

門窗風雨試驗應用技術研究

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 100 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

PG10004-0229

100301070000G1049

門窗風雨試驗應用技術研究

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 100 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

Research on the Application Technique
of the Mock-up Test for
Windows and Doors

BY
TSAI YI-CHUNG
Dec, 2011

目次

表次	III
圖次	V
摘 要	IX
第一章 緒 論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究目的	4
第三節 研究內容與方法	6
第四節 用語定義說明	7
第五節 研究流程	8
第二章 門窗概論	9
第一節 門窗之分類	9
第二節 門窗施工安裝作業注意事項	25
第三節 門窗保養維護注意事項	37
第四節 小結	40
第三章 門窗風雨試驗探討	41
第一節 為何須做門窗風雨試驗	41
第二節 門窗風雨試驗原理	43
第三節 氣密性試驗	44
第四節 水密性試驗	51
第五節 抗風壓性試驗	61
第六節 小結	66
第四章 門窗風雨試驗應用技術手冊規劃方向分析	67
第一節 相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士訪談	67
第二節 各類送測門窗案例檢討	74

第三節 門窗風雨試驗應用技術手冊規劃方向	77
第四節 小結	79
第五章 結論與建議	81
第一節 結論	81
第二節 建議	83
附錄一 期中審查會議評審意見執行現況	85
附錄二 期末審查會議評審意見執行現況	89
附錄三 門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）	91
附錄四 門窗風雨試驗相關 CNS 標準	173
參考書目	191

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	3
表 2-1 窗戶依開閉型式分類	13
表 3-1 雨水入侵原理與解決對策	54
表 3-2 漏水現象之程度	57
表 4-1 訪談相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士名單	67
表 4-2 相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士訪談暨期中 期末審查會議檢討分析	68
表 4-3 各類送測門窗比例統計表	74
表 4-4 各類送測窗型風雨試驗通過率統計表	75
表 4-5 門窗風雨試驗依測試項目分析	76

圖次

圖 1-1 本所風雨實驗室位置圖	2
圖 1-2 研究流程圖	8
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	10
圖 2-2 以鋁合金製成之鋁擠型	12
圖 2-3 不同形式處理之鋁擠型	12
圖 2-4 鋁擠型之加工裁切機械	13
圖 2-5 橫拉窗	14
圖 2-6 上下拉窗	14
圖 2-7 固定窗	15
圖 2-8 推射窗	15
圖 2-9 推開窗	16
圖 2-10 雙推開窗	16
圖 2-11 內倒或外倒窗	17
圖 2-12 橫軸窗	17
圖 2-13 直軸窗	18
圖 2-14 搖窗	18
圖 2-15 橫拉窗	19

圖 2-16 推開窗	20
圖 2-17 推開窗	21
圖 2-18 橫拉窗	22
圖 2-19 推射窗	23
圖 2-20 推射窗開啟	23
圖 2-21 雙推開窗	24
圖 2-22 雙推開窗開啟	24
圖 2-23 預留孔(MO)	27
圖 2-24 固定片以鋼釘固定於 RC 牆上	29
圖 2-25 固定片以鋼釘固定於 RC 牆上	30
圖 2-26 鋼骨建築的固定片以焊接處理	31
圖 2-27 鋼骨建築的固定片以焊接處理	32
圖 2-28 以雷射墨線儀定位確保施工品質	33
圖 2-29 以雷射墨線儀定位確保施工品質	34
圖 2-30 併料之氣密條	35
圖 2-31 併料之氣密條	36
圖 2-32 落地鋁窗上的輥輪屬消耗品	38
圖 2-33 落地鋁窗上的輥輪須定期檢查	39
圖 3-1 將艙門關起即成一密閉之測試艙	45

圖 3-2 測試艙加壓之鼓風機組	46
圖 3-3 測試門窗漏氣量之空氣流量計	47
圖 3-4 量測測試艙壓力之低壓傳感器	48
圖 3-5 通氣量線圖	50
圖 3-6 門窗水密試驗順序	56
圖 3-7 試艙內噴水架	58
圖 3-8 門窗水密試驗進行	59
圖 3-9 量測水流量之水流量計	60
圖 3-10 門窗抗風壓性試驗位移計裝設	63
圖 3-11 量測測試艙壓力之高壓傳感器	64
圖 3-12 門窗風雨試驗之 LabVIEW 儀控軟體	65

摘 要

關鍵詞：門窗、氣密、水密、抗風壓、風雨試驗

一、研究緣起

當今國內經濟大幅成長，國人對建築物的要求水準更多元化，台灣都會地區之建築物朝高層化及精緻化發展，已成為台灣都會區之趨勢。台灣地處颱風經常發生地帶，當這些高層建築其門窗若在設計、製造、施工及建築監督不注意的情況下，施作前又沒做門窗風雨試驗；強風的力量可能造成鋁窗框料結構受擠壓產生變形、扭曲，可能使得玻璃碎裂由高空落下，傷及無辜。若有此現象，未必是天災所致，屆時再慨嘆未能於事前做門窗風雨試驗，恐為時已晚。當鋁窗承受強大風壓，可能造成損害，導致風雨入侵損及室內空間。此外，若未審慎安裝，水密性不足會滲漏水，氣密性不足會增加空調負荷，降低居室品質。

因此，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，來保障其安裝後之可靠性、安全性。

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。

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皆已獲得財團法人全國認證基金會（TAF）認證通過。也希望目前門窗風雨試驗應用技術相關資訊也可普及，讓本所國家級實驗室提供其所需之專業試驗服務。

二、研究方法及過程

門窗風雨試驗並非法令規定須強制執行的項目，通常皆須門窗廠商的業主有此認知，要求其門窗廠商依據其技術規範或國家標準才會進行測試。

本研究要推動相關業界主動進行門窗風雨試驗，加深相關人士對門窗風雨試驗的認識、參與，藉以營造有利於門窗風雨試驗的環境。

故本研究將運用以下方式，以此擬定實際確切的「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」：

1. 綜合整理訪談國內相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士等，以取得最新實務上之經驗，再加以分析評估篩選出本研究所需資訊。
2. 並配合去（99）年自行研究案，將已檢測過的門窗風雨試驗委託檢測案做探討。
3. 另經由期中期末簡報會議尋求共識，由相關學者專家提供建言，修正本研究及「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」內容，以求更能有效提供相關人士參酌運用，達成推廣之目的。

三、重要發現

本研究案綜合整理訪談國內相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士共二十餘人，並且參酌去（99）年本人自行研究案各類送測門窗案例檢測結果，進一步設計成為「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」提供參考，可得到下述重要發現：

1. 雖然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；但是鋁窗業者與其業主有此共識，仍須依據其技術規範或國家標準再送交第三公正單位檢測，才能確切保障鋁窗

之安全性。

2. 因每個實驗室所提供的設備、測試艙構造各不相同，實驗室各有各的特色。如果廠商已決定到本實驗室做門窗風雨試驗時，必須先了解應注意事項，按部就班做好充分準備，以利其試驗進行。

3. 本研究以本實驗室為核心，編輯附錄之「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」，將其宣導資訊分為「門窗風雨試驗之基礎概念」與「門窗風雨試驗之應用技術」，俾供相關業者參酌運用。

四、主要建議事項

（1）立即可行建議：本實驗室可不斷累積測試經驗與數據，提供業界參酌

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

可由本實驗室舉辦門窗風雨試驗全國巡迴講習，辦理說明會，搭配附錄之「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」做介紹；使相關業界普遍知道門窗風雨試驗之流程、重要性及試驗地點。並提供相關應用技術，強化台灣鋁窗業者研發更優質的產品，以提昇我們的居住品質。

（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，已在業界心中建立起口碑與好評。然因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。

Abstract

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

1. Forward

Currently the domestic economic great growth, Taiwan people ask the high buildings develement towards the high level, pluralism and exquisitely design which is the trend of Taiwan cities. Our country Taiwan is located at the typhoon area. As the doors and windows of the high buildings had not to be controlled carefully in designing, making and setting. Also they do not make the the Mock-up Test for the Windows and Doors, It' s dangerous.

For reducing the high buildings' aluminium windows can face the strong storms' damages. Especially the last two years domestic typhoons are so frequently. And the rainfalls of the typhoons have followed larger than the past years. For reducing the high buildings' aluminium windows can face the strong storms' damages.

For 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. Our national institute laboratory and test relevant projects and all already obtain TAF authentication to pass in doors and windows trials in this laboratory. Our national institute especially builds laboratory accept tests of industry's trials from 2006.

Since that year our national institute laboratory formally serve to trials of the

doors and windows of our county.

2. Investigation Method and Procedures

Although at present the Mock-up Test for Windows and Doors is not compelled to do by national laws. Often it's asked by the reference industrials to do the Mock-up Test for Windows and Doors. 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.

This research purpose promote the reference industrials to do the Mock-up Test for Windows and Doors. So using the following ways to make a practical -- The Research on the Application Technique of the Mock-up Test for Windows and Doors:

(1) Arranging the interviews messages of domestic aluminium windows industry's and the reference industrials' professional people get the newest and practical experiences to analyze them.

(2) According to the past (2010) year's research make more deeper investigating.

(3) And to find the common consensus and suggestions of the brief report meetings which are hold by relevant scholars and experts to revise the contents of (2011) year's research of the Mock-up Test for Windows and Doors.

3. Major Findings

This research analyzes and arranges all interviews of domestic aluminium

windows industry, the whole reference factories and relevant scholars and experts that are above twenty people. And according to the past (2010) year's research investigating. Then offer The Research on the Application Technique of the Mock-up Test for Windows and Doors for the reference of domestic aluminium windows industries, there are the following findings:

(1) Though almost Taiwan domestic great aluminium windows industries have their own equipments of Mock-up Test for Windows and Doors. They have the ability to do the test too. But 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 them are important. So, to make the mock-up test of the aluminium windows is necessary.

(2) Because each laboratory offer different equipments and instruments, so every laboratory has its own speciality. When aluminium windows industries decide to come to our laboratory to make the Mock-up test of the aluminium window. Before they have to understand the whole procedures ,S.O.P. and prepare well to make the test.

(3) This research basic on Our national institute laboratory. Now offer The Research on the Application Technique of the Mock-up Test for Windows and Doors. And separate it into two parts: The basic scenes of Mock-up Test for Windows and Doors and The Application Technique of the Mock-up Test for Windows.

4. Suggestions

(1) Short-Term Suggestions: Our national institute laboratory

can offer the increasing test experiences and data for studyings of making the mock-up test of the aluminium windows.

Our laboratory can hold the whole country short-term speeches and training of the mock-up test, and can handle the illustration meetings with the technique handbook (a rough draft) to do the introducing. Let the folk industries generally know the importance, procedures of the mock-up test and the location of our laboratory.

(2) Medium and Long-Term Suggestions: If it's possible to increases 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 increacesing the test needs of domestic folk industries.

第一章 緒 論

第一節 研究緣起與背景

當今國內經濟大幅成長，國人對建築物的要求水準更多元化，台灣都會地區之建築物朝高層化及精緻化發展，已成為台灣都會區之趨勢。今日臺灣高層建築如雨後春筍般產出，其門窗也成為建築物相當講求之構件。門窗構法，從設計、製造及安裝施工等各階段技術管控關係密切。

台灣地處颱風經常發生地帶，當這些高層建築其門窗若在設計、製造、施工及建築監督不注意的情況下，施作前又沒做門窗風雨試驗；強風的力量可能造成鋁窗框料結構受擠壓產生變形、扭曲，可能使得玻璃碎裂由高空落下，傷及無辜。若有此現象，未必是天災所致，屆時再慨嘆未能於事前做門窗風雨試驗，恐為時已晚。當鋁窗承受強大風壓，可能造成損害，導致風雨入侵損及室內空間。此外，若未審慎安裝，水密性不足會滲漏水，氣密性不足會增加空調負荷，降低居室品質。

因此，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，來保障其安裝後之可靠性、安全性。

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。雖然歷年在颱風侵襲中，因鋁窗破損，造成的災害案例尚無確切之統計數字，但此乃國人生命攸關之大事，如能防範於未然，建造高層建築之前，事前做好門窗風雨試驗勢在必行。且高層建築通常有上百樑甚至上千樑的鋁窗，對鋁窗廠商而言，如果沒防範未然，預先做好門窗風雨試驗，更可能因為後續的保固維修而疲於奔命。大的承包商為了本身的

信譽，即使賠錢也得保固維修到合約期滿為止。規模較小的承包商極可能因為財力無法支持而宣告倒閉，因此會加重業主的困擾，必須由其親自面對修繕問題來善後。且對業主其商譽上的損失，造成後續推案困難，也是其必須考慮的。

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。實驗室位於成功大學台南市歸仁校區(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交流道，約 400 公尺即達本校區大門口，交通非常方便（台南市歸仁區中正南路 1 段 2494 號）。



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。也

希望目前門窗風雨試驗應用技術相關資訊也可普及，讓本所國家級實驗室提供其所需之專業試驗服務。

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（一座）	帷幕牆風雨測試艙（一座）
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

為提升門窗安裝的可靠性、安全性及其性能品質，國際間均訂定有相關的性能試驗標準，一般常用的標準如美國建築製造協會 AAMA 的標準或 ASTM，日本 JIS 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 (2006) 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。

本所門窗風雨試驗 3 個試驗項目，皆已獲得 TAF 認證通過。國內可完整執行門窗風雨試驗之 TAF 實驗室有兩家，除本所外，另一家則是私人實驗室。去 (99) 年自行研究案將已檢測過的 81 件門窗風雨試驗委託檢測案做深入之比較分析研究，今年期望能將相關之分析結果更進一步設計成「門窗風雨試驗應用技術手冊 (草案)」供參，應能使國內門窗之設計、工廠製造或施工技術更上層樓。

且因每一個實驗室所提供的設備不同，測試艙構造不同，各有其特點。因此若已決定到本實驗室做試驗，就須先了解應注意事項，按部就班做好充分準備以利其試驗進行。為使門窗廠商至本實驗室做風雨試驗，能夠配合做有效率的準備，相關資訊也應普及，使相關業界更能明白、認識了解本所國家級實驗室之作業程序。因此，綜合以上，其研究目的如下：

- (1) 使門窗廠商至本實驗室做門窗風雨試驗時，認識了解相關之 S.O.P. 及應注意事項。

- (2) 完成「門窗風雨試驗應用技術手冊(草案)」，使鋁窗廠商明瞭其產品在設計、製造及施工方面之缺失，提供改善建議。

第三節 研究內容與方法

門窗風雨試驗並非法令規定須強制執行的項目，通常皆須門窗廠商的業主有此認知，要求其門窗廠商依據其技術規範或國家標準才會進行測試。

本研究要推動相關業界主動進行門窗風雨試驗，加深相關人士對門窗風雨試驗的認識、參與，藉以營造有利於門窗風雨試驗的環境。

故本研究將運用以下方式，以此擬定實際確切的「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」：

1. 綜合整理訪談國內相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士等，以取得最新實務上之經驗，再加以分析評估篩選出本研究所需資訊。
2. 並配合去（99）年自行研究案，將已檢測過的門窗風雨試驗委託檢測案做探討。
3. 另經由期中期末簡報會議尋求共識，由相關學者專家提供建言，修正本研究及「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」內容，以求更能有效提供相關人士參酌運用，達成推廣之目的。

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. ⁴殘留變形：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

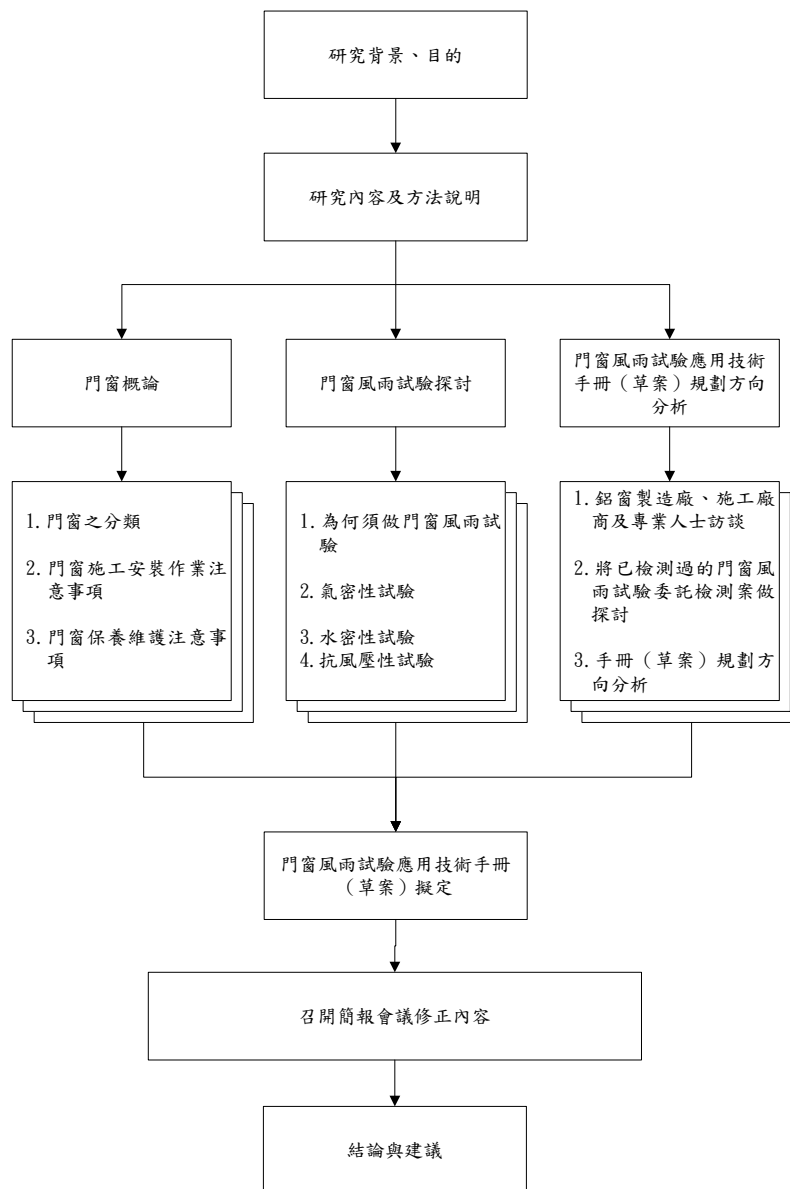


圖1-2 研究流程圖

資料來源：本研究整理

第二章 門窗概論

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。

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



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/GqaxXTFEIgcF/%E9%93%9D%E5%9E%8B%E6%9D%90.html>

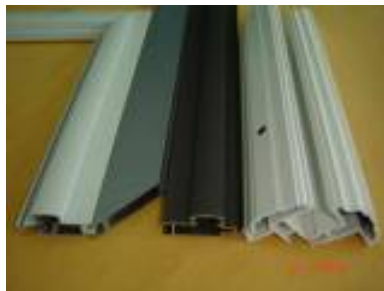


圖2-3 不同形式處理之鋁擠型

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

⁶ CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

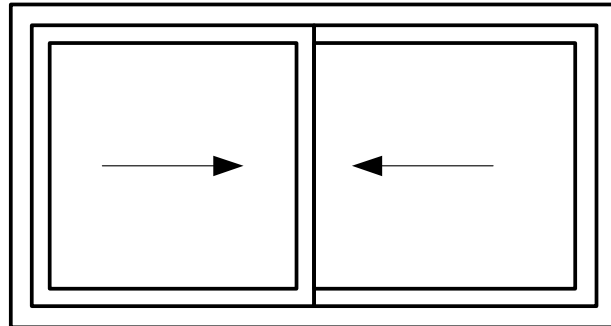


圖2-5 橫拉窗

資料來源：CNS 3092（2005）鋁合金製窗

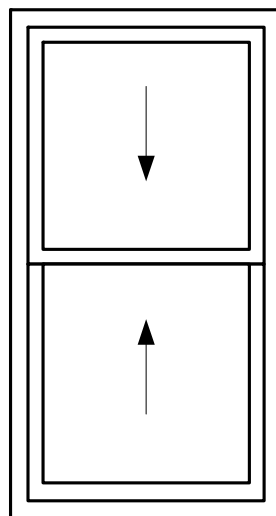


圖2-6 上下拉窗

資料來源：CNS 3092（2005）鋁合金製窗

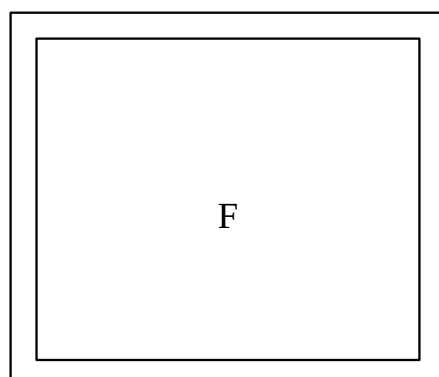


圖2-7 固定窗

資料來源：CNS 3092（2005）鋁合金製窗

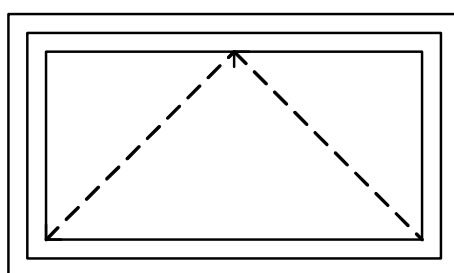


圖2-8 推射窗

資料來源：CNS 3092（2005）鋁合金製窗

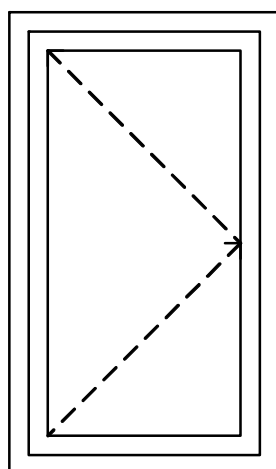


圖2-9 推開窗

資料來源：CNS 3092（2005）鋁合金製窗

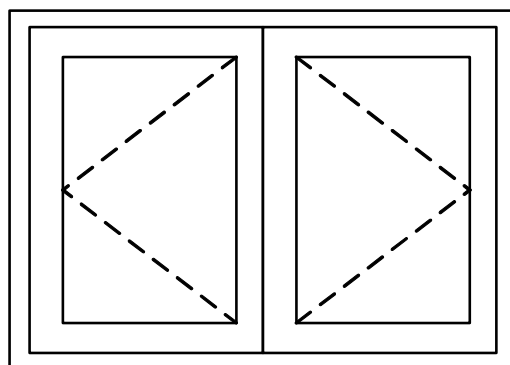


圖2-10 雙推開窗

資料來源：CNS 3092（2005）鋁合金製窗

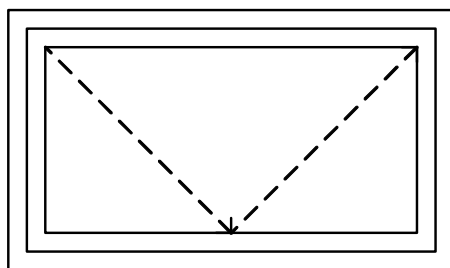


圖2-11 內倒或外倒窗

資料來源：CNS 3092（2005）鋁合金製窗

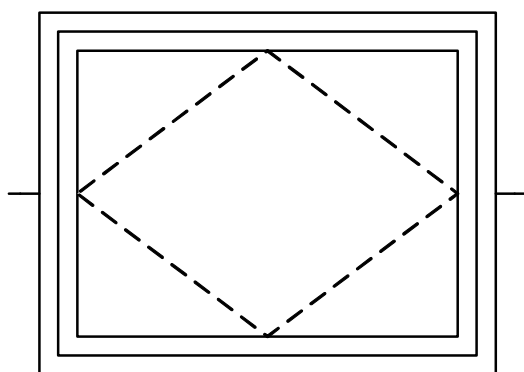


圖2-12 橫軸窗

資料來源：CNS 3092（2005）鋁合金製窗

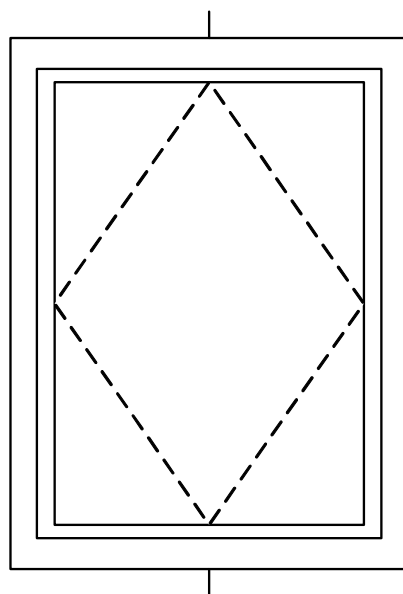


圖2-13 直軸窗

資料來源：CNS 3092（2005）鋁合金製窗

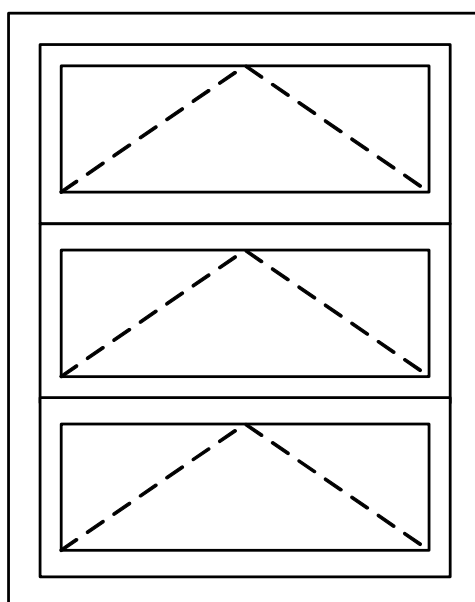


圖2-14 搖窗

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

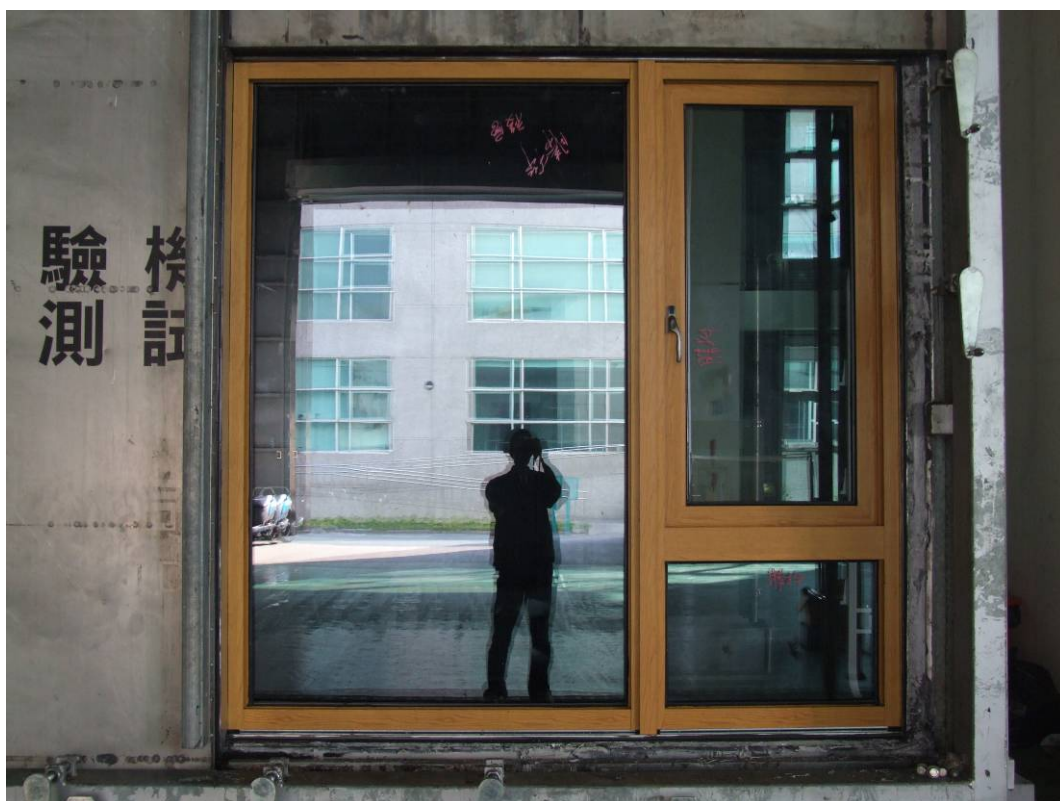


圖2-16 推開窗

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. 製品般入：（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。

⁷http://tw.myblog.yahoo.com/jw!c36g092RGBIk2Qrpuuj0ZQlqaQO_/article?mid=748&prev=1169&next=93&l=f&fid=14

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(M0):檢查預留孔(M0)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。

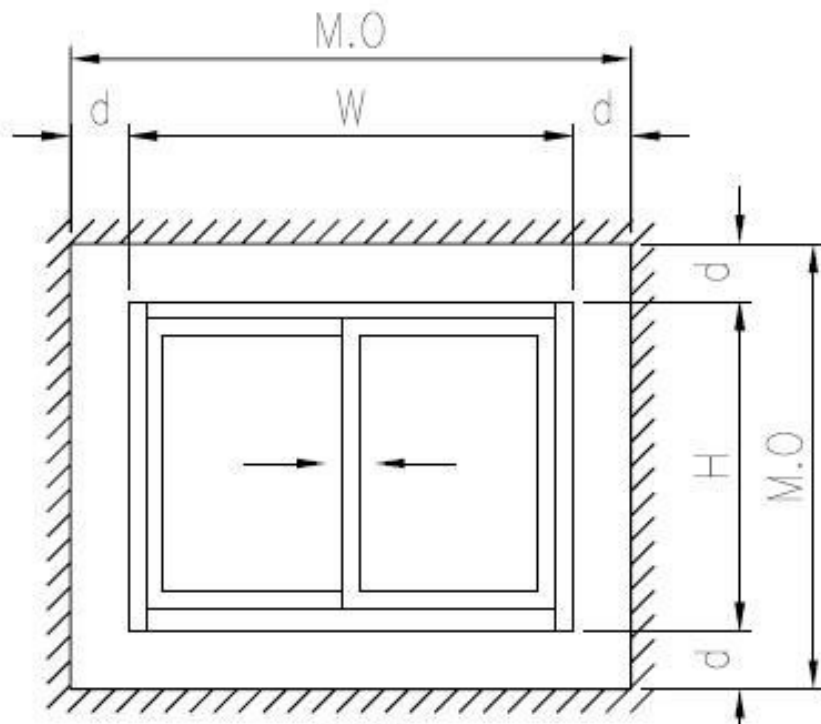


圖2-23 預留孔(M0)

資料來源：

http://tw.myblog.yahoo.com/jw!c36g092RGBIk2Qrpauj0ZQlqaQO_/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，再以點鉸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

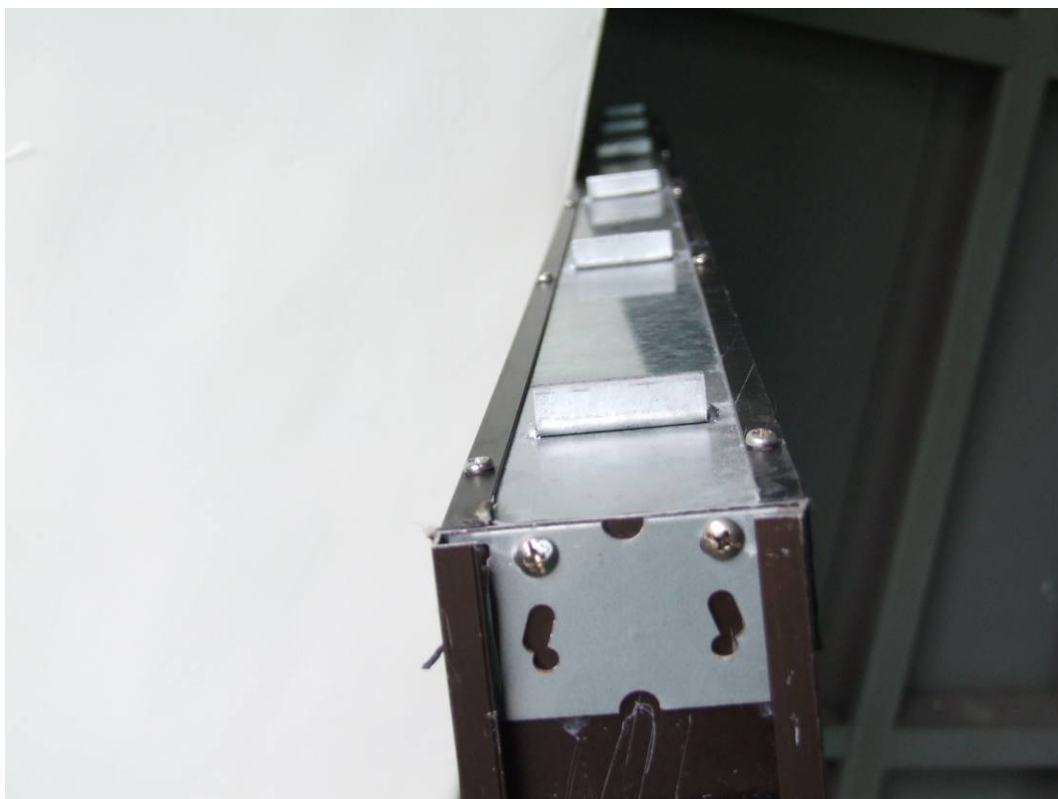


圖2-26 鋼骨建築的固定片以焊接處理

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，會以雷射墨線儀來定位，以確保施工品質。



圖2-28 以雷射墨線儀定位確保施工品質

資料來源：本研究整理



圖2-29 以雷射墨線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 拼料之氣密條

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）鋁窗上的輥輪屬消耗品，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，可在輥輪中滴入數滴潤滑油，若仍無法順利滑動，則考慮更換新的輥輪。（2）有輥輪的落地鋁窗，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，可延長輥輪使用壽命。



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 門窗風雨試驗探討

第一節 為何須做門窗風雨試驗

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，所用的各類氣密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 4 種－（1）設計的問題；（2）工廠製造的問題；（3）運送的問題；（4）現場施工的問題。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；但如果是設計或工廠製造的問題，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、毛细管現象、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測驗證；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

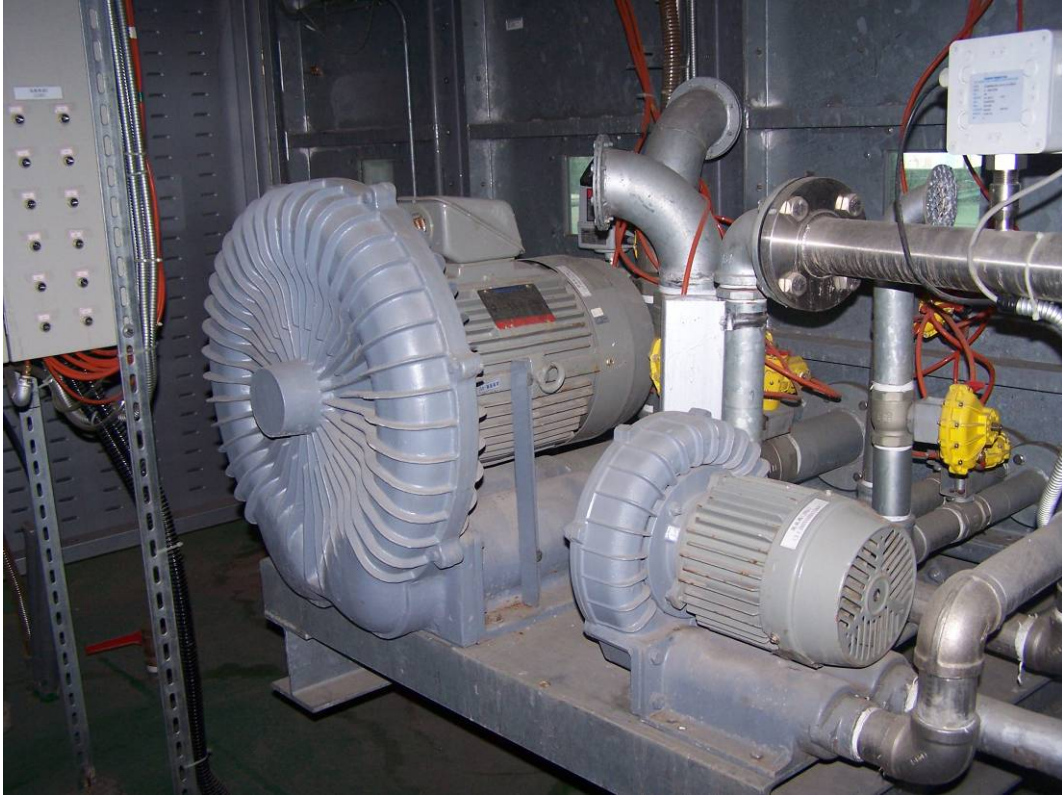


圖3-2 測試艙加壓之鼓風機組

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；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： $q = Q/A \times (P_i T_0 / P_0 T_i)$

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_i = 測定空氣溫度 (K)。

(三) 測試結果：

⁸資料來源：CNS 11527 (2004) 門窗氣密性試驗法

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。

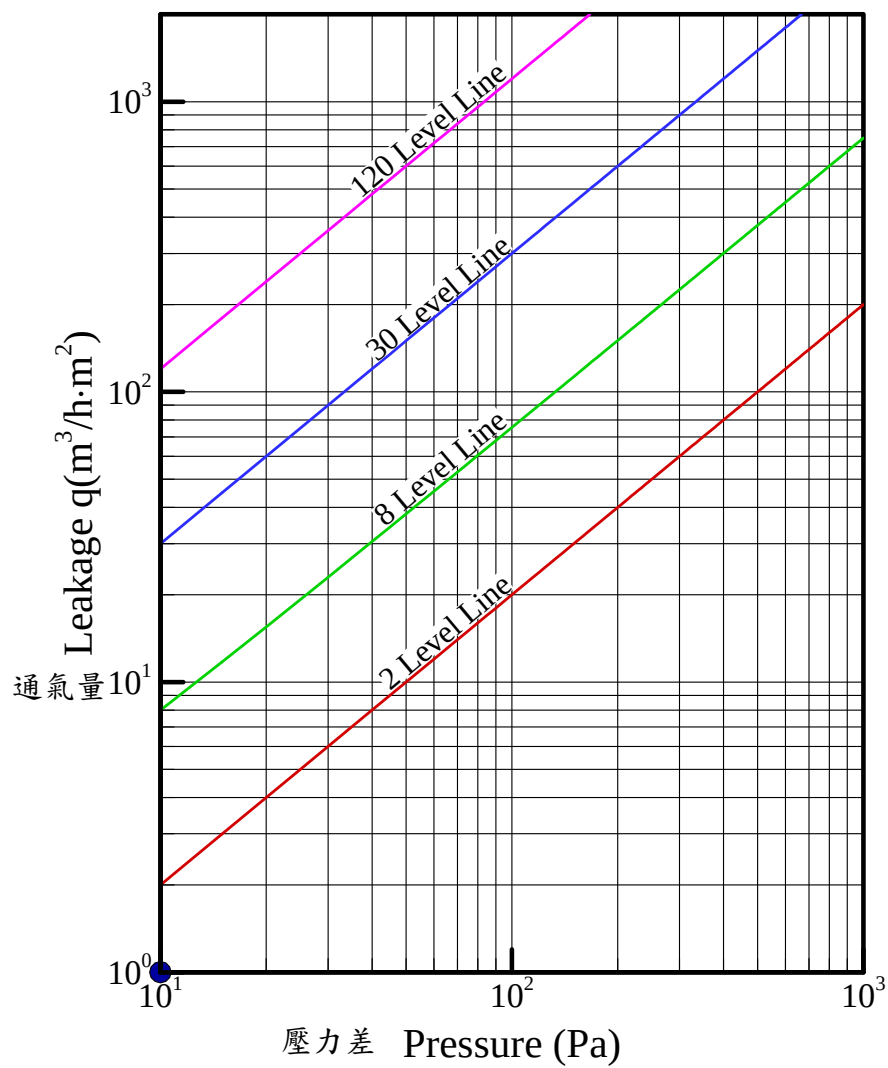


圖3-5 通氣量線圖

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 CNS 13974 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；否則應採用波動加壓法（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，是不可能有漏水情形的。
2. 要有間隙（水路）：即水進行的通路或間隙。
3. 作用力（風壓）：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：

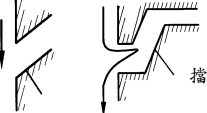
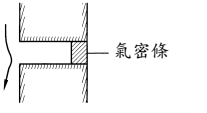
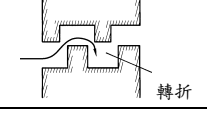
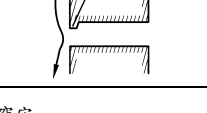
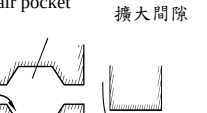
1. 重力：水會因重力的因素由高處往低處流動。
2. 氣壓差：因為正壓會使室外空氣流入室內時將雨水一併帶入，此乃產生漏水最重要原因，故水密設計最大著眼點在於防止「壓差」造成漏水。
3. 運動能量：受風和重力的影響使得漂浮在空中的雨滴具有相當的動能，只要遇到縫隙，即使沒有內外壓差也可侵入室內。而分布在整個牆面上的風壓力對牆內為中空層者，會因其間空氣對流運動產生氣流，同時將雨滴推向室內側而滲入牆內。

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：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	
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	
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	
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	

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。
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. 觀察記錄：以目視觀察試體之漏水狀態並記錄之。

¹⁰資料來源：CNS 11528 (2004) 門窗水密性試驗法

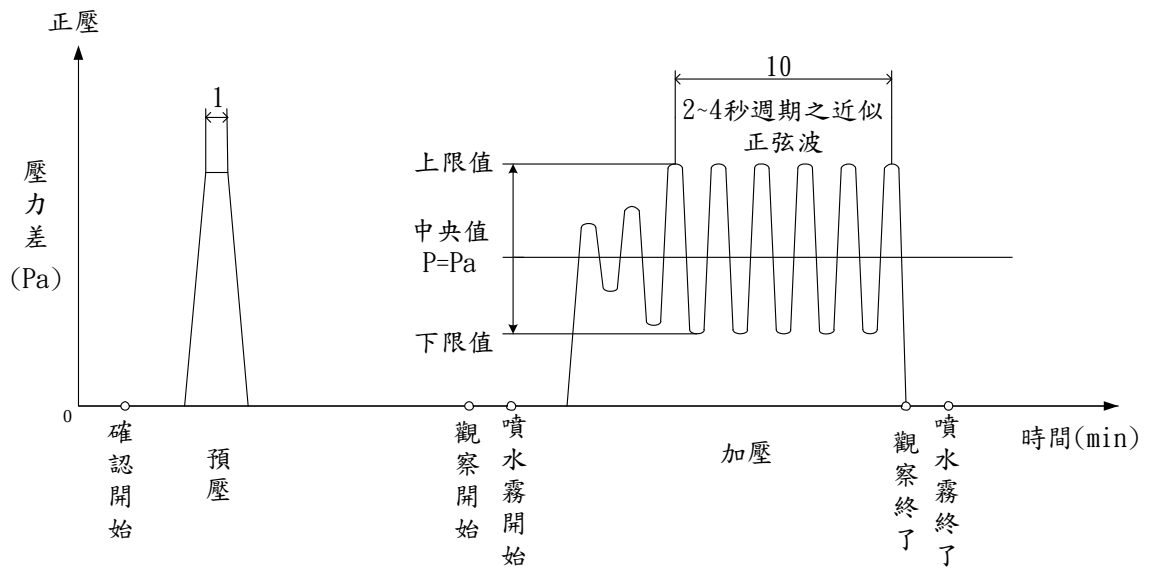


圖3-6 門窗水密試驗順序

資料來源：CNS 11528（2004）門窗水密性試驗法

表3-2 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	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。	

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

¹¹資料來源：CNS 11526 (2003) 門窗抗風壓性試驗法

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。

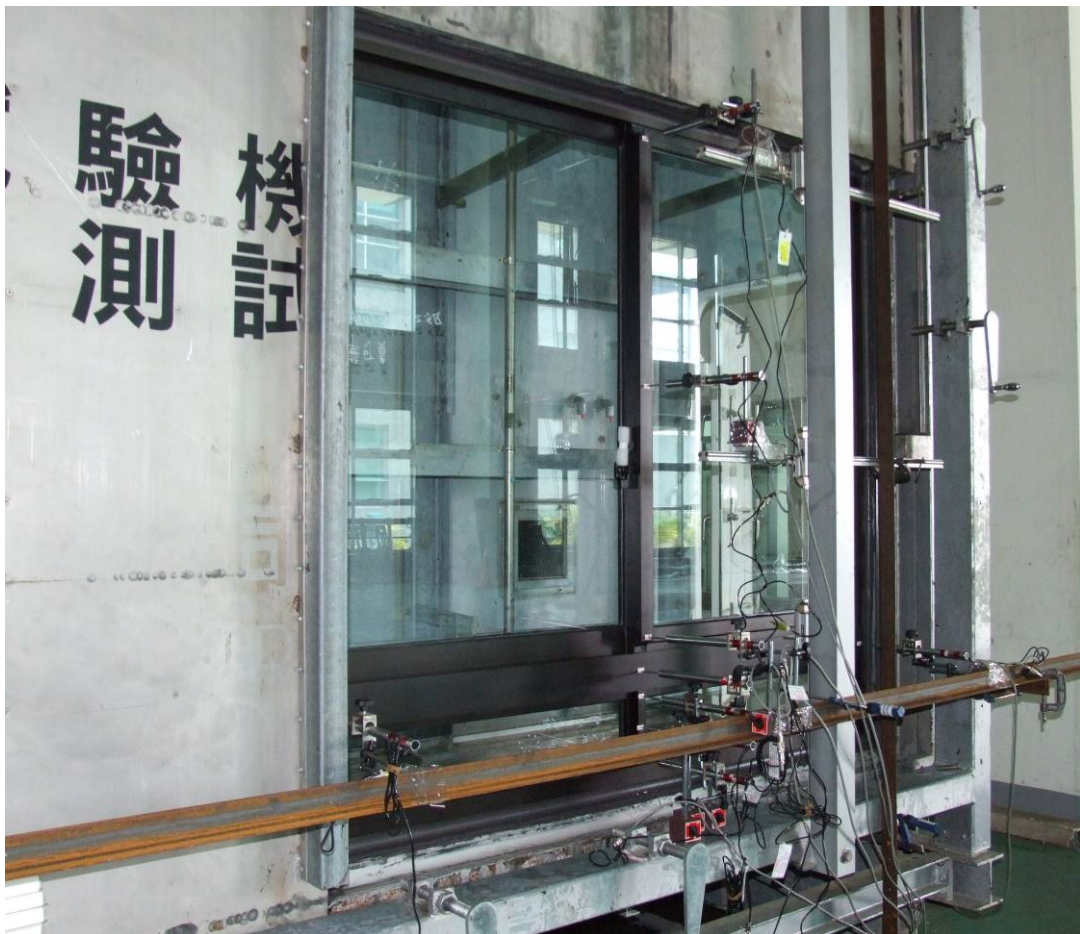


圖3-10 門窗抗風壓性試驗位移計裝設

資料來源：本研究整理

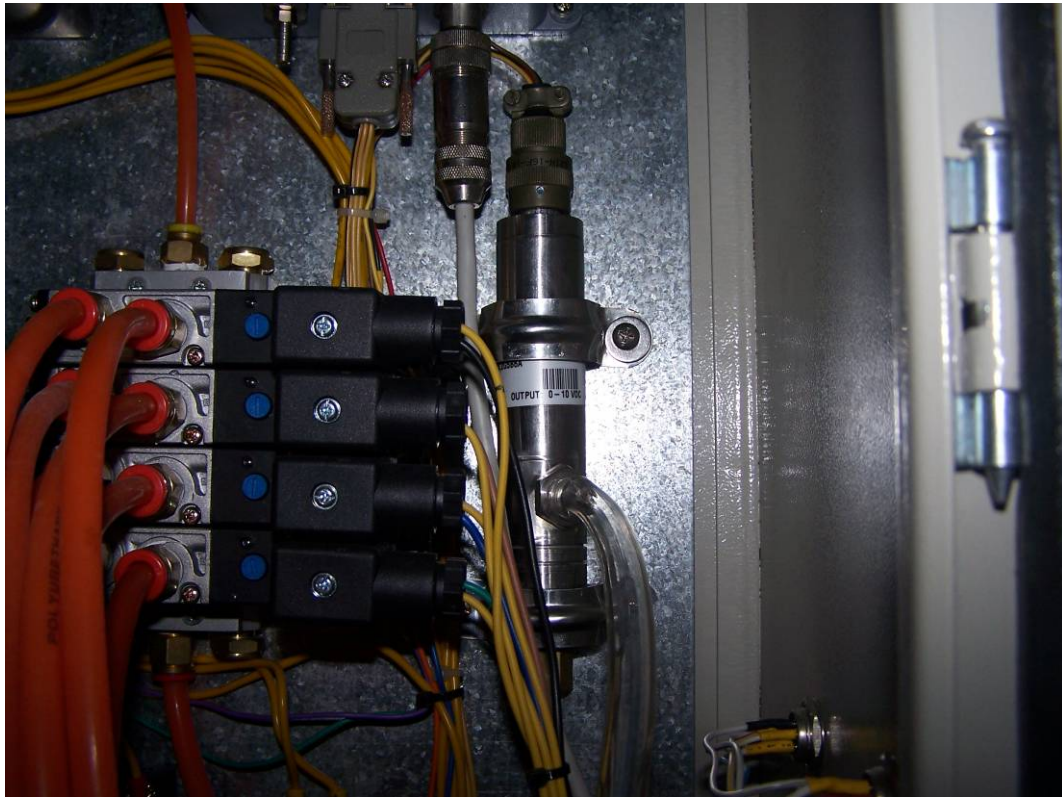


圖3-11 量測測試艙壓力之高壓傳感器

資料來源：本研究整理

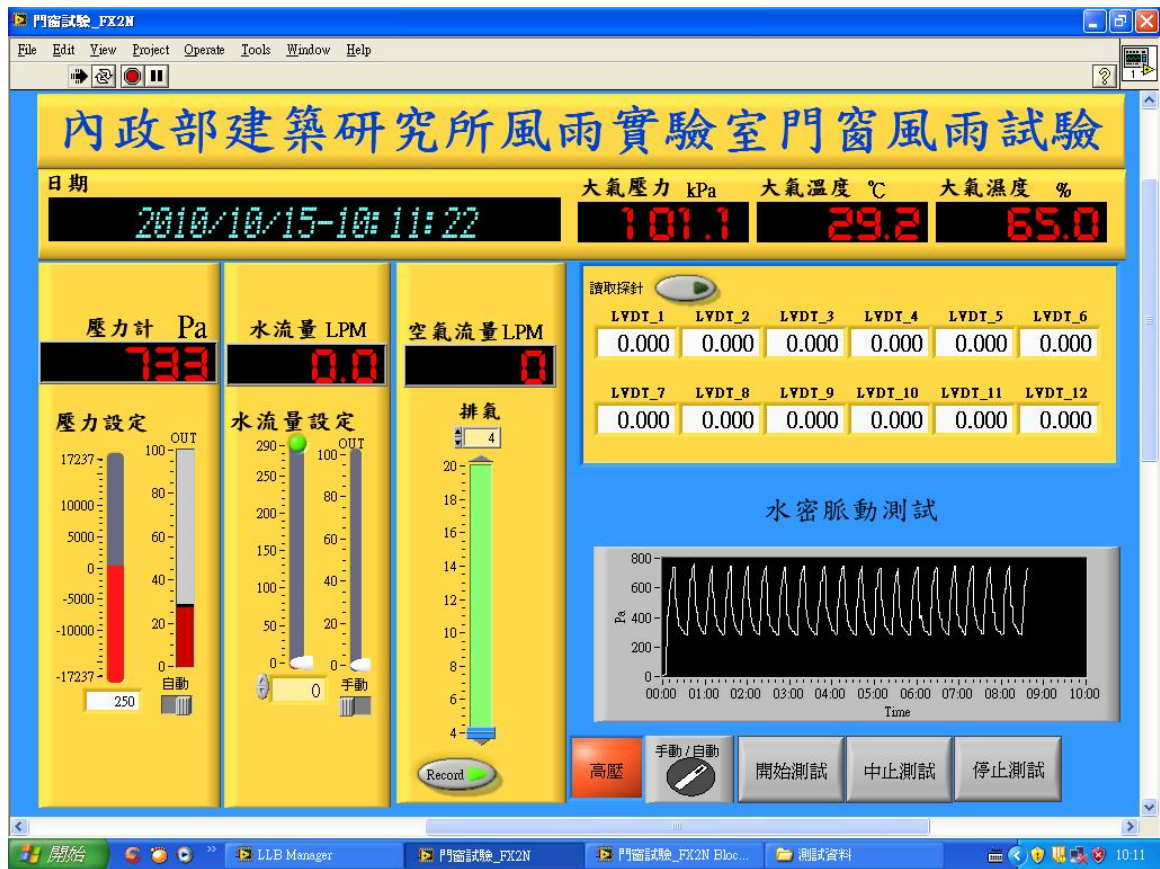


圖3-12 門窗風雨試驗之 LabVIEW 儀控軟體

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) 抗風壓性試驗依據 CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗，僅須做變形試驗。

第四章 門窗風雨試驗應用技術手冊規劃方向分析

第一節 相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士訪談

依據 99 年本人的自行研究案，得到本實驗室近幾年來各類送測門窗風雨試驗案例，發現超過九成以上的案例皆為鋁窗，這可能因目前大部分高層建築都採用輕量化鋁窗的關係。因鋁窗的優點為質輕、又可工業化大量生產、施工快、工期短、色澤美觀，必然成為高層建築使用的趨勢。

因此本研究案特別聚焦訪談國內相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士，將其相關內容重點資料，逐項檢討分析於本文中；以篩選評估本研究所需資訊並加以彙整，將其導入於本研究案附錄之「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」。藉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，以對國內鋁窗界之設計、製造或施工有所助益。以下為本研究案綜合整理訪談國內相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士名單，合計已達 24 人，超過 50 人次。

表4-1 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

	訪談單位	訪談人士	訪談編號
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
14	N 鋁門窗企業行	N 先生	00222
15	O 金屬股份有限公司	O 經理	00304
16	P 營造股份有限公司	P 先生	00325
17	Q 鋁業有限公司	Q 先生	00413
18	R 鋁業有限公司	R 董事長	00413
19	S 科技實業股份有限公司	S 小姐	00414
20	T 股份有限公司高雄營業所	T 先生	00616
21	U 金屬工業股份有限公司	U 先生	00719
22	V 股份有限公司工程課	V 先生	00801
23	W 股份有限公司	W 主任	00801-1
24	X 股份有限公司	X 設計主任	00818

資料來源：本研究整理

本研究經綜合整理訪談上述國內相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士等，彙整其資料後，並召開期中期末審查會議（詳附錄一~二），聆聽專家學者對本研究案之建言，作為後續修正之參考。以對附錄之「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」規劃方向更有幫助，方能提高該手冊草案之應用性。

綜整上述資料做檢討分析，可得到如下的綜合彙整分析資料：

表4-2 相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士訪談暨期中期末審查會議檢討分析

訪談指標	鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士與期中期末審查專家學者意見歸納	整體因應對策
1. 廠商測試時之問題	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。	門窗不管是設計、工廠製造、運送及現場安裝施工都可

訪談指標	鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士與期中期末審查專家學者意見歸納	整體因應對策
要點：	● 鋁窗設計問題：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。 ● 鋁窗工廠製造問題：因台灣所有的鋁窗製造廠都是人工組裝，若品管不良或因人為製造過程疏忽，可能形成瑕疵，造成測試不通過。 ● 鋁窗運送問題：有些鋁窗，其玻璃在工廠先行安裝及打silicone，但在養生時間不足的情況下，即上貨車長途運送至本實驗室。且或因包裝不妥適，造成鋁窗變形，形成測試不通過。 ● 門窗現場安裝施工問題：鋁窗之玻璃，其嵌入窗檜溝槽之尺度須足夠（7~8mm），否則風壓過大晃動玻璃，亦會導致滲水。	能出問題，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。 ● 因水密試驗其模擬的風壓及降雨強度均相當大，故若玻璃尺寸太小，或silicone僅打表面薄薄一層，可能會有破損而導致漏水。施打時須壓入使其進入溝槽內部，以膠封完整。
2. 鋁窗水密性測試重點：	● 推開窗或推射窗其水密性較一般橫拉窗好，建議高層建築（例如20樓以上不要使用橫拉窗），可考慮用推開窗（因推射窗國人較少習慣使用）。目前中北部豪宅高層建案較有使用推開窗之觀念，南部建商相對於中北部則較少。 ● 推開窗或推射窗水密性表現均相當良好，一旦關緊幾乎不會漏水。其原因為上述窗戶四周皆有氣密條，當一般把手關緊後，會使氣密條產生迫緊作用。而連動式把手如三連動把手，能把氣密	● 因高層建築之外觀及窗型之選用，常常是由建築師建議其業主使用。故應加強宣導使建築師有此認知：高層建築使用推開窗或推射窗，其水密效果較橫拉窗好。 ● 若推開窗或推射窗工廠製造不良導致水通過第一層氣密條，經由螺絲孔漏水進入直料，其處

訪談指標	鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士與期中期末審查專家學者意見歸納	整體因應對策
	條更有效迫緊。當測試完畢時，甚至不會漏出一滴水來。 ● 但若推開窗或推射窗工廠製造不良（如些微變形），可能導致水通過第一層氣密條，經由螺絲孔漏水進入直料，而由下面直橫料交接處滲出。 ● 國人習慣使用橫拉窗，是因其使用方便的緣故。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。 ● 如果橫拉窗水密試驗為了防止溝槽進水過多，而於室內側溝槽多打排水孔排出戶外。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滿溢至室內。	理方式可將螺絲孔洞先以 silicone 封住，鎖入螺絲後再以 silicone 封一次。 ● 橫拉窗要通過水密測試，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。 ● 運用等壓空間原理設計橫拉窗，是當今世界頂級橫拉窗的趨勢。橫拉窗若能運用「等壓空間」原理設計（此方法會於附錄之應用技術手冊（草案）做詳實介紹），不但容易推拉，還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。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。 ● 橫拉窗室內側溝槽打排水孔排出戶外，可做逆止設計，只能排水，很難進水，詳附錄之應用技術手冊（草

訪談指標	鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士與期中期末審查專家學者意見歸納	整體因應對策
3. 鋁窗抗風壓性測試重點：	● 台灣地處颱風經常發生地帶，建築物高度增加，其所受風力影響越大。然高層建築豪宅強調大片視野，其鋁窗要求也越來越大；強風的力量可能造成鋁窗框料結構受擠壓產生變形、扭曲，可能導致風雨入侵，亦可能使得玻璃碎裂由高空落下，傷及無辜。 ● 如為了生產大型鋁窗而開發較厚之鋁擠型料，成本會增加。而如使用原較薄之鋁擠型料，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。 ● 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，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。 ● 鋁擠型料可做陽極處理或烤漆，各有優缺點。陽極處理因毋須加熱，故硬度不會折損，但缺點為容易刮傷。而烤漆優點為可烤漆成各種色澤花色，因需加熱，硬度可能會降低；但優點為如被刮傷，再烤漆處理即可。	案）。 ● 在製造大型景觀窗時，於較長的空心中柱、橫檔、疊合料或對接料內，填塞口型鍍鋅鐵件，是可增加其強度以抵抗風壓。 ● 注重品牌的鋁窗製造廠，會在其較長的空心中柱、橫檔、疊合料或對接料內加厚其鋁擠型厚度，並根據其鋁擠型材配比、厚度的不同，調整其進「時效爐」的時間及溫度，強化其強度，以達到其最強的硬度，請詳附錄之應用技術手冊（草案）。 ● 於長料塞入口型鍍鋅鐵件，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，減低其強度。
4. 目前鋁窗製	● 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	● 不同來源的鋁擠型料，若其鋁合金材

訪談指標	鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士與 期中期末審查專家學者意見歸納	整體因應對策
造業現況：	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。 ● 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。 ● 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。 ● 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。	質成分較差，會影響其抗風壓試驗強度。 ● 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。 ● 較注重品管的鋁窗製造廠，為維護其品牌，會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。 ● 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。 ● 日本頂級鋁窗廠其鋁窗由機器組裝，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

訪談指標	鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士與 期中期末審查專家學者意見歸納	整體因應對策
		訂製，由人工組裝較方便。
5. 至本實驗室做試驗應注意事項	● 每個實驗室所提供的設備、測試艙構造各不相同，實驗室各有各的特色。如果廠商已決定到本實驗室做門窗風雨試驗時，必須先了解應注意事項，以利其試驗進行。 ● 可考量置入一些因鋁窗製造、施工等方式錯誤，而導致測試不通過的案例，以作為對比，俾對鋁窗廠商有所幫助。	● 附錄之應用技術手冊（草案）會詳實介紹至本實驗室做試驗之應注意事項，並會將本實驗室 TAF 之委託申請階段及測試階段作業流程置入其中供測試廠商參考。 ● 本研究會將一些鋁窗製造、施工等錯誤樣態而導致不通過的案例，置入附錄之應用技術手冊（草案），以提醒即將來本實驗室測試之廠商，避免重蹈覆轍。

資料來源：本研究整理

第二節 各類送測門窗案例檢討¹²

近幾年來至本實驗室各類送測門窗風雨試驗案例不少，而根據去（99）年本人自行研究案的分析探討，大約超過九成以上的案例皆為鋁窗。因鋁窗有其優點：質輕、可工業化大量生產、施工快、工期短、色澤美觀，所以鋁窗成為現代高層建築採用的必然趨勢。

今年本研究會將各類送測門窗案例檢測結果併同上節訪談，研擬出附錄之「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」供參，讓相關門窗業者對門窗風雨試驗有基本認識，使門窗廠商至本實驗室做門窗風雨試驗時，了解相關之 S. O. P. 及應注意事項。並使鋁窗廠商明瞭其產品在設計、製造及施工方面之缺失，提供改善建議。

表4-3 各類送測門窗比例統計表

門窗分類	案例數	比例
鋁窗	74	91%(74/81)
不銹鋼窗	3	4%(3/81)
不銹鋼門	4	5%(4/81)
合計	81	100%

資料來源：蔡宜中(2010)《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

根據去（99）年本人自行研究案，發現大部分使用者習慣使用橫拉窗，係考量其使用方便性，因此橫拉窗送測案例佔所有門窗送測案例的 72%（58/81）。但是，橫拉窗雖然為國人習慣使用，但其於本實驗室通過門窗風雨試驗的比例與推開窗、推射窗、固定窗等窗型相比是較差的。

¹²資料來源：蔡宜中(2010)《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

表4-4 各類送測窗型風雨試驗通過率統計表

窗型	風雨試驗通過率	說明
橫拉窗	67% (39/58)	國人習慣使用橫拉窗，是因其使用方便的緣故。橫拉窗因要左右推拉，窗扇下需要有輓輪。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)	推開窗只要注意施工品質，在門窗風雨試驗測試上，可達到很高的通過率。
推射窗	100% (2/2)	雖然推射窗其測試通過率為 100%，但為何送測案例較少(2 件)，應與國人較少習慣使用有關。
固定窗	100% (4/4)	固定窗送測案例共 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。固定窗由於無法開啟，只能用在不需通風處。其僅有安裝施工問題：鋁窗之玻璃，其嵌入窗檜溝槽之尺度須足夠(7~8mm)，施打 silicone 時須壓入使其進入溝槽內部，以膠封完整。

資料來源：整理自蔡宜中(2010)《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

門窗風雨試驗可做氣密、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。如以氣密性、水密性、抗風壓性檢測執行案例次分開統計分析，可以下表分別說明之：

表4-5 門窗風雨試驗依測試項目分析

測試項目	通過率	分析
氣密性試驗	95% (63/66)	由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。而氣密不通過的 3 案例其水密性亦不通過，故氣密性通過是水密性通過的基本要求。
水密性試驗	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。營建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。
抗風壓性試驗	86% (63/73)	抗風壓性不通過的比例佔 14%，是此三試驗項目不通過比例次高的。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。

資料來源：整理自蔡宜中(2010)《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

第三節 門窗風雨試驗應用技術手冊規劃方向

近年來本實驗室提供業界對門窗做風雨試驗檢測服務，累積許多檢測案例。對於國家級之建築研究實驗設施而言，本研究案期盼，本實驗室除了讓鋁窗業界做門窗風雨試驗檢測、開發應用之外；也希望能引領門窗風雨試驗之研究目標，以提升國人重視門窗風雨試驗之安全性。

本研究除訪談相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士及召開期中期末簡報會議外，並且參酌上節各類送測門窗案例檢測結果，針對附錄之「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」，規劃其未來方向如下：

1. **將宣導對象先聚焦於鋁窗相關業界：**由於鋁窗已成為現代高層建築採用的必然趨勢，目前須優先讓鋁窗相關業界瞭解、並且重視門窗風雨試驗。本實驗室可提供優質之試驗環境，以提升業界產品的競爭力，降低建築物鋁窗於強風豪雨時可能發生之危害。
2. **將宣導資訊分出基礎與應用技術不同篇幅：**將本應用技術手冊（草案）分為「門窗風雨試驗之基礎概念」與「門窗風雨試驗之應用技術」。

「**門窗風雨試驗之基礎概念**」使鋁窗相關業界對門窗風雨試驗其重要性、益處等能有基本認識。並提供給即將來本實驗室做試驗的業者，對本實驗室之相關儀器設備、門窗風雨試驗檢測項目及至本實驗室做門窗風雨試驗應注意事項等，能有更確切的瞭解，以更能掌控時效進場測試。

「**門窗風雨試驗之應用技術**」本章針對各類送測門窗風雨試驗案例分析之後，使來本實驗室做門窗風雨試驗的委託單位，能從一些有缺失之鋁窗案例學到經驗，使鋁窗廠商明瞭其產品在設計、工廠製造及現場施工等方面之缺失，提供改善參考。

本實驗室經歷這幾年不斷的測試後，將提供給鋁窗業界更便民，流程更

簡化、更有效率之門窗風雨試驗服務。

第四節 小結

經本研究訪談送測案例數最多之國內相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士，並經送測門窗案例檢測結果加以佐證，輔以召開期中期末簡報會議，聆聽專家學者對附錄技術手冊（草案）之建言規劃其方向，綜合彙整上述資料可得到下列結論：

- （一） 門窗風雨試驗會發生檢測不通過得原因有 4 項，分別為原始設計、工廠製造、運送及現場施工缺失。
- （二） 根據去（99）年本人自行研究案的分析探討，大約超過九成以上的門窗風雨試驗檢測案例皆為鋁窗；故附錄之「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」，規劃其宣導對象先聚焦於鋁窗相關業界。
- （三） 上開應用技術手冊（草案）將其宣導資訊分為「門窗風雨試驗之基礎概念」與「門窗風雨試驗之應用技術」。

第五章 結論與建議

第一節 結論

門窗風雨試驗並非法令規定須強制執行的檢測項目，但是比較謹慎的業主，會在鋁窗運抵工地現場，尚未施工安裝前，先行現場抽測、簽名送交第三公正單位如本實驗室檢測。

因此雖然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；但是鋁窗業者與其業主有此共識，仍須依據其技術規範或國家標準再送交第三公正單位檢測，才能確切保障鋁窗之安全性。

若已決定到本實驗室做試驗，就須先了解應注意事項。因每一個實驗室所提供的設備不同，測試艙構造不同，各有其特點。門窗廠商至本實驗室做門窗風雨試驗，若有普及的相關資訊，使相關業界更能明白、認識了解本所國家級實驗室之作業程序；就能夠按部就班做更有效率的準備，以利其試驗進行。

本研究以本實驗室為核心，編輯附錄之「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」，由本實驗室來策動主導，確實地執行有效步驟，就能持續推動門窗風雨試驗，達到讓相關業界參與的目的。

我們在上開應用技術手冊（草案）將其宣導資訊分為「門窗風雨試驗之基礎概念」與「門窗風雨試驗之應用技術」。在基礎概念方面，必須運用「預防重於治療」的原則推廣於相關業界之間，讓其了解狂風、暴雨可能對鋁窗造成之危險性；導引相關業者，能於鋁窗施工、安裝前即能重視門窗風雨試驗。在應用技術方面，針對各類送測門窗風雨試驗案例分析之後，使來本實驗室做門窗風雨試驗的委託單位，能從一些有缺失之鋁窗案例學到經驗，使

鋁窗廠商明瞭其產品在設計、工廠製造及現場施工等方面之缺失，提供改善參考。

第二節 建議

本研究為讓鋁窗相關業者增進對門窗風雨試驗的認知與參與，除研究出附錄之「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」俾供印行推廣，也必須有相關配套措施相輔相成，方可達到實質成果。因此，茲提出下列建議：

建議一

本實驗室可不斷累積測試經驗與數據，提供業界參酌：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

可由本實驗室舉辦門窗風雨試驗全國巡迴講習，辦理說明會，搭配附錄之「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」做介紹；使相關業界普遍知道門窗風雨試驗之流程、重要性及試驗地點。並提供相關應用技術，強化台灣鋁窗業者研發更優質的產品，以提昇我們的居住品質。

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，已在業界心中建立起口碑與好評。然因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

100.08.10

評 審 委 員	評 審 意 見	執 行 現 況
方富民教授	1. 本研究為門窗風雨試驗系列研究之延伸，現階段主要目標為該試驗應用技術手冊之擬定，及建研所風雨實驗室服務能量之宣導，對國內門窗業界有直接之助益。 2. 附錄之「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」，倘內容之資料來源係自行整理而得，建議不用標註其出處。 3. 報告書中第 99 頁有關水密性能試驗之固定噴水量 $4L/(m^2 \cdot min)$，建請將此數據列在同一行。 4. 建議將現擬之手冊草案給相關業者參酌，以確定本手冊內容與格式符合需求。	1. 謝謝指教。 2. 已將附錄之「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」，內容之資料來源係自行整理者，皆刪去其出處。 3. 謝謝指正，已將此數據列在同一行。 4. 本手冊草案已給多位鋁窗相關業者參考，並參酌其建議修正內容，以提高本手冊草案之應用性。
朱佳仁教授	1. 建議將實驗室門窗風雨試驗測試過的案例加以整理，統計其數量、通過率、主要不通過的原因等結果，以供鋁窗相關廠商參考改進之用。	1. 已於附錄之「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」第二章，將相關送測案例結果詳加分析，俾供受測鋁窗相關廠商參酌應用。

評 審 委 員	評 審 意 見	執 行 現 況
蕭葆義教授	1. 本研究已完成期中預定進度並符合需求。 2. 「門窗風雨試驗應用技術手冊(草案)」之研擬與建立，是本研究之重大成果，具工程參考應用價值。	1. 謝謝指教。 2. 謝謝指教。
陳遠斌教授	1. 可否考量對舊式鋁窗整修後之氣密、水密、抗風壓等試驗進行研究。	1. RC 建物生命週期約三、四十年，而鋁窗一般之生命週期僅約一、二十年。有關使用十幾二十年之舊式鋁窗，普通住戶較捨不得全部更新，僅做部分整修，維護其一般功能。由於整修之方式不同，且不在本研究範圍內，故其整修後之氣密、水密、抗風壓等之試驗研究，建議可納入往後年度之後續研究參考。
謝斌森建築師	1. 門窗風雨試驗是否應該於工廠製造後即抽測，而非製造完成運至工地現場後，再由業主於現場抽測取樣送交第三公正單位做門窗風雨試驗？	1. 一般較審慎的業主會於鋁窗運抵工地現場，尚未安裝前，即在工地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。其主要目的為如僅是在工

評 審 委 員	評 審 意 見	執 行 現 況
		廠抽測，測試通過後，可能會有不良廠商以劣代優，其運至工地之鋁窗會與工廠測試窗不符，故才須在工地現場抽測。
林建宏組長	1. 有關本研究與國內相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士訪談內容重點，請將其資料檢討分析於本文中，以期能篩選評估本研究所需資訊，並將之導入於附錄「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」中，方能對鋁窗之設計、製造或施工有所幫助。 2. 附錄之應用技術手冊（草案），可考量置入一些因鋁窗製造、施工等方式錯誤，而導致測試不通過的案例，以作為對比。	1. 本研究會速將訪談過之相關鋁窗製造廠、施工廠商及專業人士，其最新實務上之經驗，檢討歸納分析其重點，並置於本研究案「第四章」中。 2. 已於附錄「門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）」中，置入一些鋁窗製造、施工等錯誤樣態，以提醒即將來本實驗室測試之廠商。

附錄二 期末審查會議評審意見執行現況

100.11.30

評 審 委 員	評 審 意 見	執 行 現 況
方富民教授	1. 本研究針對門窗風雨試驗之相關資訊做了詳盡之整理，並研擬了應用技術手冊（草案）供參，對國內業者頗有助益。 2. 報告書中第 96~97 頁表 1-1，建議可針對表內之文字部分進行微調修正。	1. 謝謝指教。 2. 已針對該文字部分進行微調修正。
蕭葆義教授	1. 本研究預期成果已達成，而附錄之門窗風雨試驗應用技術手冊（草案），若能讓更多相關公司業者參考使用，應可提出更多意見，使手冊更加完整。	1. 門窗風雨試驗的排程現已排到明年二月，當儘可能讓相關廠商參閱附錄之應用技術手冊（草案），以求能由廠商處得到所提供之建言並回饋修正，更可有效提供相關人士參酌運用，達成推廣之目的。
林建宏組長	1. 報告書中第 75~76 頁表 4-4，有關各類送測窗型風雨試驗之分析，建議可將其未通過之原因及改善策略說明，更能增加本研究提供相關廠商參考之應用性。 2. 本研究附錄之門窗風雨試	1. 已將其用字遣詞微調斟酌並進行說明。 2. 已將其以正面方式陳述。

評 審 委 員	評 審 意 見	執 行 現 況
	驗應用技術手冊（草案）， 報告書第 96~97 頁表 1-1 儘 量能以正面方式陳述，建議 可與其下章節「門窗風雨試 驗的益處」合併表述。	

附錄三 門窗風雨試驗應用技術手冊（草案）

門窗風雨試驗應用技術手冊
（草案）

中華民國 100 年 12 月

內政部建築研究所 風雨風洞實驗室

目次

第一章 門窗風雨試驗之基礎概念	X
第一節 認識門窗風雨試驗的重要性.....	X
第二節 門窗風雨試驗的需求性	X
一、做門窗風雨試驗的原因.....	X
二、不做門窗風雨試驗可能發生的情形.....	X
三、門窗風雨試驗的益處	X
四、門窗風雨試驗的限制性.....	X
第三節 門窗風雨試驗檢測項目與說明	X
一、氣密性試驗.....	X
二、水密性試驗.....	X
三、抗風壓性試驗	X
第四節 內政部建築研究所門窗風雨試驗程序.....	X
一、本實驗室位置	X
二、本實驗室門窗風雨試驗設備	X
三、門窗風雨試驗流程.....	X
四、至本實驗室做門窗風雨試驗應注意事項.....	X
第二章 門窗風雨試驗之應用技術	X
第一節 各類送測門窗案例分析	X
第二節 各類鋁窗設計、工廠製造、運送、現場施工缺失分 析	X
第三節 增強橫拉窗水密性之應用技術	X
第四節 增強鋁窗抗風壓性之應用技術	X

第一章 門窗風雨試驗之基礎概念

第一節 認識門窗風雨試驗的重要性

當今國內經濟大幅成長，國人對建築物的要求水準更多元化，台灣都會地區之建築物朝高層化及精緻化發展，已成為台灣都會區之趨勢。今日臺灣高層建築如雨後春筍般產出，其門窗也成為建築物相當講求之構件。門窗構法，從設計、製造及安裝施工等各階段技術管控關係密切。

台灣地處颱風經常發生地帶，當這些高層建築其門窗若在設計、製造、施工及建築監督不注意的情況下，施作前又沒做門窗風雨試驗；強風的力量可能造成鋁窗框料結構受擠壓產生變形、扭曲，可能使得玻璃碎裂由高空落下，傷及無辜。若有此現象，未必是天災所致，屆時再慨嘆未能於事前做門窗風雨試驗，恐為時已晚。當鋁窗承受強大風壓，可能造成損害，導致風雨入侵損及室內空間。此外，若未審慎安裝，水密性不足會滲漏水，氣密性不足會增加空調負荷，降低居室品質。

因此，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，來保障其安裝後之可靠性、安全性。

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。雖然歷年在颱風侵襲中，因鋁窗破損，造成的災害案例尚無確切之統計數字，但此乃國人生命攸關之大事，如能防範於未然，建造高層建築之前，事前做好門窗風雨試驗勢在必行。

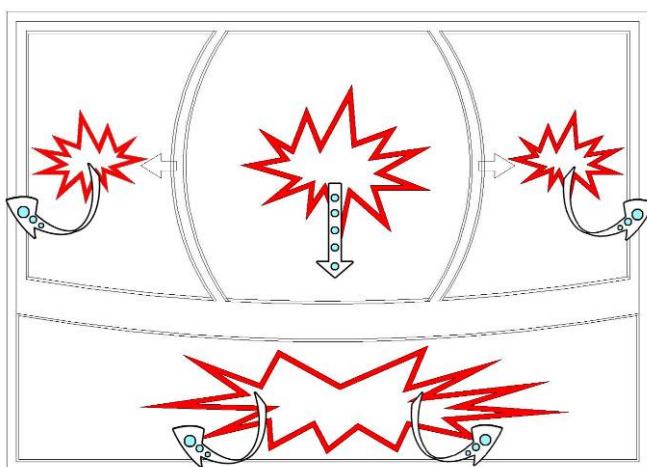
認識門窗風雨試驗的重要性

(1) 避免因鋁窗品質不良，造成居住安全隱憂

說明：

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，來保障其安裝後之可靠性、安全性。

圖片介紹：



- 颱風天鋁窗承受強大風壓，可能導致風雨入侵，水密性不足會滲漏水，降低居室品質。

- 資料來源：

<http://bevan.pixnet.net/blog/post/25014569>

- 台灣地處颱風經常發生地帶，當這些高層建築其門窗若在設計、製造、施工及建築監督不注意的情況下，施作前又沒做門窗風雨試驗；強風的力量可能造成鋁窗框料結構受擠壓產生變形、扭曲，可能使得玻璃碎裂由高空落下，傷及無辜。

第二節 門窗風雨試驗的需求性

一、做門窗風雨試驗的原因

門窗風雨試驗並非法令規定須強制執行的項目，通常皆須門窗廠商的業主有此認知，要求其門窗廠商依據其技術規範或國家標準才會進行測試。

一棟新的高層建築，其同樣廠牌型號的鋁窗也許曾在其他案場使用過，那為何還需做門窗風雨試驗檢測呢？因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，對業主來說較不會因門窗品質不良，造成後續使用的不順暢與商譽上的損失。

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。

且高層建築通常有上百樑甚至上千樑的鋁窗，對鋁窗廠商而言，如果沒防範未然，預先做好門窗風雨試驗，更可能因為後續的保固維修而疲於奔命。大的承包商為了本身的信譽，即使賠錢

也得保固維修到合約期滿為止。規模較小的承包商極可能因為財力無法支持而宣告倒閉，因此會加重業主的困擾，必須由其親自面對修繕問題來善後。且對業主其商譽上的損失，造成後續推案困難，也是其必須考慮的。

二、不做門窗風雨試驗可能發生的情形

門窗風雨試驗，即是先把未來將安裝在建物上之試體（依原設計的材料、工法、以 1 比 1 足尺為試體），事先在實驗室內施做各項試驗。

如果在風雨試驗時測出問題點，就可以針對問題，尋求解決方法（有可能是設計的問題、工廠製造的問題，也有可能是施工不良的問題）。無論是何種問題，只要及早發現，知道如何解決；當未來真正施工時，就更能掌握門窗品質。

若不經門窗風雨試驗，廠商冒然將鋁窗直接安裝上去，完工以後針對這麼高層的建築物，將來如果要再來維修鋁窗，恐怕非常困難，甚至是無法達成的；這就是事前先做好門窗風雨試驗「預防勝於治療」的效果。

以下是不做門窗風雨試驗，可能發生的危害列表說明之：

表 1-1 不做門窗風雨試驗可能發生的情形

項次	不做門窗風雨試驗時	可能發生的情形
1	不做氣密、水密性試驗	● 氣密性不好會增加空調、噪音負荷，更會降低室內居住環境品質。 ● 水密性差，除因漏水使居住環境品質降低外，亦造成不適感。
2	不做抗風壓性試驗	● 台灣是一颱風頻繁地區，特別是高層建築鋁窗會承受強大的風壓力；擠壓鋁窗框料產生變形，即可能讓玻璃破裂。導致風雨入侵，而波及建築物室內設施使用機能。 ● 現今科技高速發展，建物鋁窗玻璃有大型化的趨勢，其主要目的為講究氣派、亮麗

項次	不做門窗風雨試驗時	可能發生的情形
		的外觀和配合外在優美之景觀。但是愈大的玻璃，面對強風所承受之風壓變形愈大，且樓層高度愈高，風壓也逐層加大，其安全性更是不可輕忽的。

三、門窗風雨試驗的益處

由上述可得知做門窗風雨試驗的原因，那究竟做門窗風雨試驗有何益處呢？其針對不同的對象可得到不同的益處，茲歸納說明如下：

（一）對業主、建築師或營造廠方面：

1. 可確認門窗氣密、水密、抗風壓性能合乎要求。
2. 可提供業主及建築師檢視試體是否符合設計之理念。
3. 記錄門窗廠商施工方式，以作為實際工程施工之改善準則。

（二）對門窗製造廠及施工廠商方面：

1. 驗證所設計之門窗可滿足各項性能需求。
2. 從試驗中吸取經驗，以作為日後設計修正之參考。
3. 由現場抽驗材料實際組裝，可於試驗時發現施工上的問題。
4. 對工廠製造人員，可發現製造加工上的問題。

以下謹將門窗風雨試驗之益處針對：（一）業主、建築師或營造廠方面；（二）門窗製造廠及施工廠商方面，運用簡單的圖說介紹之。

門窗風雨試驗的益處—1. 對業主、建築師或營造廠方面	
(1) 確認門窗性能合乎要求	
說明：	
一棟高層建築通常有上百樑甚至上千樑的鋁窗，若沒有事先經過門窗風雨試驗檢測，業主必須承擔的風險是鋁窗品質不良，造成商譽上的損失，影響後續推案。若有做門窗風雨試驗，則可確認門窗氣密、水密、抗風壓性能合乎要求後，再行現場安裝施工，以保障未來的使用需求。	
圖片介紹：	
	
■ 高層建築通常有上百樑甚至上千樑的鋁窗。 ■ 資料來源： http://blog.sina.com.tw/wlc1118/	■ 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，對業主來說較不會因門窗品質不良，造成後續使用的不順暢與商譽上的損失。

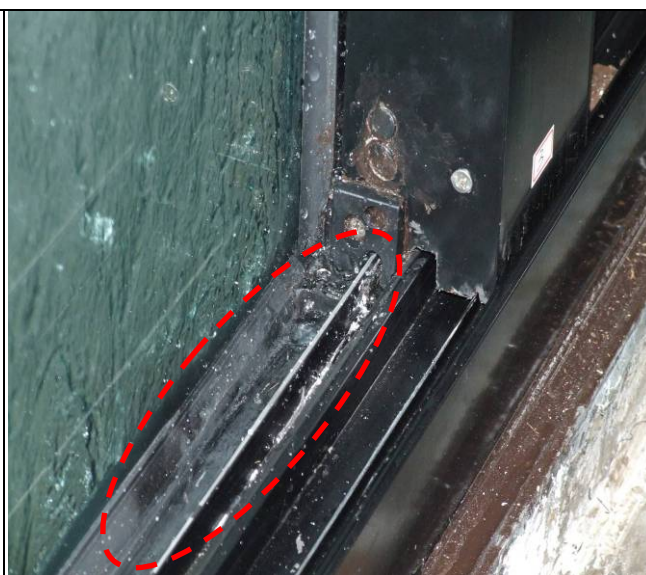
門窗風雨試驗的益處—2. 對門窗製造廠及施工廠商方面

(1) 驗證所設計之門窗系統可滿足各項性能需求

說明：

經由門窗風雨試驗，可模擬了解未來可能碰到狂風暴雨等之情形，從試驗中吸取經驗，以作為日後設計、製造、施工修正之參考。

圖片介紹：



■ 模擬了解建物門窗未來可能碰到狂風暴雨情形，驗證是否滿足水密需求。

■ 如果在風雨試驗時測出問題點，就可以針對問題，尋求解決方法。無論是何種問題，只要及早發現，知道如何解決；當未來真正施工時，就更能掌握門窗品質。

門窗風雨試驗的益處—2. 對門窗製造廠及施工廠商方面

(2) 於試驗時發現設計、工廠製造、運送或現場施工上的問題

說明：

希望在門窗安裝施工前，能由業主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。一來可熟悉未來的施工步驟，尤其對比較創新的門窗系統，能夠事先組裝過未來會比較駕輕就熟。

經由門窗風雨試驗可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 4 種—(1) 設計的問題；(2) 工廠製造的問題；(3) 運送的問題；(4) 現場施工的問題。試驗過後必須小心謹慎找出失敗原因，不可隨意於不能用填縫劑處以填縫劑填補。如果發現是設計的疏失，如氣密條太薄等導致漏水，則可更換氣密條再重做試驗；但如果是工廠製造或現場施工上的問題，則必須檢視試體，針對問題處重新拆裝補強，再重做試驗，以確保其安全。

圖片介紹：



■ 經由門窗風雨試驗預備試驗時發現漏水情形。

■ 找出問題點更換氣密條再重做水密試驗。

門窗風雨試驗的益處—2. 對門窗製造廠及施工廠商方面	
(3) 避免因鋁窗品質不良，造成後續保固維修困難	
說明：	
若沒有做門窗風雨試驗，鋁窗廠商可能會因後續的保固維修而疲於奔命。大的承包商為了聲譽，賠錢也得保固維修，而規模較小的承包商可能因為財力無法支撐而宣告倒閉，更加重了業主後續營運的困擾。	
圖片介紹：	
	
■ 鋁窗品質不良，廠商有時須租用大型吊車進行後續保固維修。 ■ 資料來源： http://www.hallchain.com.tw/2_6_1t_main.htm	■ 若鋁窗大部分品質不良，較高樓層大型吊車無法到達，則廠商有時須租用吊籠進行後續保固維修。惟有些鋁窗並非僅由單純的由外側修補即可完成，而須一而再、再而三的保固維修，造成後續保固維修疲於奔命。 ■ 資料來源： http://www.hallchain.com.tw/2_6_1t_main.htm

四、門窗風雨試驗的限制性

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

表 1-2 門窗風雨試驗之限制與措施

項次	門窗風雨試驗之限制與措施	說明
1	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做另一個與現場毫無相干的，專為通過試驗而做的試體。 ● 此意味不論材料型式、尺寸厚薄，所用的各式氣密條與填縫材都需與施工現場一致。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	● 本所風雨實驗室即是為國人服務，找出門窗風雨試驗失敗的原

項次	門窗風雨試驗之限制與措施	說明
		因。其因素不外乎 4 種—（1）設計的問題；（2）工廠製造的問題；（3）運送的問題；（4）現場施工的問題。 ● 故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，如漏打填縫劑等，則可加以彌補再重做試驗；但如果是設計或製造的問題，則必須檢視試體，針對問題處建議重新修正設計，並進行額外之試驗，以確保其安全。

第三節 門窗風雨試驗檢測項目與說明

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測驗證，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。

以下謹將於門窗風雨試驗之檢測項目運用簡單的圖說介紹之：

一、氣密性試驗

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；裝置框與測試艙儘可能緊密，使空氣不致洩漏。

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。

門窗風雨試驗檢測項目與說明	
(1) 氣密性試驗	
測試方法：CNS 11527 (2004) 門窗氣密性試驗法	
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。	
圖片介紹：	
	
■ 氣密性改好可減少空調、噪音負荷，提高室內居住環境品質。	■ 氣密窗的隔音、水密性都較好，但相對的價格也比傳統鋁窗高上許多。 ■ 資料來源： http://tw.mygo.com/index.php?c=post&m=detail&permalink=4a541493a2d2f

門窗風雨試驗檢測項目與說明	
(1) 氣密性試驗	
測試方法：CNS 11527 (2004) 門窗氣密性試驗法	
	
■ 氣密性試驗測試艙加壓之 2HP 小鼓風機	■ 量測測試艙壓力之低壓傳感器
	
■ 測試門窗漏氣量之空氣流量計	■ 門窗試體安裝好後，將艙門關起即成一密閉之測試艙。

門窗風雨試驗檢測項目與說明

(1) 氣密性試驗

測試流程：

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。

計算方法：

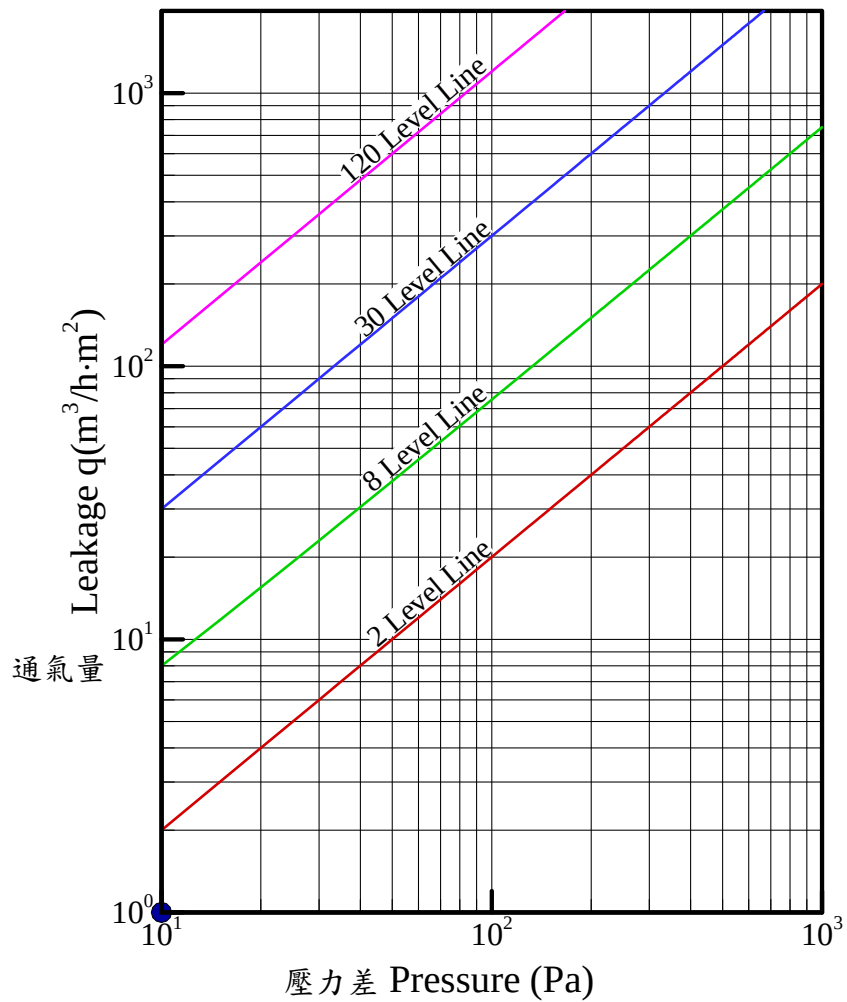
1. 通氣量之計算：通氣量分別以各加壓階段之通氣面積每 m^2 ，每小時之流量表示，並以下列公式換算為 CNS 11524 (2006) 所規定之基準狀態值。
2. 通氣面積之換算公式： $q = Q/A \times (P_1 T_0 / P_0 T_1)$
 式中， q = 換算為基準狀態之通氣量 ($\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$)； Q = 所測定之流量 (m^3/h)； A = 通氣面積 (m^2)； $P_0 = 1013$ (hPa)； P_1 = 試驗室之氣壓 (hPa)； $T_0 = 273 + 20 = 293$ (K)； T_1 = 測定空氣溫度 (K)。

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。

門窗風雨試驗檢測項目與說明

(1) 氣密性試驗



氣密等級線圖

資料來源：CNS 11527 (2004) 門窗氣密性試驗法

二、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。

門窗水密性試驗採用 CNS 11528 (2004) 門窗水密性試驗法，一般送測之鋁窗還會參考 CNS 3092 (2005) 「鋁合金製窗」之規定辦理。先施以 1 分鐘與上限等值之靜壓，接著再以 $4\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ 的噴水量，相當於 10 分鐘 40mm 的降雨量（即降雨強度 240mm/hr），同時施以中央值上下 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。

（一）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，是不可能漏水情形的。
2. 要有間隙（水路）：即水進行的通路或間隙。
3. 作用力（風壓）：即通過水路將水擠入水路內部之促進力。

(二) 雨水入侵原理與解決對策¹³

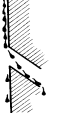
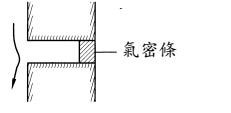
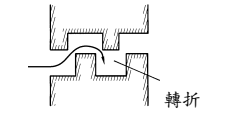
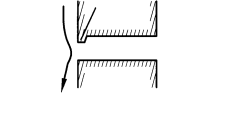
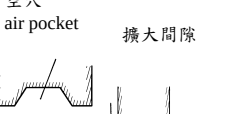
水移動的力量包括下列幾項：

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：

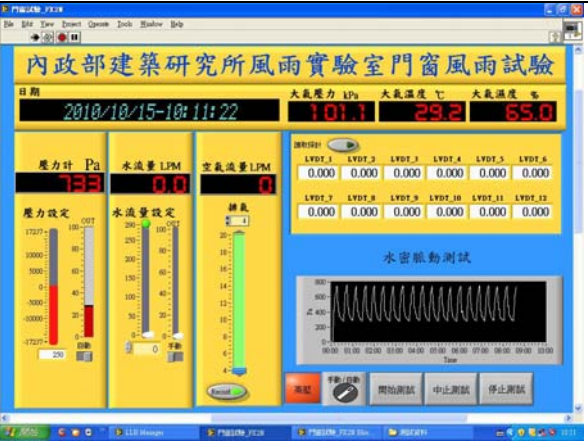
¹³葉祥海、黃清毅(2004)《金屬帷幕牆製造作業技術手冊之編訂》，內政部建築研究所

表 1-3 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	
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	
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	
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	

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

門窗風雨試驗檢測項目與說明	
(2) 水密性試驗	
測試方法：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。	
圖片介紹：	
	
■ 水密性變好，狂風暴雨時室內亦不漏水，提昇室內居住環境品質。	■ 水密性差，狂風暴雨會造成漏水現象，降低室內居住環境品質。

門窗風雨試驗檢測項目與說明	
(2) 水密性試驗	
測試方法：CNS 11528 (2004) 門窗水密性試驗法	
	
■ 水密性能試驗：將固定的噴水量 $4\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ 以試艙內噴水架之噴頭，均勻且持續噴灑於整個試體表面，同時啟動鼓風機施加脈動壓。	■ 門窗水密試驗進行 10 分鐘，以目視觀察試體之漏水狀態並記錄。
	
■ 量測水流量之水流量計	■ 門窗風雨試驗之 LabVIEW 儀控軟體

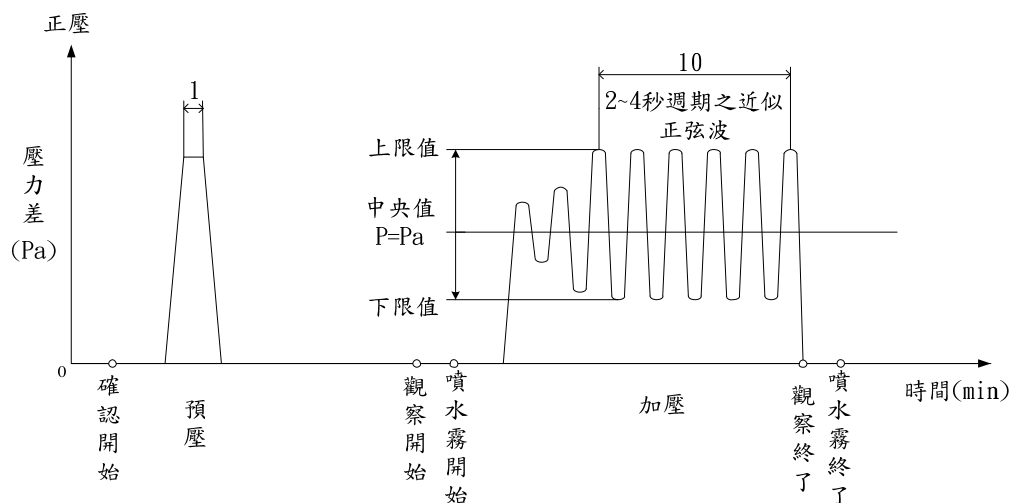
門窗風雨試驗檢測項目與說明

(2) 水密性試驗

測試步驟：

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 $4\text{L}/\text{m}^2$ 之水量均勻噴灑之。
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. 觀察記錄：以目視觀察試體之漏水狀態並記錄。

門窗水密試驗順序：



門窗水密試驗順序圖

資料來源：CNS 11528 (2004) 門窗水密性試驗法

門窗風雨試驗檢測項目與說明

(2) 水密性試驗

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	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。	

資料來源：CNS 11528 (2004) 門窗水密性試驗法

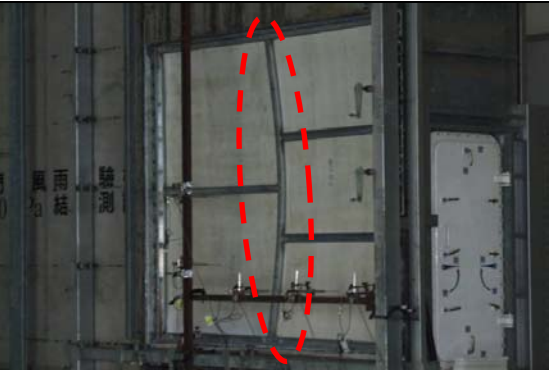
三、抗風壓性試驗

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。

門窗抗風壓性試驗採用 CNS 11526（2003）門窗抗風壓性試驗法，一般送測之鋁窗還會參考 CNS 3092（2005）「鋁合金製窗」之規定辦理。加壓方法原則上以正壓進行變形試驗，判定合格與否則以 CNS 3092（2005）規定之標準判定。

門窗風雨試驗檢測項目與說明	
(3) 抗風壓性試驗	
測試方法：CNS 11526 (2003) 門窗抗風壓性試驗法	
鋁窗承受強大的風壓力，在強風之下可能造成鋁窗框料受擠壓產生變形、扭曲，使得玻璃碎裂，導致風雨入侵而波及建築物室內設施使用機能。愈大的玻璃，面對強風所承受之風壓變形愈大，且樓層高度愈高，風壓也逐層加大，其安全性能是不可輕忽的。	
圖片介紹：	
	
■ 2008 年哈格比颱風造成香港海逸酒店、海濱廣場一座及二座等數十個窗戶強化玻璃被吹破。 ■ 資料來源：2008.09.25 香港明報	■ 被哈格比颱風吹破的強化玻璃於對街佈滿玻璃碎片。 ■ 資料來源：2008.09.25 香港明報

門窗風雨試驗檢測項目與說明	
(3) 抗風壓性試驗	
測試方法：CNS 11526 (2003) 門窗抗風壓性試驗法	
	
■ 門窗抗風壓性試驗位移計裝設	■ 門窗抗風壓性試驗位移計裝設
	
■ 位移計裝設細部	■ 位移計裝設細部

門窗風雨試驗檢測項目與說明	
(3) 抗風壓性試驗	
測試方法：CNS 11526 (2003) 門窗抗風壓性試驗法	
	
■ 量測測試艙壓力之高壓傳感器	■ 測試艙加壓之鼓風機組
	
■ 此案例雖非門窗，但進行抗風壓性試驗造成框料變形，若其與玻璃窗結合，會導致玻璃彎曲脆性破裂。	■ 因颱風巨大風壓造成玻璃破裂 ■ 資料來源： http://orientaldaily.on.cc/cnt/china_world/20100920/00178_004.html

門窗風雨試驗檢測項目與說明

(3) 抗風壓性試驗

測試步驟：

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。
3. 確認殘留變形：檢查殘留變形及有無機能上之障礙。

門窗風雨試驗檢測項目與說明

(3) 抗風壓性試驗

判定標準：

如送測物件為鋁窗，依 CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗其判定標準如下：

1. 加壓過程中不得有損壞現象。
2. 拉窗類窗扇之疊合料、對接料及疊合中柱，其撓度在窗檜內側尺度之 1/70 以下。
3. 開窗類之窗扇與窗檜、橫檔或中柱之最大相對變位，須在 15 mm 以下。
4. 開窗類雙開窗扇之對接料，其撓度須在窗檜內側尺度之 1/70 以下。
5. 有橫檔或中柱時，其撓度須在 1/100 以下。
6. 使用 6.8 mm 以上之玻璃時，其各部材之撓度，依下表之規定。

部材名稱		撓度
格條(含固定窗及活動窗之格條)		1/150 以下
疊合料 對接料 疊合中柱	有格條	1/85 以下
	無格條	1/100 以下

7. 除壓後，對開閉不得有異常，不得有使用機能之障礙。

第四節 內政部建築研究所門窗風雨試驗程序

一、本實驗室位置

內政部建築研究所風雨實驗室（以下簡稱本實驗室）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市歸仁校區（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。

「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。

但是國內獲得財團法人全國認證基金會（TAF）認證通過的門窗風雨實驗室卻僅有兩家；一家為本國家級實驗室，另一家則為私人經營的實驗室。因許多業者對本實驗室出具中立、客觀且確實之測試報告較為認同，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」。

內政部建築研究所門窗風雨試驗程序

(1) 實驗室位置

說明：

內政部建築研究所風雨實驗室位於成功大學台南市歸仁校區(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。

地址：台南市歸仁區中正南路 1 段 2494 號。

服務諮詢電話，洽 06-3300504 # 3209。

<http://wind.abri.gov.tw/>

圖片介紹：

風雨實驗館位置圖：



■ 本所風雨實驗室位置圖。

■ 國內獲得財團法人全國認證基金會（TAF）認證通過的門窗風雨實驗室卻僅有兩家；一家為本國家級實驗室，另一家則為私人經營的實驗室。

二、本實驗室門窗風雨試驗設備

本實驗室門窗風雨試驗依其空間規劃與試驗設備，分別敘明如下：

1. 在空間規劃方面：

- (1) 主實驗室一間，包括門窗風雨試驗測試艙(寬 3m×高 3m)一座。
- (2) 儀控室一間(以 LabVIEW 軟體控制及記錄)。

2. 門窗風雨試驗設備部分：

(1) 氣密性能試驗

- 大氣壓力傳感器 Vaisala PTU200 Transmitters (其內含之溫溼度計感測頭為 Vaisala HMP45A-P Humidity and temperature probe)。
- 鼓風機組
- 低壓傳感器 Omega PX 653 Pressure Transducer，量測範圍為 $\pm 1,245$ Pa。
- 高壓傳感器 Sensotec Pressure Transducer PDD/H141-01-01，量測範圍為 $\pm 17,237$ Pa。
- 空氣流量計 EPI Air Flowmeter 8720MPNH-SSS-133-AC115-AIR，量測範圍為 5000 L/min。

(2) 水密性能試驗

- 鼓風機組。
- 高壓傳感器 Sensotec Pressure Transducer
PDD/H141-01-01，量測範圍為 $\pm 17,237$ Pa。
- 水流量計 Danfoss Water Flowmeter，
MAG3100W/MAG5000，量測範圍為 290 L/min。
- 噴水架，25 個均佈噴水頭，間距為 0.6m $\times$ 0.6m。

(3) 抗風壓性能試驗

- 鼓風機組
- 高壓傳感器 Sensotec Pressure Transducer
PDD/H141-01-01，量測範圍為 $\pm 17,237$ Pa。
- 位移計 RDP DCTH Displacement Transducer，Type
DCTH2000A，量測範圍為 ± 50 mm。

三、門窗風雨試驗流程

本實驗室門窗風雨試驗除委託單位有特殊要求外皆參考 CNS 11524(2006)門窗性能試驗法通則要求之標準測試程序進行試驗。其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。

一般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，對業主來說較不會因門窗品質不良，造成後續使用的不順暢與商譽上的損失。如試體為鋁窗時，還會參考 CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗做相關之判定標準。

正式試驗前，實驗室技術主管會先對委託者進行測試作業簡報，說明試驗過程及標準，並確認試驗程序。若委託者有異議，可即時提出改善方案，修正試驗規劃後據以實施；並隨即依試驗流程與各試驗作業程序書進行測試，委託單位或其代表得進入安全之規劃區域觀察試驗、監視試驗進行。

本實驗室依據 ISO/IEC 17025:2005 實驗室認證規範所擬定之 TAF 相關程序書，其接受廠商門窗風雨試驗測試案之「委託申請」及「測試」階段作業流程如下 2 表：

表 1-4 委託申請階段作業流程

流 程	相關人員	相 關 表 單	說 明
<pre> graph TD A[提出委託測試] --> B{評估} B -- 否 --> C[取消] B -- 是 --> D[報價] D --> E{確認} E -- 否 --> F[取消] E -- 是 --> G([委託案成立]) G -- 變更委託內容 --> H[委託測試變更申請] </pre>	委託單位/ 實驗室窗口 測試人員/ 技術主管 測試人員/ 技術主管 委託單位/ 實驗室窗口 委託單位/ 測試人員/ 技術主管/ 實驗室窗口	技術服務單 技術服務單 技術服務單/ 委託試驗同意書 技術服務單/ 委託試驗同意書/ 測試服務案件登錄 表 技術服務變更報 價申請單	- 委託單位應填具技術服務單，交由實驗室窗口收件。 - 由技術主管或其指定之測試人員，依據委託單位提供之資料，評估是否接受委託；若接受，則進行報價，若否，則回覆委託者無法提供服務。 - 依本所「實驗設施技術服務收費標準」之規定進行估價，填寫委託試驗同意書送委託單位進行確認。 - 報價經委託單位簽章確認同意後，回傳表單交由實驗室窗口收執，並由實驗室蓋章後回傳委託單位，委託申請案方正式成案。若委託單位不同意報價而取消委託申請時，該申請案即應予取消。若委託單位不同意報價而欲更改委託內容時，應修改技術服務單，重新申請。 - 實驗室於委託案成案時應即編號及填寫成案日於技術服務單，此編號為委託編號，亦為報告編號，編號方式如下： WR○○○□□□ (民國年)(流水號) □□□為依成案日期先後所編之連續且唯一性之流水號，實驗室並應於委託案成案時將此案件登錄於「測試服務案件登錄表」(MKL-J-004-04)。 - 若委託單位於申請案正式成案後欲變更委託內容時，須填具技術服務變更報價申請單，由實驗室就增減項目部份報價於該申請單，並經雙方用印同意後，增訂於原委託試驗同意書後。

表 1-5 測試階段作業流程

流 程	相關人員	相 關 表 單	說 明
<pre> graph TD A([委託案成立]) --> B[測試時程及人員] B --> C[準備工作] C --> D[試驗規劃] D --> E{確認} E -- 否 --> F[修正] --> D E -- 是 --> G[測試作業] G --> H[報告製作] H --> I[報告分發/結案] </pre>	實驗室窗口 實驗室窗口/技術主管 技術人員/測試人員 委託單位/測試人員/技術主管 委託單位/測試人員/技術主管 測試人員/報告簽署人/技術主管	技術服務單/ 委託試驗同意書/ 測試服務案件登錄表 測試服務案件登錄表 試體 測試方法、標準及規範等 試驗作業程序書 設備操作手冊 測試紀錄 結果報告	- 委託申請案生效後，實驗室應即排定試驗時程，通知委託單位送試件進場安裝。 - 技術主管應指定測試負責人。 - 依據委託內容，進行測試前之準備工作，包括耗材採購、設備檢查、試體安裝、封艙等。 - 正式測試前，應對委託單位進行測試作業簡報，說明試驗過程及標準，以確認試驗規畫。 - 若委託單位對試驗規劃有異議時，應即提出改善方案，修正試驗規劃後據以實施。 - 試驗規劃經確認後，隨即依試驗流程及各試驗作業程序書進行測試工作，委託者或其代表得進入合理區域監控相關實驗進行。 - 使用各項儀器設備時，應遵照該儀器設備操作手冊之規定。 - 測試紀錄應依「品質及測試紀錄管理辦法(MKL-J-006)」之規定確實執行。 - 測試完成後，應依照「報告管理辦法(MKL-J-008)」之規定，製作測試報告。 - 完成簽署之報告，由實驗室窗口以本所公文函送委託單位。 - 結案，相關文件歸檔。

四、至本實驗室做門窗風雨試驗應注意事項

每一個實驗室由於其所提供的設備不同，亦各有其特點；因此若已決定前往本實驗室做試驗，就須先了解應注意事項，按部就班做好充分準備以利其試驗進行。

依據上述門窗風雨試驗測試案之「委託申請」及「測試」階段作業流程 2 表，茲將其相關應注意事項運用簡單的圖說說明之：

至本實驗室做門窗風雨試驗應注意事項

(1) 確認相關委託測試案申請資料齊全

說明：

因本實驗室門窗風雨試驗測試艙僅有一座，故須留意排程。一般門窗風雨試驗每測試案須五個工作天，包括試體安裝、試體養護、預備試驗、正式試驗、拆除試體、測試艙清潔養護等。

委託單位經與本實驗室聯繫後，本實驗室會與其溝通，確認對方有意願在本實驗室進行測試，即 e-mai「技術服務單」供其填寫。待對方回傳後，則 e-mai「委託試驗同意書」進行報價。一次試驗含氣密、水密、抗風壓試驗各 1 次為 3 萬元。經雙方用印確認後，委託測試案方正式成立，方能排定測試案的時間。

之後委託單位除須將試驗費匯款外，並須將試體之內視圖、剖面圖、細部大樣圖等之 AutoCAD 檔 e-mai 給本實驗室。本實驗室會於委託單位進行試體安裝時，確認其是否與所提供之圖面相符，並將上開圖面置於測試報告供參。

圖片介紹：



- 本實驗室僅有一座門窗風雨試驗測試艙（寬 3m x 高 3m，可依試體大小伸縮艙板），確認試驗排程非常重要。但須相關委託測試案申請資料齊全，委託測試案正式成立，方能排定測試案的時間。

至本實驗室做門窗風雨試驗應注意事項

(2) 委託單位準備固定試體用之鐵框

說明：

本實驗室之門窗風雨試驗測試艙為寬 3m×高 3m 可依試體大小伸縮艙板，為保持本實驗室提供之測試艙可重複使用，不致受損，委託單位須自行準備固定試體用之鐵框。鐵框須比試體大一點，試體方能裝入鐵框。鐵框照片及 AutoCAD 圖面本實驗室會 e-mail 給委託單位供其製做。且委託單位鋁窗與鐵框須以自攻螺絲固定，並用 silicone 封住自攻螺絲部位，鋁窗與鐵框四周也要用 silicone 封住。來現場安裝時，鐵框與我們測試艙交接處也請委託單位四周必須再用 silicone 封住，才不會漏氣漏水。

圖片介紹：



■ 委託單位須自行準備固定試體用之鐵框，鐵框須比試體大一點，試體方能裝入鐵框。

■ 鋁窗與鐵框四周要用 silicone 封住，來現場安裝時，鐵框與我們測試艙交接處也請委託單位四周必須再用 silicone 封住，才不會漏氣漏水。

至本實驗室做門窗風雨試驗應注意事項

(3) 本實驗室可借用之設備工具

說明：

本實驗室提供天車、A 字梯提供委託單位吊裝、組裝門窗等相關材料。委託單位除試體材料外，須自行準備相關組裝工具。如臨時忘記攜帶，本實驗室亦可提供借用服務，但須登記借用品項，用後歸還。

可供借用的工具如電焊機、空氣壓縮機、空氣噴槍、圓盤鋸、砂輪機、工具組等。

圖片介紹：



■ 圓盤鋸或砂輪機，可提供委託單位若鐵框尺寸需修改時，裁切加工用。

■ 空氣壓縮機及空氣噴槍，可協助水密預試時，將漏水處噴乾，經合理補強後，再重做試驗。

至本實驗室做門窗風雨試驗應注意事項

(4) 本實驗室負責的部份

說明：

委託單位進場前，本實驗室會依委託單位所提供之試體大小圖面，先將測試艙開設到適合安裝之大小。廠商進場已可直接安裝，實驗室人員會協助其安裝入測試艙。由於本實驗室之測試艙可依試體大小伸縮艙板，伸縮後，艙板與測試艙交接的部份，其 silicone 施打係由本實驗室負責。

另整個測試艙板與鋁窗固定後，其艙體內部亦須塞氣密墊條，並施打 silicone，此部份亦由本實驗室負責。

圖片介紹：



■ 委託單位進場前，本實驗室會依試體大小，先將測試艙開設到適合安裝之大小，供廠商直接安裝。

■ 安裝試體及鐵框時，實驗室人員會協助委託單位將其安裝入測試艙。

至本實驗室做門窗風雨試驗應注意事項

(4) 本實驗室負責的部份



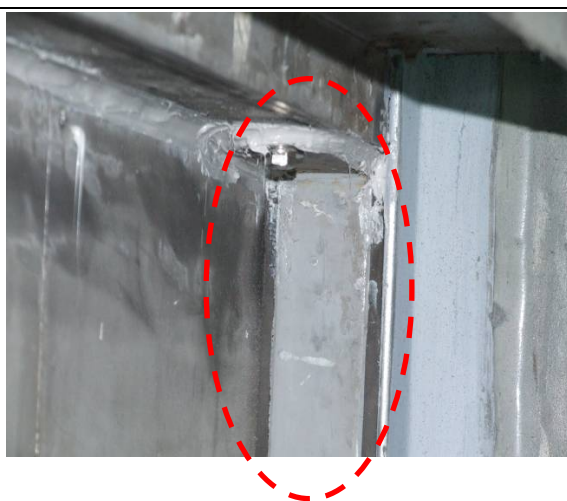
- 伸縮艙板固定後，其與測試艙交接的部份，係由本實驗室負責施打 silicone。



- 伸縮艙板固定後，其與測試艙交接的部份，係由本實驗室負責施打 silicone。



- 伸縮艙板固定後，其與測試艙交接的部份，係由本實驗室負責施打 silicone。



- 整個測試艙板與鋁窗固定後，其艙體內部亦須塞氣密墊條，並施打 silicone，此部份亦由本實驗室負責。

至本實驗室做門窗風雨試驗應注意事項	
(5) 委託單位負責的部份	
說明：	
委託單位除了組裝試體安裝於鐵框外，尚須以 silicone 於測試艙與鐵框交接處自行封艙。安裝時委託單位須自行準備 silicone、silicone 槍、大美工刀、砂輪機、砂輪片、延長線等工具，以利現場安裝施作。如臨時忘記攜帶，本實驗室亦可提供借用服務，但須登記借用品項，用後歸還。	
圖片介紹：	
	
■ 委託單位自行準備雷射墨線儀，以求安裝門窗放樣精確。	■ 以雷射墨線儀量測現場安裝門窗水平垂直是否準確。

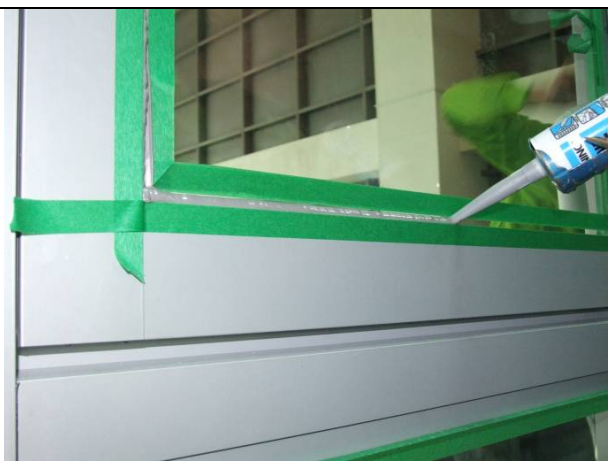
至本實驗室做門窗風雨試驗應注意事項

(5) 委託單位負責的部份



■ 以雷射墨線儀量測現場安裝門窗水平垂直是否準確。

■ 委託單位於現場玻璃安裝施打 silicone，鋁窗與鐵框交接處及鐵框與測試艙交接處亦須施打 silicone。



■ 鐵框與測試艙交接處須施打 silicone。

■ 委託單位於現場玻璃安裝施打 silicone。

至本實驗室做門窗風雨試驗應注意事項

(6) 門窗風雨試驗結束後

說明：

門窗風雨試驗除測試作業（含預備試驗、位移計裝設、正式試驗、位移計拆除等）由本實驗室負責外，結束後，須由委託單位當天即將試體拆除。因後續尚須立即做測試艙清潔養護工作（含周邊所封之 silicone 刮除乾淨、氣密墊條 silicone 刮除並拆下清潔，測試艙整理清乾等），以利下一排程門窗廠商進場安裝試體。

圖片介紹：



■ 委託單位於測試作業結束後，須當天即自行負責拆除作業，本實驗室人員會協助其拆除。

■ 因必須將試體拆除才能立即做測試艙清潔養護工作，以利下一排程門窗廠商進場安裝試體。

第二章 門窗風雨試驗之應用技術

第一節 各類送測門窗案例分析

依據 99 年本人的自行研究案，可得到本實驗室近幾年來各類送測門窗風雨試驗案例，超過九成以上的案例皆為鋁窗，此可能與大部分高層建築大都採用輕量化鋁窗有關。因鋁窗其優點為質輕、可工業化大量生產、施工快工期短、色澤美觀，當然成為高層建築技術的必然趨勢。

表 2-1 送測門窗比例統計表

門窗分類	案例數	比例
鋁窗	74	91%(74/81)
不銹鋼窗	3	4%(3/81)
不銹鋼門	4	5%(4/81)
合計	81	100%

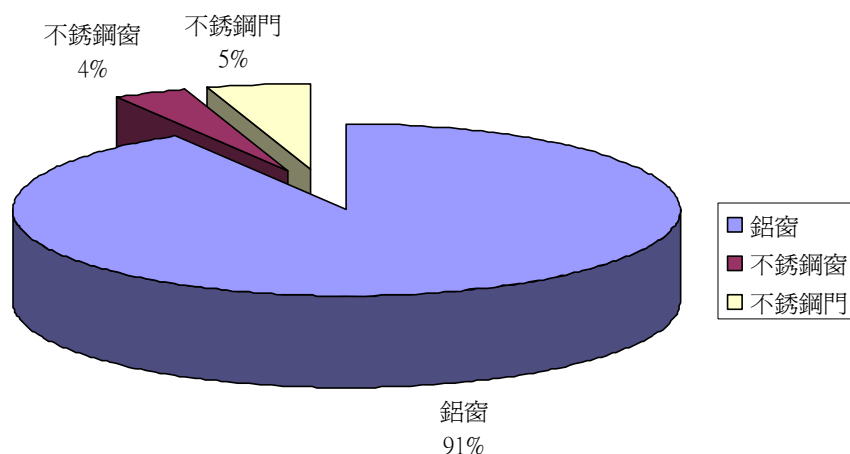


圖 2-1 送測門窗比例統計圖

大部分使用者習慣使用橫拉窗，係考量其使用方便性，因此橫拉窗送測案例佔所有門窗送測案例的 72% (58/81)。

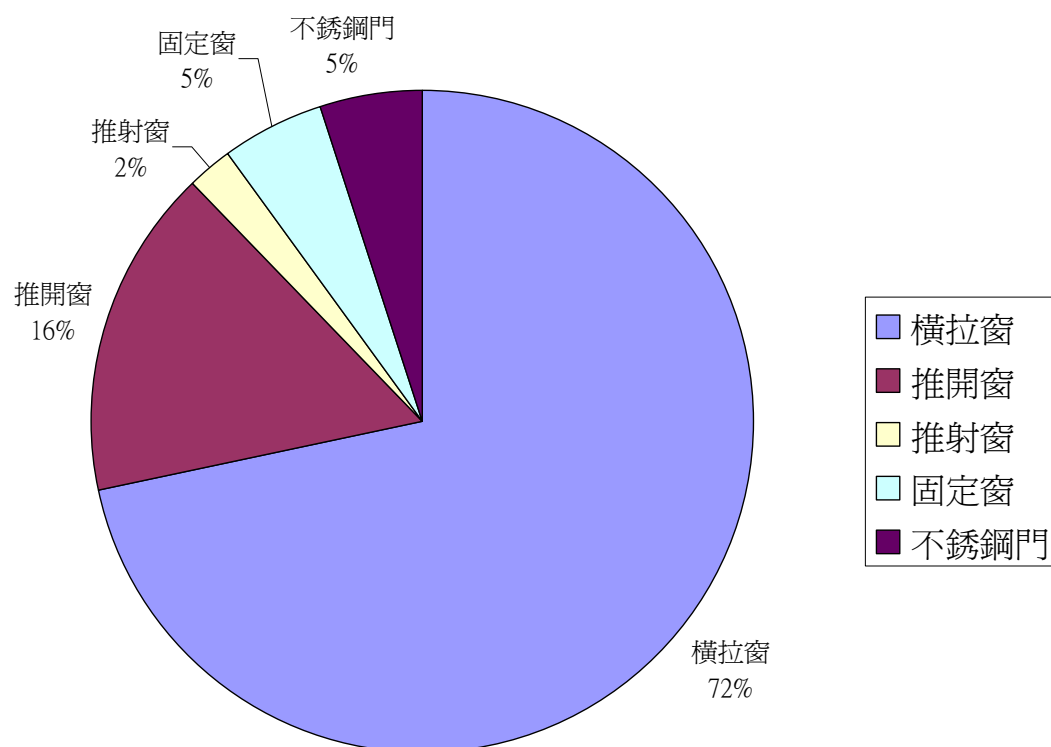


圖 2-2 各類門窗送測案例比例

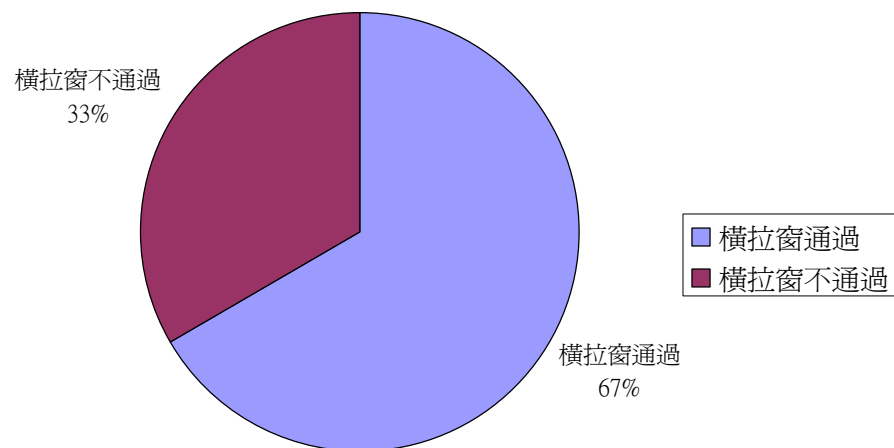
但是，橫拉窗雖然為國人習慣使用，但其於本實驗室通過門窗風雨試驗的比例與推開窗、推射窗、固定窗等窗型相比是較差的，以下謹以簡單的圖說說明之。

門窗風雨試驗依送測窗型分析

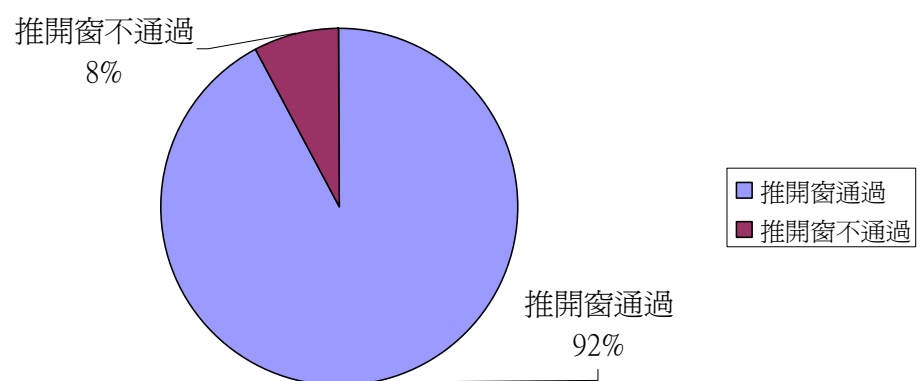
(1) 橫拉窗與推開窗進行門窗風雨試驗通過比例

資料來源：蔡宜中(2010)《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

圖片介紹：



■ 橫拉窗送測案例有 58 件，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)，為四種送測窗型表現較差的。



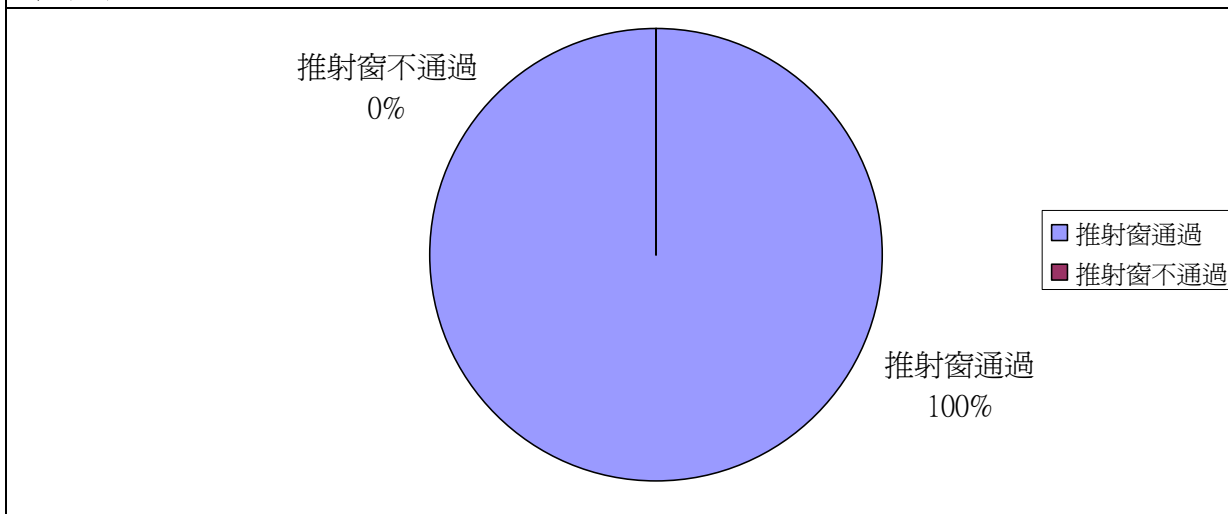
■ 推開窗其送測案例共 13 件，通過 12 件，不通過 1 件，故其測試通過率為 92% (12/13)，測試不通過率為 8% (1/13)，可見推開窗其通過測試的比例非常高。

門窗風雨試驗依送測窗型分析

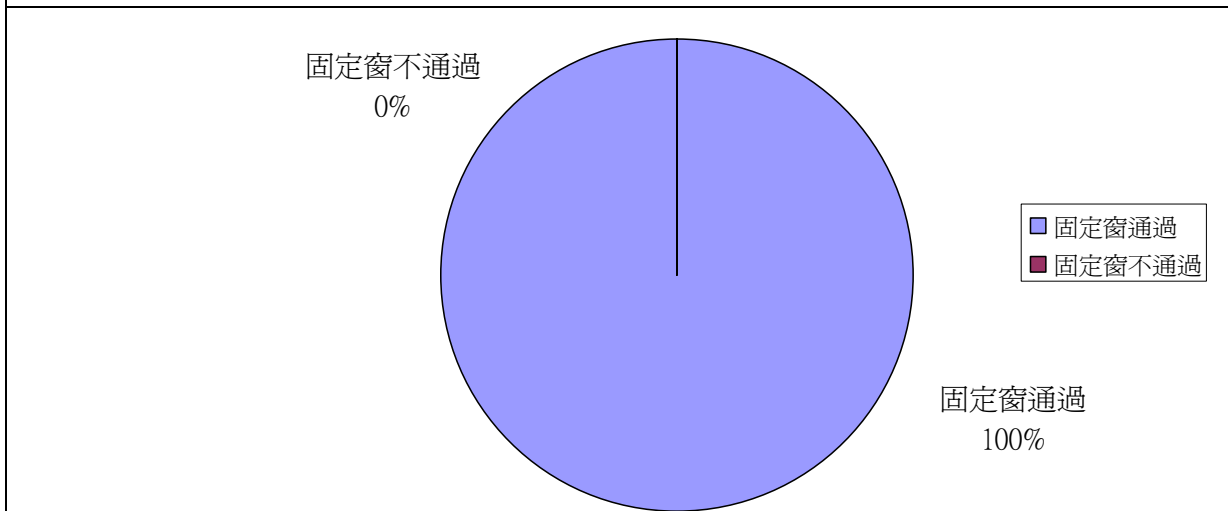
(2) 推射窗與固定窗進行門窗風雨試驗通過比例

資料來源：蔡宜中(2010)《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

圖片介紹：



■ 推射窗送測案例共 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。



■ 固定窗送測案例共 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。

而根據蔡宜中(2010)《鋁窗風雨試驗相關性能之比較分析研究》，門窗風雨試驗可做氣密、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。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說明之：

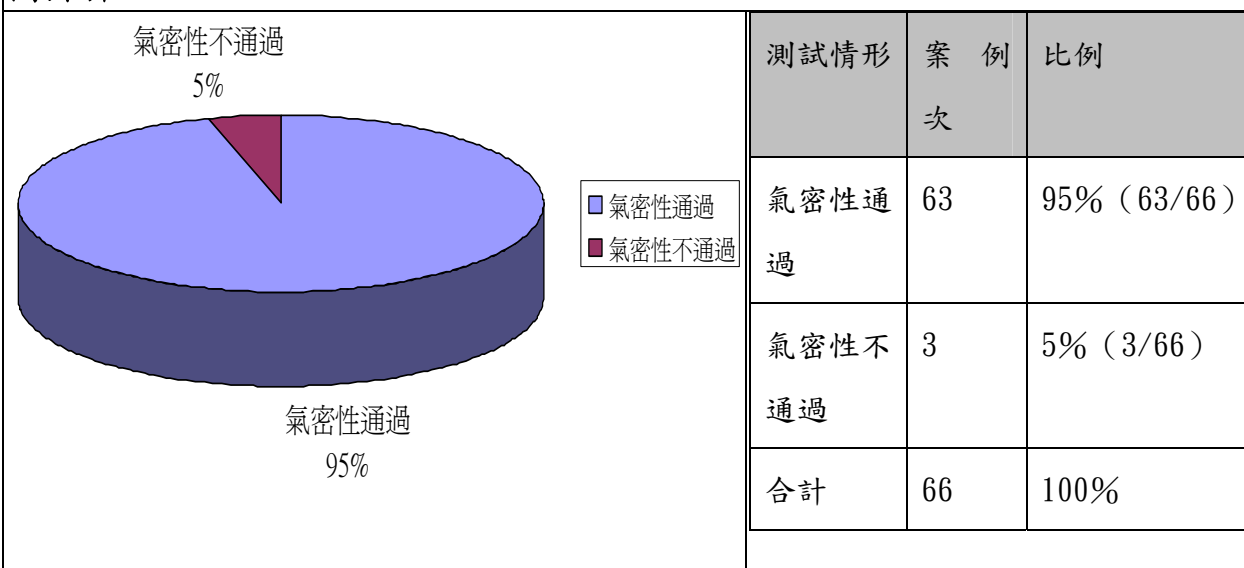
門窗風雨試驗依檢測氣密、水密、抗風壓性試驗分析

(1) 氣密性試驗通過率分析

資料來源：蔡宜中(2010)《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

由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。

圖片介紹：



■ 氣密性不通過的 3 案例其水密性亦不通過，故氣密性通過是水密性通過的基本要求。

門窗風雨試驗依檢測氣密、水密、抗風壓性試驗分析

(2) 水密性試驗通過率分析

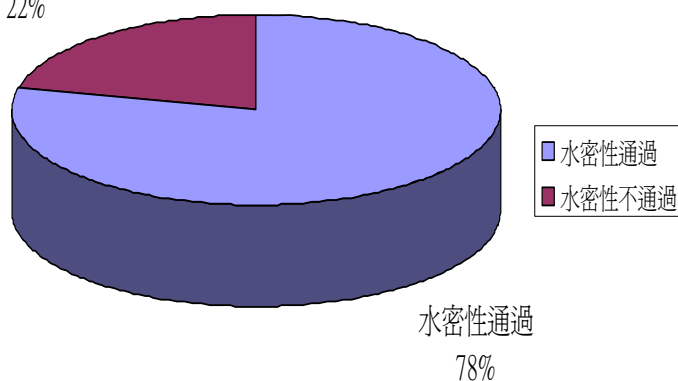
資料來源：蔡宜中(2010)《鋁窗風雨試驗相關性能之比較分析研究》，內政部建築研究所

營建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。

圖片介紹：

水密性不通過

22%



測試情形	案 例 次	比 例
水 密 性 通 過	62	78% (62/79)
水 密 性 不 通 過	17	22% (17/79)
合 計	79	100%

■ 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。

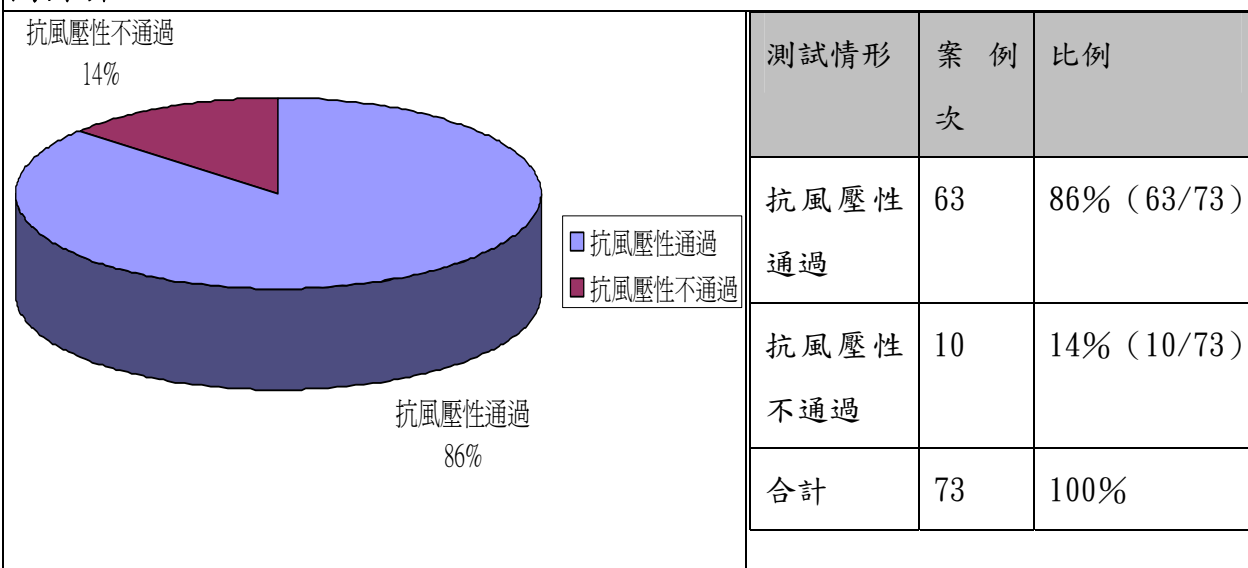
門窗風雨試驗依檢測氣密、水密、抗風壓性試驗分析

(3) 抗風壓性試驗通過率分析

資料來源：蔡宜中(2010)《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

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。

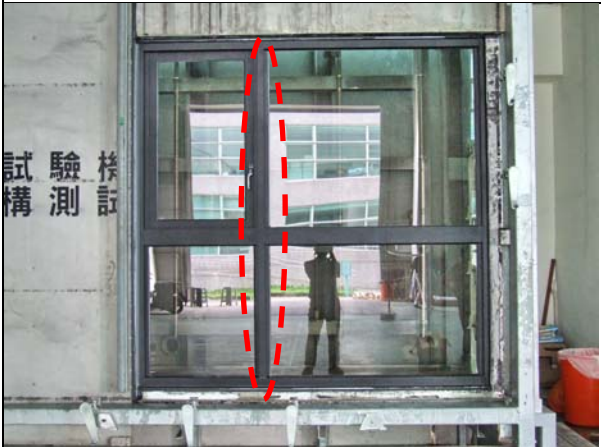
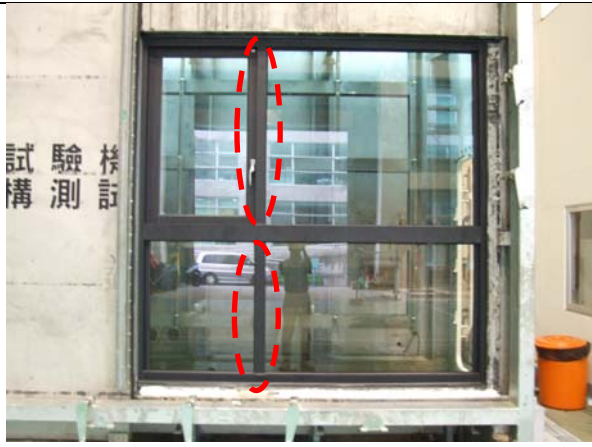
圖片介紹：



■ 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。

第二節 各類鋁窗設計、工廠製造、運送、現場施工缺失 分析

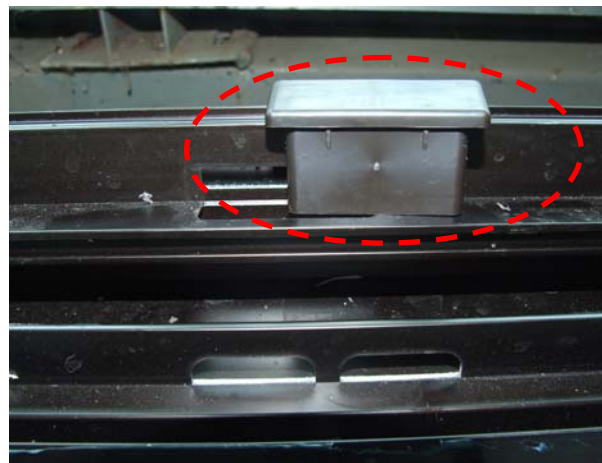
經過上節近幾年來各類送測門窗風雨試驗案例分析，發現門窗風雨試驗失敗的原因，其因素不外乎 4 種－（1）設計的問題；（2）工廠製造的問題；（3）運送的問題；（4）現場施工的問題。為使欲來本實驗室做門窗風雨試驗的委託單位，能從一些有缺失之鋁窗案例學到經驗，將以簡單圖說彙整如下，俾供其參考，提供測試廠商改善建議之目的。

各類鋁窗設計、工廠製造、運送、現場施工缺失分析	
(1) 設計缺失分析	
說明： 製造大型景觀窗時，於較長的空心中柱、橫檔、疊合料或對接料內，如何增加其強度以抵抗風壓，是必須加以注意的。如鋁擠型料太長，設計不夠寬深、厚度太薄皆會導至不易抵抗風壓。一般增強的方式有 3 種，可搭配應用：(1) 將長料加深加寬；(2) 於長料內填塞門型鍍鋅鐵件；(3) 增加長料鋁擠型厚度。	
圖片介紹：	
	
■ 鋁窗長料太長（紅圈處），不易抵抗風壓。	■ 補救的方式，可將長料修改成兩支較短的短料（紅圈處），並加寬其寬度。

各類鋁窗設計、工廠製造、運送、現場施工缺失分析	
(1) 設計缺失分析	
說明：	
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，而於室內側多設計排水孔，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。	
圖片介紹：	
	
■ 設計排水孔雖可加強橫拉窗溝槽進水過多排水，但如風雨太大，橫拉窗溝槽進水不但排水不及，反而會因為風壓而由排水孔倒灌上來，更加重漏水情形。	■ 此為有設計排水孔的案例，橫拉窗溝槽進水，但因風壓太大，水甚至再由排水孔倒灌上來，漏水情形更嚴重。

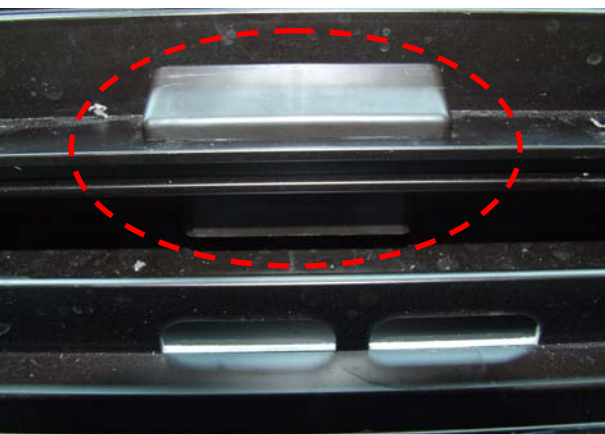
各類鋁窗設計、工廠製造、運送、現場施工缺失分析

(1) 設計缺失分析



■ 一些較有見地的廠商會設計逆止閥，使其只能排水而不致於進水，空洞部位皆為排水孔。

■ 逆止閥（紅圈處）準備裝入排水孔。



■ 逆止閥（紅圈處）開始裝入排水孔。

■ 逆止閥（紅圈處）裝入排水孔完成，可使水只能排出而較難由室外側進入。

各類鋁窗設計、工廠製造、運送、現場施工缺失分析

(1) 設計缺失分析

說明：

推開窗或推射窗水密性表現均相當良好，一旦關緊幾乎不會漏水。其原因為上述窗戶四周皆有氣密條，當一般把手關緊後，會使氣密條產生迫緊作用。而連動式把手如三連動把手，能把氣密條更有效迫緊；但以下為一推開窗其設計出問題所產生之情形。

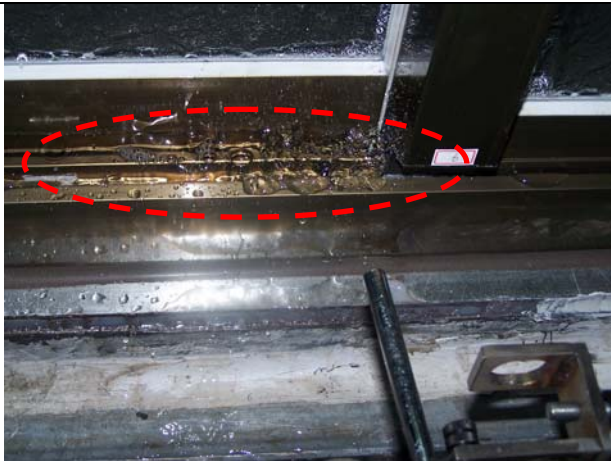
圖片介紹：



■ 若推開窗或推射窗設計不良，可能導致水通過第一層氣密條，雖然四周第二層氣密條仍迫緊使水無法滲出，但可能會由第一二層氣密條中間的螺絲孔滲入，而由窗扇直橫料交接處滲出（紅圈處）。



■ 補救的方式，可在螺絲孔洞先以 silicone 封住，鎖入螺絲後再以 silicone 封一次，尚屬可接受的方式。

各類鋁窗設計、工廠製造、運送、現場施工缺失分析	
(2) 工廠製造缺失分析	
說明：	
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，缺乏一種條件即可免於漏水：(1) 有水的存在；(2) 要有間隙（水路）；(3) 作用力（風壓）。門窗水密性試驗之預備試驗類似在抓漏，找出原因來修正其缺失。以下為一工廠製造橫檔與直框料交接處之防水膠布出問題，因而產生之漏水問題。	
圖片介紹：	
	
■ 門窗水密性試驗之預備試驗類似在抓漏，必須仔細找出原因來修正其缺失。	■ 門窗水密性試驗之預備試驗類似在抓漏，必須仔細找出原因來修正其缺失。

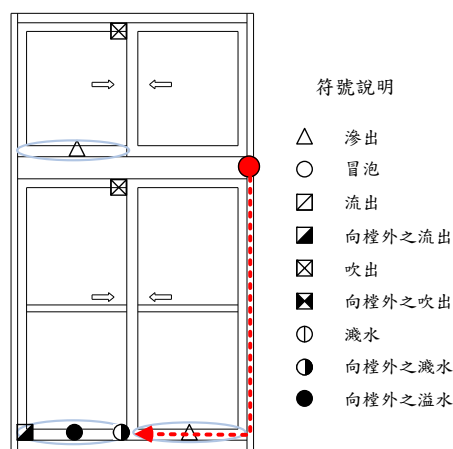
各類鋁窗設計、工廠製造、運送、現場施工缺失分析

(2) 工廠製造缺失分析



■ 門窗水密性試驗之預備試驗類似在抓漏，必須仔細找出原因來修正其缺失。

■ 以上看到之漏水，其漏水點之水路源頭，有可能不是看到漏水的地方，其進水點應為橫檔之防水膠布（紅圈處）。



■ 防水膠布（紅圈處之白色膠布）若經污染（如沾灰塵、油污等），其防水性能會降低，導致水由防水膠布滲入。無把握者，可於防水膠布外再打一層 silicone。

■ 進水點應為橫檔與直框料交接處之防水膠布（紅點位）出問題，水沿著直框料、下橫框料滲出。無把握者，可於防水膠布外再打一層 silicone，阻隔進水點。

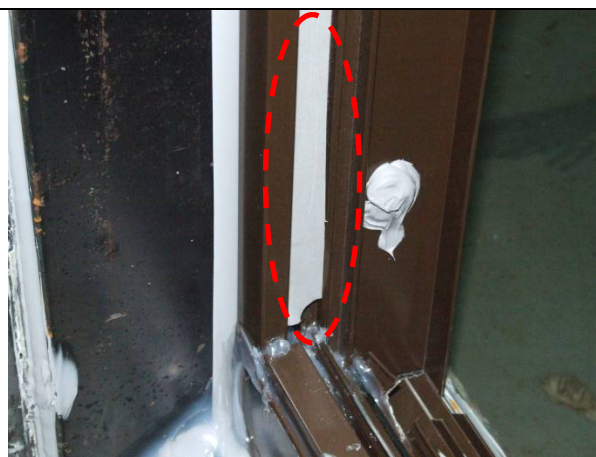
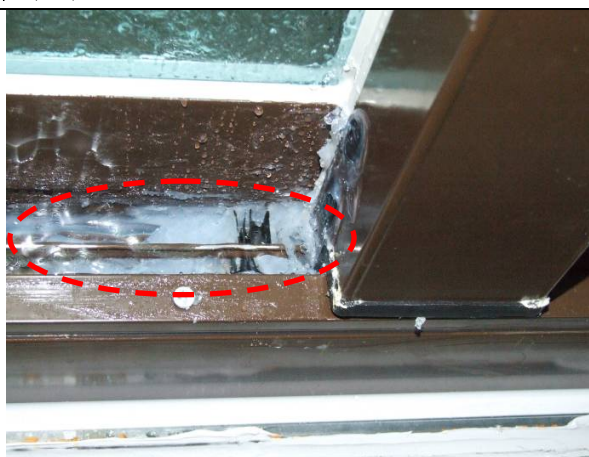
各類鋁窗設計、工廠製造、運送、現場施工缺失分析

(2) 工廠製造缺失分析

說明：

日本較頂級的鋁窗廠其鋁窗係由機器組裝，精確度較高。由於台灣所有的鋁窗製造廠都是人工組裝，可能會有人為疏失。而探究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將景觀窗加強、加大；像這樣的案場，勢必以人工組裝，才能滿足客製化需求而特別訂製，適宜由人工組裝。但也因工廠製造以人工組裝，會有人為疏失產生，須更加謹慎。以下為一工廠製造即已變形，因而產生之漏水問題。

圖片介紹：



■ 於水密試驗，不當施打填縫劑之止水塊仍漏水，其原因為試體於工廠製造即已變形，並非止水塊之問題。

■ 此試體於工廠製造即已變形，故於窗框側邊加貼不符施工要求之氣密條，仍舊會漏氣漏水，並非加貼氣密條即可改善。

各類鋁窗設計、工廠製造、運送、現場施工缺失分析

(2) 工廠製造缺失分析



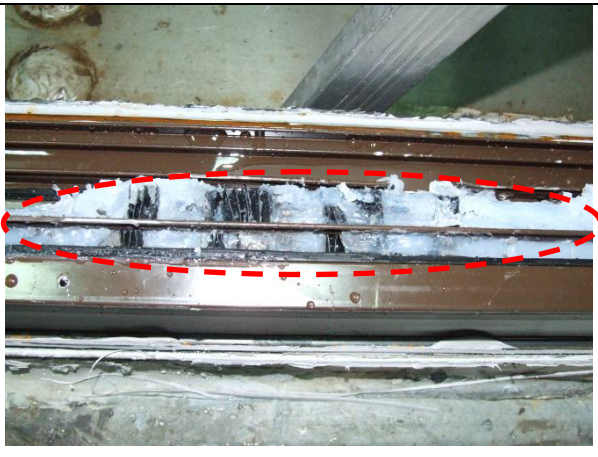
■ 為防止漏水，廠商底部窗框止水塊不當施打填縫劑，造成窗扇推拉困難，不符施工要求。此試體於工廠製造即已變形，仍會漏水。



■ 於水密試驗，不當施打填縫劑之止水塊仍漏水，其原因為試體於工廠製造即已變形，並非止水塊之問題。



■ 為防止漏水，廠商底部窗框止水塊不當施打填縫劑，造成窗扇推拉困難，不符施工要求。此試體於工廠製造即已變形，仍會漏水。



■ 將窗扇拆除後，底部窗框及止水塊皆是不符施工要求，不當施打之填縫劑。因沒找出原因來修正其缺失，仍會漏水。

各類鋁窗設計、工廠製造、運送、現場施工缺失分析

(3) 運送缺失分析

說明：

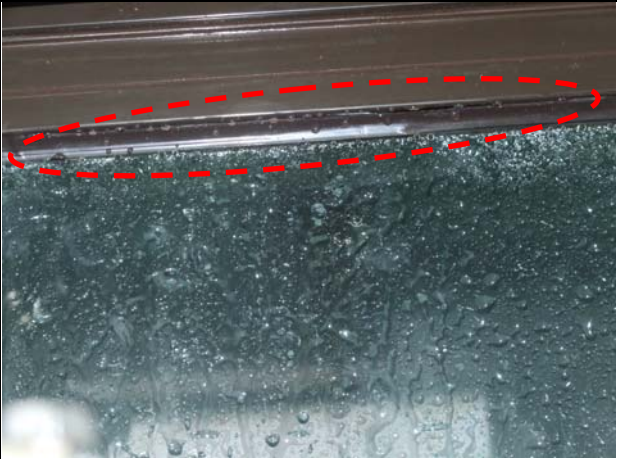
測試試體如已於工廠先行安裝玻璃，須考慮 silicone 養護的時間。若養護時間太短即上車包裝運送至實驗室，可能使玻璃移位形成門窗變形，造成測試不通過。

圖片介紹：



■ 運送時有些廠商會擔心可能已裝上玻璃之窗戶養護時間不足，運抵實驗室會搖晃變形，故有些廠商會要求玻璃現場安裝及打 silicone，亦屬可行。

■ 運送門窗來實驗室時須包裝妥適，以避免門窗碰撞變形，造成測試不通過。

各類鋁窗設計、工廠製造、運送、現場施工缺失分析	
(4) 現場施工缺失分析	
說明：	
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，以下為一現場施打 silicone 不良的兩個案例。	
圖片介紹：	
	
■ 現場施打玻璃 silicone 時只打表面，溝槽內部並無壓入 silicone，風壓過大晃動玻璃，造成 silicone 破裂，並導致滲水（紅圈處）。	■ 現場施打玻璃 silicone 時，須注意上下左右嵌入溝槽之尺度須足夠（7~8mm），並且避免玻璃偏一邊安裝。如左側 silicone 嵌入溝槽尺度十餘 mm，右側 silicone 嵌入溝槽尺度僅剩 2~3mm，則當遇到強大風壓可能會晃動玻璃而將玻璃吹破。

第三節 增強橫拉窗水密性之應用技術

¹⁴由以上各節可得知，大部分使用者習慣使用橫拉窗，係考量其使用方便性，因此橫拉窗送測案例佔所有門窗送測案例的 72 %。但同時我們發現橫拉窗在水密性試驗通過率，與其他窗型如推開窗、推射窗、固定窗等窗型相比卻是較差的。

傳統橫拉窗的設計原理皆是用「圍堵」的方式，也就是利用增加氣密條的厚度，使其迫緊，較難滲水。但同時卻會使橫拉窗難以推拉，不符使用需求。

而比較現今國際鋁窗科技發展，比較頂級的橫拉窗會以等壓原理設計。台灣的現況並未落後，近幾年來較頂級的橫拉窗亦以等壓空間原理設計，雖然案量不多，但表示國人仍有此能力。

以下將如何增強橫拉窗水密性之應用技術，以簡單圖說彙整如下，俾供測試廠商改善參考。

¹⁴資料來源：蔡宜中(2010)《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

增強橫拉窗水密性之應用技術

(1) 增加氣密條的厚度

說明：

傳統橫拉窗水密試驗要通過測試，不外乎增加氣密條的厚度。然而，一般將氣密條加厚的方式，是屬於圍堵政策，如此卻會使橫拉窗難以推拉，不易使用。

圖片介紹：



■ 一些傳統橫拉窗，若其水密試驗不理想時，廠商則會以抽換較厚氣密條(紅圈處)的方式來因應，但卻會使橫拉窗難以推拉，不符使用需求。

■ 鋁窗廠商會以抽換較厚氣密條的方式，使水密測試較理想，但仍須由其業主於正式試驗當天推拉鋁窗，以瞭解是否符合「容易推拉」的需求。

增強橫拉窗水密性之應用技術

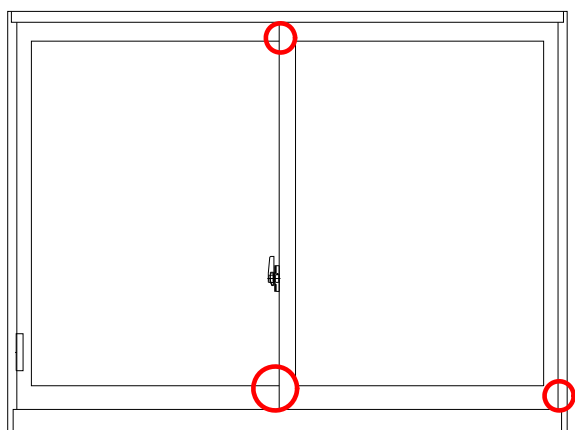
(2) 運用等壓空間原理設計橫拉窗

說明：

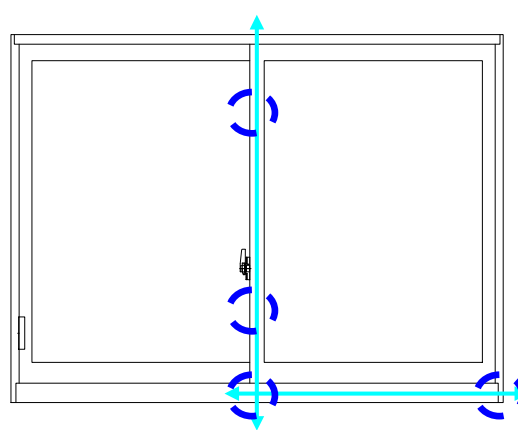
運用等壓空間原理設計橫拉窗，是當今世界頂級橫拉窗的趨勢。橫拉窗若能運用等壓空間原理，可強制使溝槽難進水，無須增加氣密條厚度，仍可通過水密試驗。

漏水發生的三個條件為：（1）有水的存在；（2）要有間隙（水路）；（3）作用力（風壓），以上三個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（風壓）抵銷，漏水三條件已缺乏一個，就不會有漏水情形了。

圖片介紹：



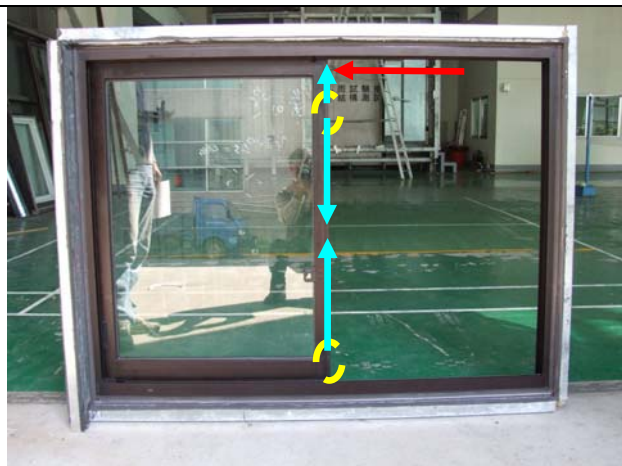
- 橫拉窗較易漏水處如圖紅圈，紅圈越大顯示愈易漏水。



- 針對橫拉窗易漏水處，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。圖藍色線為等壓處，深藍色圓圈為挖孔洞處。

增強橫拉窗水密性之應用技術

(2) 運用等壓空間原理設計橫拉窗

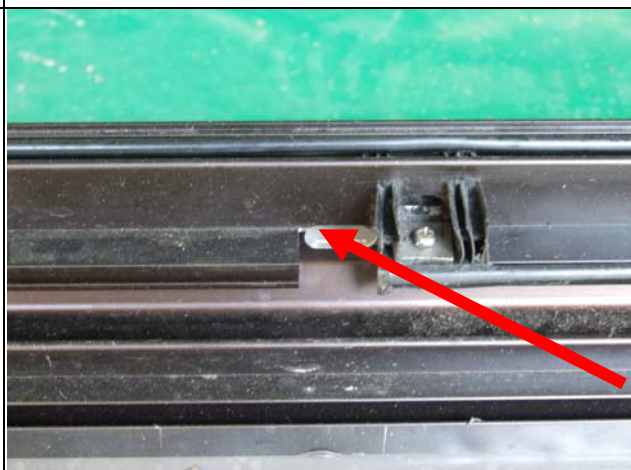


■ 橫拉窗中間直料內的等壓空間，紅色箭頭為外氣。先將外氣導入，由兩個黃色的出風口吹出，氣流就會如藍色箭頭流動，且被包覆在兩條氣密條內，維持垂直向的等壓。

■ 出風口細部詳圖。



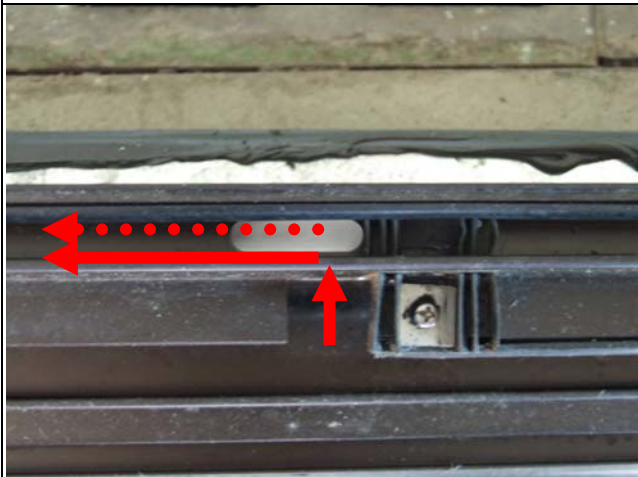
■ 黃色點線為內扇窗戶兩條從上到下之氣密條，將中間直料內的等壓空間包覆住。



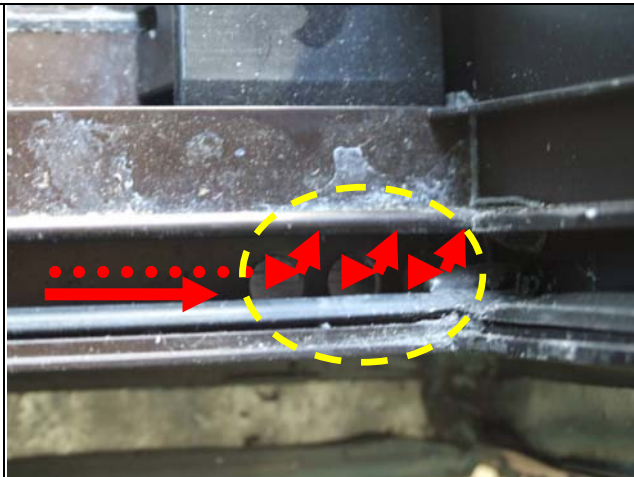
■ 紅色箭頭為外氣，鋁擠型內部是中空的，惟有在鋁擠型上挖洞，才能導入外部氣流。

增強橫拉窗水密性之應用技術

(2) 運用等壓空間原理設計橫拉窗



■ 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。



■ 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。

第四節 增強鋁窗抗風壓性之應用技術

台灣地處颱風經常發生地帶，建築物高度增加，其所受風力影響越大。然高層建築豪宅強調大片視野，其鋁窗要求也越來越大；強風的力量可能造成鋁窗框料結構受擠壓產生變形、扭曲，可能導致風雨入侵，亦可能使得玻璃碎裂由高空落下，傷及無辜。

因此，在製造大型景觀窗時，於較長的空心中柱、橫檔、疊合料或對接料內，如何增加其強度以抵抗風壓，是必須加以注意的。一般增強的方式有 3 種，可搭配應用：（1）將長料加深加寬；（2）於長料內填塞 I 型鍍鋅鐵件；（3）增加長料鋁擠型厚度。

以下將如何增強增強鋁窗抗風壓性之應用技術，以簡單圖說彙整如下，俾供測試廠商改善參考。

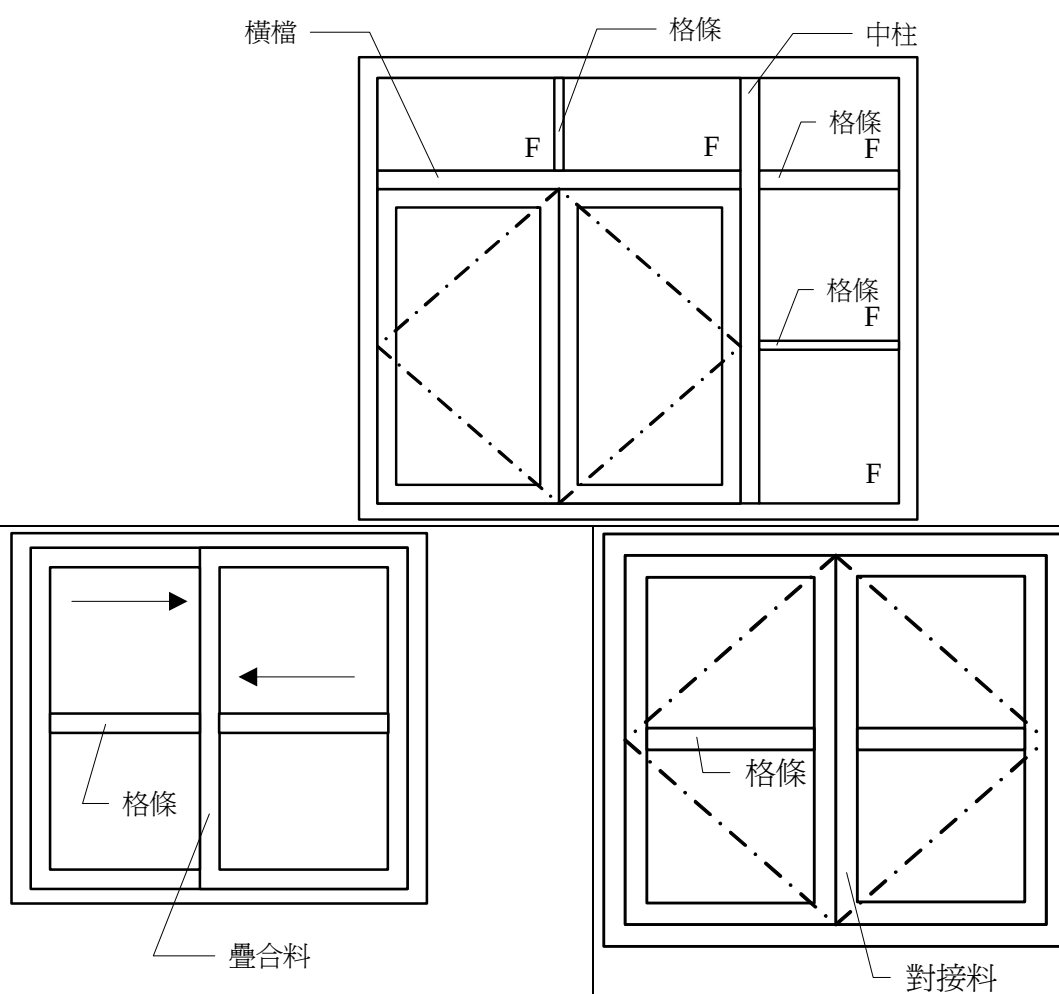
增強鋁窗抗風壓性之應用技術

(1) 需增強抗風壓性之鋁窗部位

說明：

鋁窗於較長的空心中柱、橫檔、疊合料或對接料，需增加強度以抵抗風壓，以免遭受強風侵襲產生變形，導致玻璃碎裂、風雨入侵。

圖片介紹：



■ 資料來源：CNS 3092 (2005) 鋁合金製窗

增強鋁窗抗風壓性之應用技術

(2) 將長料加深加寬

說明：

如為了生產大型鋁窗而開發較厚之鋁擠型料，成本會增加。而如使用原較薄之鋁擠型料，因其為了通過抗風壓試驗，較長之中柱、橫檔、疊合料或對接料會設計成較深較寬，造型較粗壯難看。

圖片介紹：



■ 原鋁窗疊合料較淺（紅圈處），不能通過抗風壓試驗。



■ 在不更改原鋁擠型料厚薄的情形下，將鋁窗疊合料加深（紅圈處），方能通過抗風壓試驗。

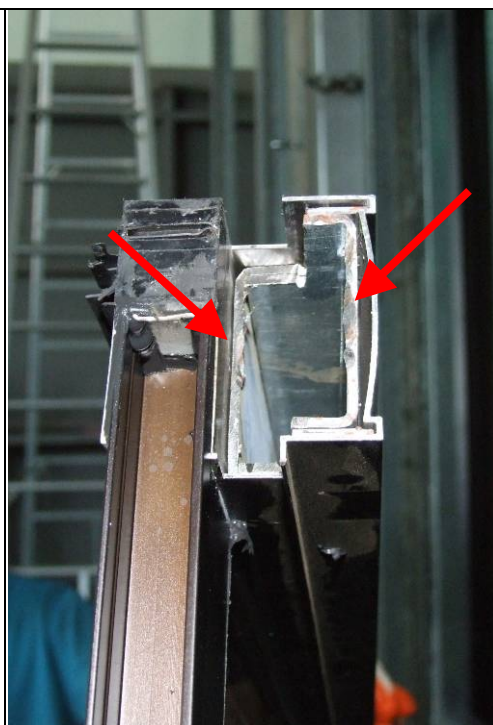
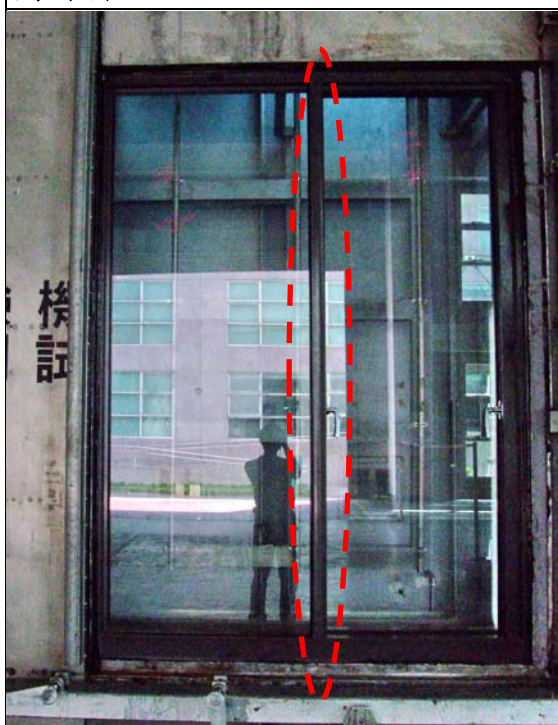
增強鋁窗抗風壓性之應用技術

(3) 於長料內填塞冂型鍍鋅鐵件

說明：

在製造大型景觀窗時，於較長的空心中柱、橫檔、疊合料或對接料內，填塞冂型鍍鋅鐵件，是可增加其強度以抵抗風壓。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。

圖片介紹：



■ 原鋁窗疊合料太長（紅圈處），在不將此長料加深加寬，亦不增加其鋁擠型厚度時，可於內部填塞冂型鍍鋅鐵件。

■ 鋁擠型料內填塞冂型鍍鋅鐵件。

增強鋁窗抗風壓性之應用技術

(4) 增加長料鋁擠型厚度

說明：

較注重商譽的鋁窗製造廠，會在需要抗風壓且較長的料件，於設計時即加厚其鋁擠型厚度。根據其鋁擠型材配比、厚度的不同，調整其進「時效爐」的時間及溫度，強化其強度，以達到其最強的硬度；雖然成本增加，亦為其維護品牌所需做的。

圖片介紹：



- 原鋁窗於設計時即加厚其鋁擠型厚度。
- 資料來源：
<http://yongyingal.big5.made-in-china.com/product/GqaxXTFEIgcF/%E9%93%9D%E5%9E%8B%E6%9D%90.html>

- 根據其鋁擠型材配比、厚度的不同，調整其進「時效爐」的時間及溫度，強化其強度。
- 資料來源：
<http://big5.made-in-china.com/showroom/cxshdl/product-detailDbqJMqQlXrWy/%E6%97%B6%E6%95%88%E7%82%89.html>

以上各章門窗風雨試驗之基礎概念、門窗風雨試驗之應用技術，是提供給來本所做試驗之測試廠商及其業主參考應用。實際上每一件門窗風雨試驗委託測試案件，從開始準備到完成有許多步驟。所以除了事前要先充分溝通、了解應注意事項之外，預備試驗、正式試驗中，本實驗室也願意與試驗者一本至誠做最良好的服務。希能協助業界對鋁窗作開發、檢測之應用，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一同進步。

附錄四 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 -

CNS 91.000.30

中華民國國家標準

CNS

總號

1 1 5 2 4

類號

A 3 2 3 3

門窗性能試驗法通則

Method of test for windows and doors-general rule

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。

2. 性能項目：門窗之基本性能項目，如表 1 所示

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
開閉力	開閉操作所需之力量
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。

3. 試驗之一般條件

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。

(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 $5 \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度 $45 \sim 85\%$ ，氣壓 $860 \sim 1060 \text{ hPa} \{8600 \sim 10600 \text{ kgf/m}^2\}$ 。

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

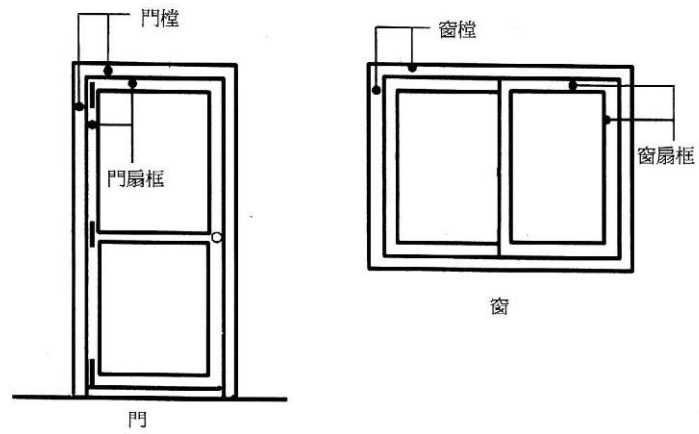
性能項目	試驗項目	測定項目	測定單位
強度	彎曲試驗	撓度	mm
		抗彎強度	MPa{kgf/cm ² }
	面內、面外變形試驗	扇框強度試驗	撓度
		扭曲強度試驗	變位
		垂直載重試驗	變位
抗風壓性	抗風壓性試驗	變位、撓度	mm
耐衝擊性	耐衝擊性試驗	形狀變化	—
氣密性	氣密性試驗	通氣量	m ³ /h · m ²
水密性	水密性試驗	漏水	—
隔音性	隔音性試驗	聲音通過損失	dB
隔熱性	隔熱性試驗	熱阻	m ² ·K/W{m ² ·h·°C/kcal}
防露性	防露性試驗	溫度下降狀況	—
防火性	防火性試驗	變化	—
耐震性	面內變形可容納試驗	解鎖轉矩	J
		開放力	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°C (293 K)，相對濕度 55% ，氣壓 $1013 \text{ hPa} \{10130 \text{ kgf/m}^2\}$ 。

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

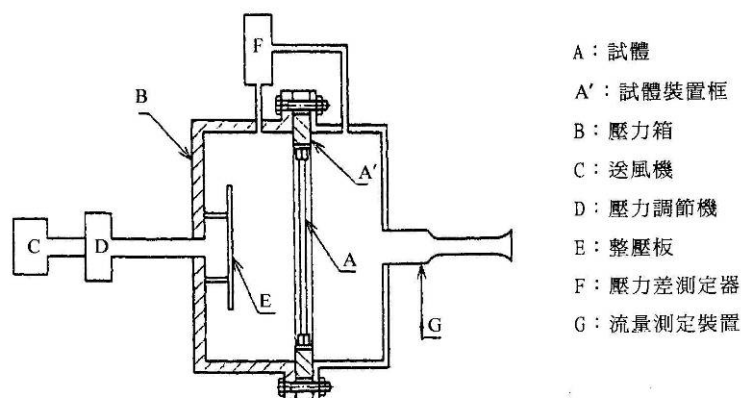
- 1 -

CS 91.060.50			
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
Method of test for air permeability of windows and doorsets			
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。			
2. 用語釋義			
(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。			
(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。			
(3) 通氣量：在壓力差下通過門窗之空氣量。			
(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。			
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。			
(1) 壓力箱：試驗時，能保持一定之內部壓力者。			
(2) 送風機：對試體能施以試驗所必要之壓力者。			
(3) 壓力調節機：能調節壓力箱內所規定之壓力者。			
(4) 壓力差測定器：能測定壓力箱內外之壓力差者。			
(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。			
(共 5 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 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。

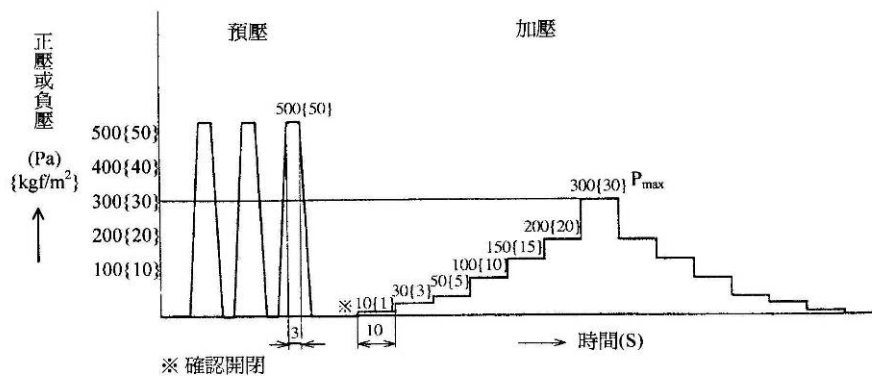
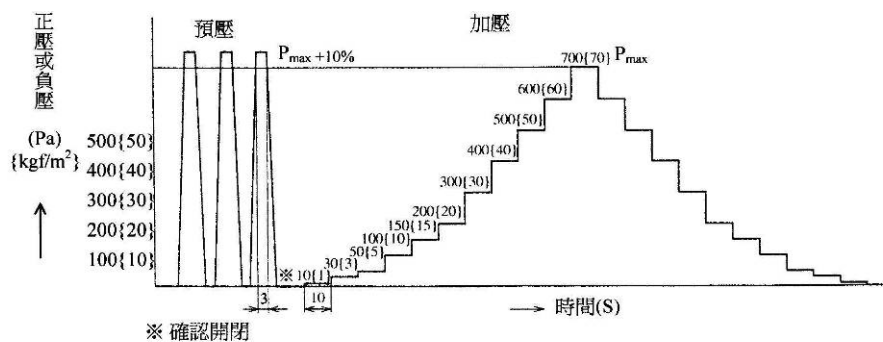
5.3 試驗順序：依圖 2 所示之順序進行試驗。

(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 $\{50\text{kgf/m}^2\}$ 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 $\{1、3、5、10、15、20、30、40、50 \text{ 及 } 60\text{kgf/m}^2\}$ (參照圖 2)， P_{max} 超過 600Pa $\{60\text{kgf/m}^2\}$ 時，以不超過 100Pa $\{10\text{kgf/m}^2\}$ 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 $\{60\text{kgf/m}^2\}$ 以下之例)圖 3 加壓線圖 (P_{max} 超過 600Pa $\{60\text{kgf/m}^2\}$ 之例)

6. 試驗結果之紀錄

6.1 通氣量以門窗面積每 m^2 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 m^2 ，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 m^2 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 ($\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$) Q = 所測定之流量 (m^3/h) A = 通氣面積 (m^2) $P_0 = 1013$ (hPa) $\{10130 \text{ kgf/m}^2\}$

CNS 11527, A 3236

-4-

P_1 = 試驗室之氣壓 (hPa) {10 kgf/m²}

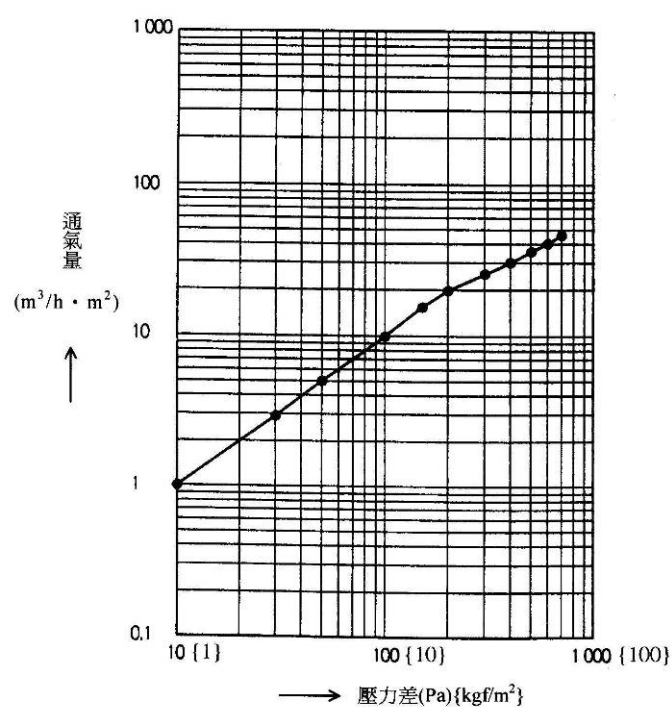
T_0 = 273+20=293 (K) {20℃}

T_1 = 測定空氣溫度 (K) {(k-273)℃}

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

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

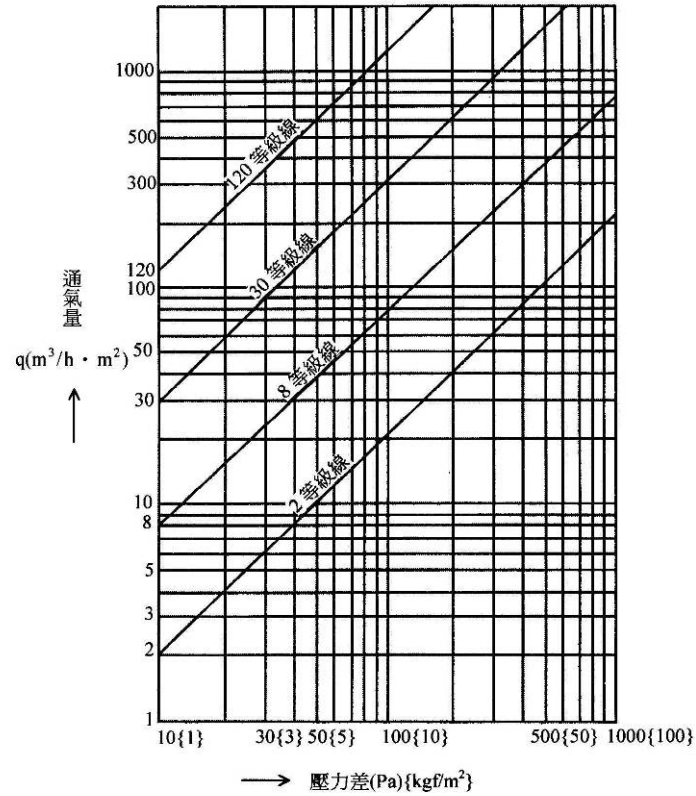
式中， q =通氣量 (m³/h · m²)

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

ΔP = 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

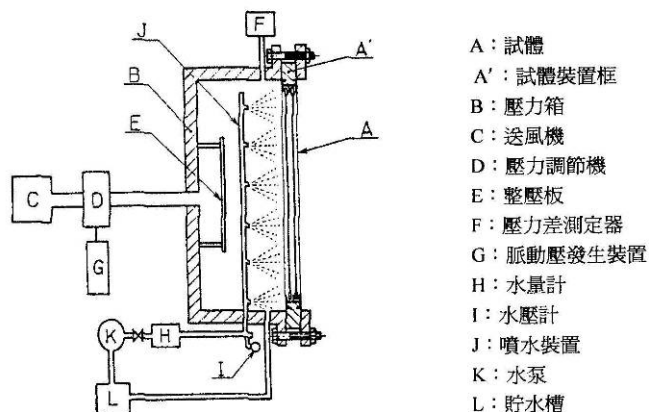
-1-

CNS 91.060.50		— 1 —	
中國國家標準		總號	1 1 5 2 8
CNS		類號	A 3 2 3 7
Method of test for watertightness of windows and doorsets under dynamic pressure			
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。			
2. 用語釋義			
(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。			
(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。			
(3)靜壓：保持為定值而不變動之壓力。			
(4)脈動壓：壓力差以近似正弦波周期變動之壓力。			
(5)上限值：脈動壓之上限壓力值。			
(6)中央值：脈動壓之中央壓力值。			
(7)下限值：脈動壓之下限壓力值。			
(8)噴水量：向試體全面均勻噴水霧時，每 m ² 每分鐘之噴水量。			
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。			
(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。			
(2)送風機：對試體能施以試驗所必要之壓力者。			
(3)壓力調節機：能調節壓力箱內所規定之壓力者。			
(4)壓力差測定器：能測定壓力箱內外之壓力差者。			
(5)脈動壓發生裝置：能產生圖 2 所規定之脈動壓者。			
(6)噴水裝置：能對試體均勻噴水霧所規定之水量者。			
(共 5 頁)			
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)



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

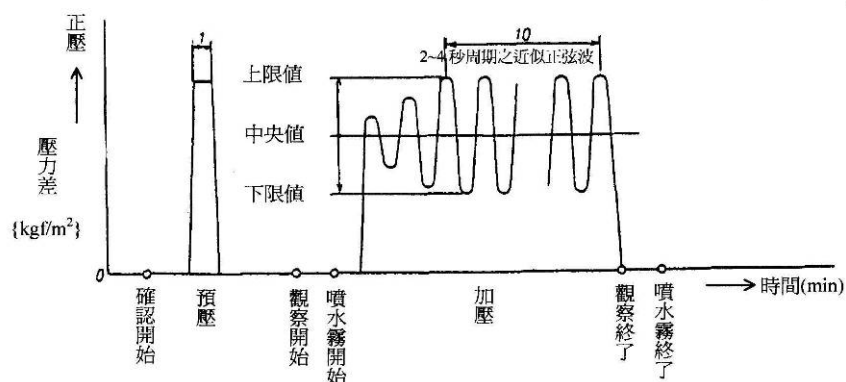


表 1 試驗用壓力差

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。

紀錄用紙(例)

試體名稱	
試體尺度	
壓力差(中央值)	$\text{Pa}\{\text{kgf/m}^2\}$

漏水位置		表示漏水程度符號	
記入於立面圖		△	滲出
		○	冒泡
		☐	流出
		▣	向檯外之流出及向室內側之顯著流出
		⊠	吹出
		⊞	向檯外之吹出
		①	灑水
		②	向檯外之灑水
		●	向檯外之溢水
位置	觀察紀錄		
備考			

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

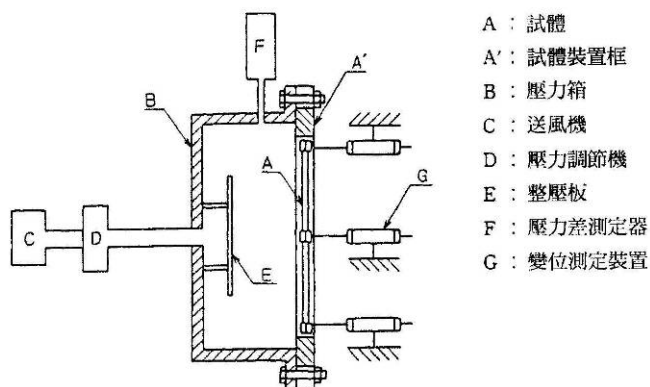
- 1 -

ICS 91.060.50			
中國國家標準		總號	11526
CNS		類號	A3235
門窗抗風壓性試驗法			
Method of test for wind resistance of windows and doors			
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。			
2.用語釋義			
(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。			
(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。			
(3) 殘留變形：除壓後，門窗所留下之變形。			
(4) 面外變位：自原位置之面外移動量，包括門窗移動量在內。			
(5) 面外撓度：在門窗同一部材，面外變位之最大差值。			
(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。			
(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。			
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。			
(1) 壓力箱：試驗時，能保持一定之內部壓力者。			
(2) 送風機：對試體能施以試驗所必要之壓力者。			
(3) 壓力調節機：能調節壓力箱內所規定之壓力者。			
(4) 壓力差測定器：能測定壓力箱內外之壓力差者。			
(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。			
(共 4 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 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)



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，適切地實施成為可加壓之處理。
- 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。變化壓力時間為 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 $P_1(^1)$ ，各階段之保持時間為 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）

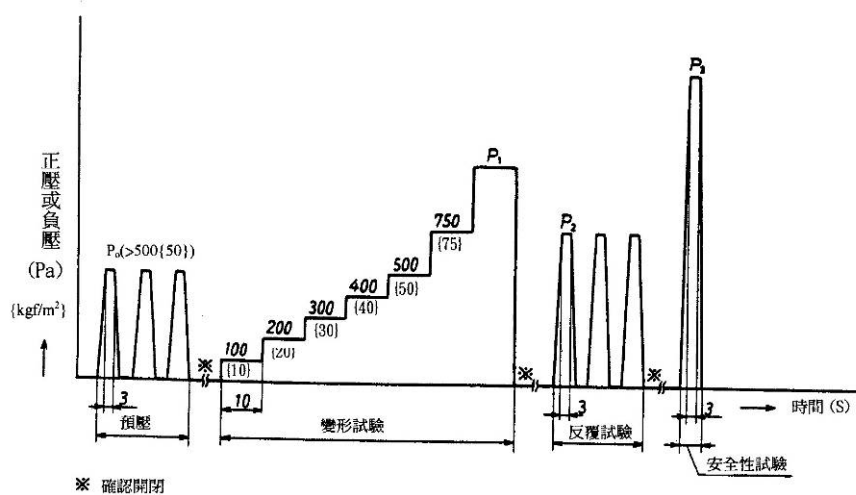
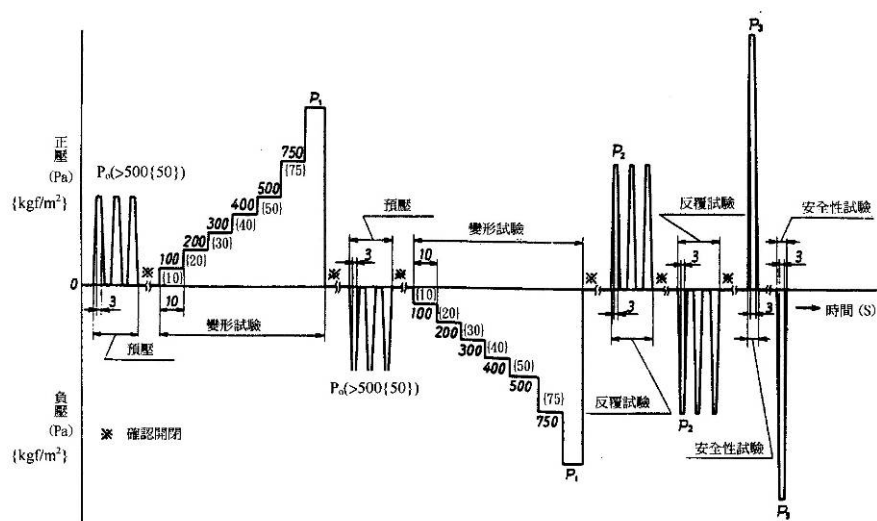


圖 3 加壓順序圖（正壓及負壓）



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. 蔡宜中(2010)《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
2. 蔡宜中(2008)《帷幕牆風雨試驗宣導手冊之研究》，內政部建築研究所
3. 蔡宜中、鄒本駒(2006)《門窗氣密水密抗風壓性能試驗標準作業程序之研究》，內政部建築研究所
4. 池體演、林鑑澄、林孟章(2006)《圖解建築構造與施工實務》，實力圖書出版企業有限公司，台北
5. 內政部建築研究所(2006)《電腦監控系統操作及維修手冊》
6. 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
7. 陳文祈、黃斌、黃清毅(2001)《風雨試驗館實驗設施建置之研究》，內政部建築研究所
8. 吳卓夫、葉基棟(1991)《營造法與施工(下冊)》，茂榮圖書有限公司，台北
9. 中國國家標準 CNS 11524 (2006)〈門窗性能試驗法通則〉，經濟部標準檢驗局
10. 中國國家標準 CNS 11527 (2004)〈門窗氣密性試驗法〉，經濟部標準檢驗局
11. 中國國家標準 CNS 11528 (2004)〈門窗水密性試驗法〉，經濟部標準檢驗局

12. 中國國家標準 CNS 11526 (2003) <門窗抗風壓性試驗法>，經濟部標準檢驗局
13. 中國國家標準 CNS 3092 (2005) <鋁合金製窗>，經濟部標準檢驗局
14. 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
15. 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
16. 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
17. 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檢驗檢疫總局

(二) 外文資料

1. ASTM E283—美國材料試驗學會
2. AAMA 501.1—美國建築鋁板製造協會
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. <http://www.jsma.or.jp/main.html>，社団法人 日本サッシ協会
2. <http://www.cw-fw.or.jp/>，社団法人 カーテンウォール・防火開口部協会
3. <http://www.aamanet.org/>，American Architectural Manufacturers Association

4. <http://www.techstreet.com/info/astm.tmpl> , Techstreet
5. <http://www.astm.org/cgi-bin/SoftCart.exe/index.shtml?E+mystore> ,
ASTM International
6. <http://www.chinabuilding.com.cn/index.asp> , 國家標準設計網 (大陸)
7. http://tw.myblog.yahoo.com/jw!c36g092RGBIk2Qrpauj0ZQlqaQO_/article?mid=748&prev=1169&next=93&l=f&fid=14
8. <http://www.chaoli.com.tw/> , 兆立科技實業股份有限公司
9. <http://www.topsun30.com/html/newsopen34.html>

門窗風雨試驗應用技術研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 8912-7890

地址：新北市新店區北新路3段200號13樓

網址：<http://www.abri.gov.tw/>

編者：蔡宜中

出版年月：100年12月

版次：初版