

2014 中華民國營建工程學會第十二屆營建產業 永續發展研討會

台中市鼎盛案超高層建築帷幕牆工法之研究

吳宗霖*(Tzung Lin, Wu)

逢甲大學建築學系研究生

曾亮**(Liang, Tseng)

逢甲大學建築系副教授

黃煥堂***(Huan Tang, Huang)

逢甲大學建築系兼任講師

摘要

由於兩岸擴大交流的影響使台中地區之中高層建築大量興建，而帷幕牆即是高層建築所通常採用之外牆模式，故本研究擬針對帷幕牆工法等的高層次技術進行探討，主要涵蓋建築設計、外觀裝修選材、製造組合、運輸儲存、軸承續件、安裝施工、品質檢驗、職災防範及營建管理等之整合，進而探究帷幕牆在規劃設計、生產製造、安裝施工、品質管理等，一系列的流程中可能遭遇的種種問題，提出解決的方案與對策，使更有效地縮短整體工程的工期、良好品質與降低成本。

本文研究主要以台中市興富發建設公司之鼎盛案（建築規模地上 36 層、地下 7 層）為主，針對台中高層建築施工之帷幕牆結構體工程為探討主題作整理分析。其研究結果：(一). 帷幕牆材料型式為 5F~36F(單元式玻璃帷幕、單元式石材帷幕、單元式陽台玻璃欄杆)、8F~36F 單元式格柵系統，屋突則為傳統式帷幕吊裝工程作業。(二). 帷幕牆設計風壓： $+340 \text{ kgf/m}^2$ ； -550 kgf/m^2 。(三). 帷幕牆層間位移：水平變位〔 $\pm 40 \text{ mm}$ 〕；垂直變位〔 $\pm 12 \text{ mm}$ 〕。(四). 防火時效：結構樓板與外牆間隙→2HR；樓板上下分隔→1HR；屋頂板→0.5HR。

【關鍵字】帷幕牆工法、高層建築、防火時效

Investigation of the Curtain Wall

Construction of Taichung Ding Sheng Project

Abstract

Since the impact of the expansion of cross-strait exchanges among the Taichung area so a lot of the construction of high-rise buildings, and curtain wall facades mode that is necessary for the use of the high-rise building, so this study was to explore the curtain wall construction method for high-level technology, mainly covers the architectural design appearance decoration integrate selection, manufacturing assembly, transport and storage, bearing renewal parts, installation and construction, quality control testing, prevention and post-disaster construction management, etc., and then explore the curtain wall in the planning, design, manufacturing, installation and construction, quality management, a series of problems that may be encountered in the process,

proposed solutions and countermeasures to solve, and effectively control the progress of the overall project, good quality and lowest cost.

This paper mainly in Taichung City Xing Fu Construction Company Ding Sheng case (building size on the ground 36 floors underground layer 7) mainly for the curtain wall structure engineering construction of high-rise building in Taichung to explore the theme for finishing the analysis, the findings: (1). curtain wall material type is 5F ~ 36F (unit glass curtain, curtain modular stone, glass balcony railings unit), 8F ~ 36F modular grid system, compared with traditional houses sudden curtain hoisting operations. . (2) curtain wall design pressure: +340 kgf / m²; -550 kgf / m². (3) inter-layer curtain wall displacement: horizontal displacement [± 40 mm]; vertical displacement [± 12 mm]. (4) Fire aging: structural floor and the exterior space → 2HR; separating the upper and lower floor → 1HR; shingle → 0.5HR.

【Keywords】 Curtain wall, High-rise buildings, Fire aging.

一、前言

在人口密度集中於都會區的台中市，中高層建築已成為大型建築開發之主流，為解決朝向高層化、大型化之鋼構系統的發展。帷幕牆工程是高層建築外牆模式最佳選擇之一。本文針對興富發公司鼎盛案之帷幕牆工程進行探討。

二、研究範圍與對象

2.1 研究範圍

鼎盛案位於台中市西屯區河南路與市政北二路交叉口處，建物規模為地上 36 層、地下 7 層，一幢一棟共 242 戶，工期約為 1 年 10 個月。基地北面鄰接老虎影城地下車道口，而南面是鄰接市政北二路，東面已為住宅大樓林立，北邊更接連為老虎華納威秀商場，西偶為潮洋萬坪環保公園，西北偶為大眾運輸轉運站，西北邊為秋紅谷生態公園，如圖 1 所示。

2.2 研究對象

(一) 工程概要

本計劃依據鼎盛案辦公大樓新建案帷幕牆工程圖說、合約規範及工程承攬範圍標單進行制定施工程序、品質管制作業，基本資料如下表。

(二) 帷幕牆工程概要

1. 帷幕牆型式:5F~36F單元式玻璃帷幕、5F~36F單元式石材帷幕、5F~36F單元式陽台玻璃欄杆、8F~36F單元式格柵系統，屋突傳統式帷幕，立面圖如下。
2. 帷幕牆設計風壓：+340 kgf/m²; -550 kgf/m²。
3. 帷幕牆層間位移：水平變位 [±40 mm] ；垂直變位 [±12 mm] 。
4. 帷幕牆熱傳透率：uar < 0.5 w/m²k。

5. 帷幕牆防火時效：每樓層結構樓板與外牆間隙→2HR；各樓板上下分隔→1HR；屋頂板→30MIN。

6. 帷幕牆主要材料規格如下表2。

表1 鼎盛案工程資料表


圖片	案名	鼎盛案
	工程地點	台中市西屯區河南路與市政北二路交叉口處
	監造設計單位	大榮聯合建築師事務所
	承造單位	齊裕營造股份有限公司
工程規模		
總樓地版面積	104138.95m ²	
建物高度	GL+149.95m+屋突 9m(36F+3RF)	
開挖深度	GL-26.650m(B7F)	
戶別及樓層	一幢一棟 242 戶(銀行 2 戶/餐廳 9 戶/辦公室 231 戶) 地上 36F+MF+地下 B7F	
工期	101.02.01 至 102.11.30	
構造及施作工法	SRC、帷幕牆工法	

表2 鼎盛案之辦公大樓新建材材料表

項次	材料類別名稱		使用位置
1	鋁擠型		幕牆直橫料單元附件
2	鋁板		室外側包板(3mm)
3	鋁複合板		室內側包板(2.5~4mm)
4	表面處理(鋁料)		氣碳烤漆/陽極處理
5	鋼鐵材料(不鏽鋼/鋼材/鋼板)		預埋鐵件/焊件/扶手/被襯板/庇水板/槽鐵
6	玻璃類	複層玻璃	整體帷幕牆
		膠合玻璃	玻璃扶手欄杆(25F以下)
		強化玻璃	玻璃扶手欄杆(26F以上)
7	防水材	膠條(Gasket)	帷幕牆
		密封膠(Silicon)	室內/外側(背襯板、庇水板)
8	防火材	層間塞(100mm)	帷幕牆與樓板間縫(含阻煙膠)
		隔熱岩棉(R值>7.8)	樑帶襯板
9	五金	螺絲及可動部五金	帷幕牆開啟扇
		把手及支撐桿	帷幕牆開啟扇

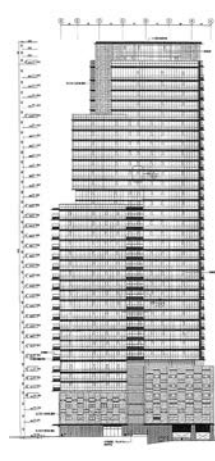
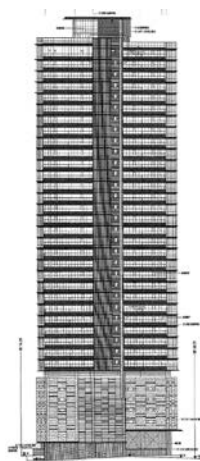
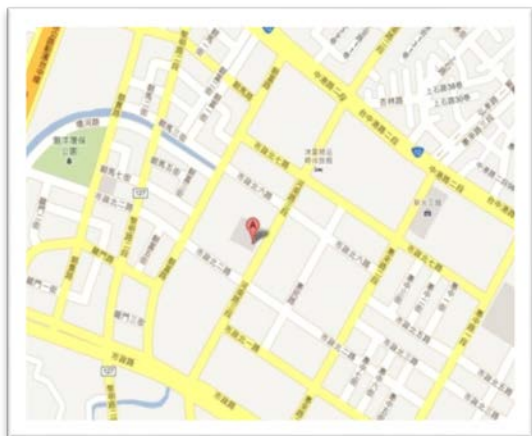


圖 1 基地位置示意圖 圖 2 鼎盛案西向立面圖 圖 3 鼎盛案北向立面圖

三、鼎盛案之帷幕牆工程計畫

3.1 工程進度:依據本案各施工階段時程制定承攬工項之施工程序及品質管制，經由各階段事前規劃、施工圖面繪製及送審、材料生產加工、工地安裝等作業，以符合設計之美觀與使用機能與安全，並有效控制施作時程及施工期間品質，符合規範需求，工程進度如下表所示。

3.2 材料生產、加工組裝及其管制計畫:本案工期安裝估計16個月，扣除風雨試驗及前期圖面作業僅剩10個月執行工廠生產及工地安裝。鋁擠型重量約600噸，工廠平均加工月產能140公噸需4.5~5個月完成材料生產及加工，以利後續工地現場安裝作業。單元式帷幕牆數量約24,000 m²，相關生產加工時程如表所示。

3.3 安裝流程

(一)單元吊裝前置作業如圖3-2-6(c) 單元式帷幕牆安裝流程圖所示

1. 樑下預焊件安裝完成、
2. 二次件放樣安裝完成、
3. 鋼構防火披覆完成、
4. 環軌及捲揚機安裝試車完成

(二)單元進場分料至樓上層

配合工地塔吊使用情況及1F出土動線及置料區劃，初期(3~6月；20F以下)吊運材料採用固定式捲揚機揚吊，垂直吊運動線為東向①-②LINE 間。鋼構吊裝完後用吊料平台將物料吊運至樓上層分料。

(三)全區單元吊裝順序說明：全區吊裝區分2 區(A、B 區)，4 階段。

1. 單元安裝採逆時針安裝，A 區 8F 開始由西向①-LINE 起頭，東向②-LINE 結尾；B 區5F開始由東向③-LINE 起頭，北向 E-line結尾；B區5F開始由東向④ -LINE起頭，西向③-④LINE間垂直格柵結尾。
2. 第一階段為環軌架設於16FL，吊裝5F~14F單元，預定102/3/20開始吊裝(FS)；5F~7F，工地需配合吊裝進度先行澆置部分樓板；5F&8F 起始單元之樑下預焊件需由樓下層搭設外部鷹架方能施作。
3. 第二階段為環軌架設於22FL，吊裝15F~20F單元；東向、北向 23F退縮露台其下方21F~23F女兒牆採用塔吊安裝。

4. 第三階段為環軌架設於36FL，吊裝21F~34F單元；東向退縮區域樓層①-③LINE 21F~27F、④-⑥LINE 23F~31F採用塔吊安裝；最上層單元35F~RFL以MINICRANE吊裝收尾。
5. 第四階段為西向②-③ LINE施工電梯為二次施作，待施工電梯拆除後以塔吊吊裝。

表3 帷幕牆施工工期

項次	計畫名稱	細項	工期	相關作業	備註
1	風雨試驗		210	配合進度	
2	圖面繪製		361	配合進度	
		基本設計	40	條件評選、功能及性能	
		平立面分割圖	20	依外觀樓層分區分色配置	
		預埋圖	30	預埋件(一次件)、二次件	
		施工圖	162	依進度分層分區	
3	現場安裝		181	配合進度	
		5-8F	21	電源、預埋件、單元帷幕	4樓
		9-15F	42	電源、預埋件、單元帷幕	7樓
		16-20F	30	電源、預埋件、單元帷幕	5樓
		21-26F	35	電源、預埋件、單元帷幕	6樓
		27-36F	53	電源、預埋件、單元帷幕	10樓
		陽台及天花板	182	電源、預埋件、單元帷幕	
		R1F~R3F	104	電源、預埋件、傳統帷幕	
4	塔吊拆除		3	安全維護、交通管制	
5	請領使照		30		
6	二工		45		
7	總進度		487		

表4 生產加工時程

項次	名稱	用量	產能	生產加工	安裝期程	備註
1	鋁擠型	600ton	140ton/月	4.5~5月	16個月	
2	玻璃	17000 m ²	45天			
3	單元帷幕牆	7500片	120天			

3.4 放樣作業: 整體放樣作業於5F~R3F混凝土澆置完成養生後，進行基準線放樣作業。本案請總承包商將樣點設置基地建築物內，確保基地沉陷時所引起誤差量可進行控制，亦可免除長期監控需求。故請總承包商於選定柱位設置基準點及高程點、另設一柱位處為校核點。

3.5 預埋件作業: 本案依據結構進度進行預埋作業，此作業乃預先於各樓層樓版混凝土澆置前進行一次鐵件置放固定，再由總承包商進行混凝土澆置，由所使固定鐵件與鋼樑焊接接合以及與混凝土產生握裹行為，於日後將帷幕牆或鋁板牆所需

結構傳遞至事先所預埋之鐵件轉傳樑柱處。預埋尺寸及位置、形式及其日後固定形式依據設計圖說辦理及依據結構計算書要求及樓版澆置混凝土強度辦理。預埋說明，一次鐵件(預埋件)必須在澆注混凝土前作業完成，其作業依照下列流程進行，作業時結構誤差須控在(進出 $\pm 25\text{mm}$ ，左右 $\pm 25\text{mm}$ ，高低 $\pm 20\text{mm}$)之間，若主結構誤差則非本部門控制範圍。

3.6 填縫作業:帷幕牆諸多係由各種單元組合而成，因此接合上皆有某種形態之空隙存在。此等空隙部份對於防雨、氣密性、隔音及防火等均可能構成整體構造之弱點，所以接合部份必須配合完美的填縫處理，以避免發生上述缺點。

3.7 層間塞防火層作業

層間塞施工採由標準起始樓層(8FL)施作後請總承包商確認施作，分由各層樓分別施作，並採逐層複查，施工方式如下。

- (一)依層間塞施工範圍現場，以每2根直料為基準，實際測量外牆板至地板層之間距。
- (二)已所量之間距，裁切出所需材料之寬度。
- (三)輔助支撐Z型鐵件(CLIP)，約每40cm放置一支，需依現場實際狀況增加CLIP數量，以確保層間塞可獲得穩固支撐無慮。
- (四)將CLIP插入層間塞(100mm厚)下方約1/3厚度處，因CLIP為1.6t厚，鍍鋅板下方無防火庇護，所以必須藏入層間塞中加以保護。
- (五)以擊釘鎗固定CLIP，避免施工時不慎造成層間塞下陷或破壞。
- (六)噴塗A/D防火阻煙劑于SAFE表面，確實與牆面、地板面相連接。

四、結論

- (一)帷幕牆材料型式為5F~36F(單元式玻璃帷幕、單元式石材帷幕、單元式陽台玻璃欄杆)、8F~36F 單元式格柵系統，屋突則為傳統式帷幕吊裝工程作業。
- (二)帷幕牆設計風壓： $+340\text{kgf/m}^2$ ； -550kgf/m^2 。
- (三)帷幕牆層間位移：水平變位〔 $\pm 40\text{mm}$ 〕；垂直變位〔 $\pm 12\text{mm}$ 〕。
- (四)防火時效：結構樓板與外牆間隙 $\rightarrow 2\text{HR}$ ；樓板上下分隔 $\rightarrow 1\text{HR}$ ；屋頂板 $\rightarrow 0.5\text{HR}$ 。
- (五)本帷幕牆施工工期：本案工期安裝估計16個月，扣除風雨試驗及前期圖面作業僅剩10個月執行工廠生產及工地安裝。
- (六)預埋件作業：一次鐵件必須在澆注混凝土前作業完成，其作業依照下列流程進行，作業時結構誤差須控在(進出 $\pm 25\text{mm}$ ，左右 $\pm 25\text{mm}$ ，高低 $\pm 20\text{mm}$)之間。

五、參考文獻

1. 內政部建築研究所，「金屬帷幕牆設計技術手冊之編訂」，台北，2003年。
2. 內政部建築研究所，「金屬帷幕牆製作技術手冊之編訂」，台北，2004年。
3. 日本建築學會，「帷幕牆之等壓空間」，彰國社，1987。
4. John H, "Architectural Graphic Standards", The American Institute of Architects.
5. Thomase B, "Curtain Wall Design Manual", 中央圖書出版社.