

帷幕牆風雨試驗宣導手冊之研究



內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 97 年 12 月



097301070000G2015

帷幕牆風雨試驗宣導手冊之研究



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 97 年 12 月



MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

Research on the Promotion Handbook of the Mock-up Test



BY
TSAI YI-CHUNG
Dec , 2008



目次

表次.....	III
圖次	V
摘要.....	VII
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 國內研究文獻回顧	5
第五節 用語定義說明	8
第六節 研究流程	10
第二章 帷幕牆概述.....	11
第一節 前言.....	11
第二節 帷幕牆之分類.....	12
第三節 帷幕牆之優缺點.....	19
第四節 帷幕牆施工安裝作業注意事項	21
第五節 小結.....	25
第三章 帷幕牆風雨試驗概述.....	27
第一節 為何需做帷幕牆風雨試驗.....	27
第二節 帷幕牆風雨試驗原理.....	33
第三節 帷幕牆氣密試驗.....	35
第四節 帷幕牆水密試驗.....	38
第五節 帷幕牆層間變位性能試驗.....	41
第六節 帷幕牆正負風壓結構性能試驗	44
第七節 小結.....	46

第四章 帷幕牆風雨試驗宣導手冊規劃方向分析	47
第一節 帷幕牆風雨試驗廠商、業主與專家學者訪談紀錄	47
第二節 帷幕牆風雨試驗訪談紀錄暨期中期末審查會議檢討分析 ...	52
第三節 帷幕牆風雨試驗宣導手冊規劃方向	55
第四節 小結	57
第五章 結論與建議	59
第一節 結論	59
第二節 建議	60
附錄一 期初審查會議紀錄	61
附錄二 期中審查會議評審意見執行現況	63
附錄三 期末審查會議評審意見執行現況	67
附錄四 帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案）	71
參考書目	129

表次

表 1-4-1 國內帷幕牆相關文獻摘要整理	5
表 3-1-1-1 為何需做帷幕牆風雨試驗	29
表 3-4-2-1 雨水入侵原理與解決對策	39
表 3-5-1 層間變位發生情形	41
表 4-1-1 帷幕牆風雨試驗廠商、業主與專家學者訪談紀錄	47
表 4-2-1 帷幕牆風雨試驗訪談紀錄暨期中審查會議檢討分析	52





圖次

圖 1-6-1 研究流程圖.....	10
圖 2-2-2-1 掛簾型式 (Curtain Wall) 帷幕牆.....	13
圖 2-2-2-2 嵌版型式 (Window Wall) 帷幕牆.....	13
圖 2-2-2-3 包覆型式 (Column / Spandrel Cover) 帷幕牆.....	14
圖 2-2-3-1 立框式帷幕牆.....	15
圖 2-2-3-2 單元板片式帷幕牆.....	16
圖 2-2-3-3 框架板片式 (半單元式) 帷幕牆.....	16
圖 2-2-3-4 單元式帷幕牆.....	17
圖 2-2-3-5 層間窗牆板片式帷幕牆.....	18
圖 3-1-1-1 LED 帷幕牆試體.....	27
圖 3-1-1-2 香港島夜景佈滿五光十色變化的帷幕牆建築.....	27
圖 3-1-1-3 香港島夜景佈滿五光十色變化的帷幕牆建築.....	28
圖 3-1-1-4 上海外灘震旦行大型廣告看板 LED 光電帷幕牆 (右側)	28
圖 3-1-1-5 上海外灘震旦行大型廣告看板 LED 光電帷幕牆 (白天)	28
圖 3-1-1-6 上海外灘震旦行大型廣告看板 LED 光電帷幕牆 (夜間)	28
圖 3-3-1 帷幕牆氣密性能 (含固定部及開窗部)	35
圖 3-4-2-1 噴水系統.....	40
圖 3-4-2-2 造風設備.....	40
圖 3-5-1 左右層間變位設備.....	42
圖 3-5-2 上下層間變位設備.....	42
圖 3-6-1 鼓風機組.....	44
圖 3-6-2 位移計.....	44



摘 要

關鍵詞：帷幕牆、風雨試驗、宣導手冊

一、研究緣起

由於營建工法與建材不斷創新，當歐美的帷幕牆建築物被引進之際，其新穎、高聳入天際的設計備受國人讚賞；所以近幾年國內建築朝向現代化、高層化發展已為當今趨勢，現今的世界重要地標——台北 101 大樓就是我國建築業不遑多讓的例子。

也因此各類型的預製帷幕牆工程應用於高層、超高層建築在台灣各大城市已經極為普遍。但是國內有梅雨期與颱風季節，經常遭逢風大雨大情況；台灣又處於地震帶，應該如何做好建築物帷幕牆風雨試驗，以保障其安裝後之可靠性、安全性非常重要。

就因為台灣地處颱風、地震經常發生地帶，當這些高層、超高層帷幕牆建築若在設計、施工及建築監督不注意的情況下，施作前又沒做帷幕牆風雨試驗，強風、強震的力量就可能造成帷幕牆建築物外牆框架結構受擠壓產生變形、扭曲或移位，可能使得玻璃、石材板碎裂由高空落下而傷及無辜。若有此現象，未必只是天災所致，屆時再慨嘆未能於事前做帷幕牆風雨試驗，恐怕為時已晚。

並且當外牆承受強大風壓時，亦可能造成帷幕牆及其門窗損害，而導致風雨入侵損及室內空間產生漏水情況。此外，由於預製帷幕牆一般較輕薄，若未審慎安裝，水密性不足也會滲漏水，氣密性不足會增加空調、噪音的負荷，降低室內居住品質及舒適性，結構強度不足更會影響居室使用安全。

因此在建造帷幕牆建築之前，如何做好帷幕牆風雨試驗，保障帷幕牆安裝後之可靠性、安全性，的確是值得全體國人共同重視的。

而鑒於國內目前可做帷幕牆風雨試驗的實驗室不多，相關資訊不普遍，致使營建業主、建築師、營造業者不知可在國內做帷幕牆風雨試驗。猶有甚者，甚至連專業的帷幕牆業者，當其被業主或業主顧問要求做帷幕牆風雨試

驗時，尚不知道要做哪些項目，該注意哪些事項。

故本研究主要為加強帷幕牆風雨試驗宣導，研擬帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案），讓上開人士重視帷幕牆風雨試驗檢測之重要性，供其參酌運用。

二、研究方法及過程

為推動國人對帷幕牆風雨試驗的認知與參與，以營造有利且優質的生活環境，本計畫除文獻資料蒐集外，擬綜合整理訪談國內相關廠商、業主並與專家學者彙整資料，加以分析評估篩選，以此擬定實際確切的帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案），其詳細方法如下：

- (1) 帷幕牆相關文獻資料蒐集彙整，相關帷幕牆廠商、業主及專家學者意見綜整，綜合分析檢討帷幕牆風雨試驗相關重要性後編排成深入淺出之帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案）。
- (2) 召開簡報會議尋求共識，由相關學者專家提供建言，修正本計畫及帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案）內容，以求更能有效提供相關人士參酌運用，達成推廣宣導之目的。

三、重要發現

本研究綜合與多位帷幕牆廠商、業主與專家學者做訪談研究，並召開審查會議，聆聽專家學者對本宣導手冊（草案）之建言，針對本帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案）規劃方向分析，可得到下述重要發現：

- (1) 將宣導對象先聚焦於帷幕牆相關業界，讓業界重視帷幕牆風雨試驗，以提升業界產品競爭力。
- (2) 將此宣導手冊（草案）之目標定位為宣導本所之帷幕牆風雨試驗，方能讓本國家級實驗室，負起讓帷幕牆風雨試驗根留台灣的重責大任。
- (3) 加強火力對帷幕牆相關業界做帷幕牆風雨試驗益處的宣導，以使其認識帷幕牆風雨試驗的重要性。
- (4) 加強說明於國內做帷幕牆風雨試驗之優點，並將本宣導手冊（草案）分為「基礎概念篇」與「試驗檢測篇」。「基礎概念篇」可讓相關業界對帷幕牆風雨試驗能有基本認識；而「試驗檢測篇」則提供給即將

來本實驗室做試驗的業者，有更深入確切的瞭解，以方便進場測試。

四、主要建議事項

(1) 立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

可由本實驗室舉辦帷幕牆風雨試驗全省巡迴講習，辦理說明會，並搭配本帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案）做介紹，使民間業界普遍知道帷幕牆風雨試驗之流程、重要性及試驗地點。

(2) 中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

為了能達到帷幕牆風雨試驗推廣之目的，必須由本國家級實驗室來領銜策動，才能達到擴大參與目的。但因目前本實驗室之帷幕牆風雨試驗測試艙只有一個，時程較難排定；若遇到前一個測試案無法如期結案，就可能會影響到下個測試案的進行。故若能就現有空間在經費允許下增設測試艙，對國內帷幕牆風雨試驗推動將會有更良好的助益。



ABSTRACT

Keyword: curtain walls, mock-up test, promotion handbook

1. Forward

Because the building construction ways change and building materials are innovating constantly. When the curtain wall buildings of America and Europe have being introduced to Taiwan, it is new. As the towering design which enter the horizon is appreciated by our compatriots. So high-rise buildings development has already been to the current trend in recent years. Now the most important and modernized land mark of world is Taipei 101 building of our country. That is a very good example.

The prefabrication curtain wall project of all kinds are applied to the high-rise buildings and skyscrapers are extremely general in every big cities of Taiwan too. But in our country, there are plum rain and typhoon seasons. During this time we often meet with the heavy rain and wind together. Besides, Taiwan is in the earthquake zone, how to do a good job of the mock-up test is very seriously. In order to keep the dependability and security of the curtain wall buildings, the mock-up test is also important.

Taiwan is located in the typhoon and earthquake area. To these curtain walls of high-rise buildings and skyscrapers, if we are careless to supervise in design and operation of the buildings, we have'nt to do the mock-up test in advance. The strength of strong wind and heavy earthquake may cause the frame structure of the curtain wall buildings deformed, twist or shift. Even may make glass, stone boards cracked to drop and injure the innocent people from high place. If these phenomenons happen, they may not be only due to the natural disasters. Until the time comes, we sigh with regret for not to do the mock-up test before, I'm afraid that is too late.

And when the curtain walls meet the strong wind pressure, it will let the

curtain walls and the windows to be damaged. Then as the wind and rain invade indoors, that will make the leaking situations. In addition, because of the prefabricate curtain walls are generally relatively light and thin. As they are not scrupulous to be installed, it will make the water-tightness not enough. Then the leaking situations of curtain walls also will happen. And when the air-tightness is insufficient, it will increase the load of air conditioner and much more noise. All these problems will reduce the quality and comfortableness of living. And if the structural intensity is insufficient, it will influence the security of living.

So before we build the curtain wall buildings, we must consider how to do the mock-up test well. To ensure the dependability or security of the installed curtain walls, it is really worthful to all compatriots paying attention to the mock-up test.

Seeing there are few laboratories that can do the mock-up test in our contry. In our country the relevant informations is not so popular at present. That is the reason why building owners, architects and construction businessmen wonder where can do the mock-up test of the curtain walls in Taiwan now. Even some of the professional curtain walls businessmen still do not know what projects and the mock-up test main items should be done, as they are demanded to do the mock-up test by the the building owners or their advisors.

So these are our main research purpose. For emphasizing the mock-up test promotion, we draft a promotion handbook(a rough draft)of the mock-up test. We hope to offer this promotion handbook to the professional curtain wall businessmen for considering and using.

2. Investigation Method and Procedures

To promote compatriots to participate the mock-up test, in order to creat the best and high-quality living environment for our people. Our research except plan to collecting documents and also to interview relevant curtain wall manufacturers and building owners of our country. After then we synthetically analyze and

estimate these materials to shift the documents for drafting a practical promotion handbook (a rough draft) of the mock-up test. Its detail method is as follows:

(1) To collect and gather together wholly the curtain walls relevant documents and materials, also to interview and arrange the opinions of the curtain walls manufacturers, building owners, relevant experts and scholars. After then we review and analyze the relevant important points of the mock-up test. To arrange and explain a profound in simple language of promotion handbook of the mock-up test (a rough draft) .

(2) Hold the brief report meetings and seek the common understanding and the suggestions are offered by relevant scholars and experts. For revising our research plan and the content of the promotion handbook (a rough draft) . Searching for the more information effectively to the relevant people to consider and actual using, reaching to promote the purpose of popularizing.

3. Major Findings

This research synthesizes and interview much people of curtain walls manufacturers, building owners, relevant experts and scholars. And hold the meetings of examining to listen to the suggestions about the promotion handbook (a rough draft) . They all aim at the mock-up test to plan the direction, we get the following important findings:

(1) First promote the target to focus on the relevant industries of the curtain walls. It will let the curtain wall industries to pay more attention to the mock-up test and to improve the competition of the curtain walls industries products.

(2) We declare this promotion handbook (a rough draft) purpose fixed position to popularize the mock-up test in our laboratory. It can let our national-level laboratory response to leave the mock-up test skills in our country.

(3) To add the power propagating benefits to the relevant curtain walls industries to do the mock-up test, then they will understand the importance of the

mock-up test .

(4) Emphasize explaining the excellence of doing the mock-up test in our contry. And divide the promotion handbook (a rough draft) into two parts: “the basic concept pages” and “test measuring pages”.

The basic concept pages can let the relevant industries have the basic understanding, and the test measuring pages will offer the people who decide to do the mock-up test in our laboratory. We will let them have more deeper and preciser understanding to do the test easier.

4. Suggestions

(1) Short-Term Suggestions:

Our laboratory can hold the whole province short-term speech and training of the mock-up test, and can handle the illustration meetings with the promotion 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:

For achieving the purpose of popularizing the mock-up test, it must be led and helped by the national-level laboratory. It will achieve the goal of participating and expanding of the relevant curtain wall industries to do the mock-up test. But because there is only one test chamber in our laboratory at present. When we want to fix the time course, it's more difficult now. If the funds are allowed, we wish to increase another test chamber to do more research of the mock-up test. We think it will have better benefits to promote the domestic mock-up test.

第一章 緒 論

第一節 研究緣起與背景

建築之目的在於提供人類一個遮風蔽雨且舒適、安全的空間，因此從古至今人類所有建築活動主要皆為滿足此重要之需求。當今國內經濟已大幅成長，國人對建築物的要求水準就更多元化，無論對建築功能、造型、結構、材料，已不似過去，只要達到簡單建築的要求就可以滿足。

今日臺灣中高層建築如雨後春筍般產出，在朝向現代化建築之際，外牆採用輕量化之帷幕牆成為必然的趨勢。然而採用預製帷幕外牆，有它的優點與缺點。優點如：業者可加速工程進度、建築物能表現其現代化設計特色、標榜自動化與工業化等功能；因此，使預製帷幕外牆成為當今設計之主流。

論其缺點如下：即可能一旦遭逢風雨或地震，因施工之前未做帷幕牆風雨試驗，須面臨其後續的保固維修問題——例如滲漏水或損壞等將相當難解決。

何況現今各類型預製帷幕牆工程應用於高層、超高層建築已極為普遍，然而公共安全更是全民要關心的議題，絕對不容忽視。

就因為台灣地處颱風、地震經常發生地帶，當這些高層、超高層建築若在設計、施工及建築監督不注意的情況下，施作前又沒做帷幕牆風雨試驗，強風、強震的力量就可能造成帷幕牆建築物外牆框架結構受擠壓產生變形、扭曲或移位，可能使得玻璃、石材板碎裂由高空落下，而傷及無辜。若有此現象，未必是天災所致，屆時再慨嘆未能於事前做帷幕牆風雨試驗，恐怕為時已晚。

並且當外牆承受強大風壓時，可能造成帷幕牆及其門窗損害，導致風雨入侵損及室內空間。此外，由於預製帷幕牆一般較輕薄，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、噪音負荷，降低室內居住品質，結構強度不足也會影響居室安全。因此如何做好建物帷幕牆風雨試驗，來保障其安裝後之可靠性、安全性至為重要。

雖然歷年在強烈颱風或地震侵襲中，因帷幕外牆破損，造成的災害案例尚無確切之統計數字，但此乃與國人生命攸關的大事，不可不慎。如能防範於未然，建造高層、超高層帷幕牆建築之前，事前做好帷幕牆風雨試驗勢在必行。



第二節 研究目的

由於預製帷幕牆是以簡單的框架、玻璃、金屬板、隔音隔熱材及耐燃防火板等於工廠預製後，再運至工地組裝完成。各單元間的組合會有很多接縫，故單元接合及其錨定於結構體上是否牢靠，皆攸關其整體安全性能。

況且一般會用到帷幕牆施工之單元數量均非常龐大，其構件及構法從設計、製造與安裝施工等各階段均須嚴密管控。由於帷幕牆風雨試驗對其安裝後之可靠性、安全性非常重要，鑒於國內目前可做帷幕牆風雨試驗的實驗室不多，相關資訊不普遍，致使營建業主、建築師、營造業者不知可在國內做帷幕牆風雨試驗。猶有甚者，甚至連專業的帷幕牆業者，當其被業主或業主顧問要求做帷幕牆風雨試驗時，尚不知道要做哪些項目，該注意哪些事項。

故本研究目的主要為加強帷幕牆風雨試驗宣導，研擬帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案），讓上開人士重視帷幕牆風雨試驗檢測之重要性，供其參酌運用。

第三節 研究內容與方法

為推動國人對帷幕牆風雨試驗的認知與參與，以營造有利且優質的生活環境，本計畫除文獻資料蒐集外，擬綜合整理訪談國內相關廠商、業主並與專家學者彙整資料，加以分析評估篩選，以此擬定實際確切的帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案），其詳細方法如下：

1. 帷幕牆相關文獻資料蒐集彙整，相關帷幕牆廠商、業主及專家學者意見綜整，綜合分析檢討帷幕牆風雨試驗相關重要性後編排成深入淺出之帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案）。
2. 召開簡報會議尋求共識，由相關學者專家提供建言，修正本計畫及帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案）內容，以求更能有效提供相關人士參酌運用之，達成推廣宣導之目的。

第四節 國內研究文獻回顧

回顧國內近年來對帷幕牆風雨試驗之相關研究，篇幅不多，其關注焦點多集中於探討帷幕牆設計、製造、施工安裝作業及其工程參考規範等。即使有述及帷幕牆風雨試驗亦是零星穿插於其間，而未能有全面與深入之研究探討。這些國內文獻在公部門主要由內政部建築研究所主導，在私部門則散見於中華民國帷幕牆技術發展協會會刊或零星報章報導等。以下則介紹一些與本研究有關之文獻資料：

表 1-4-1 國內帷幕牆相關文獻摘要整理

書名	1997帷幕牆技術發展特別研討會	建築物預製金屬帷幕牆施工安裝作業手冊	帷幕牆工程參考規範與解說(草案)	金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂	金屬帷幕牆製造作業技術手冊之編訂
1. 作者	黃清毅等人	劉慶男、黃清毅、徐金水	陳慶銘等人	黃清毅、徐金水、陳文樹	葉祥海、黃清毅
2. 年份	1997	2002	2003	2003	2004
3. 出處	經濟部工業局	內政部建築研究所	內政部建築研究所	內政部建築研究所	內政部建築研究所
4. 動機	在國內帷幕牆工程開始增多之際，介紹相關資訊如帷幕牆與AAMA之歷史淵源、帷幕牆檢測與測試方法之研究、相關規範蒐集、設計重要考慮因素決定等。	台灣多地震、颱風，帷幕牆施工安裝，稍有失誤極可能發生重大損害。考量現今國內帷幕牆施工安裝，尚無有關之作業手冊供參，故研擬此手冊有其必要。	現行建築技術規則僅在建築設計施工編第一章之用語定義有涉及帷幕牆之規定，在實務上顯有不足，有檢討改進充實之必要。	長期以來國內欠缺帷幕牆設計規範，而近年來高層建築物的興建，引進不少國外帷幕牆施工技術，尤以歐、美的技術居多。擬蒐集各種設計數據及作業程序，以供業者參考。	外牆預製帷幕牆之設計、製造、施工、安裝各步驟均需掌握，才能達成建物规范要求。本著工程一貫性，對於工廠製造技術品質頗重要，故需製造之作業程序及其相關作業標準，方能生產符合規範之帷幕牆製品。
5. 方法	舉辦研討會	文獻蒐集、調	就研訂完成之規	文獻蒐集、調查現行金	文獻蒐集、調查現

帷幕牆風雨試驗宣導手冊之研究

書名	1997帷幕牆技術發展特別研討會	建築物預製金屬帷幕牆施工安裝作業手冊	帷幕牆工程參考規範與解說(草案)	金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂	金屬帷幕牆製造作業技術手冊之編訂
	介紹。	查、彙整研擬，研提帷幕牆施工安裝作業手冊。	範草案，召集相關學者專家組成專案小組，舉行多次審查會議。	屬帷幕牆設計系統、使用材料及其相關規範。檢討現存問題及解決方法，並編製金屬帷幕牆設計技術手冊。	行金屬帷幕牆設計系統、使用之材料、相關製造作業及國內外製造施工規範以編制金屬帷幕牆製造作業技術手冊。
6. 結論	無	1. 預製帷幕牆之設計、製造、施工安裝一貫作業，其間環環相扣，各步驟均要妥善掌握，方能達到建物之品質及工期要求。	1. 建築技術規則為全國性、強制性之中央法規，增修需循法制作業程序，耗事費時；因此輔以詳細之技術規範，指導工程設計施工方為可行之道。	1. 本手冊係彙整國內外相關規範編訂，主要內容：(1)帷幕牆概論：包括定義、分類、構成元素等；(2)性能標準：包括耐風壓、水密、氣密、層間變位、防火、隔熱及隔音；(3)性能設計：對各項性能標準，提供設計方法；(4)帷幕牆風雨試驗；(5)規範實例解說；(6)材料應用如各類金屬、玻璃、隔熱、填縫材及塗裝材等。	1. 本手冊可為金屬帷幕牆從業人員參考之製造作業技術手冊，可掌握各製造作業步驟要領，確保建築工程品質要求。
7. 建議	無	1. 此標準作業程序之作業手冊，能使從業人員有所依循，但需按部就班精確	1. 本規範適用於帷幕牆建築工程設計施工參考，但如為規模較大或工程性質特殊複雜	1. 因國內外相關帷幕牆技術實用教科書匱乏，許多材料之應用工法源於各材料廠商。故僅將各類材質特性做介紹，其實	無

書名	1997帷幕牆技術發展特別研討會	建築物預製金屬帷幕牆施工安裝作業手冊	帷幕牆工程參考規範與解說（草案）	金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂	金屬帷幕牆製造作業技術手冊之編訂
		進行施工安裝作業，方可提升帷幕牆建築品質及安全要求。	者，則必須佐以詳細之次規範方符所需。	用性乃由業者自行評估判斷。	

資料來源：本研究整理



第五節 用語定義說明¹

本文有關帷幕牆風雨試驗用語，主要用語定義如下：

1. 帷幕牆 (Curtain Wall)²：構架構造建築物之外牆，除承載本身重量及其所受之地震、風力外，不再承載或傳導其他載重之牆壁。
2. 氣密性：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。
3. 水密性能：指在規定注水量及氣壓下，室內側之漏水情形。
4. 抗風壓性能：帷幕外牆整體構造系統抵抗風壓力之安全性能。
5. 層間變位：因地震力或風壓力等對建築構造物之上下相鄰兩層間所產生的相對變位。
6. 層間變位吸收性能：帷幕牆構造及其周邊鐵件能夠順應地震或風壓力所造成之層間變位的能力。
7. 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；且在整體建築結構受風或地震力導致變形時，此材質不致損壞。
8. 層間窗牆 (Spandrel Window)：外牆上層開口部和下層開口部間之部分。
9. 相對變位：以某構材為基準，其他構材對基準構材之變位。
10. 安裝鐵件：帷幕牆安裝用鐵件；結構體鐵件、構材鐵件、連結扣件、調整鐵件等的總稱。
11. 結構體鐵件：預先裝設於結構體的安裝用金屬件。
12. 1次填縫(材)：施加於建物外側的填縫(材)。

¹資料來源：黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》，內政部建築研究所，台北

²資料來源：內政部營建署(2007)《建築技術規則》建築設計施工編第一章第一條第一項第二十六款。

13. 2次填縫(材)：補助1次填縫，用於帷幕牆構材之建築物內側填縫(材)。
14. 減壓空間：為預防帷幕牆各構材接縫處因氣壓差，導致雨水侵入建築物內部而設的空間。
15. 襯墊：保護帷幕牆的構材及接縫部分的防水填縫，它是一種具橡膠彈性的成型材料，有嵌鑲玻璃襯墊、成型襯墊及填縫用襯墊等。
16. 壓條：為固定玻璃或嵌鑲板於窗框而使用於周遭之金屬、木製細條或繩索狀的彈性成型填縫材等。



第六節 研究流程

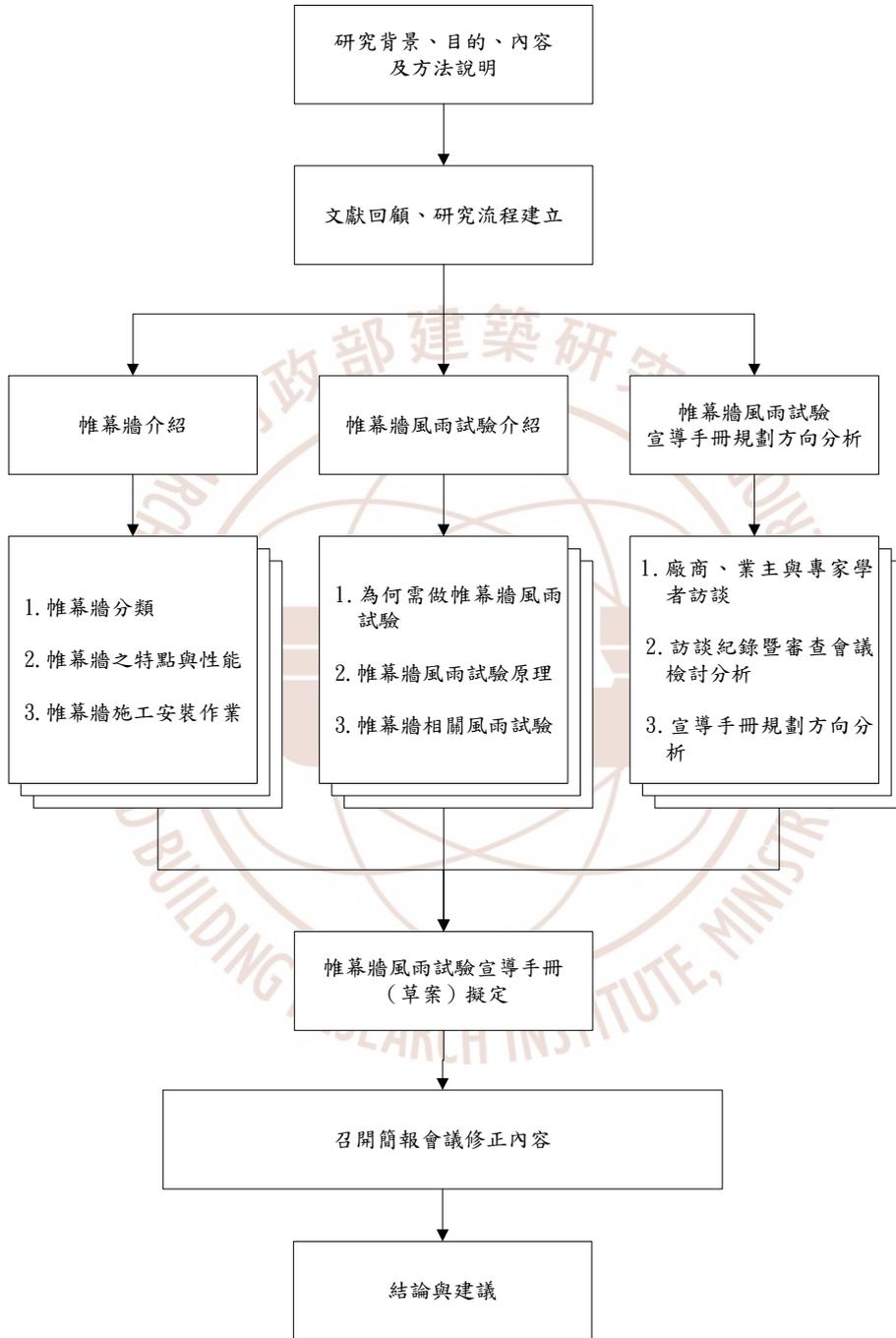


圖 1-6-1 研究流程圖

資料來源：本研究整理

第二章 帷幕牆概述

第一節 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，可看到高層建築大量採用輕量化帷幕牆。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。如今，舉凡辦公大樓、百貨商場、公有建築物、工業廠辦甚或高層集合住宅等，各式帷幕外牆其應用相當普及。在台灣，目前「台北 101 大樓」為世界較高的建築物，但此時在世界各地也計畫或正興建更高之建築物，凸顯人類向高處發展的願望與夢想。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」發展，預製帷幕牆已成為高層建築外牆最主要之模式。

而根據建築技術規則建築設計施工篇，第一章用語定義第一條第一項第二十六款之帷幕牆定義：構架構造建築物之外牆，除承載本身重量及其所受之地震、風力外，不再承載或傳導其他載重之牆壁。其意義表帷幕牆為工廠生產為主之預製外牆單元，其於現場安裝支撐於主結構體上，但不承受或傳導主結構體載重，僅承受本身之重量、風力與地震力。帷幕牆之個別材料性能是依帷幕牆構件使用之材料特性而異，如金屬材料、玻璃、石材、預鑄混凝土材料、填縫材與防火材等。故雖然帷幕牆僅承載本身重量及其所受之地震、風力，但也有一些國家標準針對整體系統性能進行測試，以達其未來安裝後之安全與舒適的要求。

第二節 帷幕牆之分類

帷幕牆之分類可分為很多種，一般可分為依構材分類、依裝置方式分類、依構法型式分類等。

壹、依構材分類³

可分為金屬帷幕牆、預鑄混凝土帷幕牆、玻璃帷幕牆、石材帷幕牆及複合帷幕牆等。

1. 金屬帷幕牆：主要構成材料為鋁板、不銹鋼板等金屬，鋁板其處理型式可為外層烤漆或陽極處理。
2. 預鑄混凝土帷幕牆：主要構成材料為鋼筋混凝土，外鑲面材如鑲磁磚、鑲花崗石、噴磁磚等。
3. 玻璃帷幕牆：由鋁擠型等直橫料組合，內鑲嵌玻璃。
4. 石材帷幕牆：內為不同材質如塑合板等，外牆吊掛石材如花崗石。
5. 複合帷幕牆：由兩者以上並用的形式。

貳、依裝置方式分類⁴

可分為掛簾型式、嵌板型式、包覆型式等。

1. 掛簾型式 (Curtain Wall)：由樓版或橫梁外側裝置之方式。

³資料來源：黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》，內政部建築研究所，台北；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

⁴資料來源：黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》，內政部建築研究所，台北

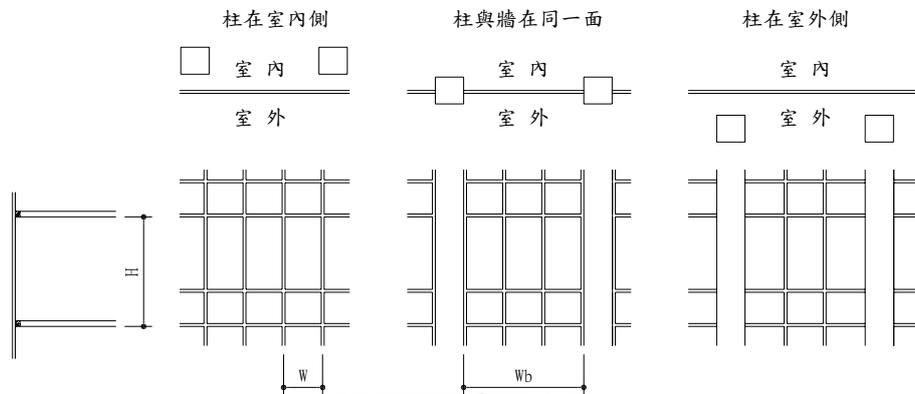


圖 2-2-2-1 掛簾型式 (Curtain Wall) 帷幕牆

資料來源：黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》，內政部建築研究所，台北

2. 嵌板型式 (Window Wall)：由樓版到樓版之間亦或橫梁到橫梁之間，嵌上之方式。

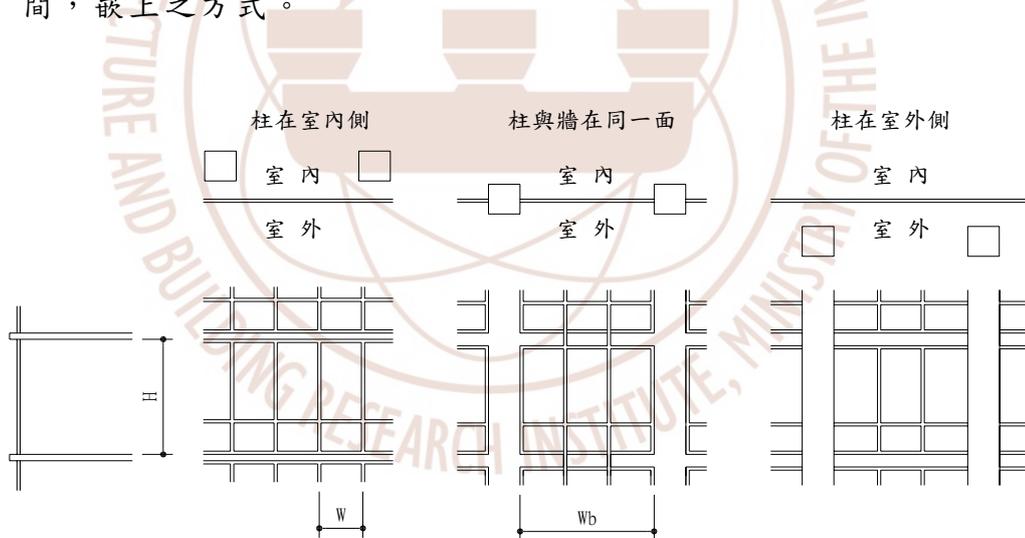


圖 2-2-2-2 嵌板型式 (Window Wall) 帷幕牆

資料來源：黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》，內政部建築研究所，台北

3. 包覆型式 (Column / Spandrel Cover)：結構體或牆壁的表面，分別

包覆層間窗牆、柱體、窗框等形成帷幕牆的方式。

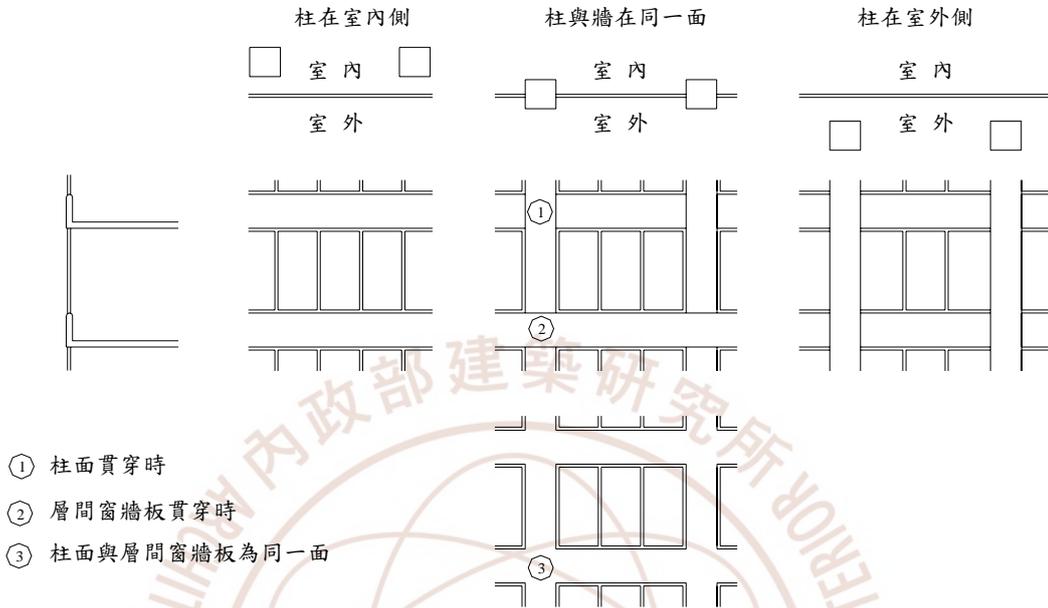


圖 2-2-2-3 包覆型式 (Column / Spandrel Cover) 帷幕牆

資料來源：黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》，內政部建築研究所，台北

參、依構法型式分類⁵

關於掛簾型式或嵌板型式之帷幕牆，依構法型式又可分為以下兩類：

1. 立框式：在樓版至樓版間用直橫料架成立框，再裝上窗框與層間窗牆等材料的方式。

⁵資料來源：黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》，內政部建築研究所，台北

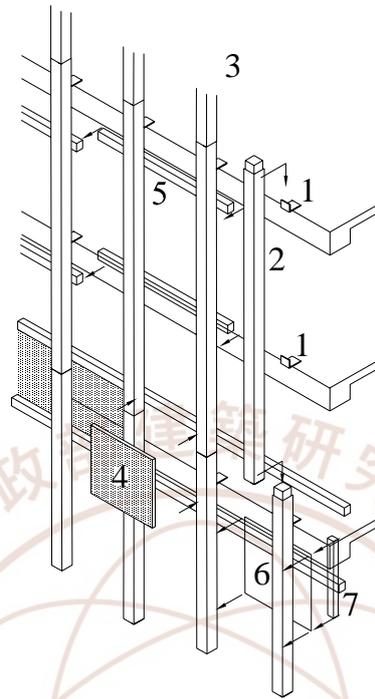


圖 2-2-3-1 立框式帷幕牆

資料來源：黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》，
內政部建築研究所，台北

2. 板片式：

- (1) 單元板片式：經模子鑄造或組合成形的單元式板片安裝在上下兩層樓版上之方式。

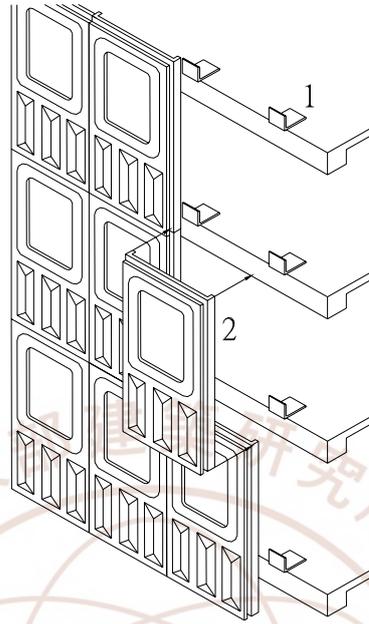


圖 2-2-3-2 單元板片式帷幕牆

資料來源：黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》，內政部建築研究所，台北

(2) 框架板片式(半單元式)：在分割立框等框材上，裝設層間窗牆、板片、窗框等組成之合成板於上下兩層樓版間之方式。

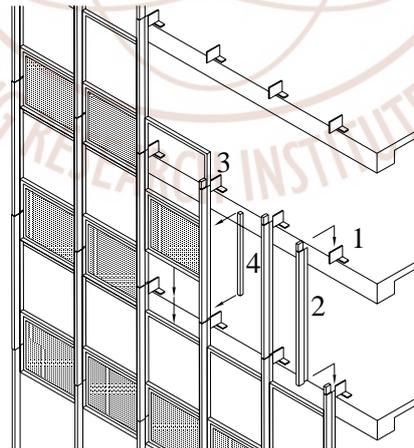


圖 2-2-3-3 框架板片式(半單元式)帷幕牆

資料來源：黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》，內政部建築研究所，台北

- (3) 單元式：於工廠預組成一層樓高之單元板片，運至工地，現場單元間之直橫料以公母楔合的方式相接合。

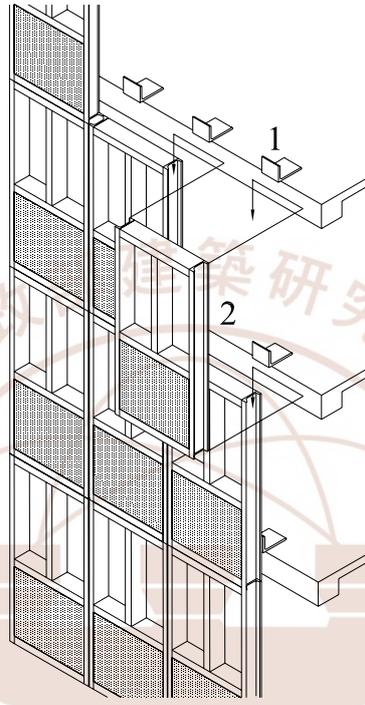


圖 2-2-3-4 單元式帷幕牆

資料來源：黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》，內政部建築研究所，台北

- (4) 層間窗牆板片式：在樓版、梁等構造體裝置層間窗牆，再裝設窗框等構成材料於其間之設置方式。

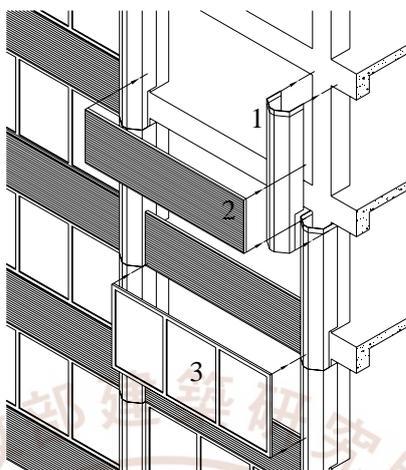


圖 2-2-3-5 層間窗牆板片式帷幕牆

資料來源：黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》，
內政部建築研究所，台北

第三節 帷幕牆之優缺點

就如各種材料工法一樣，每種材料工法都有其優缺點，而其為優缺點也因立場角度的不同而異。如有人認為施工快工期短，可提早營運回收成本是其優點；有些人則認為只要價錢便宜即可，施工快慢無所謂，則單價便宜才是所謂的優點。故綜合一般業界的看法，茲將帷幕牆之優缺點整理如下：

壹、帷幕牆之優點⁶

1. 重量輕，節省基礎結構負擔：如鋁合金之帷幕牆重量約為 30~50 kgf/m²，為 RC 牆工法之 1/8~1/4 倍，可減小構材斷面，節省基礎結構及建築體之重量與工程費用，其材料輕搬運方便，減少運輸成本。
2. 工業化製造快速，品質均一：由於帷幕牆構材均在工廠集中大量生產，檢查、測試後而發送，故品質均勻，尺寸精確度高，施工誤差小。不似現場澆置之 RC 牆易受天候、施工技術、勞力品質及混凝土調配比例等影響。而其以設立生產線之製造方式，作業員易上手，提高生產速度及品質，運至現場吊掛，減少現場作業時間，可充分掌握工程進度。
3. 施工快，縮短工期，提早營運回收成本：當建物基礎結構動工時，工廠亦同時生產製造帷幕牆，當結構體施工至三、四樓，便可開始吊裝帷幕牆。此時結構體仍繼續往上加高，結構體與外牆工程雙線進行，施工快，縮短工期，可靈活調度施工人員，減少資金負擔，並因提早完工營運回收成本。
4. 不受天候影響，施工簡便：由於其以乾式構造施工，不受天後影響；且其由內往外安裝之特性，安全性高，可減少鷹架等支撐費用，及人員高空墜落傷亡之危險性。且因外牆生產過程均依單元結構在工廠內大量生產製造，既省時亦不受天後影響。

⁶資料來源：黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》，內政部建築研究所，台北；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. 造型自由富變化外觀：由於其可輕易搭配金屬材料、玻璃、石材、預鑄混凝土材料等，靈活度佳，深受講究氣派和亮麗外觀人士所喜好。
6. 耐震性佳：就耐震性觀點，愈重之建築物其所受之地震力越大，而帷幕牆之重量較一般 RC 牆輕很多，故可節省基礎工程費，帷幕牆更有利於在地震帶上之使用。且其可隨結構體作彈性位移，不生龜裂現象。
7. 各項性能優越：一般經過性能檢測通過後之帷幕牆，其抗風壓、水密、氣密、耐震、防蝕、防火等性能均不錯。

貳、帷幕牆之缺點⁷

1. 接頭多，須細心處理：雖然帷幕牆均依單元結構在工廠內按所需尺寸製造，但預製品在工地現場仍有許多接頭須組裝填縫；有時設計本身沒有問題，但問題出在現場施工工班的品質不良，造成有空隙發生，而成為氣密、水密、防火、隔音等之弱點。
2. 日後維修問題：因帷幕牆工程大部分都應用在高層建築，一旦日後有漏水、損壞等問題，往往因為高度太高、維修不易。

⁷資料來源：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

第四節 帷幕牆施工安裝作業注意事項⁸

於工廠製造組裝完成之帷幕牆單元，至工地現場需要安裝，其內容包含運送、儲存、揚吊、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。

一般在施工前需充分了解下列事項：

1. 帷幕牆之性能要求，以期符合帷幕牆之性能。
2. 結構體之特性、樓高與其公差，方能調整帷幕牆順應結構體之誤差，並提出吊裝方法。
3. 使用適當工具配合帷幕牆構材，以做好防護之措施。
4. 施工前充分知悉帷幕牆施工進度，以掌握結構體設計上之差異或施工誤差等，並在吊裝前能完全克服工程問題，其與設計單位、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。

以下為帷幕牆施工安裝由前到後所需作業之注意事項：

壹、施工前

帷幕牆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）安裝計畫包

⁸劉慶男、黃清毅、徐金水(2002)《建築物預製金屬帷幕牆施工安裝作業手冊》，內政部建築研究所，台北

- 括使用之吊裝機具；(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，並與帷幕牆生產廠溝通，了解目前帷幕牆材料之加工、組裝、鑲嵌、養護、包裝情形；且預定產量，安排進場之出貨順序與日期等；(3)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。
 4. 放樣工作預備：至工地現場與業主工務人員會勘其放樣基準點(此為業主訂定各工種共用之平面及水平基準點)，且要求做好基準點保護工作。

貳、施工中⁹

帷幕牆施工中須充分知悉帷幕牆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。

以下為施工中各項作業注意事項：

1. 安裝基準(墨線)設定：(1)設定作業的責任區分；(2)基準的設定位置；(3)基準的設定方法；(4)使用之計測器。
2. 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。
3. 揚吊、小搬運、保管：(1)揚吊方法；(2)揚吊機械；(3)揚吊作業區分；(4)揚吊時間；(5)製品的揚吊區分；(6)小搬運方法；(7)製品的保管場所；(8)製品的保管方法。
4. 製品的安裝：(1)安裝基準；(2)安裝方法；(3)作業順序；(4)安裝機械；(5)製品的配置方法；(6)製品的維護保養；(7)修補(防銹處理)的方法；(8)作業鷹架。
5. 焊接：(1)焊道寬、深度的確認；(2)品質；(3)防銹處理。
6. 玻璃工程：(1)玻璃尺寸計算丈量；(2)玻璃切割處理；(3)

⁹劉慶男、黃清毅、徐金水(2002)《建築物預製金屬帷幕牆施工安裝作業手冊》，內政部建築研究所，台北

玻璃運抵現場；(4) 玻璃嵌裝作業；(5) 填縫劑施作；(6) 養護。

7. 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) 版片接頭防水填縫；(3) 接頭填縫試水；(4) 分割縫及伸縮縫填縫；(5) 清潔填縫處；(6) 置入背墊材；(7) 貼防污膠帶；(8) 塗佈底油劑；(9) 填縫施工。
8. 清潔維護：(1) 施工狀況；(2) 外觀狀況。

參、施工後¹⁰

帷幕牆所以能受到廣泛採用，因其本身具有外觀明淨、大方、現代感，且表面不易沾灰塵、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帷幕牆表面之附著物，因留置過久而生化學變化，致無法清除，使帷幕牆失去原有光澤，最後只有更換方可解決。並可於定期清洗外牆時，藉由清洗過程中，進行對外牆材料之檢查及修補工作。

以下為施工後使用時各項維護作業注意事項：

1. 業主應準備之設備：(1) 清洗用的水源及接頭；(2) 洗窗機馬達的電源及接頭；(3) 屋頂女兒牆上裝置可供洗窗機吊掛的設備。
2. 清洗外牆使用的清潔劑：(1) 清洗劑的使用應依產品包裝上說明，照正確比例稀釋；(2) 清洗劑使用前先以未稀釋的液體，噴灑於試體上(以外牆一樓角落不影響外觀情形為準)，留置觀察至少 24 小時，觀察其表面是否被腐蝕，是否有顏色及外觀之變化。
3. 清洗外牆注意事項：(1) 清洗外牆時應先清洗一次，主要先將鋁板或玻璃表面溫度降低，再以海棉沾清水來擦拭；(2) 如遇到較難清除之油漬或痕跡，再以沾清潔劑的海棉擦拭，完成後立即以清水沖洗乾淨；(3) 矽膠的部份可用軟質毛刷擦拭；(4) 玻璃

¹⁰劉慶男、黃清毅、徐金水(2002)《建築物預製金屬帷幕牆施工安裝作業手冊》，內政部建築研究所，台北

表面如有不易清洗的油漬或氧化物，可用丙酮、甲苯、礦物質酒精清洗，清洗後同樣必需用大量清水沖洗乾淨；(5)清洗外牆時，海棉無法清除飛蟲的屍體等髒物，可用竹片輕輕刮除，絕對禁止使用刀片、菜瓜布等容易刮傷表面的物品。

4. 室內清洗保養維護：(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。



第五節 小結

由以上各節得知帷幕牆有許多優點，但如不審慎施工，其優點可能變成未來的缺點。且因帷幕牆工程大部分都應用在高層建築，一旦日後有漏水損壞等問題，往往因為高度太高、維修不易。綜合以上各節可得以下結論：

- (一) 帷幕牆之分類可分為很多種，一般可分為依構材分類、依裝置方式分類、依構法型式分類等。
- (二) 帷幕牆之優點可分為「重量輕，節省基礎結構負擔」、「工業化製造快速，品質均一」、「施工快，縮短工期，提早營運回收成本」、「不受天候影響，施工簡便」、「造型自由富變化外觀」、「耐震性佳」、「各項性能優越」；其缺點為「接頭多，須細心處理」、「日後維修問題」。
- (三) 於工廠製造組裝完成之帷幕牆單元，至工地現揚需要安裝，其內容包含運送、儲存、揚吊、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。



第三章 帷幕牆風雨試驗概述

第一節 為何需做帷幕牆風雨試驗

壹、做帷幕牆風雨試驗的原因

由前章得知帷幕牆有很多不同的分類，針對不同類型的帷幕牆有其設計及施工安裝作業注意事項。由於現代建築在許多建築師精巧設計下，突破以往的傳統設計，廣泛採用無論在材質、形象、外形等都有不同創新變化的帷幕牆，使我們可以看到高科技運用在帷幕牆身上。如建築一體型太陽能光電外牆，或佈滿 LED 燈夜間會閃閃發光五光十色的外牆，甚至整個牆面是一座大型電子廣告看板的 LED 光電帷幕牆等（如圖 3-1-1-1~6）。



圖 3-1-1-1 LED 帷幕牆試體
資料來源：本研究整理



圖 3-1-1-2 香港島夜景佈滿五光十色
變化的帷幕牆建築
資料來源：本研究整理



圖 3-1-1-3 香港島夜景佈滿五光十色
變化的帷幕牆建築
資料來源：本研究整理

圖 3-1-1-4 上海外灘震旦行大型廣告
看板 LED 光電帷幕牆 (右側)
資料來源：[http://
skyscraperpage.com/](http://skyscraperpage.com/)



圖 3-1-1-5 上海外灘震旦行大型廣告
看板 LED 光電帷幕牆 (白天)
資料來源：
<http://www.sanunity.com.tw/>

圖 3-1-1-6 上海外灘震旦行大型廣告
看板 LED 光電帷幕牆 (夜間)
資料來源：
<http://www.sanunity.com.tw/>

然台灣地處地震、颱風頻繁地區，加上開發出之形形色色帷幕牆，特點與系統各有不同。因每棟高層建築、超高層建築或廠辦，其帷幕牆使用量均相當龐大，惟有透過帷幕牆風雨試驗，才有助於事先瞭解各個帷幕牆系統之特性。且帷幕牆工程品質攸關建物使用性及公共安全甚鉅，必須使業界投資者、開發廠商，甚至建築物居住、使用者，一起正視帷幕牆風雨試驗之重要性。

以下為何需做帷幕牆風雨試驗，將其原因與益處歸納如下表：

表 3-1-1-1 為何需做帷幕牆風雨試驗

對象	做帷幕牆風雨試驗的原因	做帷幕牆風雨試驗的益處	備註
一、業主、建築師或營造廠	<ol style="list-style-type: none"> 1. 一棟帷幕牆建物其帷幕牆包覆面積動則上萬 m²，若沒有事先經過帷幕牆風雨試驗檢測，業主必須承擔的風險是帷幕牆品質不良，造成後續營運的不順暢。 2. 在實驗室先以 1 比 1 足尺比例施作，如在風雨試驗測出問題點，就可以針對問題，尋求解決方法。 3. 依照核准之施工圖面及施工規範施工，意即在現場施工前，能先試組一次，以熟悉未來的施工步驟，並藉由風雨試驗了解其問題點。 4. 業主以帷幕牆施工，就是希望能提早營運，提早回收其投入成本，故不可因帷幕牆品質不良影響後續營運。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可確認帷幕牆氣密、水密、正負風壓結構性能、層間變位性能及開關窗性能合乎要求。 2. 可提供業主及建築師檢視試體是否符合設計之理念。 3. 記錄帷幕牆廠商施工方式，以作為實際工程施工之改善準則。 4. 確保帷幕牆品質，避免後續營運不順暢。 	

對象	做帷幕牆風雨試驗的原因	做帷幕牆風雨試驗的益處	備註
<p>二、帷幕牆廠商或帷幕牆工程顧問公司</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 了解所設計之帷幕牆系統是否可滿足各項性能需求。 2. 經由帷幕牆風雨試驗，可模擬了解未來可能碰到狂風暴雨及層間變位等之情形。 3. 希望在現場施工前，能先行試組裝一次；一來可熟悉未來的施工步驟，尤其對比較創新的帷幕牆系統，能夠事先組裝過未來會比較駕輕就熟。 4. 經由帷幕牆風雨試驗，希可發現是否有工廠加工組裝問題。 5. 設計、施工人員希從帷幕牆風雨試驗中觀察學習，以了解自己設計、施工之產品。 6. 避免因帷幕牆品質不良，造成後續保固維修疲於奔命。 7. 找出風雨試驗失敗的原因檢討修正。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 驗證所設計之帷幕牆系統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. 由實際工程施工人員參與組裝，可於試驗時發現施工上的問題。 4. 對工廠加工組裝人員，可發現加工組裝上的問題。 5. 新進人員可從試驗中觀察學習，以作為日後設計、施工之參考。 6. 確保帷幕牆品質，避免後續營運不順暢。 7. 帷幕牆風雨試驗失敗的原因不外乎三種—(1)設計的問題；(2)施工的問題；(3)製造品管的問題。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。 	<p>* 若沒有做帷幕牆風雨試驗，帷幕牆廠商可能因後續的保固維修疲於奔命，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，更重了後續的主營運的困擾。</p>

資料來源：本研究整理

一棟新的帷幕牆建物（指其系統、工法、造型、新添材料或材料尺寸厚薄為之前未使用過者），若沒有事先經過帷幕牆風雨試驗檢測，對業主及承包商後續的保固維修都是很大的危險與挑戰。業主必須承擔的風險是帷幕牆品質不良，造成後續營運的不順暢；而承包商更可能因為後續的保固維修疲於奔命。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，更加重了業主的困擾。以下是不做帷幕牆風雨試驗可能導致的危險後果：

例如建物之帷幕牆倘未能妥善安裝，輕則因氣密性水密性較差，滲水而損及構件的耐久性；重則因結構性較差，損及其安全性。且氣密性不好亦會增加空調、噪音負荷，更會降低室內居住環境品質。地處地震帶招逢強烈地震，亦可能造成帷幕牆扭曲變形而損害原有機能。特別是外牆會承受強大的風壓力，或是風吸力（負風壓），在強風之下可能造成帷幕牆的損害，導致風雨入侵而波及建築物室內設施使用機能。地震、颱風頻繁地區，如果帷幕牆設計施作不當，強風、強震會使大樓產生大風壓及層間變位，擠壓帷幕框架產生變形，即可能讓玻璃破裂。

且因經濟高速發展，建物外牆玻璃有大型化的趨勢，主要目的為講究氣派和亮麗的外觀。然愈大的玻璃，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。

故帷幕牆風雨試驗，即先將未來將安裝至建物之試體，藉由事先在實驗室施作（依原設計的材料、工法、1比1足尺），如果在風雨試驗測出問題點，就可以針對問題，尋求解決方法（有可能是原始設計的問題，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，知道如何解決問題；未來真正施工，就更能掌握其品質。若不經帷幕牆風雨試驗，冒冒然將帷幕牆直接搭建上去，以後完工針對這麼高層的建築物如果要再來維修帷幕牆，恐怕是非常困難的，甚至是無法達成的，故這就是所謂「預防勝於治療」。

帷幕牆風雨試驗可分為氣密試驗、靜態水密試驗、動態水密試驗、正負風壓結構性能試驗及層間變位性能試驗等，每一種試驗都有

其要達到的訴求點，以求其各性能合乎要求，並驗證所設計之帷幕牆系統可以滿足各項性能要求。

貳、做帷幕牆風雨試驗的限制

要達到帷幕牆風雨試驗的預期效益，必須要有如下之限制與措施，才能達到做帷幕牆風雨試驗的益處：

1. 需依照核准之施工圖面及施工規範施工：帷幕牆風雨試驗強調的，就是預防勝於治療。所以試驗的試體並不是另一座與現場毫無相干的，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，所用的各式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. 最好由未來即將參與施工的工班施工：帷幕牆風雨試驗強調的是事前的預防，意即在現場施工前，能先試組裝一次；一來可熟悉未來的施工步驟，尤其對比較創新的帷幕牆系統，能夠事先組裝過未來會比較駕輕就熟。
3. 找出失敗的原因檢討修正：帷幕牆風雨試驗失敗的原因不外乎三種—(1)設計的問題；(2)施工的問題；(3)製造品管的問題。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，如漏打填縫劑等，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 帷幕牆風雨試驗原理¹¹

傳統立框式帷幕牆因其由直、橫料、玻璃、膠條、填縫劑、繫件等所組成，現場施工存有許多接縫；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，現場組裝之材料或組件數量愈多，接合部或接縫便愈多，若有施工不良或施工疏失，則漏氣漏水的機會也越大。因此為降低漏氣漏水的機會，在設計上除應考慮儘量減少接縫外（如採單元式帷幕牆，大部分的施作皆於工廠完成，較能控制品質），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。而為檢測防水及排水乃至氣密性能品質，及其受風壓地震力之影響，則需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、耐震、抗風壓之性能品質。

帷幕牆系列試驗之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 14280 (2006) 之規定須先施以預壓力，以使氣艙充氣及後續試驗之穩定，其後排除艙內空氣後再進行所需氣壓差較小之氣密性能試驗。氣密試驗完成後進行第一次靜態水密性能試驗，然後使用造風設備進行動態水密性能試驗。以上完成漏氣及靜動態漏水有關之試驗後，才施以反應地震力影響，即帷幕牆層間變位性能試驗。在帷幕牆及框架經過三個週期位移變形考驗後再測試其水密性，即第二次靜態水密性能試驗。之後使用較大的靜態壓力差進行與帷幕牆變形性能有關之正負風壓結構性能試驗，以反應風壓（吸）力造成結構體變形的影響，如此帷幕牆及框架在經過此正負風壓變形考驗後再測試其水密性，即第三次靜態水密性能試驗。經此一系列之試驗，才能反應帷幕牆在實際狀況下的性能。最後再做 1.5 倍正負風壓結構性能試驗，1.5 倍設計風壓性能也稱之為極限風壓性能，在 1.5 倍設計風壓下結構不得破壞，但容許少

¹¹資料來源：鄒本駒、蔡宜中(2005)《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，台北

量永久性變形。接著為 1.5 倍設計值之層間變位性能試驗，以油壓缸推移與固定繫件連接之活動梁，依正反方向或依規範指示之方向，重覆正反方向各三次，帷幕牆單元及玻璃不可脫落。

本試驗參考 CNS14280 (2006) 「帷幕牆及其附屬門、窗物理性能試驗總則」要求之標準測試程序進行試驗，其完整之試驗項目如下：

- (1) 預施壓力達正風壓設計值之 50%；
- (2) 氣密性能試驗；
- (3) 第一次靜態水密性能試驗；
- (4) 動態水密性能試驗；
- (5) 設計值之層間變位性能試驗；
- (6) 第二次靜態水密性能試驗；
- (7) 正風壓結構性能試驗；
- (8) 負風壓結構性能試驗；
- (9) 第三次靜態水密性能試驗；
- (10) 1.5 倍正風壓結構性能試驗；
- (11) 1.5 倍負風壓結構性能試驗；
- (12) 1.5 倍設計值之層間變位性能試驗。

第三節 帷幕牆氣密試驗¹²

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 3-3-1）。



圖 3-3-1 帷幕牆氣密性能（含固定部及開窗部）

資料來源：本研究整理

氣密性能指相對於指定壓力差下，每單位牆壁面積或開口周邊之單位長度之單位時間內之通氣量。試驗方法採用 CNS 13971（2006），測試壓力差一般最低以 75 Pa 為準，但考量高層建築或更高之空氣品

¹²資料來源：中國國家標準 CNS 13971（2006）〈帷幕牆及其附屬門、窗與天窗氣密性性能試驗法〉，經濟部標準檢驗局；鄒本駒、蔡宜中（2005）《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，台北

質及節能要求，得以 300 Pa 為準，一般固定窗或牆板之透氣量為 $1.09\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，活動窗則為 $1.39\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{hr}$ ，固定窗以單位面積計算，活動窗以開口周邊之單位長度計。

氣密性能是以漏氣量為其性能之表示，使用 75Pa 的壓力差下需符合規定漏氣量以下才合乎標準。75Pa 為一很小的壓力值，其效果相當於電風扇所造成的氣壓力，由此也可知漏氣量對氣壓差是很靈敏的。當建築物對空氣品質及濕度要求較高時，其最高壓力差採用可達 300Pa，而其最大漏氣量仍須達上述標準。

氣密性能試驗漏氣量的來源有三處，即艙體本身、帷幕牆固定部及帷幕牆開窗部。漏氣量的量測主要有三個步驟（以下量得的為非標準狀態下之漏氣量，尚需經一加權，才成為標準狀態下之漏氣量）：

1. 首先在試體之室外層用膠布將帷幕牆固定部覆蓋住，在室內層用膠帶將開窗部之周邊封住，加壓後量測其漏氣量，稱之為 Q_1 。假設膠帶有完全密封， Q_1 即為測試艙的漏氣量。（ $Q_1 = \text{測試艙漏氣量}$ ）
2. 先卸下帷幕牆固定部之膠布，加壓後量測其漏氣量，稱之為 Q_2 ，此值為測試艙與帷幕牆固定部之漏氣量。（ $Q_2 = \text{測試艙漏氣量} + \text{帷幕牆固定部漏氣量}$ ）
3. 再卸下開窗部周邊之膠帶，加壓後量測其漏氣量，稱之為 Q_3 ，此值為測試艙、帷幕牆固定部與開窗部三者之總漏氣量。（ $Q_3 = \text{測試艙漏氣量} + \text{帷幕牆固定部漏氣量} + \text{帷幕牆開窗部漏氣量}$ ）

由 $Q_2 - Q_1$ 可算得帷幕牆固定部的漏氣量 Q_{fw} ；由 $Q_3 - Q_2$ 可求得帷幕牆開窗部的漏氣量 Q_w （以上量得的為非標準狀態下之漏氣量，尚需經一加權，才成為標準狀態下之漏氣量）。惟上述算得漏氣量的正確性須在所貼之膠布或膠帶假設為完全密封而無漏氣的條件下始成立。

另溫度、大氣壓力對漏氣量的計算也會有些許的影響（會造成一加權，但影響通常不及 1/100），本試驗所稱之標準狀態為一壓力： $101.3\text{kPa}\{10130\text{kgf}/\text{m}^2\}$ ；溫度： $20.8\text{ }^\circ\text{C}$ ；空氣密度： $1.202\text{kg}/\text{m}^3$ 。之前所求得每一個漏氣量 Q ，事實上皆須分別經下式換算成標準狀態下之漏氣量後才來執行加減，然因此因素影響較小為使讀者方便了解

先略去不談，但實際測試是要將此因子考慮進去如下所示（即換算成標準狀態）。

以上所求得非標準狀態下之 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 值，須分別經下式換算成標準狀態下之漏氣量 Q_{s1} 、 Q_{s2} 、 Q_{s3} （以下即將量得的為非標準狀態下之漏氣量，經加權換算成為標準狀態下之漏氣量）。

$$Q_s = Q(W/W_s)^{1/2}$$

其中 $W = 3.485 * 10^{-3} [B / (T + 273)]$

Q = 非標準狀態下之流量 (m^3/s)

W_s = 標準狀態下之空氣密度 ($1.202 kg/m^3$)

W = 測試地點之空氣密度 (kg/m^3)

B = 測試地點之大氣壓力 [$Pa \{kgf/m^2\}$]

T = 測試地點之溫度 ($^{\circ}C$)



第四節 帷幕牆水密試驗¹³

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。

壹、漏水的條件

漏水發生必須有三個條件：

1. 有水的存在：如若沒有下雨，或是沒有水管破裂出水，是不可能發生漏水情形的。
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。

以上三種漏水條件缺乏一種即可免於漏水，但從暴露於戶外風雨之建築結構觀察，要除去 1. 與 2. 是不可能，但要除去 3. 在技術上是有可能性的。

貳、雨水入侵原理與解決對策

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

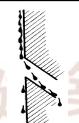
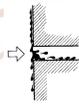
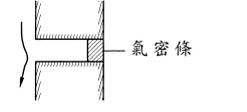
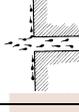
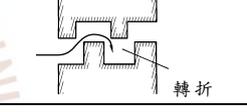
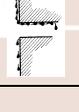
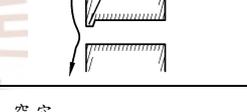
¹³資料來源：中國國家標準 CNS 13971 (2006) <帷幕牆及其附屬門、窗與天窗氣密性能試驗法>，經濟部標準檢驗局；葉祥海、黃清毅(2004)《金屬帷幕牆製造作業技術手冊之編訂》，內政部建築研究所，台北；鄒本駒、蔡宜中(2005)《帷幕牆氣密水密性能試驗標準作業程序之研究》，內政部建築研究所，台北

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 3-4-2-1 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，台北

水密性能試驗有靜態與動態水密性能試驗，如前所述氣壓差對漏水的影響較其他因素為大，加以帷幕牆框架及封條等因素之綜合考量，動態試驗不一定較靜態試驗更易造成試體的漏水。依據 CNS 13974 (2006) 靜態水密性能試驗—規定以每分鐘 3.4L/m² 的水量均勻且持續噴灑於整個試體外側的表面，同時啟動鼓風機使其風艙壓力差達相當於設計值正風壓之 20%之壓力，氣體壓力差值不得小於 300 Pa，且不得大於 720 Pa。但考量颱風影響，一般採用 720Pa。試驗時間持續

15 分鐘後停止，觀察漏水量是否不超過 15mL 方為合格。

有關水量的噴灑部分，本所由 360 個固定數量的噴水頭均布於噴水架上，對應於艙體的全開口面積噴灑，實驗時噴水量的單位是以每分鐘的噴水量 $Q[L/min]$ 為單位施加，則以 $Q=3.4L/m^2 \times 12m \times 10m = 408 L/min$ 的水量施加（高 12m×寬 10m 為本所噴水架可均布噴灑的面積）（圖 3-4-2-1）。

依據 CNS 13973（2006）動態水密性能試驗可檢測陣雨與瞬間強風對牆面所產生的滲水效應—以與上述相同的噴水量均勻且持續噴灑於整個試體外側的表面；同時啟動造風設備（本所造風設備是以 DC 變頻馬達及直徑 4.11m 風扇葉片組合）達到設計正風壓的 20%，氣體壓力差值不得小於 300 Pa，且不得大於 720 Pa。試驗時間持續 15 分鐘後，觀察漏水量是否不超過 15mL 方為合格（圖 3-4-2-2）。



圖 3-4-2-1 噴水系統
資料來源：本研究整理

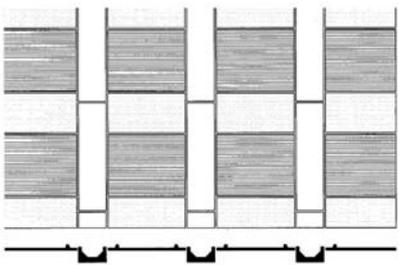
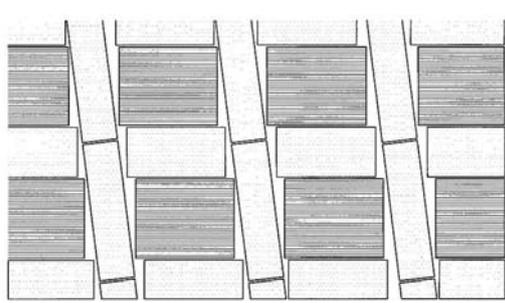


圖 3-4-2-2 造風設備
資料來源：本研究整理

第五節 帷幕牆層間變位性能試驗¹⁴

因地震力對建築構造物之上下相鄰兩層間所產生的相對變位稱為層間變位(如下附圖),尤其以高層建築之層間變位特徵最為明顯。而層間變位吸收性能為帷幕牆構造能夠順應地震或風壓力所造成之層間變位的能力,層間變位吸收性能好的帷幕牆建築可吸收層間變位,不致造成帷幕牆扭曲變形。其板牆之吸收變位方式可分為:1.水平運動(Swaying Motion);2.搖晃運動(Rocking Motion)。

表 3-5-1 層間變位發生情形

	
<p>地震發生前無層間變位。</p>	<p>地震發生時產生層間變位,層間變位吸收性能好的帷幕牆建築可吸收層間變位,不致造成帷幕牆扭曲變形。</p>

資料來源:黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》,內政部建築研究所,台北

本試驗依據 CNS 14281 (2006)「帷幕牆及其附屬門、窗與天窗靜態層間變位性能試驗法」測試,本試驗會用到層間變位設備(圖 3-5-1),本實驗室有層間變位設備用之油壓缸 4 台,2 台供左右層間變位使用,最大推力 30 噸,最大層間位移量 $\pm 75\text{mm}$ 。另兩台油壓缸可做上下移動之層間變位性能試驗,此乃本實驗室特有的實驗設備(圖

¹⁴資料來源:中國國家標準 CNS 14281 (2006)〈帷幕牆及其附屬門、窗與天窗靜態層間變位性能試驗法〉,經濟部標準檢驗局

3-5-2)。

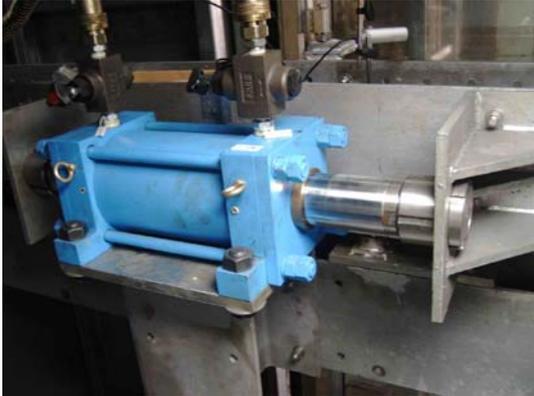


圖 3-5-1 左右層間變位設備

資料來源：本研究整理



圖 3-5-2 上下層間變位設備

資料來源：本研究整理

設計位移量係指：設計水平力產生之側向位移，對於多層式之試體，每層間之位移量可能不同，除非業主特別要求，設計位移量為 0.01 乘以相鄰之較大樓高，且位移量應量測可移動樓板組件，而非試體。

其性能要求分為設計值之層間變位及 1.5 倍設計值之層間變位。性能標準依建築物之用途係數決定其要求標準，分為下列 2 種。

1. 重要建築物（災害發生時，須維持機能之重要建築物或儲存多量危險物品之建築物）。
2. 一般建築物。

依 CNS 14281 (2006) 「帷幕牆及其附屬門、窗與天窗靜態層間變位性能試驗法」規定，其結果判定如下：

A. 重要建築物之性能要求：

1. 設計值之層間變位性能要求，須符合下列規定：

- (1) 營運的功能不得受損。
- (2) 玻璃不得破裂或掉落。
- (3) 氣密性及水密性性能，保持在許可範圍內。
- (4) 外觀與結構不受損。
- (5) 外牆零件及五金配件不得受損或掉落。

2. 1.5 倍設計值之層間變位性能要求，須符合下列規定：

- (1) 玻璃完全在框架內且無掉落。

(2) 無外牆組件掉落。

B. 一般建築物之性能要求：

1. 設計值之層間變位性能要求，須符合下列規定：

(1) 玻璃不得破裂或掉落。

(2) 不需更換零件，在現場整修後，能維持營運功能。

(3) 不拆換外牆系統所做之調整後，即可通過氣密、水密及結構要求，看得到的填縫或膠條可整修。

(4) 無外牆組件掉落，飾條可脫開。

2. 1.5 倍設計值之層間變位性能要求，須符合下列規定：

(1) 玻璃完全在框架內且無掉落。

(2) 無外牆組件掉落。



第六節 帷幕牆正負風壓結構性能試驗¹⁵

本項試驗適用於利用帷幕牆風雨試驗試艙，在不同之靜態壓力下，測定帷幕牆及其附屬門、窗與天窗正負風壓結構性性能之試驗。依據 CNS 13972 (2006) 「帷幕牆及其附屬門、窗與天窗正負風壓結構性性能試驗法」進行。

本試驗於會用到鼓風機組 (圖 3-6-1)，本實驗室有 20HP 鼓風機三組共 10 台，提供穩定正負靜壓至 15,000Pa，並可維持最大風壓下 200m³/min 以上風量測試。另會使用到位移計 (圖 3-6-2)，本實驗室可裝設 40 組位移計，皆與電腦連線，同步記錄數據於電腦上，測量範圍±50mm。



圖 3-6-1 鼓風機組

(資料來源：本研究整理)



圖 3-6-2 位移計

(資料來源：本研究整理)

依據業主單位所提供之資料加正負壓，其結果判定如下：

- (1) 依設計值實施風壓結構性能試驗，其變形量不應超過淨跨

¹⁵資料來源：中國國家標準 CNS 13972 (2006) <帷幕牆及其附屬門、窗與天窗正負風壓結構性性能試驗法>，經濟部標準檢驗局

距之參考數據，且不應有嵌板、繫件、固定件產生永久性變形或損壞情形。（在設計風壓下垂直於帷幕牆平面之骨架變形量，當跨距小於 4115mm 時，不得超過淨跨距之 1/175，跨距在 4115~12200mm 時，不得超過淨跨距之 $1/240 + 6.4\text{mm}$ ）。

- (2) 當帷幕牆施以 1.5 倍設計值正負風壓結構性能試驗時，永久變形量不應超過其淨跨距之 0.2%。（其風壓為設計值之 1.5 倍，作為其安全係數。若施以不同風壓設計值時，應於立面圖上明確標示出其位置）。



第七節 小結

由以上各節得知，台灣地處地震、颱風頻繁地區，加上開發出之形形色色帷幕牆，特點與系統各有不同。且每棟高層建築、超高層建築或廠辦，其帷幕牆使用量均相當龐大，惟有透過帷幕牆風雨試驗，才有助於事先瞭解各個帷幕牆系統之特性。因此，可得以下結論：

- (一) 針對業主及建築師、帷幕牆廠商或帷幕牆工程顧問公司以及社會大眾方面，做帷幕牆風雨試驗對上開人士都有其原因及益處。
- (二) 要達到帷幕牆風雨試驗的預期效益，必須要有一些限制與措施：(1) 需依照核准之施工圖面及施工規範施工；(2) 最好由未來即將參與施工的工班施工；(3) 找出失敗的原因檢討修正。
- (三) 帷幕牆風雨試驗的原理依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。其試驗項目可分為氣密性能試驗、靜態水密性能試驗、動態水密性能試驗、層間變位性能試驗及正負風壓結構性能試驗；但須參考CNS14280 (2006) 「帷幕牆及其附屬門、窗物理性能試驗總則」要求之標準測試程序進行試驗，已達其完整目的。

第四章 帷幕牆風雨試驗宣導手冊規劃方向分析

第一節 帷幕牆風雨試驗廠商、業主與專家學者訪談紀錄

本研究案為能規劃優質之帷幕牆風雨試驗宣導手冊，特訪談國內相關廠商、業主與專家學者以彙整資料，期盼以其風雨試驗經歷，能提出有效用之帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案）建議。

希經本研究案的完成，能更進一步提高本實驗室之能見度。並讓更多需要人士知道已可在國內做帷幕牆風雨試驗，讓本所國家級實驗室提供其所需之專業試驗服務。另希經本研究案的完成，達到使帷幕牆風雨試驗根留國內的目的。以下為相關訪談紀錄，詳如下表所示：

表 4-1-1 帷幕牆風雨試驗廠商、業主與專家學者訪談紀錄

（資料來源：本研究整理）

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
A 副總經理	A 營造工程股份有限公司	<ul style="list-style-type: none"> ● 建築師是掌握業主要去那裏做帷幕牆風雨試驗的關鍵人物，故要多讓建築師知道建研所可做帷幕牆風雨試驗，平常很多建築師介紹的都是新加坡與中國，美國最近較少介紹（機票花費貴）。 ● 有些建築師資訊不足，不知道建研所能做帷幕牆風雨試驗且通過 TAF 認證。 ● 為了讓更多人知道建研所可做帷幕牆風雨試驗，本人建議 貴實驗室可寄資料 DM 給帷幕牆技術發展協會、鋁窗協會或建築師公會會員等等。 	60516
B 經理	B 金屬工業股份有限公司	<ul style="list-style-type: none"> ● 本公司會來 貴實驗室做風雨試驗，主要是考量在國內做試驗的「機動性」與「便利性」。以前也曾經 	61022

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
		<p>去過新加坡、中國，甚至也曾去過美國。但總括來說，場地事實上都沒有 貴實驗室好。尤其 貴實驗室是室內的，不用曬太陽。且萬一臨時材料規格不合，在台灣做緊急補件的機動性也非常好。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 本公司是中華民國帷幕牆技術發展協會會員，其實很早就知道 貴實驗室的營運，事實上我們投標的案子帷幕牆風雨試驗費用都已含在內。故到國外只會增加我們的成本，但有時為配合業主單位的承辦人員也不得不去國外做試驗。我其實比較喜歡在國內做風雨試驗，因為同樣都有認證，方便、省時亦省成本。 	
C 科長	C 公家機關	<ul style="list-style-type: none"> ● 本科負責本公家機關之建築工程設計施工驗收及保固修繕業務，有很多本公家機關自行興建的建物，都是由我們當業主來主導整個施工過程。 ● 因本公家機關興建的建物其帷幕牆面積都很大（通常帷幕牆面積會超過 10000m²），故設計的建築師會在發包圖說要求需做帷幕牆風雨試驗。 ● 通常我們會諮詢建築師做帷幕牆風雨試驗的地點，建築師只有建議權，決定權在本公家機關身上。但通常建築師告知我們的地點都是新加坡或中國，很多建築師甚至告訴我們國內沒有可做帷幕牆風雨試驗的地方，沒有人跟我們說 貴實驗 	70428

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
		<p>室也可做帷幕牆風雨試驗。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 所以過去這幾年我們都是在新加坡或中國做帷幕牆風雨試驗，可能是因為建築師的資訊不足吧，不然如果在國內做試驗應該可以省下很多的時間和成本。 	
D 助理 研究員	D 公家機關	<ul style="list-style-type: none"> ● 本公家機關主題館預計於 2011 年底全館開館，帷幕牆面積很大，需做帷幕牆風雨試驗。事實上未來發包後，建築師會提出帷幕牆風雨試驗建議試驗單位供我們選擇。 ● 本人是以前念書時，因有研究案與貴所往來，才知道貴實驗室有在做帷幕牆風雨試驗，不然一般公家機關營繕單位應該很少人知道這個訊息吧。 	70428-1
E 組長	E 大學營繕組	<ul style="list-style-type: none"> ● 本大學因目前還在整地工程，故尚不需要做帷幕牆風雨試驗。會知道貴實驗室有在做帷幕牆風雨試驗，是因為曾經看過雜誌報導過，建議貴實驗室應該多多宣導，因為沒有接觸過的，可能就不知道了。 	70507
F 經理	F 金屬有限公司	<ul style="list-style-type: none"> ● 本人曾到新加坡做過帷幕牆風雨試驗，他們可分為室內廠區與戶外場區，測試艙比較多，而且又有提供自走式臺車，寬度大約是艙體的一半，比較方便我們工作。 ● 個人是比較喜歡在國內做風雨試驗，因為如果臨時有狀況，都可就近緊急補救。 	70613
G 先生	G 工程行	<ul style="list-style-type: none"> ● 本公司開發的產品為五金繫件，專門做拋光石英磚吊掛。因台灣不太敢用拋光石英磚做吊掛外牆，所以 	70709

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
		<p>我們要來貴實驗室做風雨試驗，得到一些報告數據，讓建築師有信心，敢用我們的拋光石英磚做吊掛外牆。</p>	
H 專案經理	H 實業有限公司	<ul style="list-style-type: none"> ● 在國外做帷幕牆風雨試驗約為國內的兩倍價錢（因出國測試加上機票、住宿、船運，且當出國人員較多時），國內測試費用含工料約為新台幣 100 萬元，如果在國外（如新加坡、中國）約 200 萬元。私人公司之業主（如科學園區）很喜歡去國外，因為雖然花兩倍的錢，卻可得到額外的服務（如招待吃飯、介紹安排旅遊景點、新加坡鄰近馬來西亞可打小白球、其他如交際、shopping 等等）。 ● 因此即使油價上漲，資材成本上揚，有些業主還是喜歡去國外享受服務的品質。 	70813
I 小姐	I 實業有限公司	<ul style="list-style-type: none"> ● 帷幕牆風雨試驗由未來即將參與施工的工班施工，這是本公司的原則。工班在現場施工前，能先試組裝一次，可熟悉未來的施工步驟。如果發現是施工的疏失，可找出失敗的原因檢討修正，未來工地施工可更快速。不希望試驗歸試驗，現場歸現場，由兩班不同的人施作，就銜接不起來。 	70819
J 先生	J 金屬設計有限公司	<ul style="list-style-type: none"> ● 帷幕牆風雨試驗如果 貴實驗室能逆向操作，也許還可以吸引國外廠商來 貴實驗室做測試。 ● 其實相同的情形，國外的廠商也許想招待員工出國做測試，台灣可以 	60928

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
		<p>是一個不錯的選擇。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 比如去越南、泰國、馬來西亞、韓國甚至中國，在當地的雜誌登一下廣告，請廠商來台灣 貴實驗室做測試。如果可以的話，可以跟本地的旅行社結合，也許你們不用經手，請對方廠商直接跟本地的旅行社接洽，搭高鐵到 貴實驗室做完試驗後，也許可安排墾丁度假等等行程。 	
K 先生	K 金屬工業股份有限公司	<ul style="list-style-type: none"> ● 我們在 貴實驗室可由未來即將參與施工的工班施工，較能熟悉未來的施工步驟。如果到國外就沒辦法了，成本考量下就只能派一個監工過去，但我們會多準備備品，預防出錯可備用。 	70923

第二節 帷幕牆風雨試驗訪談紀錄暨期中期末審查會議檢討分析

本研究除與多位帷幕牆廠商、業主與專家學者做訪談研究以擬定附錄三之帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案）外，並召開期中期末審查會議（詳附錄二、三），聆聽專家學者對本宣導手冊（草案）之建言，作為後續修正之參考。

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 4-2-1 帷幕牆風雨試驗訪談紀錄暨期中審查會議檢討分析
（資料來源：本研究整理）

重點	廠商、業主或專家學者意見	檢討分析
1. 將宣導對象先聚焦於帷幕牆相關業界	<ul style="list-style-type: none"> ● 宣導手冊之說明須對不同對象，而有相對應層次之內容。 ● 本宣導手冊對社會大眾方面，部分說明對非專業人士來說恐不易瞭解。 	為充分發揮本宣導手冊（草案）之功效，本研究已將宣導對象篩選縮小範圍，現階段主要針對帷幕牆相關業界做宣導；未來再對一般社會大眾設計淺顯的推廣方案。
2. 將此宣導手冊（草案）之目標定位為宣導本所之帷幕牆風雨試驗	<ul style="list-style-type: none"> ● 此宣導手冊之宣導目標應明確界定，是否須在此手冊列出民間實驗室做介紹請再斟酌。 ● 內容也列出此民間實驗室的測試價格，亦應考慮是否有其必要性。 	已將此宣導手冊（草案）之目標定位為宣導本所之帷幕牆風雨試驗，其他民間實驗室將不列入。

重點	廠商、業主或專家學者意見	檢討分析
3. 可宣導做帷幕牆風雨試驗的好處	<ul style="list-style-type: none"> ● 做帷幕牆風雨試驗可使廠商(1)施工更謹慎；(2)設計更嚴謹；(3)日後維修省下的費用遠比風雨試驗之費用多；(4)外觀有模型可供檢視改善，且更具美感。 ● 帷幕牆風雨試驗模型雖為性能目的製作，但兼具提供檢視外觀的目的，尤其材料收邊及空縫處理是否具備美感，藉由模型可一覽無遺。 	已將其納入此宣導手冊(草案)。
4. 可宣導在國內做帷幕牆風雨試驗之優點	<ul style="list-style-type: none"> ● 在國內做帷幕牆風雨試驗，可由未來即將參與施工的工班施工，較能熟悉未來的施工步驟。如果到國外就沒辦法了，成本考量下就只能派一個監工過去。 ● 在國內做帷幕牆風雨試驗，因試驗試體與工地現場是由同一班人施作；如果發現是施工的疏失，可找出失敗的原因檢討修正，未來工地施工可更快速。不會試驗歸試驗，現場歸現場，由兩班不同的人施作，就銜接不起來。 ● 在國內做風雨試驗，因為同樣都有認證，方便、省時亦省成本。 ● 在國內做帷幕牆風雨 	已將「如何讓帷幕牆風雨試驗根留台灣」的好處納入此宣導手冊(草案)。

重點	廠商、業主或專家學者意見	檢討分析
	<p>試驗，主要是考量在國內做試驗的「機動性」與「便利性」；如果臨時有狀況，都可就近緊急補救。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 在國外做帷幕牆風雨試驗約為國內的兩倍價錢（因出國測試加上機票、住宿、船運，且當出國人員較多時）。 	
<p>5. 建築師是掌握業主要去那裏做帷幕牆風雨試驗的關鍵人物</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 建築師才是掌握業主要去那裏做帷幕牆風雨試驗的關鍵人物，故要多讓建築師知道建研所可做帷幕牆風雨試驗，平常很多建築師介紹的都是新加坡與中國，美國最近較少介紹（機票花費）。 ● 有些建築師資訊不足，不知道建研所能做帷幕牆風雨試驗且通過TAF認證。 ● 設計的建築師會在發包圖說要求是否需做帷幕牆風雨試驗。 ● 業主會諮詢建築師做帷幕牆風雨試驗的地點，建築師只有建議權，決定權在業主身上。 	<p>已將對「建築師」的推廣納入此宣導手冊（草案），並希望未來研究案完成，亦有機會將此宣導手冊（草案）廣發給全國建築師公會、中華民國帷幕牆技術發展協會參採。</p>

對於廠商、業主及專家學者訪談所提出的建言，本研究將提出更優質之帷幕牆風雨試驗宣導手冊規劃方向，藉以發揮更大的效用，為國內外帷幕牆廠商服務。

第三節 帷幕牆風雨試驗宣導手冊規劃方向

對於國家級之建築研究實驗設施而言，本實驗室一則期望提供業界對帷幕牆做檢測、開發之應用；並也希望能領銜策動，加強帷幕牆風雨試驗宣導，以提升國人對帷幕牆風雨試驗安全性之重視。

針對此帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案），參酌運用廠商、業主及專家學者訪談所提出的建言，其未來規劃方向如下：

1. **將宣導對象先聚焦於帷幕牆相關業界：**經由分析得知，目前須優先讓業界重視帷幕牆風雨試驗，本實驗室恰可提供此一優質之試驗環境，以提升業界產品的競爭力。
2. **將此宣導手冊（草案）之目標定位為宣導本所之帷幕牆風雨試驗：**本實驗室為國家級實驗室，自應負起「如何讓帷幕牆風雨試驗根留台灣」的重責大任。因為本實驗室除通過 TAF 認證外，所提供的檢測試驗服務，能協助業界增進帷幕牆之技術與產質，確保其性能。以本實驗室完善的實驗設施，與精確的儀器與設備，方能負擔此重責大任。
3. **宣導做帷幕牆風雨試驗的益處：**因已將宣導對象先聚焦於帷幕牆相關業界，故擬加強火力對其做帷幕牆風雨試驗益處的宣導。
4. **加強說明於國內做帷幕牆風雨試驗之優點：**在國內做帷幕牆風雨試驗，除可節省經費與時間，又可由未來即將參與施工的工班施工以強化品質，更可將帷幕牆風雨試驗檢測及其技術發展根留國內，實有必要多做推廣。
5. **將本宣導手冊（草案）分為「基礎概念篇」與「試驗檢測篇」：**「基礎概念篇」可讓相關業界對帷幕牆風雨試驗舉凡其重要性、益處等能有基本認識；而「試驗檢測篇」則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、帷幕牆風雨試驗檢測項目及至本實驗室做帷幕牆風雨試驗注意事項等，能有更確切的瞭解，以更能掌控時效進場測試。

歷經這兩年不斷的測試後，本實驗室帷幕牆風雨試驗之實驗設

施，也發現一些需要改善的問題點。現今已將其一一解決，使該試驗設備更加便民，流程更簡化迅速，使本實驗室能為帷幕牆業界發揮更大的服務效用。



第四節 小結

本研究綜合與多位帷幕牆廠商、業主與專家學者做訪談研究，並召開期中審查會議，聆聽專家學者對本宣導手冊（草案）之建言，針對本帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案）規劃方向分析，可得到下述結論：

- （一）將宣導對象先聚焦於帷幕牆相關業界，讓業界重視帷幕牆風雨試驗，以提升業界產品競爭力。
- （二）將此宣導手冊（草案）之目標定位為宣導本所之帷幕牆風雨試驗，方能讓本國家級實驗室，負起讓帷幕牆風雨試驗根留台灣的重責大任。
- （三）加強火力對帷幕牆相關業界做帷幕牆風雨試驗益處的宣導，以使其認識帷幕牆風雨試驗的重要性。
- （四）加強說明於國內做帷幕牆風雨試驗之優點，並將本宣導手冊（草案）分為「基礎概念篇」與「試驗檢測篇」。「基礎概念篇」可讓相關業界對帷幕牆風雨試驗能有基本認識；而「試驗檢測篇」則提供給即將來本實驗室做試驗的業者，有更深入確切的瞭解，以方便進場測試。



第五章 結論與建議

第一節 結論

如今我們在帷幕牆風雨試驗宣導方面，必須先運用「預防重於治療」的方式推廣於相關業界之間，讓其了解狂風、暴雨或地震可能對帷幕牆造成之危險性。本實驗室藉以導引相關業者，能於建造前即能重視帷幕牆風雨試驗，了解其安全性，深信經過一段時日必可達成推廣之成效。

本研究以本實驗室為核心，編輯出帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案），由本實驗室來策動主導，屆時可充分運用各式宣導推廣方式。

由於「帷幕牆風雨試驗」是國內尚在推展中的檢測科學，雖然由本實驗室來主導策動是責無旁貸，但仍需要各相關單位（公部門、民間的私部門）持續性的推動及相互配合。舉例來說：當帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案）有幸能被指正而出版，若能在本實驗室及本所官方網站告知國人，歡迎相關業界以合理的工本費購買；而對相關單位（公部門、民間的私部門）如營建署、中華民國帷幕牆技術發展協會、建築師公會等，可在本所經費允許下贈與供作參考，以擴大推廣成效。

我們有信心，只要充分運用各式宣導推廣方法，確實地執行有效步驟，就能持續推動帷幕牆風雨試驗，達到讓相關業界參與的目的。未來若能透過國家發展策略推動，或有相關部門配合及政府經費支持，也許我們亦可能更深入發展帷幕牆風雨試驗檢測的知識領域，將其發展成國際性檢測業務。

第二節 建議

依據本研究發覺，為推動業者對帷幕牆風雨試驗的認知與參與，以營造有利且優質的生活環境，除本帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案）印行推廣外，也必須有相關配套措施相輔相成，方可讓本宣導達到的實質成果。因此，茲提出下列建議：

建議一

輔導民間業界實施帷幕牆風雨試驗：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

可由本實驗室舉辦帷幕牆風雨試驗全省巡迴講習，辦理說明會，並搭配本帷幕牆風雨試驗宣導手冊（草案）做介紹，使民間業界普遍知道帷幕牆風雨試驗之流程、重要性及試驗地點。

建議二

增加本實驗室之帷幕牆風雨試驗測試艙：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

為了能達到帷幕牆風雨試驗推廣之目的，必須由本國家級實驗室來領銜策動，才能達到擴大參與目的。但因目前本實驗室之帷幕牆風雨試驗測試艙只有一個，時程較難排定；若遇到前一個測試案無法如期結案，就可能會影響到下一個測試案的進行。故若能就現有空間在經費允許下增設測試艙，對國內帷幕牆風雨試驗推動將會有更良好的助益。

附錄一 期初審查會議紀錄 97.03.18

一、時間：97年3月18日（星期二）上午9時30分

二、地點：本所簡報室

三、主持人：何所長明錦

四、出席人員：如簽到單（略）

五、確認前次會議紀錄：會議紀錄確定。

六、研究計畫簡報：略

七、綜合討論與建議事項：

1. 本案宣導的對象宜界定清楚，簡報資料中所提到之台灣前五大廣告代理商，其業主所要求宣導的對象與我們可能不盡相同，須再審慎酌量之。
2. 本案研究範圍似乎太過廣泛，須先瞭解我們主要的研究目的為何，再篩選出宣導推廣對象，以研擬出適當之推廣研究內容，達成預期成果。
3. 由於國內可做帷幕牆風雨試驗的實驗室較少，經常有帷幕牆生產廠商被業主要求做帷幕牆風雨試驗，對所要求試驗的項目不甚瞭解。如能有相關的宣導資料供其參考，相信對本所該業務的推動應有極大助益。
4. 對於研究案名稱，為使所探討主題可更聚焦，建議可修正為「帷幕牆風雨試驗宣導手冊之研究」，並可將研究後之產出置於附錄中，以利推廣應用。

八、會議結論：

- （一）本次研究案部分內容尚待進一步確認，請重新檢視主要研究目的，並參酌現有之基礎，俾以釐清方向，方能針對研

帷幕牆風雨試驗宣導手冊之研究

究核心妥予規劃。

(二) 對於會中同仁提供之建議與意見，請研究人員詳細整理歸納，以作為後續研究參採。

九、散會：上午 11 時 35 分。



附錄二 期中審查會議評審意見執行現況 97.08.29

評審委員	評審意見	執行現況
中華民國 結構工程 技師公會 全國聯合 會陳技師 正平	1. 帷幕牆防水填縫材料之持久性為是否導致滲水之主要原因，建議亦可宣導使用具適當持久性與韌性之防水填縫材料。	1. 因防水填縫材料之持久性屬另一範疇，須做耐久抗老化性試驗；與本研究主題較無直接相關，建議可待後續研究再深入探討。
中華民國 帷幕牆技 術發展協 會陳秘書 長文樹	1. 本研究請補正增列頁碼，另表 3-1-1-1 部分用字可做微調，如「試組」可修正為「試組裝」。另第四章「帷幕牆協會」，全名應修正為「帷幕牆技術發展協會」。	1. 有關頁碼缺漏及部分文字圖說須修正處已補正。
黃總經理 清毅	1. 帷幕牆風雨試驗模型雖為性能目的製作，但兼具提供檢視外觀的目的，尤其材料收邊及空縫處理是否具備美感，藉由模型可一覽無遺。 2. 建議若能提供統計資料，則可證明經帷幕牆風雨試驗之帷幕牆建築，其受颱風地震造成之損害不多。原因為 (1) 施工更謹慎；(2) 設計更嚴謹；(3) 日後	1. 已將其納入此宣導手冊（草案）。 2. 國內目前尚無相關統計資料可供查詢，但已將其原因納入此宣導手冊（草案）。 3. 已將「如何讓帷幕牆風雨試驗根留台灣」的好處納入此宣導手冊（草

評審委員	評審意見	執行現況
	<p>維修省下的費用遠比風雨試驗之費用多；(4)外觀有模型可供檢視改善，且更具美感。</p> <p>3. 另建議可宣導如何讓帷幕牆風雨試驗根留台灣，在台灣做該試驗的好處。</p>	<p>案)。</p>
<p>方教授富民</p>	<p>1. 本研究之宣導手冊其宣導對象不同，說明內容應有相對應之層次。例如：在「帷幕牆風雨試驗的益處—(3)對社會大眾方面」，部分說明對非專業人士來說恐不易瞭解。</p> <p>2. 另此宣導手冊之宣導目標應明確界定，是否須在此手冊列出民間實驗室做介紹請再斟酌。此外，內容也列出此民間實驗室的測試價格，亦應考慮是否有其必要性。</p>	<p>1. 為充分發揮本宣導手冊(草案)之功效，本研究已將宣導對象篩選縮小範圍，現階段主要針對帷幕牆相關業界做宣導；未來再對一般社會大眾設計淺顯的推廣方案。</p> <p>2. 已將此宣導手冊(草案)之目標定位為宣導本所之帷幕牆風雨試驗，其他民間實驗室將不列入。</p>
<p>邱顧問昌平</p>	<p>1. 本研究介紹帷幕牆在高層建築之必要性、帷幕牆之定義與功能、其設計與施工安裝作業注意事項等。另介紹帷幕牆</p>	<p>1. 謝謝指教。</p> <p>2. 已將帷幕牆在設計及施工中之注</p>

評審委員	評審意見	執行現況
	<p>風雨試驗項目及其重點內容，強調帷幕牆風雨試驗的重要性及介紹國內外相關實驗室等作為本研究宣導手冊之重要內容，可讓業者充分瞭解而能接受。</p> <p>2. 從建築規劃、設計與發包施工之流程圖，逐一點出各重要階段對帷幕牆造型、外觀、材質等之建築設計、結構設計以及兩者之互動與配合關係，可適度說明帷幕牆在設計及施工中之注意事項及考慮重點。</p> <p>3. 用語定義及圖說等之描述可再加強，以使讀者可更清楚瞭解而不致誤解。</p>	<p>意事項納入本研究中。</p> <p>3. 有關用語定義等須修正處已補正。</p>
<p>陳教授若華</p>	<p>1. 本研究之宣導手冊對於推動帷幕牆建築及其安全性能要求甚有助益，另建議在介紹貴所風雨實驗室時可加註網址。</p> <p>2. 本研究內文頁碼缺漏請補正，且建議可蒐集帷幕牆建築受災損案例，以瞭解其可能造成的工程災害。</p>	<p>1. 謝謝指教，已加註本實驗室網址。</p> <p>2. 有關頁碼缺漏處已補正，並儘可能蒐集帷幕牆建築受災損案例。</p>



附錄三 期末審查會議評審意見執行現況 97.12.10

評審委員	評審意見	執行現況
<p>中華民國 帷幕牆技術發展協會 陳秘書 長文樹</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 第 32 頁中第 3 點提到，帷幕牆風雨試驗失敗的原因不外乎：(1)設計的問題(2)施工的問題，另應增列(3)製造品管的問題。 2. 第 47 頁的表 4-1-1 訪談內容很確實，尤其金屬公司對國內外風雨實驗室之優劣點說明相當清楚，使本研究案內容更加完善。 3. 第 82 頁中，(2)於試驗時發現設計或施工上的問題，同樣亦應增列「製造品管」的問題。 4. 請在資料來源：黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》，作者部分請增列陳文樹，因其為該研究案之研究員。 5. 本研究帷幕牆風雨試驗宣導手冊完成後，帷幕牆技術發展協會將盡全力協助推廣。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 已將帷幕牆風雨試驗失敗的原因增列(3)製造品管的問題。 2. 謝謝指教。 3. 已增列「製造品管」的問題。 4. 已將該技術手冊作者部分增列陳文樹。 5. 謝謝協助推廣。
<p>方教授富 民</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本宣導手冊之制定，將有助於貴實驗室與工程 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指教。

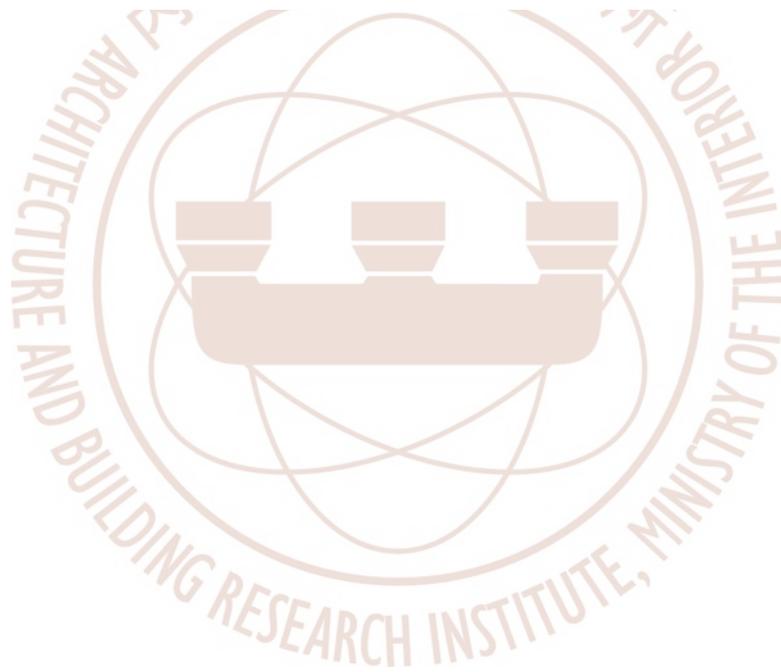
評審委員	評審意見	執行現況
	<p>產業界間之互動。</p> <p>2. 宣導手冊內之文字宜再潤飾，以達通順、易讀、高親和力之目標；另手冊之內容亦可考慮設置於貴實驗室之網頁中。</p>	<p>2. 已將宣導手冊內之文字潤飾，使其更通順、易讀。</p>
林教授富淞	<p>1. 第 40 頁第一行：15 分鐘後停止，觀察漏水量是否不超過 15ml 方為合格，若改成「漏水量或滲水量」是否較妥，以下相關靜態或動態水密性試驗建請修正之。</p>	<p>1. 依 CNS 帷幕牆風雨試驗相關試驗方法，其規定為漏水量非滲水量，故仍從其規定。</p>
邱顧問昌平	<p>1. 本研究從文獻整理、訪談，介紹帷幕牆在建築物上之應用及優缺點等，進而描述辦理帷幕牆風雨試驗之方法及其益處，最後以宣導手冊(草案)之方式呈現，內容相當豐富詳實。</p> <p>2. 辦理帷幕牆風雨試驗，可於規劃、設計至發包施工之流程圖中註明之，並宜將其列於工程發包圖說及工程預算詳細表單與單價分析表中，以利於實施。</p> <p>3. 手冊可以摺頁或小冊子之方式呈現，目前之研究成果篇幅仍多，宜以</p>	<p>1. 謝謝指教。</p> <p>2. 謝謝指教。</p> <p>3. 若經費允許時，當將手冊以小冊子之方式呈現。</p> <p>4. 已將其改為「可測試寬 10m×高 12m 以內之帷幕牆」。</p> <p>5. 因本研究主要為帷幕牆風雨試驗宣導，故門窗風雨試驗不做介紹，以聚焦焦點。</p> <p>6. 謝謝指教。</p>

評審委員	評審意見	執行現況
	<p>出書之方式販售，如書名為「帷幕牆入門－其設計、施工與試驗」。若要於貴實驗室之網頁宣導成果則僅以宣導手冊「帷幕牆風雨試驗圖解介紹」(建議附錄四如此表達)方式表現即可。</p> <p>4. 第 90 頁中，敘明可測試 10m×12m 之帷幕牆，但第 93 頁及第 94 頁則說明測試艙(寬 10m×高 12m)，是否應改為「可測試寬 10m×高 12m 以內之帷幕牆」較妥。</p> <p>5. 第 93 頁敘明有門窗風雨試驗之試艙 3m×3m，而第 90 頁未見對其再加以說明。</p> <p>6. 第 90 頁第三行，最大風壓下仍有 200m³/min 風量，以上表達之最大風量可到多少？第 95 頁亦有同樣問題。</p> <p>7. 第 93 頁中，實驗室不宜列出收費標準，因此收費標準可能會變動，且實驗室負責的部分宜說明。</p>	<p>7. 會將收費標準加註為現行標準。</p>

評審委員	評審意見	執行現況
陳教授若華	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究透過文獻整理及訪談綜整成果，甚具實務參考價值。 2. 研究成果已建立宣導手冊初稿，惟為助於未來推廣，建議加強手冊的美編與文字修飾。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指教。 2. 若經費允許時，當將手冊請廣告公司美編出版。
黃總經理清毅	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究之帷幕牆風雨試驗宣導手冊已編排相當完整，且業界對帷幕牆風雨試驗之重要性也已有相當之共識，其問題應是如何招商及根留台灣之宣傳。為達成上述之目標下列方法可供參考： <ol style="list-style-type: none"> (1) 改善硬體：如增加內外轉角帷幕牆之測試能力及增加測試艙數量。 (2) 設法與外界帷幕牆安裝師傅合作，提供吊裝及拆卸之服務；並多與廠商接觸，以了解其需求。 (3) 推廣帷幕牆風雨試驗時也可推廣隔音試驗及防火試驗，因這是貴所南部實驗室已可進行的試驗項目，是目前其他試驗場所無法同時擁有的。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指教，將在經費允許時加強本實驗室軟硬體之改善。

附錄四

帷幕牆風雨試驗宣導手冊
(草案)



中華民國 97 年 12 月

目次

第一篇 基礎概念篇	X
第一節 認識帷幕牆風雨試驗的重要性	X
第二節 帷幕牆風雨試驗的益處	X
1.對業主、建築師或營造廠方面	X
2.對帷幕牆廠商或帷幕牆工程顧問公司方面	X
第三節 於國內做帷幕牆風雨試驗之優點	X
第二篇 試驗檢測篇	X
第一節 內政部建築研究所風雨實驗室簡介	X
第二節 帷幕牆風雨試驗檢測項目與說明	X
第三節 至本實驗室做帷幕牆風雨試驗注意事項	X

第一篇 基礎概念篇

第一節 認識帷幕牆風雨試驗的重要性

由於營建工法與建材不斷創新，當歐美的帷幕牆建築物被引進之際，其新穎、高聳入天際的設計備受國人讚賞；所以近幾年國內建築朝向現代化、高層化發展已為當今趨勢，現今的世界重要地標——台北 101 大樓就是我國建築業不遑多讓的例子。

也因此各類型的預製帷幕牆工程應用於高層、超高層建築在台灣各大城市已經極為普遍。但是國內有梅雨期與颱風季節，經常遭逢風大雨大情況；我們台灣又處於地震帶，應該如何做好建築物帷幕牆風雨試驗，以保障其安裝後之可靠性、安全性非常重要。

就因為台灣地處颱風、地震經常發生地帶，當這些高層、超高層帷幕牆建築若在設計、施工及建築監督不注意的情況下，施作前又沒做帷幕牆風雨試驗，強風、強震的力量就可能造成帷幕牆建築物外牆框架結構受擠壓產生變形、扭曲或移位，可能使得玻璃、石材板碎裂由高空落下而傷及無辜。若有此現象，未必只是天災所致，屆時再慨嘆未能於事前做帷幕牆風雨試驗，恐怕為時已晚。

歷年來在強風或地震侵襲中，我國因帷幕牆建築物外牆破損，造成的災害案例雖無確切之統計數字，但此乃與國人

生命攸關之大事，不可不慎。如能防範於未然，建造高層、超高層帷幕牆建築之前，事前做好帷幕牆風雨試驗絕對勢在必行。

並且當外牆承受強大風壓時，亦可能造成帷幕牆及其門窗損害，而導致風雨入侵損及室內空間產生漏水情況。此外，由於預製帷幕牆一般較輕薄，若未審慎安裝，水密性不足也會滲漏水，氣密性不足會增加空調、噪音的負荷，降低室內居住品質及舒適性，結構強度不足更會影響居室使用安全。

因此在建造帷幕牆建築之前，如何做好帷幕牆風雨試驗，保障帷幕牆安裝後之可靠性、安全性，的確是值得全體國人共同重視的。

第二節 帷幕牆風雨試驗的益處

一棟新的帷幕牆建物（是指其系統、工法、造型、新添材料或材料尺寸厚薄，為之前未被使用過者），若沒有事先經過帷幕牆風雨試驗檢測，對業主、承包商及其居住使用者的後續保固維修都是很大的危險與挑戰。

帷幕牆建物業主所必須面對承擔的風險：是帷幕牆品質不良，造成後續營運的不順暢與商譽上的損失。

對帷幕牆廠商而言，如果沒防範未然，預先做好帷幕牆風雨試驗，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，即使要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。

因此，帷幕牆風雨試驗非常重要，有關帷幕牆風雨試驗的簡單說明如下：

帷幕牆風雨試驗可分為：（1）氣密試驗（2）靜態水密試驗（3）動態水密試驗（4）正負風壓結構性能試驗及（5）層間變位性能試驗等，每一種試驗都有其要達到的訴求點，以求其各性能合乎要求，並驗證所設計之帷幕牆系統可以滿足各項性能要求。

帷幕牆風雨試驗，即是先把未來將安裝在帷幕牆建物上之試體（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（有可能是原始設計的問題，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，就更能掌握帷幕牆建物品質。

若不經帷幕牆風雨試驗，廠商冒然將帷幕牆直接搭建上去，完工以後針對這麼高層的建築物，如果要再來維修帷幕牆，恐怕非常困難，甚至是無法達成的，這就是事前先做好帷幕牆風雨試驗「預防勝於治療」的效果。

以下是不做帷幕牆風雨試驗，可能導致的危險後果列表說明之：

項次	不做帷幕牆風雨試驗項目時	可能導致之危險後果
1	有關氣密、水密性試驗	<ul style="list-style-type: none"> ● 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，則因滲水而損及帷幕牆構件的耐久性，除了居住環境品質降低外，亦造成建物使用壽命減短。
2	與風壓有關之結構性能試驗	<ul style="list-style-type: none"> ● 我國處於颱風帶，特別是帷幕外牆會承受強大的風壓力，或是風吸力(負風壓)。在強風之下可能造成帷幕牆的損害，導致風雨入侵而波及建築物室內設施使用機能。

項次	不做帷幕牆風雨試驗項目時	可能導致之危險後果
		<ul style="list-style-type: none"> ● 嚴重則因結構性較差，損及其安全性。
3	與地震相關之層間變位性能試驗	<ul style="list-style-type: none"> ● 當建物招逢強烈地震，亦可能造成帷幕牆扭曲變形損害原有機能。

除了以上表列之危險可能性外，我們亦要考慮玻璃也是帷幕牆常用的材質之一。

因為台灣是一地震、颱風頻繁地區，如果帷幕牆設計施作不當，強風、強震會使大樓產生大風壓及層間變位，擠壓帷幕框架產生變形，即可能讓玻璃破裂。

而現今科技高速發展，建物外牆玻璃有大型化的趨勢，其主要目的為講究氣派、亮麗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。

由上述可得知做帷幕牆風雨試驗的原因，那究竟做帷幕牆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. 可確認帷幕牆氣密、水密、正負風壓結構性能、層間變位性能及開關窗性能合乎要求。
2. 可提供業主及建築師檢視試體是否符合設計之理念。
3. 記錄帷幕牆廠商施工方式，以作為實際工程施工之改善準則。

(二) 對帷幕牆廠商或帷幕牆工程顧問公司方面：

1. 驗證所設計之帷幕牆系統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. 由實際工程施工人員參與組裝，可於試驗時發現施工上的問題。
4. 對工廠加工組裝人員，可發現加工組裝上的問題。
5. 新進人員可從試驗中觀察學習，以作為日後設計、施工之參考。

但要達到帷幕牆風雨試驗的預期效益，必須要有如下表之限制與措施，才能達到做帷幕牆風雨試驗的益處：

項次	帷幕牆風雨試驗之限制與措施	說明
1	需依照核准之施工圖面	● 帷幕牆風雨試驗強調

項次	帷幕牆風雨試驗之限制與措施	說明
	及施工規範施工	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 此意味不論材料型式、尺寸厚薄，所用的各式膠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	最好由未來即將參與施工的工班施工	<ul style="list-style-type: none"> ● 帷幕牆風雨試驗強調的是事前的預防，意即在現場施工前，能先試組裝一次；一來可熟悉未來的施工步驟，尤其對比較創新的帷幕牆

項次	帷幕牆風雨試驗之限制與措施	說明
		<p>系統，能夠事先組裝過未來會比較駕輕就熟。</p>
3	<p>找出失敗的原因檢討修正</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 本所風雨實驗室即是為國人服務，找出帷幕牆風雨試驗失敗的原因。其因素不外乎兩種—（1）設計的問題；（2）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

項次	帷幕牆風雨試驗之限制與措施	說明
		外之試驗，以確保其安全。

以下謹將帷幕牆風雨試驗之益處運用簡單的圖說介紹之：



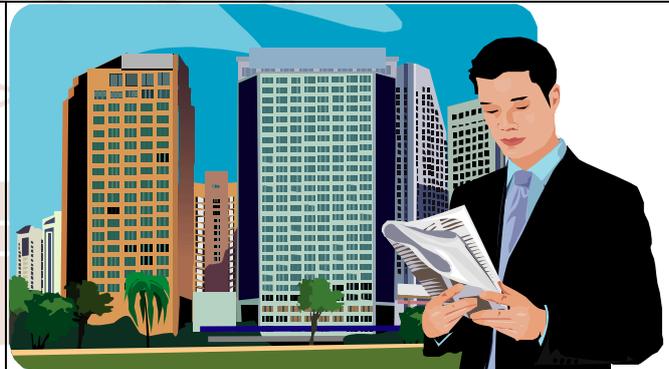
帷幕牆風雨試驗的益處—1. 對業主、建築師或營造廠方面

(1) 確認帷幕牆性能合乎要求

說明：

一棟帷幕牆建物其帷幕牆包覆面積動則上萬 m²，若沒有事先經過帷幕牆風雨試驗檢測，業主必須承擔的風險是帷幕牆品質不良，造成後續營運的不順暢。若有做帷幕牆風雨試驗，則可確認帷幕牆氣密、水密、正負風壓結構性能、層間變位性能及開關窗性能合乎要求後再行現場施工，以保障未來的營運需求。

圖片介紹：



- 業主以帷幕牆施工，就是因其施工快速，希望能提早營運，提早回收其投入成本，故不可因帷幕牆品質不良影響後續營運。
- 資料來源：本研究整理

- 記錄帷幕牆廠商施工方式，以作為實際工程施工之改善準則。
- 資料來源：本研究整理

帷幕牆風雨試驗的益處—1. 對業主、建築師或營造廠方面

(2) 檢視試體是否符合設計之理念

說明：

現代建築在許多建築師精巧設計下，突破以往的傳統設計，廣泛採用無論在材質、形象、外形等都有不同創新變化的帷幕牆，使我們可以看到高科技運用在帷幕牆身上。如建築一體型太陽能光電外牆，或佈滿 LED 燈夜間會閃閃發光五光十色的外牆，甚至整個牆面是一座大型電子廣告看板的 LED 光電帷幕牆等。故在實驗室先以 1 比 1 足尺比例施作，可提供業主及建築師檢視試體是否符合設計之理念。

圖片介紹：



- 香港島夜景佈滿五光十色變化的帷幕牆建築，可看到許多不同創新變化的帷幕牆。
- 資料來源：本研究整理

- 可將創新變化的帷幕牆試體，在實驗室先以 1 比 1 足尺比例施作，可提供業主及建築師檢視試體是否符合設計之理念；並可記錄帷幕牆廠商施工方式，以作為實際工程施工之改善準則。
- 資料來源：本研究整理

帷幕牆風雨試驗的益處—2. 對帷幕牆廠商或帷幕牆工程顧問公司方面

(1) 驗證所設計之帷幕牆系統可滿足各項性能需求

說明：

經由帷幕牆風雨試驗，可模擬了解未來可能碰到狂風暴雨及層間變位、正負風壓等之情形，從試驗中吸取經驗，以作為日後設計修正之參考。

圖片介紹：



- 模擬了解帷幕牆建物未來可能碰到狂風暴雨情形，驗證是否滿足水密需求。
- 資料來源：本研究整理

- 模擬了解地震或風壓力發生時產生之層間變位或正負風壓，驗證帷幕牆建物是否可有效吸收層間變位，並且承受風壓力不致造成帷幕牆扭曲變形。
- 資料來源：本研究整理

帷幕牆風雨試驗的益處—2. 對帷幕牆廠商或帷幕牆工程顧問公司方面

(2) 於試驗時發現設計、施工或製造品管上的問題

說明：

希望在現場施工前，能由實際工程施工人員參與組裝，先行試組裝一次；一來可熟悉未來的施工步驟，尤其對比較創新的帷幕牆系統，能夠事先組裝過未來會比較駕輕就熟。另經由現場測試，或可發現工廠加工組裝問題。可使設計、施工人員從帷幕牆風雨試驗中觀察學習，以了解自己設計、施工之產品。

亦可找出風雨試驗失敗的原因檢討修正，帷幕牆風雨試驗失敗的原因不外乎兩種—(1)設計的問題；(2)施工的問題；(3)製造品管的問題。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。

圖片介紹：



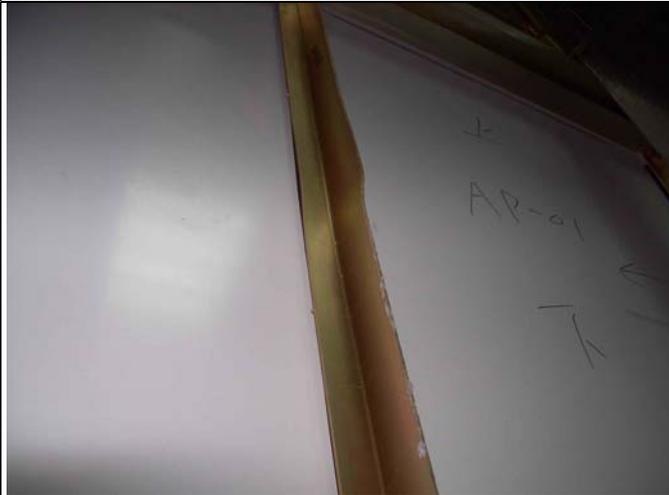
- 經由帷幕牆風雨試驗發現漏水情形。
- 資料來源：本研究整理



- 將外蓋板拆下，檢視帷幕牆二次防水是否有漏打或施工不良處。
- 資料來源：本研究整理

帷幕牆風雨試驗的益處—2. 對帷幕牆廠商或帷幕牆工程顧問公司方面

(2) 於試驗時發現設計、施工或製造品管上的問題



- 經由帷幕牆風雨試驗發現進行風壓試驗時，鋁帷幕板之L型支撐鐵件成挫曲狀，不符需求。
- 資料來源：本研究整理

- 工廠緊急補做新料，將鋁帷幕板拆下，L型支撐鐵件更換成方管，直橫料也都加大加粗，驗證帷幕牆是否可承受風壓力不致造成扭曲變形，以確保安全。
- 資料來源：本研究整理



帷幕牆風雨試驗的益處—2. 對帷幕牆廠商或帷幕牆工程顧問公司方面

(3) 避免因帷幕牆品質不良，造成後續保固維修困難

說明：

若沒有做帷幕牆風雨試驗，帷幕牆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：



- 帷幕牆品質不良，帷幕牆廠商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

- 帷幕牆品質不良，較高樓層大型吊車無法到達，則須租用吊籠進行後續保固維修。惟有些帷幕牆並非僅由單純的外牆修補即可完成，而需一而再、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

第三節 於國內做帷幕牆風雨試驗之優點

早年帷幕牆風雨試驗，我國雖訂有 CNS 國家標準，但因過去相關實驗設施不足，大部分業者為求審慎，只好送往國外之專責實驗室進行檢測。其需負擔眾多人員出國費用與大型構件運輸經費，耗時費事成本高昂；最重要的是測試歷程結果無法增長國內帷幕牆工程技術發展，且其實驗室人才無法長期培訓，經驗不能傳承累積。

而目前國內有兩個實驗室可完整執行 CNS 風雨試驗規範，一為本所風雨實驗室，另一則為附設於某私人帷幕牆公司之實驗室。為使帷幕牆風雨試驗檢測及其技術發展根留國內，本所風雨實驗室責無旁貸。

經上述分析與推理之後，於國內做帷幕牆風雨試驗會有以下 3 項優點：（1）節省經費與時間；（2）可由未來即將參與施工的工班施工以強化品質；（3）可將帷幕牆風雨試驗檢測及其技術發展根留國內。

以下謹將於國內做帷幕牆風雨試驗之優點運用簡單的圖說介紹之：

於國內做帷幕牆風雨試驗之優點	
(1) 節省經費與時間	
說明：	
在國外做帷幕牆風雨試驗成本高，時間也增加許多，眾多人員旅途勞頓，且大型構件運輸不便，耗時費力，測試成本花費相當高昂。	
圖片介紹：	
	
<ul style="list-style-type: none">■ 依據訪談了解：現在國內與國外如新加坡、中國的帷幕牆風雨試驗測試費用大約相近。但是因出國測試加上機票、住宿、船運，當出國人員較多，且安排4~5天時，費用就會比國內高得多；且考量船期約需比國內測試多耗費7-14天。■ 資料來源：本研究整理	<ul style="list-style-type: none">■ 至國外測試要多準備備品，預防出錯可備用，惟最怕臨時缺料（比如說材料不合），就必須緊急空運過去補件，試驗成本勢必往上增加。而在國內做試驗其「機動性」與「便利性」皆好，如果臨時有狀況，都可就近緊急補救，不會延宕時程。■ 資料來源：本研究整理

於國內做帷幕牆風雨試驗之優點

(2) 可由未來即將參與施工的工班施工以強化品質

說明：

在國外做帷幕牆風雨試驗，基於成本考量，一般廠商在組裝過程只願意派一個監工過去，而委由當地實驗室聘請的工班來組裝試體。因此，即使測試通過，在國內正式施工也難保沒有問題。

其主要問題點出在國外試驗歸試驗，國內施工現場歸現場，係由兩班不同的工人施作，銜接不起來。但如在國內做帷幕牆風雨試驗，試驗試體與工地現場可由同一班工人施作；如果發現是施工的疏失，可找出失敗的原因檢討修正，未來此班工人於工地現場施工可更快速並強化品質。

圖片介紹：



■ 希望在現場施工前，能經由帷幕牆風雨試驗，讓未來即將參與施工的工班先行試組裝一次；一來可熟悉未來的施工步驟，尤其對比較創新的帷幕牆系統，能夠事先組裝過未來會比較駕輕就熟。

■ 資料來源：本研究整理

■ 選擇在國內做帷幕牆風雨試驗，可讓更多的設計、施工人員現場參與，更可於試驗時發現設計或施工上的問題。從試驗中吸取經驗，以作為日後修正之參考。在國外做試驗基於成本考量，沒辦法讓那麼多人現場參與，對帷幕牆技術發展傳承較不利。

■ 資料來源：本研究整理

於國內做帷幕牆風雨試驗之優點

(3) 可將帷幕牆風雨試驗檢測及其技術發展根留國內

說明：

在國外做帷幕牆風雨試驗，最重要的是測試歷程結果無法增長國內帷幕牆工程技術發展，且其實驗室人才無法長期培訓，經驗不能傳承累積。

圖片介紹：



Civil Engineering
Laboratory

1718



- 在國內做帷幕牆風雨試驗，因為與國外同樣都有認證，方便、省時亦省成本。但最重要的是測試歷程結果可增長國內帷幕牆工程技術發展，實驗室人才更能長期培訓，經驗可傳承累積。
- 資料來源：本研究整理
- 本實驗室為國家級實驗室，隸屬於內政部，亦為一研究單位；希能藉由本實驗室，將國內帷幕牆工程技術發展更精益求精，研發出更好更優質的帷幕牆系統。
- 資料來源：本研究整理

第二篇 試驗檢測篇

第一節 內政部建築研究所風雨實驗室簡介

內政部建築研究所風雨實驗室（以下簡稱本實驗室）於 2006 年正式對外接受帷幕牆風雨試驗委託測試，並於 2007 年 1 月 25 日獲得財團法人全國認證基金會（TAF）認證通過。

本實驗室位於成功大學台南縣歸仁校區（航空太空科技研究中心）內，距高鐵台南站約 3 公里，交通便捷；帷幕牆風雨試驗除委託單位有特殊要求外皆參考 CNS14280（2006）「帷幕牆及其附屬門、窗物理性能試驗總則」要求之標準測試程序進行試驗。

為使帷幕牆風雨試驗檢測及其技術發展根留國內，本實驗室深受國人所寄望，必須發展國內帷幕牆工程技術，擔負起長期培訓實驗室人才，傳承累積國內風雨試驗經歷之責任。

本實驗室依其空間規劃與試驗設施，分別敘明如下：

1. 在空間規劃方面：

- (1) 主實驗室一間，包括帷幕牆風雨試驗試艙（試艙寬 10m×高 12m×深 1.5m）及門窗風雨試驗試艙（試艙寬 3m×高 3m）各一座。
- (2) 儀控室一間（以 LabVIEW 軟體設計中控）。

2. 帷幕牆風雨試驗設施部分：

- (1) 帷幕牆試艙本體：可測試 10m×12m 以內之帷幕牆。
- (2) 有 20HP 鼓風機三組共 10 台，提供穩定正負靜壓至 15,000Pa，並可維持最大風壓下 200m³/min 以上風量測試。
- (3) 造風設備：以 DC 變頻馬達及風扇葉片（直徑 4.11m）組合，推力值範圍 2,000 至 12,500 kg。
- (4) 噴水系統（水密性能試驗設備）：計有噴水架（規格：高 12m×寬 5.4m×深 4m）×2 座，360 個均布噴水頭，可依各種規範之規定要求調整控制噴水量。
- (5) 位移計：可裝設 40 組，皆與電腦連線，同步記錄數據於電腦上，測量範圍±50mm。
- (6) 層間變位設備：最大推力 30 噸，最大層間位移量±75mm。
- (7) 天車設備：吊升荷重 10 噸 1 台。
- (8) 吊籠設備：積載荷重 320 kg 1 台。
- (9) 其他：如施工鷹架等供施工人員使用。

本實驗室自 2006 年起對外累計之帷幕牆風雨試驗委託測試服務案件，有許多是公家機關的案子，顯見公家機關對

本實驗室能力特別重視。一般帷幕牆試體其取樣與試驗需求，需經業主或設計、監造等單位審查確認，於試驗前提出風雨試驗計畫書，內容包括各試驗風壓值、層間變位值、試驗流程及各項性能標準與試體立面、剖面、大樣圖等。試驗試體由委託單位自行取樣，帷幕牆製作廠商提供材料，自行運抵本實驗室，並請施工單位安裝施作，本實驗室人員亦會對其材料、圖面等進行校核。

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。

帷幕牆風雨試驗除委託單位有特殊要求外皆參考CNS14280 (2006)「帷幕牆及其附屬門、窗物理性能試驗總則」要求之標準測試程序進行試驗。其中層間變位試驗，本實驗室除可做左右位移外，還可做上下移動之層間變位性能試驗；後者乃本實驗室特有的實驗設備，亦可做有轉角之帷幕牆風雨試驗測試。故本實驗室的軟、硬體設備新穎，在測試之準確性、功能性或操作之便利性方面，皆居風雨試驗領域中之首位。

以下謹針對本實驗室運用簡單的圖說說明之：

內政部建築研究所風雨實驗室簡介

(1) 實驗室位置

說明：

- 內政部建築研究所風雨實驗室主要針對帷幕牆、門窗進行風雨試驗。本實驗室位於成功大學台南縣歸仁校區（航空太空科技研究中心）內，距高鐵台南站約 3 公里，交通便捷；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。
- 地址：台南縣歸仁鄉六甲村中正南路一段 2494 號。
- 服務諮詢電話，洽 06-3300504 # 3208。
- <http://wind.abri.gov.tw/>

圖片介紹：

風雨實驗館位置圖：



地址：台南縣歸仁鄉六甲村中正南路一段2494號
(國立成功大學歸仁校區)



- 本所風雨實驗室位置圖。
- 資料來源：本研究整理

- 本所風雨實驗室入口。
- 資料來源：本研究整理

內政部建築研究所風雨實驗室簡介

(2) 本實驗室依據 CNS 規範可進行之風雨試驗

(A) 帷幕牆風雨試驗

帷幕牆試驗 (寬 10m × 高 12m)

- CNS 13971 (2006) 氣密性能試驗
- CNS 13974 (2006) 靜態水密性能試驗
- CNS 13973 (2006) 動態水密性能試驗
- CNS 13972 (2006) 正負風壓結構性能試驗
- CNS 14281 (2006) 層間變位性能試驗

■ 本實驗室除委託單位有特殊要求外皆參考 CNS14280 (2006)「帷幕牆及其附屬門、窗物理性能試驗總則」要求之標準測試程序進行試驗。全套試驗費新台幣 50 萬元，佔艙時間含安裝、測試與拆除以 21 天為限，超過一天每一天加收 1 萬 5 千元 (根據 96 年版之「內政部建築研究所實驗設施技術服務收費標準」，爾後若有修正，從其規定)。

■ 資料來源：本研究整理

(B) 門窗風雨試驗

門窗試驗 (寬 3m × 高 3m)

- CNS 11527 (2004) 氣密性試驗
- CNS 11528 (2004) 水密性試驗
- CNS 11526 (2003) 抗風壓性試驗

■ 本實驗室針對鋁窗會參考 CNS 3092 (2005)「鋁合金製窗」進行試驗，三項試驗 (氣密、水密、抗風壓試驗) 總收費新台幣 3 萬元。

■ 資料來源：本研究整理

內政部建築研究所風雨實驗室簡介

(3) 風雨試驗設施



- 帷幕牆風雨試驗試艙 (寬 10m×高 12m)。
- 資料來源：本研究整理



- 門窗風雨試驗試艙 (寬 3m×高 3m)。
- 資料來源：本研究整理



- 儀控室一間，以 LabVIEW 軟體設計中控。
- 資料來源：本研究整理



- LabVIEW 軟體將所有風雨試驗的操控全部整合在同一介面。
- 資料來源：本研究整理

內政部建築研究所風雨實驗室簡介

(3) 風雨試驗設施



■ 鼓風機組：有 20HP 鼓風機三組共 10 台，提供穩定正負靜壓至 15,000Pa，並可維持最大風壓下 200m³/min 以上風量測試。

■ 資料來源：本研究整理

■ 造風設備：以 DC 變頻馬達及風扇葉片(直徑 4.11m) 組合，推力值範圍 2,000 至 12,500 kg。

■ 資料來源：本研究整理

內政部建築研究所風雨實驗室簡介

(3) 風雨試驗設施

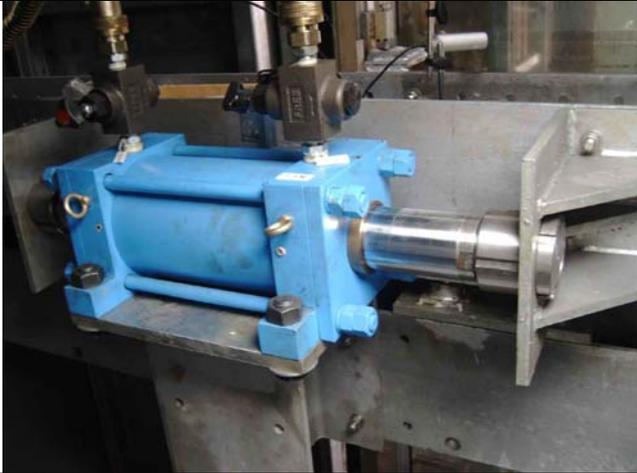


- 噴水系統（水密性能試驗設備）：計有噴水架（規格：高 12m×寬 5.4m×深 4m）×2 座，360 個均布噴水頭，可依各種規範之規定要求調整控制噴水量。
- 資料來源：本研究整理

- 位移計：可裝設 40 組，皆與電腦連線，同步記錄數據於電腦上，測量範圍± 50mm。
- 資料來源：本研究整理

內政部建築研究所風雨實驗室簡介

(3) 風雨試驗設施



- 層間變位設備：最大推力 30 噸，最大層間位移量 $\pm 75\text{mm}$ 。
- 資料來源：本研究整理



- 天車設備：吊升荷重 10 噸 1 台。
- 資料來源：本研究整理



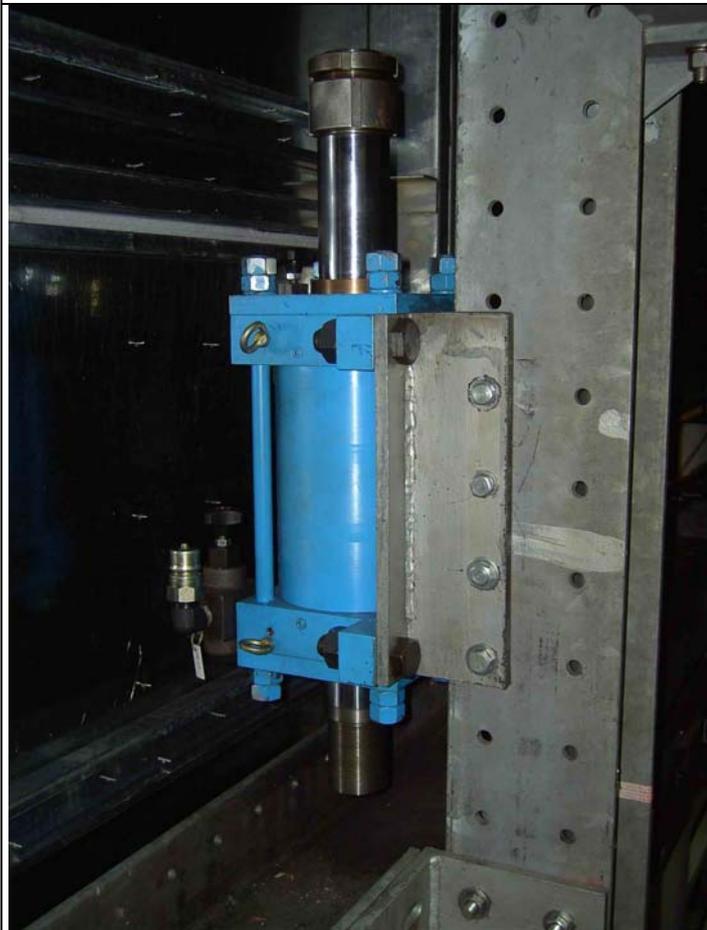
- 吊籠設備：積載荷重 320 kg 1 台。
- 資料來源：本研究整理



- 施工鷹架可供施工人員使用。
- 資料來源：本研究整理

內政部建築研究所風雨實驗室簡介

(3) 風雨試驗設施



- 上下層間變位設備：可做上下移動之層間變位性能試驗。
- 資料來源：本研究整理

- 轉角測試：可做有轉角之帷幕牆風雨試驗測試。
- 資料來源：本研究整理

第二節 帷幕牆風雨試驗檢測項目與說明

傳統立框式帷幕牆因其由直、橫料、玻璃、膠條、填縫劑、繫件等所組成，現場施工存有許多接縫；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，現場組裝之材料或組件數量愈多，接合部或接縫便愈多，若有施工不良或施工疏失，則漏氣漏水的機會也越大。因此為降低漏氣漏水的機會，在設計上除應考慮儘量減少接縫外（如採單元式帷幕牆，大部分的施作皆於工廠完成，較能控制品質），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、氣密性及其所受風壓地震力等之影響，則需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、耐震、抗風壓之性能品質。

帷幕牆系列試驗之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 14280 (2006) 之規定須先施以預壓力，以保持後續試驗之穩定，其後解壓後再進行所需氣壓差較小之氣密性能試驗。氣密試驗完成後進行第一次靜態水密性能試驗，然後使用造風設備進行動態水密性能試驗。以上完成漏氣及靜動態漏水有關之試驗後，才施以反應地震力影響，即帷幕牆層間變位性能試驗。在帷幕牆及框架經過三個週期位移變形考驗後再測試其水密性，即第二次靜態水密性能試驗。之後使用較大的

靜態壓力差進行與帷幕牆變形性能有關之正負風壓結構性能試驗，以反應風壓（吸）力造成結構體變形的影響，如此帷幕牆及框架在經過此正負風壓變形考驗後再測試其水密性，即第三次靜態水密性能試驗。經此一系列之試驗，才能反應帷幕牆在實際狀況下的性能。最後再做 1.5 倍正負風壓結構性能試驗，1.5 倍設計風壓性能也稱之為極限風壓性能，在 1.5 倍設計風壓下結構不得破壞，但容許少量永久性變形。接著為 1.5 倍設計值之層間變位性能試驗，以層間變位設備推移與固定繫件連接之活動梁，依正反方向或依規範指示之方向，重覆正反方向各三次，帷幕牆單元及玻璃不可脫落。

本實驗室帷幕牆風雨試驗檢測順序參考 CNS14280 (2006)「帷幕牆及其附屬門、窗物理性能試驗總則」要求之標準測試程序進行試驗，其完整之試驗項目如下：

- (1) 預施壓力達正風壓設計值之 50%；
- (2) 氣密性能試驗；
- (3) 第一次靜態水密性能試驗；
- (4) 動態水密性能試驗；
- (5) 設計值之層間變位性能試驗；
- (6) 第二次靜態水密性能試驗；
- (7) 正風壓結構性能試驗；
- (8) 負風壓結構性能試驗；

- (9) 第三次靜態水密性能試驗；
- (10) 1.5 倍正風壓結構性能試驗；
- (11) 1.5 倍負風壓結構性能試驗；
- (12) 1.5 倍設計值之層間變位性能試驗。

以下茲將帷幕牆風雨試驗檢測之五大項目(1)氣密性能試驗；(2)靜態水密性能試驗；(3)動態水密性能試驗；(4)正負風壓結構性能試驗；(5)層間變位性能試驗；運用簡單的圖說說明之：



帷幕牆風雨試驗檢測項目與說明

(1) 氣密性能試驗

測試方法：CNS 13971 (2006) 帷幕牆及其附屬門、窗與天窗氣密性性能試驗法

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。
- 資料來源：本研究整理

- 做帷幕牆風雨試驗，測試固定部及開窗部之漏氣量。
- 資料來源：本研究整理

帷幕牆風雨試驗檢測項目與說明

(1) 氣密性能試驗

測試流程：

測試步驟：

1. 正常狀況下，將非為建築物使用之填縫材或建材取下，並將試體安裝在測試艙開口處，試體之任何部位均不能受到阻擋。
2. 在不更動試體與測試艙間填縫材之狀況下，調整所有五金配件、通氣口、窗扇、平衡式窗扇、門及其它視為試體一部分之配件，以符合試驗之要求。
3. 測試前，重複五次開關及鎖上每一個窗及門(含氣窗)，確定所有部位準確之定位及密封。
4. 調整空氣流量以使試體產生指定壓力差，當測試條件達穩定時，記錄流量及壓力差，此一流量為總空氣流量(Q_t)。量測試體內空氣之大氣壓力及溫度。
5. 扣除試體外之漏氣量。如無法扣除時，可將試體本身全部密封，再量測同樣壓力差下之空氣流量，此一流量即為試體外之空氣流量(Q_c)。

計算方法：

1. 總空氣流量及試體外之漏氣量，需換算成標準狀態下之流量(Q_{st})，如公式(1)及(2)所示。

$$(1) Q_{st} = Q(W/W_s)^{1/2}$$

$$(2) W = 3.485 \times 10^{-3} [B/(T+273)]$$

Q = 非標準狀態下之流量(m^3/s)

Q_{st} = 校正為標準狀態下之流量(m^3/s)

W_s = 標準狀態下之空氣密度($1.202 \text{ kg}/m^3$)

W = 測試地點之空氣密度(kg/m^3)

B = 測試地點之大氣壓力(Pa)

T = 測試流量部分之溫度($^{\circ}C$)

2. 先在試體之室外層用膠帶將帷幕牆固定部份覆蓋住，在室內層用膠帶將開窗之周邊封住。
3. 測試艙逐漸加壓至 75Pa，壓力由壓力計讀出。測試艙於 75Pa 壓力差下之漏氣量(由空氣流量計讀出)被記錄為 Q_1 。
4. 卸除帷幕牆固定部之膠帶，重複步驟 3；此時，由空氣流量計讀出之第二個漏氣量值為測試艙與帷幕牆固定部份之漏氣量，此漏氣量值被記錄為 Q_2 。
5. 卸除開窗部周邊之膠帶，重複步驟 3；此時，由空氣流量計讀出之第三個漏氣量值為測試艙、帷幕牆固定部份與開窗部之漏氣量，此漏氣量值被記錄為 Q_3 。
6. 帷幕牆固定部份之淨漏氣量(Q_{fw})為 $Q_2 - Q_1$ ；帷幕牆開窗部份之淨漏氣量(Q_w)為 $Q_3 - Q_2$ 。
7. 帷幕牆固定部份之單位面積漏氣量 q_{fw} ，為帷幕牆固定部份之淨漏氣量(Q_{fw})除此固定部份之總面積(A_f)。

$$q_{fw} = Q_{fw}/A_f$$
8. 帷幕牆開窗部份之單位長度漏氣量 q_w ，為開窗部份之淨漏氣量(Q_w)除以開窗之總周長(L_w)。

$$q_w = Q_w/L_w$$

帷幕牆風雨試驗檢測項目與說明

(1) 氣密性能試驗

判定標準：

- 測試壓力：一般最低以 75 Pa 為準，但考量當建築物對空氣品質及濕度要求較高時，得以 300 Pa 為準，一般帷幕牆固定部份之漏氣量，不得超出 $1.09 \text{ m}^3/(\text{hr} \cdot \text{m}^2)$ ，開窗部份之漏氣量，不得超出 $1.39 \text{ m}^3/(\text{hr} \cdot \text{m})$ 。
- 資料來源：中國國家標準 CNS 14280 (2006) <帷幕牆及其附屬門、窗物理性能試驗總則>，經濟部標準檢驗局



帷幕牆風雨試驗檢測項目與說明

(2) 靜態水密性能試驗

測試方法：CNS 13974 (2006) 帷幕牆及其附屬門、窗與天窗靜態水密性性能試驗法

帷幕牆因其由直料、橫料、玻璃、膠條、扣件等所組合而成，而金屬及 PC 帷幕牆之壁板間也存有接縫，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，易於間隙造成漏水的問題。水密性能是以一定壓力差下反應雨水之滲漏情形。

圖片介紹：



- 水密性變好，狂風暴雨時室內亦不滲水，提昇室內居住環境品質。
- 資料來源：本研究整理

- 水密性差，狂風暴雨會造成滲水損及構件的耐久性，亦降低室內居住環境品質。
- 資料來源：本研究整理

帷幕牆風雨試驗檢測項目與說明

(2) 靜態水密性能試驗

測試方法：CNS 13974 (2006) 帷幕牆及其附屬門、窗與天窗靜態水密性性能試驗法



- 靜態水密性能試驗：將固定的水量均勻且持續噴灑於整個試體外側表面，同時啟動鼓風機以固定的壓力差吸氣。
- 資料來源：本研究整理

- 窗戶水密性差，狂風暴雨亦會造成滲水，降低室內居住環境品質。
- 資料來源：本研究整理

帷幕牆風雨試驗檢測項目與說明

(2) 靜態水密性能試驗

測試步驟：

1. 去除不必要封裝材料或組件，將試體置入或緊靠測試艙之開口部，且試體之室外側應面對測試艙之高壓側與噴水裝置；另須注意接縫或開口部是否被阻塞。最後將試體密封於測試艙。
2. 在不阻礙試體與測試艙之密封性原則下，調整在測試艙內所有可調整之零件，並將每一組件鎖緊以滿足試驗作業符合測試要求。
3. 將每一活動開窗在測試前做 5 次之開、關、扣鎖動作。
4. 調整噴水系統至要求之噴水速率（CNS 規定為 $3.4\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ ）。
5. 當噴水系統之噴水速率達所定要求時，迅速施加所規定之壓力於測試艙內，使其可達到設計正風壓 20%，但不得小於 300 Pa，且不得大於 720 Pa，此一狀態維持 15 分鐘進行測試。
6. 停止所施加氣體壓力差與停止噴灑水氣。
7. 觀察是否有漏水現象，若發現有任何地方漏水，應記錄其位置。

判定標準：

- 在 15 分鐘試驗期間內，室內壓條或擋水板表面收集到不超過 15 mL 之漏水為合格。
- 資料來源：中國國家標準 CNS 14280（2006）〈帷幕牆及其附屬門、窗物理性能試驗總則〉，經濟部標準檢驗局

帷幕牆風雨試驗檢測項目與說明

(3) 動態水密性能試驗

測試方法：CNS 13973 (2006) 帷幕牆及其附屬門、窗與天窗動態水密性性能試驗法

本試驗可檢測暴雨與瞬間強風對牆面所產生的滲水效應。

圖片介紹：



- 動態水密性能試驗—可用造風設備（通常為飛機螺旋槳或引擎）來製造風量，利用造風設備之馬達轉速，使其可達到設計正風壓 20%，但不得小於 300 Pa，且不得大於 720 Pa。
- 資料來源：本研究整理

- 本試驗 CNS 規定以 $3.4\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ 的水量均勻且持續噴灑於整個試體外側的表面，同時啟動造風設備達設定之風量。試驗時間持續 15 分鐘後停止，觀察漏水量若不超過 15cc 即為合格。
- 資料來源：本研究整理

帷幕牆風雨試驗檢測項目與說明

(3) 動態水密性能試驗

測試步驟：

1. 試體安裝在試艙上，並在介面做防水處理，使試體之室外面能承受動態壓力及水流，噴水系統之所有噴水孔須全部打開。
2. 測試前，應有足夠時間允許填縫劑做化學養護，達到製造商所建議之適當養護強度為止。
3. 試體室外側表面之噴水量為 $3.4L/(m^2 \cdot min)$ ，須均勻且持續噴灑整個試體表面；調整造風設備之馬達轉速，使其可達到設計正風壓 20%，但不得小於 300 Pa，且不得大於 720 Pa，試驗時間持續 15 分鐘。
4. 測試期間之漏水，均應記載且報告漏水處及漏水量。

本試驗之等值風速以下列公式換算， $P=0.613V^2$ ，其中 V 為風速 m/s，P 為等值速度壓 Pa。故設計正風壓 20%，但不得小於 300 Pa，且不得大於 720 Pa，其標準風壓換算表如下：

風壓 Pa {kgf/m ² }	最大值或陣風值之平均風速 m/s
300 {30}	22.1
380 {38}	24.9
480 {48}	28.0
580 {58}	30.8
720 {72}	34.3

- 資料來源：中國國家標準 CNS 14280 (2006) <帷幕牆及其附屬門、窗物理性能試驗總則>，經濟部標準檢驗局；中國國家標準 CNS 13973 (2006) <帷幕牆及其附屬門、窗與天窗動態水密性性能試驗法>，經濟部標準檢驗局

判定標準：

- 在 15 分鐘試驗期間內，室內壓條或擋水板表面收集到不超過 15 mL 之漏水為合格。
- 資料來源：中國國家標準 CNS 13973 (2006) <帷幕牆及其附屬門、窗與天窗動態水密性性能試驗法>，經濟部標準檢驗局

帷幕牆風雨試驗檢測項目與說明

(4) 正負風壓結構性能試驗

測試方法：CNS 13972 (2006) 帷幕牆及其附屬門、窗與天窗正負風壓結構性性能試驗法

外牆承受強大的風壓力，或是風吸力（負風壓），在強風之下可能造成帷幕牆的損害，導致風雨入侵而波及建築物室內設施使用機能。甚至因強大風壓擠壓帷幕框架產生變形，即可能讓玻璃破裂。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塊帷幕牆強化玻璃被吹破。
- 資料來源：2008.09.25 香港明報

- 被哈格比颱風吹破的帷幕牆強化玻璃於對街佈滿玻璃碎片。
- 資料來源：2008.09.25 香港明報

帷幕牆風雨試驗檢測項目與說明

(4) 正負風壓結構性能試驗

測試步驟：

去除試體上任何不在實際建築物使用之建材或密封性材料，將試體裝入或緊靠於壓力艙之開口部分，試體外側因承受正風壓而受較大壓力，內側將承受負風壓而受較大壓力。在試體之支承部分，須以實際建築物上之支承系統應用於試體上，且有相同數量、形式及安裝法。

步驟 A：若無需求得壓力—撓度曲線時，依下述步驟進行試驗。

1. 檢視試體各部分是否調整適當，所有鎖扣是否按照要求鎖緊。
2. 在須量測之適當位置上，裝置變形量測計。
3. 預壓：施加 1/2 倍之設計試驗壓力，並持續 10 秒。將壓力減壓至零。在壓力零時，該材料復原不超過 5 分鐘之恢復期，記錄最初之數值(撓度量)。
4. 除另有特殊規定，加壓並維持全部設計壓力，持續 10 秒鐘以上，並記錄相關數值。
5. 釋放壓力差至零，恢復時間不少於 1 分鐘，亦不得超過 5 分鐘，記錄試體之永久變形量。
6. 若玻璃於最大風壓前發生破裂，應審慎調查試體以決定破壞之原因。如玻璃破裂係因支持骨架之變形及損壞，抑或因繫件之鬆脫或損壞，或由於支持元件及玻璃之交互作用而損壞，則記錄該現象並停止試驗。如非因結構問題所致玻璃破裂，則更換玻璃重新試驗。
7. 重複上述步驟，但反向加壓。

步驟 B：若需求得壓力—撓度曲線時，依下述步驟進行試驗。

1. 檢視試體各部分是否調整適當，所有鎖扣是否按照要求鎖緊。
2. 在須量測之適當位置上，裝置變形量測計。
3. 預壓：施加 1/2 倍之最大設計風壓，並持續 10 秒。再釋放試體之壓力差，恢復時間不少於 1 分鐘，亦不得超過 5 分鐘，記錄最初之數值(撓度量)。
4. 使用階段性加壓，逐漸加壓至最大測試壓力，須決定試驗之階段數目，但加壓至最大試驗壓力不得少於四個壓差階段。除另有規定，每次增加壓力差時，加壓及維持該壓力 10 秒鐘，並適切記錄其撓度數值。
5. 釋放壓力差至零，恢復時間不少於 1 分鐘，亦不得超過 5 分鐘，記錄試體之永久撓度量。
6. 於施加壓力時，若試體之行為顯示有可能突然發生破壞或損壞位移針時，可將位移針移開，並繼續施加壓力至最大測試壓力或最大承載壓力，然後釋放壓力，恢復時間不少於 1 分鐘，亦不得超過 5 分鐘，記錄試體之永久變形量。
7. 若玻璃發生破裂，則依 A6 步驟進行。

帷幕牆風雨試驗檢測項目與說明

(4) 正負風壓結構性能試驗

判定標準：

- 依設計值實施風壓結構性能試驗，其骨架變形量，當跨距小於 4115 mm 時，不得超過淨跨距之 1/175，跨距在 4115~ 12200 mm 時，不得超過淨跨距之 1/240+6.4 mm；且不應有玻璃破裂或嵌板、繫件、固定件產生永久性變形或損壞情形。
- 當帷幕牆施以 1.5 倍設計值正負風壓結構性能試驗時，永久變形量不應超過其淨跨距之 0.2%。
- 資料來源：中國國家標準 CNS 14280 (2006) <帷幕牆及其附屬門、窗物理性能試驗總則>，經濟部標準檢驗局

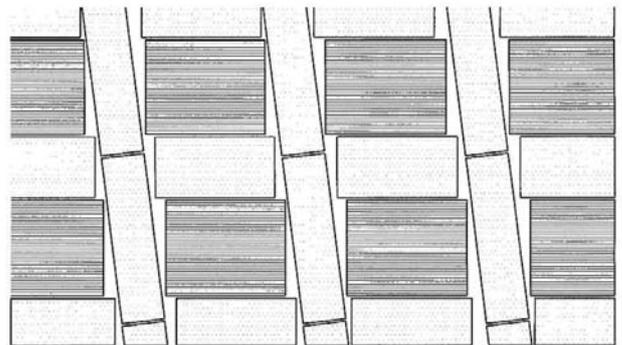
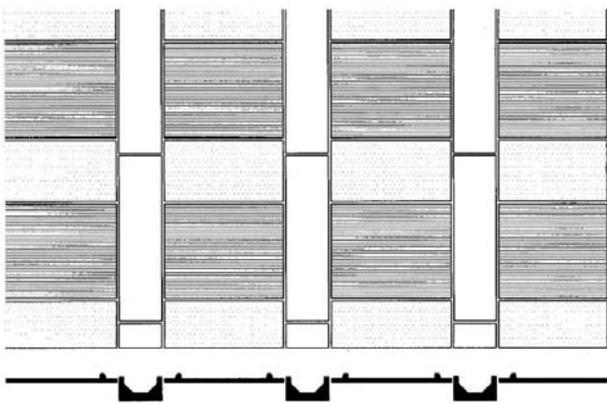
帷幕牆風雨試驗檢測項目與說明

(5) 層間變位性能試驗

測試方法：CNS 14281 (2006) 帷幕牆及其附屬門、窗與天窗靜態層間變位性能試驗法

因地震力對建築構造物之上下相鄰兩層間所產生的相對變位稱為層間變位(如下附圖)，尤其以高層建築之層間變位特徵最為明顯，而層間變位吸收性能為帷幕牆構造能夠順應地震或風壓力所造成之層間變位的能力。

圖片介紹：



- 地震發生前無層間變位。
- 資料來源：黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》，內政部建築研究所，台北

- 地震發生時產生層間變位，層間變位吸收性能好的帷幕牆建築可吸收層間變位，不致造成帷幕牆扭曲變形。
- 資料來源：黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》，內政部建築研究所，台北

帷幕牆風雨試驗檢測項目與說明

(5) 層間變位性能試驗

測試步驟：

將試體安裝於測試艙，試體週邊及測試艙密封，試體左右兩側與測試艙間保留大於層間變位設計值 2 倍以上之間距，並將試體之一支承點固定於活動梁，以緩慢位移方式模擬地震所造成之層間變位，觀察並記錄試體受到位移時之變化，以驗證帷幕牆系統吸收層間變位之性能。

1. 除另有規定外，實施層間變位試驗之前，須依 CNS 14280「帷幕牆及其附屬門、窗物理性能試驗總則」第 2.2 節之試驗順序進行。
2. 執行規定之層間變位量試驗。
 - (1) 帷幕牆試體被裝置在測試艙中，使用機械設備在試體上製造規定之位移量，正、反方向各三次，完成試驗後，以目視檢驗試體之破壞情況並記錄之，檢驗是否滿足設計上之性能要求。
 - (2) 依測試設備之能力，進行層間變位試驗時，試驗之每一週期並無時間限制，試體必須安裝妥當，試驗中不得產生突然之加速或減速現象。
 - (3) 帷幕牆設計位移量係依據建築位移量估算，對於多層式試體，每層間之位移量可能不同，除非特別註明，水平向設計位移量可取 0.01 乘以相鄰最大樓層高度。
3. 除另有規定外，層間變位試驗後，依 CNS 14280 第 2.2 節試驗順序進行未完成之試驗。
4. 如有特別規定，可增加層間變位之次數或製造大於設計值之位移量。試驗完成後，須檢驗試體之破壞情況並記錄之，例如破壞地方、脫落、金屬材料扭曲狀況、填縫材斷裂、玻璃破裂、防水膠條破壞、永久變形等。

帷幕牆風雨試驗檢測項目與說明

(5) 層間變位性能試驗

判定標準：

以下重要建築物係指災害發生時，須維持機能之重要建築物或儲存多量危險物品之建築物。

一、重要建築物之性能要求：

1. 設計值之層間變位性能要求，須符合下列規定：

- (1) 營運的功能不得受損。
- (2) 玻璃不得破裂或掉落。
- (3) 氣密性及水密性性能，保持在許可範圍內。
- (4) 外觀與結構不受損。
- (5) 外牆零件及五金配件不得受損或掉落。

2. 1.5 倍設計值之層間變位性能要求，須符合下列規定：

- (1) 玻璃完全在框架內且無掉落。
- (2) 無外牆組件掉落。

二、一般建築物之性能要求：

1. 設計值之層間變位性能要求，須符合下列規定：

- (1) 玻璃不得破裂或掉落。
- (2) 不需更換零件，在現場整修後，能維持營運功能。
- (3) 不拆換外牆系統所做之調整後，即可通過氣密、水密及結構要求，看得到的填縫或膠條可整修。
- (4) 無外牆組件掉落，飾條可脫開。

2. 1.5 倍設計值之層間變位性能要求，須符合下列規定：

- (1) 玻璃完全在框架內且無掉落。
- (2) 無外牆組件掉落。

■ 資料來源：中國國家標準 CNS 14281 (2006) <帷幕牆及其附屬門、窗與天窗靜態層間變位性能試驗法>，經濟部標準檢驗局

第三節 至本實驗室做帷幕牆風雨試驗注意事項

每一個實驗室所提供的設備不同，亦各有其特點，因此若已決定前往做試驗，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。

為使帷幕牆廠商至本實驗室做帷幕牆風雨試驗，能夠配合做有效率的準備，相關資訊也應普及，致使相關業界能更明白、認識了解本所國家級實驗室之作業程序。

以下茲將至本實驗室做帷幕牆風雨試驗注意事項，運用簡單的圖說說明之：



至本實驗室做帷幕牆風雨試驗注意事項

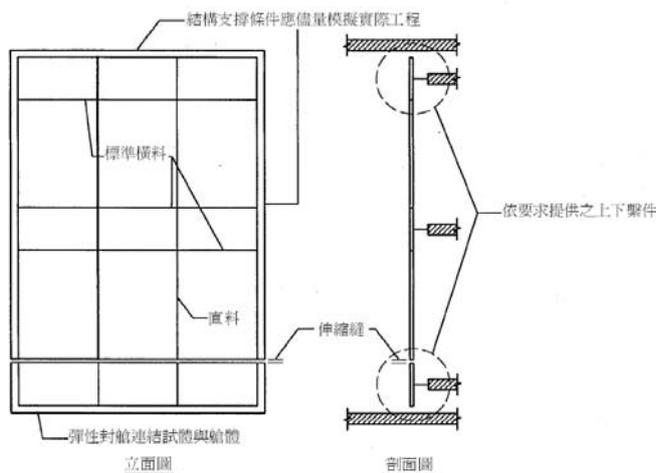
(1) 確認風雨試驗計畫書

說明：

一般帷幕牆試體其取樣與試驗需求，需經業主或設計、監造等單位審查確認，提出風雨試驗計畫書。內容包括各試驗風壓值、層間變位值、試驗流程及各項性能標準與試體立面、剖面、大樣圖等。

因為帷幕牆風雨試驗並非一強制性的試驗，通常帷幕牆面積較大，業主才會要求做帷幕牆風雨試驗。但也因帷幕牆面積很大，業主顧問可能會建議業主取樣位置可能為重複性較大之處；或者因案子特殊考量有特別的取樣點。另因高樓或低矮樓房或所處地理位置其風壓差異大，故須先訂定其風壓值。

圖片介紹：



- 試體之尺度須可代表測定帷幕牆系統中所有標準構件性能，且提供完整受力於標準垂直向及水平骨架，包括建築物之端點及轉角。試體其寬度不得少於3個標準單元（構件），二樓層以上採用同一系統（multi-story systems），則該系統試體高度不得低於二層樓高加上一個容許有垂直伸縮之水平向接縫高度。若後續也要做水密試驗，至少要有一個完整

容許垂直伸縮之水平向接縫於試體下面 1/3 之高度內。此試體需包含試體之上、下、左、右邊所有標準伸縮縫、接頭、繫件及支撐零件。若最大系統或牆體小於上述要求時，則採用最大系統或全尺寸牆體為試體。

- 資料來源：中國國家標準 CNS 13972 (2006) <帷幕牆及其附屬門、窗與天窗正負風壓結構性性能試驗法>，經濟部標準檢驗局；中國國家標準 CNS 13971 (2006) <帷幕牆及其附屬門、窗與天窗氣密性性能試驗法>，經濟部標準檢驗局

至本實驗室做帷幕牆風雨試驗注意事項

(2) 準備固定試體用之鋼板

說明：

為保持本實驗室提供之鋼梁不受損害，委託單位須自行準備固定試體用之鋼板。將鋼板用螺栓鎖在鋼梁上，之後帷幕牆的固定繫件就可直接焊接在鋼板上，鋼梁才可重複使用，不致受損。

圖片介紹：



■ 鋼板的螺栓孔間距，係配合本實驗室之鋼梁，其左右孔距為 10cm，上下孔距為 20cm。

■ 資料來源：本研究整理

■ 將鋼板用螺栓鎖在鋼梁上，帷幕牆的固定繫件即可直接焊接在鋼板上，之後再組裝帷幕牆。

■ 資料來源：本研究整理

至本實驗室做帷幕牆風雨試驗注意事項

(3) 本實驗室可借用之設備工具

說明：

本實驗室提供天車、吊籠、施工鷹架等設備供委託單位吊裝、組裝帷幕牆等相關材料。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、氧氣乙炔、空氣壓縮機、氣動工具、圓盤鋸、砂輪機、扳手、工具組等。

圖片介紹：



- 吊升荷重 10 噸之天車，可吊裝直、橫料、玻璃或單元式帷幕牆等材料。
- 資料來源：本研究整理

- 積載荷重 320 kg 之吊籠，可移動位置方便施工人員上下組裝帷幕牆。
- 資料來源：本研究整理

至本實驗室做帷幕牆風雨試驗注意事項

(4) 本實驗室負責的部份

說明：

委託單位進場前，本實驗室會依所提供之風雨試驗計畫書圖面，用 2 噸吊車事先將鋼梁及位移梁吊至固定的定點，廠商進場已可直接安裝，不需再耗費移動鋼梁時間。

圖片介紹：



- 本實驗室用測試艙頂之 2 噸吊車事先將鋼梁及位移梁吊至固定的定點。
- 資料來源：本研究整理

- 廠商進場已可直接將鋼板用螺栓鎖在鋼梁上，組裝帷幕牆。
- 資料來源：本研究整理

至本實驗室做帷幕牆風雨試驗注意事項

(5) 委託單位負責的部份

說明：

委託單位除了組裝試體外，尚需自行封艙（含層間變位用的塑膠墊），所有封艙的材料如封艙板、骨架、自攻螺絲、塑膠墊、silicon 等皆須自行準備，以完成封艙供後續進行測試。

圖片介紹：



- 可將封艙用的骨架及鋼板先在地面上燒焊，再用天車將整組骨架吊起，用螺栓鎖鋼板進鋼梁。
- 層間變位用的塑膠墊須以角鋼壓住，以自攻螺絲鎖入骨架。
- 資料來源：本研究整理

- 將封艙板以自攻螺絲鎖在骨架上，所有封艙板交接處、鎖自攻螺絲處、塑膠墊交接處等均須用 silicon 封住以防漏氣。
- 資料來源：本研究整理

至本實驗室做帷幕牆風雨試驗注意事項

(6) 風雨試驗結束後

說明：

本實驗室除委託單位有特殊要求外皆參考 CNS14280 (2006)「帷幕牆及其附屬門、窗物理性能試驗總則」要求之標準測試程序進行試驗。全套試驗費新台幣 50 萬元，佔艙時間含安裝、測試與拆除以 21 天為限，超過一天每一天加收 1 萬 5 千元 (根據 96 年版之「內政部建築研究所實驗設施技術服務收費標準」，爾後若有修正，從其規定)。其中除測試作業由本實驗室負責外，安裝與拆除作業皆須由委託單位自行處理。

圖片介紹：



- 委託單位於測試作業結束後，須自行負責拆除作業。
- 資料來源：本研究整理

- 若拆除作業無法在整個作業時間 21 天內完成，超過一天每一天仍須加收 1 萬 5 千元之佔艙費。
- 資料來源：本研究整理

以上六項帷幕牆風雨試驗注意事項，是提供給來本所做試驗者的摘要重點；實際上每一件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。盼能協助業界對帷幕牆作開發、檢測之應用，並使帷幕牆風雨試驗檢測及其技術發展根留國內。





參考書目

(一)中文資料

1. 內政部營建署(2007)《建築技術規則》
2. 蔡宜中(2007)《帷幕牆風雨試驗檢測發展策略之研究》，內政部建築研究所，台北
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，台北
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. 鄒本駒、蔡宜中(2005)《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，台北
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，台北
7. 黃清毅、徐金水、陳文樹(2003)《金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂》，內政部建築研究所，台北
8. 陳慶銘等人(2003)《帷幕牆工程參考規範與解說(草案)》，內政部建築研究所，台北
9. 劉慶男、黃清毅、徐金水(2002)《建築物預製金屬帷幕牆施工安裝作業手冊》，內政部建築研究所，台北
10. 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，台北
11. 陳慶銘、王榮吉、施乃中(1992)《帷幕牆工程標準規範與解說之擬定》，內政部建築研究所籌備處，台北
12. 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
13. 中國國家標準 CNS 13971 (2006) <帷幕牆及其附屬門、窗與天窗氣密性性能試驗法>，經濟部標準檢驗局
14. 中國國家標準 CNS 13972 (2006) <帷幕牆及其附屬門、窗與天窗正負風壓結構性性能試驗法>，經濟部標準檢驗局

15. 中國國家標準 CNS 13973 (2006) <帷幕牆及其附屬門、窗與天窗動態水密性性能試驗法>，經濟部標準檢驗局
16. 中國國家標準 CNS 13974 (2006) <帷幕牆及其附屬門、窗與天窗靜態水密性性能試驗法>，經濟部標準檢驗局
17. 中國國家標準 CNS 14280 (2006) <帷幕牆及其附屬門、窗物理性能試驗總則>，經濟部標準檢驗局
18. 中國國家標準 CNS 14281 (2006) <帷幕牆及其附屬門、窗與天窗靜態層間變位性能試驗法>，經濟部標準檢驗局
19. 中國國家標準 CNS 11524(2003) <門窗性能試驗法通則>，經濟部標準檢驗局
20. 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
21. 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
22. 中國國家標準 CNS11528 (2004) <門窗水密性試驗法>，經濟部標準檢驗局
23. 中國國家標準 CNS3092 (2005) <鋁合金製窗>，經濟部標準檢驗局
24. GB/T 15225 建築幕牆物理性能分級—中國國家技術監督局
25. GB/T 15226 建築幕牆空氣滲透性能檢測方法—中國國家技術監督局
26. GB/T 15228 建築幕牆雨水滲漏性能檢測方法—中國國家技術監督局
27. GB/T 15227 建築幕牆風壓變形性能檢測方法—中國國家技術監督局
28. GB/T 18250 建築幕牆平面內變形性能檢測方法—中國國家技術監督局
29. 建築外窗氣密性能分級及檢測方法—中國國家質量監督檢驗檢疫總局
30. 建築外窗水密性能分級及檢測方法—中國國家質量監督檢

驗檢疫總局

31. 建築外窗抗風壓性能分級及檢測方法—中國國家質量監督
檢驗檢疫總局
32. 內政部建築研究所(2006)《電腦監控系統操作及維修手冊》

(二) 外文資料

1. ASTM E283—美國材料試驗學會
2. ASTM E331—美國材料試驗學會
3. ASTM E330—美國材料試驗學會
4. AAMA 501—美國建築鋁板製造協會
5. AAMA 501.1—美國建築鋁板製造協會
6. AAMA 501.4—美國建築鋁板製造協會
7. JIS A 1513 門窗性能試驗方法通則—日本工業規格
8. JIS A 1515 門窗耐風壓試驗方法—日本工業規格
9. JIS A 1516 門窗氣密性試驗方法—日本工業規格
10. JIS A 1517 門窗水密性試驗方法—日本工業規格
11. 帷幕牆性能基準—社團法人帷幕牆防火開口部協會(日本)
12. 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 14 帷幕牆工事—日本建
築學會

(三) 網站資料

1. 社團法人 日本サッシ協会 <http://www.jsma.or.jp/main.html>
2. 社團法人 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. 新加坡認證委員會 SAC (Singapore Accreditation Council)
<http://www.sac-accreditation.gov.sg/index.asp>
7. 國家標準設計網(大陸) <http://www.chinabuilding.com.cn/index.asp>

8. 兆立科技實業股份有限公司 http://www.chaoli.com.tw/c_cnla.htm
9. 漢宗股份有限公司 <http://www.sanunity.com.tw/>





帷幕牆風雨試驗宣導手冊之研究

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/>

出版年月：97 年 12 月

版(刷)次：初版

