

高樓層建築之大型門窗抗風策略研究

蔡宜中^{1*}

^{1*}內政部建築研究所副研究員

摘要

建築物樓層愈高，所受正負風壓愈大，當強風或颱風來襲時門窗的框料會因為受風壓影響而變形，造成玻璃碎裂。因此，高樓層建築物門窗的安全性就非常重要。

因為國人對於居住品質要求增加，許多大型景觀窗有越做越大型的趨勢。比如說面山第一排、面海第一排、面公園第一排，就會出現大型景觀窗，而這些景觀就是建商的賣點。如果這些大型景觀窗是位在高樓層上，針對國人喜好對門窗做客製化的要求，如何兼顧景觀及安全，就是設計及工程安裝的重點。

本研究廣泛蒐集國內外有關門窗抗風設計與施工技術資料，並歸納分析本所風雨洞實驗室的門窗抗風壓性試驗案例，瞭解門窗抗風壓性問題癥結，使我們對門窗抗風設計有進一步的瞭解。再針對門窗業者常使用的高樓層建築之大型門窗抗風設計施工方法，與相關門窗製造廠、施工廠商及專業人士等討論請教，以取得門窗抗風設計施工最新實務上之資訊，進行歸納探討分析，彙整具體意見提供相關人士參採應用。

關鍵字:高樓層建築，大型，門窗，抗風

Keywords: High-rise buildings, Large, Windows and doors, Wind resistance.

一、研究緣起與目的

臺灣地處西北太平洋颱風頻繁區域，歷年在數次的強烈颱風侵襲中，造成建築門窗破損災害案例頗多。因臺灣年平均有 3.6 次颱風侵襲，每次颱風侵襲皆會帶來巨大損失。

因建築物樓層愈高，所受正負風壓愈大，而國人對於居住品質要求增加，許多大型景觀窗有越做越大型的趨勢。大型景觀窗是建商的賣點，如果這些大型景觀窗是位在高樓層上，針對國人喜好對門窗做客製化的要求，如何兼顧景觀及安全，就是設計及工程安裝的重點。

本研究會建議建築師、建商與門窗業者等相關單位，能夠考量在設計高樓層建築之大型門窗的情況下，應該運用何種設計及技術，使建築居室達到景觀好且安全性高的目的。

二、研究方法與過程

臺灣氣候多颱風，門窗必須具有足夠的強度，以保護玻璃在颱風來襲時不致破裂。而國人偏好使用鋁門窗，臺灣百分之 90 以上的窗都是鋁窗，這與臺灣多颱風的氣候有關。加上室內門窗位居屋內，並不受外表風壓之影響，因此，本研究之門窗範圍限定於對外鋁窗及落地鋁門，而針對大型的定義係指寬度 4 公尺以上。另根據「建築技術規則」建築設計施工編第十二章「高

層建築物」第 227 條：本章所稱高層建築物，係指高度在 50 公尺或樓層在 16 層以上之建築物。綜合以上，本研究範圍為：針對寬度 4 公尺以上並位於高樓層（高度在 50 公尺或樓層在 16 層以上之建築物）之對外鋁窗及落地鋁門進行探討。

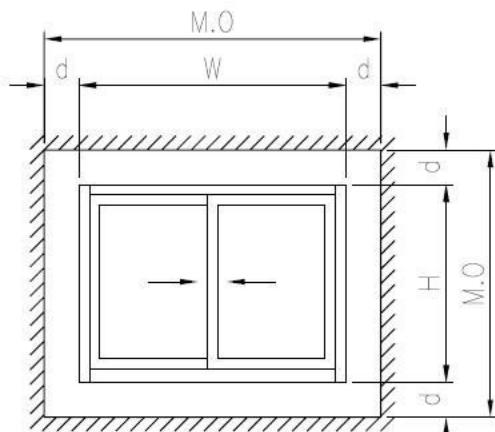
本研究將運用以下研究方法，擬定實際確切的高樓層建築之大型門窗抗風策略，供相關人士參酌運用：

1. **文獻蒐集法**：廣泛蒐集國內外有關門窗抗風設計與施工技術資料。
2. **歸納探討法**：歸納分析本實驗室的門窗抗風壓性試驗案例，瞭解門窗抗風壓性問題癥結，使我們對門窗抗風設計有進一步的瞭解。
3. **專家業者訪談法**：針對門窗業者常使用的高樓層建築之大型門窗抗風設計施工方法，與相關門窗製造廠、施工廠商及專業人士等討論請教，以取得門窗抗風設計施工最新實務上之資訊，進行歸納探討分析，彙整具體意見提供相關人士參採應用。

三、高樓層建築之大型門窗施工安裝探討

3.1 高樓層建築之大型門窗施工安裝之方法

門窗安裝，會留一個比門窗大之預留孔(MO)，預留孔與門窗各邊均留有間隙，以利崁縫作業。



圖一：預留孔(MO)

門窗抗風須注意 2 個環節，即「窗內」與「窗外」。「窗內」即是上圖 $W \times H$ 之範圍，一般會至門窗風雨實驗室進行中華民國國家標準 CNS 11526 (2003) 門窗抗風壓性試驗。「窗外」的部分則是預留孔(MO)以內，「窗內」 $W \times H$ 以外的部分，要進行所謂的崁縫作業。而在進行崁縫作業之前，要先對鋁窗「窗內」 $W \times H$ 之範圍進行「立框作業」。「立框作業」要看我們將鋁窗架在何種材質之壁體而有不同的固定方式。一般鋁窗立框作業固定的方式較常見的為「打釘固定法」、「電鋸固定法」，如果是陽台加窗則還有「鎖釘固定法」。陽台加窗用「鎖釘固定法」，主要用在部分透天厝。因屬低矮建築風壓不大不在本研究範圍，故略去不討論。

3.1.1 打釘固定法

使用的一般鍍鋅固定片，作業方式是將一般固定片預先安裝於窗檯的下緣（與 RC 結構體相接的一面）上，以鐵鎚敲擊固定片，再以不鏽鋼釘將一般固定片釘鎖在 RC 結構牆面上，以達到窗體穩固的效果。



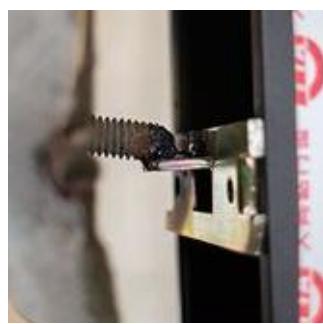
圖二：打釘固定法

打釘固定法雖然有高度的機動性，卻也隱藏著許多不安定因素，易影響鋁窗性能。其缺點如下：

1. 打釘固定法所需的崁縫空間雖較小，但因固定片較為軟薄，結構強度不如電鋸固定法穩固。且在牆上進行打釘敲槌作業，也易使牆體出現裂痕。
2. 固定片與 RC 結構體間非服貼密接（有縫隙），以鋼釘敲擊時無法紮實固定，其鋁窗強度將有疑慮。
3. 固定片與 RC 結構體間非服貼密接（有縫隙），固定作業後調整楔木拆除後仍有因震動變形疑慮。
4. 固定片與 RC 結構體間非服貼密接（有縫隙），水泥砂漿（崁縫）填縫作業無法紮實填補。
5. 外牆防水塗布粉刷會不確實易形成破裂。

3.1.2 電鋸固定法

使用電鋸式固定片，作業方式是將膨脹螺絲（或不鏽鋼釘）預先鑽鎖在 RC 結構牆的開口作為鋸點，以電鋸的方式將電鋸在窗檯上的固定片與牆面的膨脹螺絲進行鋸接，以達到穩固窗體的效果。



圖三：電鋸固定法

電鋸固定法所使用的固定片較厚實，鋸接強度也較佳，但需預留較大的鋸接作業縫隙；崁縫的需求空間較大，相對窗框見光尺寸會縮小一點。濕式工法中的電鋸固定法涉及膨脹螺絲鑽釘與固定片鋸接，結構強度最佳，相對也是所有立框作業中最繁複的工法。但電鋸固定法的作業優勢，可大大減少造成鋁窗強度變差及漏水。現今電鋸固定法已是北臺灣鋁窗安裝施工法的

主流，也是必然的施工規劃選擇。

3.1.3 嵌縫作業

濕式工法的立框作業完成後，就需立即安排嵌縫作業；而所謂的嵌縫作業，就是對窗樘與結構牆坊工面間的空隙，進行水泥砂漿的灌填，以達到穩固窗體的目的。而嵌縫作業除了關係著框體的穩固性外，也影響著框體與泥作接合面間的防水效果；如果嵌縫作業不確實，很容易在下雨的天候出現滲水的問題。因此，在嵌縫作業前，應先將坊工面上的各項墊材、廢土、鬆動沙石渣等異物予以清除乾淨，以免降低了水泥砂漿的黏合度。

四、高樓層建築之大型門窗抗風策略規劃

4.1 相關專家業者訪談

為使本研究對高樓層建築之大型門窗抗風策略能有更深入的了解，本研究訪談相關門窗製造廠、施工廠商及專業人士等 14 位相關專家業者，以取得高樓層建築之大型門窗抗風設計施工最新實務上之資訊，進行歸納探討分析，彙整具體意見提供相關人士參採應用，最後歸納「高樓層建築之大型門窗抗風策略」包含以下 4 項策略：(1)完整景觀呈現方面；(2)承載五金安全方面；(3)立框作業方面；(4)嵌縫作業方面。

4.2 高樓層建築之大型門窗 4 項抗風策略

策略 1：完整景觀呈現策略。

完整景觀包括鋁框與玻璃，為了達到景觀最大化，其鋁框線條朝細緻化發展，並提供各式玻璃溝槽供選用玻璃，使其美觀設計並容易搭配。

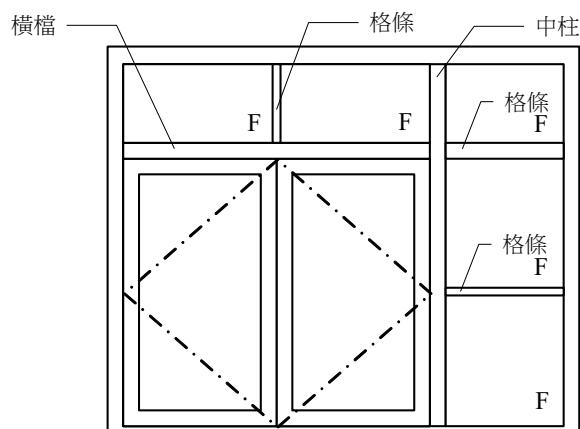
玻璃是鋁窗很重要的一環，鋁窗百分之 80~90 的面積皆為玻璃，其他部分方為鋁料。CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗、CNS 12430 (1988) 鋼製窗及 CNS 6400 (2006) 聚氯乙烯塑膠窗，其表 8 對玻璃抗風壓等級所做的厚度及容許面積大小其實因資料太舊已過時，對業界較不具參考價值。大型鋁窗廠、玻璃廠大部分是參照 ASTM E1300(2016) Standard Practice for Determining Load Resistance of Glass in Buildings，其使用查表法，針對建築結構用之玻璃容許載重訂定出標準，依據玻璃的邊界條件 (4 邊固定至單邊固定) 以及玻璃的種類或厚度 (5mm 至 22mm；單層、膠合或複層) 皆有詳盡的圖表可供工程師查找。

高樓層建築之大型門窗重視抗風壓問題，故其鋁窗型式與玻璃選用建議如下表：

表一：考量抗風壓、景觀及安全環境條件大型及高樓層鋁窗型式與玻璃選用建議表

環境條件	適合的窗型排序	適合的玻璃排序
抗風壓	<ol style="list-style-type: none"> 1. 推開(射)窗(如開口較大時可推開窗併固定窗,或推開窗較大時配備超重型連桿)。 2. 橫拉窗(如開口較大時可橫拉窗併固定窗) 3. 大口窗可搭配中柱及橫擋。 	<p>玻璃總厚度相同下,安全性(被風擊破碎裂至室內之時間)：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 膠合玻璃 2. 單層強化玻璃 3. 複層玻璃 <p>強度：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 單層強化玻璃 2. 膠合玻璃 3. 複層玻璃
景觀	<ol style="list-style-type: none"> 1. 推開窗併固定窗 2. 橫拉窗併固定窗 3. 橫拉窗 	視方位、樓高等需求決定
安全	配有兒童防墜(推開、橫拉窗開口限制器)、鋁窗防墜裝置、紗窗防墜裝置。	皆可

由於建築物樓層愈高，所受正負風壓愈大，大面景觀窗亦可以鋁料做適度的切割，以增加其抗風壓性，例如以橫擋或中柱切割大窗。抗風壓強度主要與鋁料之深度有關，愈深之料件，抗風壓強度越強。所以雖然鋁料細，但深度很深，仍可保有很高的抗風壓強度及大面景觀。另鋁料抗風壓強度亦與擠型厚度與鋁合金強度有關，當然實心料是最強，但也最貴。



圖四：鋁窗橫擋、中柱分割大窗

策略 2：承載五金安全策略。

承載五金指的主要是「窗內」的承載五金。高樓層最佳使用的活動窗為推開窗，其所使用的開閉裝置為連桿，推開窗其連桿長度應有窗扇寬度的 $1/3 \sim 2/3$ ，如此才有足夠支撐力，以確保窗扇不因連桿變形而傾斜下垂。且如果窗扇與玻璃重量合計超過 30 公斤，建議使用強度較佳的「超重型連桿」。

策略 3：立框作業策略。

「窗外」鋁窗立框作業分「打釘固定法」、「電鋸固定法」等固定方式。RC 建築溼式工法之鋁窗立框作業所用之「打釘固定法」與「電鋸固定法」，事實上皆為一種假固定，後續須再進行泥作崁縫作業方能將鋁窗固定牢固。故假固定完最好 2 天內即進行泥作崁縫作業方能將鋁窗固定牢固。現今電鋸固定法已是北臺灣鋁窗安裝施工法的主流，也是必然的施工規劃選擇。

策略 4：崁縫作業策略。

RC 建築溼式工法立框作業完成後，就需立即安排崁縫作業。而所謂崁縫作業，就是對窗樘與結構牆圬工面間的空隙，進行水泥砂漿的灌填，以達到穩固窗體的目的。崁縫的良窳攸關高樓層建築之大型門窗抗風強度，非一般工班皆可施作，須專業崁縫工班。否則崁縫不佳形成蜂窩現象，其在承受較大的外力如颱風、地震等壓迫時，容易因撓度過大或結構體晃動的形變效果導致窗樘鬆動，甚至形成窗樘與牆體接合處產生撕裂狀況。

五、結論與建議

5.1 結論

結論 1：高樓層建築之大型門窗抗風問題可分 2 方面：(1) 門窗本身抗風問題；(2) 門窗框與壁體結合抗風問題。

結論 2：大面景觀窗亦可以鋁料做適度的切割，以增加其抗風壓性，例如以橫檔或中柱分割大窗。

5.2 建議

建議 1：採取「高樓層建築之大型門窗抗風策略」。

建議 2：刪除 CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗、CNS 12430 (1988) 鋼製窗及 CNS 6400 (2006) 聚氯乙烯塑膠窗對玻璃許可面積之規定。

六、參考文獻

- [1] 蔡宜中(2023)《大型及高樓層門窗抗風策略研究》，內政部建築研究所。
- [2] 蔡宜中(2022)《建築門窗整建修復策略之研究》，內政部建築研究所。
- [3] 蔡宜中(2021)《門窗功能應用技術研究》，內政部建築研究所。
- [4] 王榮進、鄭元良、陳建忠、陳瑞華等(2020)《帷幕牆系統結構耐風設計手冊》，內政部建築研究所。
- [5] 陳建忠、朱佳仁等(2019)《建築物耐風設計規範之基本設計風速修訂研究》，內政部建築研究所。
- [6] 左大鈞(2019)<景觀居高臨下，但風壓卻大的高樓窗戶>《鋁窗設計施工全輯》，風和文創事業有限公司。
- [7] 蘇國榮(2017)《鋁窗工程抗風壓計算探討研究-以高雄光華段個案為例》，正修科技大學碩士論文。
- [8] 鄭元良、陳瑞華等(2017)《帷幕牆系統結構耐風設計手冊研擬》，內政部建築研究所。
- [9] 陳瑞鈴、陳瑞華等(2017)《建築物耐風設計技術手冊》，內政部建築研究所。