

第二章 文獻回顧

2.1 超高層大樓之定義與特點

2.1.1 超高層大樓之定義(羅醒亞，1996；蘇晴茂，1997)

依民國九十年建築技術規則建築設計施工篇第 227 條之規定，所謂高層建築物係指高度在 50 公尺或樓層在 15 層以上之建築，但並未針對超高層建築有所定義。另建築技術規則第 259 條規定，建築物高度達 25 層或 90 公尺以上者，其防災中心應具備防災、警報、通報、滅火、消防及其他必要之監控系統設備。

民國七十九年內政部建築研究所籌備處召開「中日高層建築技術準則與管理制度研討會」中，對超高層建築的定義各組有不同的觀點，規劃設計組認為超高層建築指 100 公尺以上之建築物；結構組則認為樓層在 25 層以上或簷高 90 公尺以上之建築物為超高層建築。

2.1.2 超高層大樓之工程特點(蘇晴茂，1997)

超高層大樓之工程特點有以下各點：即構件之模距化、材料規格化，生產自動化&預鑄化、施工標準化、揚重機械化及管理資訊化等。超高層大樓一般採鋼結構設計，外牆以減輕自重且施工快速之預鑄版為主，通常採用金屬帷幕牆，並搭配玻璃、石材等；而內部隔間亦以耐震、防火耐燃之乾式輕質材料為主。此工程特點亦即是為了達到安全無慮、縮短工期、節省成本、確保品質之目標，累積許多超高層大樓專案工程經驗，所規劃出最佳化之工程管理模式。

2.2 帷幕牆之定義、種類、特性及相關試驗

2.2.1 帷幕牆之定義(薛永成，2001)

依建築技術規則,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。

2.2.2 帷幕牆之種類：(Fred Nashed，1995；石正義，1996)

帷幕牆依材料種類可分為金屬帷幕牆、預鑄混凝土帷幕牆、玻璃帷幕牆、石材帷幕牆等；超高層大樓仍以金屬帷幕牆最為常見，依其

系統設計可分為直橫料系統（Stick System）、格板系統（Spandrel System）、窗間牆系統（Column Cover & Spandrel System）、單元式系統（Unitized System）及複合式系統（The Unit & Mullion System）。簡述如下：

表 2.1 金屬帷幕牆之種類(郭炳宏，1995)

項 目	簡 述
1. 直橫料系統	先安裝固定繫件，其次是直料、橫料、窗間板，再加上玻璃及內部裝飾。
1. 格板系統	每塊版在工廠整體鑄造，運至工地錨定組合而成。此系統類似單元化，但單元系統由許多小零件組合，而格版系統多指單片版，如 PC 版。
2. 窗間牆系統	首先安裝固定系統，其次是窗間牆、柱覆版，再安裝玻璃。
3. 單元式系統	將設計完成之單元，在工廠以零配件將各種材料組合完成後，一片一片在工地直接安裝。
4. 複合式系統	此系統介於直橫料系統與單元化系統間之一種構法。先安裝兩邊直料，再於直料框中，安裝預組單元。

a. 直橫料系統（Stick System）

施工順序：

- (1) 繫件
- (2) 直料
- (3) 橫料
- (4) 樓版邊板片
- (5) 橫料
- (6) 視窗邊玻璃
- (7) 直料內壓條

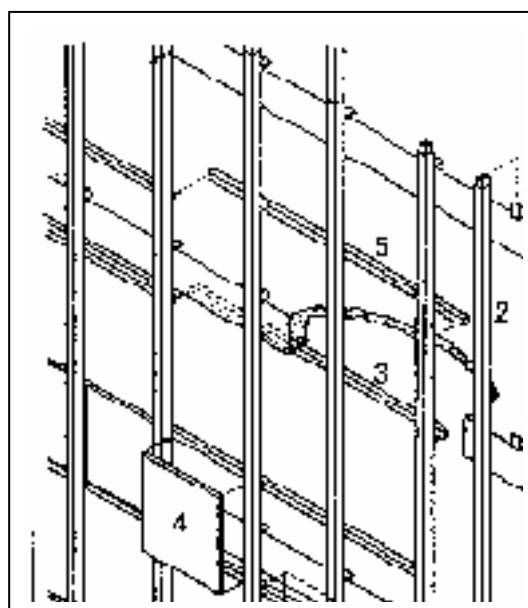


圖 2-1 直橫料系統

b. 格板系統 (Spandrel System)

施工順序：

- (1) 繫件
- (2) 版片

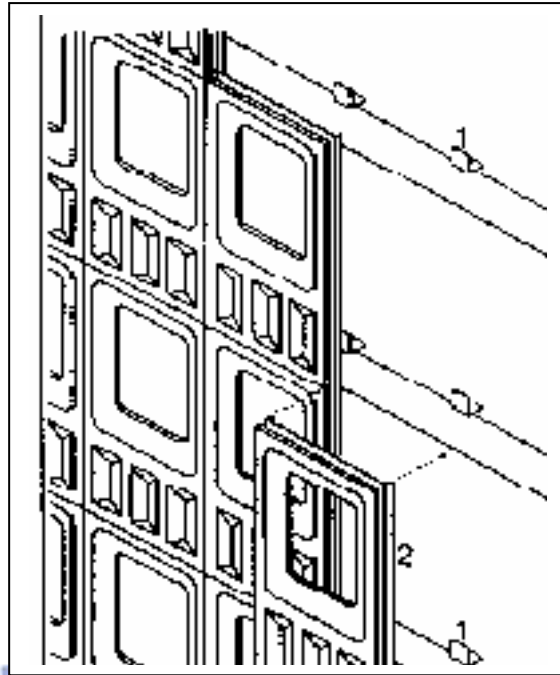


圖 2-2 格板系統

c. 窗間牆系統 (Column Cover & Spandrel System)

施工順序：

- (1) 柱包板
- (2) 樑帶包板
- (3) 視窗邊窗戶

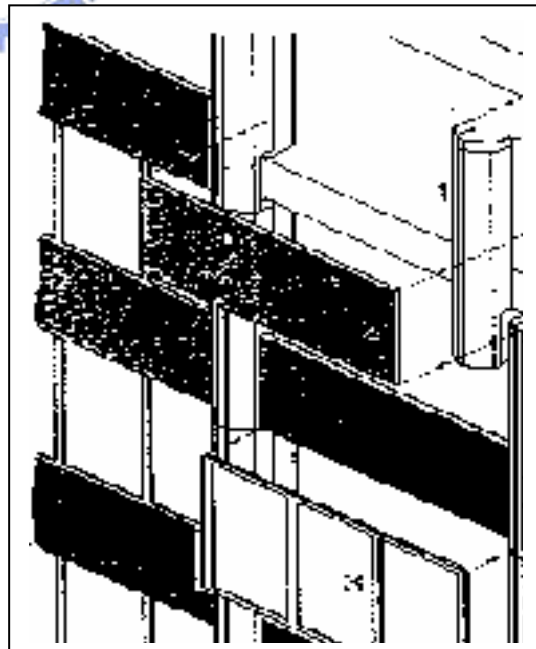


圖 2-3 窗間牆系統

d.單元式系統 (Unitized System)

施工順序：

- (1) 繫件
- (2) 預組單元

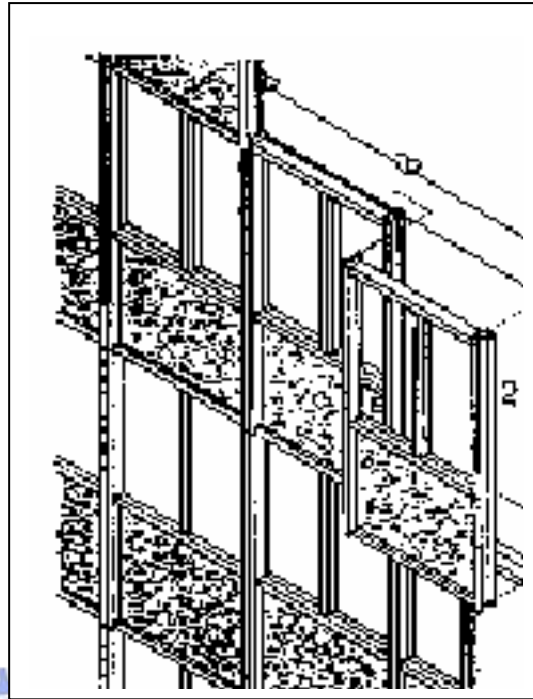


圖 2-4 單元式系統

e.複合式系統 (The Unit & Mullion System)

施工順序：

- (1) 繫件
- (2) 直料
- (3) 預組單元
- (4) 直料內壓條

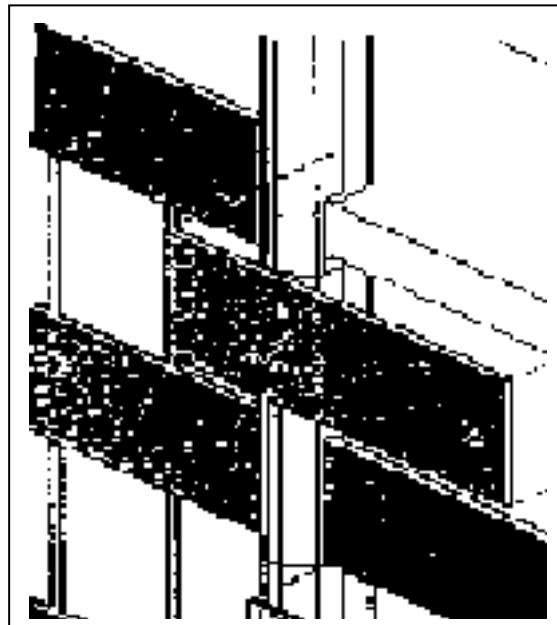


圖 2-5 複合式系統

2.2.3 帷幕牆之特性

帷幕牆之特性詳如下表所述。(郭炳宏，1995；黃清毅，2000)

表 2.2 帷幕牆之特性

項目	簡 述
1. 預組化	減少現場作業時間，在工廠預組完成，運至工地吊掛。
2. 輕量化	可降低結構自重。
3. 規格化	可在工廠大量生產。
4. 工業化	以生產線製造方式，提高產能與品質，掌握工程進度。
5. 自動化	裁切、加工、組立均朝自動化發展。
6. 單元化	強調不必現場施作填縫之單元式帷幕牆。

2.2.4 帷幕牆代表性系統比較

帷幕牆代表性系統之比較詳如下表所述。(郭炳宏，1995；黃清毅，2000)

表 2.3 帷幕牆代表性系統比較

項 目	直橫料系統	單元式系統
運輸、吊裝及儲存成本	低	高
現場成本	高	低
現場技術性	高	低
工廠技術性	低	高
分割性	窄	寬
現場所需技術工	多	少
整體品質	好	極好
現場監督	慢、難、複雜	快、易、單純
現場面材更換	可	可
前置作業時間	短	長
設計難度	中等	高
運輸考量因素	單純	複雜
工廠作業時間	短	長
現場作業時間	長	短
整體作業時間	長	短

整體成本	中等	高
整體功能	好	極好
造形設計	不易	易

2.2.5 帷幕牆設計規劃之相關試驗

一、風洞試驗(鄭啟明，1991；RWDI，2003)

風洞試驗乃模擬建築物本體及其週遭境以測量其風速、風向及風壓的變化，作為建築物結構及帷幕牆設計之依據。建築用的風洞試驗，乃是在一座長約 25M 的風艙中，一端配置一座大風扇，另一端則為一個直徑約為 3.6m 的圓形轉盤，建築物本身以 1/300 或 1/400 的比例尺製造。在測試當中則每次旋轉 10 度或 20 度，藉以模擬各種風向。

風洞裡在接近風扇的地方，設有各種大小不同的整流物，來調整風扇吹出的螺旋風。基地外圍的建築實體則以簡單的保麗龍或木塊按比例加以模擬。

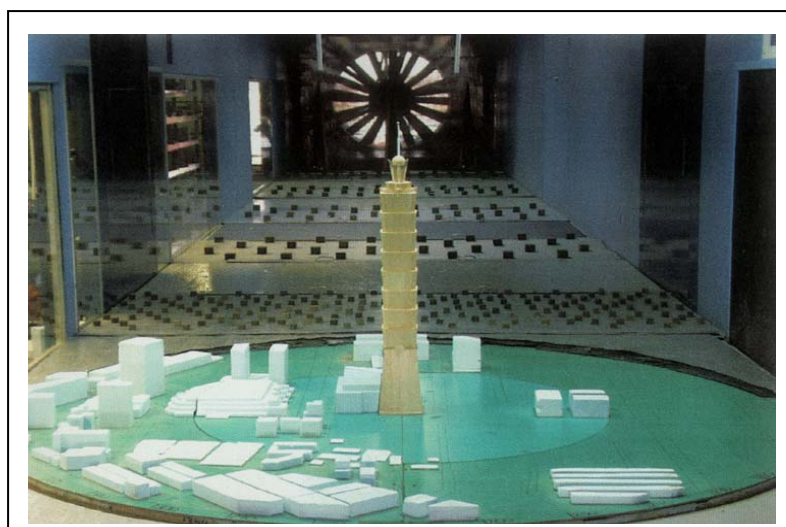
測試得建築物除了依比例製造外，表面佈滿數百點的感應器，感應器再以線路連接到實驗試的電腦將訊號加以分析，變成可讀的數據。實驗試的研究人員將數據整理後，在建築物的立面圖上標示出正負風壓，以作為帷幕牆設計的參考。(詳如照片 2.1 及 2.2)

二、風雨實驗(李新泉，2003；美國聯合，2000)

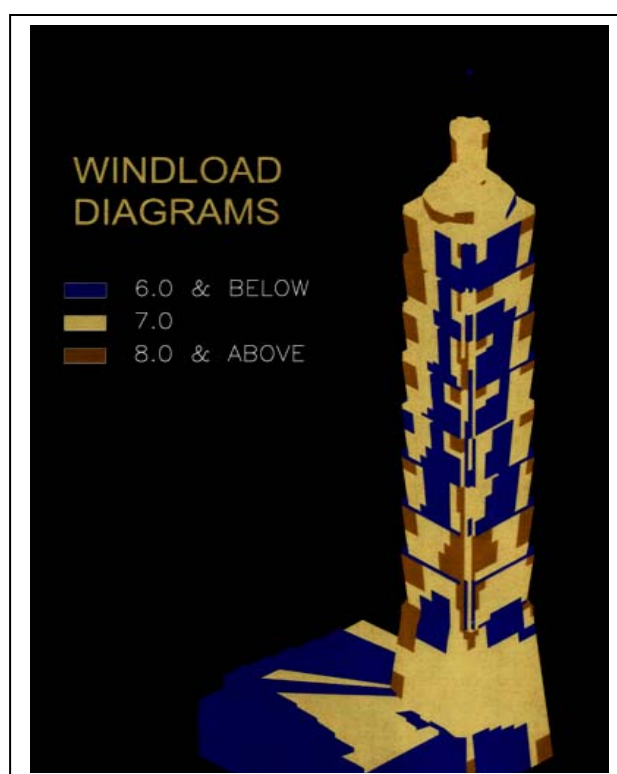
為有效評估帷幕牆性能，在工地施工安裝前，先於實驗室依實體尺寸構築一座試體 (Specimen)，並模擬環境條件，如風壓、雨量、溫度和地震位移等，以觀察記錄其性能。風雨實驗除了可評估帷幕牆之性能外，並提供機會來檢討設計，以謀求改進。

風雨實驗可以測試之項目有：(1) 結構 (2) 層間變位 (3) 水密性 (4) 氣密性 (5) 隔熱性 (6) 防音性。其中前四項最常被指定及重視。結構安全及層間變位之相容性雖然最為重要，但是由於可以計算及預測，大多數的結構測試均能通過。水密性及氣密性由於缺乏可靠的方式加以計算和預估，必須藉由測試來對設

計及性能加以評估驗證。



照片 2-1 風洞試驗模型(RWDI, 2003)



照片2-2 風洞試驗所得風壓分布圖(RWDI, 2003)

本工程風雨試驗步驟：(計有 1 號、2 號及 3 號試體) 1 號及 2 號風雨試驗之最大正風壓為 7Kpa，負風壓為 9kpa。3 號風雨試驗之最大正風壓為 7Kpa，負風壓為 9kpa。風雨試驗 1 號及 2 號之步驟

如下表：(美國聯合，2000)

表 2.4 風雨試驗 #1 及 #2 之步驟

項次	項目	準則
1.	預壓	+3500pa 之壓力為設計正風壓之 50%
2.	氣密性試驗	◆ 在+75pa 固定牆部份，漏氣量小於 0.0182 m ³ /min/ m ² ◆ 在+75pa 開口部長度，漏氣量小於 0.0232 m ³ /min/ linal meter
3.	靜態水密性試驗	於 720pa 持續 15 分鐘-3.4 l/ m ² .min
4.	動態水密性試驗	於 720pa 持續 15 分鐘-3.4 l/ m ² .min
5.	洗窗機扣件集中載重測試	70kg 向外、向上、向下及側向載重在每一向維持 10 秒鐘.
6.	結構測試	50%&100% 設計正風壓 7000pa；設計負風壓 9000pa.
7.	第一階段側向位移測試	+/-18mm 移動，3 個來回循環.
8.	垂直層間變位測試	+/-10mm 移動，3 個來回循環.
9.	重複靜態水密性試驗	於 720pa 持續 15 分鐘-3.4 l/ m ² .min
10.	結構測試---安全	75%&150% 設計正風壓 7000pa；設計負風壓 9000pa.
11.	洗窗機扣件集中極限載重測試	275kg 向外、向上、向下及側向載重在每一向維持 10 秒鐘.
12.	第二階段側向位移測試	+/-36mm 移動，3 個來回循環.

風雨試驗 3 號之步驟如下：(美國聯合，2000)

表 2.5 風雨試驗 #3 之步驟

項次	項目	準則
1.	活動窗	活動窗連續開關 25 次.
2.	預壓	+3500pa 之壓力為設計正風壓之 50%
3.	氣密性試驗	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 在+75pa 固定牆部份，漏氣量小於 $0.0182 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2$ ◆ 在+75pa 開口部長度，漏氣量小於 $0.0232 \text{ m}^3/\text{min}/\text{linal meter}$
4.	靜態水密性試驗	於 720pa 持續 15 分鐘 $-3.4 \text{ l}/\text{m}^2.\text{min}$
5.	動態水密性試驗	於 720pa 持續 15 分鐘 $-3.4 \text{ l}/\text{m}^2.\text{min}$
6.	結構測試	50%&100%設計正風壓 7000pa；設計負風壓 9000pa.
7.	活動窗	活動窗連續開關 25 次.
8.	重複靜態水密性試驗	於 720pa 持續 15 分鐘 $-3.4 \text{ l}/\text{m}^2.\text{min}$
9.	結構測試---安全	75%&150%設計正風壓 7000pa；設計負風壓 9000pa.

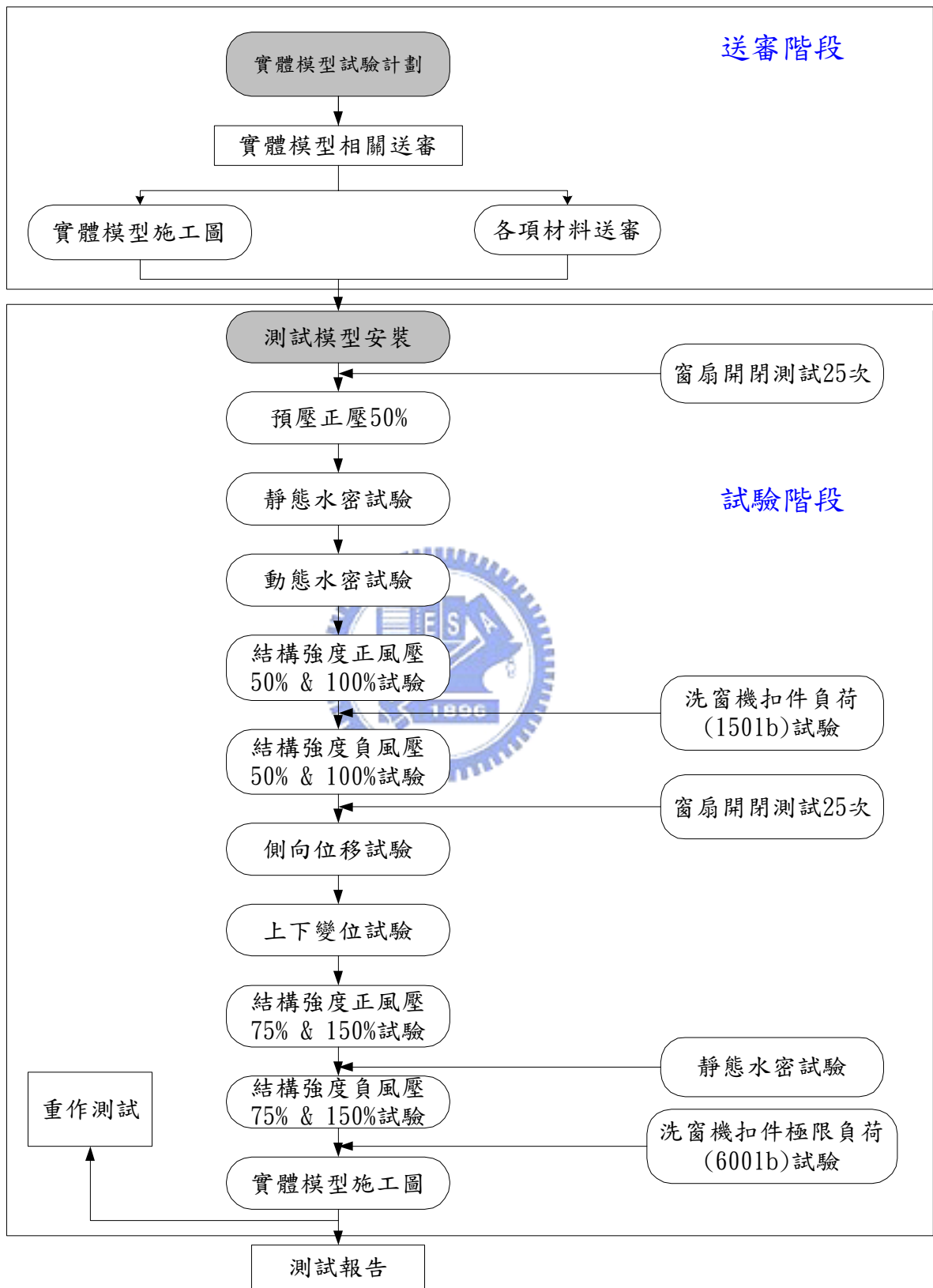


圖 2-6 實體模型試驗流程圖(C.Y.L, 2000)

2.3 帷幕牆工程相關文獻

帷幕牆工程之國內相關論文與國外專業期刊，經筆者粗略篩選及整理，綱要摘錄如下：

2.3.1 單元式帷幕牆之個案研究-以 T&C Tower 為例(蕭天健，1997)

- 一、 研究目的：提升單元式帷幕牆之品質與水準，並充分發揮單元式帷幕牆之特性。
- 二、 研究方法：以訪談、資料蒐集及現場調查等方式，對 T&C Tower 單元式帷幕牆作一完整之工作紀錄，經由問題之整理與分析，回饋以後執行之專案。
- 三、 結論：
 1. 國內帷幕牆規範尚未建立，應參考 AAMA 及 JASS14 在性能基準之要求。
 2. 本案帷幕牆為中日合作承攬，日方承包商之技術轉移，可提升帷幕牆之品質與水準。
 3. 設計階段應讓專業人員及早參與，針對設計內容提供專業意見，並於圖面作業時解決工程介面上之問題，使工程圖說能更正確與完備，俾利工程之進行。

2.3.2 單元式帷幕牆於設計階段施工性之改善(丁永聖，2000)

- 一、 研究目的：單元式帷幕牆之施工性改善。
- 二、 研究方法：藉由文獻回顧及專家訪談建立施工性改善的層級架構，並運用層級分析法 (AHP) 及權重法分別求出各層級間解決施工性問題之評估準則及查核項目之主客觀權重，並以折衷權重法整合，最後利用「電腦輔助施工性改善系統」加以整合，運用於單元式帷幕牆之施工性改善。
- 三、 結論：

節省成本約 1%~49%；縮短工期約 0.35%~11.42%。

2.3.3 帷幕牆安裝鐵件接合機制之探究(陳震宇，2000)

- 一、 研究目的：探究安裝鐵件的接合機制，使帷幕牆的工程品質更加完善。
- 二、 研究方法：從帷幕牆之系統分類、物理性質與安裝鐵件之

關係，以及施工精度之要求著手，進而了解安裝鐵件於帷幕牆之相關性能後，在針對安裝鐵件部份，從鐵件之構成與設計要求，到接合界面關係之探究，將安裝鐵件的相關因子分為「結構作用」、「物理性質」、「施工要求」及「耐久性能」四項加以說明。另外透過案例分析之結果，對安裝鐵件實際應用的情形加以分析，再佐以訪談與實地調查。

- 三、 結論：安裝鐵件接合機制有「結構作用」、「物理性質」、「施工要求」三大部分，由安裝鐵件接合機制之結果，推演帷幕牆安裝鐵件的原型。

2.3.4 國內點支承玻璃帷幕牆施工精度控制之研究(薛丞堯，2002)

- 一、 研究目的：瞭解點支承玻璃帷幕牆影響施工精度之關鍵因子、施工精度控制方式與執行問題。
- 二、 研究方法：藉由文獻資料了解點支承玻璃帷幕牆之工法、施工流程與精度控制方式，以研擬影響施工精度因子，就由層級程序分析法，對學術界與實務界進行問卷調查，以獲得，影響施工精度的權重。另一方面藉由案例調查了解現階段國內施工精度控制的執行方式與問題，彙整執行問題與以分析，比對施工精度因子之權重與問題發生原因的頻度，獲得影響施工精度的關鍵因子。
- 三、 結論：分析比對所得之關鍵因子，可作為國內點支承玻璃帷幕牆施工精度控制之依據。

2.3.5 帷幕牆風雨試驗標準作業之研擬(李新泉，2003)

- 一、 研究目的：改善帷幕牆之整體性能。
- 二、 研究方法：針對帷幕牆風雨試驗之相關測試作業程序、步驟及查驗要點，進行探討及研究。
- 三、 結論：
 - 1. 建立帷幕牆風雨試驗之過程模式。
 - 2. 研擬帷幕牆風雨試驗之標準作業程序書及相關文件。

2.3.6 單元式鋁帷幕牆防火構法之研究(游依婷，2003)

- 一、 研究目的：探索單元式鋁帷幕牆防火問題之對策，提出目前火災行為研究成果中資料闕如情形，為相關領域及後續

研究提供指引。

二、 研究方法：整理建築物火災行為與外牆之關係，了解建築物外牆火災行為之研究現況，並以文獻回顧、廠商及專家訪談方式來認識目前國內單元式鋁帷幕牆構造，藉由火災行為研究成果分析防火構法之問題點並試擬改善對策。

三、 結論：

單元式鋁帷幕牆構法之問題與對策綜合歸納為以下四個方面：

1. 帷幕牆本體：隔熱材不應以隔熱棉充抵並以鐵件加以固定；窗間牆室內之鋁擠型應以耐燃等級合格之裝修材作為保護；背襯骨架固定方式以拉釘和植鐸螺栓較佳，並以隔熱材確實保護；應以開口部比例、窗間牆高度、出簷等方式使噴出火焰不致沿牆面垂直延燒。
2. 單元間之界面：接頭形式應增長並迂迴火煙穿透路徑；橫項界面位置應設於樓版上方並盡量接近樓板面。
3. 帷幕牆與結構體之界面：單元之縱向界面應配合柱位或防火區劃牆配置，且單元版片與層間塞或柱間塞接合部位應具有與結構體同等級之防火時效；繫件位於樓版或其上方較佳。
4. 帷幕牆與內裝之界面：帷幕牆內側之內裝材料應具合格耐燃等級，且其與鋁擠型接合處應確實保護。

2.3.7 Management of Prefabrication for Complex Cladding : Case Study (Alistair G.F. Gibb & Richard H. Neale , 1997)

一、 Objective :

Management of high quality Prefabricated cladding.

二、 Method :

This paper combines the results from two research programs. The first in the area of prefabrication and the second in the management of high quality cladding construction. The writers describe the Ludgate Place project, incorporating the cladding design, testing, assembly, and installation.

三、 Conclusion :

1. Factors that influenced the decision to use prefabrication are presented and evaluated, namely, cost; time; quality; past

experience; design; weather joints; performance tests; site logistics; and safety.

2. Construction interfaces and tolerances, particularly between cladding and structure, are discussed, and the future of pre-fabricated cladding is considered. High quality of shop drawing & prefabricated cladding can reduce rework and cover some erected tolerances of the structural frame, including the maximum deviation of a base and any part of a structural bay from theoretical position. °

表 2.6 相關帷幕牆論文比較表(本研究整理)

論文題目、作者	提出年份	研究目的	探討問題	研究方法	現場送審&缺失問題檢討	施工中現場建議方案提出
單元式帷幕牆之個案研究~以 TC Tower 為例 (蕭天健)	'97	提升單元式帷幕牆之品質與水準	高雄 TC Tower 單元式帷幕牆	訪談、資料蒐集及現場調查	僅製造及安裝共 8 項問題.	未討論
單元式帷幕牆於設計階段施工性之改善 (丁永聖)	'00	施工性改善	單元式帷幕牆	文獻回顧及專家訪談	未討論	未討論
帷幕牆安裝鐵件接合機制之探究 (陳震宇)	'00	工程品質更加完善	安裝鐵件	系統分類、物理性質與安裝鐵件之關係；案例分析	未討論	未討論
點支承玻璃帷幕牆施工精度控制之研究 (薛丞堯)	'02	獲得影響施工精度的關鍵性因子；瞭解國內施工精度控制之執行與問題現況	玻璃帷幕牆之點支承構法中之開孔式構法；精度乃針對施工中之組裝精度.	現地調查、廠商訪談、文獻整理、AHP 層級程序分析、規範/法令/標準整理	未討論	未討論
帷幕牆風雨試驗標準作業之研擬 (李新泉)	'03	建立風雨試驗作業項目之管標準及標準作業程序書.	高層建築帷幕牆風雨試驗之現場安裝及相關測試作業.	資料蒐集與調查、實際經驗紀實、編定標準作業程序.	未討論	未討論

單元式鋁帷幕牆防火構法之研究 (游依婷)	'03	探索單元式鋁帷幕牆防火問題之對策.	鋁帷幕牆防火構法	文獻回顧、廠商及專家訪談	未討論	未討論
Management of Prefabrication for Complex Cladding : Case Study (Alistair G.F. Gibb and Richard H. Neale)	'97	提升帷幕牆之管理品質.	預組單元式帷幕牆	檢討影響採用預組單元式帷幕牆之評估因子:品質、成本、時程、過去經驗等.	未討論	未討論

基於上述國內外相關帷幕牆論文內容之比對，帷幕牆施工管理階段之計畫送審、工程缺失問題檢討及施工中現場建議方案之提出等，乃目前論文中甚少著墨之部分，本研究將特別針對 NCR、FMP、RFI 及 TS 加以探討，以有別於過去缺乏現場執行過程中即時改善部分之研究，俾提供將來施工管理之參考。

