散熱速度快於 2%及 4%。我們推測結果會呈正相關但不成正比的原因可以參考實驗三-6，相同面積的窗戶，直向散熱效果較橫向來的佳，而在窗戶面積增加時，同時增加的包含水平長度差與垂直高低差，我們推測由於同時改變了兩個變因所致。

三、探討開窗位置與鐵皮屋散熱速度的關係。

(一) 根據實驗三-1，我們可以發現 C 鋁罐(上上對開)和 D 鋁罐(上方窗戶開同側)的兩種模型，其散熱曲線近乎重疊，故我們推測若是把窗戶開在相同高度（不論其方向如何），散熱效果皆不彰。

(二) 根據實驗三-2，我們可以發現上上對開的模型最高溫度比上下對開高出約攝氏一度，且散熱曲線顯示上下對開的模型比上上對開更容易散熱，此結果更加應證了實驗三-1 的推斷。

(三) 根據實驗三-3，我們可以發現窗戶一個開在上一個開在下方，當兩者夾角不同時，結果也會有差異。數據顯示，兩窗戶開在對側的模型散熱比上下夾直角的快，又比兩窗戶開在同側的來的快。而上下夾直角的模型散熱速度比上下同側(夾角零度)來的快。我們推測散熱效果佳的原因在於斜向流動不只含有垂直接流動也有水平流動，因此上

下窗戶的夾角越大、空氣進出鋁罐並擾動空間內的範圍越大，散熱效果越好，而在實驗七-1 中我們藉由觀察模型也確實觀察到了這個現象。

(四) 根據實驗三-4，我們可以發現 E 鋁罐(兩窗戶都開在下方)以及 K 鋁罐(一個窗戶開在下方，還有一個等面積的天窗)的實驗中，有天窗者散熱效果比沒天窗者好，我們推測若兩個窗戶都在相同高度就只能引起效果普通的水平流動，但開了天窗不僅增加兩窗戶間的高度差，又可以使罐子中熱空氣上升，快速散熱。

(五) 根據實驗三-5，我們可以發現上下同側的模型散熱效果比上上異側來的好，正因為這項結果，我們可以得知垂直接動更有助於散熱。

(六) 根據實驗三-6，我們可以發現相同面積的窗戶開直向與橫向，直向的窗戶散熱效果比橫向窗戶來的好。這個實驗結果和我們預測的沒有太大差異，我們可以得知垂直接動更有助於散熱。

四、探討外加空氣流動速度與鐵皮屋散熱速度的關係。

根據實驗結果，我們可以得知在外加流動空氣風速為 2m/s 時，散熱效果比 1m/s 來得好。因此我們可以推測外加空氣流動速度與鐵皮屋散熱速度呈正相關。

五、探討不同空氣流動方向與鐵皮屋散熱速度的關係。

根據實驗結果，我們發現外加流動空氣越正向窗戶所開的方向(空氣流動方向與窗面垂直)，則散熱速度越快。而我們推測當流動空氣越正向窗戶所開方向，越容易擾動鋁罐內部氣體，因此散熱效果較佳。

六、探討在外加空氣流動下開窗位置與鐵皮屋散熱速度的關係。

(一) 根據實驗六-1，我們可以發現原先散熱曲線幾乎相同的 C (上上異側) 和 D (上上同側) 模型，在有外加空氣流動下，散熱效果出現了變化，其中 C 的曲線斜率明顯變陡，由此可知他的散熱速度變快。我們推測是因為有風從前面的窗戶將熱空氣向後帶，進而從後方窗戶散出，因此熱量散失的速度就增加了。

(二) 根據實驗六-2，我們可以發現有上下兩窗戶且外加空氣流動的條件下，可看出窗戶夾角為 180 度的散熱效果比夾角為 90 度來的好，其中兩者最高溫度溫差攝氏兩到三度的原因我們認為是窗戶順著風的流向把熱能帶走，它的散熱效率也因此變好。但事實上，窗戶在同側和異側的效果其實差異不大，開在同側的 F 鋁罐散熱稍快。我們推測原因是因為在實驗中，我們的風扇對著上方的窗戶吹，而導致 B 鋁罐的熱空氣要從上方對流出去時，風造成抑制的效果，而 F 鋁罐則推測是由於上下兩面窗戶都有受風，產生較大的擾動而散熱速度較快。但將這三者的散熱速度與其他鋁罐比較後我們發現，兩者的散熱速度在我們的實驗中都算是相當快的。

(三) 根據實驗六-3，我們發現有天窗者無論是否外加流動空氣，它的效果明顯高其他。即便圖形顯示 K 鋁罐(有開天窗者)探針一開始測得的上升最高溫較高，但後續曲線斜率值明顯大於未開天窗的 E 鋁罐，因此可以知道凡是建築開了天窗，散熱效果會大幅增加。

七、以線香煙霧在自製模型裡的流動了解真實空氣流動狀況。

(一)B 鋁罐：在實驗一到六中，我們發現 B 鋁罐(上下對側)是僅次於開天窗外散熱效果最好的鋁罐，而在我們觀察模型影片時發現 B 鋁罐煙的消散速度較快確實是因為 B 鋁罐的斜向流動，而我們也發現在 B 鋁罐無開窗的兩個角落會產生局部在鋁罐內的對流，使模型內的煙霧更容易散出。

(二)C 鋁罐：在模型模擬實驗中發現，C 鋁罐會出現白煙沉在模型下方的狀況，我們推測是因為白煙分子重於一般空氣分子，導致白煙難以從上方窗戶逸散。

(三)E 鋁罐：在模型模擬實驗中 E 鋁罐的煙霧逸散速度明顯快於 C 鋁罐，推測也是因為白煙重量的差異才導致 E 鋁罐模型煙霧逸散速度較快。

(四)F 鋁罐：在 F 鋁罐模型我們發現煙霧有會先從下方流出，再從上方窗戶流出的現象(B 鋁罐模型也有類似現象)，我們推測是實驗開始時較重的白煙沉在下方，受到重力影響，一開始煙霧先從下方流出，而後段時期熱垂直接流動增強後則較由熱對流主導模型中的流動，才導致有先下後上的對流現象。

(五)K 鋁罐：在有天窗的模型模擬實驗中，我們發現天窗的煙霧散逸速度依然是所有開窗方式中最強的，推測應該是天窗能造成最大強度的熱對流。

(六)然而本實驗由於較重的煙霧粒子受重力影響顯著，導致在實驗一開始時，會和鋁罐實驗不相符。

八、小結

我們統整實驗一到六的數據，找出在固定開窗面積下最能散熱的開窗方式。

綜合以上六項實驗，我們可以分成兩種情況討論：

其一，住在風較不強的地區。

在相同開窗面積下，加開天窗的建築散熱效果比其他建築來的好很多，但現實生活中不是每種建築都適合加裝天窗，因此窗戶開在一上一下(如 F 鋁罐)的效果也會比在相同水平高度的窗戶來的好。一般房屋窗戶通常開在相同高度，但經由本實驗可得知，開在不同高度的散熱效果更佳。

其二，住在風勁強的地區。

在相同開窗面積下，其實就沒有加蓋天窗的必要，因為只要窗戶有高低差，流動效果就不錯，不過在蓋房子前，最好先勘查自家長年面對的風向，而將窗戶開在面對以及背對風吹的方向，如此一來散熱效果會更好。

柒、結論

一、探討開窗與否與鐵皮屋散熱速度的關係：

有開窗的鐵皮屋散熱速率的確比沒開窗的快很多。

二、探討開窗總面積與鐵皮屋散熱速度的關係：

開窗面積與散熱效果呈正相關。

三、相同開窗面積下，探討開窗位置與鐵皮屋散熱速度的關係：

未外加空氣流動下，開窗高度有垂直差異者，散熱速度較快。

四、探討外加空氣流動速度與鐵皮屋散熱速度的關係：

外加空氣流動強度越大，散熱效果越好。

五、探討不同空氣流動方向與鐵皮屋散熱速度的關係：

外加流動空氣吹送越正向於窗戶，散熱速度越快。

六、探討在外加空氣流動下開窗位置與鐵皮屋散熱速度的關係：

(一) 原先在沒有外加空氣流動下散熱速率相當的 C 鋁罐和 D 鋁罐 (三-1)，外加空氣流動後，有水平流動者 (C 鋁罐) 散熱速度顯著增加。

(二) 只要有兩個窗戶的鋁罐，在外加空氣流動正向其中一個窗戶時，散熱效果都會明顯增加，且無明顯差異。

七、以線香煙霧在自製模型裡的流動了解真實空氣流動狀況：

(一) 在自製模型中，有垂直方向流動的鋁罐 (C、F)，會有較重的煙霧顆粒受重力影響，先從下方流出，而熱對流再造成剩餘較輕顆粒從上方流出的現象。

(二) 在自製模型中，天窗依然是煙霧最快流出的開窗方式。

八、總結：

(一) 綜合以上實驗可知，鐵皮屋之窗戶應設計在正對盛行風向的位置。

(二) 至少開設兩窗戶，且兩窗戶間有垂直高度落差，散熱效果較好。

捌、未來展望

本次研究較著重於開窗位置的影響，但在未來我希望我們能更深入的研究有關不同建築形狀，開窗形狀的部分，除此之外，我們也想研究出鐵皮屋的開窗面積上限值，如此一來便能在有限的開窗面積達到最佳散熱效果。最後，我們也希望能模擬建築物內部的構造(如房間的隔板)對散熱速度的影響。

玖、參考資料

一、熱力學練功寶典_熱的簡史

二、熱傳學的領域

http://www.me.nchu.edu.tw/lab/ICE/www/Courses/transfer/chap_1_%20%202017.pdf

三、鐵皮屋散熱很難嗎 <https://www.mobile01.com/topicdetail.php?f=360&t=1770480>

四、鐵皮屋隔熱?散熱?鐵皮屋好熱? [http://f22656519.pixnet.net/blog/post/362691029-](http://f22656519.pixnet.net/blog/post/362691029-%E9%90%B5%E7%9A%AE%E5%B1%8B%E9%9A%94%E7%86%B1%3F-%E6%95%A3%E7%86%B1%3F-%E9%90%B5%E7%9A%AE%E5%B1%8B%E5%A5%BD%E7%86%B1%3F)

[%](http://f22656519.pixnet.net/blog/post/362691029-%E9%90%B5%E7%9A%AE%E5%B1%8B%E9%9A%94%E7%86%B1%3F-%E6%95%A3%E7%86%B1%3F-%E9%90%B5%E7%9A%AE%E5%B1%8B%E5%A5%BD%E7%86%B1%3F)

[%](http://f22656519.pixnet.net/blog/post/362691029-%E9%90%B5%E7%9A%AE%E5%B1%8B%E9%9A%94%E7%86%B1%3F-%E6%95%A3%E7%86%B1%3F-%E9%90%B5%E7%9A%AE%E5%B1%8B%E5%A5%BD%E7%86%B1%3F)

[%](http://f22656519.pixnet.net/blog/post/362691029-%E9%90%B5%E7%9A%AE%E5%B1%8B%E9%9A%94%E7%86%B1%3F-%E6%95%A3%E7%86%B1%3F-%E9%90%B5%E7%9A%AE%E5%B1%8B%E5%A5%BD%E7%86%B1%3F)

五、基礎地科（上）（下）

六、圖解大氣科學

【評語】 051909

作者以實驗模擬鐵皮屋開窗數量與位置之散熱影響。實驗室將鋁罐開洞後置入烘箱內，以 120 度加熱 8 分鐘後，取出冷卻，並連續紀錄溫度，呈現冷卻速率，最後以線香煙霧在自製模型裡的流動了解真實空氣流動狀況。實驗設計尚屬合理，對數據之解釋可再求深入與精準。

- (1) 溫度隨時間降低的程度方為散熱速率，溫度之高低並非散熱速率。
- (2) 散熱速率除受空氣流動程度的控制外，亦受吸熱物質面積控制，鋁罐開洞，吸熱物質面積越少，散熱自然越快。能否區分此兩變因之影響？

摘要

每年夏天，我們常為鐵皮屋內的高溫而煩惱，因此開始著手研究開窗與鐵皮屋散熱的關係。我們利用鋁罐模擬鐵皮屋，測量鋁罐加熱後內部氣溫下降曲線，來研究在不外加空氣流動下不同開窗面積、位置的散熱快慢的差異及外加空氣流動下風的速度、角度是否影響散熱效果。我們發現若不外加流動，散熱速度在開窗面積超過總表面積的 6%時，散熱效果會明顯的提升，而影響散熱速度的程度由大至小分別是垂直接流動、斜向流動、水平流動。在外加流動的實驗中，流動越強、流動方向越正向窗戶，散熱越快。而最後我們利用觀察煙霧在箱中的流動佐證上述實驗，發現鐵皮屋之窗戶應設計在正對盛行風向的位置，且至少開設兩窗戶，兩窗戶間有垂直高度落差，散熱效果較好。

研究動機

「家有老嫗，種芭樂於鄉，建鐵皮農舍一幢。該鐵皮屋於盛夏時節燜熱難耐，汗如雨下，老嫗哀莫能助。祖母的老淚縱橫，孫女看在眼裡，疼在心底。」在地科課程中我們有學習到大氣的水平與垂直運動的成因，於是我們決定經由實驗來探討在有限的開窗面積下，鐵皮屋應如何開窗，才能有助於室內熱空氣向外流動，改善夏季時鐵皮屋內的悶熱難耐情形。

研究目的

- 一、開窗與否與鐵皮屋散熱速度的關係。
- 二、開窗總面積與鐵皮屋散熱速度的關係。
- 三、開窗位置與鐵皮屋散熱速度的關係。
- 四、加快空氣流動速度與鐵皮屋散熱速度的關係。
- 五、不同空氣流動方向與鐵皮屋散熱速度的關係。
- 六、外加空氣流動下開窗位置與散熱速度的關係。
- 七、線香煙霧在模型裡的流動了解真實空氣流動狀況。

研究架構

恨鐵不成窗-鐵皮屋開窗與散熱的關係

無外加空氣流動

以鋁罐模型模擬

以自製塑膠模型模擬

外加空氣流動

以鋁罐模型模擬

面積大小

水平流動

斜向流動

垂直接流動

水平流動

斜向流動

垂直接流動

流動強度

流動方向

水平流動

斜向流動

垂直接流動

主要研究器材

鋁罐



烤箱



自製模型



線香



Labquest2 主機



溫度探針



名詞定義



G. 無(對照組)



H. 上上異側(占總建物表面積 2%)



L. 上上異側(占建物總表面積 4%)



O. 上上異側(占總建物表面積 6%)



P. 上上異側(占總建物表面積 8%)



A. 中(占建物總表面積 4.5%)



C. 上上異側



D. 上上同側



E. 下下異側



K. 天窗



B. 上下異側



F. 上下同側



J. 上下夾 90 度



M. 直向(占建物總表面積 6%)



N. 橫向(占建物總表面積 6%)

研究結果

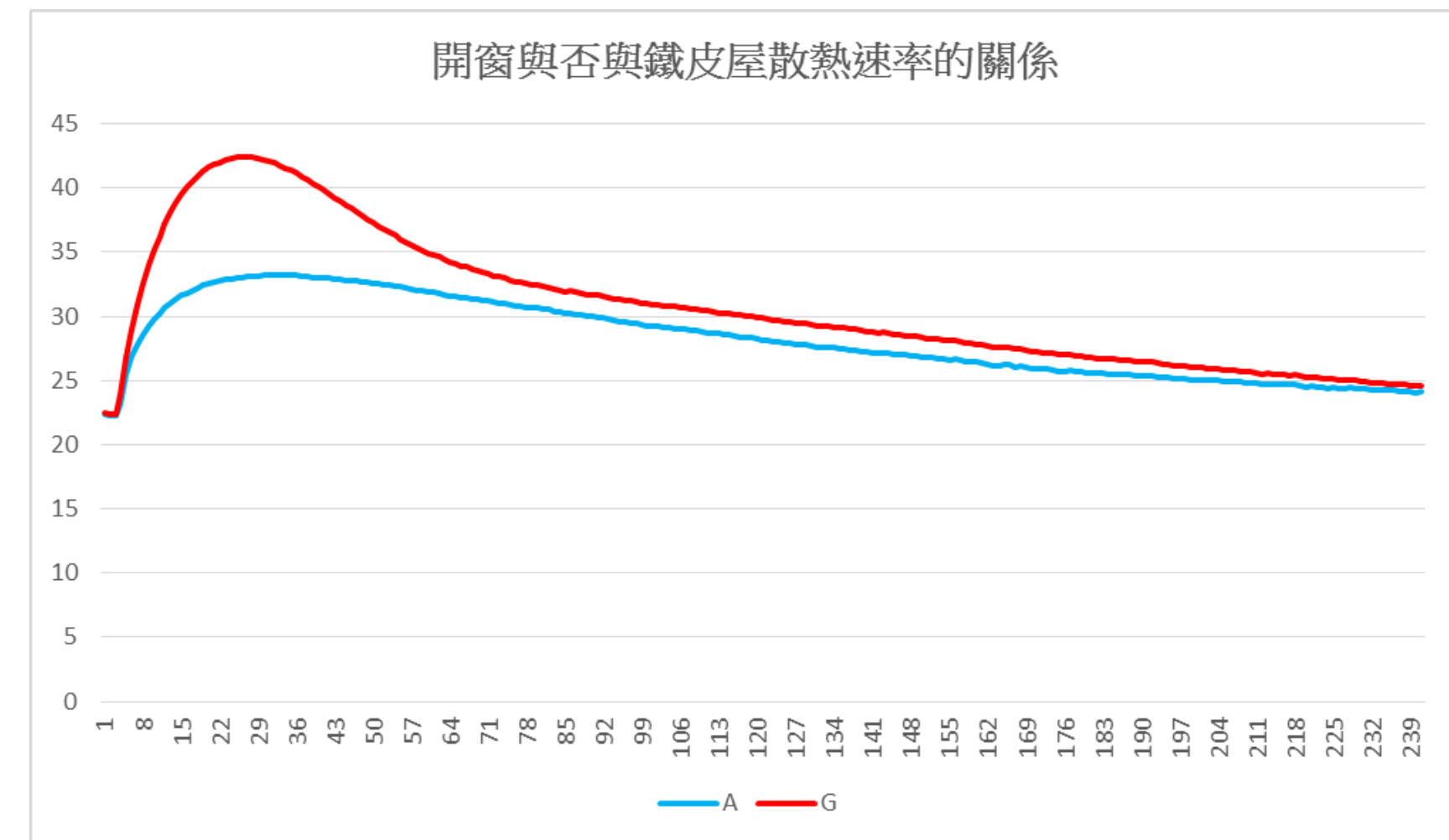


圖 1 開窗與否與鐵皮屋散熱速率的關係

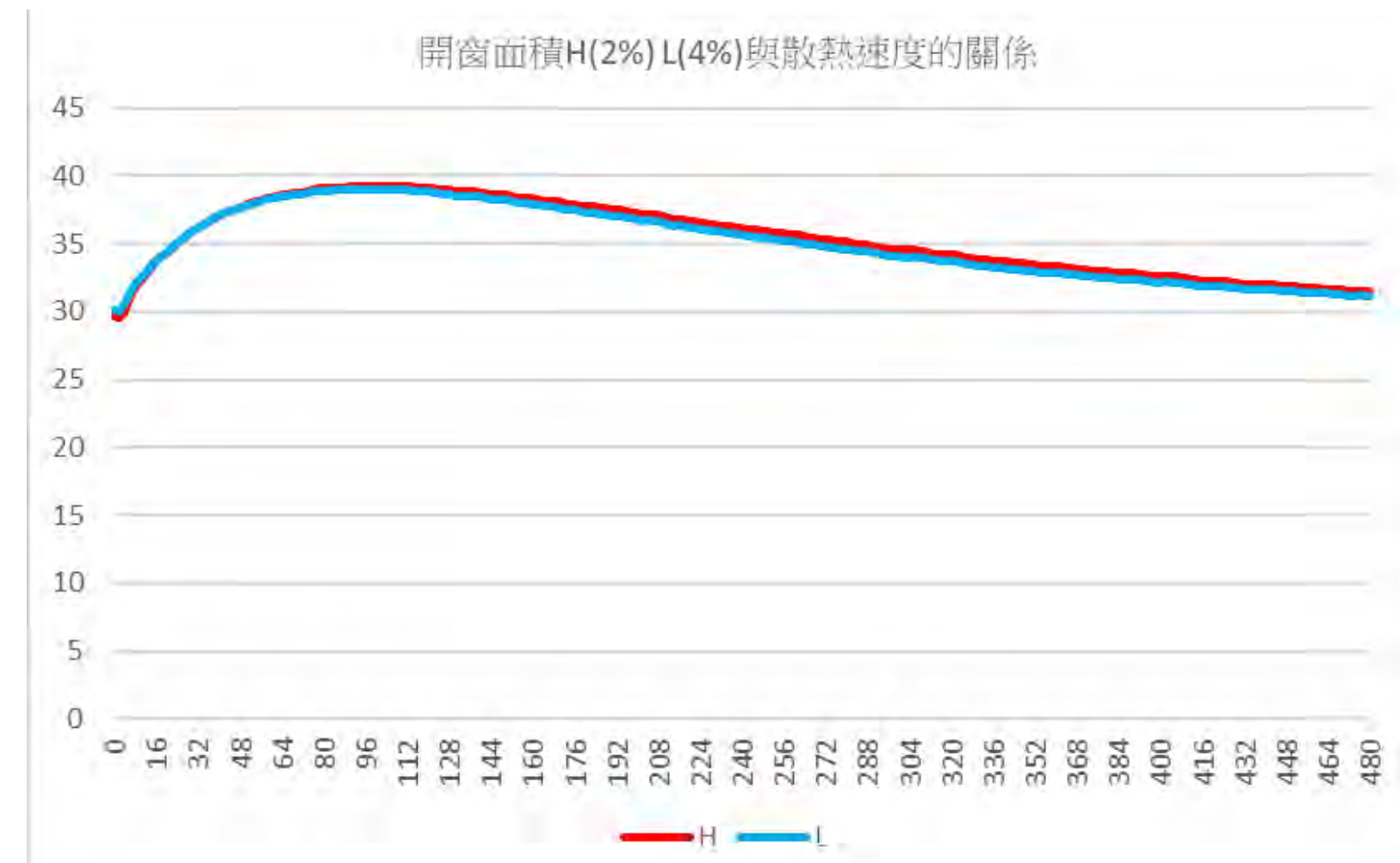


圖 2-1 開窗面積 2%、4%與散熱速率的關係

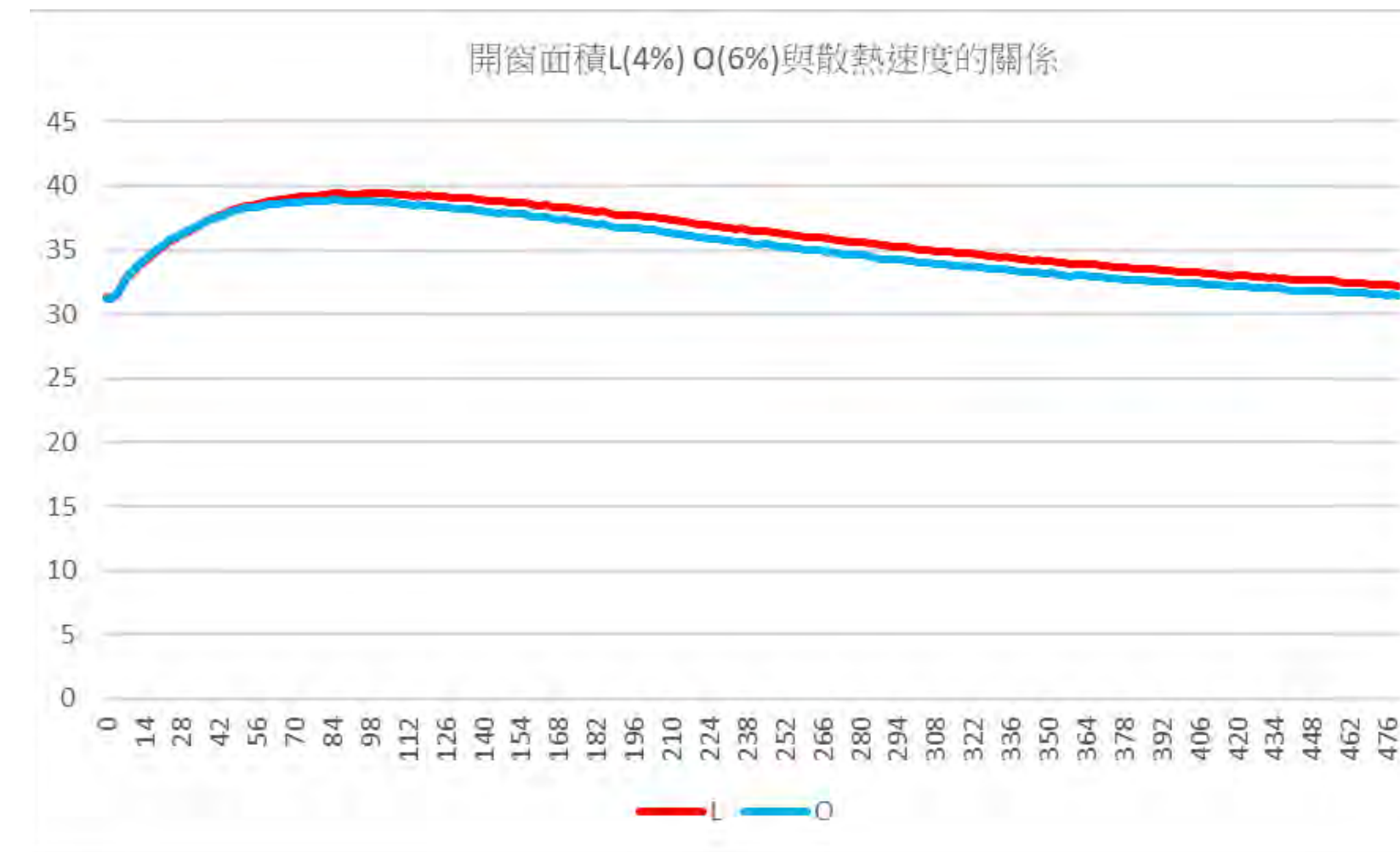


圖 2-2 開窗面積 4%、6%與散熱速率的關係

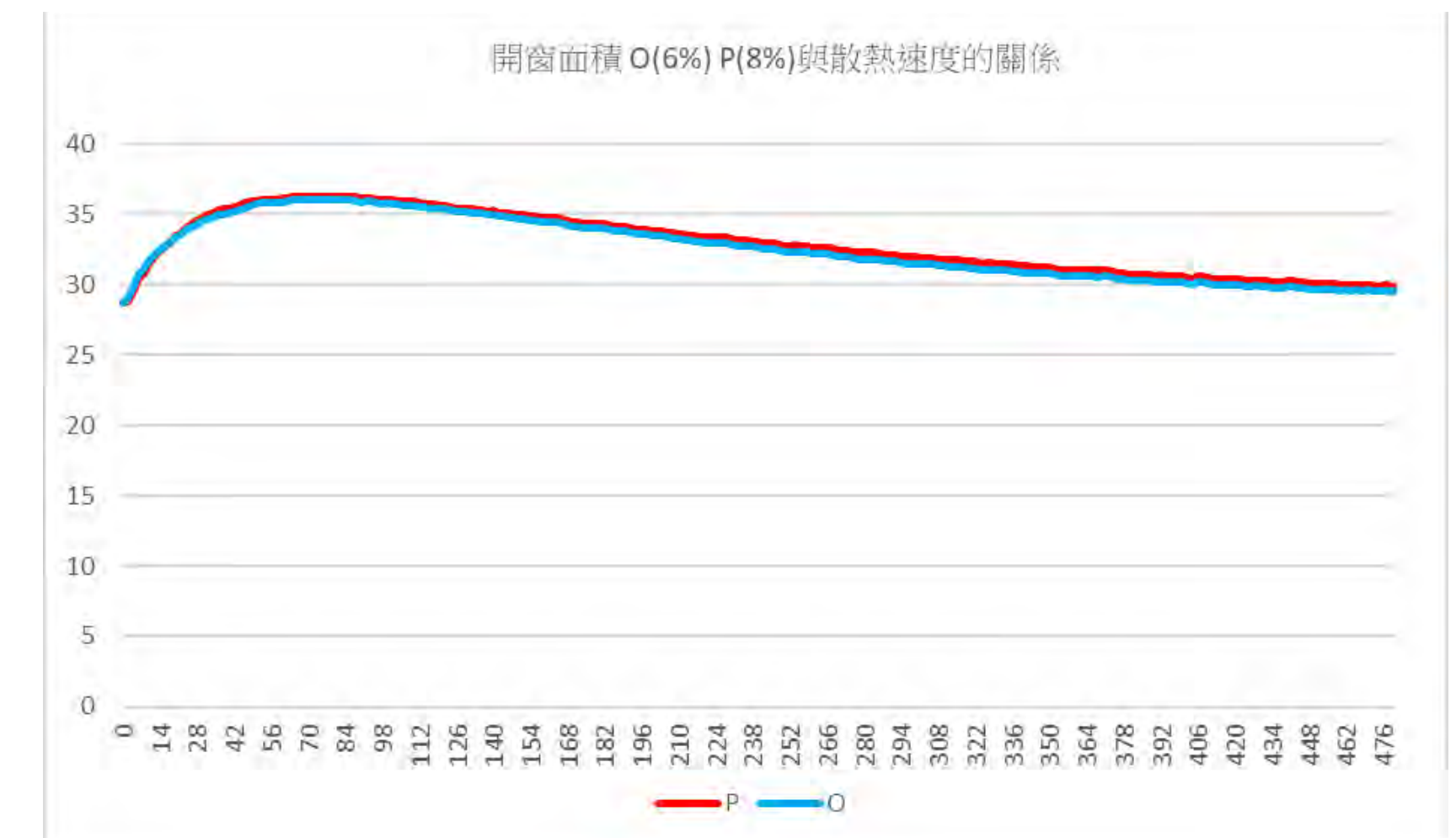


圖 2-3 開窗面積 6%、8%與散熱速率的關係

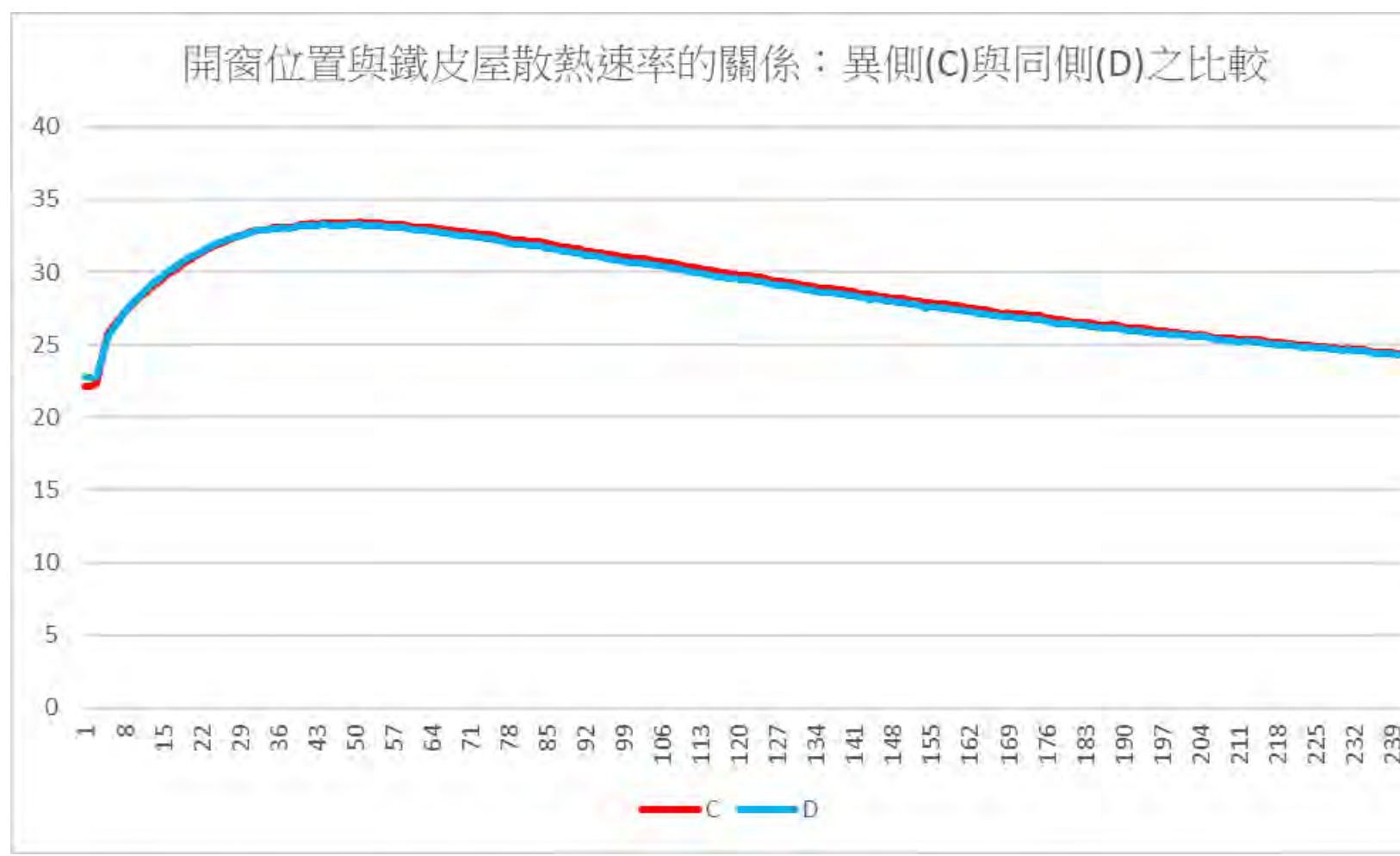


圖 3-1 開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：
異側與同側之比較

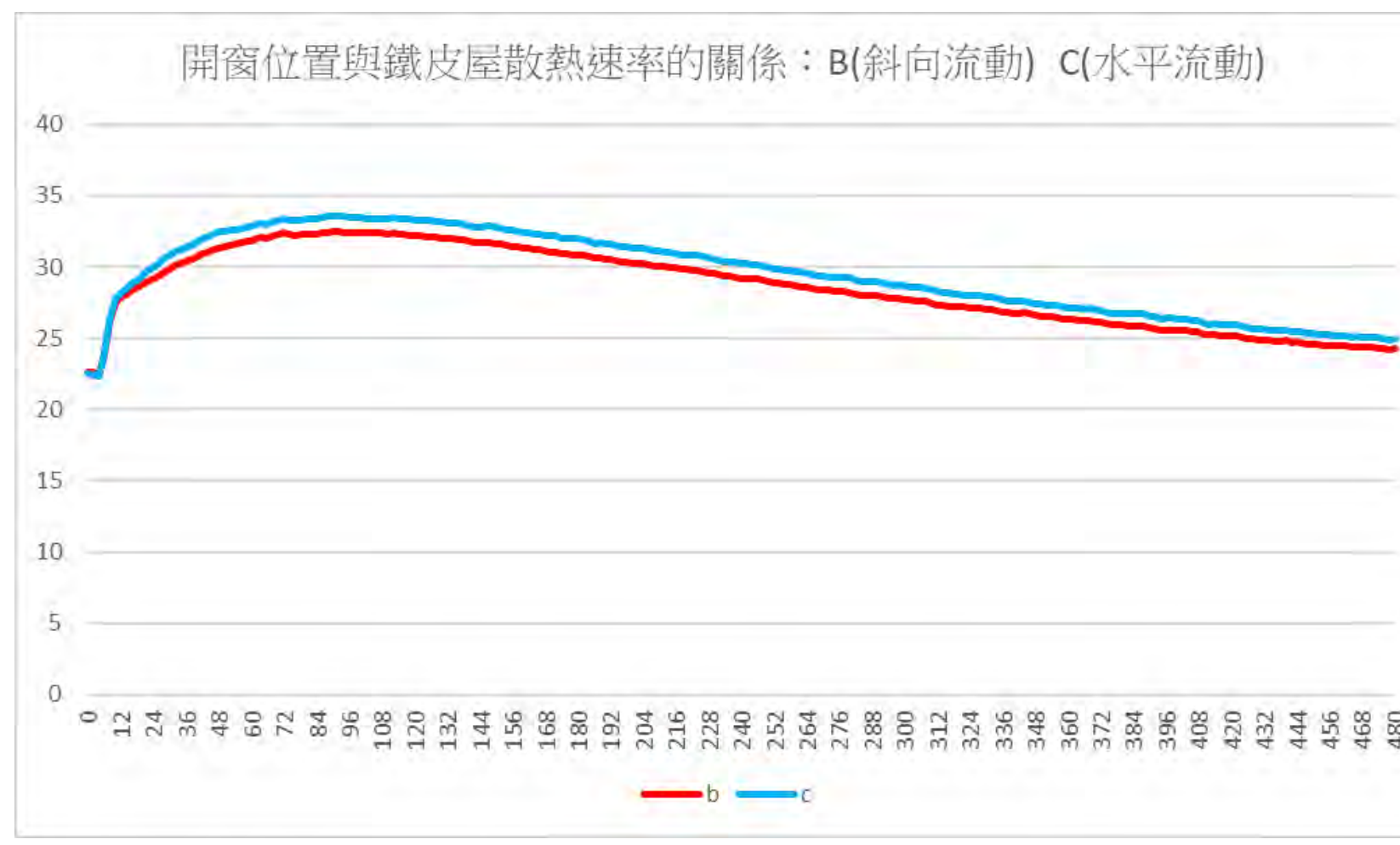


圖 3-2 開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：
斜向與水平流動之比較

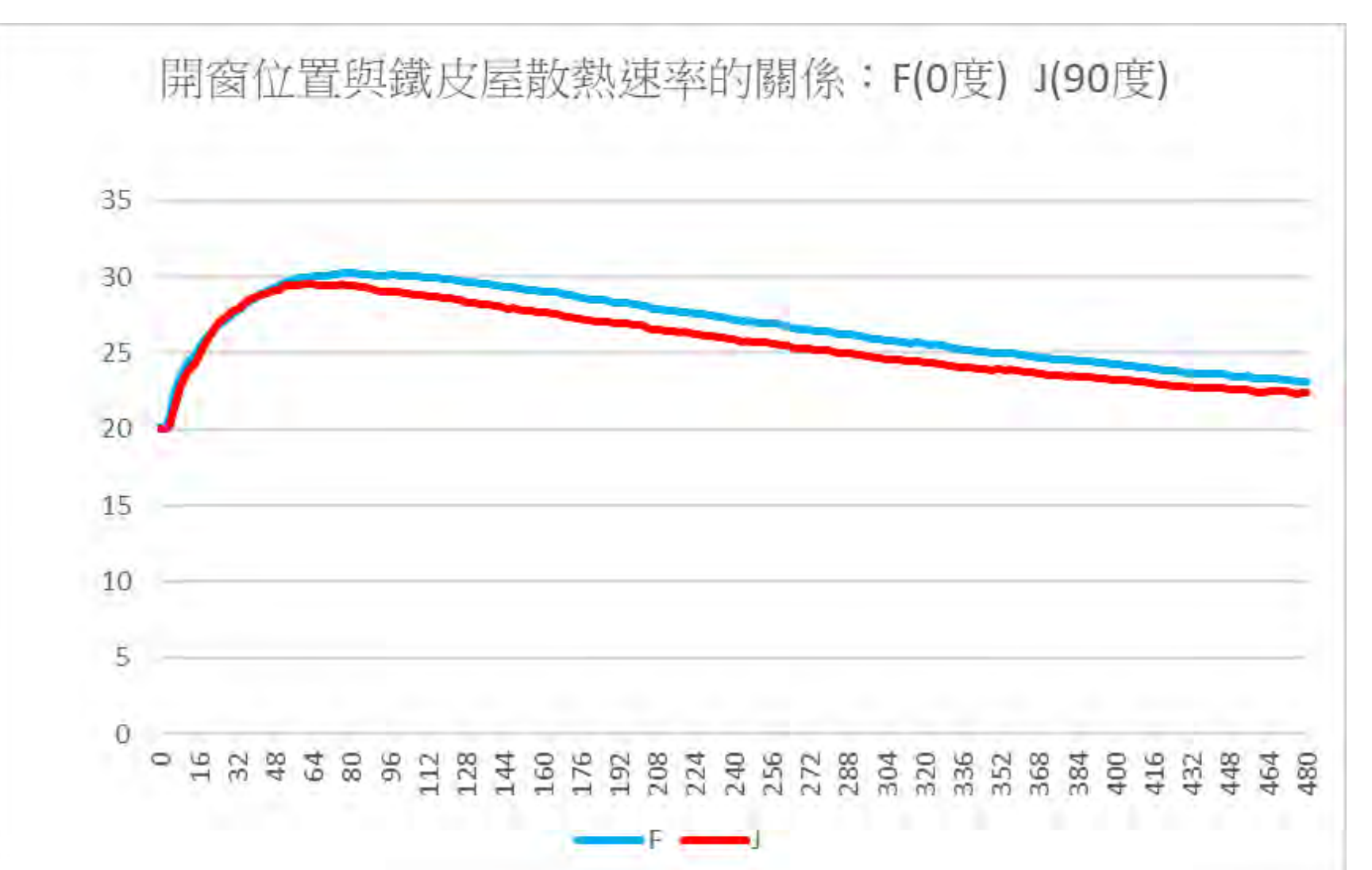


圖 3-3-1 開窗位置(上下窗戶夾角)與鐵皮屋散熱速率的關係：F(0 度) J(90 度)

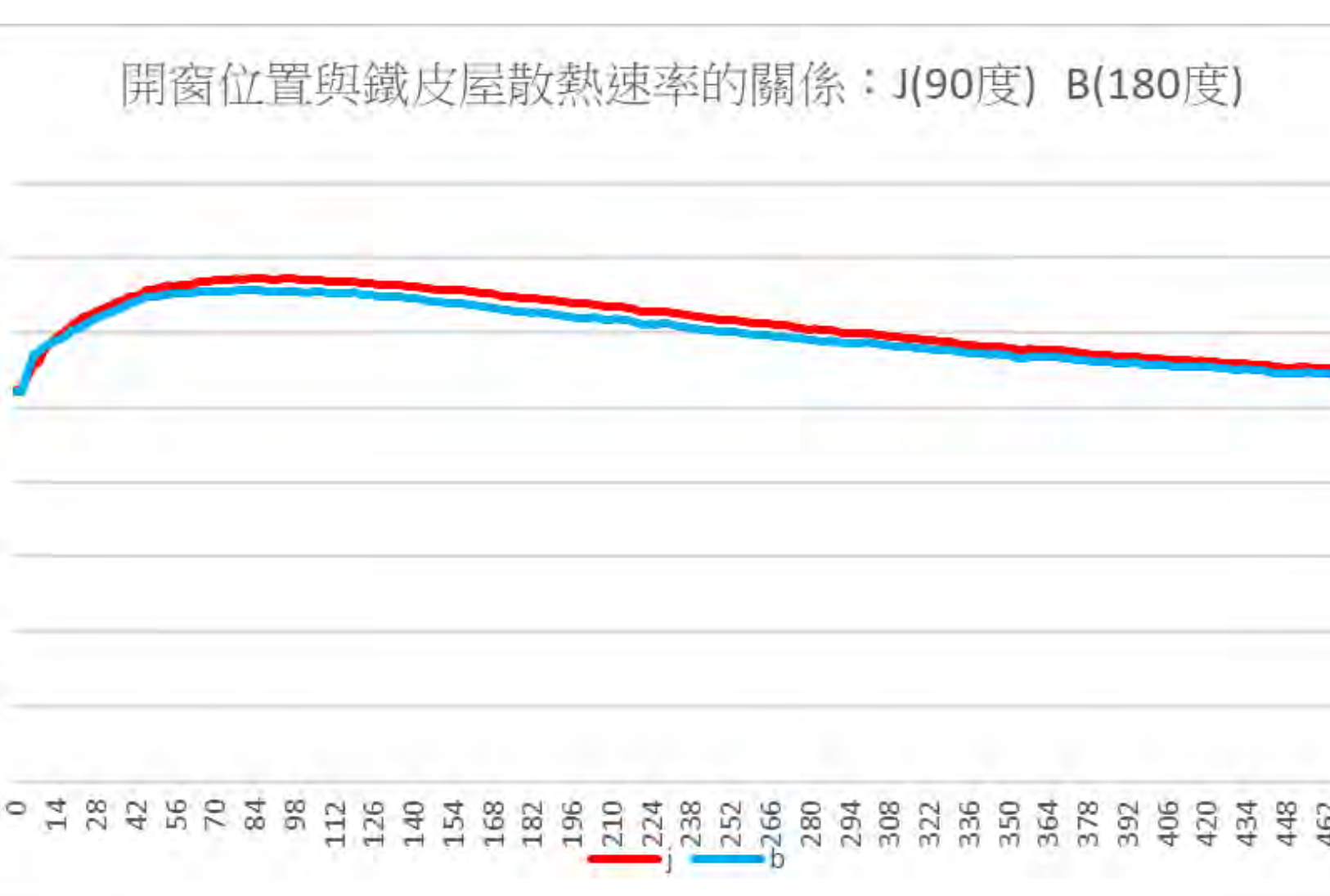


圖 3-3-2 開窗位置(上下窗戶夾角)與鐵皮屋散熱速率的關係：J(90 度) B(180 度)

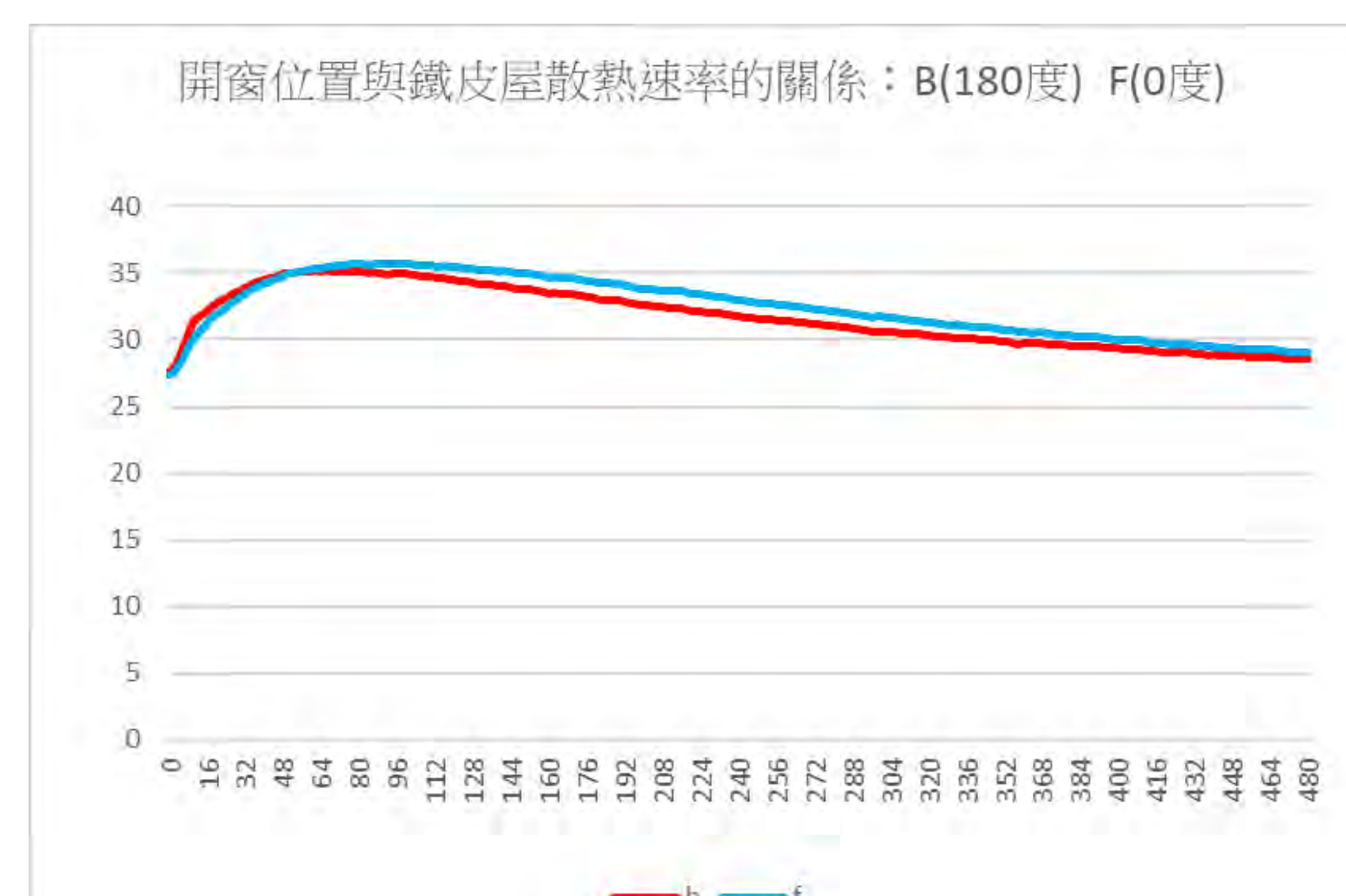


圖 3-3-3 開窗位置(上下窗戶夾角)與鐵皮屋散熱速率的關係：B(180 度) F(0 度)

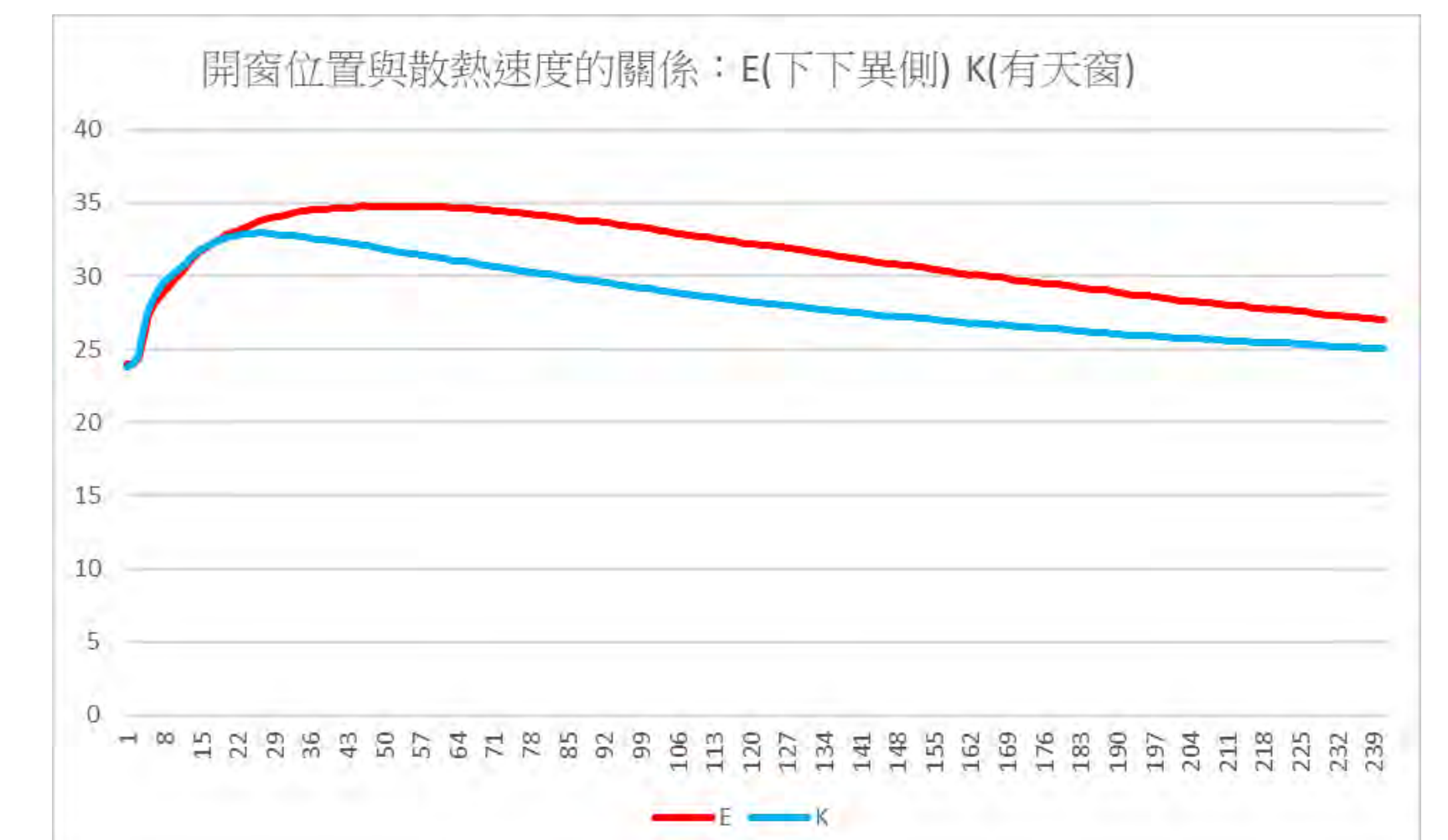


圖 3-4 開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：
水平與垂直流動之比較 1

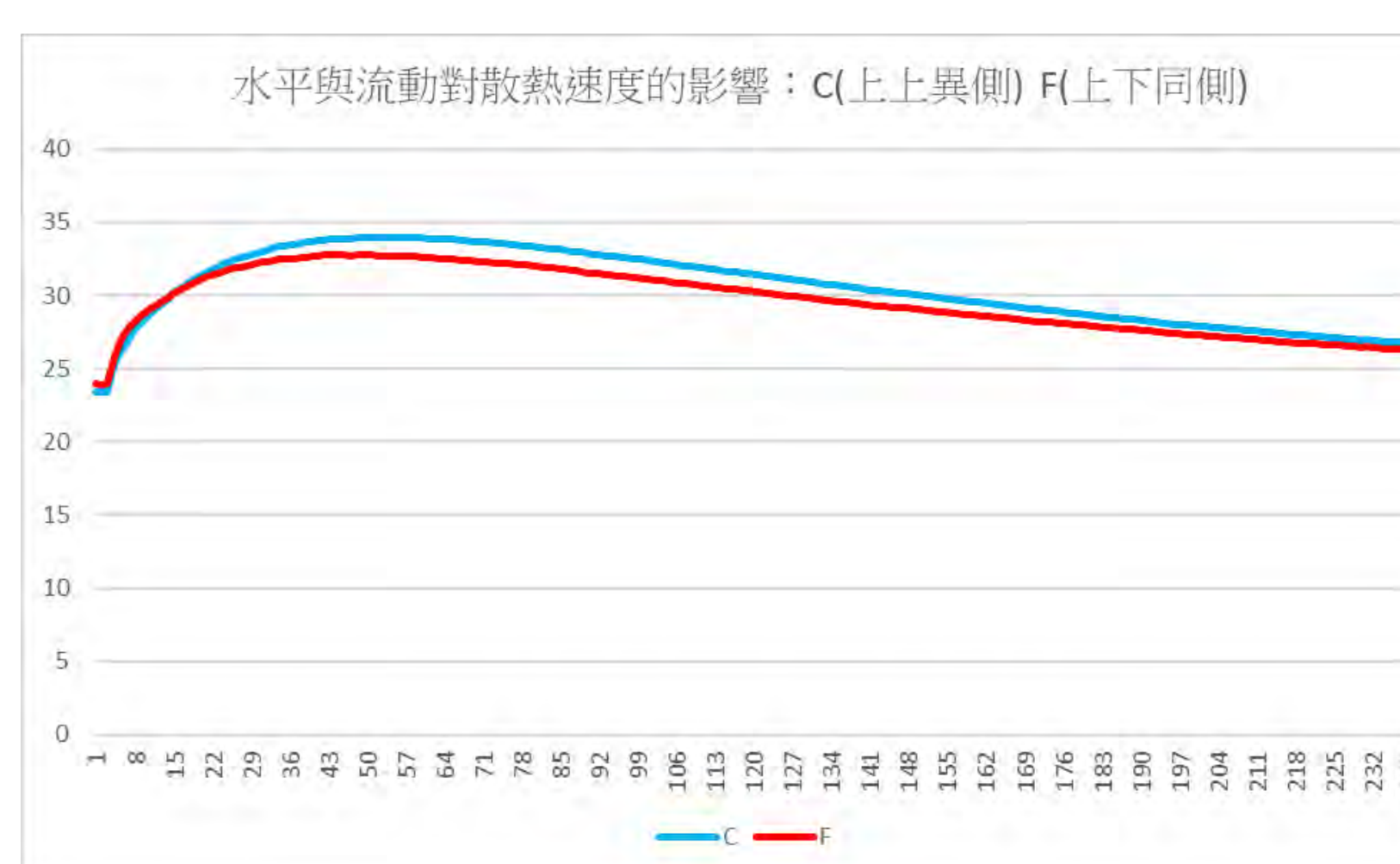


圖 3-5 開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：
水平與垂直流動之比較 2

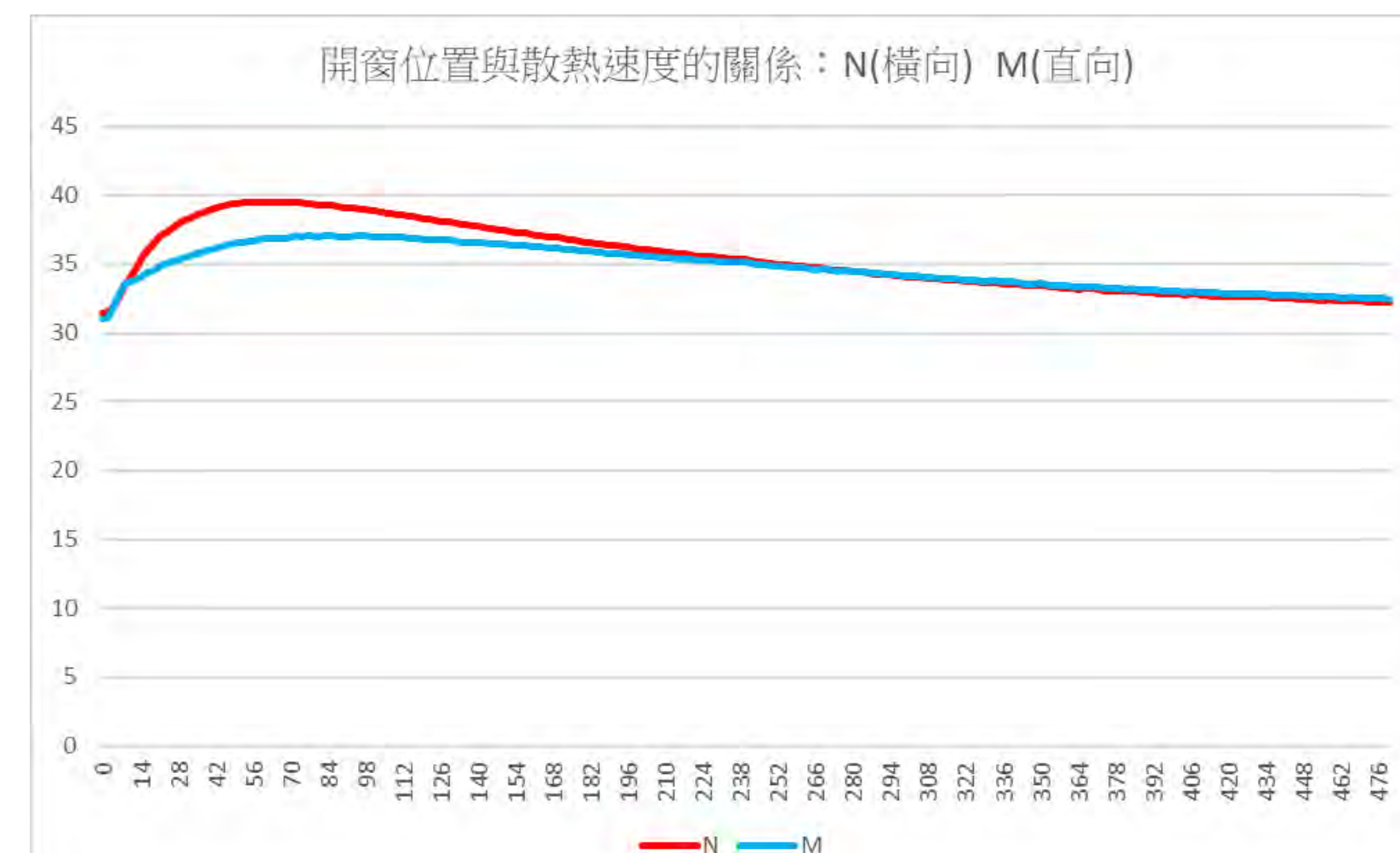


圖 3-6 開窗位置與鐵皮屋散熱速率的關係：
橫向與直向的窗戶比較

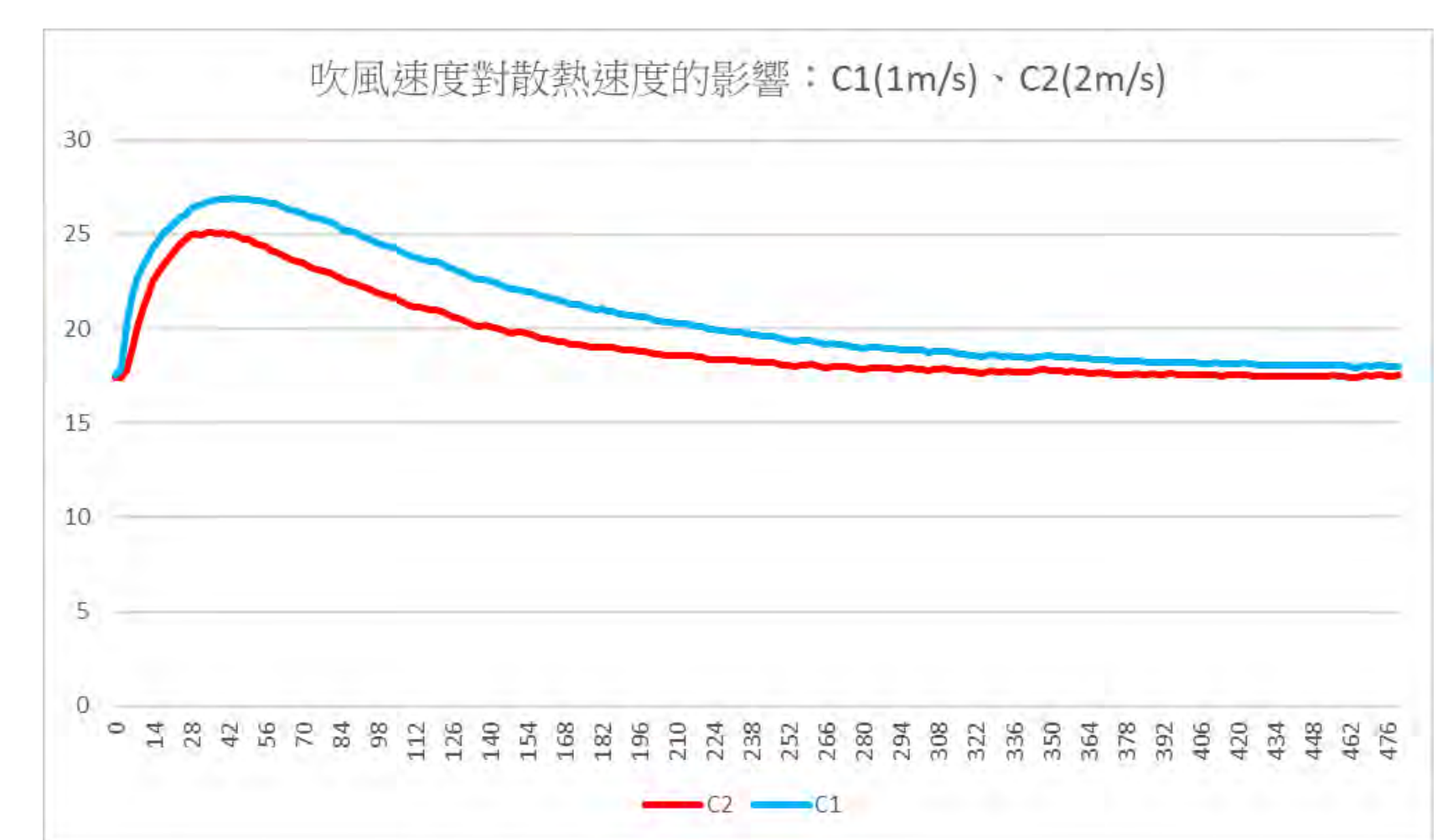


圖 4 吹風強度對散熱速率的影響(1m/s、2m/s)

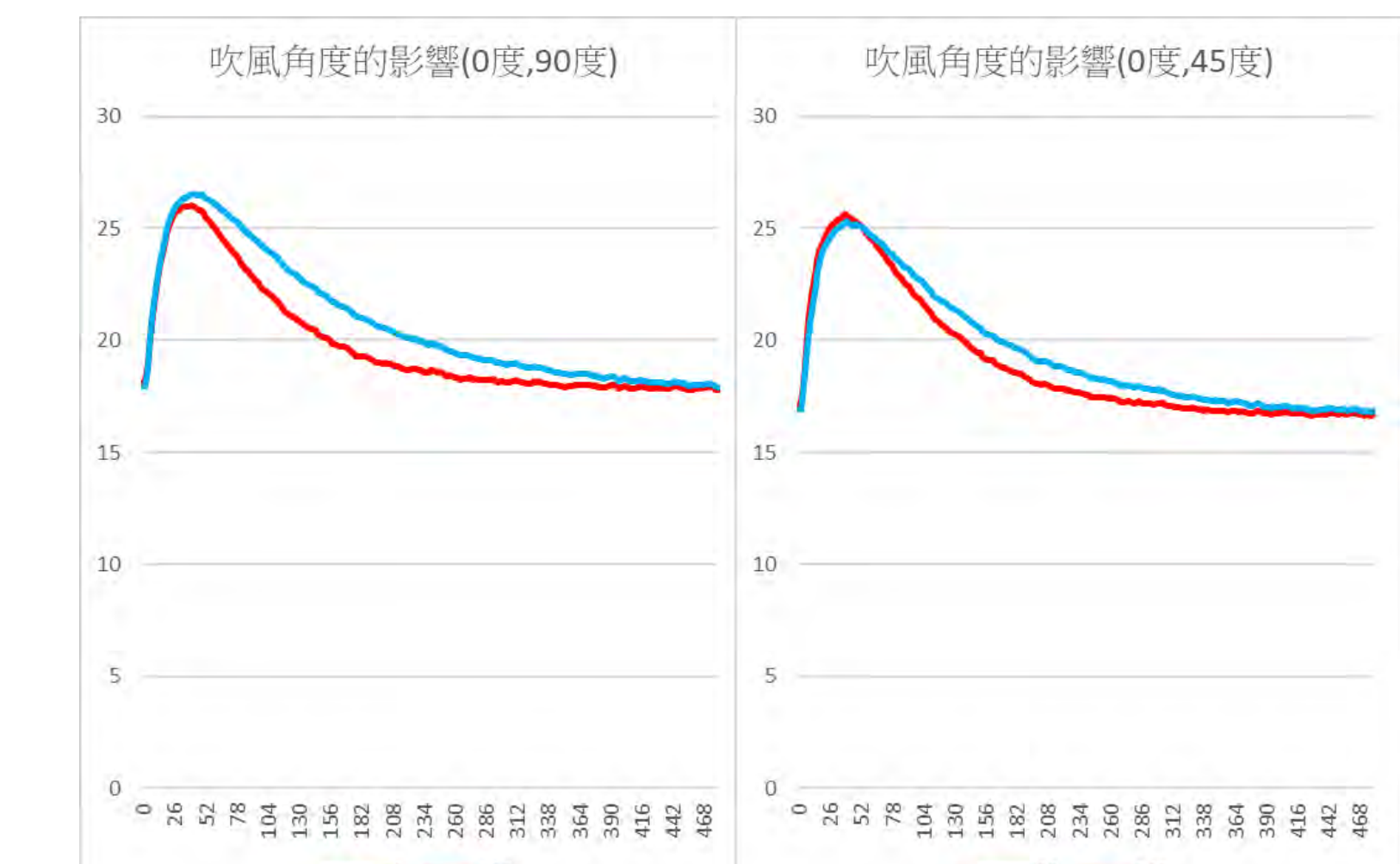


圖 5-1 吹風角度的影響(0 度 90 度)

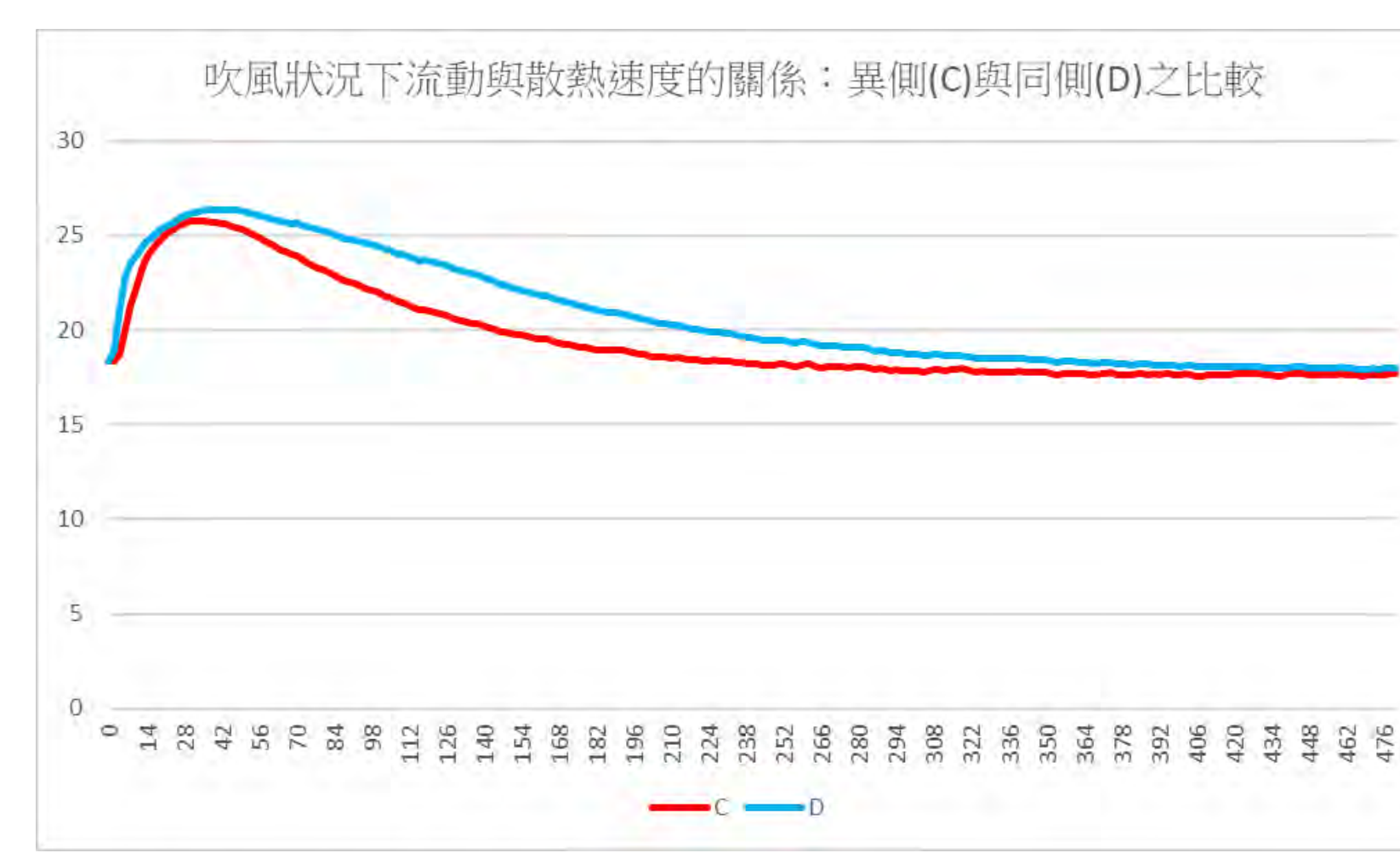


圖 5-2 吹風角度的影響(0 度, 45 度)

圖 6-1 吹風狀況下流動(水平)與散熱速率的關係

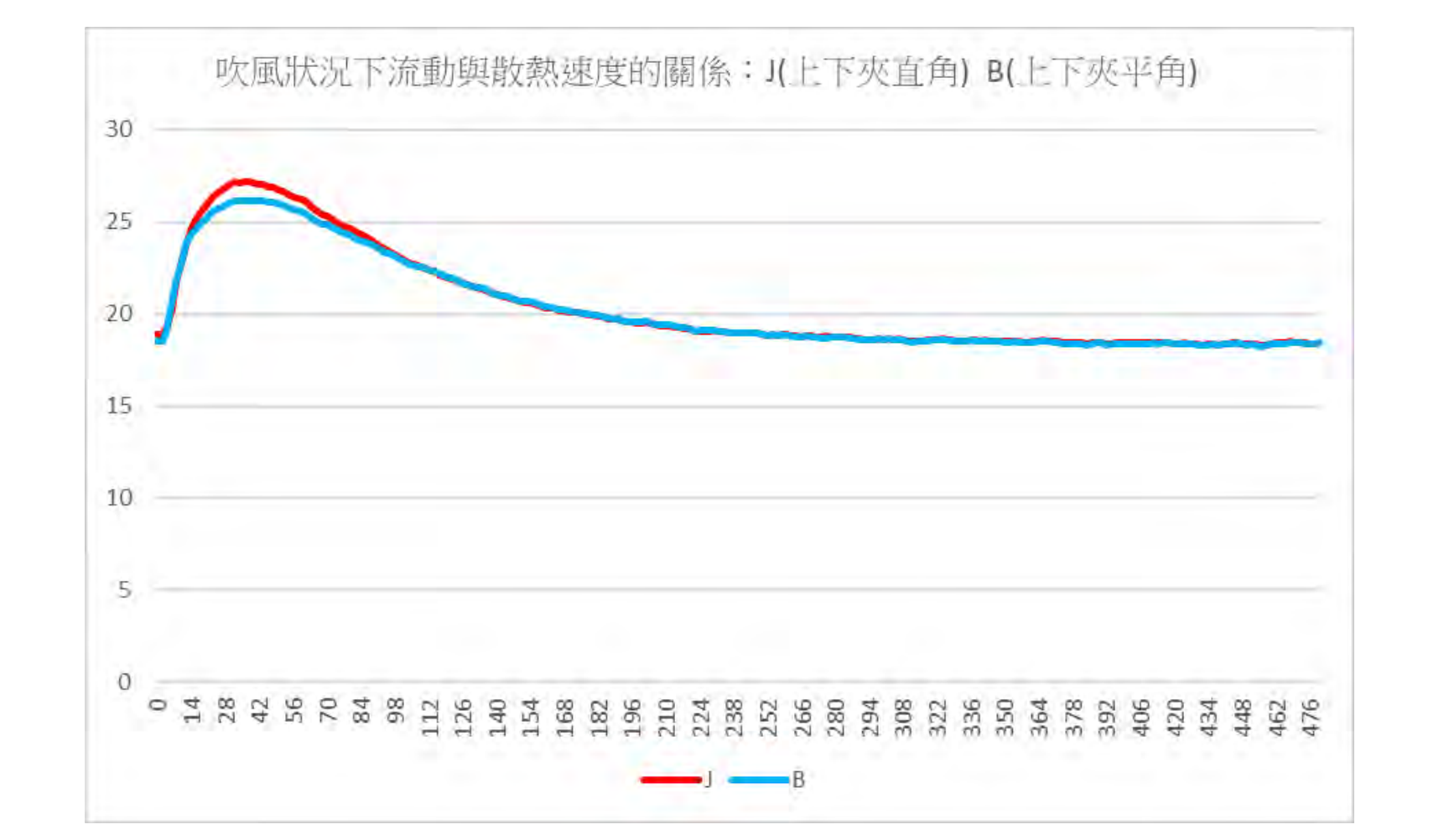


圖 6-2-1 在外加空氣流動下探討開窗位置與散熱的關係：上下窗戶不同夾角之比較

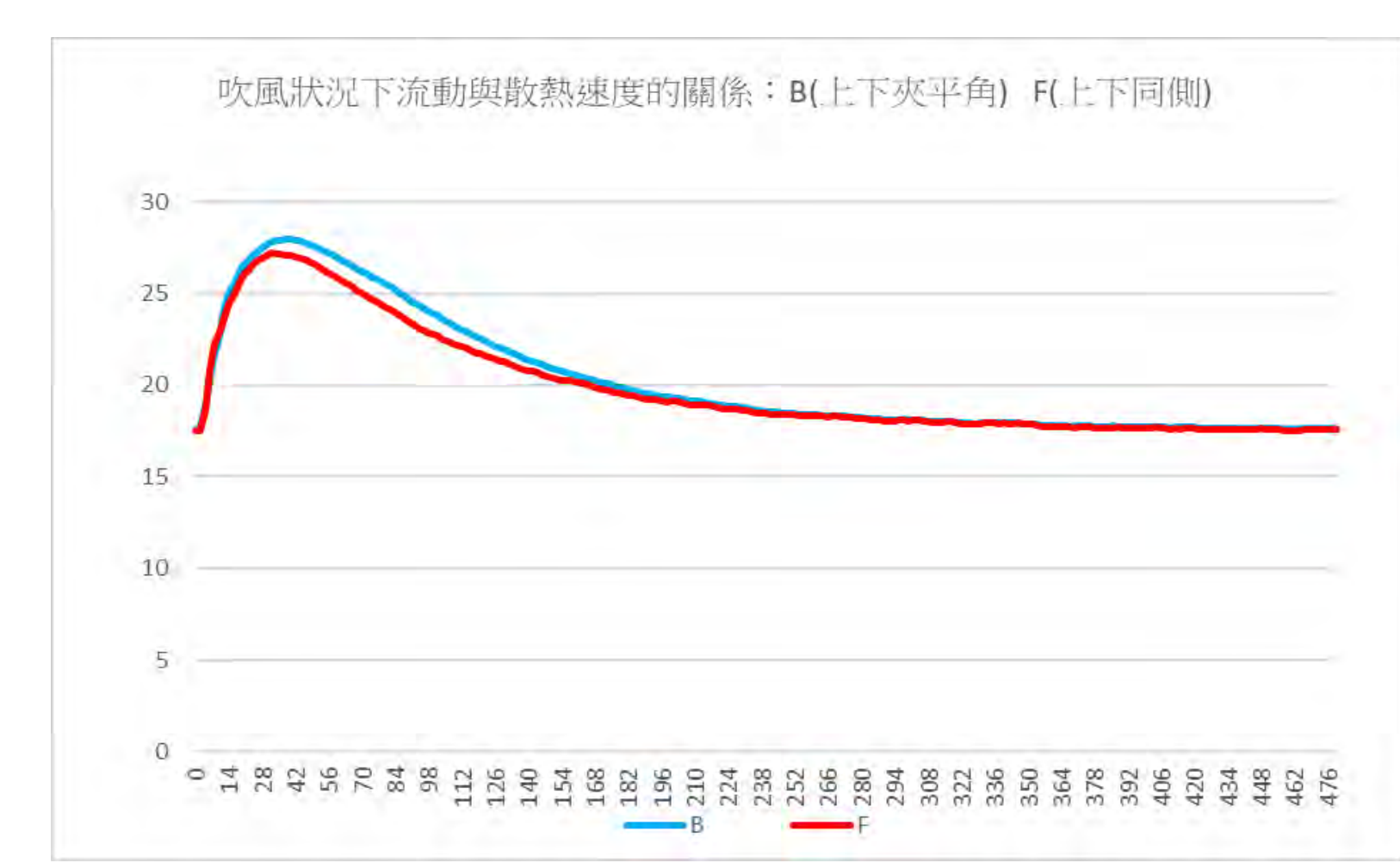


圖 6-2-2 在外加空氣流動下探討開窗位置與散熱的關係：上下窗戶不同夾角之比較

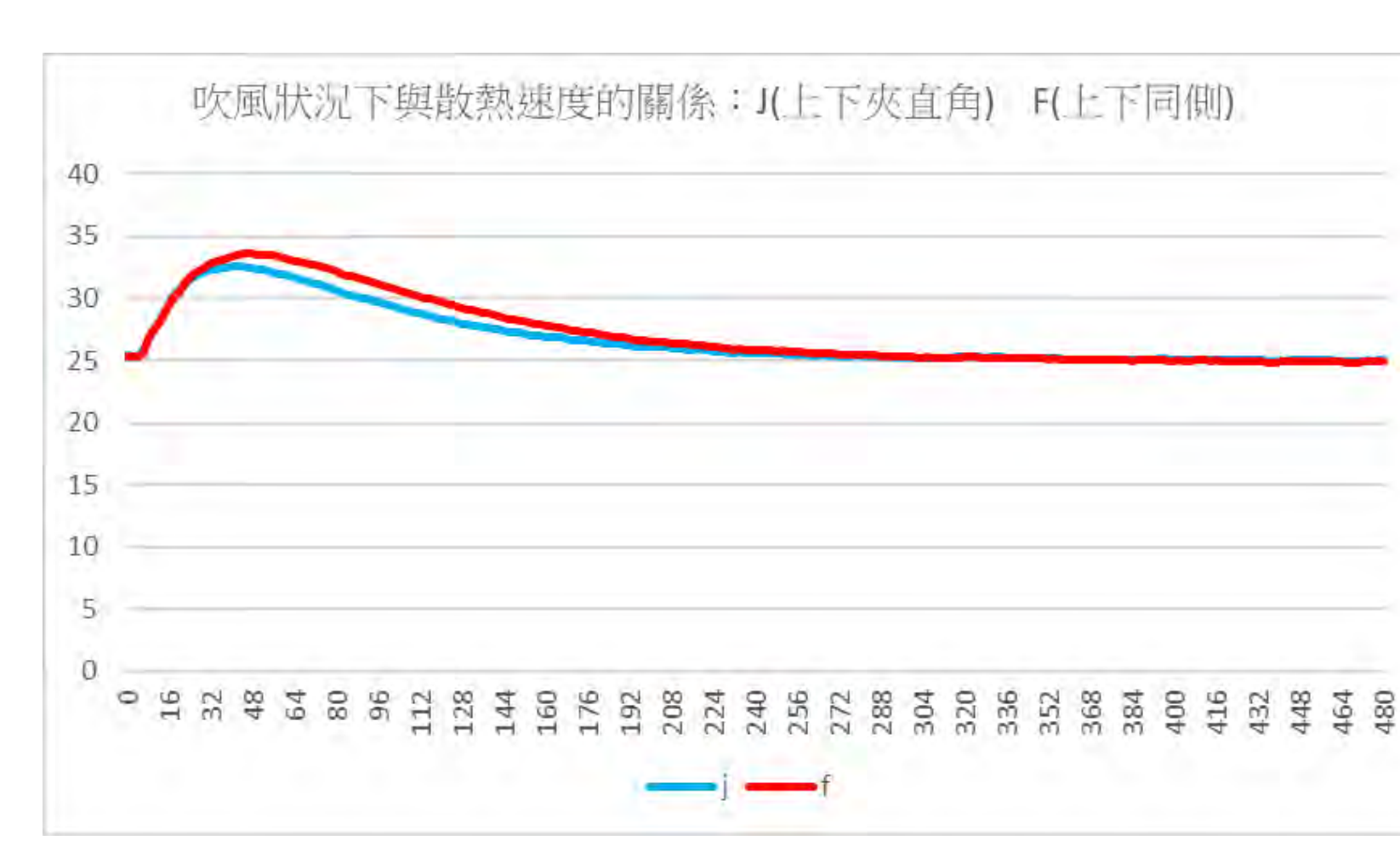


圖 6-2-3 在外加空氣流動下探討開窗位置與散熱的關係：上下窗戶不同夾角之比較

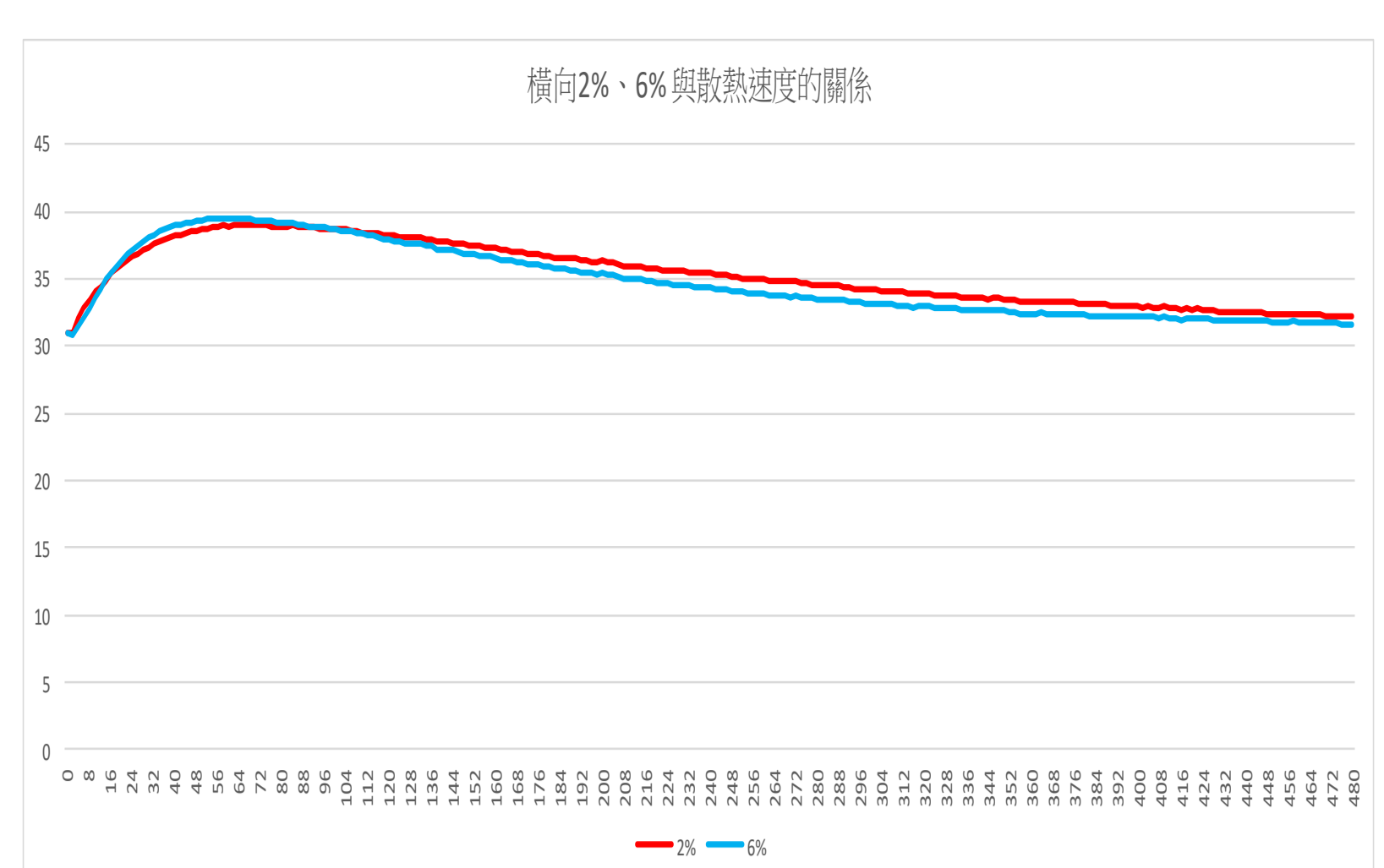
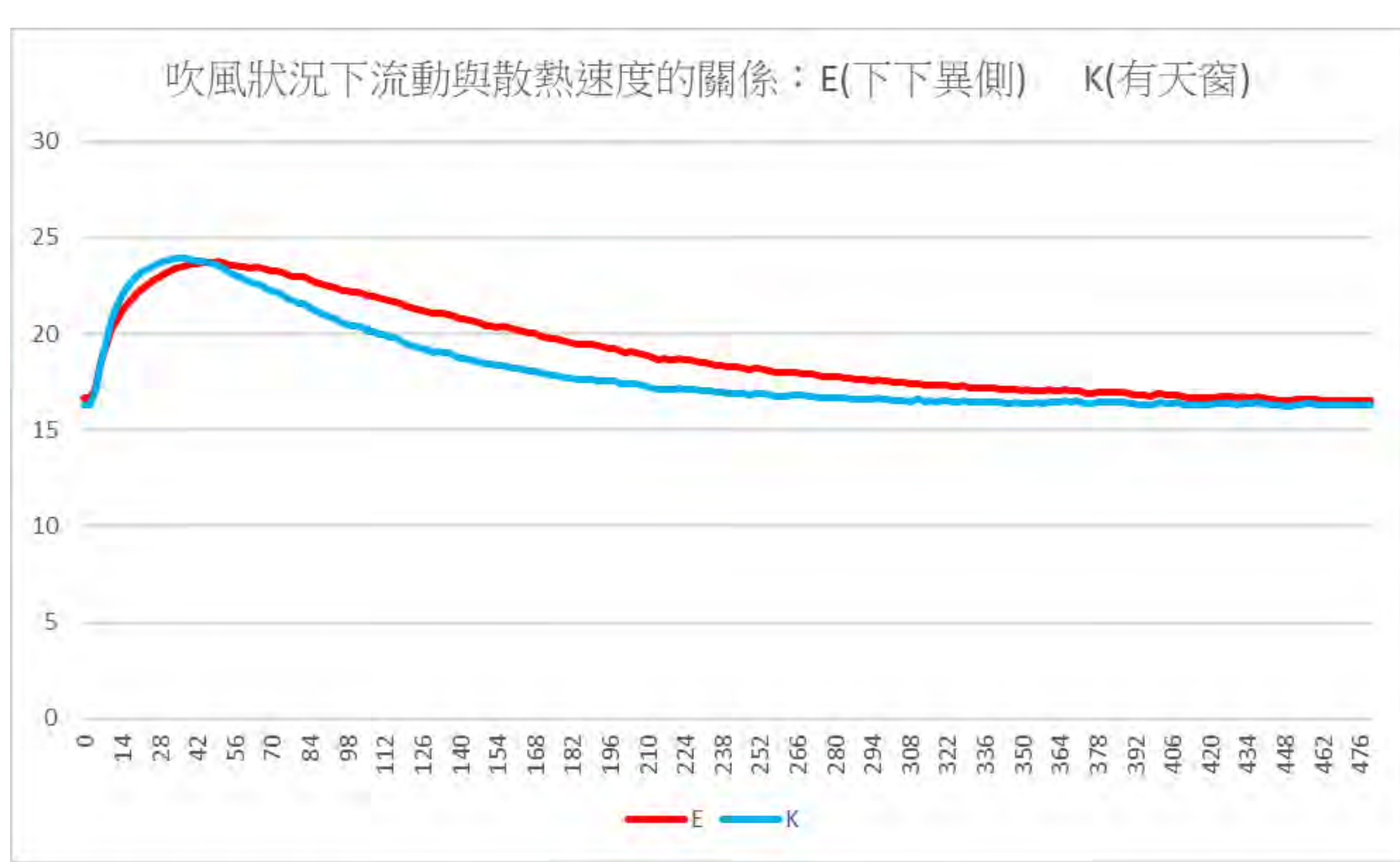


圖 6-3 在外加空氣流動下開窗位置與散熱速度的關係：水平與垂直流動

<補充> 橫向開窗面積(2%、6%)與散熱速度的關係

【實驗七】以自製模型中煙霧粒子流動模擬空氣流動

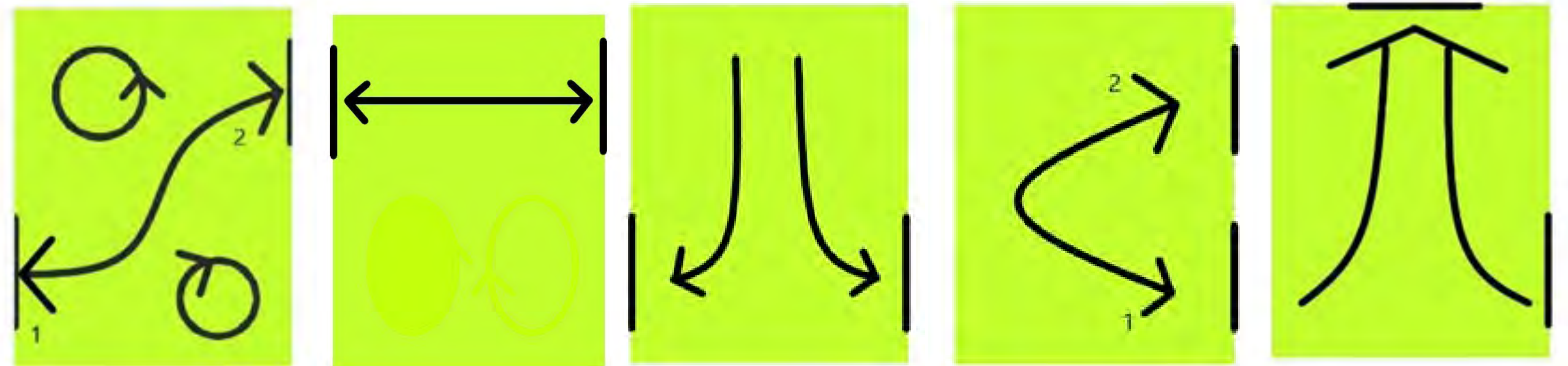
B 鋁罐

C 鋁罐

E 鋁罐

F 鋁罐

K 鋁罐



結論

一、探討開窗與否與鐵皮屋散熱速度的關係：

有開窗的鐵皮屋散熱速率的確比沒開窗的快很多。

二、探討開窗總面積與鐵皮屋散熱速度的關係：

開窗面積與散熱效果呈正相關。

三、相同開窗面積下，探討開窗位置與鐵皮屋散熱速度的關係：

未外加空氣流動下，開窗高度有垂直差異者，散熱速度較快。

四、探討外加空氣流動速度與鐵皮屋散熱速度的關係：

外加空氣流動強度越大，散熱效果越好。

五、探討不同空氣流動方向與鐵皮屋散熱速度的關係：

外加流動空氣吹送越正向於窗戶，散熱速度越快。

六、探討在外加空氣流動下開窗位置與鐵皮屋散熱速度的關係：

(一) 原先在沒有外加空氣流動下散熱速率相當的 C 鋁罐和 D 鋁罐 (三-1)，外加空氣流動後，有水平流動者 (C 鋁罐) 散熱速度顯著增加。

(二) 只要有兩個窗戶的鋁罐，在外加空氣流動正向其中一個窗戶時，散熱效果都會明顯增加，且無明顯差異。

七、以線香煙霧在自製模型裡的流動了解真實空氣流動狀況：

(一) 在自製模型中，有垂直方向流動的鋁罐 (C、F)，會有較重的煙霧顆粒受重力影響，先從下方流出，而熱對流再造成剩餘較輕顆粒從上方流出的現象。

(二) 在自製模型中，天窗依然是煙霧最快流出的開窗方式。

八、總結：

(一) 綜合以上實驗可知，鐵皮屋之窗戶應設計在正對盛行風向的位置。

(二) 至少開設兩窗戶，且兩窗戶間有垂直高度落差，散熱效果較好。

未來展望

本次研究較著重於開窗位置的影響，但在未來我希望我們能更深入的研究有關不同建築形狀，開窗形狀的部分，除此之外，我們也想研究出鐵皮屋的開窗面積上限值，如此一來便能在有限的開窗面積達到最佳散熱效果。最後，我們也希望能模擬建築物內部的構造(如房間的隔板)對散熱速度的影響。