

鋁窗風雨試驗相關性能 之比較分析研究

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 99 年 12 月

PG9904-0244

099301070000G2018

鋁窗風雨試驗相關性能 之比較分析研究

研究主持人：蔡宜中

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 99 年 12 月

MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

Research on the Mock-up Test of
the aluminium windows

BY
TSAI YI-CHUNG
Dec , 2010

目次

表次	III
圖次	V
摘要	XI
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究目的	3
第三節 研究內容與方法	4
第四節 用語定義說明	5
第五節 研究流程	6
第二章 門窗概述	7
第一節 門窗之分類	7
第二節 門窗施工安裝作業注意事項	22
第三節 門窗保養維護注意事項	33
第四節 小結	36
第三章 門窗風雨試驗概述	37
第一節 為何需做門窗風雨試驗	37
第二節 門窗風雨試驗原理	39
第三節 氣密性試驗	40
第四節 水密性試驗	47
第五節 抗風壓性試驗	55
第六節 小結	60
第四章 門窗風雨試驗分析	61

第一節 門窗風雨試驗案例	61
第二節 門窗風雨試驗依送測門窗型式分析	75
第三節 門窗風雨試驗依送測門窗檢測氣密、水密、抗風壓性試驗分析	82
第四節 各類送測門窗案例優缺點分析	86
第五節 相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士訪談分析	92
第六節 等壓空間原理設計橫拉窗	100
第七節 針對抗風壓試驗鋁窗之製作方式	108
第八節 小結	111
第五章 結論與建議	113
第一節 結論	113
第二節 建議	116
附錄一 期中審查會議評審意見執行現況	117
附錄二 期末審查會議評審意見執行現況	121
附錄三 門窗風雨試驗相關 CNS 標準	127
參考書目	145

表次

表 1-1 本所風雨實驗室依據 CNS 規範可進行之風雨試驗	2
表 2-1 窗戶依開閉型式分類	11
表 3-1 雨水入侵原理與解決對策	49
表 4-1 已完成之門窗風雨試驗檢測案例	61
表 4-2 門窗風雨試驗通過案例統計表	75
表 4-3 門窗氣密性試驗測試通過比例	82
表 4-4 門窗水密性試驗測試通過比例	84
表 4-5 門窗抗風壓性試驗測試通過比例	85
表 4-6 各類送測門窗案例優缺點分析	86
表 4-7 送測門窗比例統計表	92
表 4-8 送測窗戶鋁窗與不銹鋼窗比例統計表	93
表 4-9 訪談相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士名單	94
表 4-10 相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士訪談分析	95

圖次

圖 1-1 本所風雨實驗室位置圖	2
圖 1-2 研究流程圖	6
圖 2-1 鋁合金製窗已成為高層建築所使用門窗最主要之 模式	8
圖 2-2 以鋁合金製成之鋁擠型	9
圖 2-3 不同形式處理之鋁擠型	10
圖 2-4 鋁擠型之加工裁切機械	10
圖 2-5 橫拉窗	11
圖 2-6 上下拉窗	12
圖 2-7 固定窗	12
圖 2-8 推射窗	13
圖 2-9 推開窗	13
圖 2-10 雙推開窗	14
圖 2-11 內倒或外倒窗	14
圖 2-12 橫軸窗	14
圖 2-13 直軸窗	15
圖 2-14 搖窗	15
圖 2-15 橫拉窗	16

圖 2-16 推開窗	17
圖 2-17 推開窗	18
圖 2-18 橫拉窗	19
圖 2-19 推射窗	20
圖 2-20 推射窗開啟	20
圖 2-21 雙推開窗	21
圖 2-22 雙推開窗開啟	21
圖 2-23 預留孔(MO)	24
圖 2-24 固定片以鋼釘固定於 RC 牆上	25
圖 2-25 固定片以鋼釘固定於 RC 牆上	26
圖 2-26 鋼骨建築的固定片以焊接處理	27
圖 2-27 鋼骨建築的固定片以焊接處理	28
圖 2-28 以雷射水準儀定位確保施工品質	29
圖 2-29 以雷射水準儀定位確保施工品質	30
圖 2-30 併料之氣密條	31
圖 2-31 併料之氣密條	32
圖 2-32 落地鋁窗上的輓輪屬消耗品	34
圖 2-33 落地鋁窗上的輓輪須定期檢查	35
圖 3-1 將艙門關起即成一密閉之測試艙	41

圖 3-2 測試艙加壓之鼓風機組	42
圖 3-3 測試門窗漏氣量之空氣流量計	43
圖 3-4 量測測試艙壓力之低壓傳感器	44
圖 3-5 通氣量線圖	46
圖 3-6 門窗水密試驗順序	51
圖 3-7 試艙內噴水架	52
圖 3-8 門窗水密試驗進行	53
圖 3-9 量測水流量之水流量計	54
圖 3-10 門窗抗風壓性試驗位移計裝設	57
圖 3-11 量測測試艙壓力之高壓傳感器	58
圖 3-12 門窗風雨試驗之 LabVIEW 儀控軟體	59
圖 4-1 各類門窗送測案例比例	76
圖 4-2 橫拉窗測試通過比例	77
圖 4-3 推開窗測試通過比例	78
圖 4-4 推射窗測試通過比例	79
圖 4-5 固定窗測試通過比例	80
圖 4-6 不銹鋼門測試通過比例	81
圖 4-7 門窗氣密性試驗測試通過比例	83
圖 4-8 門窗水密性試驗測試通過比例	84

圖 4-9 門窗抗風壓性試驗測試通過比例	85
圖 4-10 連動把手迫緊前	90
圖 4-11 連動把手迫緊後	91
圖 4-12 送測門窗比例統計	92
圖 4-13 送測窗戶鋁窗與不銹鋼窗比例統計	93
圖 4-14 橫拉窗較易漏水處	100
圖 4-15 橫拉窗導入外部氣流形成等壓空間	101
圖 4-16 橫拉窗中間直料內的等壓空間	102
圖 4-17 出風口細部詳圖	103
圖 4-18 黃色點線為內扇窗戶兩條從上到下之氣密條將中間直料內的等壓空間包覆住	104
圖 4-19 鋁擠型上挖洞導入外部氣流	105
圖 4-20 鋁擠型上挖洞導入外部氣流	106
圖 4-21 溝槽下的外氣吹到盡頭，由三個孔洞吹到溝槽上保持與外部氣流等壓	107
圖 4-22 於鋁窗疊合料內填塞口型鍍鋅鐵件	108
圖 4-23 鋁擠型進時效爐加熱強化其強度	109
圖 4-24 鋁窗中柱、橫檔相對位置	109
圖 4-25 鋁窗疊合料相對位置	110

圖 4-26 鋁窗對接料相對位置 110

摘 要

關鍵詞：門窗、鋁窗、氣密、水密、抗風壓、風雨試驗

一、研究緣起

台灣都會地區之建築朝向高層化、精緻化設計發展，其門窗構件與構法從設計、製造及安裝施工等各階段技術管控關係密切。為確保建築物門窗整體性能達到設計標準及規範要求，並降低建築物門窗在面對強風豪雨可能發生之危害，及提高日常氣密性、水密性、抗風壓性能，乃需進行門窗風雨試驗，以檢測確認其各項物理性能合乎安全標準。

通常會做門窗風雨試驗的案例大部份為高層建築，因為當建築物高度增加，其所受風力影響越大。且國內颱風頻仍，這一兩年來颱風伴隨的降雨強度較往年更大，故風雨所造成之災害甚難估計。因此，在面對高層建築風雨問題時，做好建築物門窗風雨試驗，保障其安裝後之安全性、可靠性及舒適性至為重要。

有鑑於此，行政院核准建置「內政部建築研究所實驗設施設置計畫」，本所特別興建「風雨實驗室」。本所性能實驗中心之風雨實驗室於2006年正式對外接受業界人士風雨試驗委託檢測服務，主要針對門窗、帷幕牆進行風雨試驗。

二、研究方法及過程

本實驗室之門窗風雨試驗相關檢測項目皆已獲 TAF 認證通過，至今門窗風雨測試艙，所接受廠商相關之風雨試驗委託檢測案已有百件，顯見此項試驗相當受到國內業界重視。本研究現今將相關檢測案例做深切之比較分析研究，應能使國內門窗之設計、製造品管或施工技術更上層樓。本研究案之研究目的如下：

- (1) 使門窗設計者明瞭設計方面之缺失，以提供改善建議。

- (2) 藉由門窗風雨試驗相關案例檢討，明瞭其於工廠製造品管問題，以增進其工廠製造品質。
- (3) 於現場施工技術方面，根據各案例之問題，研擬有關門窗現場施工注意事項。

三、重要發現

本研究針對已完成之「門窗風雨試驗」案例，分析比較其相關性能與缺失，並與鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士作重點訪談，藉以強化國內鋁窗設計、製造及施工各方面之專業能力，可得到下述重要發現：

1. 鋁窗設計方面：

(1) 推開窗與推射窗其氣密水密性均相當良好，一旦關緊把手，四周的氣密條即產生迫緊，幾乎不會漏水。但必要考量若採用三連動或四連動把手時，雖可使氣密條更加強其迫緊性能，然而因經常性的迫緊，亦會加速氣密條彈性疲乏致使老化，降低推開窗與推射窗之氣密水密性。

(2) 推開窗與推射窗如果施作在高層建築時，須注意其連桿強度。否則因高樓風大，當窗戶打開時，很可能將整樁推開窗掀掉，造成公共危險，故必須因應樓層高度考量其設計與施作方式。越高的樓層，鋁窗設計連桿所能開啟的角度要越小，連桿強度需更加強，以防強風掀掉整樁窗危及公共安全。

(3) 國人習慣使用橫拉窗，是因其使用方便的緣故。為防止發生漏水情況，一般橫拉窗業者會將氣密條加厚，是屬於“圍堵方式”。橫拉窗因要左右推拉，若其氣密條太厚，將導致橫拉窗不易被推拉；但若氣密條較薄，橫拉窗雖然容易推拉，可是其水密性卻不好，非常容易漏水。所以橫拉窗業者必須將氣密條的厚薄設計製作精確，才能符合使用性能（不漏水、易推拉）。

(4) 運用等壓空間原理所設計之橫拉窗，是現今世界趨勢。以等壓空間原理設計之橫拉窗，就如同古代大禹治水，以“疏導”的方式排除溝槽積水，也是最有效的方式。橫拉窗若能運用等壓空間原理（詳第四章第六節），可強迫使溝槽較難進水；無須以增加氣密條厚度，用“圍堵”的方式防範溝槽積水，

藉此通過水密試驗。因此較優秀的鋁窗廠商，會以等壓空間原理設計橫拉窗，而非增加氣密條厚度。較優秀的等壓空間橫拉窗甚至在 10 分鐘水密試驗時間內，室內溝槽不進半滴水。

(5) 在水密試驗時，鋁窗廠商如果為了防止橫拉窗溝槽進水過多，而於室外側多設計排水孔，雖可加強排水，但也可能因排水不及，橫拉窗溝槽進水會因為風壓而由排水孔倒灌上來，導致漏水情形。

2. 鋁窗製造方面：

(1) 鋁窗製造過程如下：鋁窗製造廠先向鋁擠型廠進鋁擠型料，再依照建商需求製造鋁窗。不同來源的鋁擠型料，若其鋁合金材質成分較差，會影響其抗風壓試驗強度。

(2) 廠商製造大型景觀窗時，在較長的空心中柱、橫檔、疊合料或對接料內，會填塞口型鍍鋅鐵件，增加其強度以抗風壓。但是，鍍鋅鐵件經過一段時間，亦可能產生銹蝕情形，恐使鋁擠型料因而產生氧化現象，影響其強度暨美觀情形，其分析請詳第四章第七節。較注重商譽的鋁窗製造廠，會在需要抗風壓的中柱、橫檔、疊合料或對接料內，不但加厚其鋁擠型厚度，並且還進「時效爐」加熱，運用這兩步驟，既可強化其鋁窗的強度，更可減少鋁擠型材料應力集中、減少鋁擠型材料變形，雖然成本增加，亦為其維護品牌所需做的。

(3) 國內鋁窗製造廠，為維護自家品牌與信譽，皆由自己的製造廠生產，不委由代工廠製造。故其鋁窗品質與委由代工廠生產之鋁窗相比較，測試通過率較高。

(4) 但某些品牌的鋁窗、會因建案地區不同，而委由當地所配合的代工廠製造，因品管較難掌控，所產製之鋁窗較常有良莠不齊情形。

(5) 然而有些廠牌門窗、雖委由其各地區的代工廠製造，較優質的代工廠也可能因其品管較嚴謹，仍可通過測試。但當由較劣質的代工廠製造時，就很有可能無法通過風雨試驗測試。

3. 鋁窗施工方面：

(1) 於鋁窗製造廠組裝完成之鋁窗，運送至工地現場需要施工安裝，其過程包含：運送、儲存、運搬、預埋與安裝等工作程序；各個環節必須緊緊相扣，

才有辦法將施工安裝作業圓滿達成。

(2) 鋁窗施工須與現場營造廠工程相互做密切配合，方能控制施工進度。一般現場營造工程，會先留鋁窗安裝預留孔(MO)，鋁窗業者須檢查預留孔(MO)與鋁窗之寬度及高度尺寸，其與各邊間隙應為 15mm-25mm (視鋁窗設計圖面調整)。開口尺寸若有偏差時，須由營造業者負責，整修預留孔(MO)合適鋁窗施工。

(3) 鋁窗之玻璃，其嵌入窗檜溝槽之尺度須足夠 (一般約 7~8mm，視鋁窗設計圖面調整)。且 silicone 不能只打表面，施打 silicone 時，須壓入使其進入溝槽內部，完整膠封之，否則風壓過大晃動玻璃，亦會導致鋁窗滲水。

(4) 完成鋁窗安裝後，預留孔(MO)與鋁窗窗框間之防水措施仍須由營造業者負責。因為有時營造業者、因防水層及此防水層背面之水泥砂漿填充不確實，而造成空洞現象，為造成鋁窗窗框與混凝土面縫隙漏水的主因。因此不可將縫隙漏水的責任歸咎於鋁窗業者，而必須是由營造業者負責，確實再一次把防水層、及此防水層背面的水泥砂漿填充做好，才可能不發生縫隙漏水情況。

四、主要建議事項

(1) 立即可行建議：加強並落實民間業界確實做各類門窗風雨試驗之能力

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

雖然國內鋁窗業各自有其門窗風雨測試機，能做到自製自測程度。但因國內「門窗風雨試驗」，必須是依據其技術規範與國家標準，對其整體系統性能進行測試，攸關國人生命安全，故必須審慎進行之。本實驗室可以不斷累積測試經驗與數據，提供業界參酌，並用以強化台灣鋁窗業者研發更優質的產品，以期達到防範於未然之目的，並幫助廠商能做出更優質的門窗，更提昇我們的居住品質。

本實驗室可將各類門窗風雨試驗案例之比較分析研究，舉辦全省講習，使國內「門窗風雨試驗」經驗得以分享交流，使民間業界普遍知道門窗風雨試驗的重要性，相關流程及試驗地點等。

(2) 中長期建議：增加本實驗室之門窗風雨試驗測試艙

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

因本實驗室是 TAF 認證實驗室，亦屬政府國家級實驗機構，所出具報告之公正性、正確性及可靠性，能滿足業界所需之專業檢測服務。因屬政府國家級實驗機構，堅持不與民爭利原則，從不做宣傳廣告，但是已在國人心中建立起口碑與好評。然因應目前國內建商多朝向豪宅、或精緻化建築發展，許多門窗測試需求分至沓來。若有足夠經費與人員配合，可增加本實驗室之門窗風雨試驗測試艙，就不致產生廠商須排隊等待許久之問題。

Abstract

Keyword: Doors and windows, aluminium windows, air permeability, watertightness, wind resistance, mock-up test

1. Forward

Nowdays we know Taiwan's high buildings develement towards the high level and exquisitely design. Then the doors and windows'components , constructions from designing, makeing and constructing which have to be controlled carefully . For reducing the high buildings' aluminium windows can face the strong storms' damages. Especially last two years the domestic typhoons are so frequently.And the rainfalls of the typhoons have followed larger than the past years.

In order to guarantee the aluminium windows can fit for the globally safety standard of the high buildings.That is the reason why we have to make air permeability, watertightness, wind resistance of its are important.So, to make the mock-up test of the aluminium windows is necessary.

In view of this, our national institute especially builds 'laboratory accept tests of industry's trials.From 2006 our national institute laboratory formally serve to trials of the doors and windows, curtain walls.

2. Investigation Method and Procedures

Our national institute laboratory and test relevant projects and all already obtain TAF authentication to pass in doors and windows trials in this laboratory. This research will measure the case to make deep comparison analysis. It should be able to make the design, manmade or construction technology of the domestic aluminium windows attain a higher goal. The research purpose of this research case is as follows:

The tests of the manufacturer, this obvious test is analogous to being paid attention to by the domestic industry.

(1) Make the aluminium windows designer understand the disappearance of the design, by offering and improving proposing.

(2) Test relevant cases and make a evaluate with the aluminium windows and to test, understand it is in charge of the question in factory manmade, make quality in order to promote its factory.

(3) In the construction technology, according to the question of every cases, research and draft the on-the-spot construction attentive matters of relevant the aluminium windows and to test.

The procedures of researching these already finished cases, then to analyze and compares its's relevant performances and lacks of the window factories of the aluminium windows and testing and constructing in the manufacturer and professional personage to do the key interviews. And to strengthen the domestic aluminium

design of windows, to make and construct the professional ability.

3. Major Findings

From the equipments and instruments of our laboratory, the Mock-up test of the aluminium windows are already found out in this research.

(1) The Casement Window and The Projected-out Window its' s air permeability and watertightness, are both well.

(2) In skyscraper and high buildings must pay attention to the Casement Window and The Projected-out Window their connecting rod intensity. Otherwise because the high building wind is heavy, when the window is opened, will probably be pushed the whole windows.

(3) The Horizontal Sliding Window of balance - pressure design is a trend of the world now.

4. Suggestions

(1) Short-Term Suggestions: To firmly strengthen and implement our folk industries' ability of making the mock-up test of the aluminium windows.

Though our domestic industries' of the aluminium windows have its test machines. They can make by themselves for examining. But because the domestic ' the mock-up test of the aluminium windows ', must be according to its technical specification and national standards. And it concerns with the all people's life and security, so we must carry on it scrupulously. This

laboratory can accumulate the test experiences and datum constantly, offer to the industries to consider.

(2) Medium and Long-Term Suggestions: If it's possible to increase this laboratory cabin to test of the Mock-up test of the aluminium windows.

Because this laboratory is TAF authentication laboratory, also the the national experiment organization of the government country class. this laboratory' test report is identified fairness, exactness and dependability. For satisfying the professional detection service that gradually is increasing the test needs of domestic folk industries.

第一章 緒 論

第一節 研究緣起與背景

台灣都會地區之建築物現今朝向高層化及精緻化發展，已成為台灣都會區之趨勢。其門窗構件與構法，從設計、製造及安裝施工等各階段技術管控關係密切。為確保建築物門窗整體性能達到設計標準及規範要求，並降低建築物門窗於強風豪雨時可能發生之危害，及提高日常氣密性、水密性、抗風壓性能，乃需進行門窗風雨試驗，以檢測確認其各項物理性能。

通常會做門窗風雨試驗的案例大部份為高層建築，因為當建築物高度增加，其所受風力影響越大；且國內颱風頻仍，每年造成之風雨災害甚難估計。因此，在面對高層建築風雨問題時，預先做好建築物門窗風雨試驗，來保障其安裝後之可靠性、安全性至為重要。

有鑑於此，行政院核准建置「內政部建築研究所實驗設施設置計畫」，本所特別興建「風雨實驗室」。本所性能實驗中心之風雨實驗室於於 2006 年正式對外接受風雨試驗委託檢測服務，主要針對門窗、帷幕牆進行風雨試驗。本實驗室位於成功大學台南縣歸仁校區(成大航空太空科技研究中心)內，鄰近高鐵台南車站(約 3 公里)，位於國道一高與二高之間，可由國道一高或二高轉 86 號東西向快速道路，於大潭/武東/歸仁交流道往歸仁方向下去，約 400 公尺即達本校區大門口，交通非常方便。



圖1-1 本所風雨實驗室位置圖

資料來源：本研究整理

本實驗室包含帷幕牆風雨測試艙及門窗風雨測試艙各一座，其實驗室之相關檢測項目如下，皆已獲得財團法人全國認證基金會（TAF）認證通過：

表1-1 本所風雨實驗室依據 CNS 規範可進行之風雨試驗

	門窗風雨測試艙	帷幕牆風雨測試艙
尺寸	寬 3m × 高 3m	寬 10m × 高 12m
檢測項目 及參考標準	抗風壓性試驗 CNS 11526 A3235	氣密性性能試驗 CNS 13971 A3366
	氣密性試驗 CNS 11527 A3236	正負風壓結構性性能試驗 CNS 13972 A3367
	水密性試驗 CNS 11528 A3237	動態水密性性能試驗 CNS 13973 A3368
		靜態水密性性能試驗 CNS 13974 A3369
		層間變位性能試驗 CNS 14281 A3381

資料來源：本研究整理

第二節 研究目的

為提升門窗之性能品質與安裝的可靠性、安全性，國際間均訂定有相關的性能試驗標準，一般常用的標準有美國建築製造協會 AAMA 的標準或 ASTM，日本 JIS 的標準等，我國則有 CNS11524、11526~8 等門窗性能檢測試驗標準。門窗風雨試驗涵蓋 CNS11526~8 三個試驗項目，分別為 CNS 11526 (2003) 門窗抗風壓性試驗法、CNS 11527 (2004) 門窗氣密性試驗法及 CNS 11528 (2004) 門窗水密性試驗法。而依據 CNS11524 門窗性能試驗法通則，若執行上述三個試驗項目，其順序分別為 (1) 氣密性試驗、(2) 水密性試驗、(3) 抗風壓性試驗。

本實驗室之門窗風雨試驗相關檢測項目皆已獲 TAF 認證通過，至今於門窗風雨測試艙接受廠商相關之風雨試驗委託檢測案已有百件，顯見該試驗相當受到國內業界重視。若將相關檢測案例做深入之比較分析研究，應能使國內門窗之設計、製造品管或施工技術更上層樓。其研究目的如下：

- (1) 使門窗設計者明瞭設計方面之缺失，以提供改善建議。
- (2) 藉由門窗風雨試驗相關案例檢討，明瞭其於工廠製造品管問題，以增進其工廠製造品質。
- (3) 於現場施工技術方面，根據各案例之問題，研擬有關門窗現場施工注意事項。

第三節 研究內容與方法

門窗進行風雨試驗其個別材料性能是依門窗構件使用之材料特性而異，例如不銹鋼、鋁合金、金屬材料、玻璃、填縫材等，風雨試驗則是依據其技術規範與國家標準針對整體系統性能進行測試。

本研究內容除進行各類門窗相關文獻資料蒐集彙整外，並將進行本實驗室已完成檢測之門窗風雨試驗相關案例，做比較分析研究，經由各項實測紀錄數據配合進行本研究。再輔以訪談相關門窗製造廠、施工廠商及專業人士等，以取得最新實務上之資訊，提供相關人士參酌運用。

第四節 用語定義說明

本文有關門窗風雨試驗用語，主要用語定義如下：

1. ¹氣密性能：空氣經由建築物窗戶、牆壁與門的裂縫，其流進或流出之穿透量。
2. 水密性能：指在規定注水量及氣壓下，室內側之漏水情形。
3. 抗風壓性能：門窗整體構造系統抵抗風壓力之安全性能。
4. 填縫材：一種具黏結性之彈性體材料，可用來填充縫隙，以有效阻隔水或空氣等之通行。
5. ²壓力差：門窗之室外側壓力與室內側壓力之差。門窗之室外側壓力較室內側壓力高時為正壓，低時為負壓。
6. 通氣量：在壓力差下通過門窗之空氣量。
7. 通氣面積：用作計算通氣量之門窗面積。
8. ³脈動壓：壓力差以近似正弦波周期變動之壓力。
9. 上限值：脈動壓之上限壓力值。
10. 中央值：脈動壓之中央壓力值。
11. 下限值：脈動壓之下限壓力值。
12. 殘留變形⁴：除壓後，門窗所留下之變形。

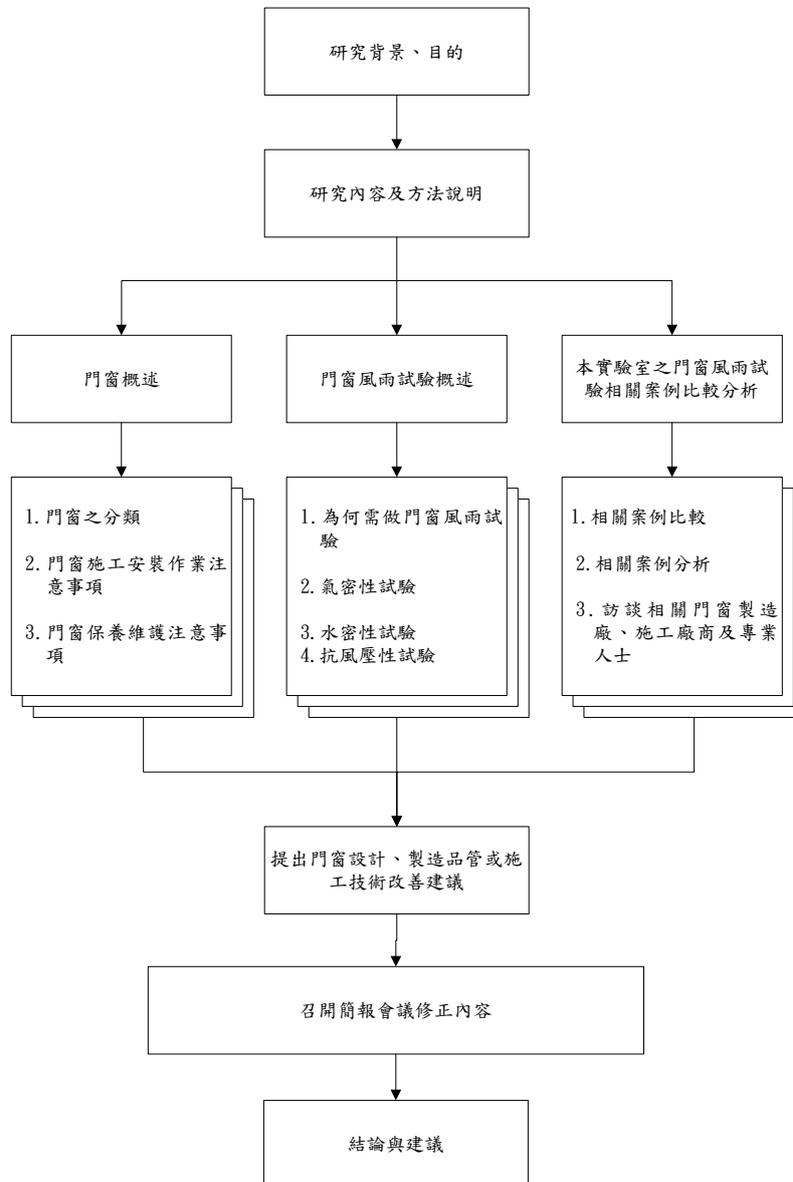
¹ 1~4 資料來源：本研究整理。

² 5~7 資料來源：CNS 11527 (2004) 門窗氣密性試驗法。

³ 8~11 資料來源：CNS 11528 (2004) 門窗水密性試驗法。

⁴ 12 資料來源：CNS 11526 (2003) 門窗抗風壓性試驗法。

第五節 研究流程



(研究流程若須修正回饋時，皆可回到各個前置作業修正)

圖1-2 研究流程圖

資料來源：本研究整理

第二章 門窗概述

第一節 門窗之分類

壹、前言

十九世紀工業革命發生後，都市化及工業化發展，改變了人類住居環境，使都市人口不斷增加。由於土地資源受限，建築物急速發展的結果乃向天空擴展。世界各國在朝向現代建築發展之際，可看到高層建築如雨後春筍的出現。早期低矮房子的木製門窗，在這些辦公大樓、百貨商場、公有建築物、工業廠辦、高層集合住宅等已不復見，取而代之的是大量採用輕量化鋁合金製窗。

由於其可工業化生產、施工快工期短、減少結構體負擔，當然成為高層建築技術的必然趨勢。故此時高層建築或超高層建築其建材技術必須朝「輕量化、安全性、精密性、耐久性、經濟性、美觀性」發展，鋁合金製窗已成為高層建築所使用門窗最主要之模式。



圖2-1 鋁合金製窗已成為高層建築所使用門窗最主要之模式

資料來源：<http://forgemind.net/phpbb/viewtopic.php?f=8&p=86336>

而根據建築技術規則建築設計施工篇第 45 條，其對門窗之設置僅做簡單之規範：如門窗之開啟均不得妨礙公共交通、緊接鄰地之外牆不得向鄰地方向開設門窗、同一基地內各幢建築物間或同一幢建築物內相對部份之外牆開設門窗，其相對之水平淨距離應在二公尺以上；僅一面開設者，其水平淨距離應在一公尺以上。

而建築技術規則建築設計施工篇第 76 條則定義防火門窗：防火門及防火窗，其組件包括門窗扇、門窗樑、開關五金、嵌裝玻璃、通風百葉等配件或構材。通常防火門窗會設置在需要防火區劃的地方，且因其需防火時效，不銹鋼的燃點較鋁合金高，較適合製作防火門窗。可是也因其重量較重，不適合大量使用在一般高層建築。

門窗之個別材料性能是依門窗構件使用之材料特性而異，如不銹鋼、鋁合金、木材、塑鋼等。門窗之分類可分為很多種，一般可分為依材料分類、依開閉型式分類、依裝置位置分類等。

貳、依材料分類

門窗材料可分為鋁合金、不銹鋼、木材、塑鋼、鐵等金屬。

1. 鋁合金⁵：6063 鋁合金是鋁鎂矽為主要元素配製的合金，每一種元素均有一定範圍的含量。正規的鋁合金廠家，在配製合金成份時，均有內部標準，就是在各種元素含量範圍內，各廠有他們自己更小變化範圍，鋁、鎂、矽三者之間比例要求很嚴，各廠有自己數據，相互保密。有合格的配方製成的合金，才能保證強度，否則以後如何加工，強度也上不去。鋁合金其優點為質輕、可工業化生產、施工快工期短，為高層建築所使用門窗最主要之模式。
2. 不銹鋼：因不銹鋼燃點較鋁合金高，故在需要防火門窗（如 1 樓商店街）或需要防火區劃的地方，就須以不銹鋼為材料。然也因其重量較重，較不適合高層建築。
3. 木材：此為早期傳統低矮房舍所用的材料，因木材會腐朽、蟲蛀或遭白蟻侵蝕，近年已較少成為門窗材料。
4. 塑鋼：用在浴室等室內空間，不怕水淋溼也不會發霉。
5. 鐵：單位重量比不銹鋼更重，但因會生鏽，適用於低單價建物。



圖2-2 以鋁合金製成之鋁擠型

資料來源：

<http://yongyingal.big5.made-in-china.com/product/GqaxXTFEIgc/%E9%93%9D%E5%9E%8B%E6%9D%90.html>

⁵ <http://www.topsun30.com/html/newsopen34.html>

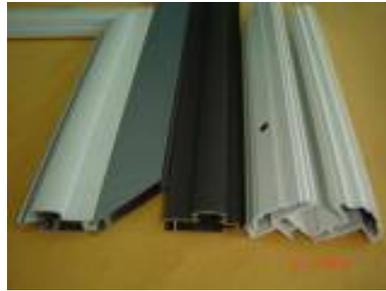


圖2-3 不同形式處理之鋁擠型

資料來源：

<http://coscoal.big5.made-in-china.com/product/UeJQnWqTTPcz/%E9%93%9D%E9%97%A8%E7%AA%97.htm>



圖2-4 鋁擠型之加工裁切機械

資料來源：http://www.sdchencan.com/xxsb_600_90.html

參、依開閉型式分類⁶

窗戶依開閉型式分類，可分為拉窗、固定窗、開窗等，如下圖表說明。

表2-1 窗戶依開閉型式分類

類別	窗型名稱	備考
拉窗	橫拉窗 (Horizontal Sliding Window)	含雙拉及單拉窗
	上下拉窗 (Vertical Sliding Window)	Slide-up Window
固定	固定窗 (Fixed Window)	
開窗	推射窗 (Projected-out Window)	Top Hung Window
	推開窗 (Casement Window)	Side Hung Window
	內倒窗 (Projected-in Window)	Bottom Hung Window
	橫軸窗 (Horizontal Pivoted Window)	
	直軸窗 (Vertical Pivoted Window)	
	搖窗 (Awning Window)	

資料來源：CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

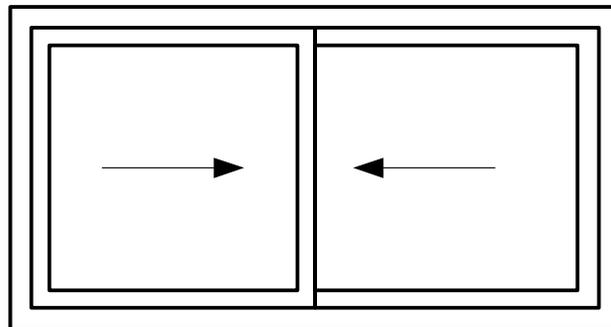


圖2-5 橫拉窗

資料來源：CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

⁶ CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

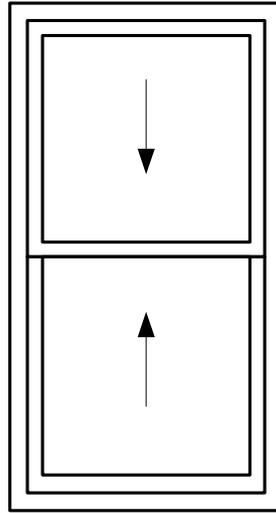


圖2-6 上下拉窗

資料來源：CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

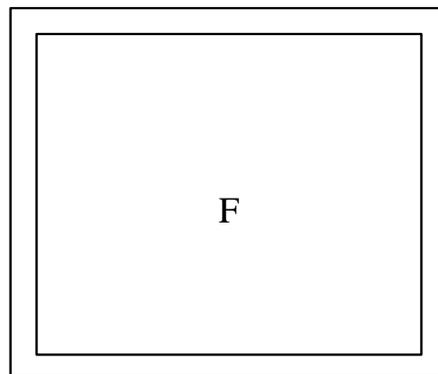


圖2-7 固定窗

資料來源：CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

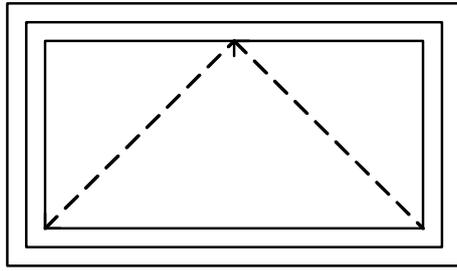


圖2-8 推射窗

資料來源：CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

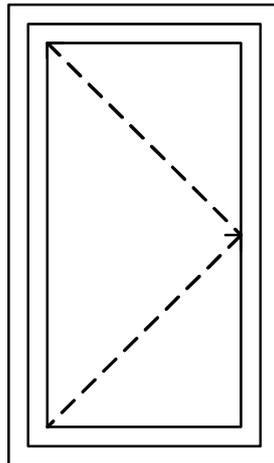


圖2-9 推開窗

資料來源：CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

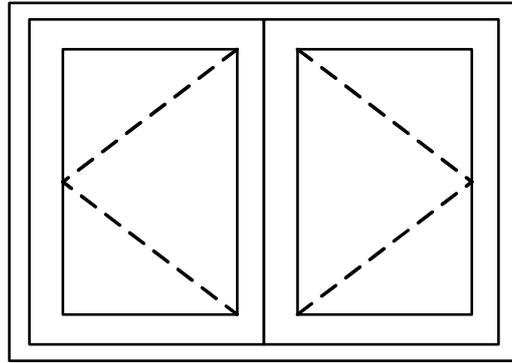


圖2-10 雙推開窗

資料來源：CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

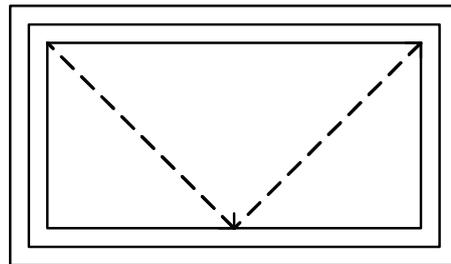


圖2-11 內倒或外倒窗

資料來源：CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

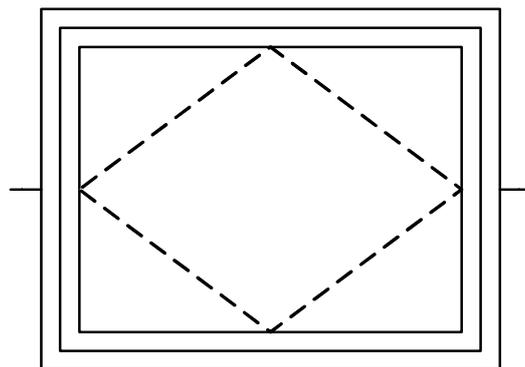


圖2-12 橫軸窗

資料來源：CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

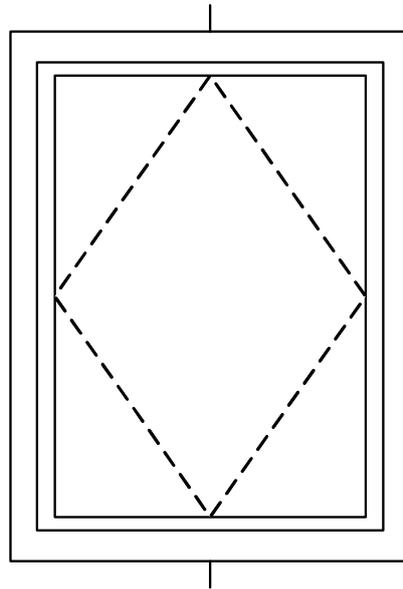


圖2-13 直軸窗

資料來源：CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

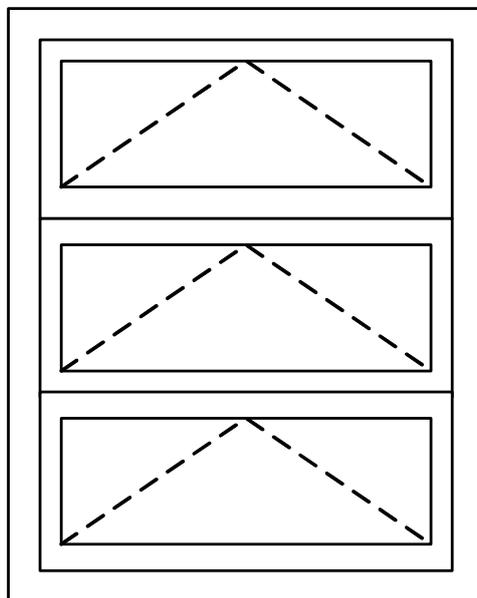


圖2-14 搖窗

資料來源：CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

肆、依裝置位置分類

門窗依裝置位置分類，可分為室內型及戶外型等；室內型因做為居家室內使用，故不需考慮門窗風雨試驗。而戶外型需不需做門窗風雨試驗，則視其需要。一般來講高樓層建築較易遭受強風豪雨危害，乃需進行門窗風雨試驗，以提高日常氣密性、水密性、抗風壓性能，保障生命財產安全。



圖2-15 橫拉窗

資料來源：本研究整理



圖2-16 推開窗

資料來源：本研究整理



圖2-17 推開窗

資料來源：本研究整理



圖2-18 橫拉窗

資料來源：本研究整理



圖2-19 推射窗

資料來源：本研究整理



圖2-20 推射窗開啟

資料來源：本研究整理



圖2-21 雙推開窗
資料來源：本研究整理



圖2-22 雙推開窗開啟
資料來源：本研究整理

第二節 門窗施工安裝作業注意事項

於工廠製造組裝完成之門窗，至工地現場需要安裝上架，其內容包含運送、儲存、運搬、預埋與安裝等工作；必須各個環節緊緊相扣，才有辦法將施工安裝作業圓滿達成。

一般在施工時需充分了解下列事項：

1. 門窗之性能要求，以期符合門窗之性能。
2. 結構體之特性與其公差，方能調整門窗順應結構體之誤差，並提出安裝方法。
3. 使用適當工具配合門窗構材，以做好防護之措施。
4. 施工前充分知悉門窗施工進度，並在安裝前能完全克服工程問題，與門窗之設計單位、製造單位之互動、溝通須十分密切。
5. 施工單位除了解材料特性外，亦須充分回饋原設計者；如設計不良導致的安裝困難或現場排除困難之做法均應告知，以期設計者能改善與自我提昇。
6. 施工單位應多做實驗（現場或實驗室），並能把實驗結果忠實的回饋各相關單位。

以下為門窗施工安裝由開始到完成所需作業之注意事項：

壹、施工前

門窗施工前需先擬定施工計畫，這些施工計畫包括施工設計圖、施工計畫書等，必須充分檢討從開始到完成的工程進度。

1. 施工設計圖：此包含完成實際工程所需之設計尺寸，與結構體之相對位置，所有斷面細部圖及材料均須註明，並須於施工前提出由相關人員確認，且經結構計算證明安全無虞。
2. 施工計畫書：詳細之計畫書則在施工準備前提出，並且由經辦人員確認，施工計畫書應含以下各項：（1）施工計畫進度表；（2）搬運、起重與現場存放計畫；（3）放樣作業；（4）安裝計畫；（5）現場焊接組裝、防水填縫；（6）養護與清潔計畫；（7）檢查計畫及（8）現場安全措施

等。

3. 安排預備進場時間：(1) 至工地現場與業主工務所人員溝通，了解現場相關工程進度及施工情形；(2) 了解各協力廠商目前進料、交貨情形，並與門窗製造廠溝通，了解目前門窗材料之加工、組裝、鑲嵌、養護、包裝情形；(3) 預定產量，安排進場之出貨順序與日期等；(4) 與現場安裝工程人員連繫進場時間，施工機具須檢查保養，以完成工作準備，並請工作人員依預定時間進場。

貳、施工中⁷

門窗施工中須充分知悉門窗施工進度與現場營造工程配合，才能檢討從開始到完成的工程進度。

以下為一般落地鋁窗施工中各項作業注意事項：

1. 製品搬入：(1) 搬入方法；(2) 搬入順序；(3) 搬入量；(4) 搬入間隔；(5) 搬入時間；(6) 搬入路徑。
2. 保管：(1) 製品的保管場所；(2) 製品的保管方法。
3. 製品的安裝：
 - (1) 預留孔(MO): 檢查預留孔(MO)與落地鋁窗之寬度及高度尺寸，其與各邊間隙應為 15mm-25mm。開口尺寸若有偏差時，請由工地負責整修。

⁷http://tw.myblog.yahoo.com/jw!c36g092RGBIk2Qrpauj0ZQlqaQO_/article?mid=748&prev=1169&next=93&l=f&fid=14

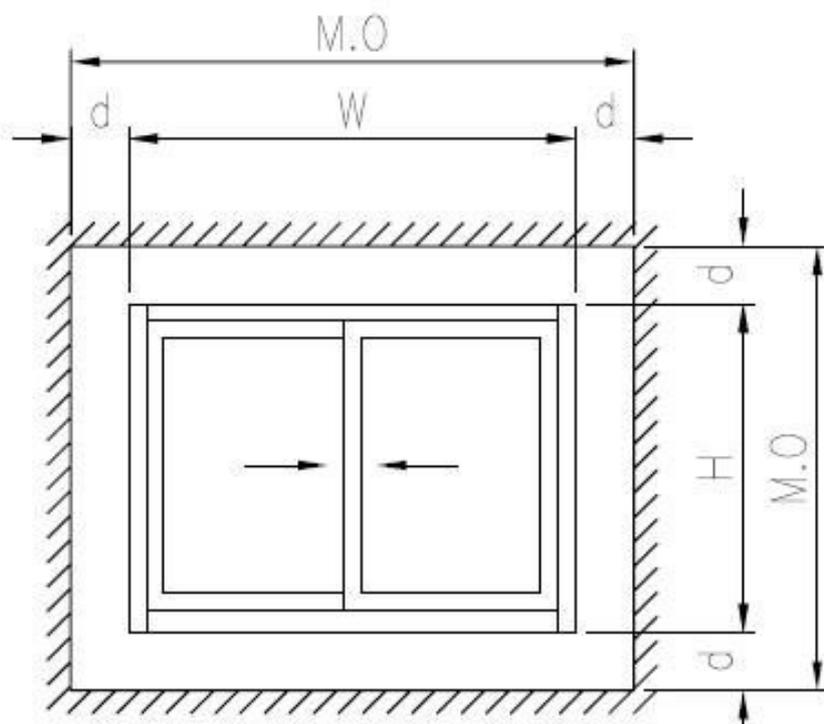


圖2-23 預留孔(MO)

資料來源：

http://tw.myblog.yahoo.com/jw!c36g092RGBIk2Qrpuuj0ZQlqaQO_/article?mid=748&prev=1169&next=93&l=f&fid=14

- (2) 埋置固定片:a. 鋁窗之固定片埋設，以兩邊量起 30-40 公分埋設第一支為埋設標準間距，50-60 公分埋設第二支固定片，固定片之設定為四方全部埋設(50-60 公分為埋設基準間距)，固定片以鋼釘固定於 RC 牆上。b. 落地鋁窗之安裝需確實施工，兩邊直料，上橫料需至少三支固定鐵片，一支固定於正中，下橫料需至少打四支固定，正中需以防水墊塊鋪平水準，再以點銲固定後輔以水泥固定支點避免橫料下凹。c. 鋁窗之安裝先以 PVC 嵌塊或木塊固定，再以固定片釘著後，以水泥固定，下橫料需至少作三點固定。d. 若建築物為鋼結構時，鋼骨建築與鋁窗間的固定片以焊接處理。



圖2-24 固定片以鋼釘固定於 RC 牆上
資料來源：本研究整理



圖2-25 固定片以鋼釘固定於 RC 牆上

資料來源：本研究整理



圖2-26 鋼骨建築的固定片以焊接處理
資料來源：本研究整理



圖2-27 鋼骨建築的固定片以焊接處理

資料來源：本研究整理

- (3) 落地鋁窗之固定:以水泥厚度內外出入線之基準。a. 如牆厚在 12 公分以上，室內預留 2-3 公分為基準，牆厚在 10-12 公分，室內預留 1-2 公分為基準。b. 但如外牆需與磁磚整齊線切齊，落地鋁窗安裝需配合工地基準墨線安裝施工。較審慎的業者，會以雷射水準儀來定位，以確保施工品質。



圖2-28 以雷射水準儀定位確保施工品質
資料來源：本研究整理



圖2-29 以雷射水準儀定位確保施工品質
資料來源：本研究整理

(4) 併料之安裝：檢查併料之氣密條確實嵌妥。



圖2-30 併料之氣密條
資料來源：本研究整理



圖2-31 併料之氣密條
資料來源：本研究整理

- (5) 需要敲打落地鋁窗時，應用木槌或尼龍槌，如用鐵鎚敲打時應墊以木片以免損壞鋁料。
4. 如有焊接或預埋件處理：(1) 焊道寬、深度的確認；(2) 預埋件處理。
5. 玻璃工程：(1) 玻璃尺寸計算丈量；(2) 玻璃切割處理；(3) 玻璃運抵現場；(4) 玻璃嵌裝作業；(5) 填縫劑施作；(6) 養護。
6. 填縫劑施工：(1) 確認不同施工位置、使用填縫劑之廠牌、型號、色澤、施工尺寸標準要求；(2) 清潔填縫處；(3) 貼防污膠帶；(4) 填縫施工。
7. 清潔維護：(1) 施工狀況；(2) 外觀狀況。

第三節 門窗保養維護注意事項

鋁窗之所以能受到廣泛採用，因其本身具有外觀明淨、大方、現代感，且清洗維護容易等優點。不過若想維持長久壽命，使用者絕對需要進行定期保養維護。

所謂保養維護，就是定期清洗、檢查。定期清洗主要是為了勿使鋁窗表面之附著物，因留置過久而生化學變化，致無法清除，使鋁窗失去原有光澤，最後只有更換方可解決。

1. 清洗鋁窗使用的清潔劑：(1) 清洗劑的使用應依產品包裝上說明，照正確比例稀釋，勿用溶解劑或強酸強鹼擦洗鋁窗。(2) 鋁窗如附有黏著力較強之污物時，可用汽油擦除乾淨。
2. 五金配件保養維護：(1) 鋁窗上的輓輪屬消耗品，須定期檢查鋁窗四邊的螺絲及平時清潔軌道毛屑後，鋁窗滑動不良時，可在輓輪中滴入數滴潤滑油，若仍無法順利滑動，則考慮更換新的輓輪。(2) 有輓輪的落地鋁窗，一般皆使用油或蠟來潤滑軌道，但是這些油或蠟時間久後容易使窗戶沾污。在滑軌道上塗少許的潤滑油或蠟，可延長輓輪使用壽命。



圖2-32 落地鋁窗上的輓輪屬消耗品

資料來源：本研究整理



圖2-33 落地鋁窗上的輓輪須定期檢查
資料來源：本研究整理

3. 門窗室內面清洗保養維護：(1) 以濕布擦拭即可，碰到較嚴重的髒物，再以清潔劑清洗；(2) 推開窗之鉸鏈、把手處應每月以潤滑油或黃油塗抹於關節處，以利活動順暢；(3) 地鉸鏈之保養最少半年一次，以起子將外牆蓋打開，並以潤滑劑加注於軸承內。

第四節 小結

由以上各節得知門窗有許多分類，也有許多施工安裝作業及保養維護注意事項，綜合以上各節可得以下結論：

- (一) 門窗之分類可分為很多種，一般可分為依材料分類、依開閉型式分類、依裝置位置分類等。
- (二) 門窗施工安裝作業注意事項：於工廠製造組裝完成之門窗，至工地現場需要安裝上架，其內容包含運送、儲存、運搬、預埋與安裝等工作；必須各個環節緊緊相扣，才有辦法將施工安裝作業圓滿達成。
- (三) 門窗保養維護注意事項：門窗保養維護，就是定期清洗、檢查，若想維持長久壽命，使用者絕對需要進行定期保養維護，一般可分為下列事項；1.清洗門窗使用的清潔劑；2.五金配件保養維護；3.門窗室內面清洗保養維護。

第三章 門窗風雨試驗概述

第一節 為何需做門窗風雨試驗

壹、做門窗風雨試驗的原因

由前章得知門窗有很多不同的分類，但並不是所有的門窗皆需做門窗風雨試驗。門窗依其裝置位置，一般是因高樓層建築較易遭受強風豪雨危害，乃需進行門窗風雨試驗，以提高日常氣密性、水密性、抗風壓性能，保障生命財產安全。

台灣地處颱風頻繁地區，因每棟高層建築、超高層建築，其外牆門窗使用量均相當龐大。惟有透過門窗風雨試驗，才有助於事先瞭解各類門窗系統之特性。且有些鋁窗廠為達到賺錢的目的，故意壓低工程報價拿到合約，因此業主為了防止鋁窗廠以劣代優，故較審慎的業主均會於現場抽測取樣並於試體簽名，送交第三公正單位做門窗風雨試驗。

尤其有些建築物是屬於豪宅型建築，若沒有在門窗安裝前先進行門窗風雨試驗，一旦建築物居住使用者遇到颱風豪雨天氣，發現其門窗漏水嚴重甚至產生變形，這對業主後續營運的聲譽會產生不利影響。

因此，門窗風雨試驗雖不是法令規定強制性的試驗，但基於上開理由，業主會視情況，要求門窗廠商做風雨試驗。

貳、做門窗風雨試驗的限制

要達到門窗風雨試驗的預期效益，必須要有如下之限制與措施，才能達到做門窗風雨試驗的益處：

1. 門窗需依照核准之施工圖面及施工規範施工：門窗風雨試驗強調的，就是預防勝於治療。所以試驗的試體並不是另一樁與現場毫無相干，專為通過試驗而做的試體，它強調的是要按「核准之施工圖面及施工規範施工」。此意味不論材料型式、尺寸厚薄，所用的各類膠條與填縫材都能

與施工現場一致。且施工方法、步驟也都能等同現場，如此做出之試體才堪稱為 1 比 1 之足尺模型。

2. 找出失敗的原因檢討修正：門窗風雨試驗失敗的原因不外乎三種—（1）設計的問題；（2）製造品管的問題；（3）施工的問題。由上述得知試驗過後必須小心謹慎找出失敗原因，仔細參照圖面找出問題，不可隨意以填縫劑填補。如果發現是施工的疏失，如固定窗填縫劑施打過薄，則可以加以彌補再重做試驗；但如果是設計或製造品管的問題，則必須檢視試體，針對問題處重新修正設計，並進行額外之試驗，以確保其安全。

第二節 門窗風雨試驗原理

門窗因其由窗樑、窗扇、玻璃、氣密條、填縫劑、固定鐵件等所組成，工廠製造及現場施工存有許多品管問題；再加以風雨受重力、表面張力、毛細管現象、動能、氣壓差等因素，易於間隙間造成漏水問題，其中尤以氣壓差影響較大。因來受測的門窗大部分皆為可開可關的，若有工廠製造品管不良或施工疏失，則漏氣漏水的機會也越大。因此為降低漏氣漏水的機會，在設計上應充分檢討防雨機制、接縫寬度及密封料如何防水及排水的問題。而為檢測防水、排水乃至氣密性能品質，及其受風壓力之影響，則須以系列試驗加以檢驗證；始能反應實際使用上的行為，確保其耐風雨、抗風壓之性能品質。

門窗風雨試驗各項試驗有其先後順序，以避免因試驗順序操作錯誤，導至不良物理性能試驗之結果。依 CNS 11524 (2006) 門窗性能試驗法通則，明確規定試驗順序如下：(1) 氣密性試驗；(2) 水密性試驗；(3) 抗風壓性試驗。

第三節 氣密性試驗

氣密性能是以漏氣量為其性能表示，主要反應空調節能及隔音效果，氣密性能是影響冷暖氣負荷的重要性能；氣密性好，室內空調不易流失，減少空調負荷；相對的，氣密性好，減少空氣傳音，隔音性佳。

有關「氣密性(air tightness)」部分，我國 CNS11527 與日本 JIS A 1516 的漢語用詞均使用「氣密性」一詞，但英文用詞我國使用 air permeability，中文意為「透氣性」，故 CNS 的中英用詞並不一致。日本使用 air tightness，其漢英用詞一致。日本之所以不使用透氣性，而使用氣密性一詞，主要是為配合 JIS A 1513 (門窗性能試驗方法通則) 之規定。美國則謂「漏氣性 (air leakage)」，也與實際性能表現值一致。中國大陸使用「空氣滲透性」，後來也改為「氣密性」，其英詞也用 air permeability。

我國 CNS 11527 A3236 門窗氣密性試驗法公佈於 75 年 4 月 15 日，其後的修訂也是最近一次的修訂為 93 年 1 月 9 日。CNS 11527 引用自日本 JIS A 1516 門窗氣密性試驗方法，內容幾乎相同。美國的氣密性試驗為 ASTM E283，而中國大陸的氣密性試驗為 GB/T 7101。

在氣密性能標準方面，氣密性能試驗下透氣量，試體在規定的加壓線圖下所測得之透氣量，依性能要求需達 2 等級線、8 等級線、30 等級線或 120 等級線以下之透氣標準，此規定 CNS 與 JIS 相同。中國大陸 GB/T 7101 建築外窗氣密性能分級檢測方法之規定，其加壓的程序與 JIS 類似，是以 100Pa 壓力差下檢測透氣量後換算為標準狀態下之值，再依規定公式換算為 10Pa 之檢測壓力差下之透氣量，看該值是否滿足標準所規定之性能分級表。美國 ASTM E283 的漏氣量試驗則是同時適用於門窗及帷幕牆。

另外在其他相關資料之收集方面，氣密性能要求過高，通常會有是否對室內空氣品質有影響之顧慮。根據相關研究資料顯示，建築物氣密化並不會造成新鮮空氣的缺乏。因為建築物有浴室、廚房等的排氣設備，很難構成像密閉的罐子般，使空氣進出完全隔絕的情形發生。因此即使門窗等有相當良好的氣密性，室內空氣仍然會得到足夠的換氣。



圖3-1 將艙門關起即成一密閉之測試艙

資料來源：本研究整理



圖3-2 測試艙加壓之鼓風機組

資料來源：本研究整理



圖3-3 測試門窗漏氣量之空氣流量計

資料來源：本研究整理



圖3-4 量測測試艙壓力之低壓傳感器

資料來源：本研究整理

氣密性能指相對於指定壓力差下，每單位門窗單位時間內之通氣量。試驗方法採用 CNS 11527 (2004) 門窗氣密性試驗法，一般送測之鋁合金製窗還會參考 CNS 3092 (2005) 「鋁合金製窗」之規定辦理。其試體安裝時須保持正確的水平及垂直度，且與測試艙之間不產生空隙，並須無扭曲或彎曲以密貼緊固於測試艙。開閉操作條件已知時，應依其條件安裝試體，裝置框與測試艙儘可能緊密，使空氣不致洩漏。其測試步驟及計算方法如下⁸：

(一) 測試步驟：

1. 預壓：試驗前，先施加比試驗壓力 P_{max} 大 10% 之壓力差，且須為 500Pa 以上，保持 3 秒以上，施加 3 次，其變化壓力時間為 1 秒以上。
2. 確認開閉：將門窗開閉五次，然後扣鎖。
3. 加壓：依規範所示，在正壓下各階段保持最低 10 秒以上，升壓至試驗所要求之最高壓，在試驗之壓力差階段取 10、30、50、100Pa。
4. 測定：各階段壓力差之空氣流量呈穩定時，記錄空氣流量值。

(二) 計算方法：

1. 通氣量之計算：通氣量分別以各加壓階段之通氣面積每 m^2 ，每小時之流量表示，並以下列公式換算為 CNS 11524 (2006) 所規定之基準狀態值。

2. 通氣面積之換算公式： $q = Q/A \times (P_i T_0 / P_0 T_1)$

式中， q = 換算為基準狀態之通氣量 ($m^3/h \cdot m^2$)； Q = 所測定之流量 (m^3/h)； A = 通氣面積 (m^2)； $P_0 = 1013$ (hPa)； P_i = 試驗室之氣壓 (hPa)； $T_0 = 273 + 20 = 293$ (K)； T_1 = 測定空氣溫度 (K)。

(三) 測試結果：

1. 依所求得通氣量之結果，以縱軸作通氣量，橫軸作壓力差之兩對數座標圖，可分 2 等級線、8 等級線、30 等級線、120 等級線，等級線數字越低表氣密性越好。

⁸資料來源：CNS 11527 (2004) 門窗氣密性試驗法

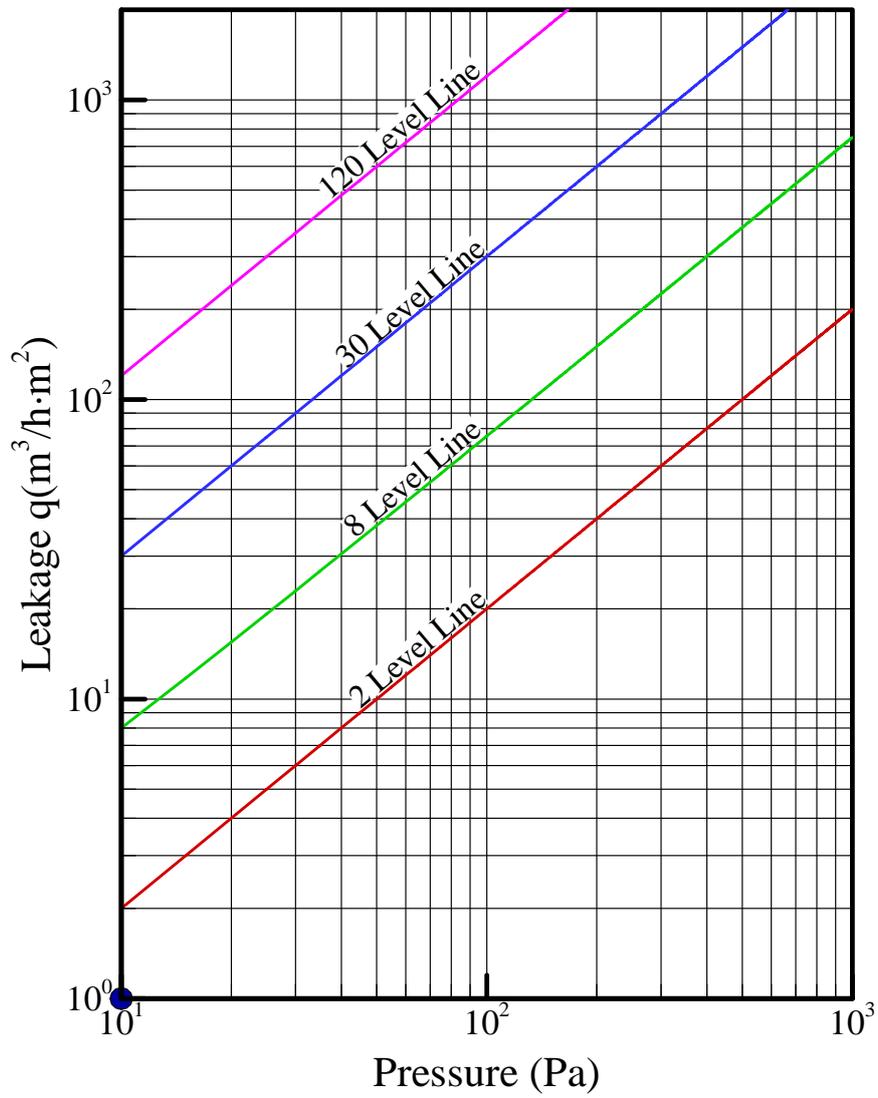


圖3-5 通氣量線圖
資料來源：本研究整理

第四節 水密性試驗

水密性能是以壓力差為其性能表示，係反應雨水不滲漏的條件下可耐壓力差之程度。

有關「水密性」部分，我國 CNS 與日本 JIS 及中國大陸 GB 標準的漢語用詞均相同，但 CNS 對於門窗的水密性，英文使用 water tightness；對於帷幕牆的水密性，則使用 water penetration。中國大陸 GB 標準對於外窗、外門及帷幕牆原文均使用 water penetration，2002 年時更正為使用 water tightness 一詞，即「建築外窗雨水滲漏性能分級及檢測方法」更正為「建築外窗水密性能分級及檢測方法」。

我國 93 年 1 月 9 日版 CNS 11528 規定門窗水密性試驗的噴水量為 $4\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ （脈動加壓），此規定與日本的規定相同，中國大陸則使用稍低之值，其穩定加壓時用 $2\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ ，此與 ISO 規定相同，其脈動加壓時用 $3\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ 。但 CNS 在帷幕牆水密性試驗部分，因參考美國規範，95 年 2 月 27 日版 CNS13974 帷幕牆水密性試驗的噴水量規定值為 $3.4\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ ，此與美國 AAMA 501.1-05 標準 $5\text{gal}/\text{ft}^2 \cdot \text{h}$ （即 $3.4\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ ）相同，但如參考日本 JIS 1517 及 CNS 11528 門窗水密性試驗的噴水量 $4\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ 值不一致。日本規定 $4\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ ，相當於 10 分鐘 40mm 的降雨量（即降雨強度 240mm/hr），約為其過去最大降雨強度的觀測值。

JIS 標準在制訂時雖有考慮到配合 ISO 的標準，但在水密性能試驗之施壓方面，歐洲的規定是在靜態壓力下進行，而日本則考量其天候環境，以動態為考量，因此與 ISO 規定不同。JIS 是採用脈動壓之水密性能試驗，CNS 的規定亦同 JIS 標準。先施以 1 分鐘與上限等值之靜壓，再施以中央值上下 0.5 倍幅度（中央值為 1500Pa 以下時）或中央值上下 750Pa 幅度（中央值為 1500Pa 以上時）之脈動壓。

水密性能試驗是以上述的脈動壓及噴水量來模擬風雨交加狀態下的防水性能，但並非各取其過去經驗的最大值來模擬，以颱風為例其中心風速愈大處，因雲雨受離心力的排斥，雨量並非最大；而雨量最大處風速並非最大。

日本對於試驗用波動風速的中央值及上限值之決定方式，係在每小時 11mm 的降雨量時之 10 分鐘平均風速與發生頻率之間的關係圖中，找出 10 年內發生兩次的 10 分鐘平均風速值 V ，再將該值代入 $P=V^2/16$ ，該 P 值 (kgf/m^2) 之壓力會使雨水在窗戶上造成水沫強烈飛濺的程度，相當於試驗所用脈動壓的上限值。而此時賦予雨水動力使其滲入屋內之平均壓力差即為窗戶內外的壓力差，該值為 $0.6P$ ，約相當於試驗所用脈動壓的中央值。

中國大陸 GB/T 7108-2002 建築外窗水密性能分級及檢測方法，規定於非熱帶風暴及非颱風地區採用穩定加壓法；否則應採用脈動加壓法（實際上加壓圖線並非正弦或曲線，應稱之謂逐段加壓）之水密性能試驗。不論穩定加壓或波動加壓，GB/T 規定在正式進行檢測加壓前均施加三個壓力差為 500Pa 脈衝壓之預壓，噴水後穩定加壓則視檢測壓力大小以每 50 Pa 或 100Pa 增加，每增加一次滯留五分鐘；波動加壓則類似於 JIS 規定，惟其差異在每增加一次滯留五分鐘。

ASTM 在門窗水密性試驗方面，有 E 331-00 均勻靜態(Uniform static)加壓及 E547-96 波動靜態(Cyclic Static)加壓。E 331-00 規定在 15 秒內完成規定壓力差之施加，噴水後維持 15 分鐘的加壓。另外 ASTM 有規定建築現場的水密性試驗，可參 E 1105-96，CNS 則無相關規定。

除穩定加壓、均勻靜態、波動靜態或逐段加壓外，另有 AAMA 501.1-05 的動態壓力(Dynamic Pressure)下的水密性試驗，該試驗不僅適用於門窗，也適用於帷幕牆。其規定為以 $3.4\text{L/m}^2 \cdot \text{min}$ 水量均勻噴灑於試體表面，再啟動鼓風機，轉動螺旋槳達規定之風速，維持 15 分鐘後停止，觀察是否有漏水超過 15ml 之現象。

壹、漏水的條件

從暴露於戶外風雨之建築結構觀察，漏水發生必須有以下三個條件，缺乏一種即可免於漏水：

1. 有水的存在：如若沒有下雨，或是沒有水管破裂出水，是不可能漏水的。
2. 要有間隙（水路）：即水進行的通路或間隙。

3. 作用力：即通過水路將水擠入水路內部之促進力。

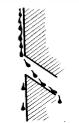
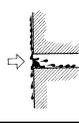
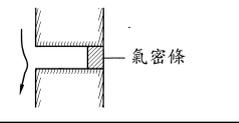
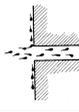
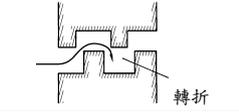
貳、雨水入侵原理與解決對策⁹

水移動的力量包括下列幾項：

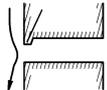
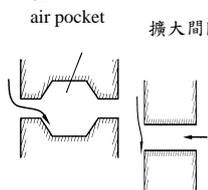
1. 重力：水會因重力的因素由高處往低處流動。
2. 氣壓差：因為正壓會使室外空氣流入室內時將雨水一併帶入，此乃產生漏水最重要原因，故水密設計最大著眼點在於防止「壓差」造成漏水。
3. 運動能量：受風和重力的影響使得漂浮在空中的雨滴具有相當的動能，只要遇到縫隙，即使沒有內外壓差也可侵入室內。而分布在整個牆面上的風壓力對牆內為中空層者，會因其間空氣對流運動產生氣流，同時將雨滴推向室內側而滲入牆內。
4. 表面張力：水具有一種使表面積收縮的力量，這種力量就叫做表面張力，若未做好防漏，水利用其表面張力可移動侵入室內。
5. 毛細管現象：毛細管現象係因水對管壁之附著力、水本身之凝聚力造成，水能因表面張力及附著力的相互作用，在毛細管內移動。受表面張力的影響，水在狹窄縫隙也能逆流而上入侵室內。

以下特將雨水入侵原理與解決對策繪表說明之：

表3-1 雨水入侵原理與解決對策

雨水入侵原理			解決對策	
1.重力	接縫內有向下之通孔，雨水即因自重入侵		1. 將接縫內之傾斜角朝上 2. 設高檔水	 擋水
2.氣壓差	隨建築物內外氣壓差造成之空氣移動，雨水亦隨之入侵		1. 消除接縫內與外部之氣壓差	 氣密條
3.運動能量	因風速以致水滴持有運動能量而入侵間隙內部		1. 設轉折以消耗運動能量	 轉折

⁹葉祥海、黃清毅(2004)《金屬帷幕牆製造作業技術手冊之編訂》，內政部建築研究所

4.表面張力	隨表面轉入於間隙內部		1. 設切水	
5.毛細管現象	寬0.5mm以下之間隙會因表面張力現象，而將水往內部吸引		1. 接縫處內部設空穴(Air Pocket) 2. 擴大間隙	空穴 air pocket 擴大間隙 

資料來源：葉祥海、黃清毅(2004)《金屬帷幕牆製造作業技術手冊之編訂》，
內政部建築研究所

水密性能試驗試驗方法及測試步驟依 CNS 11528 (2004) 門窗水密性試驗法辦理，如前所述氣壓差對漏水的影響較其他因素為大，故有廠商為求完美，氣壓甚至會要求做到 CNS 3092 (2005) 「鋁合金製窗」規定最大值的兩倍。

參、試驗方法

依 CNS 11528 (2004) 門窗水密性試驗法，將試體置入測試艙，試體安裝時須保持正確的水平及垂直度，且與測試艙之間不產生空隙，並須無扭曲或彎曲以密貼緊固於測試艙。然後依規範定義在規定注水量及脈動壓力差下，檢視其室內側之漏水情形。

肆、測試步驟¹⁰：

1. 確認開閉：將門反覆開閉 5 次，然後扣鎖。(氣密性試驗終了後，繼續進行水密性試驗時，得省略確認開閉)。
2. 預壓：在施加脈動壓之前，先施以 1 分鐘與上限值等值之靜壓，升壓速率約為每秒 100Pa。
3. 噴水：噴水量為對試體全面以每分鐘 4L/m² 之水量均勻噴灑之。

¹⁰資料來源：CNS 11528 (2004) 門窗水密性試驗法

4. 加壓：在持續噴水下，依 CNS 11528 (2004) 之規定，施加 10 分鐘脈動壓。至中央值 P 之升壓速率約為每秒 20Pa，並無特別規定近似正弦波設定之過程。
5. 觀察：以目視觀察試體之漏水狀態。

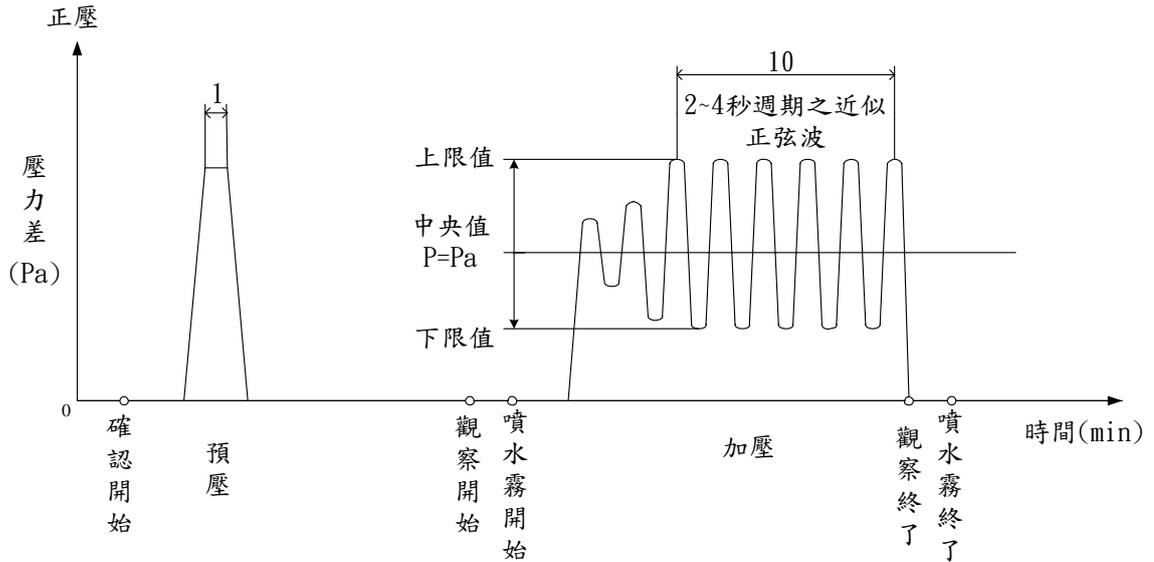


圖3-6 門窗水密試驗順序

資料來源：CNS 11528 (2004) 門窗水密性試驗法



圖3-7 試艙內噴水架
資料來源：本研究整理



圖3-8 門窗水密試驗進行
資料來源：本研究整理



圖3-9 量測水流量之水流量計

資料來源：本研究整理

第五節 抗風壓性試驗

抗風壓性試驗主要是檢測試體的變形性能及安全性能，試驗過程包括變形試驗、反覆試驗及安全試驗。(1) 變形試驗是量測試體的撓度；(2) 反覆試驗是加壓由壓力 0 至試驗壓力 P 振幅之斷續壓，施加 n 次各保持 3 秒以上，觀察有無殘留變形及使用機能上之障礙；(3) 安全試驗是以較變形試驗時更高的壓力差在短時間內進行施壓及卸壓後，觀察門窗是否有損傷的情形。

我國有門窗抗風壓性試驗之國家標準，其規定含預壓與檢測壓力之施加方式、門窗面外變位之量測、以及殘留變形之觀察等。CNS 11526 的加壓順序圖與 ISO 標準相同，與日本 JIS A 1515 的加壓線圖類似，但不完全相同。CNS 11526 有三次滯留 3 秒鐘的預壓；JIS A 1515 只有一次滯留 3 秒鐘的預壓。CNS 11526 於預壓後加 100Pa，再以每增加 100Pa 滯留 10 秒鐘，加至變形試驗之指定壓力差；JIS A 1515 自變形試驗指定壓力差的 1/4 加起，再以每增加 100Pa 滯留 10 秒鐘，加至變形試驗所需之指定壓力差。CNS 11526 於變形試驗卸壓後進行反覆試驗，JIS A 1515 則進行 10 次的波動加壓試驗，最後 CNS 11526 與 JIS A 1515 均施加滯留 3 秒鐘以上的安全性試驗指定壓力差，各試驗卸壓後須進行殘留變形之確認及門窗開關之確認。而上述指定壓力差係依門窗性能品質要求而異，日本所使用的檢測壓力值是直接使用結構計算之風壓值，其所施加的風壓較歐美為高，相對地容許撓曲的標準值也較大。另上述 CNS 11526 與 JIS A 1515 試驗過程中壓力之施加，不論預壓、變形試驗、反覆試驗、波動加壓試驗、或安全性試驗，各試驗除正壓外也有正負壓交互使用。

中國大陸 GB/T 7106-2002 建築外窗抗風壓性能分級及檢測方法，則規定檢測加壓之順序有正壓預壓、正壓變形檢測、負壓預壓、負壓變形檢測、正壓反覆檢測、負壓反覆檢測、正壓及負壓之定級檢測或工程檢測，此與 CNS 及 JIS 稍有差異。

壹、測試步驟¹¹

依 CNS 11526 (2003) 門窗抗風壓性試驗法規定之順序進行試驗。用正壓及負壓測定門窗之狀況時，依下列 3 個試驗，先做正壓、後做負壓試驗。但如依 CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗，僅須做變形試驗。

(一)變形試驗：依下列順序進行試驗。

1. 預壓：反覆施加壓力 P_0 (500Pa)保持 3 秒後解壓，施加 3 次。變化壓力時間為 1 秒以上。
2. 確認開閉：將門窗反覆開閉 5 次，然後扣鎖。
3. 安裝位移計：安裝於各製品規格所規定之位置。
4. 加壓：分階段加壓至最高壓力 P_1 ，各階段之保持時間為 10 秒以上。壓力階段取 100、200、300、400、500Pa。若有要求 500Pa 以上之壓力時，以不超過 250Pa 之範圍內增加壓力。惟最高壓力在設計階段就已決定之製品，其壓力階段得以將最高壓力 4 等分後之壓力，依序加壓。
5. 變位確定：在各壓力階段，測定所定之面外變位。
6. 確認開閉：將門窗反覆開閉 5 次。
7. 確認殘留變形：檢查殘留變形及有無機能上之障礙。

(二)反覆試驗：依下列順序進行試驗。

1. 加壓：加壓由壓力 0 至試驗壓力 P 振幅之斷續壓，施加 n 次各保持 3 秒以上。
2. 確認開閉：將門窗反覆開閉 5 次。
3. 確認殘留變形：檢查殘留變形及有無機能上之障礙。

(三)安全性試驗：依下列順序進行試驗。

1. 加壓：對試驗壓力儘早升壓並保持 3 秒以上。變化壓力時間為 1 秒以上。
2. 確認殘留變形：檢查殘留變形及有無機能上之障礙。

¹¹資料來源：CNS 11526 (2003) 門窗抗風壓性試驗法

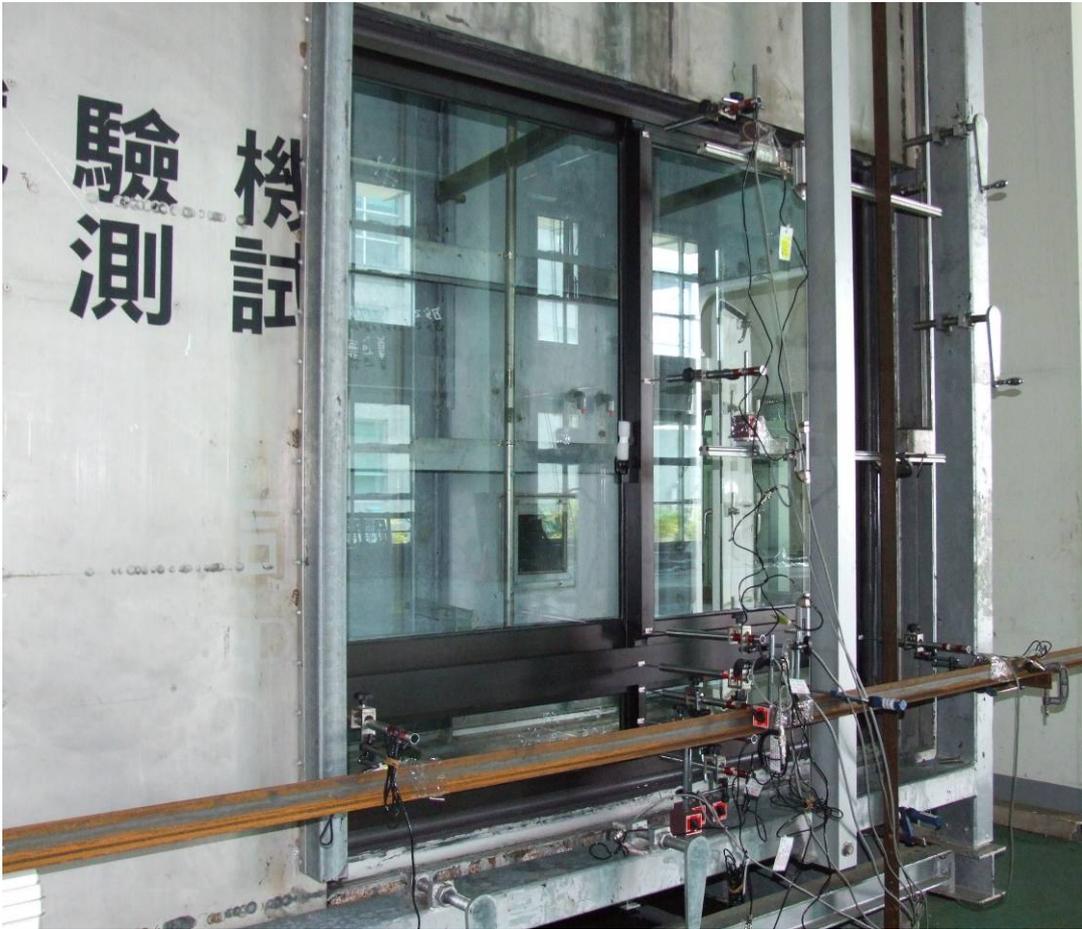


圖3-10 門窗抗風壓性試驗位移計裝設
資料來源：本研究整理

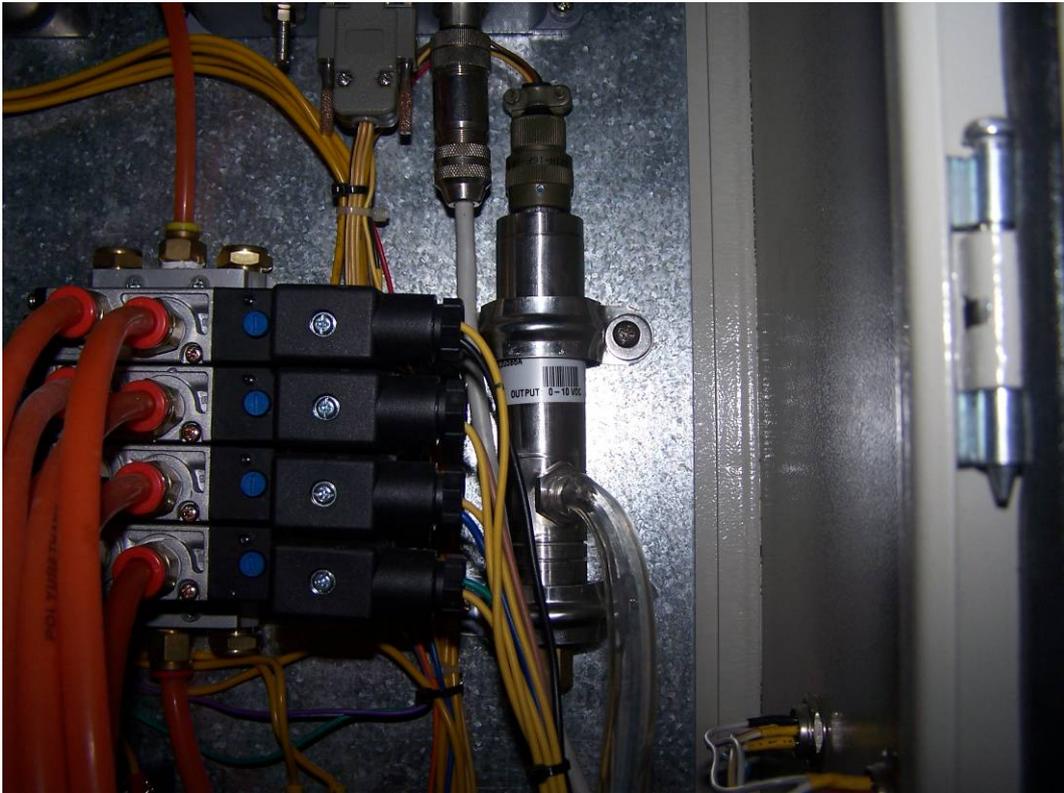


圖3-11 量測測試艙壓力之高壓傳感器

資料來源：本研究整理



圖3-12 門窗風雨試驗之 LabVIEW 儀控軟體
資料來源：本研究整理

第六節 小結

由以上各節得知，台灣地處颱風頻繁地區，加上開發出之形形色色門窗，特點與系統各有不同。且每棟高層建築、超高層建築，其門窗使用量均相當龐大，惟有透過門窗風雨試驗，才有助於事先瞭解各個門窗系統之特性。因此，可得以下結論：

- (一) 門窗需依照核准之施工圖面及施工規範施工：門窗風雨試驗強調的，就是預防勝於治療。所以試驗的試體並不是另一樁與現場毫無相干，專為通過試驗而做的試體。
- (二) 門窗風雨試驗各項試驗有其先後順序，以避免因試驗順序操作錯誤，導至不良物理性能試驗之結果。依 CNS 11524 (2006) 門窗性能試驗法通則，明確規定試驗順序如下：(1) 氣密性試驗；(2) 水密性試驗；(3) 抗風壓性試驗。
- (三) 氣密性能是以漏氣量為其性能表示，主要反應空調節能及隔音效果，氣密性能是影響冷暖氣負荷的重要性能；氣密性好，室內空調不易流失，減少空調負荷；相對的，氣密性好，減少空氣傳音，隔音性佳。
- (四) 水密性能試驗是以上述的脈動壓及噴水量來模擬風雨交加狀態下的防雨性能。
- (五) 抗風壓性試驗主要是檢測試體的變形性能及安全性能，依據 CNS 11526 (2003) 門窗抗風壓性試驗法，其試驗過程可包括變形試驗、反覆試驗及安全試驗。但如依 CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗，僅須做變形試驗。

第四章 門窗風雨試驗分析

第一節 門窗風雨試驗案例

依 CNS 規範，一個完整的門窗風雨試驗需進行氣密性、水密性及抗風壓性試驗。本實驗室之門窗風雨試驗相關檢測項目皆已獲 TAF 認證通過，至今於門窗風雨測試艙接受廠商相關之風雨試驗委託檢測案已有百件。但本研究是專門針對門窗風雨試驗為探討主題，所以其他非門窗測試部分案例：如包括有一般太陽能光電模組、BIPV 太陽能光電模組、外牆防火複合板、屋頂浪板等之抗風壓試驗，不列入本研究中。針對門窗風雨試驗項目的研究，排除以上非門窗部分，至今約有 81 件已完成之門窗風雨試驗檢測案例可做分析研究，相關資料如下。

表4-1 已完成之門窗風雨試驗檢測案例

案例編號	試件名稱	試件形式	試件尺寸 (寬 mm*高 mm)	玻璃厚度 (mm)	測試項目	通過與否	不通過 勾選	不通過 原因
T1	鋁窗	橫拉窗	2600*1400	8	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級、750Pa 壓力差(中央值)；3. 抗風壓 200 等級、280 等級；4. 破壞性試驗	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 50 等級、750Pa 壓力差(中央值)不通過；3. 抗風壓 200 等級、280 等級通過；4. 3250Pa 破壞	✓	
T2	鋁窗	橫拉窗	3000*2300	8	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 50 等級不通過	✓	固定部施工不良，玻璃嵌入太淺
T3	鋁窗	橫拉窗	2960*2030	3	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 35 等級；3. 抗風壓 240 等級、280 等級	1. 氣密性 2 等級線不通過；2. 水密性 35 等級不通過；3. 抗風壓 240 等級、280 等級通過	✓	1. 氣密性通過 8 等級線

鋁窗風雨試驗相關性能之比較分析研究

案例編號	試件名稱	試件形式	試件尺寸 (寬 mm*高 mm)	玻璃厚度 (mm)	測試項目	通過與否	不過過 勾選	不過過 原因
T4	不銹鋼門	雙推門	2000*2500	8	1. 抗風壓 360 等級	1. 抗風壓 360 等級 不通過；進行此試 體之改善工作，於 此不銹鋼門下新 增一不銹鋼門 擋，直橫料交接處 原為點焊，正背面 共 24 處補強為滿 焊，且於不銹鋼門 兩結合直料內置 入 2450mm 長之 45 ×20×20×1.6mm ㄇ 型鍍鋅鐵件補 強。進行第二次抗 風壓性能試驗，此 次試驗抗風壓 360 等級通過	✓	
T5	鋁窗	橫拉窗	1500*1900	6	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風 壓 360 等級	通過		
T6	鋁窗	橫拉窗	1500*1500	5+5	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風 壓 360 等級	1. 氣密性 2 等級線 不通過；2. 水密性 50 等級不通過；3. 抗風壓 360 等級通 過	✓	1. 氣密性通 過 8 等級線
T7	鋁窗	橫拉窗	2300*2200	10	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風 壓 360 等級	1. 氣密性 2 等級線 通過；2. 水密性 50 等級通過；3. 抗風 壓 360 等級不通過	✓	

第四章 門窗風雨試驗分析

案例編號	試件名稱	試件形式	試件尺寸 (寬 mm*高 mm)	玻璃厚度 (mm)	測試項目	通過與否	不通過 勾選	不通過 原因
T8	鋁窗	橫拉窗	2300*2200	10	1. 抗風壓 360 等級	1. 抗風壓 360 等級 不通過	✓	
T9	鋁窗	橫拉窗	2300*2200	10	1. 抗風壓 360 等級	通過		
T10	鋁窗	橫拉窗	1621*1860	8	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級、水密性 1000Pa 壓力差(中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T11	鋁窗	橫拉窗	1621*1860	8	1. 水密性 20 分鐘 1000Pa 定壓	通過		
T12	不銹鋼門	單開門	800*1895		1. 抗風壓 360 等級	無判定標準，僅提供數據參考		
T13	鋁窗	推射窗	1475*2400	5+5	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T14	鋁窗	橫拉窗	1500*1500	5+5	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 35 等級；3. 抗風壓 4400Pa	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 35 等級不通過；3. 抗風壓 4400Pa 通過	✓	
T15	鋁窗	橫拉窗	2748*2240	5+5	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差(中央值)；3. 抗風壓 360 等級	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 1000Pa 壓力差(中央值)不通過；3. 抗風壓 360 等級不	✓	

鋁窗風雨試驗相關性能之比較分析研究

案例編號	試件名稱	試件形式	試件尺寸 (寬 mm*高 mm)	玻璃厚度 (mm)	測試項目	通過與否	不通過 勾選	不通過 原因
						通過		
T16	鋁窗	橫拉窗	2748*2240	5+5	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T17	鋁窗	推開窗	2010*1030	6	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T18	鋁窗	橫拉窗	1500*1500	8	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T19	不銹鋼門	雙推門	2700*2900	8	1. 抗風壓 360 等級	通過		
T20	鋁窗	橫拉窗	1100*1480	10	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T21	鋁窗	橫拉窗	1480*1750	3+5	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T22	鋁窗	橫拉窗	2300*1100	5	1. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)	通過		
T23	鋁窗	橫拉窗	2300*1100	5	1. 氣密性 2 等級線；2. 抗風壓 280 等級	通過		
T24	鋁窗	橫拉窗	2300*1100	5	1. 水密性 35 等級	通過		
T25	鋁窗	橫拉窗	2300*1100	5	1. 抗風壓 360 等級	通過		

案例編號	試件名稱	試件形式	試件尺寸 (寬 mm*高 mm)	玻璃厚度 (mm)	測試項目	通過與否	不通過 勾選	不通過 原因
T26	鋁窗	橫拉窗	1500*1500	8	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T27	鋁窗	推開窗	2480*2550	5+5	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T28	鋁窗	橫拉窗	1500*1500	8	1. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)	通過		
T29	鋁窗	橫拉窗	1500*1500	8	1. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)	通過		
T30	不銹鋼門	單開門	850*1900		1. 抗風壓 360 等級	無判定標準，僅提供數據參考		
T31	鋁窗	雙推開窗	1400*1520	10	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T32	鋁窗	雙推開窗	1470*1520	10	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T33	鋁窗	橫拉窗	1740*1400	3+5	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 50 等級不通過；3. 抗風壓 360 等級通過	✓	
T34	鋁窗	推開窗	770*1337	—	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	通過		

鋁窗風雨試驗相關性能之比較分析研究

案例編號	試件名稱	試件形式	試件尺寸 (寬 mm*高 mm)	玻璃厚度 (mm)	測試項目	通過與否	不通過 勾選	不通過 原因
T35	鋁窗	推開窗	1065*2008	5+5	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T36	鋁窗	橫拉窗	1700*2000	6	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 35 等級；3. 抗風壓 240 等級	通過		
T37	鋁窗	橫拉窗	1740*1400	3+5	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T38	鋁窗	橫拉窗	2350*1900	10	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T39	鋁窗	橫拉窗	1720*2400	8	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)通過；3. 抗風壓 3 加正風壓至約 2560Pa 時固定窗玻璃破裂，測試終止		
T40	鋁窗	推開窗	1060*2250	5+5	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T41	鋁窗	橫拉窗	2250*1900	8	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T42	鋁窗	橫拉窗	1720*2400	8	1. 抗風壓 360 等級	通過		

第四章 門窗風雨試驗分析

案例編號	試件名稱	試件形式	試件尺寸 (寬 mm*高 mm)	玻璃厚度 (mm)	測試項目	通過與否	不通過 勾選	不通過 原因
T43	鋁窗	橫拉窗	2670*1790	6	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T44	鋁窗	橫拉窗	2670*1790	6	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T45	鋁窗	橫拉窗	2000*1695	10	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差(中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T46	鋁窗	橫拉窗	1445*2100	10	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T47	鋁窗	橫拉窗	1600*1950	5	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 35 等級；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T48	鋁窗	橫拉窗	1550*2335	10	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級、750Pa 壓力差(中央值)、1000Pa 壓力差(中央值)；3. 抗風壓 360 等級	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 50 等級通過、750Pa 壓力差(中央值)通過、1000Pa 壓力差(中央值)通過；3. 抗風壓 360 等級不通過	✓	疊合料太長 無補強
T49	鋁窗	橫拉窗	2800*2300	8+8	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 750Pa 壓力差(中央值)、1000Pa 壓力差(中央值)；3. 抗風壓 360 等級、負風壓-5400Pa	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 750Pa 壓力差(中央值)通過、1000Pa 壓力差(中央值)通過；3. 抗	✓	疊合料太長

鋁窗風雨試驗相關性能之比較分析研究

案例編號	試件名稱	試件形式	試件尺寸 (寬 mm*高 mm)	玻璃厚度 (mm)	測試項目	通過與否	不通過 勾選	不通過 原因
						風壓 360 等級通過、負風壓 -5400Pa 不通過		
T50	鋁窗	橫拉窗	2700*2300	5+5	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級(3 次)；3. 抗風壓 360 等級	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 50 等級第 1、2 次不通過，經業主同意補強，第 3 次方通過；3. 抗風壓 360 等級通過	✓	氣密墊條有破洞
T51	鋁窗	推開窗	1995*1420	5+5	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性、1000Pa 壓力差(中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T52	鋁窗	橫拉窗	1800*2192	10	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性、1000Pa 壓力差(中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T53	不銹鋼窗	固定窗	1256*2474	5	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 240 等級	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 50 等級通過；3. 抗風壓 240 等級無判定標準，僅提供數據參考		

第四章 門窗風雨試驗分析

案例編號	試件名稱	試件形式	試件尺寸 (寬 mm*高 mm)	玻璃厚度 (mm)	測試項目	通過與否	不通過 勾選	不通過 原因
T54	不銹鋼窗	固定窗	2344*1256	5	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 240 等級	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 50 等級通過；3. 抗風壓 240 等級無判定標準，僅提供數據參考，加壓至約正風壓 1200Pa 玻璃裂開成半圓形裂縫，停止測試		
T55	鋁窗	橫拉窗	2800*2300	8+8	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級、負風壓 -5400Pa	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值) 不通過；3. 抗風壓 360 等級通過、負風壓 -5400Pa 不通過	✓	抗風壓疊合料太長，業主要求標準較規範高甚多
T56	鋁窗	橫拉窗	2000*2600	活動窗 8、固定窗 10	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T57	鋁窗	橫拉窗	1400*1500	8	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T58	鋁窗	推開窗	1000*1200	5+10 Air+ 5	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 6000Pa	通過		

鋁窗風雨試驗相關性能之比較分析研究

案例編號	試件名稱	試件形式	試件尺寸 (寬 mm*高 mm)	玻璃厚度 (mm)	測試項目	通過與否	不通過 勾選	不通過 原因
T59	鋁窗	橫拉窗	2800*2350	6+6	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)通過；3. 抗風壓 360 等級不通過	✓	抗風壓固定窗左側窗料變形，導致活動窗右側疊合料上部彈出窗框，測試中止。因此時固定窗左側窗料變形，活動窗關閉困難
T60	不銹鋼窗	橫拉窗	1600*2400	14	1. 抗風壓 240 等級	通過		
T61	鋁窗	橫拉窗	1675*1800	6+6	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T62	鋁窗	推開窗	920*1341	6+6	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T63	鋁窗	橫拉窗	2854*1360	10	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值) (2 次)；3. 抗風壓 360 等級	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值) (第 1 次)不通過；水密性 1000Pa 壓力差 (中央值) (第 2 次)通過；3. 抗風壓 360 等級通過	✓	固定部施工不良，玻璃填縫矽膠打入太淺；窗框本體接縫不良，活動窗鬆緊度太鬆

第四章 門窗風雨試驗分析

案例編號	試件名稱	試件形式	試件尺寸 (寬 mm*高 mm)	玻璃厚度 (mm)	測試項目	通過與否	不通過 勾選	不通過 原因
T64	鋁窗	橫拉窗	2800*2350	6+6	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T65	鋁窗	推開窗	2000*2000	6+6	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T66	鋁窗	推開窗	1950*2620	—	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級 (2 次)；3. 抗風壓 360 等級	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 50 等級 (第 1 次) 不通過；水密性 50 等級 (第 2 次) 通過；3. 抗風壓 360 等級試體與鐵框交接處之 silicone 破裂，無法加壓，測試停止	✓	(1)窗內的螺絲孔及上部連桿螺絲孔沒以 silicone 封住；(2)窗內保全磁閥開關亦沒以 silicone 封住；(3)窗扇四角之四個 45 度交角沒進行補強調整
T67	鋁窗	推開窗	1950*2610	—	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T68	鋁窗	橫拉窗	1930*1810	6+6	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		

鋁窗風雨試驗相關性能之比較分析研究

案例編號	試件名稱	試件形式	試件尺寸 (寬 mm*高 mm)	玻璃厚度 (mm)	測試項目	通過與否	不通過 勾選	不通過 原因
T69	鋁窗	推射窗	1200*1275	—	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T70	鋁窗	橫拉窗	2000*2008	10	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值) 不通過；3. 抗風壓 360 等級不通過	✓	水密窗框交接處接合不良；抗風壓疊合料太長無補強
T71	鋁窗	橫拉窗	2000*2300	10	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值) 不通過；3. 抗風壓 360 等級通過	✓	水密性不佳
T72	鋁窗	橫拉窗	2800*2100	6	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T73	鋁窗	橫拉窗	1650*1395	6+6	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差 (中央值)；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T74	鋁窗	橫拉窗	1800*2050	6	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T75	鋁窗	固定窗	2500*1980	6	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 50 等級通過；3. 抗風		

第四章 門窗風雨試驗分析

案例編號	試件名稱	試件形式	試件尺寸 (寬 mm*高 mm)	玻璃厚度 (mm)	測試項目	通過與否	不通過 勾選	不通過 原因
						壓 360 等級無判定標準，僅提供數據參考		
T76	鋁窗	橫拉窗	2400*2400	10	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	1. 氣密性 2 等級線不通過；2. 水密性 50 等級不通過；3. 抗風壓 360 等不通過	✓	整樁鋁窗製造加工不良
T77	鋁窗	橫拉窗	1200*1200	6	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差(中央值)通過；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T78	鋁窗	橫拉窗	2000*2010	3+3	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差(中央值)通過；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T79	鋁窗	橫拉窗	1500*1850	8	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 50 等級；3. 抗風壓 360 等級	通過		
T80	鋁窗	橫拉窗	2000*2305	10	1. 氣密性 2 等級線；2. 水密性 1000Pa 壓力差(中央值)；3. 抗風壓 360 等級	1. 氣密性 2 等級線通過；2. 水密性 1000Pa 壓力差(中央值)不通過；3. 抗風壓 360 等級通過	✓	水密性不佳
T81	鋁窗	固定窗	1625*1022	厚 21~24mm 不等 之條	1. 正風壓 4500Pa、負風壓-4500Pa	無判定標準，僅提供數據參考		

鋁窗風雨試驗相關性能之比較分析研究

案例 編號	試件 名稱	試件形式	試件尺寸 (寬 mm*高 mm)	玻璃 厚度 (mm)	測試項目	通過與否	不通 過 勾選	不通過 原因
				狀 藝 術 玻 璃 黏 結 而 成				

資料來源：本研究整理

第二節 門窗風雨試驗依送測門窗型式分析

對前節已完成之 81 件門窗風雨試驗檢測案例，橫拉窗有 58 件、推開窗有 13 件、推射窗有 2 件、固定窗有 4 件、不銹鋼門有 4 件。

上述 81 件門窗風雨試驗檢測案例，因應規範要求，有部分項目無判定標準，僅提供數據參考。

依據送測門窗型式案例統計，特彙整下列表格供參：

表4-2 門窗風雨試驗通過案例統計表

門窗型式	通過 案例	不通過 案例	完全 無法 判定	備註
1. 橫拉窗	39	19	0	通過案例中，T39 案例其氣密水密皆通過，進行抗風壓測試時因玻璃破裂，停止測試。但依規範規定，可更換玻璃，日後重新測試。
2. 推開窗	12	1	0	
3. 推射窗	2	0	0	
4. 固定窗	4	0	0	通過案例中，依據測試規範，其抗風壓性不做合格與否之判定。
5. 不銹鋼門	1	1	2	完全無法判定之 2 個案例為 T12 與 T30，依據測試規範，不銹鋼單開門無判定標準，僅提供數據參考。
合計 81	58	21	2	

資料來源：本研究整理

大部分使用者習慣使用橫拉窗，考量其使用方便性，因此橫拉窗送測案例佔所有門窗送測案例的 72% (58/81)。其各類門窗送測案例比例詳列如下：

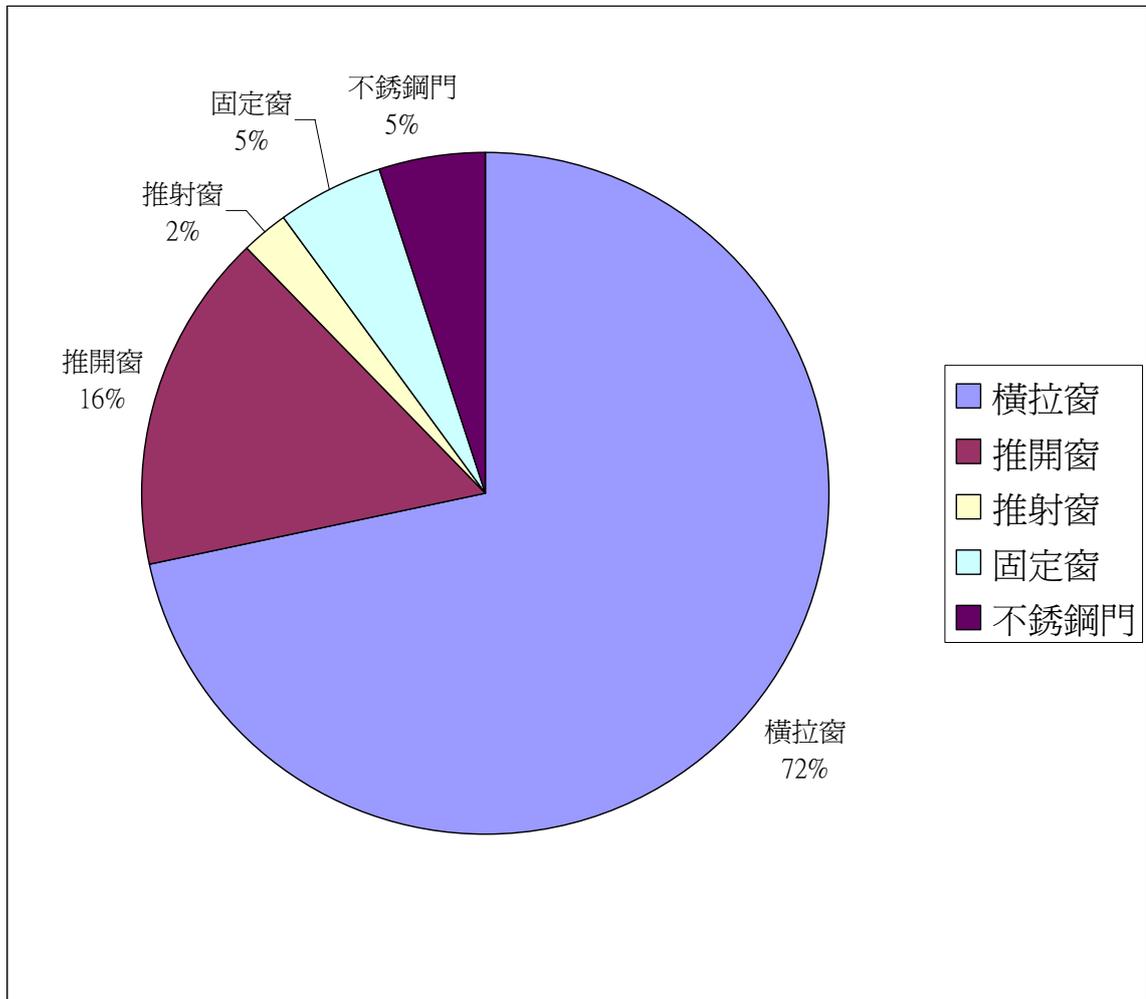


圖4-1 各類門窗送測案例比例

資料來源：本研究整理

以橫拉窗為案例，其送測案例有 58 件。橫拉窗通過 39 件，不通過 19 件，故其測試通過率為 67% (39/58)，測試不通過率為 33% (19/58)。其橫拉窗測試通過比例詳列如下：

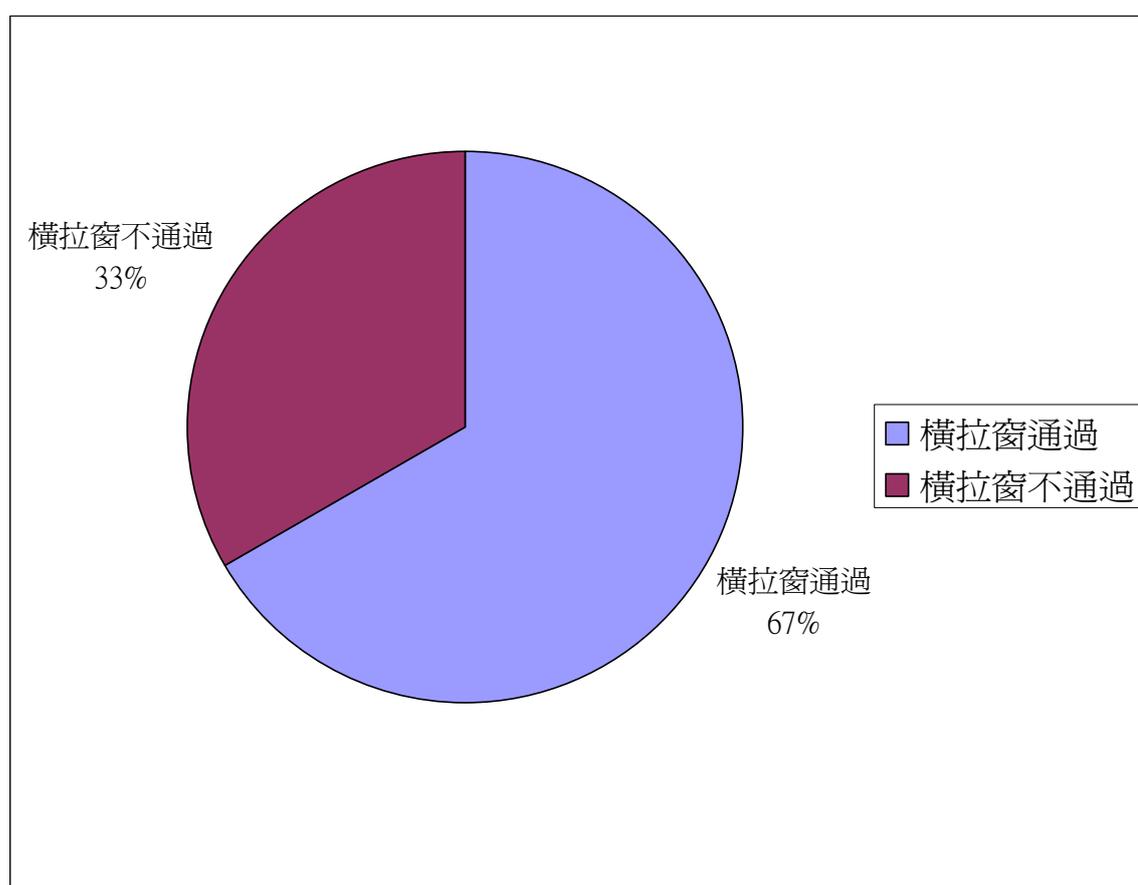


圖4-2 橫拉窗測試通過比例

資料來源：本研究整理

而推開窗其送測案例共 13 件，通過 12 件，不通過 1 件，故其測試通過率為 92% (12/13)，測試不通過率為 8% (1/13)。故可見推開窗其通過測試的比例非常高，其測試通過比例詳列如下：

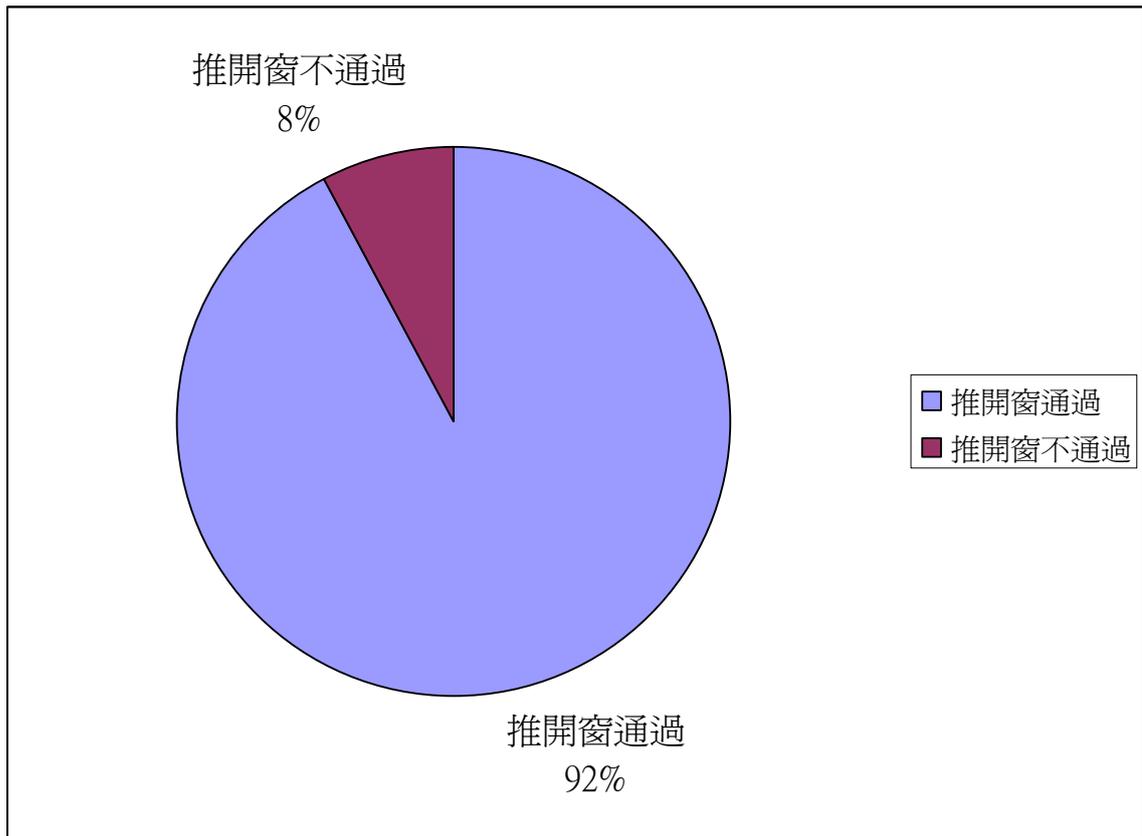


圖4-3 推開窗測試通過比例

資料來源：本研究整理

另推射窗其送測案例共 2 件，通過 2 件，不通過 0 件，故其測試通過率為 100% (2/2)，測試不通過率為 0% (0/2)。雖然推射窗其測試通過率為 100%，但為何送測案例較少，應與國人較少習慣使用有關。其推射窗測試通過比例詳列如下：

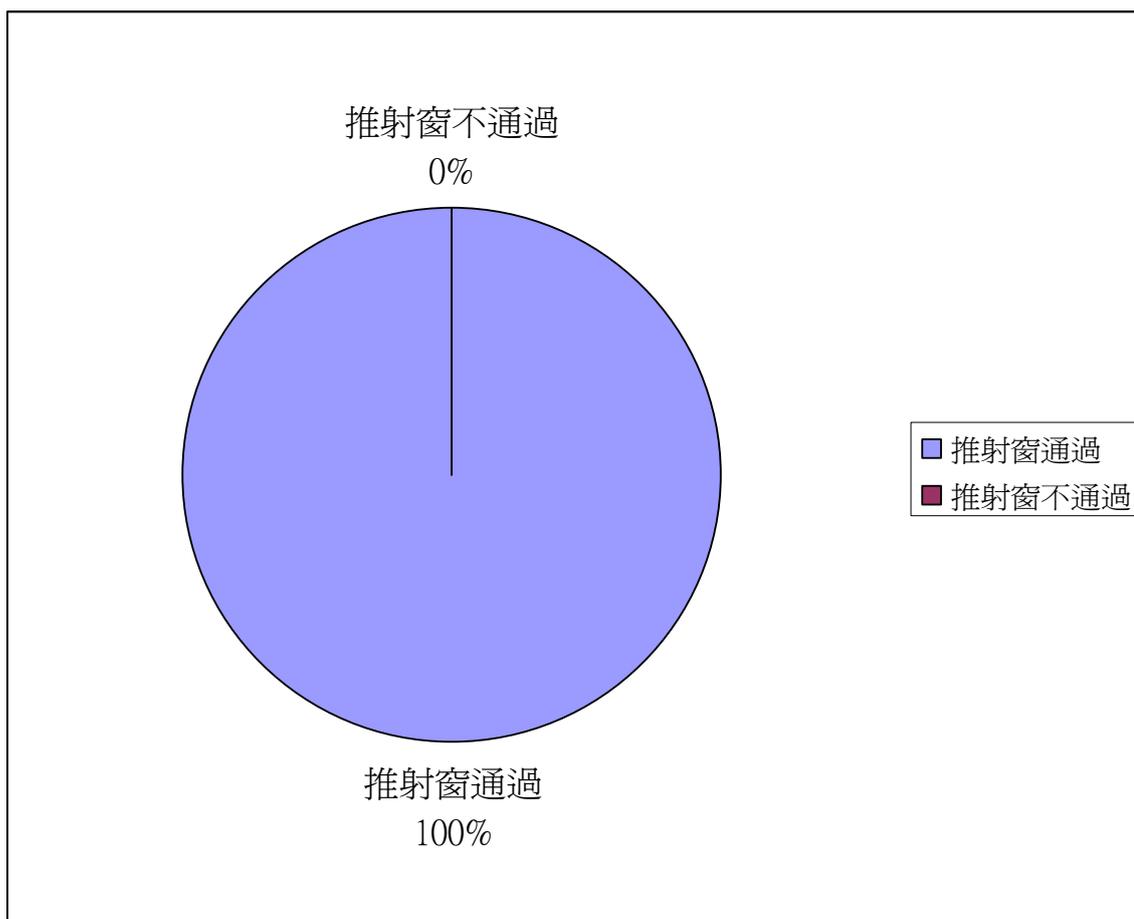


圖4-4 推射窗測試通過比例

資料來源：本研究整理

¹²固定窗其送測案例共 4 件，氣密水密性 100% 通過測試。依據測試規範，其抗風壓性不做合格與否之判定。因固定窗玻璃厚薄不一，且依廠商未來所欲施作之樓層高度其所要求之測試風壓亦不相同；因此雖不做合格與否之判定，但所量測出其遭受風壓後之彎曲變形情形，可作為廠商未來研發與修正改善材質之參考。

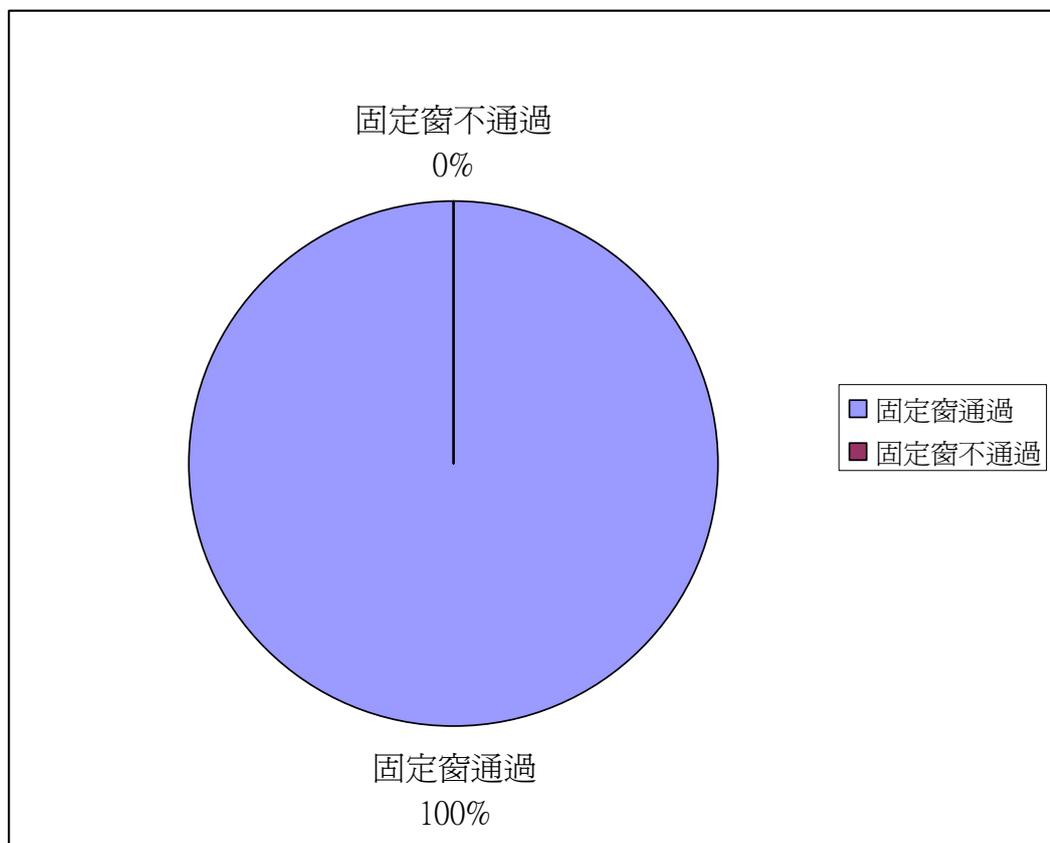


圖4-5 固定窗測試通過比例

資料來源：本研究整理

¹²資料來源：CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

¹³而不銹鋼門其送測案例共 4 件，皆為做抗風壓試驗。扣除 2 件單開門無判定標準，僅提供受風壓後之彎曲變形情形數據參考外。其餘 2 件不銹鋼雙推門，通過 1 件，不通過 1 件，故其測試通過率為 50% (1/2)，測試不通過率為 50% (1/2)。

不銹鋼門送測案例分析，在本實驗室其中沒有通過抗風壓性試驗的為 T4 不銹鋼雙推門，探究其不通過原因：係不銹鋼門兩結合直料強度不足，經置入口型鍍鋅鐵件補強後就通過抗風壓測試。其不銹鋼門測試通過比例詳列如下：

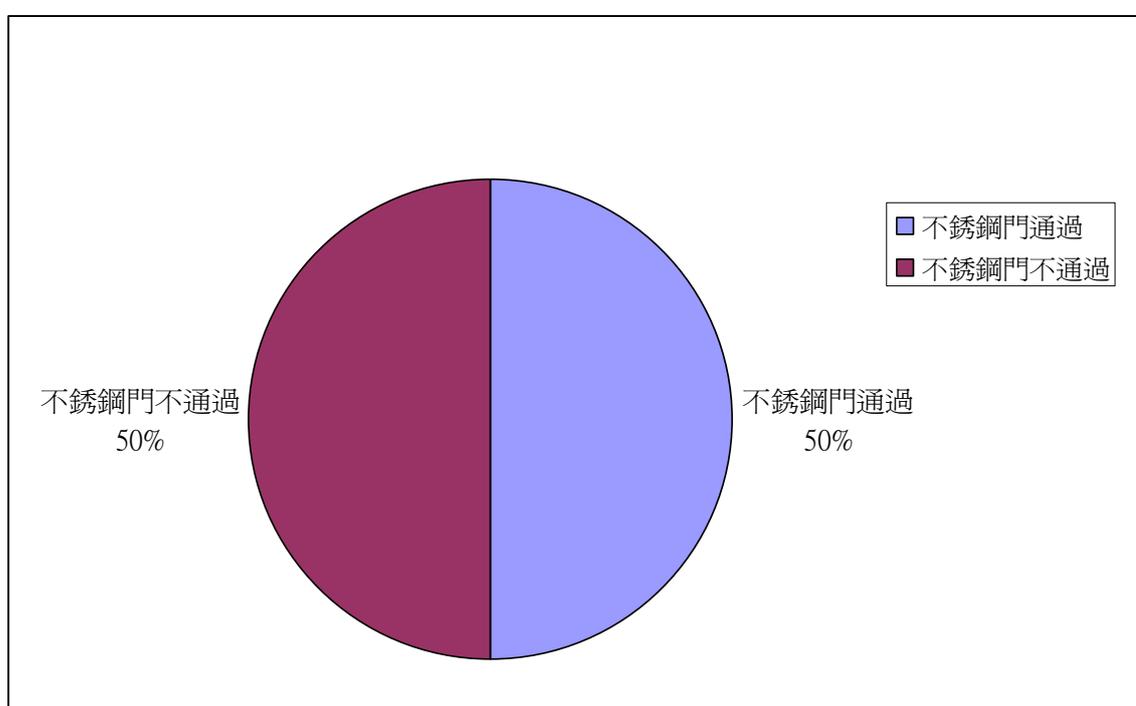


圖4-6 不銹鋼門測試通過比例

資料來源：本研究整理

¹³資料來源：CNS 7184 (1997) 鋼製門

第三節 門窗風雨試驗依送測門窗檢測氣密、水密、抗風壓性試驗分析

而根據上表已完成之門窗風雨試驗檢測案例，可見來做門窗風雨試驗的，可做氣密、水密、抗風壓性試驗三個試驗項目。但由於業主對委託單位的要求不一，並非三項全做。視業主要求執行其相關測試項目，故如以氣密性、水密性、抗風壓性檢測執行案例次分開統計，可得如下之圖表，分別以圖表說明之：

(1) 氣密性試驗分析

以下圖表為氣密性試驗通過案例統計，可得知測試通過比例非常高，達95%。會呈現此種情形是因為會因應業主要求，須做氣密性試驗之鋁窗，其氣密等級本身就很高，即很多鋁窗其對外銷售時即標榜其為氣密窗。

表4-3 門窗氣密性試驗測試通過比例

測試情形	案例次	比例	備註
氣密性通過	63	95% (63/66)	氣密不通過的3案例分別為T3、T6、T76，可發現其氣密性不通過，水密性也一定不通過；故氣密性通過是水密性通過的基本要求。
氣密性不通過	3	5% (3/66)	
合計	66	100%	

資料來源：本研究整理

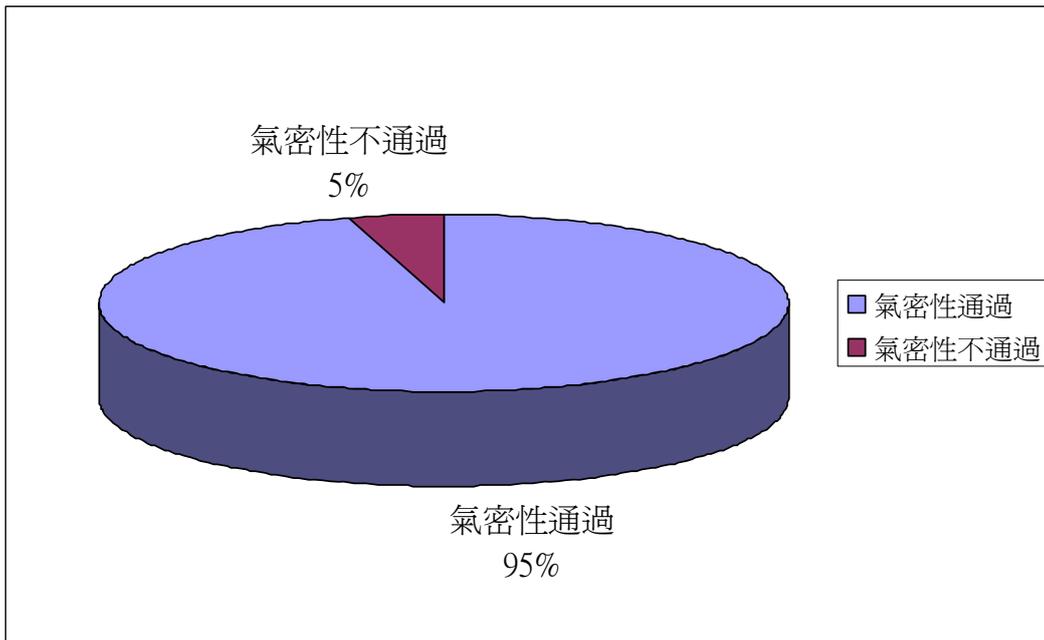


圖4-7 門窗氣密性試驗測試通過比例

資料來源：本研究整理

(2) 水密性試驗分析

業主非常要求水密性，尤其是豪宅，因為這是其建案銷售後之顧客服務及信譽保證。如果一建案在颱風天風大雨大的情況下數百樑窗漏水嚴重，不但售後服務難以應付，公司的信譽也可能因而掃地，往後再推建案困難度也更加重。

表4-4 門窗水密性試驗測試通過比例

測試情形	案例次	比例	備註
水密性通過	62	78% (62/79)	水密性不通過的比例已佔 1/5 強，是此三試驗項目不通過比例最高的。
水密性不通過	17	22% (17/79)	
合計	79	100%	

資料來源：本研究整理

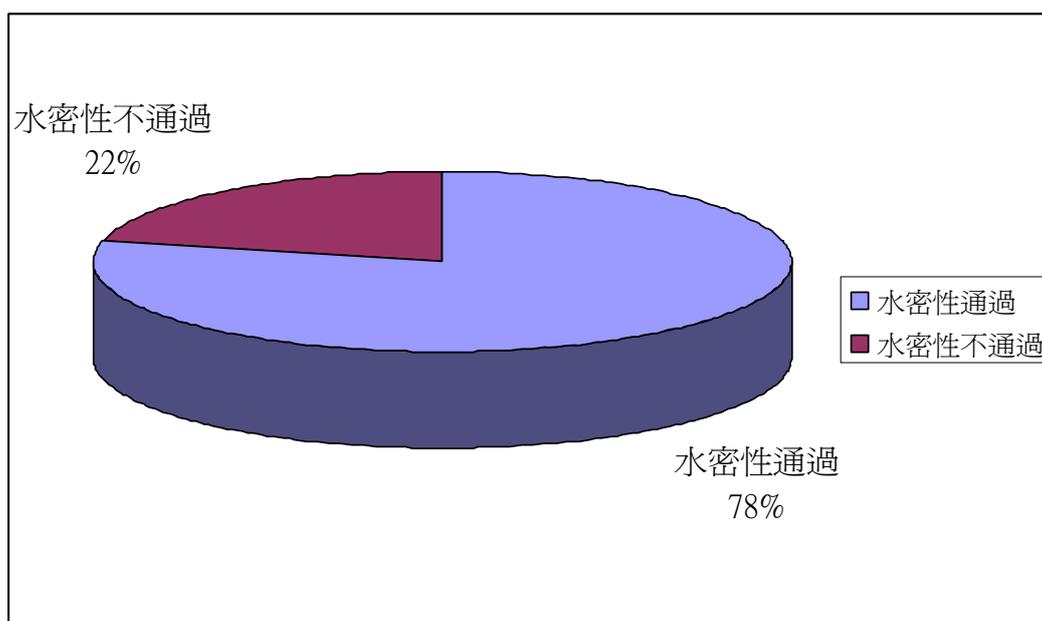


圖4-8 門窗水密性試驗測試通過比例

資料來源：本研究整理

(3) 抗風壓性試驗分析

由於現在豪宅強調大片視野，其鋁窗設計也越來越大。大口鋁窗因其中柱、橫檔、疊合料或對接料均會較長。如其沒有加厚其鋁擠型料，或於鋁擠型料內加入補強措施，常容易導致抗風壓試驗測試不通過。由以下圖表可知抗風壓性不通過的比例達 14% 強，是此三試驗項目不通過比例次高的。

表4-5 門窗抗風壓性試驗測試通過比例

測試情形	案例次	比例	備註
抗風壓性通過	63	86% (63/73)	抗風壓性不通過的比例佔 14% 強，是此三試驗項目不通過比例次高的。
抗風壓性不通過	10	14% (10/73)	
合計	73	100%	

資料來源：本研究整理

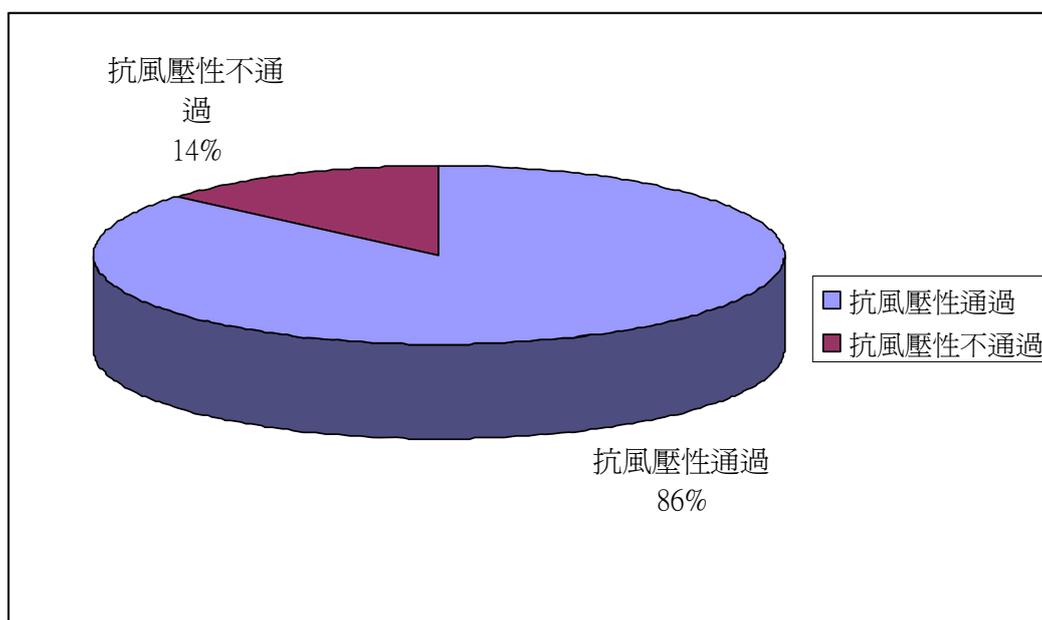


圖4-9 門窗抗風壓性試驗測試通過比例

資料來源：本研究整理

第四節 各類送測門窗案例優缺點分析

針對前節所做之門窗風雨試驗案例統計及個案分析，可發現相當多之不同狀況。由各項實測紀錄配合進行本研究，再搭配相關案例比較分析，可提供多項資訊供相關門窗製造廠、施工廠商及相關人士參酌運用。

由上節分析可知如下：

表4-6 各類送測門窗案例優缺點分析

門窗型式	通過案例比例	不通過案例比例	優點分析	缺點分析
橫拉窗	67% (39/58)	33% (19/58)	1. 國人習慣使用橫拉窗，是因其使用方便的緣故。所以橫拉窗佔所有門窗送測案例達 72% (58/81) 為最多數。	1. 橫拉窗因要左右推拉，窗下需要有輓輪。若其氣密條太厚，會導致橫拉窗不易被推拉；但若氣密條較薄，橫拉窗易推拉，水密性卻不好，容易漏水。
推開窗	92% (12/13)	8% (1/13)	1. 推開窗氣密水密性表現均相當良好，一旦關緊幾乎不會漏水。 2. 推開窗只要注意施工品質，在門窗風雨試驗測試上，應可達到 100% 的通過率。 3. 推開窗送測案例分析，在本實驗室唯一沒有通過水密試驗的為 T66，探究其不通過原因係	1. 推開窗如施作在高樓上，須注意其連桿強度，否則高樓風大，當窗戶打開時易把整個推開窗掀掉，造成公共危險。 2. 因推開窗施作樓層高度不同，越高的樓層，廠商設計連桿所能開啟的角度越小（如 15~45 度），以防強風掀掉整檜推

門窗型式	通過案例比例	不通過案例比例	優點分析	缺點分析
			<p>屬施工不良：(1) 窗內的螺絲孔及上部連桿螺絲孔沒以 silicone 封住；(2) 窗內保全磁閥開關亦沒以 silicone 封住；故其水密試驗沒通過，大部分漏水皆由這些螺絲孔流出，當其補封住後就通過測試。</p> <p>4. 研究推開窗的氣密水密性如此良好，係因其四周皆有氣密條，當一般把手關緊後，會使氣密條產生迫緊的作用。而連動式把手如三連動把手，能把氣密條更有效迫緊。當測試完畢時，甚至不會漏出一滴水來。</p>	<p>開窗危及公共安全。</p> <p>3. 由於氣密條的材質優劣不同，經年累月之後也會有老化現象，使得推開窗其氣密水密性降低。</p> <p>4. 連動式把手如三連動把手，雖能把氣密條更有效迫緊；但據廠商指出，經常性的迫緊，會加速氣密條彈性疲乏致使老化，讓推開窗氣密水密性降低。</p>
推射窗	100% (2/2)	0% (0/2)	<p>1. 推射窗與推開窗相同，其氣密水密性亦相當良好，一旦關緊把手，幾乎不會漏水。也是因其四周皆有氣密條的關係，當把手關住，即啟動氣密條</p>	<p>1. 推射窗與推開窗相異處：(1) 如施作在高樓，越高的樓層，每樞窗所受的風力越大，故廠商設計連桿須更堅固、更能承重。才能支撐從</p>

門窗型式	通過案例比例	不通過案例比例	優點分析	缺點分析
			<p>迫緊作用。推射窗也有連動把手設計：三連動或四連動把手，其目的就是有效的迫緊氣密條。使測試完畢時，甚至滴水不漏。</p>	<p>下方吹上來的風力，以防整樅窗被強風吹落，造成重大公共意外。(2) 越高樓層，從下面吹上來的風也越大，廠商設計連桿所能開啟的角度越小越安全 (15~30 度)，以防強風造成公共危險。</p> <p>2. 推射窗氣密條的材質也會有老化的問題，使得推射窗其氣密水密性降低。</p> <p>3. 連動式把手(三連動或四連動把手)，因經常性的迫緊，亦會加速氣密條彈性疲乏致使老化，降低推射窗氣密水密性。</p>
固定窗	<p>氣密水密性 100% (4/4) 通過，抗風壓性不做合格與否之判定。</p>	<p>氣密水密性 0% (0/4) 不通過，抗風壓性不做合格與否之判定。</p>	<p>1. 只要玻璃插入窗樅溝槽之嵌入尺度足夠 (7~8mm)，且 silicone 膠封完整，氣密水密性通過率 100%。</p>	<p>1. 無法開啟，只能用在不需通風處。</p>

門窗型式	通過案例比例	不通過案例比例	優點分析	缺點分析
不銹鋼門	抗風壓性 50% (1/2)	抗風壓性 50% (1/2)	<p>1. 門的特質為居室出入用，視使用場合與業主需求，而決定是否做氣密、水密或抗風壓性試驗。</p> <p>2. 不銹鋼門送測案例分析，在本實驗室其中沒有通過抗風壓性試驗的為T4不銹鋼雙推門，探究其不通過原因：係不銹鋼門兩結合直料強度不足，經置入門型鍍鋅鐵件補強後就通過抗風壓測試。</p>	<p>1. 越厚重的不銹鋼門，越須注意其鉸鏈承重強度。以防不銹鋼門傾斜，無法密合關緊。</p>

資料來源：本研究整理



圖4-10 連動把手迫緊前
資料來源：本研究整理

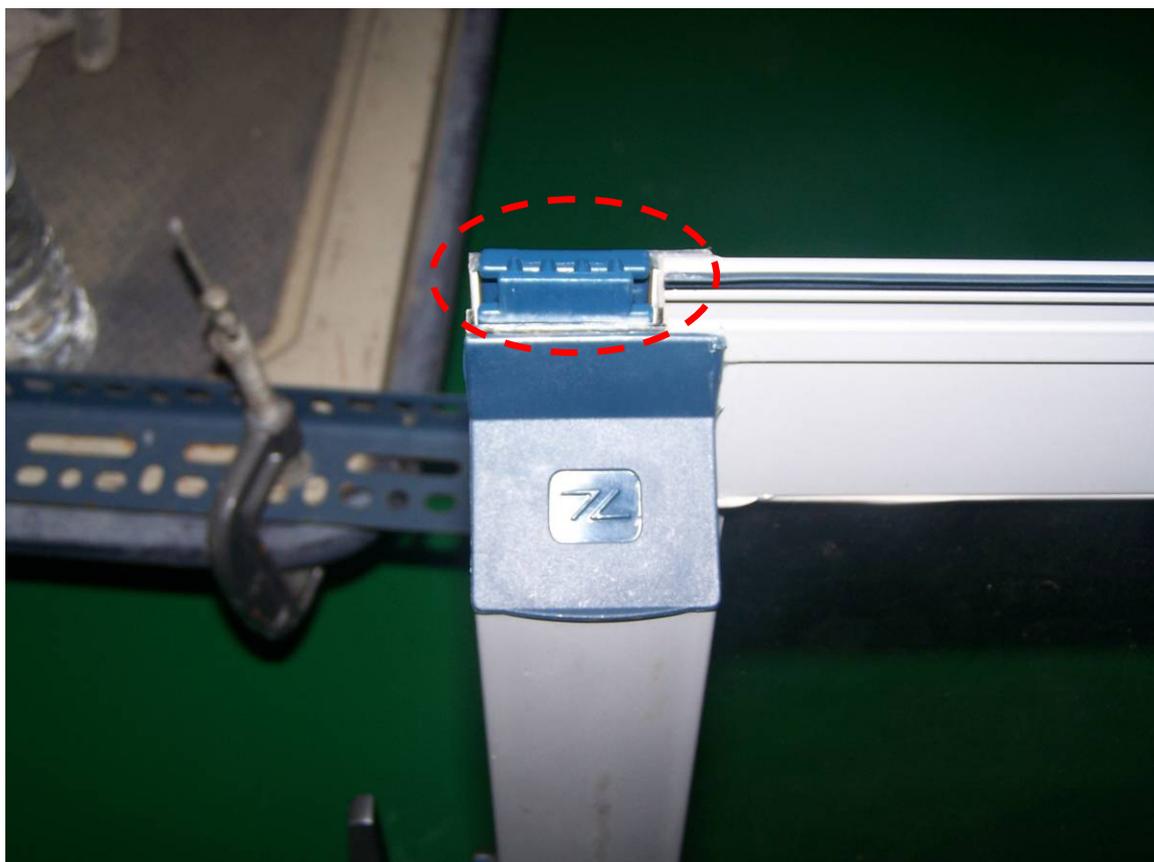


圖4-11 連動把手迫緊後
資料來源：本研究整理

第五節 相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士訪談分析

壹、如何選定訪談名單

本研究案為能規劃優質之門窗風雨試驗，把實測各項紀錄之優缺點顯現出來，讓來測試之門窗廠商們參考。除前述各節將各類送測門窗案例做相關分析外，亦須輔以訪談佐證以彙整資料。

由來受測的門窗型式統計分析，發現四年多來，窗戶的送測比例達 95%，而門僅有 5%。另就送測窗戶鋁窗與不銹鋼窗做一比較，鋁窗送測比例達窗戶整體量之 96%，遠高於不銹鋼窗之 4%。以下為相關統計表：

表4-7 送測門窗比例統計表

門窗分類	案例數	比例
門	4	5% (4/81)
窗	77	95% (77/81)
合計	81	100%

資料來源：本研究整理

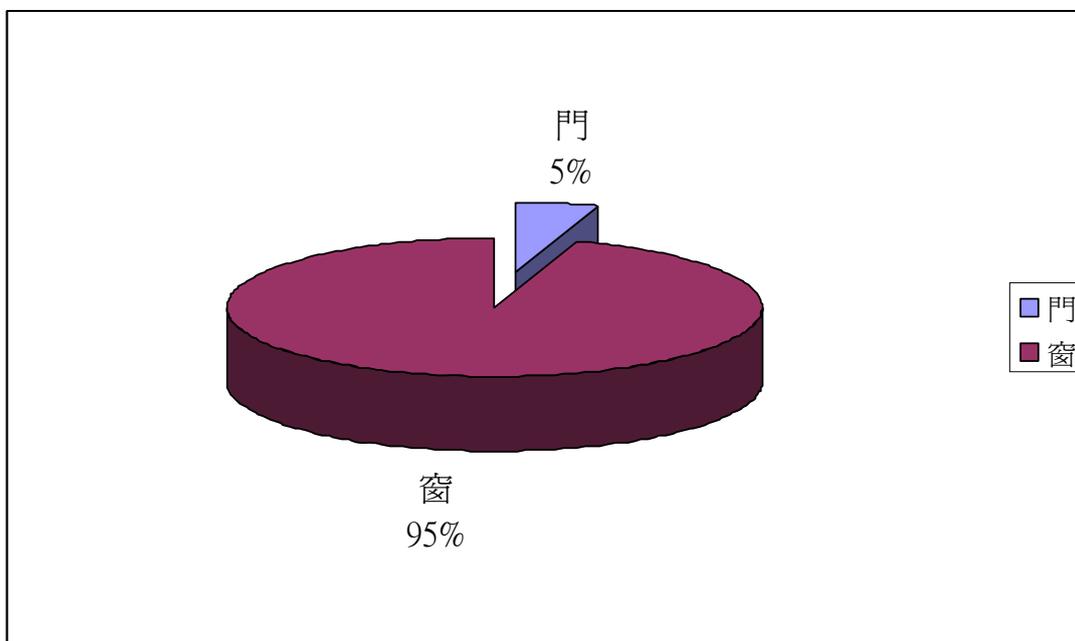


圖4-12 送測門窗比例統計

資料來源：本研究整理

表4-8 送測窗戶鋁窗與不銹鋼窗比例統計表

窗戶材質	案例數	比例
鋁窗	74	96% (74/77)
不銹鋼窗	3	4% (3/77)
合計	77	100%

資料來源：本研究整理

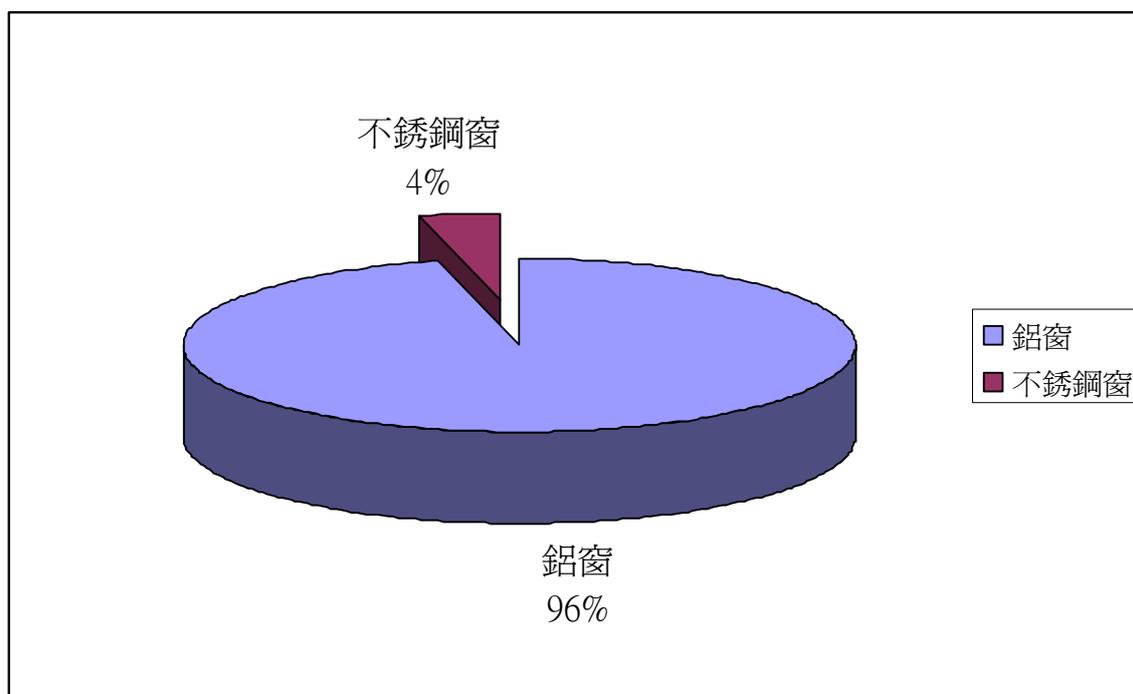


圖4-13 送測窗戶鋁窗與不銹鋼窗比例統計

資料來源：本研究整理

從上述分析，發現送測案例九成以上皆為鋁窗；為聚焦本研究案，特訪談送測案例數最多的國內相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士以彙整資料。以提昇國內鋁窗設計、製造、施工品管暨風雨試驗專業之能力，使廠商對鋁窗能有更深入的瞭解與改善，並藉以協助廠商做出更卓越的鋁窗，與國際鋁窗科技發展能並駕齊驅，提昇我們的居住環境品質。

期盼本研究案完成，能更進一步提高本實驗室之能見度。讓更多需要人士可在本實驗室做門窗風雨試驗，相信本所國家級實驗室必能提供所需之專業試驗服務。以下為相關訪談紀錄名單，詳如下表所示：

表4-9 訪談相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士名單

	訪談單位	訪談人士	訪談編號
1	A 股份有限公司建材工程管理部	A 先生	90406
2	B 股份有限公司建材事業部建材製造品質管理課	B 課長	90412
3	C 企業有限公司	C 先生	90414
4	D 鋁門窗企業有限公司	D 先生	90420
5	E 鋁門窗企業有限公司	E 董事長	90422
6	F 工程有限公司	F 先生	90426
7	G 鋁業有限公司	G 副廠長	90427
8	H 股份有限公司高雄營業所建材事業部工務調配課	H 先生	90524
9	I 鋁業有限公司	I 總經理	90729
10	J 氣密隔音窗有限公司	J 先生	90824
11	K 氣密隔音窗有限公司	K 總經理	90826
12	L 金屬股份有限公司	L 先生	90916
13	M 鋁業有限公司	M 先生	91005

資料來源：本研究整理

貳、相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士訪談分析

表4-10 相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士訪談分析

訪談方向	鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士意見重點	檢討分析
1. 國內與國際鋁窗科技發展比較：	<ul style="list-style-type: none"> ● 比較現今國際鋁窗科技發展，台灣的現況並未落後，舉例來說在橫拉窗等壓設計方面（詳本章第六節），我們在2007年就有長足的進展，與先進國家同步。 ● 台灣所有的鋁窗製造廠都是人工組裝，而日本較頂級的鋁窗廠其鋁窗係由機器組裝，精確度較高。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 在先進國家、鋁窗大都屬於內需型產業，而台灣的鋁窗品質相對於先進國家相差不大。所以國內的豪宅鋁窗，建商們也幾乎不採用進口鋁窗。 ● 此外日本頂級鋁窗廠其鋁窗都由機器組裝，係因其製造的窗量較大，且規格統一。而台灣與日本的相異點，為國人樂於變更其豪宅設計，鋁窗經常因使用者的喜好而特別訂製，適宜由人工組裝。 ● 探究國內很少使用進口鋁窗主要的原因如下： <ul style="list-style-type: none"> A. 因國內鋁窗製造廠的配合機動性極高，能隨業主與使用者的需求，修改成客製化的SIZE，使國內豪宅鋁窗因使用者的喜好而特別訂製。例如：購買兩戶豪宅的住戶，要打通兩戶併成一戶，再將景觀窗加強、加大，像這樣的案

訪談方向	鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士意見重點	檢討分析
		<p>場，勢必以人工組裝，才能滿足客製化需求。</p> <p>B. 基於成本與利潤考量（如價格、運費、匯率差價等），台灣的豪宅建商會用國內鋁窗，讓國人以人工組裝，因為價格相對於日本進口低廉許多。</p> <p>C. 此外、當鋁窗運抵工地現場，也有被偷的可能。屆時國內鋁窗製造廠即可迅速製造補貨，而國外進口窗若重新製造、船運來台，必延宕工期，影響建物完工時間，更是豪宅建商最不願其發生的事。</p>
<p>2. 目前國內鋁窗製造廠現況瞭解：</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 市場上鋁窗有 A 級品、B 級品、C 級品等（其等級因材質、五金配件、水密氣密程度等而分），選用時視住宅等級、及地段價格，由建商決定。 ● 鋁窗製造過程如下：鋁窗製造廠先向鋁擠型廠進鋁擠型料，再依照建商需求製造鋁窗。 ● 鋁窗製造廠所進的鋁擠型料來源，大部分是使用台灣本身一、二線鋁擠型廠，也有進口自越南、泰國、中國等的鋁擠型料。鋁擠型廠所用鋁錠的成分也是一重要因素（請參看第二章第貳點鋁合金成分），其關係到抽出後鋁擠型料之強度。 ● 較注重品管的鋁窗製造廠，為維護其品牌，皆由自己的製造廠生產，不委由代工廠製造。但某些 	<ul style="list-style-type: none"> ● 較注重品管的鋁窗製造廠，為維護其品牌，皆由自己的製造廠生產。其品質與委由代工廠生產之鋁窗相比較，測試通過率較高。 ● 有些廠牌門窗雖委由其各地區的代工廠製造，較為優質的代工廠，仍可通過測試。但當由較劣質的代工廠製造時，就很有可能測試不通過。 ● 不同來源的鋁擠型

訪談方向	鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士意見重點	檢討分析
	<p>品牌的鋁窗會因建案地區不同，委由當地配合的代工廠製造，因品管較難掌控，較常有良莠不齊情形。</p>	<p>料，若其鋁合金材質成分較差，會影響其抗風壓試驗強度。</p>
<p>3. 針對橫拉窗抗水密性之製作方式：</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 水密部分橫拉窗要通過測試，不外乎增加氣密條的厚度，然而，如此卻會使橫拉窗難以推拉，不易使用。 ● 橫拉窗若能運用等壓空間原理（詳本章第六節），可強制使溝槽難進水，無須增加氣密條厚度，仍可通過水密試驗。 ● 較優秀的廠商，妥善運用等壓空間原理設計橫拉窗（詳本章第六節），甚至可使橫拉窗在10分鐘的水密試驗時間內，室內溝槽不進半滴水。 ● 如果在水密試驗為了防止橫拉窗溝槽進水過多，而於室外側多打排水孔。雖可加強排水，但也可能排水不及，水因風壓而由排水孔倒灌上來。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 運用等壓空間原理設計橫拉窗，是當今世界的趨勢。 ● 就如同大禹治水，可分為「疏導政策」與「圍堵政策」。等壓空間原理設計橫拉窗，就是屬於疏導政策，是最有效的方式。而一般將氣密條加厚的方式，是屬於圍堵政策，不但橫拉窗難以推拉，還是容易漏水。
<p>4. 針對抗風壓試驗製造廠鋁窗之製作方式：</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 由於現在豪宅強調大片視野，其鋁窗要求也越來越大。如為了生產大型鋁窗而開發較厚之鋁擠型料，除成本會大增外，因其為了通過抗風壓試驗，中柱、橫檔、疊合料或對接料會較深較寬，造型較粗壯難看。 ● 故現行業界盛行於較長空心之中柱、橫檔、疊合料或對接料內，塞入口型鍍鋅鐵件，目前為業界所認可接受的方式（詳本章第七節）。 ● 然部分業者認為於較長空心之中柱、橫檔、疊合料或對接料內， 	<ul style="list-style-type: none"> ● 廠商製造大型景觀窗時，在較長的空心中柱、橫檔、疊合料或對接料內，會填塞口型鍍鋅鐵件，增加其強度以抗風壓。 ● 鍍鋅鐵件經過一段時間，亦可能產生銹蝕情形，恐使鋁擠型料因而產生氧化現象，會減低其強度。 ● 較注重品牌的鋁窗

訪談方向	鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士意見重點	檢討分析
	<p>塞入口型鍍鋅鐵件，雖使其強度足以抵抗抗風壓試驗，但經久其鍍鋅鐵件亦可能產生銹蝕情形，恐使鋁擠型料因而產生氧化現象，影響其強度暨美觀情形。</p>	<p>製造廠，會在需要抗風壓的中柱、橫檔、疊合料或對接料內加厚其鋁擠型厚度，並進「時效爐」強化其強度，有時甚至還可比加入鍍鋅鐵件的強度強。雖然成本增加，亦為其維護品牌所需做的。</p>
<p>5. 廠商來測試時會發生的問題點：</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 門窗風雨試驗可能出問題的地方不外乎原始設計、工廠製造、運送及現場安裝施工。 ● 門窗設計問題：針對問題處重新修正設計，並進行額外之試驗，以確保其安全。 ● 門窗工廠製造問題：品管不良可能因製造過程疏忽，而形成瑕疵，造成測試不通過。 ● 門窗運送問題：來實驗場時亦須包裝妥適，以避免門窗變形，造成測試不通過。 ● 門窗現場安裝施工問題：鋁窗之玻璃，其嵌入窗檯溝槽之尺度須足夠（7~8mm），且 silicone 不能只打表面，施打時須壓入使其進入溝槽內部，以膠封完整，否則風壓過大晃動玻璃，亦會導致滲水。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 門窗不管是設計、工廠製造、運送及現場安裝施工問題，都須小心謹慎，才能達到測試目的。 ● 運送時有些廠商會擔心可能已裝上玻璃之窗戶運抵實驗場會搖晃變形，故有些廠商會要求玻璃現場安裝及打 silicone，亦屬可行。
<p>6. 所有門窗使用者必須面對的重點：</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 一樞門窗其使用年限可達十幾二十年，頂多為烤漆掉落。但達使用年限前，輓輪、鎖扣等五金配件可能先行故障，氣密條也可能因使用年限經久而老化硬化，降低氣密水密效果。 ● 推開窗或推射窗的連動式把手如 	<ul style="list-style-type: none"> ● 輓輪蠻能承重，其為塑鋼材質，外套不銹鋼軸承配件。有些廠商為節省成本，不銹鋼軸承配件可能改為鍍鋅鐵件或不銹鋼成分較

訪談方向	鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士意見重點	檢討分析
	<p>三連動或四連動把手，雖能把氣密條更有效迫緊；但經常性的迫緊，會加速氣密條老化，致使彈性疲乏，久而久之讓其氣密水密性降低。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 氣密條老化程度快慢其實很重要，劣質品使用壽命 2~3 年，優質品可達十幾年，其會影響使用數年後鋁窗之氣密水密性。 	<p>少，當其產生銹蝕情形時，恐不易推拉，磨損氣密條而造成破壞。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 故門窗使用者對五金配件也要謹慎注意，以免影響日後鋁窗之使用。

資料來源：本研究整理

第六節 等壓空間原理設計橫拉窗

就如同大禹治水，可用圍堵的方式，也可用疏導的做法。等壓空間原理設計橫拉窗，就是屬於疏導政策，是最有效的方式。而一般將氣密條加厚的方式，是屬於圍堵政策，不但橫拉窗難以推拉，還是容易漏水。

在第三章第四節曾提到漏水發生必須有三個條件：

1. 有水的存在：如若沒有下雨，是不可能漏水情形的。
2. 要有間隙（水路）：即水進行的通路或間隙。
3. 作用力：即通過水路將水擠入水路內部之促進力（壓力）。

以上三種漏水條件缺乏一種即可免於漏水，等壓空間原理設計的橫拉窗，就是將作用力抵銷。打一些孔洞引導外部氣流進入鋁擠型內部，再從另一些孔洞出來，此氣流的壓力與戶外相同，藉此相互抵銷。如同上述，即將作用力（壓力）抵銷，漏水三條件已缺乏一個，就不會有漏水情形了。

以下開始以圖文並茂的方式說明如何以等壓空間原理設計橫拉窗：

- (1) 橫拉窗較易漏水處如下圖紅圈，紅圈越大顯示愈易漏水。

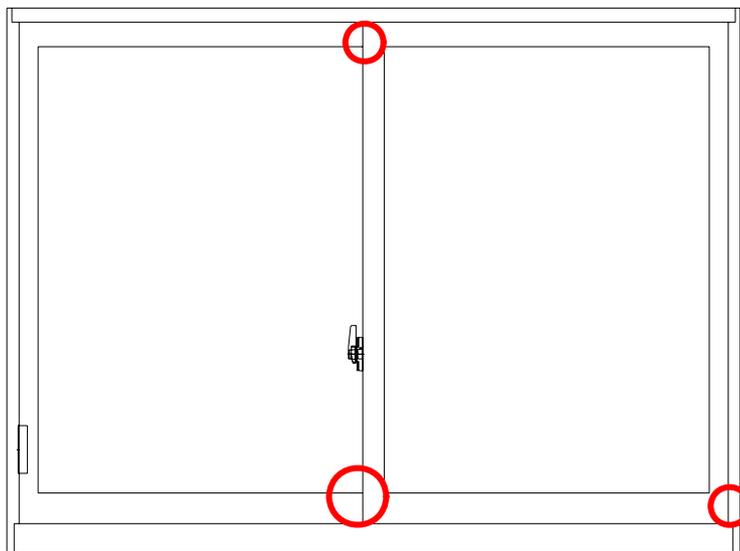


圖4-14 橫拉窗較易漏水處
資料來源：本研究整理

(2) 針對上述橫拉窗易漏水處，若能導入外部氣流，使內外壓差相抵，形成等壓空間，漏水三條件即缺乏一個，就不會有漏水情形了。下圖藍色線為等壓處，深藍色圓圈為挖孔洞處。

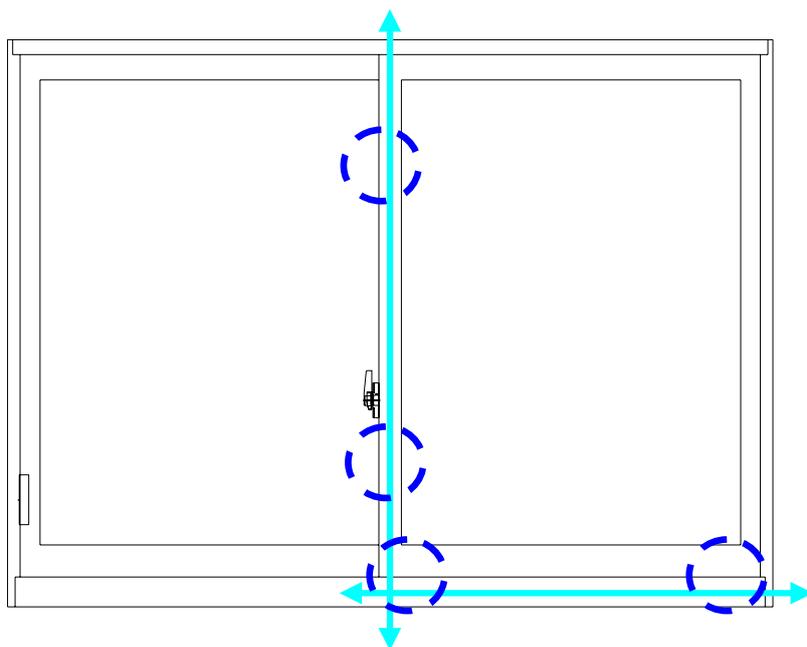


圖4-15 橫拉窗導入外部氣流形成等壓空間

資料來源：本研究整理

(3) 橫拉窗垂直向等壓空間的維持方式：如以下圖示，鋁擠型內部是中空的，惟有在鋁擠型上挖洞，才能導入外部氣流。下圖紅色箭頭為外氣，先將外氣導入；由兩個黃色的出風口吹出，氣流就會如藍色箭頭流動，且被包覆在兩條氣密條內，維持垂直向的等壓。

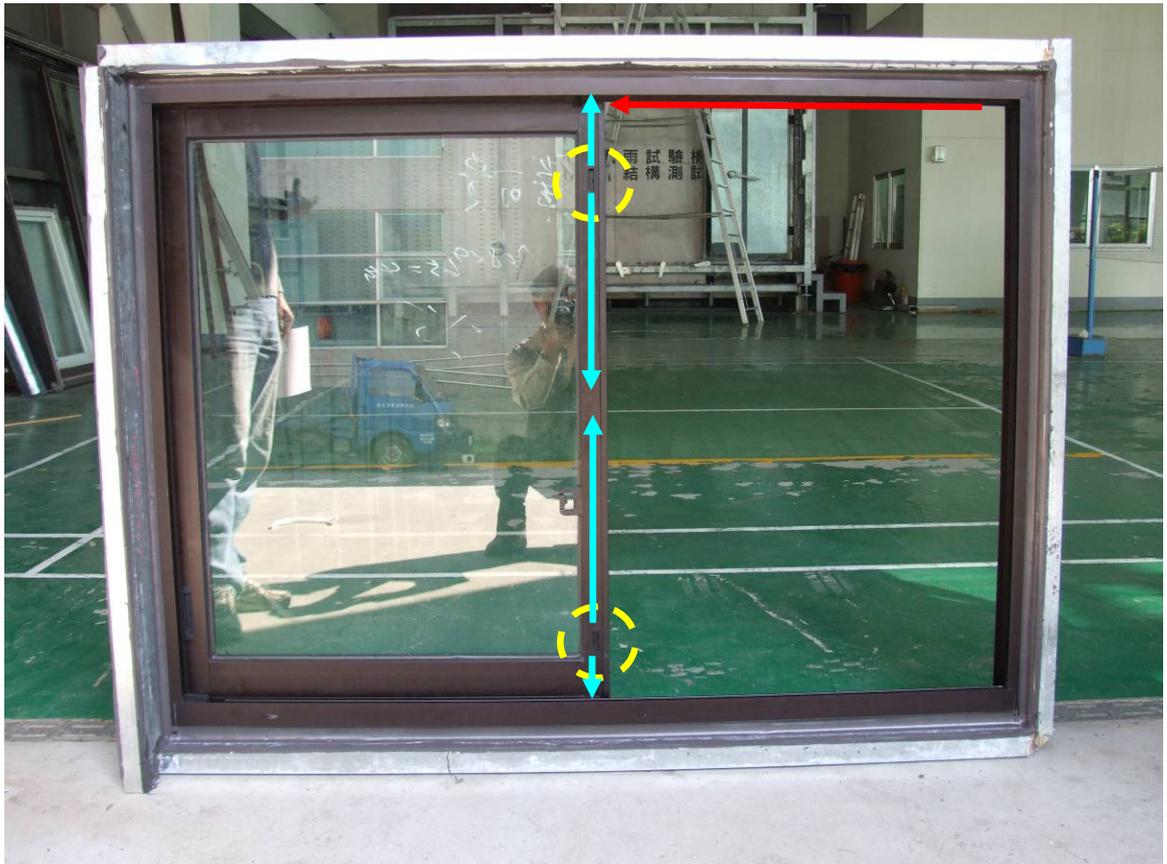


圖4-16 橫拉窗中間直料內的等壓空間

資料來源：本研究整理

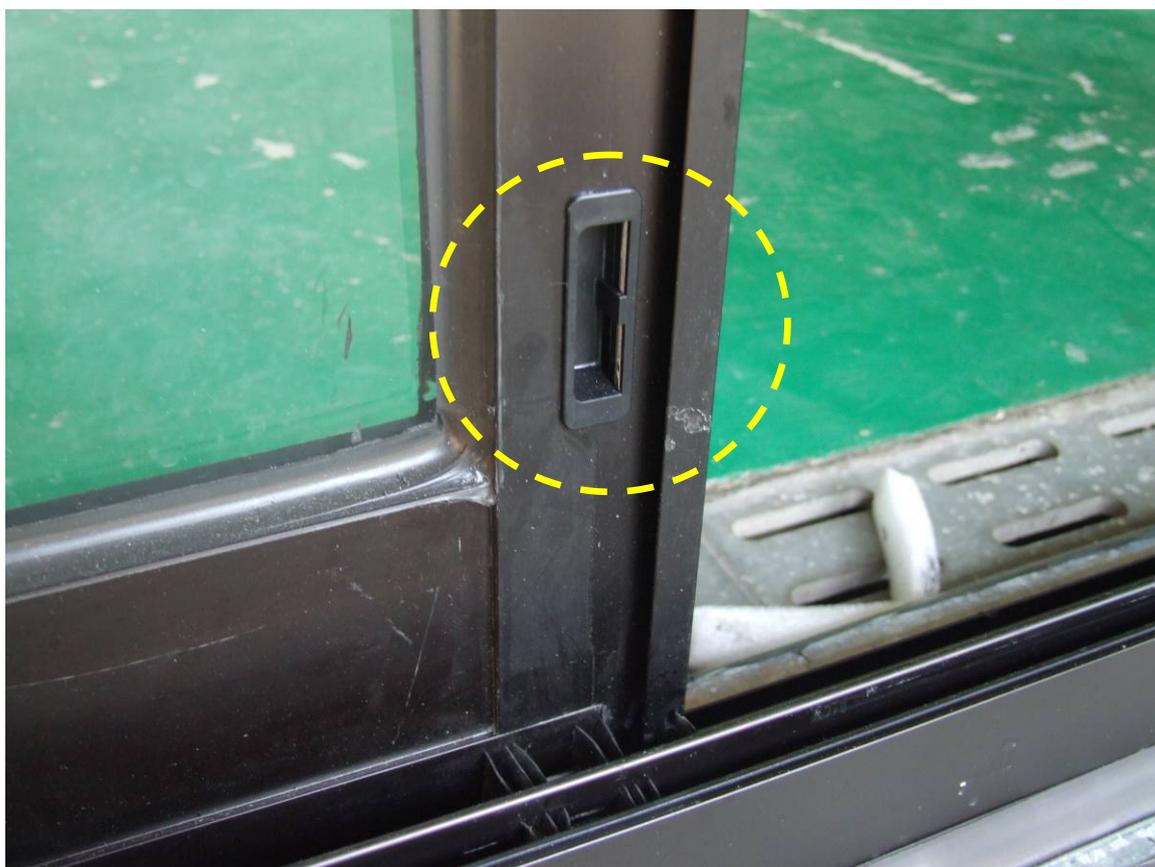


圖4-17 出風口細部詳圖
資料來源：本研究整理



圖4-18 黃色點線為內扇窗戶兩條從上到下之氣密條將中間直料內的等壓空間包覆住

資料來源：本研究整理

(4)橫拉窗水平向等壓空間的維持方式：如以下圖示，鋁擠型內部是中空的，惟有在鋁擠型上挖洞，才能導入外部氣流。下圖紅色箭頭為外氣，先將外氣導入；使橫拉窗溝槽上下皆保持與外氣等壓，溝槽上氣流就會如紅色實線箭頭流動，溝槽下為紅色虛線箭頭之外氣在鋁擠型內流動，維持水平向的等壓。

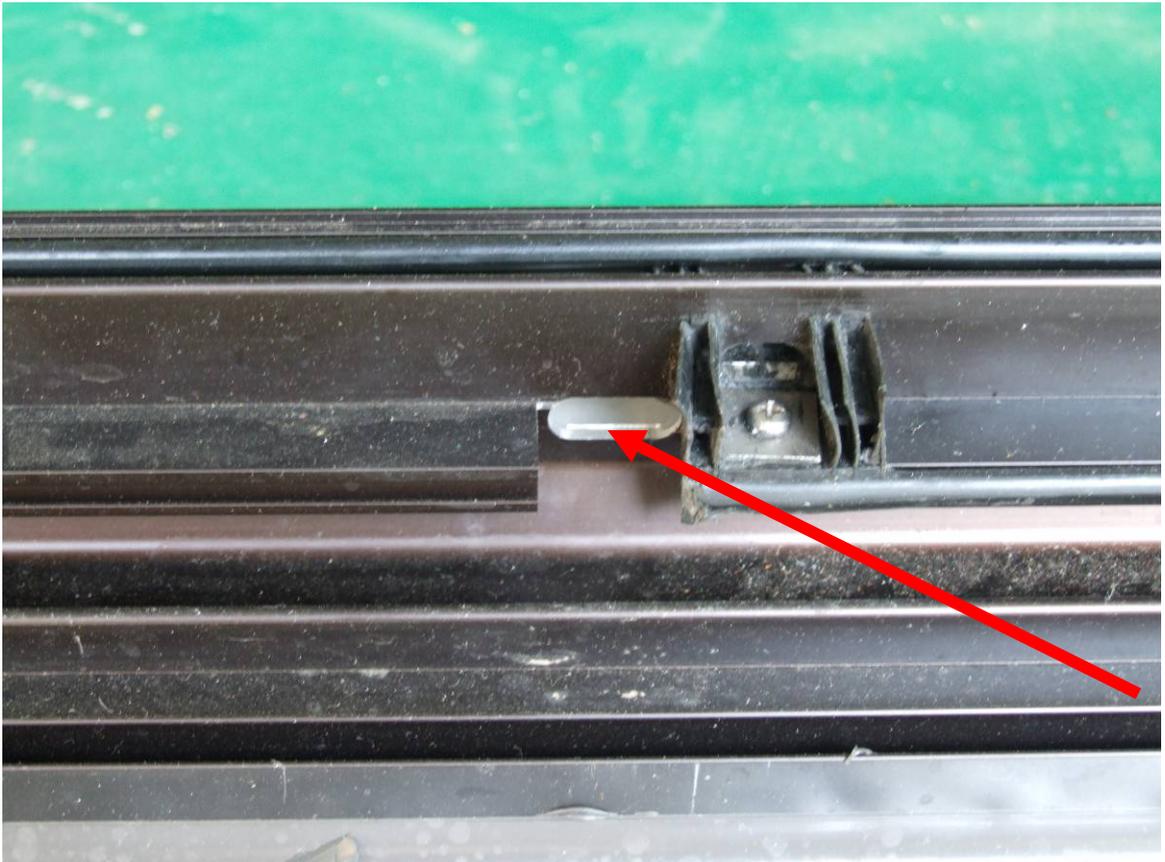


圖4-19 鋁擠型上挖洞導入外部氣流
資料來源：本研究整理

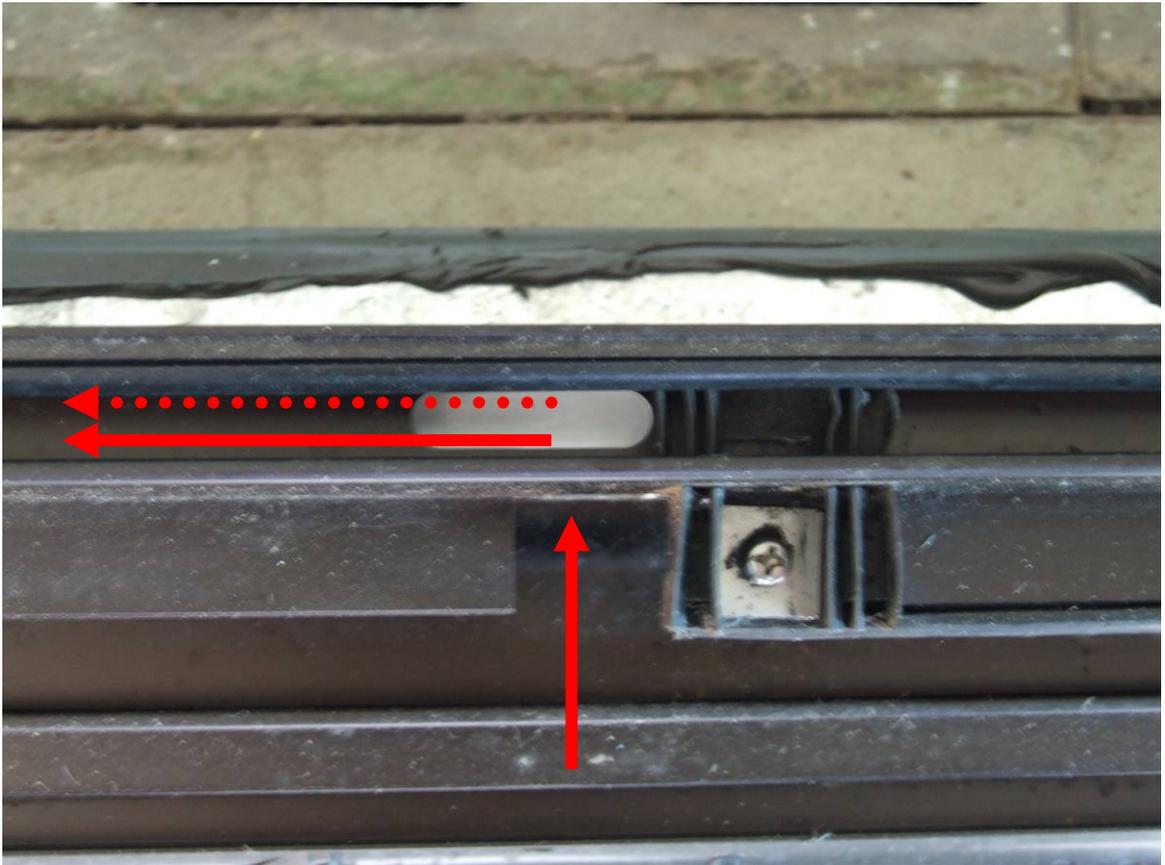


圖4-20 鋁擠型上挖洞導入外部氣流
資料來源：本研究整理

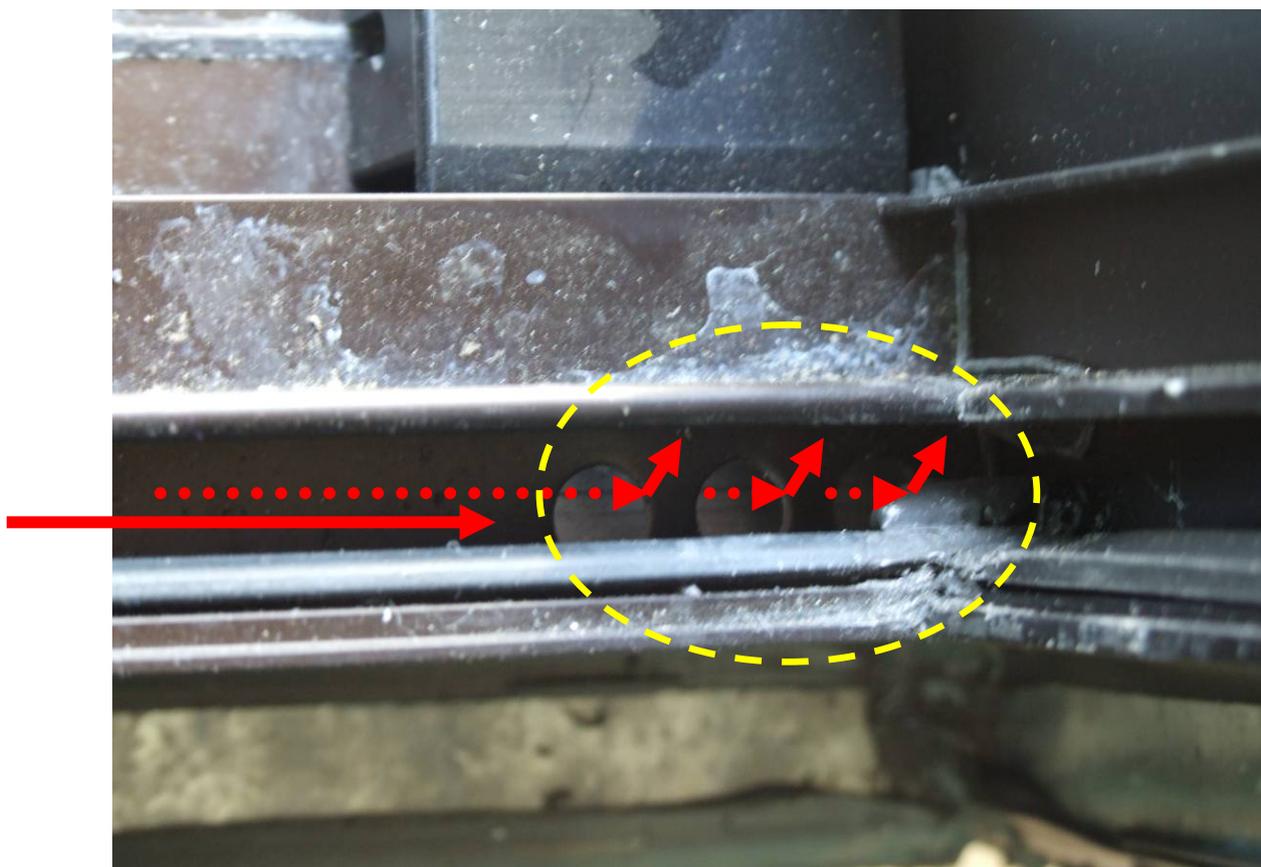


圖4-21 溝槽下的外氣吹到盡頭，由三個孔洞吹到溝槽上保持與外部氣流等壓
資料來源：本研究整理

第七節 針對抗風壓試驗鋁窗之製作方式

依據本章第五節，及本章相關測試案例，針對廠商製造大型景觀窗時，在較長的空心中柱、橫檔、疊合料或對接料內，會填塞U型鍍鋅鐵件，增加其強度以抗風壓，詳如下圖：

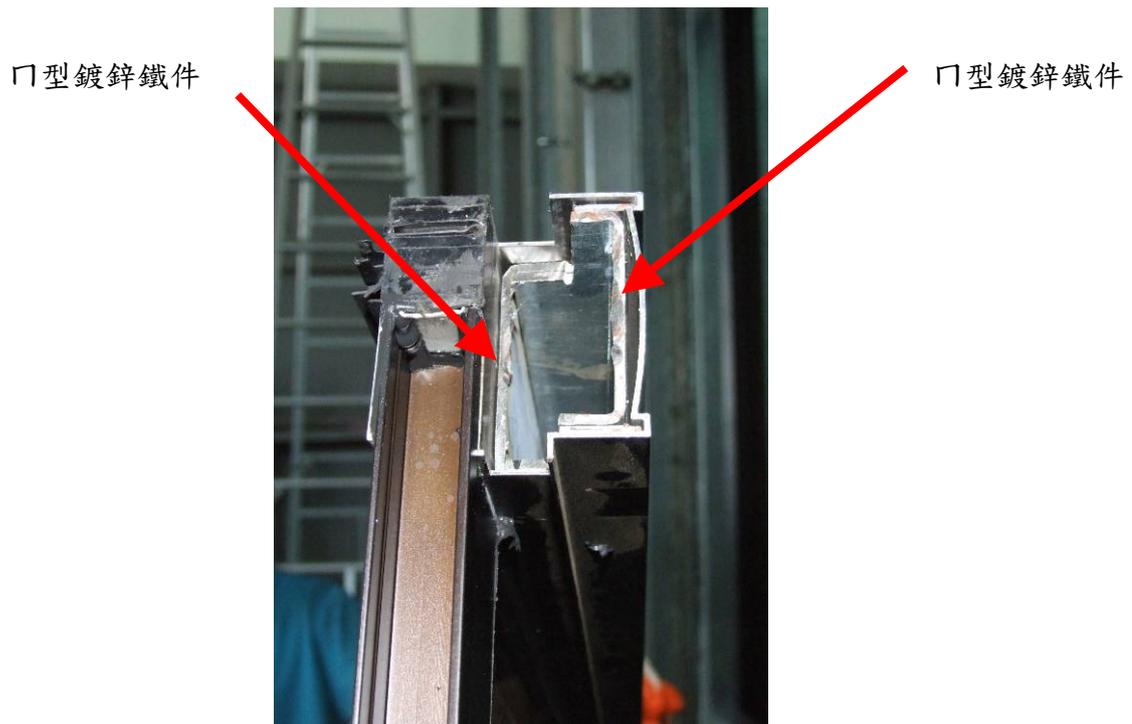


圖4-22 於鋁窗疊合料內填塞U型鍍鋅鐵件

資料來源：本研究整理

但是，鍍鋅鐵件經過一段時間，亦可能產生銹蝕情形，恐使鋁擠型料因而產生氧化現象，影響其強度暨美觀情形。

就如本章第五節所分析，較注重品牌的鋁窗製造廠，會在需要抗風壓的中柱、橫檔、疊合料或對接料內加厚其鋁擠型厚度，並進「時效爐」加熱強化其強度。可減少鋁擠型材料應力集中、減少鋁擠型材料的變形，雖然成本增加，亦為其維護品牌所需做的。



圖4-23 鋁擠型進時效爐加熱強化其強度

資料來源：

<http://big5.made-in-china.com/showroom/cxshdl/product-detailDbqJMqQIXrWy/%E6%97%B6%E6%95%88%E7%82%89.html>

以下三圖為參考 CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗，其所定義之中柱、橫檔、疊合料或對接料之相對位置。

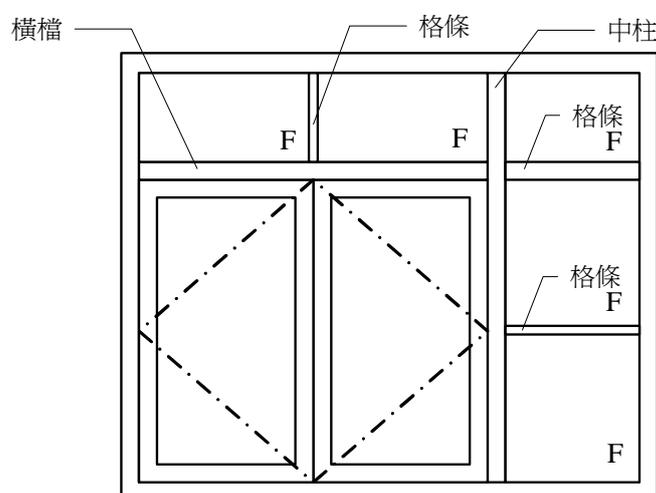


圖4-24 鋁窗中柱、橫檔相對位置

資料來源：CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

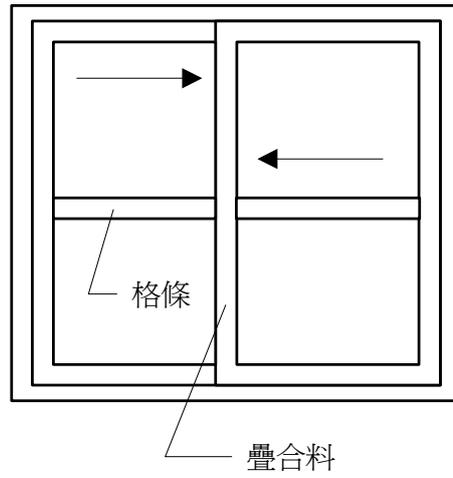


圖4-25 鋁窗疊合料相對位置

資料來源：CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

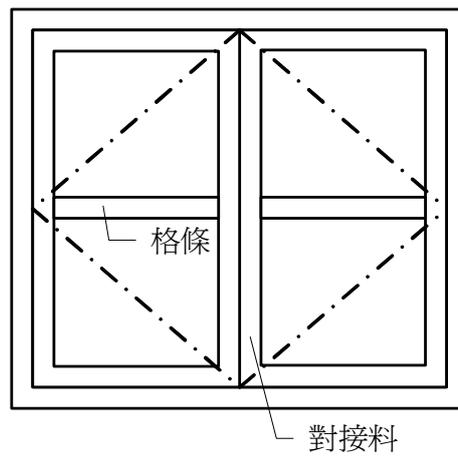


圖4-26 鋁窗對接料相對位置

資料來源：CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

第八節 小結

由以上各節得知，經由各類送測門窗至本實驗室進行風雨試驗分析，並輔以訪談送測案例數最多的國內相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士以彙整資料加以佐證，可得以下結論：

- (一) 營運四年多來，窗戶的送測比例達 95%，而門僅有 5%。另就送測窗戶鋁窗與不銹鋼窗做一比較，鋁窗送測比例達窗戶整體量之 96%，遠高於不銹鋼窗之 4%。
- (二) 由於送測案例九成以上皆為鋁窗，為聚焦本研究案，因此佐證之訪談對象鎖定送測案例數最多的國內相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士。
- (三) 氣密性試驗通過案例統計，可得知測試通過比例非常高，達 95%。會呈現此種情形是因為會因應業主要求，須做氣密性試驗之鋁窗，其氣密等級本身就很高，即很多鋁窗其對外銷售時即標榜其為氣密窗。
- (四) 水密性不通過的比例已佔 1/5 強，是此三試驗項目不通過比例最高的；抗風壓性不通過的比例佔 14%強，是此三試驗項目不通過比例次高的。
- (五) 業主非常要求水密性，尤其是豪宅，因為這是其建案銷售後之顧客服務及信譽保證。如果一建案在颱風天風大雨大的情況下數百樑窗漏水嚴重，不但售後服務難以應付，公司的信譽也可能因而掃地，往後再推建案困難度也更加重。
- (六) 由於現在豪宅強調大片視野，其鋁窗設計也越來越大。大口鋁窗因其中柱、橫檔、疊合料或對接料均會較長。如其沒有加厚其鋁擠型料，或於鋁擠型料內加入補強措施，常容易導致抗風壓試驗測試不通過。

第五章 結論與建議

第一節 結論

「門窗風雨試驗」在國內的檢測科學進展中，已屬成熟階段。大部份較具規模的台灣鋁窗製造廠，都有自己的門窗風雨試驗機，能做自家公司的門窗風雨試驗測試報告。由於本實驗室屬國家級，經營至今近四年多，且出其中立、客觀、確實之測試報告；因此目前國內較有知名度之建商與鋁窗製造廠，大都指名要來本實驗室做「門窗風雨試驗」。

本研究針對已完成之「門窗風雨試驗」案例，分析比較其相關性能與缺失，並與鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士作重點訪談，藉以強化國內鋁窗設計、製造及施工各方面之專業能力，讓台灣的鋁窗科技業能與世界先進國家並駕齊驅。整合上述之比較分析結果可得以下結論：

(一) 鋁窗設計方面：

1. 對已所完成之「門窗風雨試驗」案例，一般而言推開窗與推射窗其氣密水密性均相當良好，一旦關緊把手，四周的氣密條即產生迫緊，幾乎不會漏水。但必要考量若採用三連動或四連動把手時，雖可使氣密條更加強其迫緊性能，然而因經常性的迫緊，亦會加速氣密條彈性疲乏致使老化，降低推開窗與推射窗之氣密水密性。
2. 推開窗與推射窗如果施作在高層建築時，須注意其連桿強度。否則因高樓風大，當窗戶打開時，很可能將整樁推開窗掀掉，造成公共危險，故必須因應樓層高度考量其設計與施作方式。越高的樓層，鋁窗設計連桿所能開啟的角度要越小，連桿強度需更加強，以防強風掀掉整樁窗危及公共安全。
3. 國人習慣使用橫拉窗，是因其使用方便的緣故。為防止發生漏水情況，一般橫拉窗業者會將氣密條加厚，是屬於「圍堵方式」。橫拉窗因要左右推拉，若其氣密條太厚，將導致橫拉窗不易被推拉；但若氣密條較薄，橫拉窗雖然容易推拉，可是其水密性卻不好，非常容易漏水。所以橫拉

窗業者必須將氣密條的厚薄設計製作精確，才能符合使用性能（不漏水、易推拉）。

4. 運用等壓空間原理所設計之橫拉窗，是現今世界趨勢。以等壓空間原理設計之橫拉窗，就如同古代大禹治水，以”疏導”的方式排除溝槽積水，也是最有效的方式。橫拉窗若能運用等壓空間原理（詳第四章第六節），可強制使溝槽較難進水；無須以增加氣密條厚度，用”圍堵”的方式防範溝槽積水，藉此通過水密試驗。因此較優秀的鋁窗廠商，會以等壓空間原理設計橫拉窗，而非增加氣密條厚度。較優秀的等壓空間橫拉窗甚至在 10 分鐘水密試驗時間內，室內溝槽不進半滴水。
5. 在水密試驗時，鋁窗廠商如果為了防止橫拉窗溝槽進水過多，而於室外側多設計排水孔，雖可加強排水，但也可能因排水不及，橫拉窗溝槽進水會因為風壓而由排水孔倒灌上來，導致漏水情形。

（二）鋁窗製造方面：

1. 鋁窗製造過程如下：鋁窗製造廠先向鋁擠型廠進鋁擠型料，再依照建商需求製造鋁窗。不同來源的鋁擠型料，若其鋁合金材質成分較差，會影響其抗風壓試驗強度。
2. 廠商製造大型景觀窗時，在較長的空心中柱、橫檔、疊合料或對接料內，會填塞口型鍍鋅鐵件，增加其強度以抗風壓。但是，鍍鋅鐵件經過一段時間，亦可能產生銹蝕情形，恐使鋁擠型料因而產生氧化現象，影響其強度暨美觀情形，其分析請詳第四章第七節。較注重商譽的鋁窗製造廠，會在需要抗風壓的中柱、橫檔、疊合料或對接料內，不但加厚其鋁擠型厚度，並且還進「時效爐」加熱，運用這兩步驟，既可強化其鋁窗的強度，更可減少鋁擠型材料應力集中、減少鋁擠型材料變形，雖然成本增加，亦為其維護品牌所需做的。
3. 國內鋁窗製造廠，為維護自家品牌與信譽，皆由自己的製造廠生產，不委由代工廠製造。故其鋁窗品質與委由代工廠生產之鋁窗相比較，測試通過率較高。
4. 但某些品牌的鋁窗、會因建案地區不同，而委由當地所配合的代工廠製

造，因品管較難掌控，所產製之鋁窗較常有良莠不齊情形。

5. 然而有些廠牌門窗、雖委由其各地區的代工廠製造，較優質的代工廠也可能因其品管較嚴謹，仍可通過測試。但當由較劣質的代工廠製造時，就很有可能無法通過風雨試驗測試。

(三) 鋁窗施工方面：

1. 於鋁窗製造廠組裝完成之鋁窗，運送至工地現場需要施工安裝，其過程包含：運送、儲存、運搬、預埋與安裝等工作程序；各個環節必須緊緊相扣，才有辦法將施工安裝作業圓滿達成。
2. 鋁窗施工須與現場營造廠工程相互做密切配合，方能控制施工進度。一般現場營造工程，會先留鋁窗安裝預留孔(MO)，鋁窗業者須檢查預留孔(MO)與鋁窗之寬度及高度尺寸，其與各邊間隙應為 15mm-25mm (視鋁窗設計圖面調整)。開口尺寸若有偏差時，須由營造業者負責，整修預留孔(MO)合適鋁窗施工。
3. 鋁窗之玻璃，其嵌入窗檯溝槽之尺度須足夠 (一般約 7~8mm，視鋁窗設計圖面調整)。且 silicone 不能只打表面，施打 silicone 時，須壓入使其進入溝槽內部，完整膠封之，否則風壓過大晃動玻璃，亦會導致鋁窗滲水。
4. 完成鋁窗安裝後，預留孔(MO)與鋁窗窗框間之防水措施仍須由營造業者負責。因為有時營造業者、因防水層及此防水層背面之水泥砂漿填充不確實，而造成空洞現象，為造成鋁窗窗框與混凝土面縫隙漏水的主因。因此不可將縫隙漏水的責任歸咎於鋁窗業者，而必須是由營造業者負責，確實再一次把防水層、及此防水層背面的水泥砂漿填充做好，才可能不發生縫隙漏水情況。

第二節 建議

經本研究之比較分析，認為雖然「門窗風雨試驗」在國內的檢測科學進展中，已達到成熟階段。但綜觀本章第一節之結論，我國的鋁窗業者還是有許多可進步的空間，若要與國際先進國家之業者比較，台灣鋁窗業者必要努力研發更傑出的設計，提供使用者更安全、方便、美觀且舒適的生活環境，讓本比較分析研究達到實質效果。因此，茲提出下列建議：

建議一

加強並落實民間業界確實實施做各類門窗風雨試驗之能力：立即可行建議

協辦機關：無

雖然國內鋁窗業各自有其門窗風雨測試機，能做到自製自測程度。但因國內「門窗風雨試驗」，必須是依據其技術規範與國家標準，對其整體系統性能進行測試，攸關國人生命安全，故必須審慎進行之。本實驗室可以不斷累積測試經驗與數據，提供業界參酌，並用以強化台灣鋁窗業者研發更優質的產品，以期達到防範於未然之目的，並幫助廠商能做出更優質的門窗，更提昇我們的居住品質。

本實驗室可將各類門窗風雨試驗案例之比較分析研究，舉辦全省講習，使國內「門窗風雨試驗」經驗得以分享交流，使民間業界普遍知道門窗風雨試驗的重要性，相關流程及試驗地點等。

建議二

增加本實驗室之門窗風雨試驗測試艙：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

因本實驗室是 TAF 認證實驗室，亦屬政府國家級實驗機構，所出具報告之公正性、正確性及可靠性，能滿足業界所需之專業檢測服務。因屬政府國家級實驗機構，堅持不與民爭利原則，從不做宣傳廣告，但是已在國人心中建立起口碑與好評。然因應目前國內建商多朝向豪宅、或精緻化建築發展，許多門窗測試需求紛至沓來。若有足夠經費與人員配合，可增加本實驗室之門窗風雨試驗測試艙，就不致產生廠商須排隊等待許久之問題。

附錄一 期中審查會議評審意見執行現況

99.08.13

評審委員	評審意見	執行現況
朱佳仁教授	<ol style="list-style-type: none"> 1. 風雨試驗的加壓值(最高壓力)，約相當於多大之室外風速？ 2. 水密性試驗的噴灑水量相當於降雨量強度(mm/hr)為何？是否可換算？ 3. 風壓和風速可用此公式換算：$P=(1/2)\rho V^2\cdot C_p$。其中風壓係數 C_p 可用 1.0 估算，空氣密度 ρ 約 $=1.2\text{kg/m}^3$。故風速 $V=10\text{m/s}$ 時，風壓 P 約等於 60Pa。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 風雨試驗的加壓值(最高壓力)，一般依 CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗要求符合 360 等級，為 3600Pa。以 $P=(1/2)\rho V^2\cdot C_p$ 風壓和風速可用此公式換算，風速 V 約等於 77.5m/s。 2. 水密性試驗的噴灑水量依 CNS 11528 (2004) 門窗水密性試驗法規定，以每分鐘 4L/m² 之水量噴灑，換算為 240mm/hr 之降雨量強度。 3. 謝謝提供，會進行換算參考。
林富淞教授	<ol style="list-style-type: none"> 1. 報告書第 3 頁請加入並說明 CNS 11524 門窗性能試驗法通則之試驗項目。 2. 報告書第 6 頁研究流程圖請加入若需修正時之回饋。 3. 報告書第 7 頁中倒數第二 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 已加入 CNS 11524 門窗性能試驗法通則及 CNS11526~8 之三個門窗風雨試驗項目。 2. 已於研究流程圖加

評審委員	評審意見	執行現況
	<p>行，請加入美觀性。</p> <p>4. 報告書第 16 頁～第 19 頁請說明門窗之型式，以利說明其形狀之差異性。</p> <p>5. 報告書第 22 頁請加入若建築物為鋼結構時之相關說明。</p> <p>6. 報告書第 35 頁第一行建議加入固定桿件或固定金屬，報告書第 35 頁最後一段所寫為個人意見，建議此章節單純化為資料蒐集，無須加入個人意見。</p>	<p>入研究流程若須修正回饋時，皆可回到各個前置作業修正。</p> <p>3. 已加入美觀性。</p> <p>4. 照片各門窗之型式皆已說明。</p> <p>5. 已加入若建築物為鋼結構時，鋁窗安裝之相關說明。</p> <p>6. 已加入固定鐵件，並刪除此節最後一段個人意見，以單純化為此節之資料蒐集。</p>
周榮華教授	<p>1. 本研究宜附計畫進度表，照片宜附尺規，建議可列實驗數據之圖表、量測點之相關誤差以供參考。</p> <p>2. 本研究結論宜修改，建議部分可改為後續工作項目，並將本研究回歸計畫之原始目的。</p> <p>3. 風壓轉換成風速可由 $P_0 = P_\infty + (1/2) \rho V^2$ 求得。</p>	<p>1. 試驗相關資料已列於第四章供參考。</p> <p>2. 已將研究結論修正。</p> <p>3. 謝謝提供，會進行換算參考。</p>
陳遠斌教授	<p>1. 壓條對(門)窗之氣密性及水密性應有重要之影響，而其因烈日之曝曬與酸雨之侵蝕可能造成性能之衰</p>	<p>1. 氣密條對門窗之氣密性及水密性應有重要影響。一般氣密條視其材質，使用壽</p>

評審委員	評審意見	執行現況
	<p>減。不知壓條其使用壽命有多長？通過試驗之壓條是否應建議其更換年限？建議以後年度能考慮將其納入後續研究案中。</p>	<p>命三~五年甚至十餘年者皆有，後續研究可考慮將老化後之氣密條，其氣密性與水密性做一試驗。</p>
<p>陳若華教授</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究比較已完成門窗風雨試驗案例的設計缺失檢討，對門窗設計及施作的助益甚大。 2. 針對相關門窗製造廠、施工廠商及專業人士之訪談內容可進一步整理分析，以歸納出重點。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指教。 2. 相關門窗製造廠、施工廠商及專業人士之訪談內容已進一步分析整理於第四章。
<p>蕭葆義教授</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議期末報告增加對研究發現之原因分析，以強化發現之貢獻。 2. 第一章第四節之用語定義，係自行定義或依據相關法規文獻，請補註參考資料來源。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 已將研究結論修正。 2. 已將第一章第四節之用語定義資料來源加註清楚。
<p>林組長建宏</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 研究與相關門窗製造廠、施工廠商及專業人士之訪談內容要有重點，以期對門窗之設計、製造或施工能有所幫助。 2. 建議由已完成之門窗風雨試驗案例經由分析，找出缺失，使其能回饋到門窗之設 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 遵示辦理。 2. 遵示辦理。 3. 已將第二、三章資料蒐集之個人意見刪除。

評 審 委 員	評 審 意 見	執 行 現 況
	<p>計、製造或施工等。</p> <p>3. 本研究第二、三章係屬資料之蒐集，盡量能夠客觀，不要放入個人之意見。</p> <p>4. 目前本研究之進度稍微落後，請於期末報告盡快趕上，而初步結論與建議也建請於期末報告一併修正。</p>	<p>4. 遵示辦理。</p>

附錄二 期末審查會議評審意見執行現況

99.11.26

評審委員	評審意見	執行現況
方富民教授	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究針對原訂議題進行了相關資料蒐集及訪談分析，對建研所風雨實驗室技術與認知之強化，以及對國內業者在製造與施工之教育上皆具貢獻。 2. 本研究主題中包括「門、窗」，但報告中較集中於窗之研究。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指教。 2. 有關本研究因送測案例大部分皆為鋁窗，會將研究題目進行修正，以符合研究內容。
曾俊達教授	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究以各類門窗進行動態風雨試驗相關性能之比較分析，成果相當具體，惟內涵較偏向類似使用手冊之建構。 2. 第四章門窗風雨試驗較偏向於文字敘述與現象說明，宜強化性能之分析。若能提供具體實驗數據，以供檢視成果，包含如設計問題之檢討，可作為門窗生產業者改善之具體建議。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指教。 2. 遵示辦理。
張景鐘教授	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究結論對鋁窗有關設計、製造、施工之建議有部分觀點重複，建議文字微調修正；另研究內容與計畫名稱宜盡量一致。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 研究結論文字已微調修正，另有關於本研究因送測案例大部分皆為鋁窗，會將研

評審委員	評審意見	執行現況
	<p>2. 報告書有關門窗優缺點比較，如無實驗數據佐證，建議避免使用推論方式陳述（如氣密條劣化、老化問題）。</p> <p>3. 建議門窗風雨試驗之委託試體，可由市場隨機選取，而非由廠商送驗，將更有實用參考價值。</p>	<p>究題目進行修正，以符合研究內容。</p> <p>2. 謝謝指教。</p> <p>3. 門窗風雨試驗並非法令規定須強制執行的項目，但是較審慎的業主會於現場抽測取樣並於試體簽名，送交第三公正單位（如本實驗室）做門窗風雨試驗，以維護其公司信譽。本研究廠商之委託測試案例，大部分為業主於工地現場隨機選取送測。</p>
蕭葆義教授	<p>1. 本研究已達到預期成果，另訪談分析之調查結果，經整理後，可否提供相關廠商參考？</p> <p>2. 本研究試驗分析，目前僅就氣密、水密、抗風壓之通過比例探討。建議未來年度，可就試驗之其他數據內容具體分析，應可獲得更多結果，以提供廠商或設計者之參考。</p>	<p>1. 本研究之成果報告，可提供相關廠商參考。</p> <p>2. 謝謝指教。</p>

評審委員	評審意見	執行現況
<p>中華民國結構技師公會全聯會 陳正平技師</p>	<p>1. 門窗漏水大都發生在使用一段時間後，防水膠老化或經地震搖動後，產生裂縫而漏水。</p>	<p>1. 謝謝指教，此建議因不屬本研究範圍，建議未來年度，亦可探討防水膠老化問題之影響。</p>
<p>中華民國全國建築師公會 江星仁建築師</p>	<p>1. 本研究探討鋁窗等壓空間原理的設計，遇到颱風時，其如何保持等壓？</p> <p>2. 鋁窗材質比不銹鋼窗輕，雖不銹鋼窗較重，但此重量影響有限，是否也可探討其製造過程對環境的影響？(如排放溫室氣體)。</p> <p>3. 鋁窗窗框與混凝土面的施工也很重要，如施作不良，亦容易導致縫隙漏水。</p>	<p>1. 請參閱四章第六節，已詳述敘明。</p> <p>2. 此建議因不屬本研究範圍，建議未來年度，亦可探討鋁窗其製造過程對環境的影響。</p> <p>3. 有關窗框與混凝土面交接處的漏水情形，在結論處已敘明此須由營造業者負責，確實再一次把防水層，及此防水層背面的水泥砂漿填充做好，非歸咎於鋁窗業者。</p>
<p>蔡益超教授</p>	<p>1. 本研究案例是否均為廠商來測試的資料？另風雨試驗使用的脈動壓與水流量有無 CNS 標準？</p>	<p>1. 本研究均為廠商之送測資料；另本研究水密性試驗使用的脈動壓與水流量，分</p>

評審委員	評審意見	執行現況
		<p>別依照 CNS 11528 (2004)「門窗水密性試驗法」及 CNS 3092 (2005)「鋁合金製窗」之規定測試，且在 CNS 3092 亦詳細載明判定標準。</p>
林建宏組長	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究所蒐集之資料，盡量能夠客觀，不要以個人意見主觀描述，以利使用者應用。 2. 報告書最後建議部分，提到可增加本實驗室之門窗風雨試驗測試艙，惟前文均未敘及，建請補充說明之。 3. 本研究亦可將客戶來實驗室測試之流程及注意事項，做成相關之 S.O.P，並告知受測廠商，以利其來本實驗室進行門窗風雨試驗。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 遵示辦理。 2. 遵示辦理。 3. 有關相關之 S.O.P，因不屬本研究範圍，建議未來年度可納入研究參考。
陳瑞鈴代理所長	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究將本所數年來門窗風雨試驗相關案例做比較分析，使廠商對相關設計或材質選擇上能找出問題點，藉以提昇其產品品質。對使用者而言，也可讓其選擇更便利舒適之產品，以強化其居室環境品質。目前在資料數據分析方面尚嫌不足，希能朝資料庫方面進行 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 遵示辦理。 2. 有關本研究因送測案例大部分皆為鋁窗，會將研究題目進行修正，以符合研究內容。

評 審 委 員	評 審 意 見	執 行 現 況
	<p>整合研究，以提供相關人士參採應用。</p> <p>2. 本案全部門窗廠商測試案例共 81 例，其中僅 4 例為門，代表性不足。建議研究題目可微調修正，以切合研究內容。</p>	

附錄三 門窗風雨試驗相關 CNS 標準

【 CNS 11524 (2006) 門窗性能試驗法通則、CNS 11527 (2004) 門窗氣密性試驗法、CNS 11528 (2004) 門窗水密性試驗法、CNS 11526 (2003) 門窗抗風壓性試驗法】

ICS 91.060.50		- 1 -	
中華民國國家標準	CNS	門窗性能試驗法通則	總號 1 1 5 2 4
			類號 A 3 2 3 3
Method of test for windows and doors-general rule			
<p>1. 適用範圍：本標準規定 CNS 4347〔門窗組件標準模矩尺度〕所規定第一種及第二種門窗組件(以下簡稱門窗)性能試驗之一般事項。 備考：本標準中{ }內之單位係公制，其數值為近似值，僅供參考。</p> <p>2. 性能項目：門窗之基本性能項目，如表 1 所示</p>			
表 1 性能項目			
性能項目	性能項目釋義		
強度	能耐面內及面外力之程度		
抗風壓性	能耐由壓力差所產生變形之程度		
耐衝擊性	能耐衝擊力之程度		
氣密性	防止由壓力差所產生空氣洩漏之程度		
水密性	防止由壓力差所產生雨水侵入門窗室內側之程度		
隔音性	隔音之程度		
隔熱性	抑止熱流之程度		
防露性	防止門窗表面發生結露之程度		
防火性	火災時防止火災擴大之程度		
耐震性	可容納由地震及震動所產生面內變形之程度		
耐候性	在某期間內能保持構造、強度、表面狀態等耐用品質之程度		
形狀安定性	對環境變化能保持形狀、尺度不起變化之程度		
開關力	開關操作所需之力量		
反覆開閉性	能耐反覆開閉之程度		
配件 ⁽¹⁾ 裝配性	在使用狀態下，配件裝配部分不產生有障礙之變形、鬆動之程度		
註 ⁽¹⁾ 配件係指對門窗開閉操作，裝鎖等相關之五金類。			
<p>3. 試驗之一般條件</p> <p>3.1 試體：試體應為依使用狀態所組立之完成品，有用到玻璃及五金時，依實際所使用預定工法裝配完備。不能以製品試驗時，依自製品部分採取試體。若不能自製品採取試體時，得採用與製品同一材料，同一條件所製成之代用試體，試驗第二種門窗組件時，得使用相當第一種門窗組件之代用框施行之。</p>			
(共 3 頁)			
公布日期 75 年 4 月 15 日	經濟部標準檢驗局印行		修訂公布日期 95 年 7 月 10 日
印行年月 95 年 7 月	本標準非經本局同意不得翻印		

3.2 試驗裝置：應具可測定各性能值所需精度之裝置。並對試驗時之安全性有週全之考慮。

3.3 試驗環境：除另有指定外，應在標準狀態下進行。標準狀態係指溫度 5~35℃，相對濕度 45~85%，氣壓 860~1060 hPa{8600~10600 kgf/m²}。

4. 試驗項目：適用於門窗性能項目之試驗項目，測定項目及測定單位，如表 2 所示。

表 2 試驗項目、測定項目及測定單位

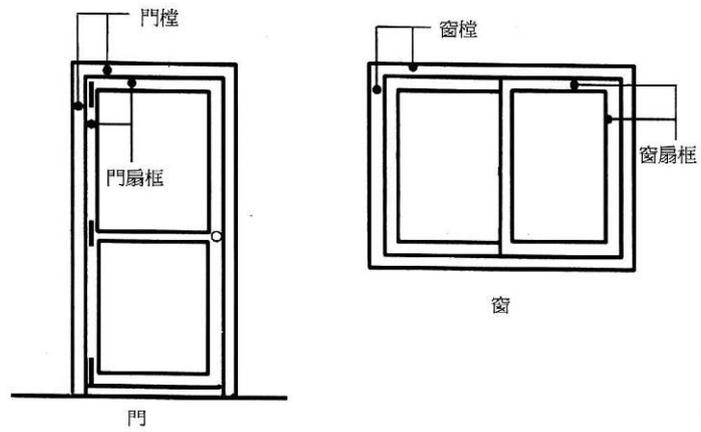
性能項目	試驗項目	測定項目	測定單位	
強 度	彎 曲 試 驗	撓 度	mm	
		抗 彎 強 度	MPa{kgf/cm ² }	
	面內、面外 變形試驗	扇框強度試驗	撓 度	mm
		扭曲強度試驗	變 位	mm
	垂直載重試驗	變 位	mm	
抗 風 壓 性	抗風壓性試驗	變 位、撓 度	mm	
耐 衝 擊 性	耐衝擊性試驗	形 狀 變 化	—	
氣 密 性	氣密性試驗	通 氣 量	m ³ /h · m ²	
水 密 性	水密性試驗	漏 水	—	
隔 音 性	隔音性試驗	聲 音 通 過 損 失	dB	
隔 熱 性	隔熱性試驗	熱 阻	m ² ·K/W{m ² ·h·°C/kcal}	
防 露 性	防露性試驗	溫 度 下 降 狀 況	—	
防 火 性	防火性試驗	變 化	—	
耐 震 性	面內變形可容納試驗	解 鎖 轉 矩	J	
		開 放 力	N{kgf}	
耐 候 性	耐候性試驗	變 化	—	
形 狀 安 定 性	溫濕度試驗	形 狀 變 化	—	
開 閉 力	開閉力試驗	開 閉 力	N{kgf}	
反 覆 開 閉 性	反覆開閉試驗	變 化	—	
		變 位	mm	
		開 閉 力	N{kgf}	
配 件 裝 配 性	配件裝配處之強度試驗	變 化	—	

5. 試驗順序：執行表 2 中之氣密性、水密性及抗風壓性試驗有其先後順序，以防因試驗順序錯誤，導致不良物理性能試驗結果。該三項性能試驗，依下列順序進行。

- (1) 氣密性試驗
- (2) 水密性試驗
- (3) 抗風壓性試驗

6. 試驗結果：試驗結果，其測定值因受溫度、濕度、氣壓等關係而發生變化時，應換算為基準狀態之數值。基準狀態係指溫度 20℃(293 K)，相對濕度 55%，氣壓 1013 hPa{10130 kgf/m²}。

附錄圖例



引用標準：CNS 4347 門窗組件標準模矩尺度

修訂日期：第一次修訂：76年10月23日

第二次修訂：92年6月10日

ICS 91.060.50

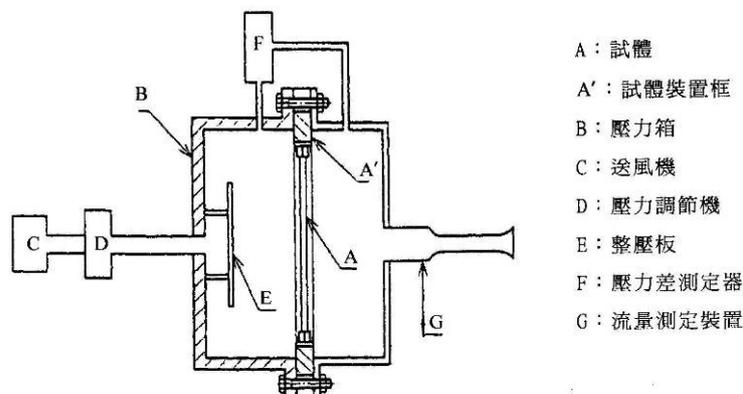
- 1 -

中國國家標準	門窗氣密性試驗法	總號	1 1 5 2 7
CNS		類號	A 3 2 3 6
<p>Method of test for air permeability of windows and doorsets</p> <p>1. 適用範圍：本標準規定在 CNS 11524 [門窗性能試驗法通則] 所規定試驗項目中，依壓力箱方式做門窗氣密性之試驗方法。 備考：本標準中 { } 內之單位係公制，其數值為近似值。</p> <p>2. 用語釋義</p> <p>(1) 壓力箱方式：在門窗室外側裝設壓力箱，以加壓、減壓使在門窗之室內外間產生壓力差之方式。</p> <p>(2) 壓力差：門窗之室外側壓力與室內側壓力之差。門窗之室外側壓力較室內側壓力高時為正壓，低時為負壓。</p> <p>(3) 通氣量：在壓力差下通過門窗之空氣量。</p> <p>(4) 通氣面積：用作計算通氣量之門窗面積。 備考：門窗面積係指含門窗檯內側尺度⁽¹⁾之寬度及高度之乘積。 註⁽¹⁾ 依製品規格。</p> <p>3. 試驗裝置：主要由下列(1)~(5)之儀器及裝置構成，如圖 1 所示。</p> <p>(1) 壓力箱：試驗時，能保持一定之內部壓力者。</p> <p>(2) 送風機：對試體能施以試驗所必要之壓力者。</p> <p>(3) 壓力調節機：能調節壓力箱內所規定之壓力者。</p> <p>(4) 壓力差測定器：能測定壓力箱內外之壓力差者。</p> <p>(5) 流量測定裝置：在施加壓力階段，能測定在室內側空氣之流量者。</p> <p style="text-align: right;">(共 5 頁)</p>			
公布日期 75 年 4 月 15 日	經濟部標準檢驗局印行		修訂公布日期 93 年 1 月 9 日

印行年月 93 年 1 月

本標準非經本局同意不得翻印

圖 1 試驗裝置 (例)



4. 試體及試體裝置框

4.1 試體：須為組立成使用狀態之完成品。

4.2 試體裝置框：能將試體比照使用狀態之方法正確安裝，且能耐試驗壓力之充分剛性者。惟若能將試體直接安裝於壓力箱時，得不用裝置框。

4.3 試體用玻璃。試體有用到玻璃時，以預定實際使用之玻璃為準。若無特定玻璃厚度時，採用規範所規定最薄之玻璃。

5. 試驗

5.1 試體之安裝：試體須水平及垂直均正確，且與壓力箱之間不產生空隙安裝之，並應無扭曲或彎曲固定於壓力箱。開閉操作條件已知時，應依其條件而安裝試體，裝置框與壓力箱儘可能氣密，使空氣不致洩漏。

5.2 試驗環境：除買賣雙方另有協議外，應依 CNS 11524 第 3.3 節所規定之標準狀態進行試驗。

5.3 試驗順序：依圖 2 所示之順序進行試驗。

(1) 預壓：試驗前，先施加較試驗壓力 $P_{max}^{(1)}$ 大 10% 之壓力差保持 3 秒以上，施加 3 次，其壓力差須為 500Pa { 50kgf/m² } 以上。變化壓力差時間為 1 秒以上。

(2) 確認開閉：將門反覆開閉 5 次，然後扣鎖。

(3) 加壓：依圖 2 所示之順序，在正壓下各階段均保持最低 10 秒以上，升壓至試驗所要求之最高壓。在試驗之壓力差階段取 10、30、50、100、150、200、300、400、500 及 600Pa { 1、3、5、10、15、20、30、40、50 及 60kgf/m² } (參照圖 2)， P_{max} 超過 600Pa { 60kgf/m² } 時，以不超過 100Pa { 10kgf/m² } 之範圍內增加壓力 (參照圖 3)。此壓力差亦適用於降壓。

(4) 測定：測定在各個壓力差之流量均呈穩定時之流量。

圖 2 加壓線圖 (P_{max} 為 600Pa { 60kgf/m² } 以下之例)

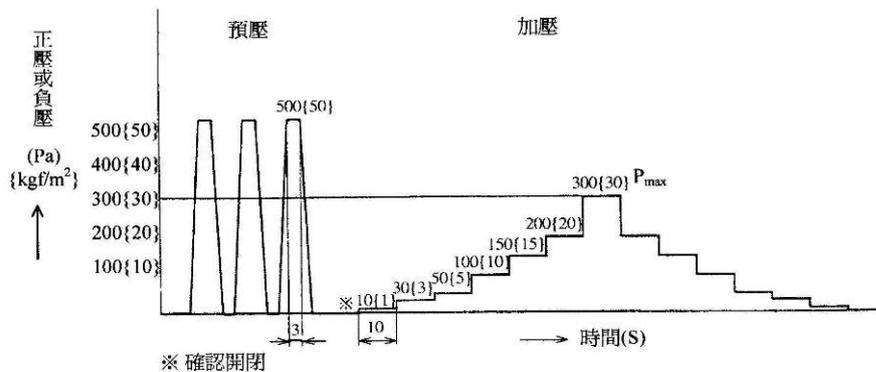
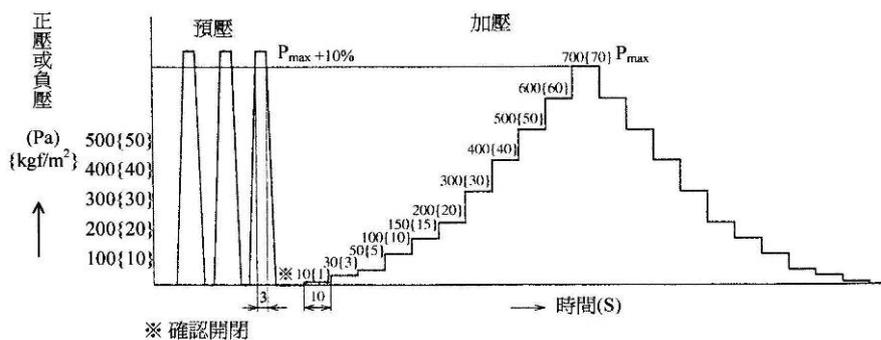


圖 3 加壓線圖 (P_{max} 超過 600Pa { 60kgf/m² } 之例)



6. 試驗結果之紀錄

6.1 通氣量以門窗面積每 m² 之通氣量表示之。

6.2 通氣量之計算：通氣量分別以在各個加壓時之通氣面積每 m²，每 1 小時之流量表示，並以下列公式換算為 CNS 11524 第 5 節所規定之基準狀態值。換算結果依 CNS 2925 [規定極限值之有效位數指示法] 之規定修整。

通氣面積每 m² 之換算公式：

$$q = \frac{Q}{A} \cdot \frac{P_1 \cdot T_0}{P_0 \cdot T_1}$$

式內，q = 換算為基準狀態之通氣量 (m³/h · m²)

Q = 所測定之流量 (m³/h)

A = 通氣面積 (m²)

P₀ = 1013 (hPa) { 10130 kgf/m² }

CNS 11527, A 3236

-4-

$P_1 =$ 試驗室之氣壓 (hPa) {10 kgf/m²}

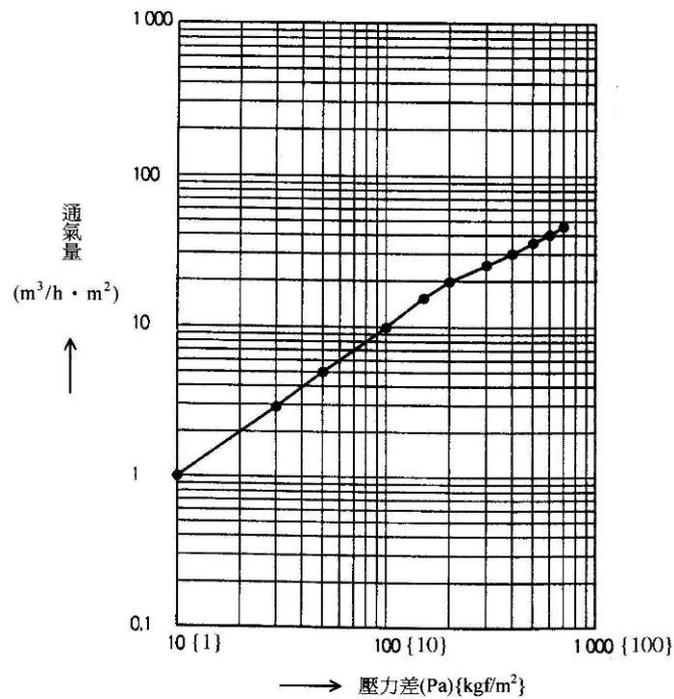
$T_0 = 273+20=293$ (K) {20°C}

$T_1 =$ 測定空氣溫度 (K) {(k-273)°C}

6.3 紀錄：依第 6.2 節所求得通氣量之換算結果，以縱軸作通氣量，橫軸作壓力差之兩對數座標圖（通氣量線圖，參照圖 4）表示。

通氣量線圖所示之通氣量，以升壓時之值與降壓時之值中，取其大值記錄之。

圖 4 通氣量線圖(例)



7. 氣密性等級：以圖 5 所示之等級線⁽²⁾表示之。所換算之通氣量，於各壓力差，在等級線之下時，即讀為該等級線之等級。就各階段壓力差進行測定並以座標圖標示之。

註⁽²⁾ 等級線，如下

$$q = \alpha \Delta P^{1/n}$$

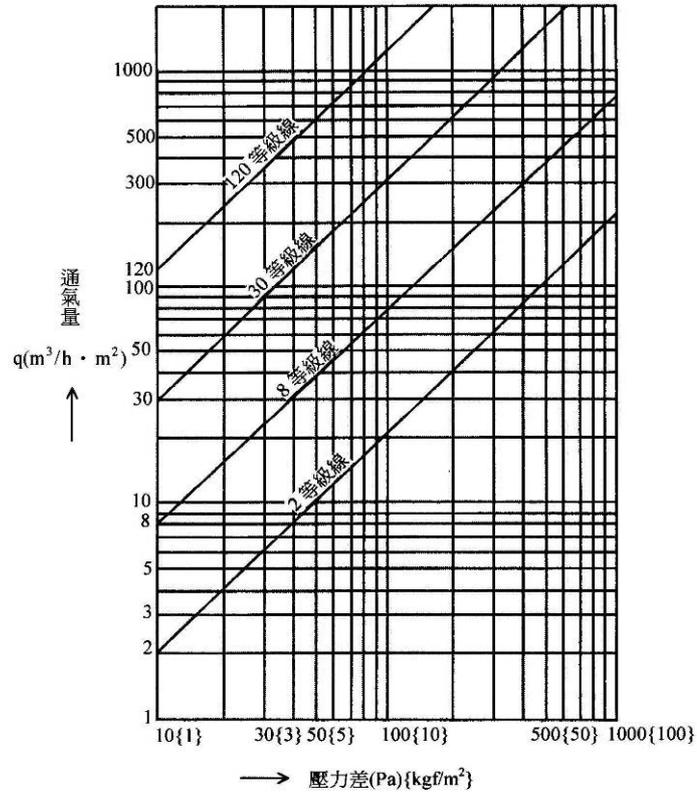
式中， q =通氣量 (m³/h · m²)

$$\alpha = 2, 8, 30, 120 \text{ (m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2\text{)}$$

$$\Delta P = \text{壓力差 依第 5.3(3)節}$$

$$n=1$$

圖 5 氣密性等級線



8. 報告書：試驗結果之報告書，須記載下列事項。
- (1) 試體之名稱、形式，使用在試體之玻璃，試體圖面及必要之尺度。
 - (2) 試驗結果。
 - (3) 試驗機構名稱，報告書簽署人姓名及日期。
 - (4) 其他認為必要之事項。

引用標準：CNS 2925 規定極限值之有效位數指示法
 CNS 11524 門窗性能試驗法通則

ICS 91.060.50

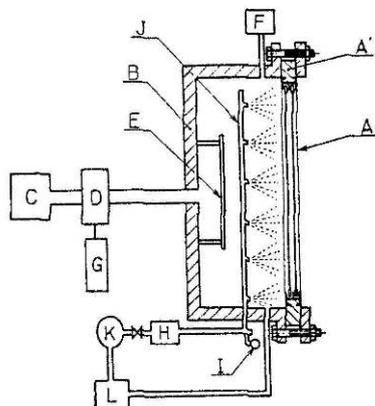
-1-

中國國家標準	門窗水密性試驗法	總號	11528
CNS		類號	A3237
<p>Method of test for watertightness of windows and doorsets under dynamic pressure</p> <p>1. 適用範圍：本標準規定在 CNS 11524〔門窗性能試驗法通則〕所規定試驗項目中，依壓力箱方式做門窗水密性之試驗方法。 備考：本標準中〔 〕內之單位係公制，其數值為近似值。</p> <p>2. 用語釋義</p> <p>(1) 壓力箱方式：在門窗室外側裝設壓力箱，以加壓、減壓使在門窗之室內外間產生壓力差之方式。</p> <p>(2) 壓力差：門窗之室外側壓力與室內側壓力之差。門窗之室外側壓力較室內側壓力高時為正壓，低時為負壓。</p> <p>(3) 靜壓：保持為定值而不變動之壓力。</p> <p>(4) 脈動壓：壓力差以近似正弦波周期變動之壓力。</p> <p>(5) 上限值：脈動壓之上限壓力值。</p> <p>(6) 中央值：脈動壓之中央壓力值。</p> <p>(7) 下限值：脈動壓之下限壓力值。</p> <p>(8) 噴水量：向試體全面均勻噴水霧時，每 m² 每分鐘之噴水量。</p> <p>3. 試驗裝置：主要由下列(1)~(6)之儀器及裝置構成，如圖 1 所示。</p> <p>(1) 壓力箱：試驗時能保持一定之內部壓力，且在箱內設置水霧噴嘴者。</p> <p>(2) 送風機：對試體能施以試驗所必要之壓力者。</p> <p>(3) 壓力調節機：能調節壓力箱內所規定之壓力者。</p> <p>(4) 壓力差測定器：能測定壓力箱內外之壓力差者。</p> <p>(5) 脈動壓發生裝置：能產生圖 2 所規定之脈動壓者。</p> <p>(6) 噴水裝置：能對試體均勻噴水霧所規定之水量者。</p> <p style="text-align: right;">(共 5 頁)</p>			
公布日期 75 年 4 月 45 日	經濟部標準檢驗局印行		修訂公布日期 93 年 1 月 9 日

印行年月 93 年 1 月

本標準非經本局同意不得翻印

圖 1 試驗裝置(例)



- A: 試體
- A': 試體裝置框
- B: 壓力箱
- C: 透風機
- D: 壓力調節機
- E: 整壓板
- F: 壓力差測定器
- G: 脈動壓發生裝置
- H: 水景計
- I: 水壓計
- J: 噴水裝置
- K: 水泵
- L: 貯水槽

4. 試體及試體裝置框

- 4.1 試體：須為組立成使用狀態之完成品。
- 4.2 試體裝置框：介於試體與壓力箱之間，能將試體比照使用狀態之方法正確安裝，且能耐試驗壓力之充分剛性，與壓力箱之間不產生空隙者。惟若能將試體直接安裝於壓力箱時，得不用裝置框。
- 4.3 試體用玻璃：試體有用到玻璃時，以預定實際使用之玻璃為準。若無特定玻璃厚度時，採用規範所規定最薄之玻璃。

5. 試驗

- 5.1 試體之安裝：試體須水平及垂直均正確，且應無扭曲或彎曲固定於壓力箱，裝置框與壓力箱儘可能氣密，使空氣不致洩漏。
- 5.2 試體環境：除買賣雙方另有協議外，應依 CNS 11524 第 3.3 節所規定之標準狀態進行試驗。
- 5.3 試驗順序：依圖 2 所示之順序進行試驗。
 - (1) 確認開閉：將門反覆開閉 5 次，然後扣鎖。氣密性試驗終了後，繼續進行水密性之試驗時，得省略確認開閉。
 - (2) 預壓：在脈動加壓之前，先施以 1 分鐘與上限值等值之靜壓。升壓速率為每秒 100Pa { 10kgf/m² } 程度。
 - (3) 噴水：噴水霧量為對試體全面以每分鐘 4L/m² 之水量均勻噴霧之。
 - (4) 加壓：在繼續噴水霧下，依表 1 施加 10 分鐘脈動壓。至中央值 P⁽¹⁾ 之升壓速率為每秒 20Pa { 2kgf/m² } 程度，並無特別規定近似正弦波設定之過程。
 - (5) 觀察：以目視觀察試體之漏水狀態。

備考：有下列情形時，得再試驗一次，再試驗時得省略預壓及確認開閉。

- (1) 漏水現象之判斷不明確時。

- (2)難以判斷是否屬於偶發現象時。
 - (3)認定漏水係墊圈或封條施工不良引起者。
 - (4)因試驗對象部位以外引起之漏水而無法判定時。
- 註⁽¹⁾ 中央值 P 依製品之規格。

圖 2 試驗順序

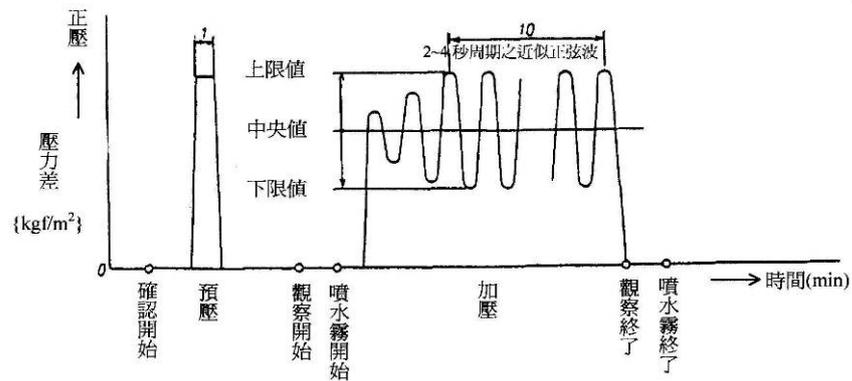


表 1 試驗用壓力差

脈動壓	區分	
	中央值為 1500Pa { 150kgf/m ² } 以下時	中央值超過 1500Pa { 150kgf/m ² } 時
中央值(Pa) { kgf/m ² }	P	P
上限值(Pa) { kgf/m ² }	P×1.5	P + 750 { 75 }
下限值(Pa) { kgf/m ² }	P×0.5	P - 750 { 75 }
周期(s)	2 ~ 4	

6. 試驗結果之紀錄

- (1)試驗用壓力差 P(中央值)。
- (2)漏水狀況：向試體之室內側面⁽²⁾漏水之位置及程度。漏水現象之程度依表 2 之規定。(參照紀錄用紙格式)

註⁽²⁾ 係指面向室內之構成部材及玻璃之處所。

表 2 漏水現象之程度

現 象	漏 水 情 形	表示漏水程度 之 符 號
滲 出	室內側表面被滲濕之狀態。	
冒 泡	稍漏空氣，與水混合成氣泡，可自室內側觀察之狀態。	
流 出	在室內側表面，有持續性水流之狀態。	
向檯外之流出及向室內側之顯著流出 ⁽³⁾	附著於室內面之水滴，因自重或風而移動，向檯以外之室內面流出，及在門窗室內側表面，如線狀不斷流出之狀態。	
吹 出	空氣與水一起吹出之狀態。	
向檯外之吹出	因間隙吹出之風，造成水滴不斷流出檯外，很明顯弄濕室內者。附有門(窗)頭線之檯，連同門(窗)頭線視為檯，檯上之水滴不視為向檯外吹出。	
濺 水	積留於下檯之水，與漏進之空氣混在一起成為水滴而飛散之狀態。	
向檯外之濺水	因氣泡之破裂，水滴不斷流出檯外，很明顯弄濕室內者。附有門(窗)頭線之檯連同門(窗)頭線視為檯，檯上之水滴及偶發之向檯外之濺水，不視為向檯外之濺水。	
向檯外之溢水	積留於下檯之水，水位升高至下檯之擋水板及結露水受板以上而溢出檯之狀態。	
其 他	上列以外之應記錄事項。	

註⁽³⁾ 自玻璃周邊之顯著流出，得施行再試驗。

7. 報告書：試驗結果之報告書，須記載下列事項。

- (1) 試體之名稱、形式，使用在試體之玻璃，試體圖面及必要之尺度。
- (2) 試驗結果。
- (3) 試驗機構名稱，報告簽署人姓名及日期。
- (4) 其他認為必要之事項。

引用標準：CNS 11524 門窗性能試驗法通則

ICS 91.060.50

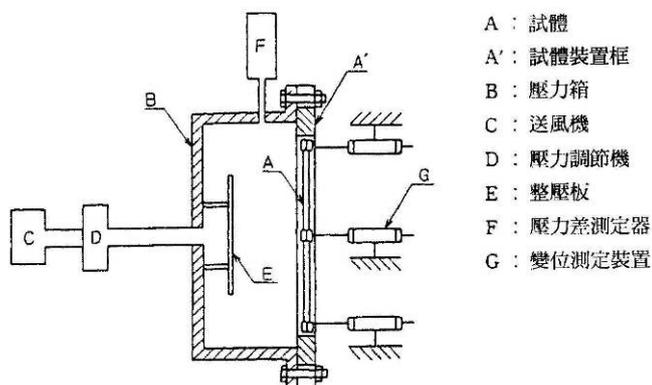
- 1 -

中國國家標準	門窗抗風壓性試驗法	總號	11526
CNS		類號	A3235
<p>Method of test for wind resistance of windows and doors</p> <p>1.適用範圍：本標準規定在 CNS 11524〔門窗性能試驗法通則〕所規定之試驗項目中，依壓力箱方式做門窗抗風壓性之試驗方法。 備考：本標準中 { } 內之單位係公制，其數值為近似值。</p> <p>2.用語釋義</p> <p>(1) 壓力箱方式：在門窗室外側裝設壓力箱，以加壓、減壓使在門窗之室內外間產生壓力差之方式。</p> <p>(2) 壓力差：門窗之室外側壓力與室內側壓力之差。門窗之室外側壓力較室內側高時為正壓、低時為負壓。</p> <p>(3) 殘留變形：除壓後，門窗所留下之變形。</p> <p>(4) 面外變位：自原位置之面外移動量，包括門窗移動量在內。</p> <p>(5) 面外撓度：在門窗同一部材，面外變位之最大差值。</p> <p>(6) 變位率：在門窗面，開口部之長邊內側尺度或短邊內側尺度與面外變位之比。</p> <p>(7) 撓曲率：在門窗面之標線間距離與在其間之面外撓度之比。</p> <p>3.試驗裝置：主要由下列(1)~(5)之儀器及裝置構成，如圖 1 所示。</p> <p>(1) 壓力箱：試驗時，能保持一定之內部壓力者。</p> <p>(2) 送風機：對試體能施以試驗所必要之壓力者。</p> <p>(3) 壓力調節機：能調節壓力箱內所規定之壓力者。</p> <p>(4) 壓力差測定器：能測定壓力箱內外之壓力差者。</p> <p>(5) 變位測定裝置：能自試體及試體裝置框之原位置測定面外方向之移動量者。</p> <p style="text-align: right;">(共 4 頁)</p>			
公布日期 75 年 4 月 15 日	經濟部標準檢驗局印行		修訂公布日期 92 年 6 月 10 日

印行年月 92 年 6 月

本標準非經本局同意不得翻印

圖 1 試驗裝置 (例)



- A : 試體
- A' : 試體裝置框
- B : 壓力箱
- C : 送風機
- D : 壓力調節機
- E : 整壓板
- F : 壓力差測定器
- G : 變位測定裝置

4. 試體及試體裝置框

- 4.1 試體：須為組立成使用狀態之完成品。
- 4.2 試體裝置框：能依試體使用狀態正確安裝，且能耐試驗壓力之充分剛性者。惟若能將試體直接安裝於壓力箱時，得不用裝置框。
- 4.3 試體用玻璃：試體有用到玻璃時，以預定實際使用之玻璃為準。若無特定玻璃厚度時，採用規範所規定中厚度最小之玻璃。

5. 試驗

- 5.1 試體之安裝：試體須水平及垂直均正確，且與壓力箱之間不產生空隙安裝之，並應無扭曲或彎曲固定於壓力箱。開閉操作條件已知時，依其條件安裝試體。裝置框與壓力箱儘可能氣密，使空氣不致洩漏。
- 5.2 試驗環境：除買賣雙方另有協定外，應依 CNS 11524 第 3.3 節所規定之標準狀態進行試驗。
- 5.3 加壓困難時之處理：從試體漏氣多而加壓有困難時，以不影響試驗結果之程度，設法用布等適當材料填塞其縫隙，適切地實施成爲可加壓之處理。
- 5.4 試驗順序：依圖 2 及圖 3 所示之順序進行試驗。用正壓及負壓測定門窗之狀況時，依下列 3 個試驗，先做正壓、後做負壓試驗。

(1) 變形試驗：依下列(a)~(g)之順序進行試驗。(參照圖 2 及圖 3)。

- (a) 預壓：反覆施加壓力 $P_0(^1)$ (500Pa { 50kgf/m^2 }) 保持 3 秒以上後解壓，施加 3 次。變化壓力時間爲 1 秒以上。
- (b) 確認開閉：將門反覆開閉 5 次，然後扣鎖。
- (c) 安裝變位測定裝置：安裝於各製品規格所規定之位置。
- (d) 加壓：分階段加壓至最高壓力 $P_1(^1)$ ，各階段之保持時間爲 10 秒以上。
 壓力階段取 100、200、300、400、500Pa { 10、20、30、40、50kgf/m² }。
 若有要求 500Pa { 50kgf/m² } 以上之壓力時，以不超過 250Pa { 25kgf/m² } 之

範圍內增加壓力。惟最高壓力在設計階段就已決定之製品，其壓力階段得以將最高壓力 4 等分後之壓力，依序加壓。

- (e) 變位測定：在各壓力階段，測定所定之面外變位。
 - (f) 確認開閉：將門反覆開閉 5 次。
 - (g) 確認殘留變形：檢查殘留變形及有無機能上之障礙。
- (2) 反覆試驗：依下列(a)~(c)之順序進行試驗。(參照圖 2 及圖 3)
- (a) 加壓：加壓由壓力 0 至試驗壓力 P_2 ⁽¹⁾ 振幅之斷續壓，施加 n 次各保持 3 秒以上。變化壓力時間為 1 秒以上。
 - (b) 確認開閉：將門反覆開閉 5 次。
 - (c) 確認殘留變形：檢查殘留變形及有無機能上之障礙。
- (3) 安全性試驗：依下列(a)~(b)之順序進行之試驗。(參照圖 2 及圖 3)
- (a) 加壓：對試驗壓力⁽¹⁾，儘早升壓並保持 3 秒以上。變化壓力時間為 1 秒以上。
 - (b) 確認殘留變形：檢查殘留變形及有無機能上之障礙。
- 註⁽¹⁾ $P_0 \sim P_3$ 及 n 依製品之規格。

6. 試驗結果之紀錄

6.1 變形試驗：記錄下列事項。

- (1) 面外變位、面外撓度、變位率、撓曲率等，分別對各個製品規格所規定項目之各壓力階段之值。
- (2) 從試驗開始至終了，門窗有無變化。
- (3) 確認開閉時，有無變化。
- (4) 有無殘留變形。

6.2 反覆試驗：記錄下列事項。

- (1) 從試驗開始至終了，門窗有無變化。
- (2) 確認開閉時，有無變化。
- (3) 有無殘留變形。

6.3 安全性試驗：記錄試驗終了後，門窗有無變化。

7. 報告書：試驗結果之報告書，須記載下列事項。

- (1) 試體之名稱、形式，使用在試體之玻璃，試體圖面及必要之尺度。
- (2) 試驗結果。
- (3) 試驗機構名稱，報告簽署人姓名及日期。
- (4) 其他認為必要之事項。

CNS 11526, A 3235

-4-

圖 2 加壓順序圖 (正壓)

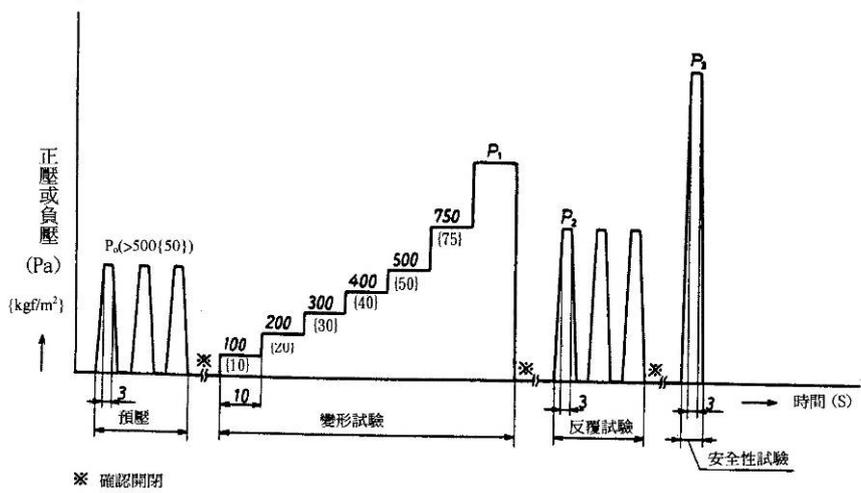
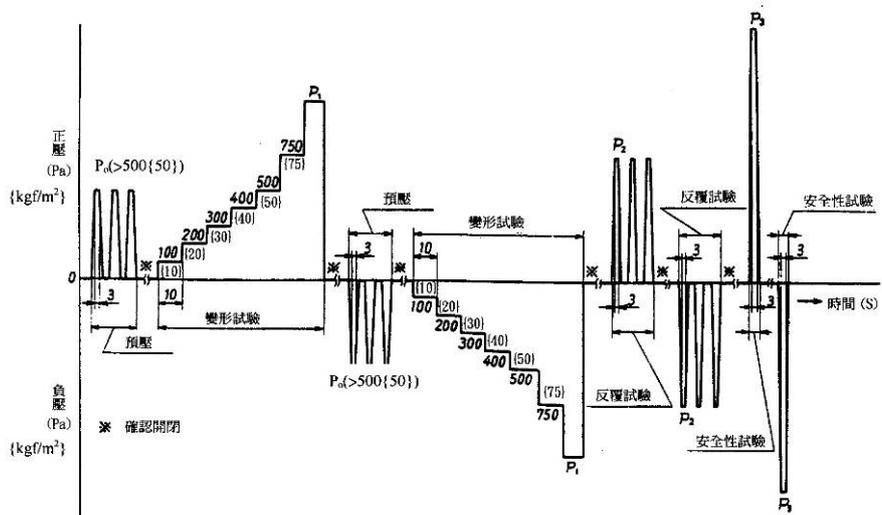


圖 3 加壓順序圖 (正壓及負壓)



引用標準：CNS 11524 門窗性能試驗法通則

第一次修訂：76 年 10 月 23 日

參考書目

(一) 中文資料

1. 中國國家標準 CNS3092、CNS7184、CNS11524、CNS11526、CNS 11527
及 CNS 11528
—經濟部標準檢驗局
2. 電腦監控系統操作及維修手冊—內政部建築研究所
3. 建築外門的風壓變形性能、空氣滲透性能和雨水滲漏性能分級及其檢測
方法—中國大陸國家質量監督檢驗檢疫總局
4. 建築外窗氣密性能分級及檢測方法—中國大陸國家質量監督檢驗檢
疫總局
5. 建築外窗水密性能分級及檢測方法—中國大陸國家質量監督檢驗檢
疫總局
6. 建築外窗抗風壓性能分級及檢測方法—中國大陸國家質量監督
7. 帷幕牆氣密水密性能試驗標準作業程序之研究—內政部建築研究所

(二) 外文資料

1. ASTM E283—美國試驗與材料協會
2. AAMA 501.1—美國建築用鋁製造商協會
3. JIS A 1513 門窗性能試驗方法通則—日本工業規格
4. JIS A 1515 門窗耐風壓試驗方法—日本工業規格

5. JIS A 1516 門窗氣密性試驗方法—日本工業規格

6. JIS A 1517 門窗水密性試驗方法—日本工業規格

(三)網站資料

1. 社団法人 日本サッシ協会 <http://www.jsma.or.jp/main.html>

2. 社団法人 カーテンウォール・防火開口部協会
<http://www.cw-fw.or.jp/>

3. American Architectural Manufacturers Association
<http://www.aamanet.org/>

4. Techstreet <http://www.techstreet.com/info/astm.tmpl>

5. ASTM International
<http://www.astm.org/cgi-bin/SoftCart.exe/index.shtml?E+mystore>

6. 國家標準設計網（大陸）<http://www.chinabuilding.com.cn/index.asp>

7. [http://tw.myblog.yahoo.com/jw!c36g092RGBIk2Qrpuij0ZQlqaQO_/article?mid=748
&prev=1169&next=93&l=f&fid=14](http://tw.myblog.yahoo.com/jw!c36g092RGBIk2Qrpuij0ZQlqaQO_/article?mid=748&prev=1169&next=93&l=f&fid=14)

鋁窗風雨試驗相關性能之比較分析研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 8912-7890

地址：台北縣新店市北新路三段 200 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw/>

編者：蔡宜中

出版年月：99 年 12 月

版次：初版