

具遮陽與節能效益單元式帷幕牆
開發之研究

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 96 年 12 月

具遮陽與節能效益單元式帷幕牆 開發之研究

研究主持人：李玉生

協同主持人：陳太農

研 究 員：陳文樹

研究助理：陳永清、王琇雄

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 96 年 12 月

目次

摘要	I
第一章 緒論.....	1
第一節 計畫緣起	1
第二節 研究內容與預期成果	3
第三節 報告內容簡述	4
第二章 文獻回顧.....	5
第一節 帷幕牆之特點及相關規範	5
第二節 高層建築風壓強度值之回顧	23
第三節 本研究案風壓值之訂定	30
第三章 遮陽在帷幕牆之應用	33
第一節 國內外遮陽之應用案例	33
第二節 遮陽在帷幕外牆之重要性	41
第四章 節能玻璃在帷幕牆之應用	45
第一節 國外節能玻璃之應用案例	45
第二節 國內節能玻璃之應用案例	48
第五章 具遮陽及節能帷幕牆系統設計	54
第一節 設計理念及系統建構	54
第二節 設計圖面	56
第六章 結論與建議	65
第一節 結論	65
第二節 建議	65
參考文獻：	66

摘要

台灣地區位於環太平洋地震頻繁擾動地區，金屬玻璃帷幕牆具有輕量化，耐燃化、防水、防震、工業量化生產、施工迅速等特點，現代都市高樓化、防火、防震、安全的要求下，已成為高樓建築設計主流。使用金屬帷幕牆可減少 RC 外牆所採用大量的鋼筋混凝土使用量，相對減少高耗能減碳的建材使用，達到節約能源、資源有很大的幫助，並且金屬玻璃帷幕牆容易回收利用。

近年來，由於市場勞力短缺、工資高漲，使得單元式帷幕牆逐漸流行，其特點係將帷幕牆組合規格化，每一單元都在工廠預先組合，再於工地逐一安裝，除了工作迅速外，品質亦得以控制。單元式帷幕牆構造由於重量輕、施工快速，已廣泛應用於現代商業大樓、廠房等建築類型，其構造方式只承受本身重量及作用其上風力與地震力，而基本性能則需滿足氣密性、水密性、結構性、節能及逃生措施等要求。

開發具有遮陽與節約效益單元式帷幕牆，是國內營建產業重要且必須重視的研究課題；過去的研究多著重技術研討會，對於單元式帷幕牆節能的技術並未特別敘明，它可延長建築物外牆的使用壽命，實為政府推動永續台灣的重要措施。

第一章 緒論

第一節 計畫起緣

近年來，國際間極力倡導綠建築理念，國內建築技術規則建築施工編亦增訂綠建築專章，其中在建築節約能源方面，規定建築物外殼設計應達到節約能源之要求。

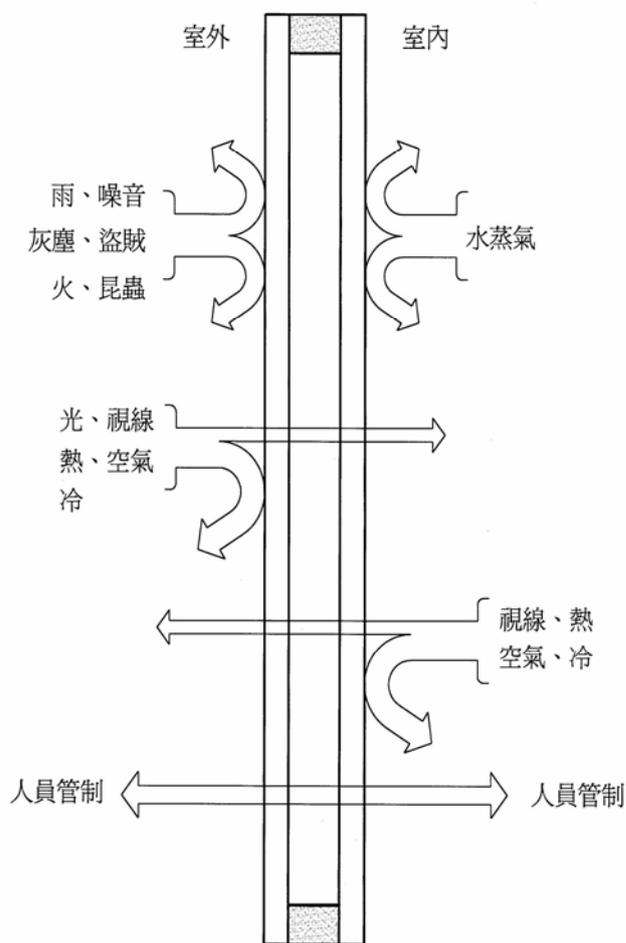
單元式帷幕牆通常以數個基準單元，依重覆之比例組成，並在工廠以工業化製程生產標準規格品，以達到防水性、氣密性、結構性的品質要求，並期望能達到節約能源之目的。

台灣人稠地窄，高層建築物成為解決都市居住問題的重要方向。單元式帷幕牆因其量輕可節省大樓之結構的成本並可減少 RC 的使用量，使帷幕牆技術與品質的發展，展現一個國家當時的文明發展，例如台北 101 金融大樓、美國的希爾斯大樓、杜拜的阿拉伯塔大樓等。就帷幕牆構造系統而言，約可分為直料系統、層間牆系統、格板系統、半單元系統及單元系統等，其中直料系統由於成本較低，仍被廣泛採用，其缺點為施工時間較長且品質不易掌控。近年來，由於市場勞力短缺、工資高漲，使得單元式帷幕牆逐漸流行，其特點係將帷幕牆組合規格化，每一單元都在工廠預先組合，再於工地逐一安裝，除了工作迅速外，品質亦得以控制。外牆除了提供一個實質上、心理上和視覺上的屏障外，還必須滿足以下物理功能：

1. 水：阻擋雨、雪之進入，包括可能因風而帶水之水蒸氣，並排出可能凝聚於壁體內之結露水及收集導出可能侵入外牆之水分。
2. 風：阻擋空氣流動，並進而控制之，滿足人體舒適感。
3. 光和熱：以阻隔或反射方式避免過度過強之直接日照、及熱能之傳導、幅射和對流，並能保溫。
4. 音：阻擋並吸收外界之噪音，通常是車輛及飛機或是工廠之作業聲。
5. 火：阻隔火燄發生時在各樓層間蔓延，並防止有害人體之氣體在各層流竄。

6. 結構：必須能夠承載自重並傳遞加諸其上的風力、地震力，並且堅固足以防患竊盜。
7. 排煙：火災時能啟動排煙機能，避免火煙傷人及人員之逃生障礙。
8. 逃生：當火災發生時可以緊急逃生或進入撲滅。

外牆功能如濾網(Filter)



第二節 研究內容與預期成果

預期目標：業界所採用單元式帷幕牆很少同時具有外遮陽及可安裝節能玻璃之系統，如開發具有外遮陽及可安設節能玻璃並可符合相關新法規之新型單元式帷幕牆可提昇產業界的技術水準，達到綠建築的要求。

第一年：預期達到單元帷幕之鋁擠型之研發。

第二年：預期完成單元帷幕之測試開發。

台灣地區建築蓬勃發展起源六十~七十年代，建築物使用帷幕牆迄今已達二十、三十年之久，由於早期帷幕牆施工的品質備受工程界質疑，又受到頻繁地震的影響，許多帷幕牆結構構物已呈現劣質現象，少部份達到有安全疑慮的臨界階段，所以開發具有遮陽與節約效益單元式帷幕牆，是國內營建產業重要且必須重視的研究課題；過去的研究多著重技術研討會，對於單元式帷幕牆節能的技術並未特別敘明，它可延長建築物外牆的使用壽命，實為政府推動永續台灣的重要措施。

單元式帷幕牆構造由於重量輕、施工快速，已廣泛應用於現代商業大樓、廠房等建築類型，其構造方式只承受本身重量及作用其上風力與地震力，而基本性能則需滿足氣密性、水密性、結構性、節能及逃生措施等要求。

第三節 報告內容簡述

- 第一章 緒論：針對研究方向做一整體說明論述。
- 第二章 文獻回顧：探討帷幕牆之特點，以及參考相關資料，訂定規範要求標準。
- 第三章 遮陽在帷幕牆之應用：探討國內外遮陽使用外牆應用案例，以及遮陽在帷幕牆之重要性。
- 第四章 節能玻璃在帷幕牆之應用：探討國內外節能玻璃之應用案例，以及分析案例產生節能效果。
- 第五章 具遮陽及節能帷幕牆系統設計：呈現遮陽單元帷幕牆設計圖面以風雨試驗圖面為準。
- 第六章 結論與建議：整合本計劃之研究成果，並據以提出相關建議與後續開發之依據。

第二章 文獻回顧

第一節 帷幕牆之特點及相關規範

帷幕牆之特點：

1. 造型自由富變化、彈性及靈活度佳、造型材質搭配易。

2. 重量輕

鋁合金之帷幕牆重量約 $30\sim 50\text{ kgf/m}^2$ ，為 RC 牆工法之 $1/8\sim 1/4$ 倍、節省基礎結構及建築體之重量及工程費用、搬運方便，減少運輸上的困難及費用。

3. 性能優越

抗風壓、水密、耐震、防蝕、防火等。

4. 規格化、預組化

外牆工程是主體工程之一，外牆單元或構件可在工廠大量生產，運至現場吊掛，減少現場作業時間，可掌握工程進度。

5. 製造工業化

設立生產線的製造方式，作業員易熟悉簡單工作，而提高速度及品質，並充分掌握工程進度。

6. 施工快，工期短

當建築物基礎結構工程動工時，工廠同時製造帷幕牆，當結構主體施工至三、四層樓，便可以開始吊裝帷幕牆，外牆與結構體工程雙線進行，施工快工期短，可靈活調度施工人員。

7. 施工簡便，不受天候影響

- ①外牆均依單元結構在工廠內按所需尺寸大量製造，既省時又不受天候影響，且由內往外按裝性高，亦可減少鷹架費用，適合高層建築物。
- ②乾式構造施工不受天候影響。

8. 耐震性能優越

就耐震觀點，金屬帷幕牆單位重量為 40 kgf/m^2 ，與 1B 磚牆之 440 kgf/m^2 加 40 kgf/m^2 之粉刷飾面相比，在計算側向力時影響頗大。這在整體架構或基礎設計均可省下可觀之費用，在地震帶上更有利於帷幕牆之使用。

9. 品質均一

帷幕牆構材均在工廠集中生產、檢查、試驗後而送發，品質均勻，尺寸精確度高，不似現場搗灌之 RC 牆之易受施工技術，及需大量勞力與混凝土每次調配比例不一的影響。

帷幕牆之防火性能：

建築技術規則建築設計施工編第 70 條，規定建築物各部為所需的防火時效。帷幕牆若屬於非承重牆，防火帶以內部份防火時效必需優於防火帶以外部分並符合實際整體建築物要求，一般帷幕牆層間塞均需擁有防火防煙之安全效能。

以上規定不適用於帷幕牆中的開口部，即有玻璃或框部份。但有些開口部必須適用建築技術規則設計施工編號第 76 條防火門窗的規定。

帷幕牆耐風壓性能：

一、耐風壓性能依以下兩種狀態內之風壓力表示，其單位為 Kgf/m^2 或 Kpa 。

1. 不須修補狀態下能繼續使用的界限內或稱之為設計風壓性能。界限係指帷幕牆各部份不產生有害變形或永久變形之範圍。原則上玻璃或金屬面各構材之撓度應在 $L/175$ 以下 (L : 構材長度) 且小於 19mm ，如果跨距超過 4115mm 時，容許撓度為 $L/240 + 6.3\text{mm}$ 。若面材為非金屬或玻璃構材之撓度亦不盡同，可參考本節後段之內容。
2. 帷幕牆單元無被吹散或脫落之慮的安全界限內或稱之為 1.5 倍設計風壓性能，也有稱之為極限風壓性能。

二、性能值是根據耐風壓試驗之正、負壓兩方面相比較而得。同時，在一般情形下以 1. 之性能值為代表，2. 之性能值要求，係考量材料結構上之安全係數及長期之彈性疲乏及施工誤差等不利因素，其與主結構之設計安全考量同理。

兩種狀態的設想是因為同時考量(1)50 年風速回歸期之最大風速或最大之 10 秒平均風速功能，可繼續使用的狀態；及(2)在 1.5 倍設計風壓下結構不得破壞，CNS 規範永久變形量不得超過 $2/1000$ ，其他性能不再考慮，且部份材料得以修補。但前者可以試驗、計算等檢查，後者只能以試驗檢測其效果。性能值通常雖以(1)的性能值代表，但狀態為(2)之性能也必需同時符合。

三、玻璃、複合鋁板及支撐系統之設計壓力與荷重之功能準則：

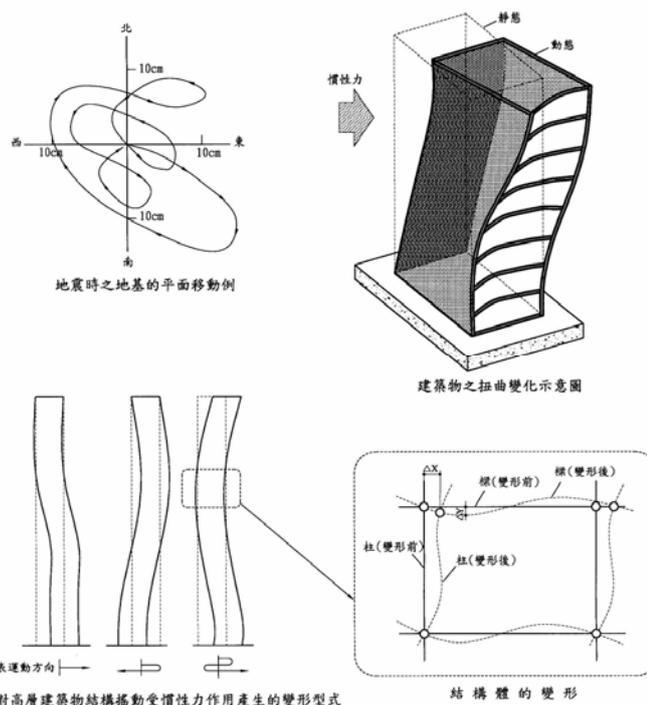
1. 骨架直料垂直於牆面之淨撓曲變位量不得超過跨距之 $L/175$ ，亦不得超過 19mm ，直料懸臂之淨撓曲變位量不得超過 $2L/175$ 。橫料之撓曲變位量不得

- 超過 $L/240$ 。當骨架和剛性較大之建築結構體間之接縫處，骨架構件撓曲變位量不得大於填縫劑製造廠之建議量。
2. 平行於牆面包括轉角之骨架構件，撓曲變位量不得大於3.18mm，若安裝及組件組合有要求時，可進一步限制此容許撓曲量。
 3. 在骨架構件與固定鐵件相對於主結構體之總位移量，以及骨架構件相對於固定鐵件之位移，在任何方向不得超過3.18mm，荷重解除後之永久撓曲變位量不大於2.29mm。
 4. 將原壓力方向反轉並加大至設計壓力之1.5倍後，螺栓栓緊處或夾緊處之滑動量不得超過3.18mm。
 5. 設計應力不得超過前面“法規、標準及參考資料”所規定之容許值。任何情況下，包括1.5倍實品模型超載試驗，容許值不得超過降伏應力或屈曲應力極限；在法規允許範圍內，風壓及地震載重之容許應力，可有1/3之增加量，但不得與其它已折減之複合載重一併使用。
 6. 玻璃、填縫劑及內部裝修，不可認為具提高骨架構件側向穩定性除非能經由試驗加以證實。
 7. 撓性構件之受壓翼板，當其支撐實際上和受壓翼板直接接觸時，可假設為有效之側向支撐。撓曲轉折點不可作為側向斜撐或無斜撐長度之端點，無支撐長度應是上述有效側向斜撐點間之距離。
 8. 當某骨架由另一連續構件作支承時，除詳細之應力分析外，此連續構件之最大有效支承長度應假設為支承處承壓長度之四倍，但不得超過300mm。
 9. 容許熱脹冷縮或其它滑動變位之伸縮縫，彎矩應假設為零。
 10. 在設計壓力作用下，玻璃墊條不應鬆動，或自骨架脫落。

11. 當風壓達到指定最大之設計壓力時，玻璃板中心點與玻璃板邊緣相對撓曲變位量不得超過25.4mm。當外壓力達到設計壓力之 1.5倍時，則上述相對撓曲變位量應以玻璃不從骨架脫落為限。
12. 外露金屬板在設計風壓之最大變形量不可超過短邊（寬或高）之1/90倍。本條之變形量限制亦適用於板片之背襯補強件，空縫之面材得以全風壓60%之風壓力計算。
13. 玻璃金屬帷幕牆含有花崗石材料應視為石材帷幕牆其設計應根據石材帷幕牆之撓曲標準。

層間位移吸收性能

地震發生時，建築物之變形因各部位之相對剛性不同，以及地基平面移動之特性，加上建築物之質量慣性，因此主結構體形成如圖示之三向變位，尤其以高層建築之層間變位特徵最為明顯，建築物周邊樑因受載重引起變形，使得其支撐之帷幕牆，各單元上下端受到不同程度之擠壓或伸張。



帷幕牆水密性能

1. 水密性能指在規定注水量下，使室內側不產生漏水現象的界限壓力差。單位為 kgf/m^2 。
2. 性能值依照 CNS 13973 及 CNS 13974 所規定之水密試驗求得。活動窗部份與其他固定窗或牆板之性能值應以同一標準檢視。

水密性能係為預防大雨、暴風雨時所造成的漏水現象，為重要的性能之一。試驗方法於 CNS 13973 及 CNS 13974 中有詳細規定。

各類活動門及防火門等，水密性能標準不同，性能值須分別說明。無法滿足水密要求的活動門，多半以內凹或退縮方式，避免直接淋雨，AAMA 建議採用最大正風壓之 20% 為壓力差，但考量台灣地區之颱風情況下一般以 720 Pa 以上為壓力差之標準，噴水量則為 $3.4\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ 。

帷幕牆氣密性能

1. 氣密性能指相對於指定壓力差下，每單位牆壁面積及單位時間內之通氣量。單位為 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (固定窗)， $\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{hr}$ (活動窗)。
2. 性能值依照 CNS 13971 中所規定之氣密試驗求得。

氣密性能是影響冷暖氣負荷等的重要性能。

試驗方法採用 CNS 13971，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質及節能要求，得以 300 Pa 為準，相當於風速每秒 22 公尺之靜壓，一般固定窗或牆板之透氣量為 $1.08\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，活動窗則為 $1.5\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{hr}$ ，固定窗以單位面積計算，活動窗以開口周邊之單位長度計。

帷幕牆隔熱性能

1. 隔熱性能以熱阻 R 表示。單位為 $m^2 \cdot ^\circ K/W$ 。
2. 性能值 R 可以標準試驗求得或以下式計算之。

$$R = R_o + R_i + \{R_a + \sum d_i / \lambda\}$$

記號說明： R_o ：室外側壁面之熱阻($m^2 \cdot ^\circ K/W$)

R_i ：室內側壁面之熱阻($m^2 \cdot ^\circ K/W$)

R_a ：空氣層之熱阻($m^2 \cdot ^\circ K/W$)

d ：構材厚度(m)

λ ：構材之熱導係數($W/m \cdot ^\circ K$)

隔熱性能為影響冷暖氣負荷的重要性能。

隔熱性能根據熱阻 R 來表示。因其它的性能值以試驗來決定，隔熱性能原則上也須以標準試驗方法而定。一般而言，試驗設定條件過於多樣化，且因試驗結果難於一般化，故亦參考理論計算。當然，有試驗條件時仍以試驗結果而定。

本文 R_o 、 R_i 是壁面與空氣的位置關係，壁面狀態，風向、風速、溫度等， R_a 為構材厚度、兩側壁面溫度、壁面狀態、熱流方向及空氣層的厚度位置關係等所左右。

建築技術規則第 309 條建築物節約能源規定：辦公廳、百貨商場、旅館及醫院類建築物為維持室內熱環境之舒適性其外殼耗能量應低於各規定基準值。其中包括日照輻射、外殼熱傳、空調換氣、室內發散熱量等，帷幕牆設計僅能就減低日照輻射及外殼熱傳兩項考量，設法節能。

帷幕牆隔音性能

每樣聲源都代表其特殊信號,儘管每人對各種聲音的反應不同,噪音被定義為不受歡迎之音。在此只能歸類為可聽見的聲音,都是可能的噪音,其音頻在 16 HZ 至 20,000 HZ 音壓級在 140 db (分貝)以下。

音壓級 (Sound Pressure Level)

$$\text{SPL} = 2010 \lg_{10} (P/P_{\text{ref}}) \quad (\text{單位:db})$$

$$P = \text{音壓} \quad (\text{單位:dynes/cm}^2)$$

$$P_{\text{ref}} = .0002 \text{ dynes/cm}^2 \quad (\text{基準音壓})$$

不同程度之噪音及不同場所可以接受的噪音定義 AAMA 如下:

噪 音 範 圍

噪音程度	實 例	db	相對音壓	音壓 Dynes/cm ²
危害聽覺	飛機引擎	130-140	10,000,000	2,000
強度噪音	高架鐵、打雷	120	1,000,000	200
	地鐵、施打卯釘	110	316,227	63
	工廠設備噪音	100	100,000	20
	大馬路、吸塵機	80	10,000	2
中度噪音	普通街道	70	3,163	0.63
	普通辦公室	60	1,000	0.2
輕度噪音	餐廳交談	50	316	0.063
	學校教室	40	100	0.02
弱噪音	睡眠房間	20	10	0.002
寧靜	一般呼吸聲	10	3.16	0.00063
死寂	無聲	0	1	0.0002

AAMA 規範建築物內部可接受噪音的範圍

區域類別	音量 dbA (分貝)	區域類別	音量 dbA (分貝)
音樂廳和禮堂		製造業、工廠	
音樂和劇廳	25-30	領班、主管辦公室	45-55
電影院	35-40	裝配廠	50-75
入口大廳	40-50	輕工業	50-75
教堂和學校		澆鑄、翻砂、重機械	60-80
聖堂	25-35	辦公室	
圖書館	35-45	董事會議室	25-35
學校教室	35-45	普通會議室	30-40
實驗室	40-50	高級主管室	
走廊	40-55	主管室	35-50
廚房	45-55	接待室	35-50
醫院和診所		開放辦公室	40-55
病房	30-40	製圖室	40-55
手術室	35-45	走廊、通道	40-60
走廊、大廳、等候室	40-50	政府單位	
住宅		國家圖書館	35-45
自宅	30-40	博物館	35-45
公寓	35-45	郵局、銀行	40-50

餐館、酒吧		飯店、旅館	
餐館	40-50	房間、宴會廳	35-45
酒吧間	40-55	大廳、走廊	40-50
俱樂部	40-50	廚房、洗衣間	45-55
自助餐廳	45-55		
零售店			
商店、百貨公司	40-50		
超級市場	45-55		
室內運動場			
體育館	35-45		
保齡球館	40-50		
游泳池	45-60		

隔音性能的設定

帷幕牆要求隔音性能值的求法為, 設定:

室內側容許噪音位準

L_1 (db)

戶外噪音位準

L_2 (db)

$$T_L = (L_2 - L_1) + 10 \lg S/A$$

T_L : 噪音值

S: 外牆面積

A: 受音室的吸音力

$L_2 - L_1$: 所要求的隔音性能值

1. 隔音等級依照 CNS 8465 中所規定之隔音等級曲線求得。
2. 性能值依 CNS 8466 所規定之聲音透過損失測定試驗求得。

隔音性能在此不以傳統的平均分貝表示，而以實效的隔音等級曲線 表示。
[CNS 8465]。試驗方法依據 CNS 8466

國內外有關外牆節約能源研究情況

外牆節約能源設計

1. 開窗設計應注意以下幾點：
 - (1) 儘量避免水平天窗。
 - (2) 東西向開窗面積愈小愈好。
 - (3) 北向開窗是較佳的節能設計方位，且其採光穩定。
 - (4) 開窗除北向外，其餘各方位均須考慮適當的遮陽或阻熱措施設計。
 - (5) 開窗面積可因地域微氣候而做適當調整，冷房過大的地區應減少開窗面積；若冷房適中，則可考慮增加開窗面積以利採光、通風及節能。
 - (6) 避免採光、通風無效的開窗。
 - (7) 單一空間而無空調設備時，則應增加開窗面積，配合遮陽處理，達成採光、通風、節能。
2. 瞭解外殼耗能 ENVLOAD 之計算，進而採用可能減少耗能的外牆系統，多一分節能，少一分能源危機。

$$\text{ENVLOAD} = a_0 + a_1 \times G + a_2 \times L \times \text{DH} \\ + a_3 \times (\sum M_k \times \text{IHK}) \cdots \cdots (1)$$

其中

ENVLOAD：建築外殼耗能量 [Wh / (m²-fl-area ·yr)]

L ：外殼熱損失係數 [Wh / (m²-fl - area ·K)]

M_k ：k 方位外殼面的日射取得係數 [-]

G ：全年室內發散熱量 [Wh / (m²-fl-area ·yr)]

DH ：當地之"冷房度時"或"暖房度時" [K·h / yr]，冷、暖房度時以基準溫度 23、20°C 為計算標準

IHK ：當地 K 方位外殼面之"冷房日射時"或"暖房日射時"

[Wh / (m² · yr)]，冷、暖房日射時以基準溫度 23、20°C 為計算標準。

a₀ ：常數 [Wh / (m²-fl-area ·yr)]，見「表 2」

a₁、a₂、 a₃：偏回歸係數，見「表 2」

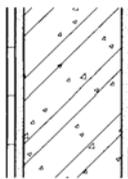
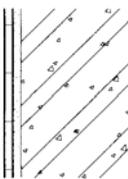
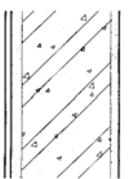
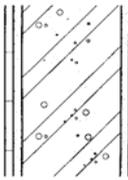
表 1 台北地區冷房用 DH 與 IHK 值(辦公廳類建築物用)

海拔高度(m)		200 以下	200-400	400-600	600-800	800-1000	1000 以上	
DH 值(K · h / yr)		12200	9600	7900	6300	4800	3400	
各方位 IHK 值($Wh/m^2 \cdot Yr$)	水平面(H)	695900	618900	588800	531800	457100	366700	
	垂直方位	南	273800	231300	219900	195800	169900	135000
		南南西	297700	253800	242400	221500	197100	158800
		西南	319500	275400	264100	245300	220100	179800
		南西	326600	283800	272300	254000	228700	189000
		西	314000	275700	264500	246500	222100	183700
		西北西	284300	253100	242700	225500	202000	166800
		西北	243200	218500	209200	193200	171200	140700
		北北西	202300	180900	172900	158100	137900	112400
		北	177000	156600	149400	134500	114100	91700
		北北東	193900	171100	163400	144200	117300	91800
		東北	224400	197200	188600	163800	128400	99300
		東北東	254800	222100	211800	180600	139000	107300
		東	276400	239900	228200	192500	148100	113100
		東南東	286600	248500	236100	199000	155000	118200
		東南	285100	245900	233300	198300	158400	121500
		南南東	277400	236100	224000	194100	166100	125400

表 2 現行 ENVLOAD 計算公式各項係數。

建築類型	空調時間	冷暖房	常 數	偏回歸係數			重相關係數
			a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	
旅館之客房部分 醫院之病棟部分 醫院之急症區部分	24 小時系統	冷房	-20947	0.250	-0.054	1.127	0.86
	0:00 ~ 24:00	暖房	2291	0.068	0.954	-0.636	0.95
百貨商場、餐廳類 建築物及其他複 合建築物之商 店、餐廳部分	12 小時系統	冷房	-10070	1.713	0.413	1.457	0.91
	10:00 ~ 22:00	暖房	22756	-1.351	1.105	-0.457	0.86
辦公廳類建築、醫 院之門診、複合建 築內類似辦公之 部分	10 小時系統	冷房	-20370	2.512	0.326	1.079	0.88
	8:00 ~ 18:00	暖房	14208	-1.493	1.484	-0.423	0.92
夜總會、歌廳、酒 吧等娛樂場所及 其他複合建築物 之娛樂部分	6 小時系統	冷房	-21093	1.523	0.309	0.911	0.89
	18:00 ~ 24:00	暖房	13173	-0.657	1.935	-0.573	0.94

常用外牆熱傳透率 U_i

構造	編號	構造大樣	厚度 $dx[m]$	熱阻係數 $1/kx$ [$m \cdot k/W$]	熱傳透率 $U_i=1/R$ [W/m^2k]
R C 牆	W001		外氣膜 — 磁磚 0.0100 水泥砂漿 0.0150 RC 0.1200 水泥砂漿 0.0100 內氣膜 —	1/23.000 1/1.300 1/1.500 1/1.400 1/1.500 1/9.000	3.78
	W002		外氣膜 — 磁磚 0.0100 水泥砂漿 0.0150 RC 0.1500 水泥砂漿 0.0100 內氣膜 —	1/23.000 1/1.300 1/1.500 1/1.400 1/1.500 1/9.000	3.49
磚 牆	W003		外氣膜 — 磁磚 0.0100 水泥砂漿 0.0150 紅磚 0.2300 水泥砂漿 0.0100 內氣膜 —	1/23.000 1/1.300 1/1.500 1/0.800 1/1.500 1/9.000	2.14
琺 瑯 板 牆	W004		外氣膜 — 琺瑯批覆 0.0060 鋼板 0.0030 水泥砂漿 0.0150 RC 0.1200 水泥砂漿 0.0100 內氣膜 —	1/23.000 1/1.300 1/4500 1/1.500 1/1.400 1/1.500 1/9.000	3.82
預 鑄 板 牆	W005		外氣膜 — 磁磚 0.0100 水泥砂漿 0.0150 泡沫混凝土 0.1000 水泥砂漿 0.0100 內氣膜 —	1/23.000 1/1.300 1/1.500 1/0.800 1/1.500 1/9.000	1.30
	W006		外氣膜 — 磁磚 0.0080 RC 預鑄板 0.1800 空氣層 — 鑽泥板 0.0250 內氣膜 —	1/23.000 1/1.300 1/1.500 0.086 1/0.180 1/9.000	1.98

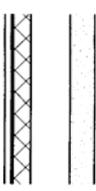
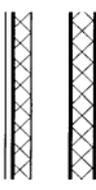
常用外牆熱傳透率 U_i (續)

構造	編號	構造大樣	厚度 dx[m]	熱阻係數 1/kx [m · k/W]	熱傳透率 $U_i=1/R$ [W/m ² k]	
玻璃	W007		外氣膜	—	1/23.000	2.25
			玻璃	0.0080	1/0.780	
			空氣層	—	0.860	
			石棉板	0.0100	1/1.200	
			空氣層	—	0.086	
			合板	0.0180	1/0.180	
帷幕	W008		外氣膜	—	1/23.000	0.89
			玻璃	0.0080	1/0.780	
			空氣層	—	0.086	
			鋁板	0.0016	1/210.00	
			玻璃棉	0.0300	1/0.042	
			空氣層	—	0.086	
幕	W009		外氣膜	—	1/23.000	0.98
			玻璃	0.0080	1/0.780	
			空氣層	—	0.086	
			石棉浪板	0.0040	1/1.200	
			岩棉保溫材	0.0320	1/0.042	
			石棉浪板	0.0040	1/1.200	
牆	W0010		外氣膜	—	1/23.000	2.40
			玻璃	0.0080	1/0.780	
			空氣層	—	0.086	
			石棉矽酸鈣板	0.0250	1/0.150	
			內氣膜	—	1/9.000	
			W0011		外氣膜	
玻璃	0.0080	1/0.780				
空氣層	—	0.086				
石棉矽酸鈣板	0.0250	1/0.150				
空氣層	—	0.086				
石棉浪板	0.0040	1/1.200				
岩棉保溫材	0.0320	1/0.042				
石棉浪板	0.0040	1/1.200				
內氣膜	—	1/9.000				

常用外牆熱傳透率 U_i (續)

構造	編號	構造大樣	厚度 dx[m]	熱阻係數 1/kx [m · k/W]	熱傳透率 $U_i=1/R$ [W/m ² k]	
鋁 金 屬 帷 幕 牆	W012		外氣膜	—	1/23.000	0.90
			鋁板	0.0060	1/210.00	
			空氣層	—	0.086	
			鋁板	0.0016	1/210.00	
			璃棉	0.0300	1/0.042	
		空氣層	—	0.086		
		石膏板	0.0120	1/0.170		
		內氣膜	—	1/9.000		
帷 幕 牆	W013		外氣膜	—	1/23.000	1.25
			鋁板	0.0060	1/210.00	
			噴岩棉	0.0200	1/0.051	
			空氣層	—	0.086	
			石棉矽酸鈣板	0.0250	1/0.150	
		內氣膜	—	1/9.000		
帷 幕 牆	W014		外氣膜	—	1/23.000	2.43
			鋁板	0.0060	1/210.00	
			瀝青防音塗料	0.0030	1/0.730	
			空氣層	—	0.086	
			石棉矽酸鈣板	0.0250	1/0.150	
		內氣膜	—	1/9.000		
花 崗 石 帷 幕 牆	W016		外氣膜	—	1/23.000	0.89
			花崗石	0.0300	1/3.500	
			空氣層	—	0.086	
			鋁板	0.0016	1/210.00	
			玻璃棉	0.0300	1/0.042	
			空氣層	—	0.086	
			石膏板	0.0120	1/0.170	
內氣膜	—	1/9.000				
帷 幕 牆	W017		外氣膜	—	1/23.000	2.75
			花崗石	0.0300	1/3.500	
			空氣層	—	0.086	
			RC	0.1500	1/1.400	
			水泥砂漿	0.0100	1/1.500	
		內氣膜	—	1/9.000		

常用外牆熱傳透率 U_i (續)

構造	編號	構造大樣	厚度 $dx[m]$	熱阻係數 $1/kx$ [m · k/W]	熱傳透率 $U_i=1/R$ [W/m ² k]
琺瑯鋼板帷幕牆	W018	 <p>外氣膜 琺瑯批覆 鋼板 噴岩棉 空氣層 石棉矽酸鈣板 內氣膜</p>	— 0.0060 0.0030 0.0200 — 0.0250 —	1/23.000 1/1.300 1/4500 1/0.051 0.086 1/0.150 1/9.000	1.24
	W019	 <p>外氣膜 琺瑯批覆 鋼板 柏油 空氣層 石棉矽酸鈣板 內氣膜</p>	— 0.0060 0.0030 0.0030 — 0.0250 —	1/23.000 1/1.300 1/45.000 1/0.730 0.086 1/0.150 1/9.000	2.40
	W020	 <p>外氣膜 琺瑯批覆 鋼板 噴岩棉 空氣層 石棉浪板 岩棉保溫材 石棉浪板 內氣膜</p>	— 0.0060 0.0030 0.0200 — 0.0040 0.0320 0.0040 —	1/23.000 1/1.300 1/45.000 1/0.051 0.086 1/1.200 1/0.042 1/1.200 1/9.000	0.71

第二節 高層建築風壓強度值之回顧

國內目前計算分析高層建築風壓值，大多已參照建築物耐風設計規範及解說規定分析。規範內容適用於封閉式、部分封閉式與開放式建築物結構或地上獨立結構物、局部構材及外部被覆物設計風力之計算，並提供耐風設計之其他相關規定。

一. 建築物設計風力的計算：(依據建築物耐風設計規範及解說 95 年版)

1. 設計風力的計算：

封閉式、部分封閉式或開放式建築物或地上獨立結構物之主要風力抵抗系統所應承受之設計風壓 P 、屋頂女兒牆設計風壓 P_p 及設計風力 F ，應依本節規定之公式計算，相關公式整理列於表 2.1。

封閉式或部分封閉式普通建築物或地上獨立結構物之主要風力抵抗系統所應承受之設計風壓 p ，依下式計算：

$$P = q(GCq) - q_i \cdot (GCp_i) \dots\dots\dots(2.1)$$

式中對迎風面牆，外風速壓 q 採 $q(z)$ ；對背風面牆、側牆與屋頂，外風速壓 q 採 $q(h)$ ； $q(z)$ 與 $q(h)$ 依 2.6 節之規定計算。對封閉式建築物或內風壓取負值之部分封閉式建築物，內風速壓 $q(i)$ 採 $q(h)$ ；對內風壓取正值之部分封閉式建築物，內風速壓 $q(i)$ 可採 $q(z)$ 或 $q(h)$ ，其中， z 為會影響正值內風壓之最高開口高度。 G 為普通建築物之陣風反應因子，依 2.7 節之規定計算。 C_p 為外風壓係數，依 2.8 節之規定計算。 (GCp_i) 為內風壓係數，依 2.9 節之規定計算。

2. 風速壓：

各種不同用途係數之建築物在不同地況下，離地面 z 公尺高之風速壓 $q(z)$ 依下式計算，其單位為 kgf/m^2 。

$$q(z) := 0.06 \cdot K(z) \cdot K_z + [I V_{10}(C)]^2 \dots\dots\dots (2.6)$$

式中， $K(z)$ 稱為風速壓地況係數，此值為離地面 z 公尺之風速壓與標準風速壓（地況 C ，離地面 10 公尺處）之比值，依下式計算：

$$\begin{aligned} K(z) &:= 2.7774 \cdot [z/z_g]^{2\alpha} ; z > 5m \\ &= 2.774 [5/z_g]^{2\alpha} ; z \leq 5m \dots\dots\dots (2.7) \end{aligned}$$

各種地況種類之 α 值及梯度高度 z_g ，照 2.3 節規定，見表 2.2。

K_{zt} 稱為地形係數，代表在獨立山丘或山脊之上半部或懸崖近頂端處之風速局部加速效應。

3. 陣風反應因子

陣風反應因子乃考慮風速具有隨時間變動的特性，及其對建築物之影響。此因子將順風向造成的動態風壓轉換成等值風壓處理。

4. 風壓係數與風力係數

計算建築物或地上獨立結構物主要風力抵抗系統之設計風力時，其所使用之風壓係數 C_p （封閉式或部分封閉式建築物用）及風力係數 C_f （開放式建築物用）。

5. 內風壓係數

內風壓係數（ GC_{pi} ）之值見表 2.17。對內含一大型無隔間區域之部分封閉式建築物而言，（ GC_{pi} ）可乘上一折減係數 R_i 。

6. 設計風壓計算式

封閉式或部分封閉式建築物，或地上獨立結構物之局部構材及外部被覆物所

應承受之設計風壓 p ，應依本節規定之公式計算，相關公式亦整理列於表 2.1。

封閉式或部分封閉式建築物高度不超過 18 公尺者，其局部構件及外部被覆物之設計風壓 p ，依下式計算：

$$P=q(h) [(GC_p)-(GC_{pi})] \dots\dots\dots(3.1)$$

式中， $q(h)$ 為平均屋頂高度 h 處之風速壓，依 2.6 節之規定計算； (GC_p) 為外風壓係數，依 3.3 節之規定計算； (GC_{pi}) 為內風壓係數，依 2.9 節之規定計算。

封閉式或部分封閉式建築物高度超過 18 公尺者，其局部構件及外部被覆物之設計風壓 p ，依下式計算：

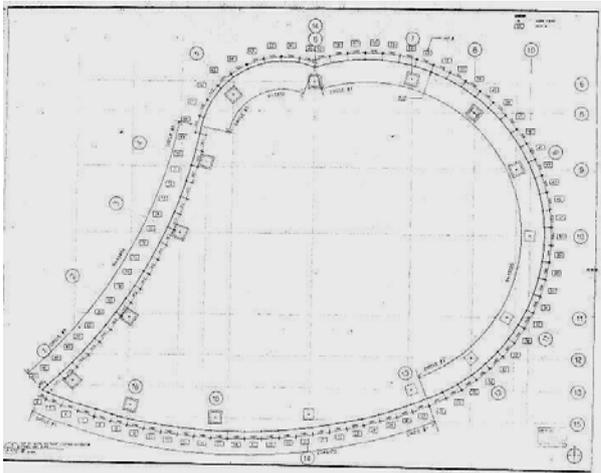
$$P=q(GC_p)-q(GC_{pi})\dots\dots\dots(3.2)$$

二. 台灣通常根據「建築物耐風壓設計規範及解說」計算風壓力，但高度超過 100M 之超高層建築物風壓值由風洞試驗所得到的風壓值較準確，在帷幕牆的設計上也最為經濟與實際。

三. 經本研究團隊收集北部及南部最近施作風洞測試之建築物報告如下：

名稱 位置	建築物名稱	樓高	層數	風壓值	說明
台北市	台新銀行	125m	25F	+3.1 kpa -5.6 kpa	參考案例 一
台北市	華新大樓	135m	30F	+5.5 kpa -7.0 kpa	參考案例 二
台北市	統一市府轉運大樓	140m	29F	+5.5 kpa -7.5 kpa	參考案例 三
高雄市	中鋼總部大樓	136m	29F	+5.5 kpa -5.5 kpa	參考案例 四

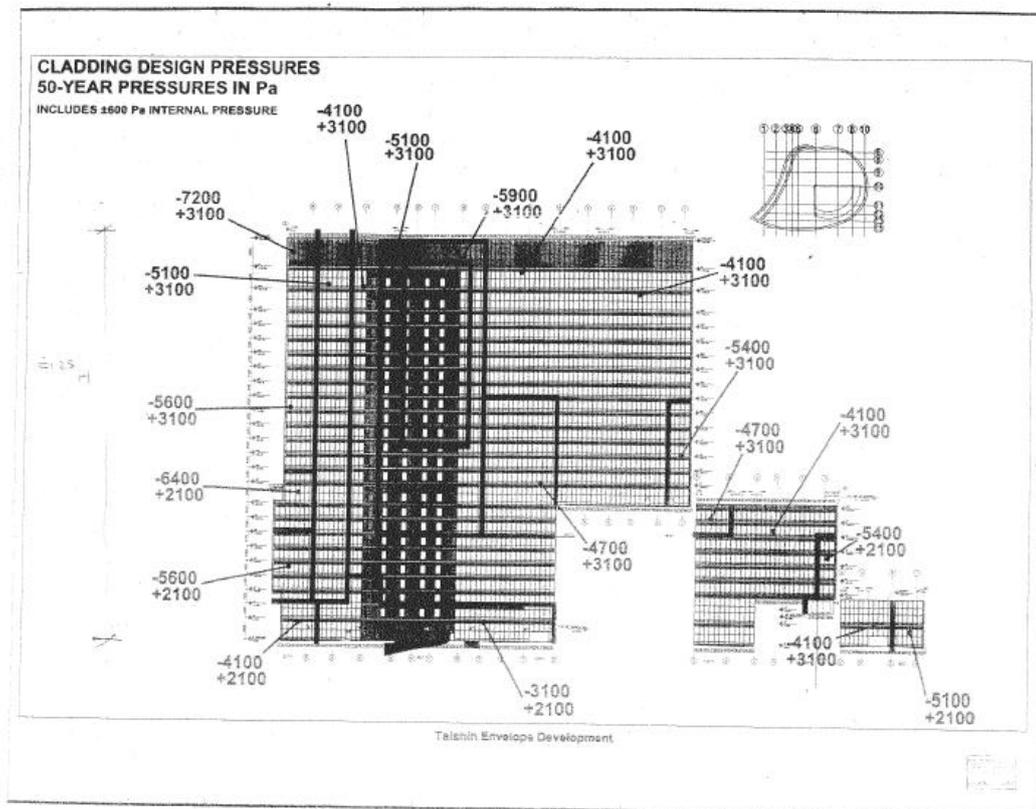
【參考案例一】 台北市台新銀行大樓



台新銀行大樓平面圖

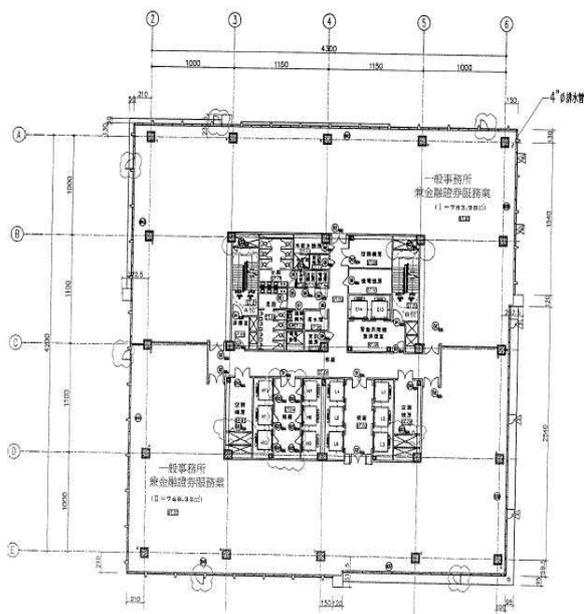


台新銀行大樓外觀透視圖



【50年回歸週期風壓分佈圖】

【參考案例 二】 台北市華新大樓



華新大樓平面圖

TKU 淡江大學
WERC 風工程研究中心



華新大樓透視圖

TKU 淡江大學
WERC 風工程研究中心

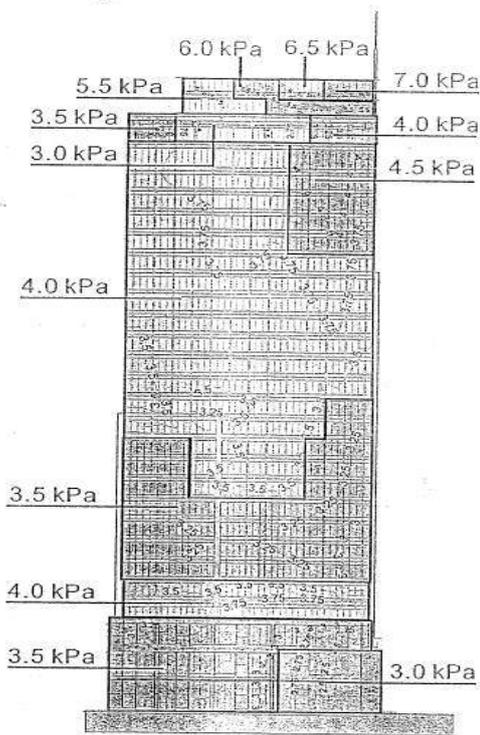


圖 5-1-2 北向立面設計風壓(正風壓)

WERC WR 94-21

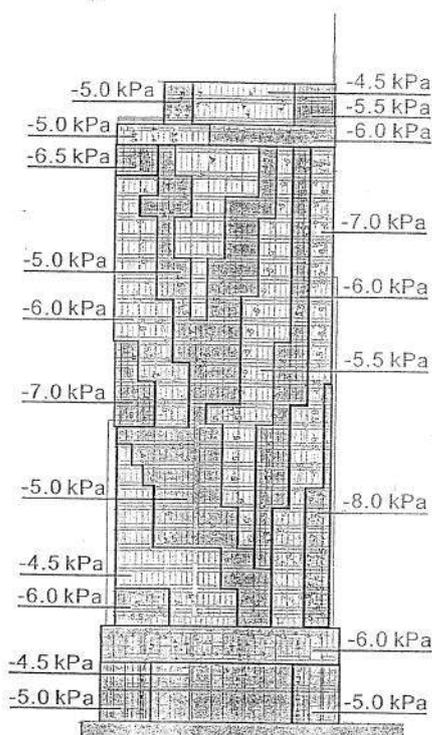


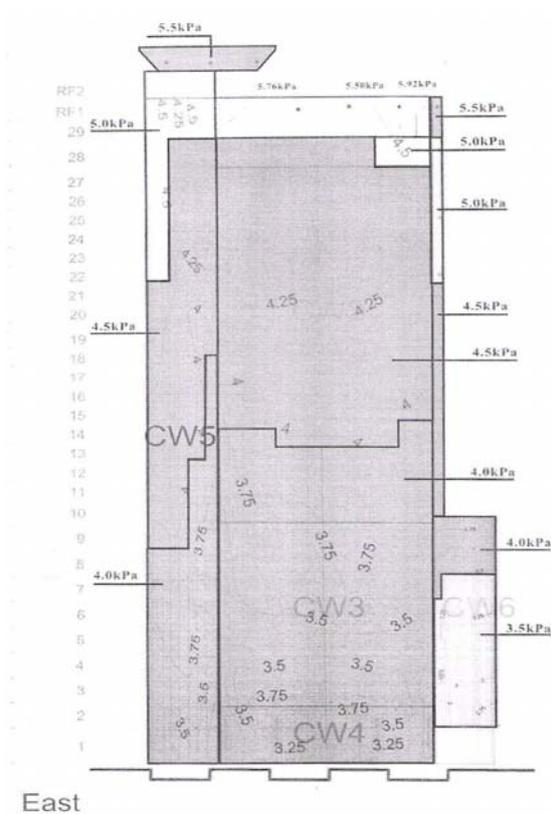
圖 5-1-1 北向立面設計風壓(負風壓)

WERC WR 94-21

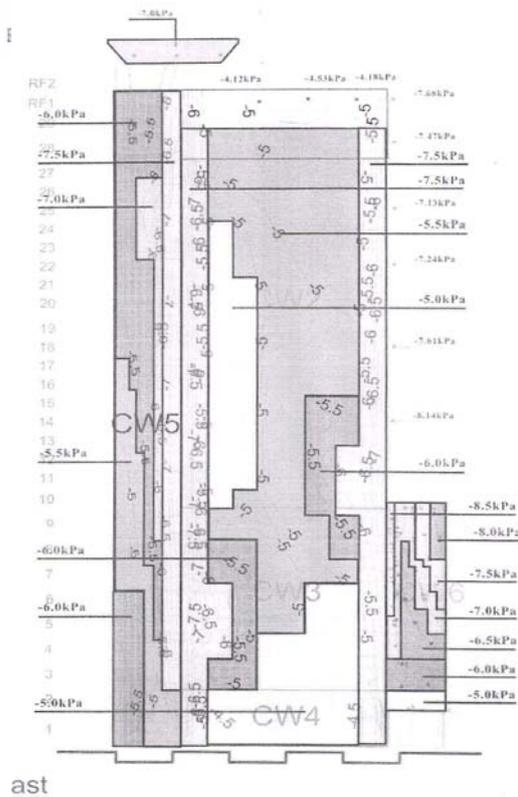
【50 年回歸週期風壓分佈圖】

【參考案例 三】 台北市統一市府轉運大樓

東向正風壓等壓線圖



East



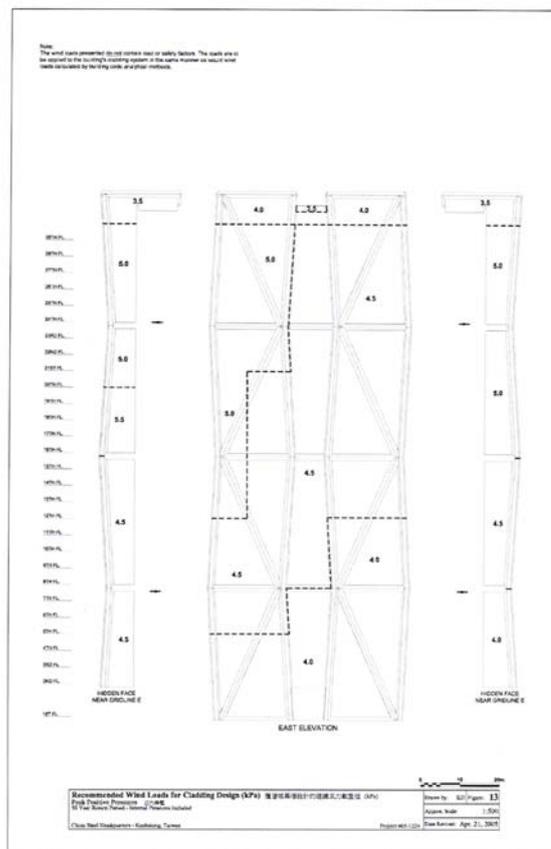
East

東向負風壓等壓線圖

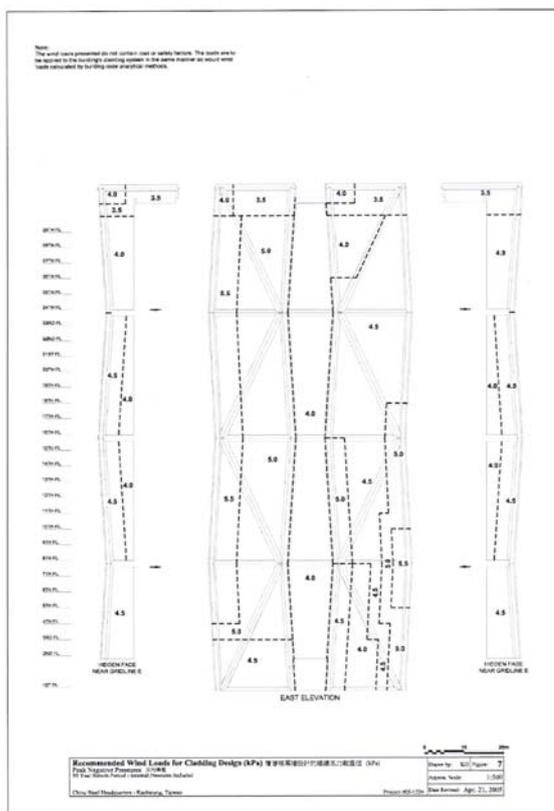
圖5-8 東面負風壓等壓線圖(單位:kPa)

【參考案例 四】 高雄市中鋼總部大樓

東向正風壓等壓線圖



東向負風壓等壓線圖



第三節 本研究案之風壓值之訂定

一. 採用風洞試驗數據:

建築物之耐風設計，若依規範無法提供所需之主要抗風系統設計風力或是外部被覆物之設計風壓風力資料時，得以風洞試驗作為耐風設計之依據。一般而言，建築物之高度超過 100 公尺，或風力總橫力大於地震總橫力時，建議進行風洞試驗。凡施行風洞試驗之建築物，其設計風力、設計風壓與舒適性評估得以風洞試驗結果為準。根據上述 2-3 節收集資料分析報告，建議本研究案之風壓強度值訂定為正風壓 5.5kpa，負風壓 7.5kpa。

二. 依據規範計算分析:

1.1 設計依據

帷幕風壓計算依據 "建築物耐風設計規範及解說"

1.2 地況及建物概述

工址位於台北縣、市，建物為東、西向長 40m，南、北向寬 24m，樓層高 31m 之大樓。

建物位於大城市市郊、小市鎮或有許多像民舍高度(10~20 公尺)，或較民舍為高障礙物分佈其間之地區者。建物迎風向之前方至少 500 公尺或建築物高度 10 倍範圍內（兩者取大值），屬此條件。以地況 B 計之。

台北縣、市基本設計風速為每秒 42.5m。參考建築物耐風設計規範及解說 2.4 節。

1.3 建議設計風壓

區域正風壓負風壓

一般區域 220 -220 kgf/ m²

轉角區域 220 -380 kgf/ m²

外伸遮陽構件 240 240 kgf/ m²

註：轉角區域為建物平面四個外轉角向內延伸 2.4m 之區域

風壓計算詳第二章

2.1 設計風壓計算式

封閉式或部分封閉式建築物高度超過 18m 者，其局部構件及外部被覆物之設計風壓 P，依下式計算：

$$P=q(GCP) - q_i \cdot (GC_{pi}) \quad 3.2 \text{ 式}$$

q 迎風面風壓 q 採 q(z)

背風面與屋頂壓 q 採 q(h) 。 h 為平均屋頂高度

GC_p 外風壓係數

GC_{pi} 內風壓係數

2.2 風速壓 q(z) 及 qh

$$q(z) := 0.06 \cdot K(z) \cdot K_{zt} \cdot (I \cdot V_{10})^2 \quad 2.6 \text{ 式}$$

k(z) 風壓地況係數

K_{zt} 地形係數

I 用途係數

V₁₀ 離地 10m 相對於 50 年回歸期之 10 分鐘平均風速

計算風壓地況係數 $k(z) := 2.774 [z/z_g]^{2\alpha}$

$\alpha := 0.25$ 依據規範表 2.2 地況相關參數 地況 B

Z_g := 400m

計算風壓地況係數

K_{zt} := 1.0

計算用途係數

I := 1.1 依據規範 2.5 節說明 第一類建築物

離地 10m 相對於 50 年回歸期之 10 分鐘平均風速

V₁₀ := 42.5 m/sec 依據規範 2.4 節說明 台北縣、市

屋頂層之風速壓

$$K_h = 2.774 \cdot [31/z_g]^{2\alpha} = 0.772$$

$$q_h := 0.06 \cdot K_h \cdot K_{zt} \cdot (I \cdot V_{10})^2 \quad . \text{kgf} / \text{m}^2 = 101.268 \text{k} \text{ m}^2 \text{f} / \text{m}^2$$

2.3 帷幕設計風壓

標準樓高 3.8m，直料分割 1.2m（直料受風面積面積）

受風面積 $A_g := 1.2 \times 3.8 = 4.56$

外風壓係數 $A_2 := 2$ $G_{Cp2} := 1.88$

$A_{50} := 50$ $G_{Cp50} := 1.26$

$G_{Cp1} := G_{Cp2} + [G_{Cp50} - G_{Cp2} / \log(A_{50}) - \log(A_2)] \cdot (\log(A_g) - \log(A_2)) = 1.721$

內風壓係數 $G_{Cpi} := -0.375$ 依據規範表 2.17 內風壓係數

$P := q(G_{Cp}) - q_i \cdot (G_{Cpi})$ $q_i := q_h$

建議設計風壓

正風壓全區域 $220 \text{kgf}/\text{m}^2$

負風壓一般區域 $-220 \text{kgf}/\text{m}^2$

轉角區域 $-380 \text{kgf}/\text{m}^2$

2.4 外伸遮陽構件設計風壓

開放式建築物或地面上獨立結構物所應承受之設計風力 F ，依下式計算：

$F := q(Z_{A_f}) \dots \dots \dots$ 2.4 式

$q(Z_{A_f})$ 為面積形心高度處之風速壓。

G 陣風反應因子 $G := 1.77$ 依據 2.7 節

C_f 風力係數

A_f 投影在與方向垂直之平面上的面積

遮陽構件於建物最高高度之風速壓

$q(Z_{A_f}) = q_h = 101.268 \text{kgf}/\text{m}^2$

計算風力係數

標示物之較大邊尺寸 $M := 3800 \cdot \text{mm}$

標示物之較小邊尺寸 $N := 600 \cdot \text{mm}$

$M/N = 6.333$

風力係數 $C_f := 1.3$ 依據表 2.10

遮陽構件設計風壓（總力除以面積）

$Fq := q(Z_{A_f}) \cdot G \cdot C_f = 233.017 \text{kgf}/\text{m}^2$

國外玻璃遮陽案例



圖 3-8 日本—2005 年愛知博覽會某展覽館
說明：建築物外牆採用木板作水平遮陽，頗具有遮陽效果。
(陳文樹拍攝提供)



圖 3-9 日本—2005 年愛知博覽會某展覽館
說明：採用水平遮陽(鋁管)，水平遮陽外伸尺寸約 1.8M
具有遮陽及造型功能。
(陳文樹拍攝提供)



日本—東京「森」大樓(陳文樹拍攝提供)
說明：帷幕牆造型，具有水平及垂直遮陽的效果。



日本—東京「森」大樓(陳文樹拍攝提供)
說明：玻璃帷幕牆採用水平遮陽架，西向採用垂直遮陽架。



日本—東京「森」大樓(陳文樹拍攝提供)
說明：玻璃帷幕牆採用水平遮陽架及垂直飾條。



日本—2005年愛知博覽會某展覽館(陳文樹拍攝提供)
說明：採用水平遮陽(鋁管)



台灣—台南高鐵車站(陳文樹拍攝提供)
說明：採用水平遮陽架，頗具有遮陽效果。



台灣—新竹高鐵車站(陳文樹拍攝提供)
說明：採用密集水平遮陽架，頗具有遮陽效果。



台灣—新竹大樓 (陳文樹拍攝提供)
說明：舊大樓改善隔熱採用 LOW-E
玻璃當遮陽。



日本—2005 年愛知博覽會某展覽館
(陳文樹拍攝提供)
說明：建築物外牆採用水平遮陽(木板)



台灣—台北科技大學(陳文樹拍攝提供)
說明：傳統建築物採用電光板當水平遮陽板具有再生
能源及遮陽效果。

國外玻璃遮陽案例



COLT 公司提供



COLT 公司提供



COLT 公司提供

說明：上述採用可調式水平遮陽(玻璃)

國外玻璃遮陽案例



COLT 公司提供

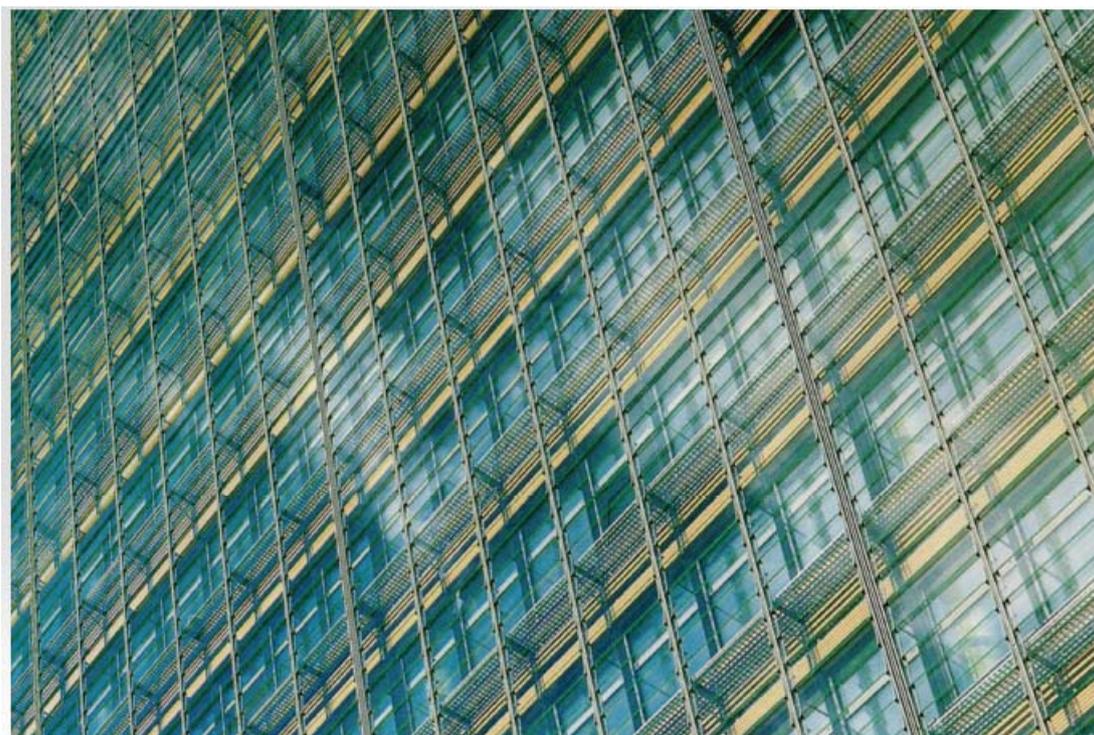
國外玻璃遮陽案例



COLT 公司提供

說明：上述鋁帷幕牆加裝一層水平遮陽外牆

國外帷幕外牆遮陽案例



COLT 公司提供

說明：水平遮陽具有貓道及清洗外牆功能

國外帷幕外牆遮陽案例



COLT 公司提供

說明：以光電板作水平遮陽，具有
再生能源及遮陽效果。



說明：帷幕牆裝設水平遮陽板

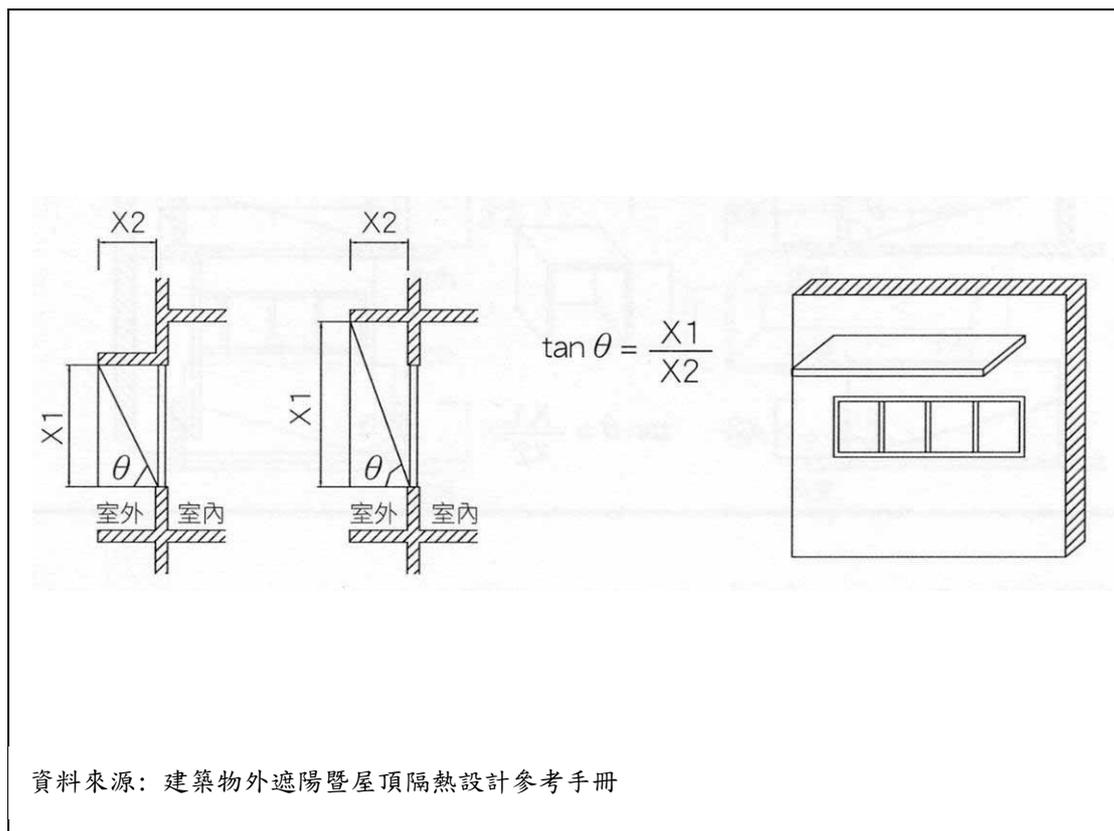
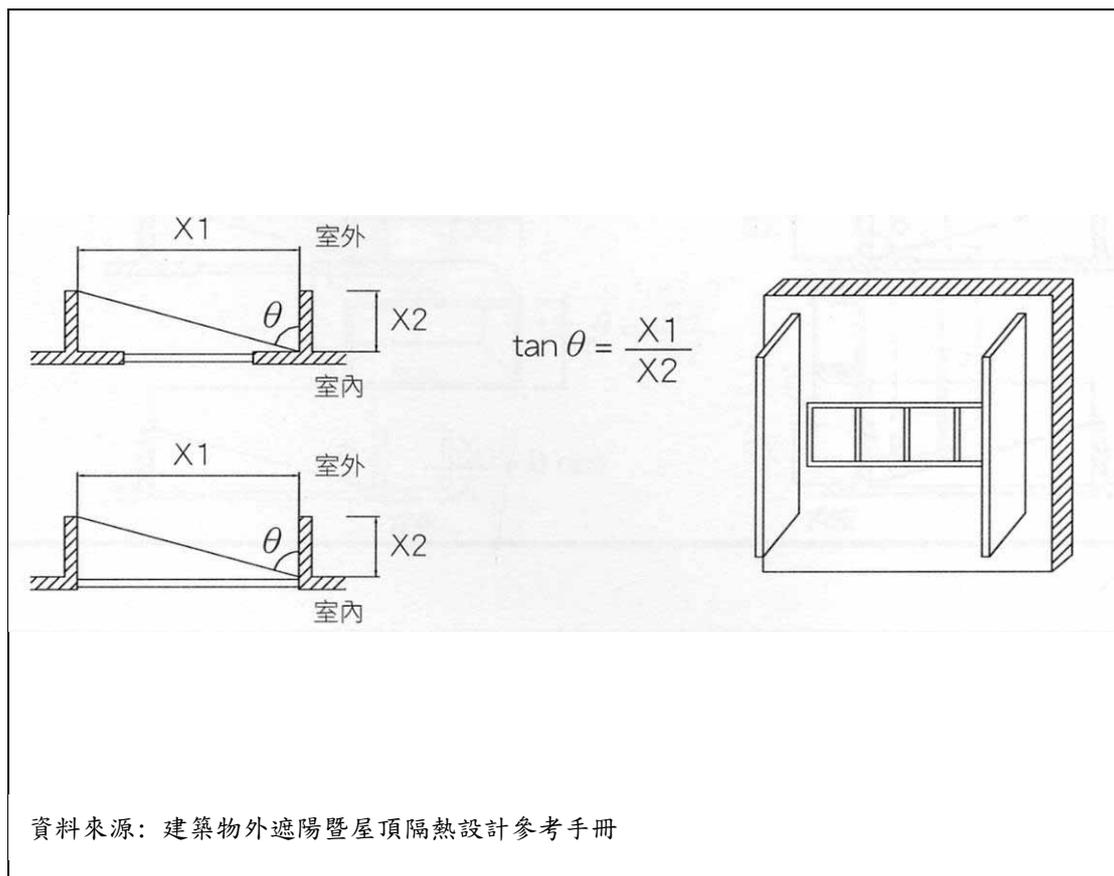


表 3-3 垂直遮陽板

tan		0.70	0.80	0.90	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00	6.00	8.00	10.00	20.00
垂直遮陽板	S	0.28	0.31	0.34	0.37	0.43	0.47	0.51	0.55	0.58	0.64	0.69	0.73	0.75	0.80	0.83	0.87	0.89	0.94
	SSW	0.30	0.33	0.37	0.40	0.45	0.50	0.54	0.57	0.60	0.66	0.70	0.74	0.77	0.81	0.84	0.88	0.90	0.95
	SW	0.34	0.37	0.41	0.44	0.49	0.54	0.59	0.62	0.65	0.71	0.76	0.79	0.81	0.85	0.87	0.90	0.92	0.96
	WSW	0.38	0.42	0.46	0.50	0.55	0.60	0.64	0.67	0.69	0.75	0.78	0.81	0.83	0.86	0.88	0.91	0.93	0.96
	W	0.41	0.45	0.48	0.51	0.56	0.60	0.64	0.67	0.69	0.74	0.78	0.81	0.83	0.86	0.88	0.91	0.92	0.96
	WNW	0.31	0.35	0.38	0.41	0.47	0.52	0.56	0.59	0.62	0.68	0.73	0.76	0.79	0.83	0.85	0.89	0.91	0.95
	NW	0.22	0.25	0.29	0.32	0.38	0.43	0.48	0.52	0.55	0.62	0.67	0.71	0.74	0.79	0.82	0.86	0.89	0.94
	NNW	0.26	0.28	0.31	0.34	0.38	0.42	0.46	0.49	0.52	0.59	0.64	0.69	0.72	0.77	0.80	0.85	0.88	0.94
	N	0.29	0.33	0.36	0.39	0.44	0.48	0.52	0.55	0.58	0.63	0.67	0.70	0.73	0.77	0.80	0.84	0.87	0.93
	NNE	0.27	0.30	0.33	0.36	0.40	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61	0.66	0.70	0.73	0.78	0.81	0.86	0.89	0.94
	NE	0.24	0.27	0.31	0.34	0.40	0.46	0.50	0.54	0.58	0.64	0.69	0.73	0.76	0.80	0.83	0.87	0.90	0.95
	ENE	0.32	0.36	0.40	0.43	0.49	0.53	0.58	0.61	0.64	0.70	0.74	0.77	0.80	0.83	0.86	0.89	0.91	0.96
	E	0.42	0.46	0.49	0.52	0.56	0.60	0.64	0.67	0.69	0.74	0.78	0.80	0.82	0.86	0.88	0.91	0.92	0.96
	ESE	0.36	0.40	0.44	0.47	0.52	0.57	0.61	0.64	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.84	0.87	0.90	0.92	0.96
	SE	0.28	0.32	0.35	0.38	0.43	0.49	0.53	0.57	0.60	0.67	0.71	0.75	0.78	0.82	0.84	0.88	0.90	0.95
	SSE	0.26	0.30	0.33	0.35	0.41	0.45	0.49	0.53	0.56	0.62	0.67	0.70	0.74	0.78	0.82	0.86	0.89	0.94



貳、建築物外殼耗能量 ENVLOAD 計算表(3-4)外遮陽係數 ki 值之應用

案例

建築類別：辦公室類

表 3-4 建築物外殼耗能量 ENVLOAD 計算表

方位	外遮陽型式	窗高(水平) 窗寬(垂直)	遮陽深 X2	$\tan \theta = X1/X2$	ki
E	水平遮陽	2500	750	3.33	6.95
W	水平遮陽	2500	750	3.33	0.7
S	水平遮陽	2500	750	3.33	6.4
N	水平遮陽	2500	750	3.33	7.45
E	垂直遮陽	1200	750	1.6	0.64
W	垂直遮陽	1200	750	1.6	0.64
S	垂直遮陽	1200	750	1.6	0.51
N	垂直遮陽	1200	750	1.6	0.52

備註：1. 水平外遮陽係數 ki 值由表 3-2 查得(40 頁)。
 2. 垂直外遮陽係數 ki 值由表 3-3 查得(41 頁)。
 3. 分析結果顯示垂直遮陽較具遮陽效果，顯見 ki=0.51，表示可阻擋 49%全年日射熱。

4. 2500mm 是本研究案，可視區域玻璃高度由 C-C 側斷面圖查得(69 頁)。
5. 1200mm 是本研究案，垂直遮陽板淨間距由 A-A 平斷面斷面圖查得(68 頁)。
6. 750mm 是本研究案，水平遮陽板淨間距由 A-A 平斷面斷面圖查得(68 頁)。

資料來源：陳文樹提供

參、建築物外殼耗能量 ENVLOAD 計算表(3-5)外殼構造熱傳透率 u_i 之應用案例

表 3-5 建築物外殼耗能量 ENVLOAD 計算表 建築類別：辦公室類

構造編號	構造大樣	厚度 dx[m]	熱阻係數 $1/k$ [m · k/W]	熱阻 $r=d \cdot k$ [m ² · k/W]	總熱阻 $R= \sum r$ [m ² · k/W]	熱傳透率 $U_i=1/R$ [W/m ² k]
WS-01	外氣膜	—	1/23	0.0435	0.3428	2.92
	玻璃	0.012	1/0.780	0.0154		
	A-12			0.16		
	玻璃	0.010	1/0.780	0.0128		
	內氣膜	—	1/9.000	0.111		

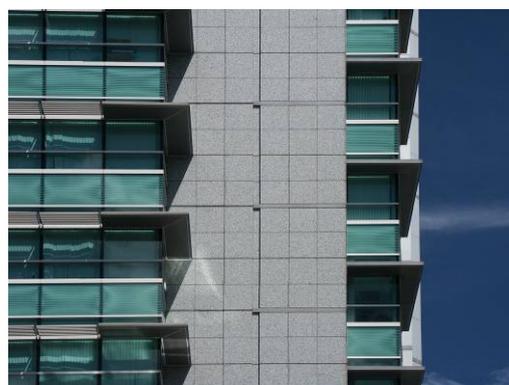
第四章 節能玻璃在帷幕牆之應用

第一節 國內外節能玻璃之應用

帷幕牆能夠充分展現現代城市新風貌及文化內涵的新衣，它在建築師的主導下不斷的創新，追求更新、更亮麗的特色，達到透明美學與綠建築的外牆、地標。



台灣—世界之頂大樓



台灣—台北南山人壽大樓



台灣—台北建國路某大樓



台灣—新竹地區住宅大樓



日本—東京地區某大樓



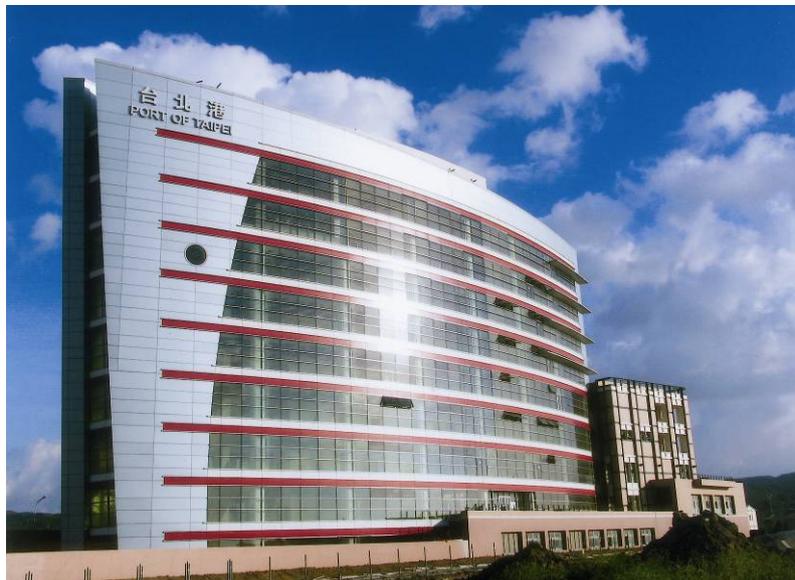
日本—東京森大樓



台灣—台北 101 大樓



日本—東京地區某大樓



台灣—台北港行政大樓

國內目前重大建築工程如南港車站、交九 BOT 案、富邦大樓、中鋼總部大樓、華新大樓、台新銀行、統一市政轉運大樓、高鐵車站、建北大樓、板信大樓等等，均採用 Low-E 節能玻璃。

第二節 節能玻璃之節能應用案例

一. 台灣地區室內外溫差不大，而日射熱卻非常驚人。因此阻隔輻射傳透的 V_i 值比阻絕溫差的熱傳透率 U_i 來得重要，所以在台灣的玻璃節能對策首重玻璃的遮蔽性能。

(1) 遮陽性能(輻射傳透率 V_i)

玻璃遮陽性能與其表面的金屬反射塗膜有密切關係，遮陽性能以 Low-E 玻璃最佳，透明玻璃最差。(表 1)

(2) 玻璃的隔熱性能與厚度有關但與反射及吸熱性能無關。(表 2)

(3) 雙層玻璃由於有空氣層，其隔熱性能比單層玻璃較佳。(表 2)

技術名稱：開口部玻璃

指標歸屬：日常節能

適用類型：一般建築

一、技術原理與說明：

玻璃的節能特性主要根源於兩個特性，一是玻璃的隔熱能力，即熱傳透率 U 值；另一則是玻璃的遮陽能力，亦即日射透過率 η_i 值。然而，台灣地區室內外溫度差並非很大，而日射熱卻是很驚人。因此，阻絕溫差的熱傳透率 U_i 值比不上阻絕輻射傳透的 η_i 值重要；亦即，在台灣的玻璃節能對策首重玻璃的遮陽性能。

二、技術對策：

對於玻璃的選用有以下之原則：

1. 隔熱性能 (熱傳透率 U_i):

- (1) 玻璃的隔熱性能與玻璃的厚度有關，但與反射及吸熱性能無關，即相同厚度之普通、吸熱及反射玻璃之 U_i 值均十分接近。(如表 2 所示)
- (2) 雙層玻璃由於有空氣層，其隔熱性較佳。(如表 2 所示)

2. 遮陽性能 (日射透過率 η_i 值):

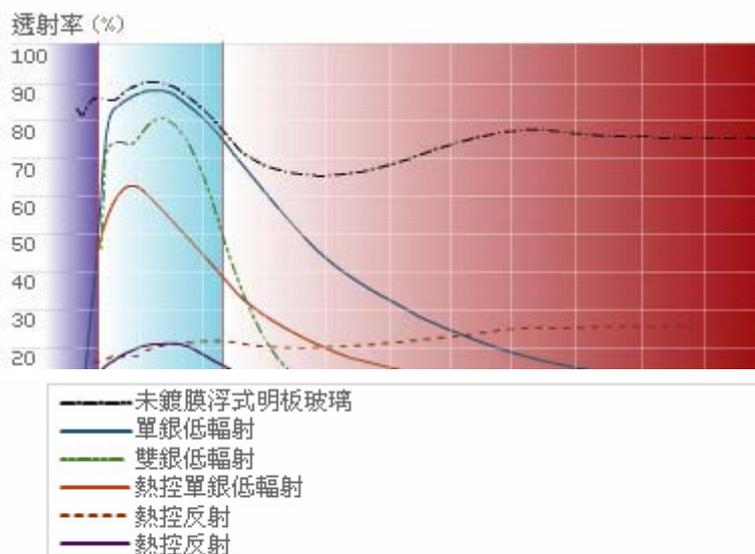
- (1) 玻璃的遮蔽性能與其表面的金屬塗膜有密切關係，其中遮陽性能以反射玻璃最佳，吸熱玻璃次之，透明玻璃最差。(如表 1 所示)
- (2) 雙層玻璃對於遮陽性能幫助較小。
- (3) 目前市面上有一種 Low-E 玻璃，為一種選擇性日射透過玻璃。為中間鍍低輻射反射膜之雙層玻璃，其日射透過率 η_i 可在 0.3 以下對空調節能甚有助益。

在台灣，遮陽處理較隔熱處理在節能上更有效，因此優先考慮玻璃的遮陽性能，亦即採反射玻璃優於吸熱玻璃，更優於透明玻璃其中又以選擇性日射透過膜之 Low-E 玻璃為最佳。

表 1. 玻璃之遮陽性能

玻璃種類		日射透過率 η_i
普通清玻璃	6mm 單層清玻璃	0.84
	12mm 單層清玻璃	0.78
	6mm 清玻璃+空氣層+6mm 清玻璃	0.73
棕色吸熱玻璃	6mm 棕色單層吸熱玻璃	0.73
	12mm 棕色單層吸熱玻璃	0.6
	6mm 棕色吸熱玻璃+空氣層+6mm 清玻璃	0.6
反射玻璃	6mm 單層吸熱反射玻璃	0.53
	12mm 單層吸熱反射玻璃	0.44
	6mm 吸熱反射玻璃+空氣層+6mm 清玻璃	0.43
Low-E 玻璃	6mm Low-E 玻璃+空氣層+6mm Low-E 玻璃	0.33

資料提供: 台灣玻璃(股)公司



資料提供:台灣玻璃(股)公司

圖一、各種玻璃材質對各波長日射之透過率，顯示 Low-E 玻璃能排拒大量近紅外線日射熱量又可保有良好的可見光環境，而反射玻璃之自然採光環境最不良。

三、設計資料：

目前一般常用之玻璃形式：

(1) 一般玻璃以及一般之雙層玻璃：

一般透明玻璃對日射透過控制能力差，而雙層玻璃中間加一層空氣層或真空層，具有隔熱作用，但對日射透過之控制能力也差，僅較單層玻璃 η_i 值稍好，目前有加百葉於空氣層中者，但因單價高國內較少使用。

(2) 吸熱玻璃：

由於玻璃本身的色澤會吸引大部份的太陽輻射熱，再轉輻射入室內，使熱量流入物體與玻璃之間，若採用吸熱玻璃最好採用外遮陽的方式輔助，避免採用內部遮陽的方法。

(3) 熱反射玻璃：

此類玻璃利用紅外線反射的方式達成玻璃之熱控能力，是以前最常用之玻璃種類，但易於外部造成反光之公害，或夜晚時玻璃變的跟鏡面一樣有看不到外部景象之缺點。

(4) Low-E 玻璃(Low-emissivity glass)：(圖二)

為一種選擇性日射透過玻璃。為中間鍍低輻射反射膜之雙層玻璃，其日射透過率 η_i 可在 0.3 以下對空調節能甚有助益。

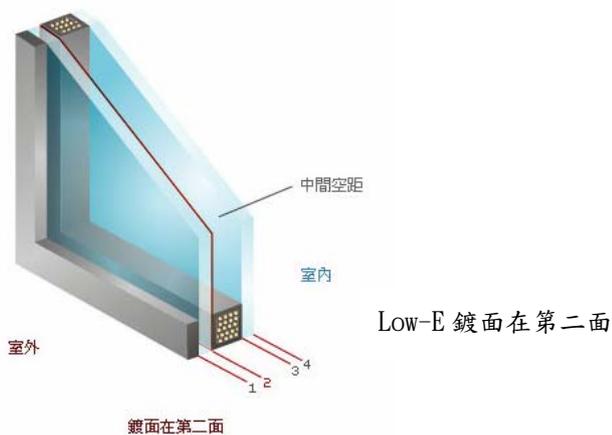
四、注意事項：

雖然使用反射玻璃的 Low-E 玻璃的節能效果十分有效，但是要注意開窗面積太大(如全面落地玻璃)設計卻是大致命傷，因此必先減少透窗面至 40% 以下，再談玻璃節能對策，否則得不償失。

表 2. 常用玻璃熱傳遞率一覽表

玻璃 (數字代表厚度 mm)		熱傳遞率 U_i [W/m ² · K]	玻璃 (數字代表厚度 mm)		熱傳遞率 U_i [W/m ² · K]
單層玻璃	3	6.31	6mm 空氣層 嵌網目雙層玻璃	3+A6+6.8	3.26
	5	6.21		5+A6+6.8	3.23
	6	6.16		6+A6+6.8	3.22
	6.8	6.12		8+A6+6.8	3.19
	8	6.07		10+A6+6.8	3.16
	10	5.97		12+A6+6.8	3.14
	12	5.88			
	15	5.75			
	19	5.59			
6mm 空氣層 雙層玻璃	3+A6+3	3.31	12mm 空氣層 嵌網目雙層玻璃	3+A12+6.8	3.06
	5+A6+5	3.25		5+A12+6.8	3.03
	6+A6+6	3.23		6+A12+6.8	3.02
	8+A6+8	3.17		8+A12+6.8	3.00
	10+A6+10	3.12		10+A12+6.8	2.98
	12+A6+12	3.07		12+A12+6.8	2.95
12mm 空氣層 雙層玻璃	3+A12+3	3.1	備註： 1. A6 代表空氣層厚度 6mm，熱阻 $R_a=0.14$ [m ² · K/W] 2. A12 代表空氣層厚度 12mm，熱阻 $R_a=0.16$ [m ² · K/W] 3. 無論普通、吸熱反射玻璃之 U_i 值均適用本表。 U_i 值與玻璃厚度有關，但與日射遮蔽性能關係不大。		
	5+A12+5	3.05			
	6+A12+6	3.03			
	8+A12+8	2.98			
	10+A12+10	2.94			
	12+A12+12	2.9			

資料提供: 台灣玻璃(股)公司



圖二、低輻射雙層玻璃構造圖

二. 節能之 Low-E 玻璃就是在玻璃鍍上銀金屬塗膜，此塗膜可通過低熱能的可視光，但可遮斷大部分的高熱能之紅外空調負荷，達到降低能源的消耗。

三. 帷幕牆為兼具良好「遮陽性」及「採光性」採用 Low-E 玻璃可以同時擁有超低的輻射透率 0.33 及高達 66% 的可見透過率，最符合熱濕氣候之空調節能與採光需求，達到透明美學與綠建築的外牆。

四. 節能玻璃之節能應用案例

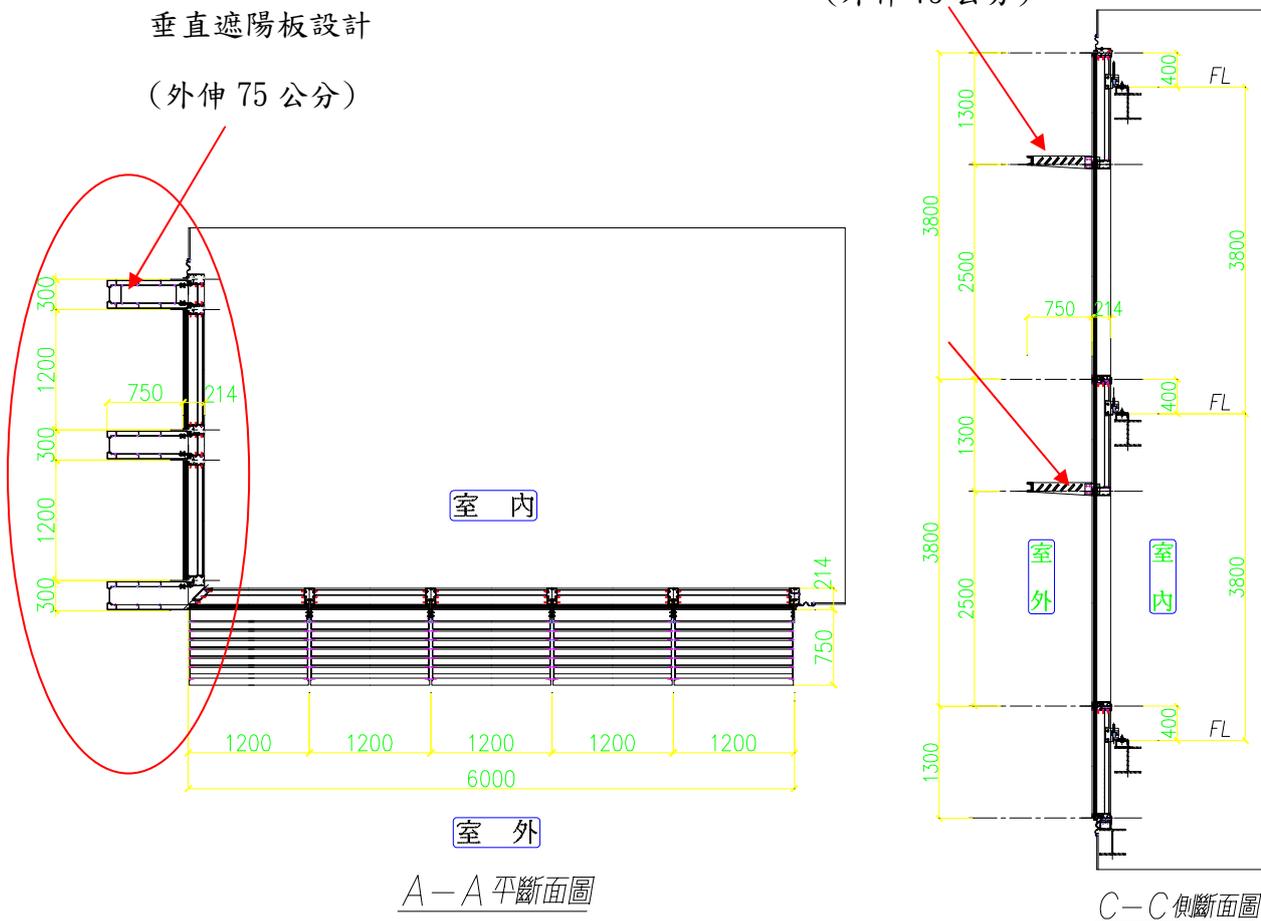
1. 以台北馬階醫院舊棟大樓外牆節能更新為例
2. 原建物玻璃採用 5mm 清玻璃更新後改採用 10mm 綠色 Low-E 玻璃及小部份 28mm 綠色節能玻璃，醫院以每天 24 小時營運，每年可節省電力 6,335,531 度，可節省電力支出 13,304,615 元。

第五章 具遮陽及節能帷幕牆系統設計

第一節 設計理念及系統建構

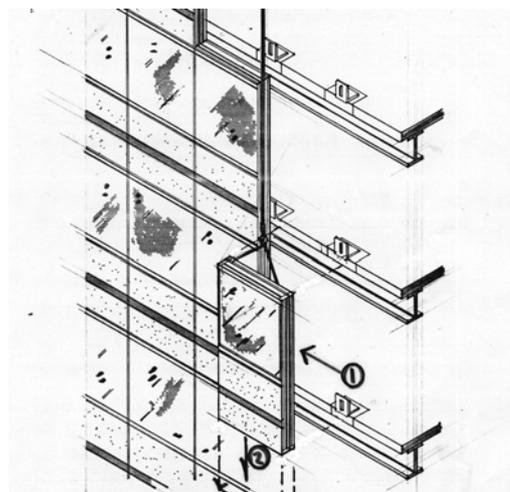
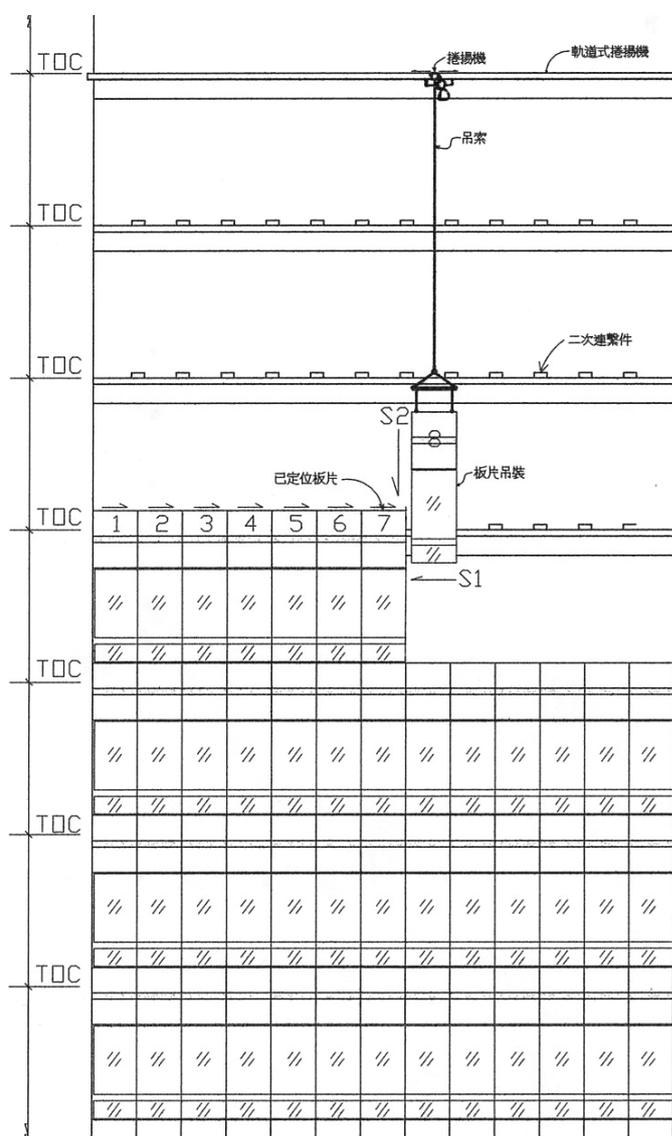
本研究案採用單元式帷幕牆設計，室外側設計水平遮陽百葉或垂直遮陽板，材質使用鋁擠型 6063 T-5，目前設計圖面為以風雨試驗圖為研究標準，樓層高度暫定為 3.8 米，試體包含一個轉角，遮陽百葉設計外伸 75 公分，正面為常用的水平遮陽百葉分為 5 個單元，轉角設計垂直遮陽板分為 2 個單元。

1. 水平遮陽百葉 定義：與窗面平行 適用方位：南向
功能：可遮擋太陽高度角較高日射，一般較多使用。
2. 垂直遮陽百葉 定義：與窗面垂直 適用方位：東、西向
功能：可遮擋太陽高度角較低日射。



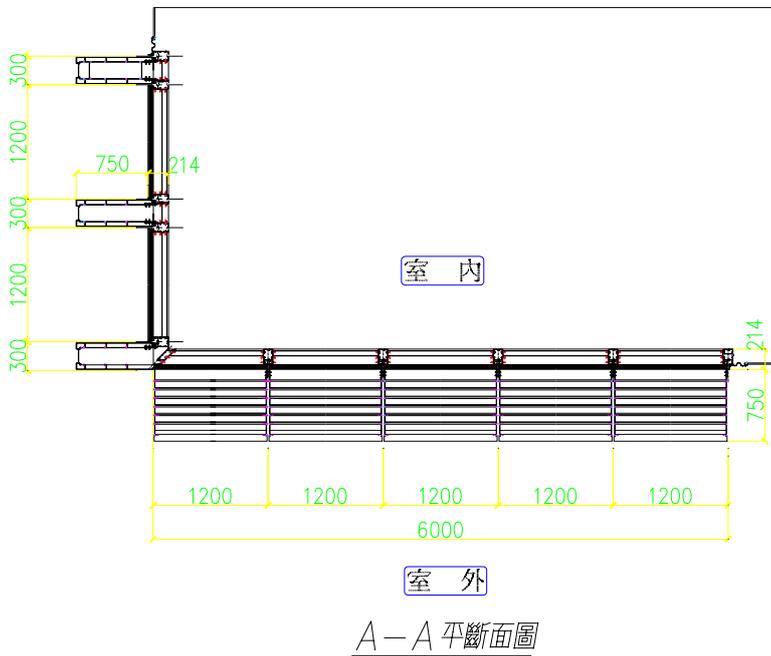
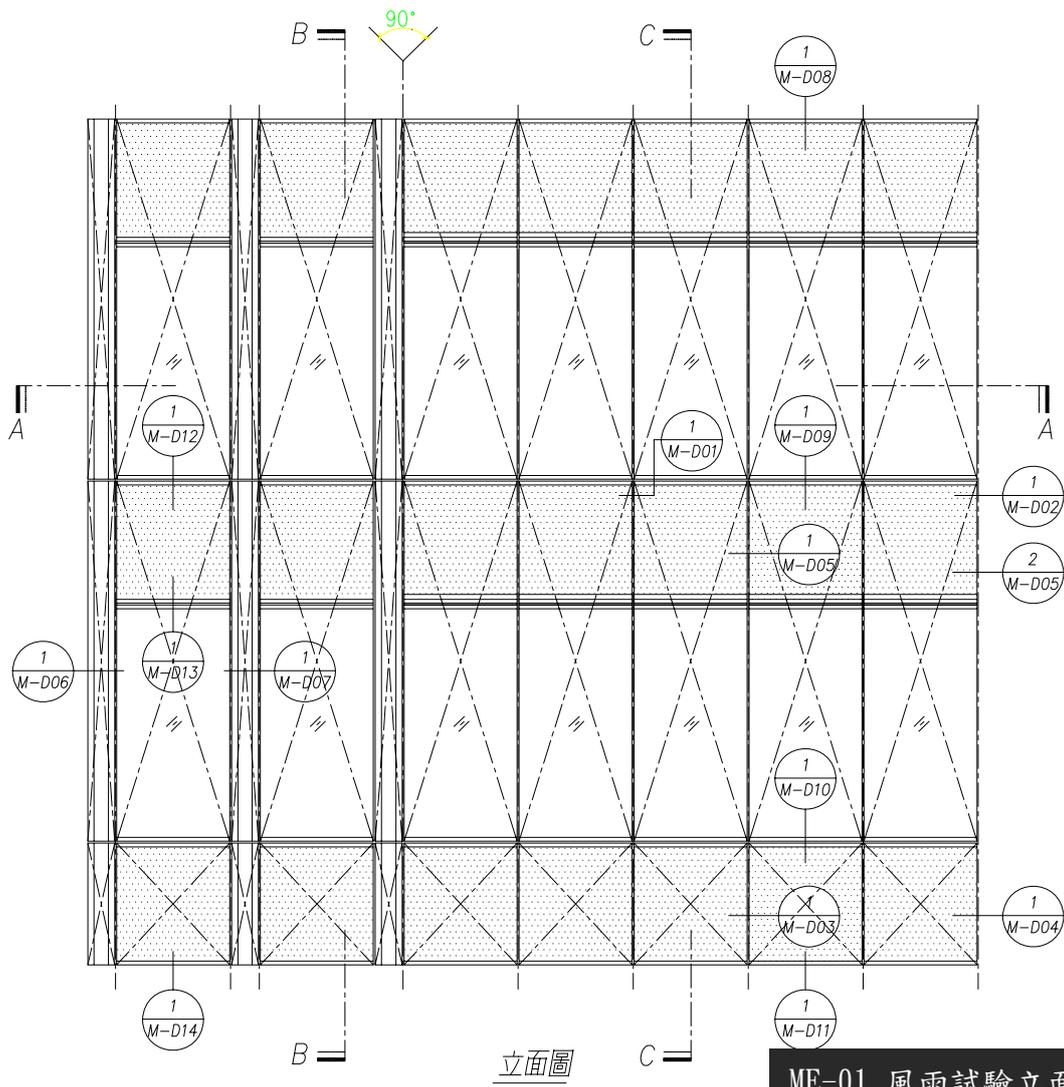
單元帷幕牆施工順序：

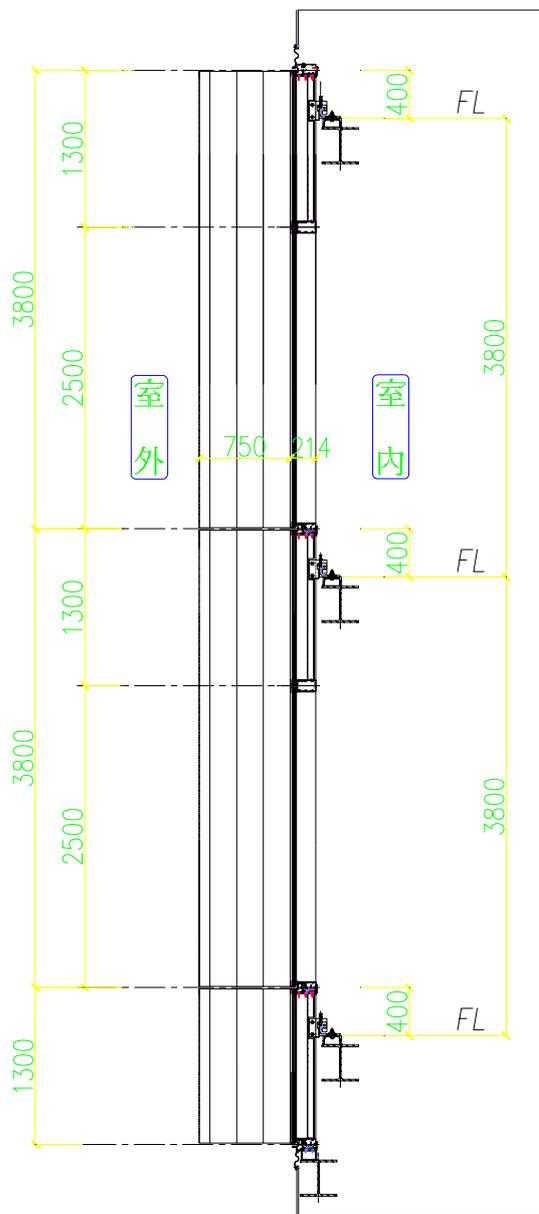
- (1) 單元式為幕牆板片採用無鷹架吊裝施工，同一施工樓層板片調整完成，再繼續吊裝相臨單元板片，先向已定位同層板片套接插入後，順勢向下再套入下層單元板後調整固定。
- (2) 單元板片相接等壓排水槽部份置入固定塊接頭並施打填縫劑防水，整層板片施工完成試水後再往上一層施工。



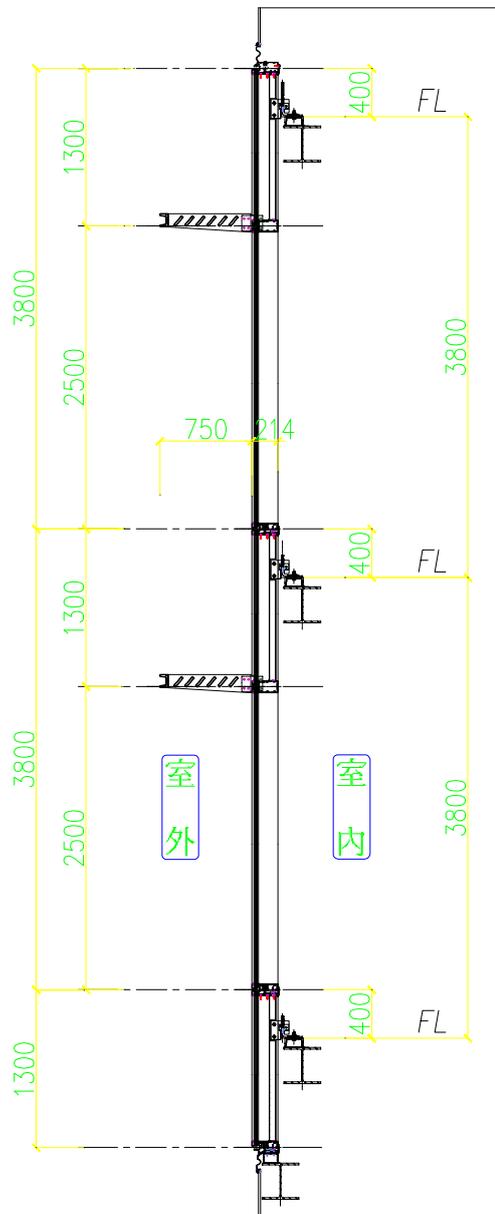
-單元式帷幕牆吊裝施工示意圖-

第二節 設計圖面

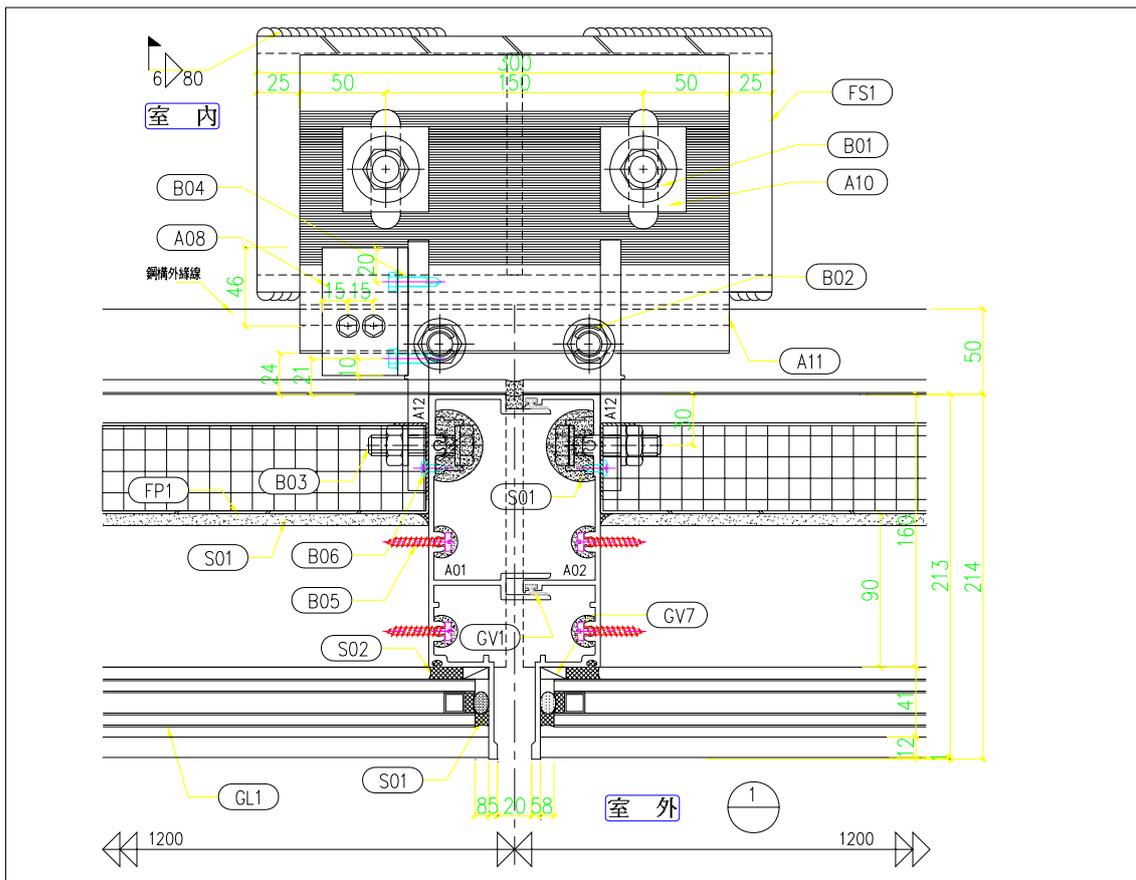




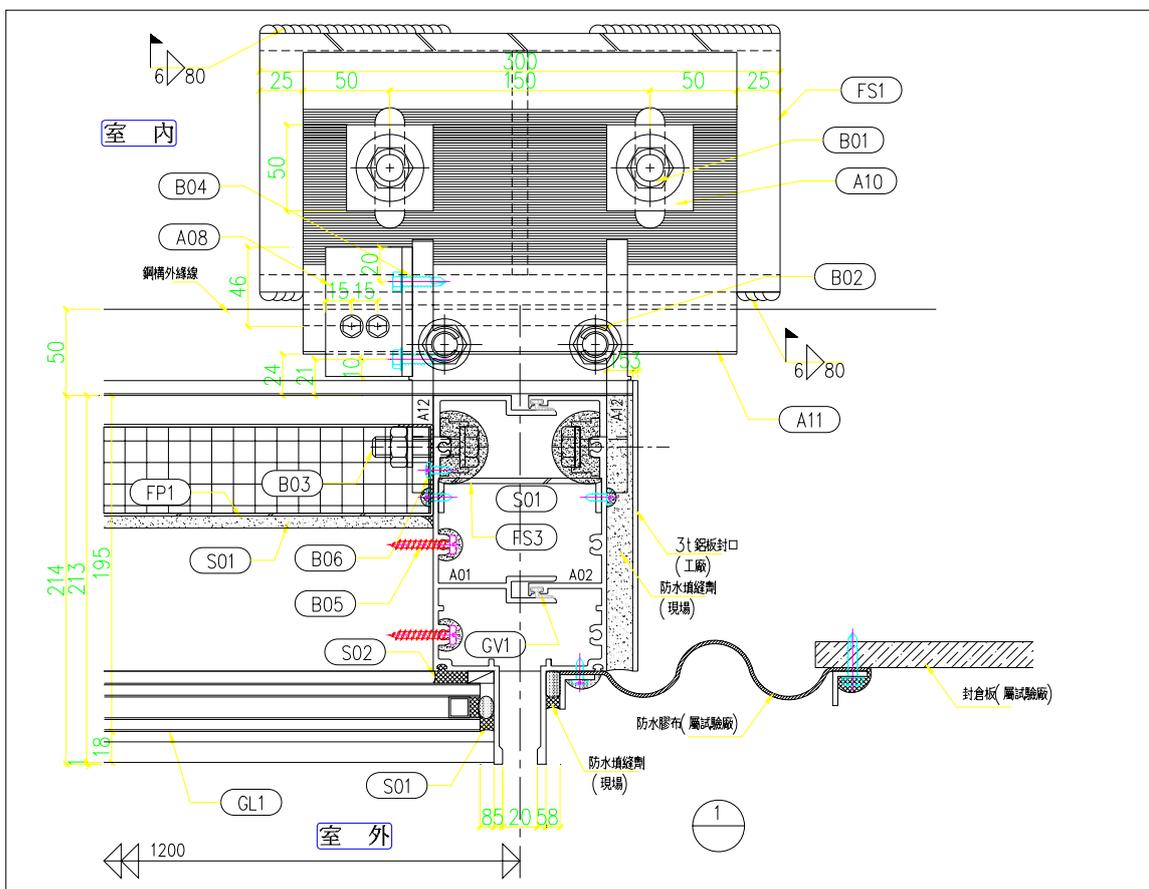
B-B側斷面圖



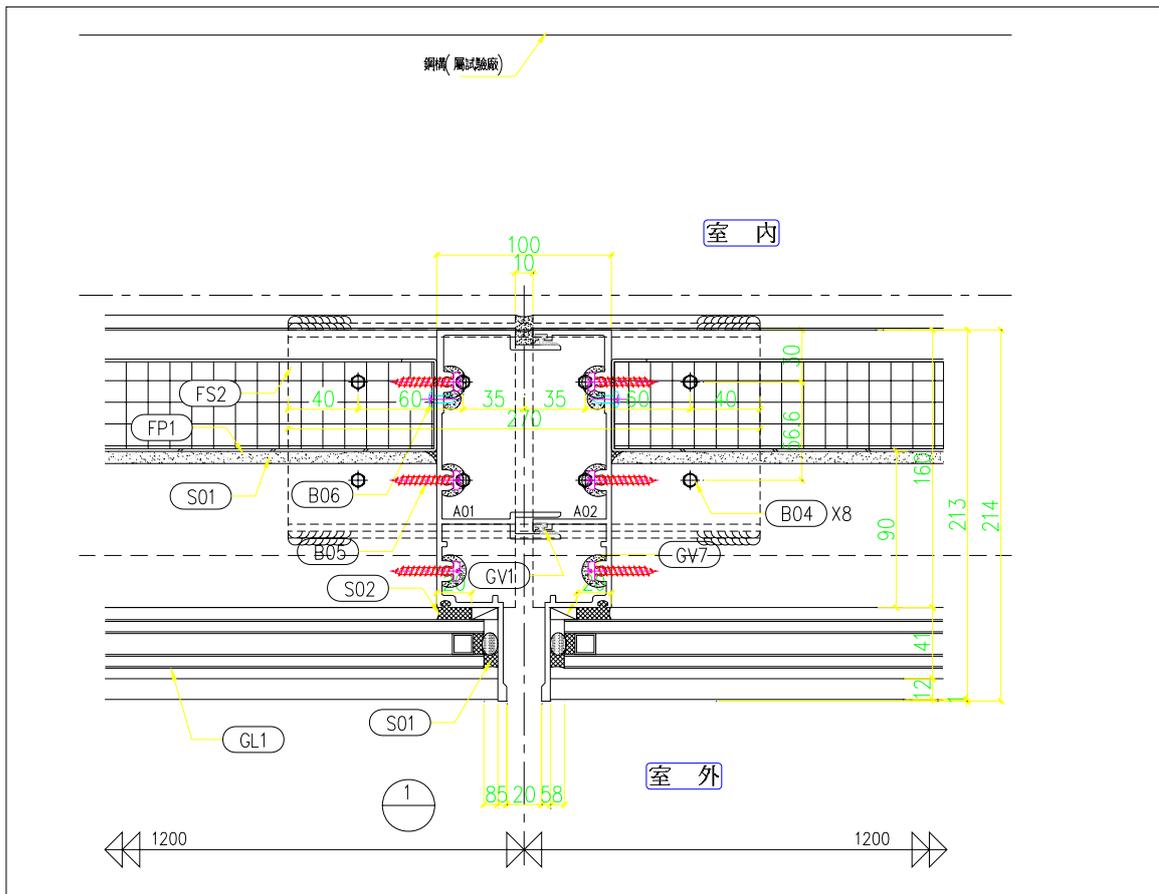
C-C側斷面圖



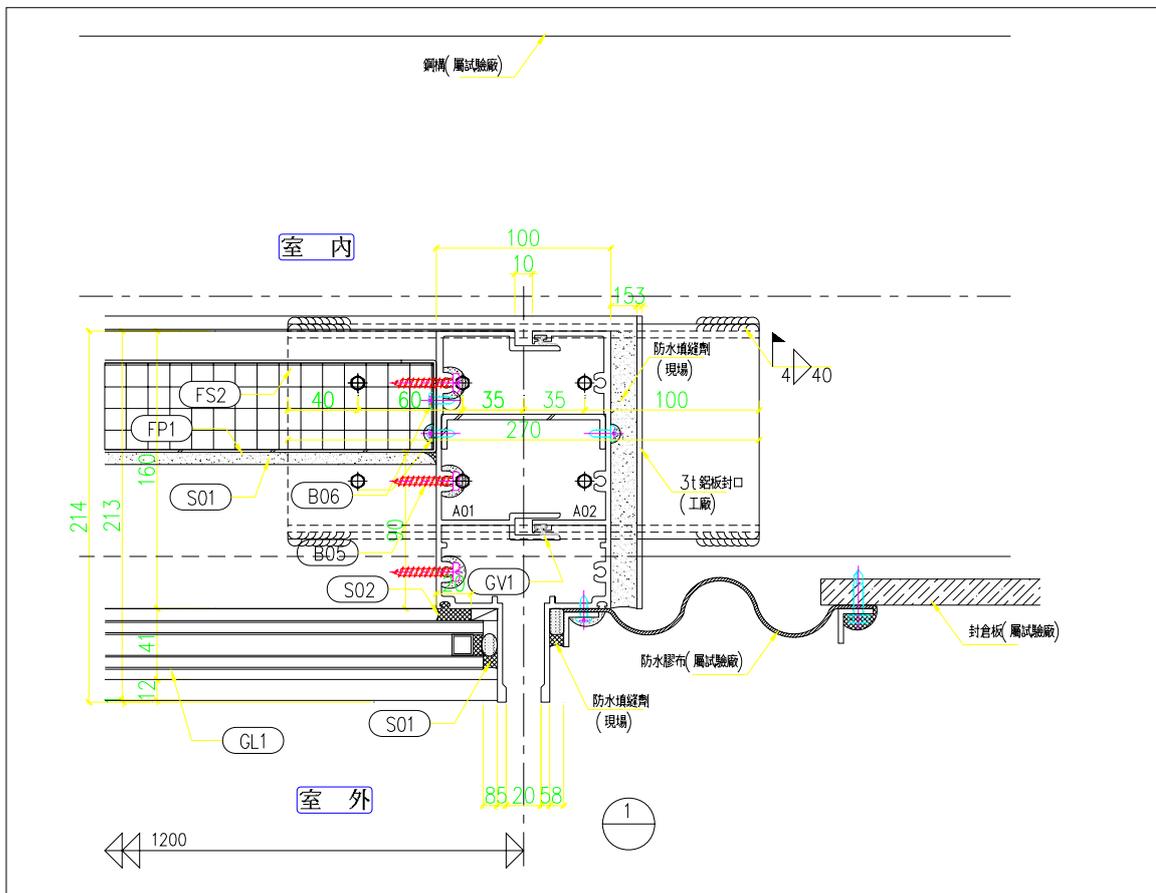
A-D01 單元帷幕牆固定座平斷面圖



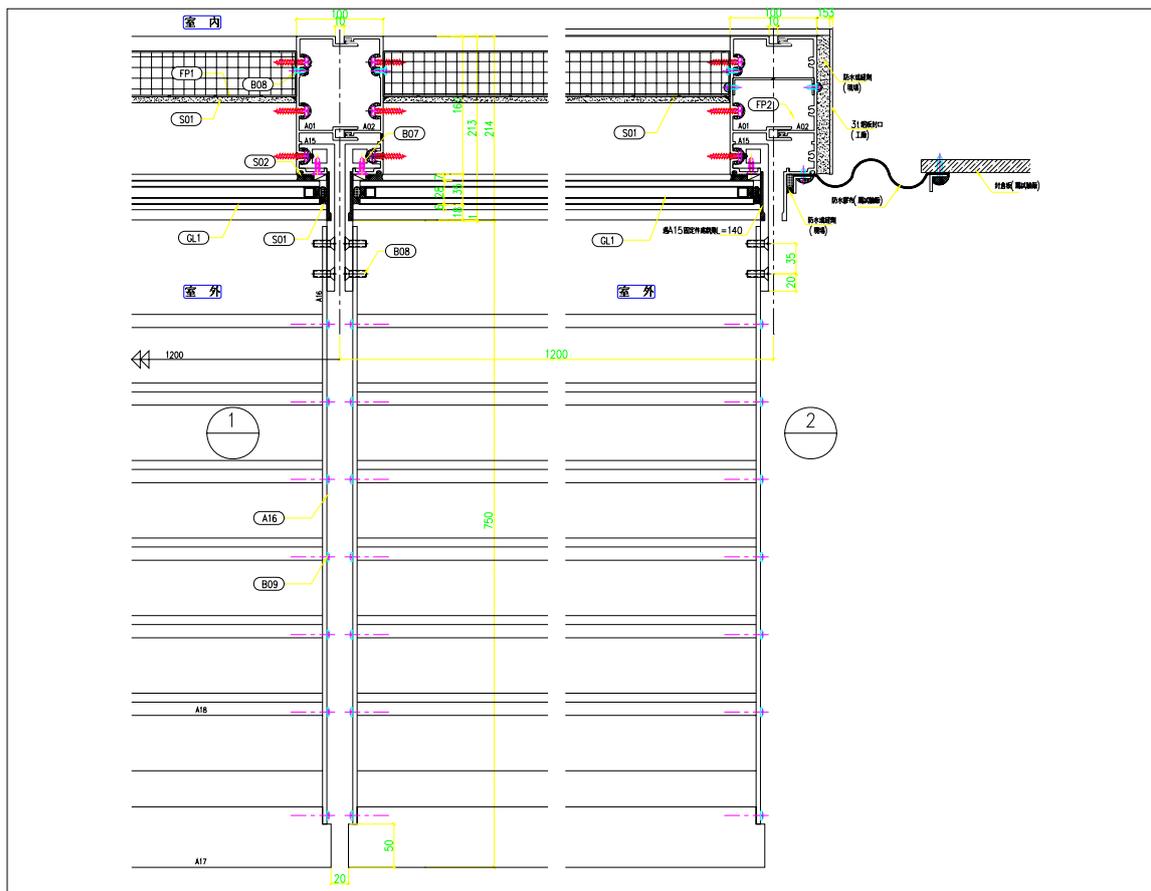
A-D02 單元收邊平斷面圖



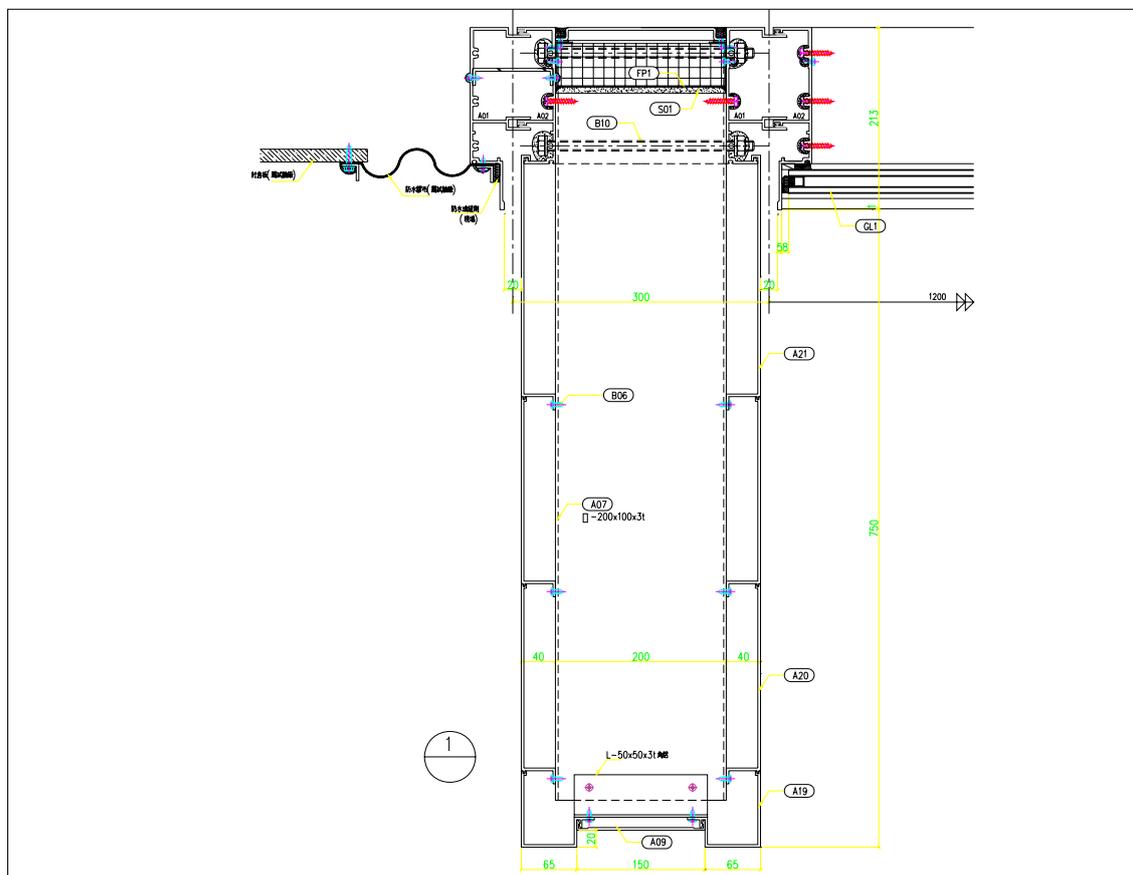
A-D03 單元下固定座平斷面圖



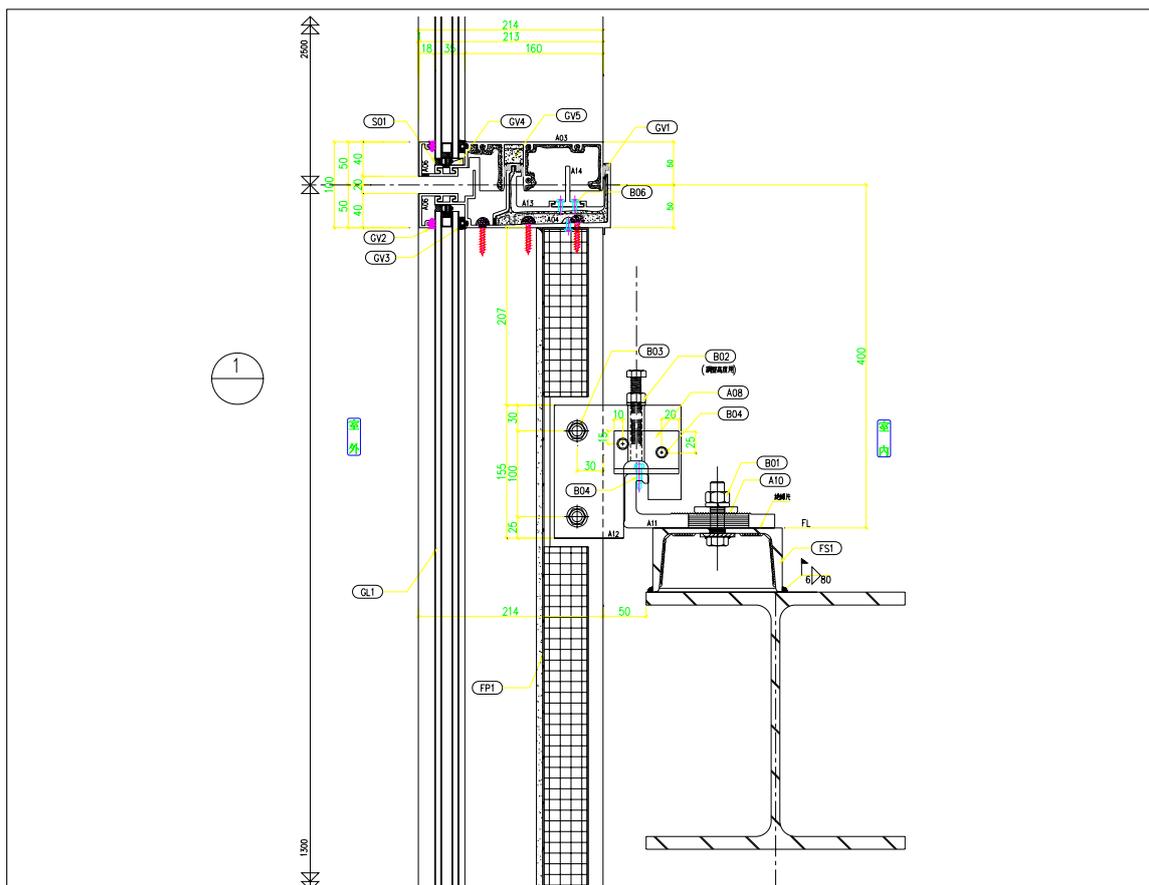
A-D04 單元下固定座收邊平斷面圖



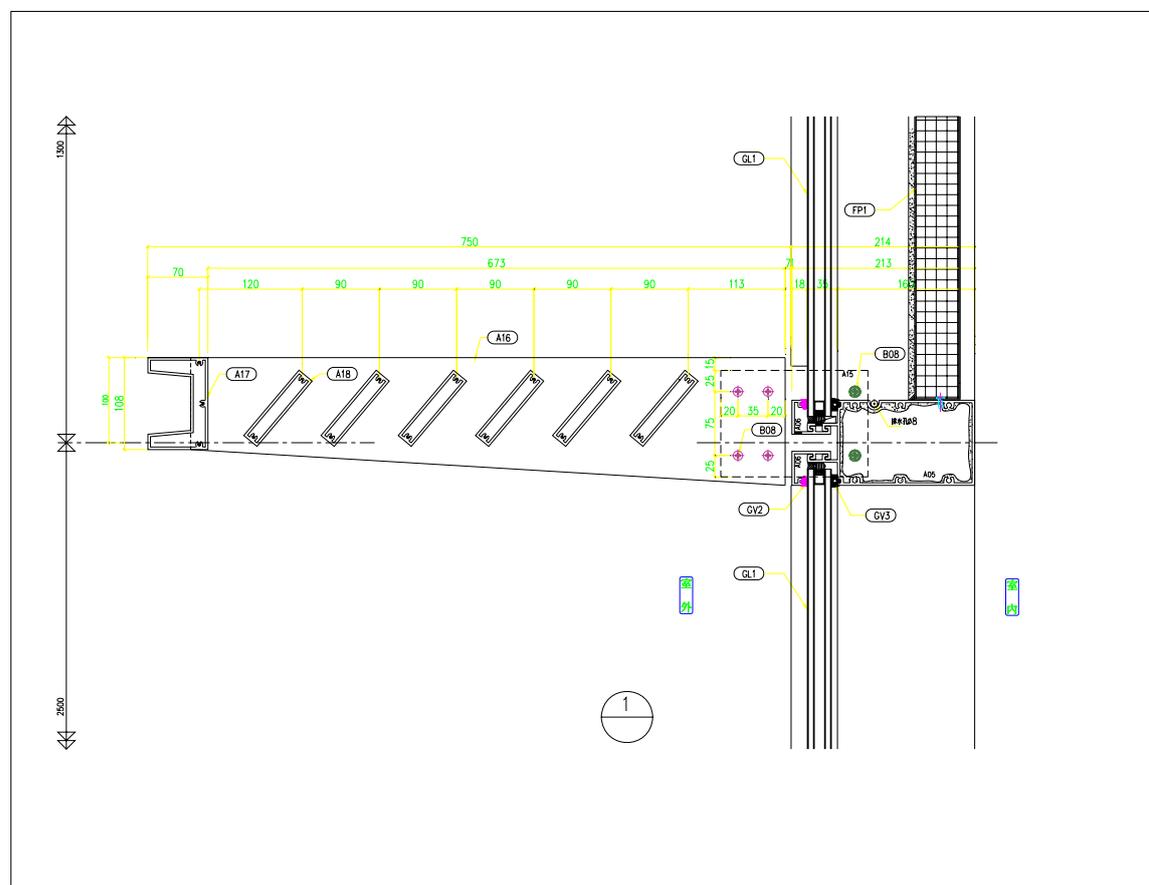
A-D05 單元遮陽板處平斷面圖



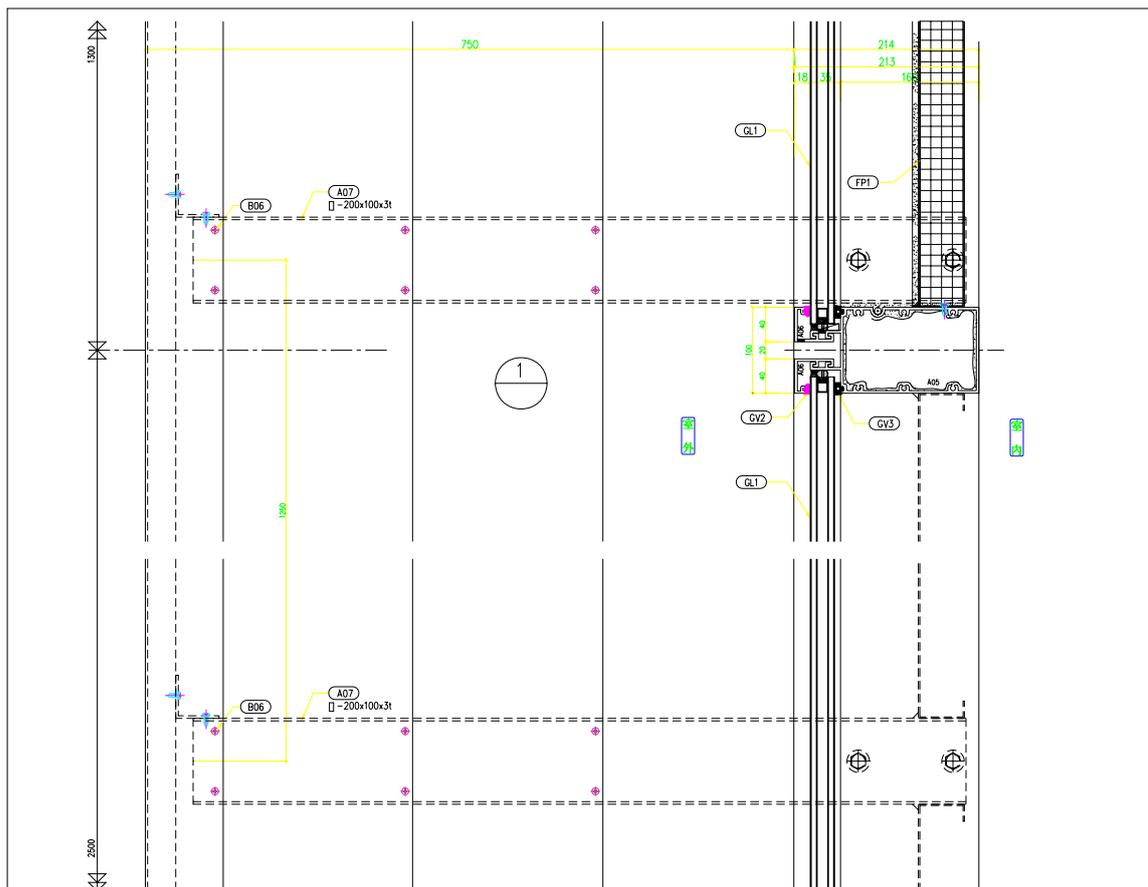
A-D06 直向遮陽板單元平斷面圖



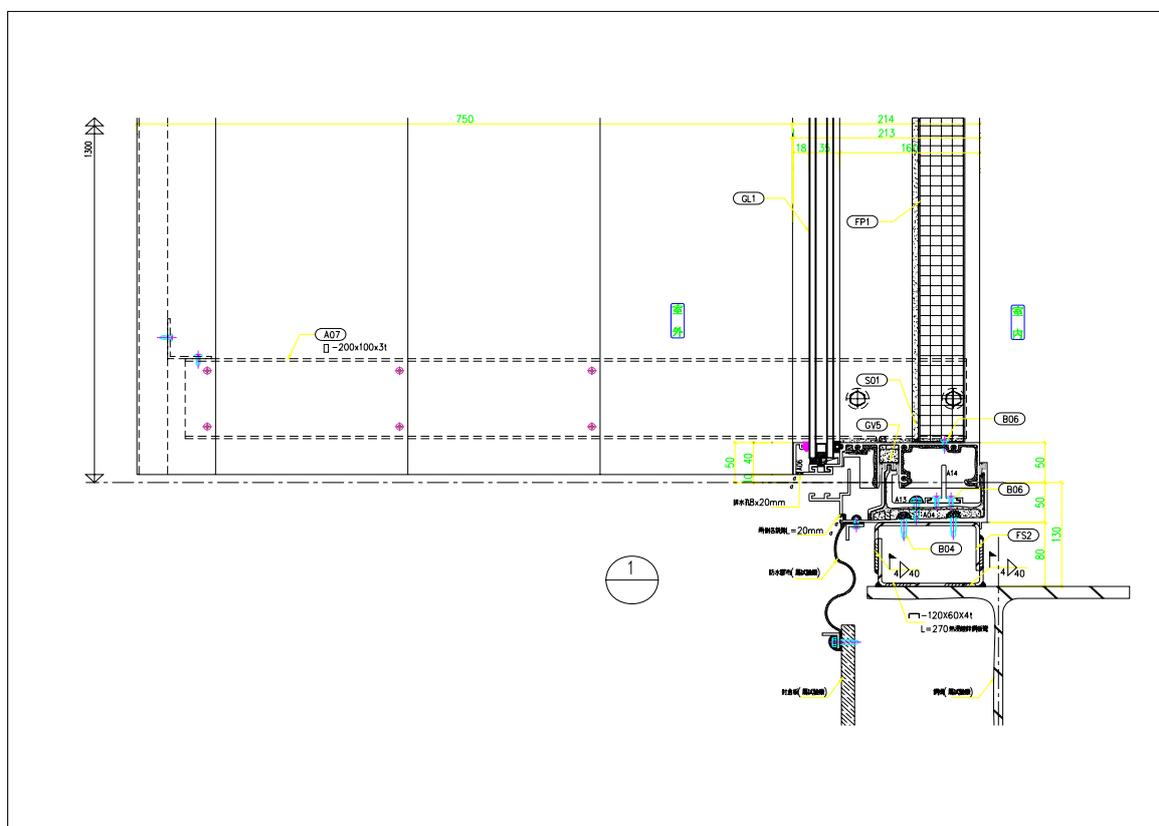
A-D09 單元固定座立斷面圖



A-D10 單元遮陽板處立斷面圖



A-D13 直向遮陽板單元立斷面圖



A-D014 直向遮陽板單元下收頭立斷面圖

第六章 結論與建議

第一節 結論

開發具有遮陽與節約效益單元式帷幕牆，是切合目前國際環保節能之重要議題，也是國內營建產業重要且必須面對學習的研究指標；過去的研究多著重技術研討會，對於單元式帷幕牆節能的技術並未特別敘明，建築大樓呈現著都市的榮耀與未來發展的願景，建設開發的同時也必需注意不要產生破壞環境。開發具有遮陽與節約效益單元式帷幕牆對於都市建築風貌產生重視資源節能的環保意識觀念，同時遮陽的節能與技術它可延長建築物外牆的使用壽命，由於研究案的推動建立模組化降低成本，並縮短規劃時間與技術問題，提昇業界使用範圍層面與意願，實為政府未來推動永續台灣的重要措施。

第二節 建議

建議結合 Low-E 節能玻璃及太陽能光電板，整合應用在帷幕牆外遮陽及外牆板上，一方面可減少太陽熱負荷而節約空調用電，一方面利用太陽能發電再創造再生能源，在省能上具有雙重意義，如此才能成為較實用之綠建築技術。對於建築物在設計規劃階段即需要外牆考慮遮陽節能之設計檢討，尤其建築物所處之環境位置方位容易產生耗能時，更需要注意遮陽節能之重要性。

表 5-6 實體標示物之風力係數 C_f

位於地面上		位於地面以上	
ν	C_f	MIN	C_f
≤ 3	1.2	≤ 6	1.2
5	1.3	10	1.3
8	1.4	16	1.4
10	1.5	20	1.5
20	1.75	40	1.75
30	1.85	60	1.85
≥ 40	2.0	≥ 80	2.0

註：(1) 所謂實體標示物為，標示物之開口面積小於其總面積的 30% 者。

(2) 所謂位於地面上(At Ground Level)為，從地面到標示物底緣的距離小於標示物之垂直向尺寸的 0.25 倍者。

(3) 合力除風向垂直於標示物時作用於幾何中心外，亦應考慮斜風向而將合力垂直於標示物，且作用於幾何中心同高而距迎風緣 0.3 倍水平尺寸處。

(4) ν ：高寬比

M ：標示物之較大邊尺寸，m

N ：標示物之較小邊尺寸，m

遮陽構件設計風壓（總力除以面積）

$$F_q = q(Z_A, f) \cdot G \cdot C_f = 294.537 \text{ kgf/m}^2$$