

「2022 中華民國營建工程學會第二十屆營建產業永續發展研討會」

## 建築資訊模型於特殊造型工程之應用

\*王珮茹 (Pei-Ru Wang)

建國科技大學

土木工程系暨土木與防災研究所

徐武鑽(Wu-Zuan Syu)

建國科技大學

土木工程系暨土木與防災研究所

### 摘要

因應新潮流趨勢，現階段的婚宴會館，其結構外觀多設計成特殊及創新的幾何圖形具有地區之指標性，然特殊造型建築其各項工程材料不易估算，因此本研究就將從規劃設計 2D 平面圖說，利用 Revit 軟體繪成 3D 立體模型，包含從結構中間不規則幾何圖形裸空及各層變化處及造型傾斜角度等，建模完成後與平面圖說比對執行施工，進而比對 Revit 所估算之各工程材料之面積、體積、材料數量，包含綠建築功能顯示、結構鋼筋配比號數等，分析用料之差異使達到控管實際施工現場之成本。

**關鍵詞：**建築、建築資訊模型、特殊造型工程

## Application of Building Information Modeling in Special Modeling Engineering

### Abstract

In response to new trends, the structure and appearance of wedding halls at this stage are mostly designed with special and innovative geometric figures, which are indicative of the region. However, it is difficult to estimate the engineering materials for special modeling projects. Therefore, this study will focus on planning and design. 2D floor plan, using Revit software to draw a 3D three-dimensional model, including the irregular geometric figure in the middle of the structure, the change of each layer, and the inclination angle of the model, etc. After the modeling is completed, it is compared with the floor plan. The estimated area, volume, and material quantity of each project material, including the green building function display, the number of structural steel bars, etc., have been used to analyze the difference in the materials used to control the cost of the actual construction site.

**Keywords:** Architecture, BIM, special modeling engineering

## 一、前言

特殊造型建築設計圖之施工方式程序，需先從規劃設計2D平面圖，繪畫成3D製模空間領域使用，包含從中間判斷出不規則弧形狀向上節點完成階段面、向外傾斜角度，與製模設計圖面是否相輔相成，此模型軟體與施工方式完成樣式符合1:1尺寸，無誤差值產生。應用Revit軟體估算各工程材料之面積、體積、材料數量，包含綠建築功能顯示、結構鋼筋配比號數等，從而達到預算與耗損率8-10%的控管實際面施工現場。

## 二、研究內容

### 2.1 Revit軟體建模

Revit是用於BIM的軟體，可以使用基於智慧模型的流程，實現規劃、設計、建造、以及管理建築和基礎設施。在施工開始前，評估可施工性和設計意圖，更可以了解各種施工程序、方法和材質，以及與工程及成本全部組合在一起的方式，在施工階段使用 Revit 設計資料有助於了解施工整體性可降低施工性風險。

- 一、功能性：各層平面繪製準確結構位置高層高度設定，3D立面形狀與模型造型呈現。
- 二、使用性：功能性質將牆面面積體積、樓版版面積及裝修表材等依設計呈現，並能加入燈光及動線安全計畫。


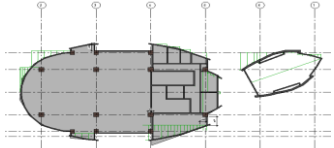

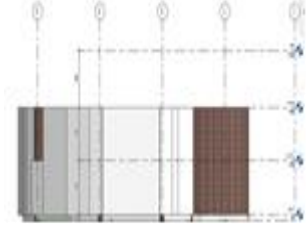
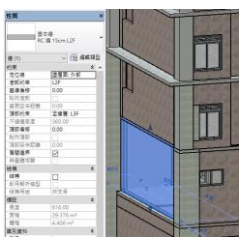
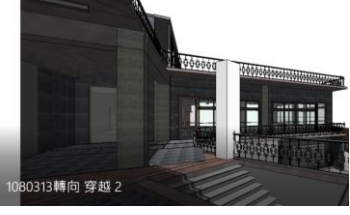
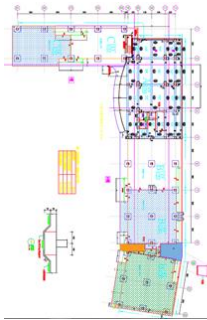
		
顯示 3D 立面形狀與模型造型呈現	各層平面繪製準確	燈光計畫
		
顯示 3D 立面形狀與模型造型呈現	功能性質將設計資訊呈現	動線安全計畫

圖 1 本研究案例之 Revit 軟體建模

### 2.2 施工案例之介紹及說明

本案例為樓板面積共計4433.87m<sup>2</sup>約1341.25坪，規劃上區域性使用功能分別一層樓為多功能體驗館，如視聽室、圖書室規劃使用，二層樓分別為溫泉湯屋，有大眾式、個別泡湯間、按摩室空間設計，給予身體放鬆機能絕佳空間，三層樓為結婚廣場，也稱之為教堂、屋頂景觀造景聖地，其個案資訊如圖1所示，施工預算實程表如表1所示。



名稱	用途	樓地板面積
一層	D-2 多功能體驗館	1896.99 m <sup>2</sup>
二層	D-1 水療世界/SPA區、水療世界附設湯屋	1649.38 m <sup>2</sup>
三層	D-2 多功能體驗館附設大廳	509.70 m <sup>2</sup>
四層	D-2 多功能體驗館附設辦公室	305.60 m <sup>2</sup>
屋突一層	樓梯間、設備機房、水箱	72.20 m <sup>2</sup>
H棟合計		=4433.87 m <sup>2</sup>

資料來源：寬泉建築事務所

圖1 本研究個案資訊

表1 施工預算時程表

工項	金額	預計工期	預計日期															
			2019/10/1	2020/1/30	2020/1/30	2021/1/28	2021/2/28	2021/3/30	2021/4/30	2021/5/30	2021/6/30	2021/7/30	2021/8/30	2021/9/30				
山坡地開挖	\$ 595,000	15	0.5															
開挖完成面混凝土澆置	\$ 680,438	2		0.6														
筏式基礎鋼筋綁紮	\$ 1,400,000	13		1.3														
樁板基礎施作三斷面組立	\$ 954,040	24		0.9														
混凝土三層投置澆置	\$ 3,574,038	6		3.3														
地下室結構廠商施作	\$ 5,631,030	20			5.2													
地下室土槽回填夯實	\$ 297,500	7		0.3														
地上一層結構施作	\$ 4,782,000	24				4.5												
地上一層結構施作	\$ 5,162,000	24					4.8											
地上一層結構施作	\$ 6,450,000	24						6										
頂樓特殊造型結構模板施作	\$ 4,820,000	14							4.5									
頂樓特殊造型施工架施作	\$ 2,632,960	5							2.5									
特殊造型深梁	\$ 3,230,351	2								3								
特殊造型結構二階段施工	\$ 5,341,656	22									5							
特殊造型結構三階段施工	\$ 3,561,104	23										3.4						
結構周邊二次工程施作	\$ 5,341,656	14											5.1					
機電工程	\$ 33,400,000	340		2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9
裝修介面粉刷	\$ 1,260,000	90											0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
外飾材施工	\$ 14,007,657	20																2.9
電梯安裝	\$ 4,800,000	7																4.4
外架施工架拆除	\$ 612,960	4																0.6
消防檢定																		
使用執照申請																		
總金額	\$ 108,534,389																	
金額換算總估價金額	每月資金預估		\$6,512,063	\$9,659,561	\$9,008,354	\$7,923,010	\$8,248,614	\$9,551,026	\$13,892,402	\$12,155,852	\$9,008,354	\$3,473,100	\$11,504,645	\$3,798,704				
起算日期			108年10月	108年11月	108年12月	109年1月	109年2月	109年3月	109年4月	109年5月	109年6月	109年7月	109年8月	109年9月				
每月百分比除總估價等於資費	起算日分		6%	8.90%	8.30%	7.30%	7.60%	8.80%	12.80%	11.20%	8.30%	3.20%	10.60%	3.5%				

### 2.3 各工料差異的原因分析

本案例之工程材料包括模板、鋼筋、混凝土及鷹架其估算用料及實際施工用量如表3所示。

表3 各工料估算及實際用料表

工程材料	Revit 預估數量	實際數量/金額	差異值
模板	3106.25m <sup>2</sup>	3150.24m <sup>2</sup>	1.40%
鋼筋	124.25(噸)	138.82T(噸)	10.49%
混凝土	559.12M <sup>3</sup>	572.38M <sup>3</sup>	2.31%
鷹架	1,200,000 元	2,195,300 元	45.34%

#### 1. 模板:

Revit預估數量為3106.25m<sup>2</sup>數據，為實際依照Revit3D軟體繪製成形成態面積加總為887.5m<sup>2</sup>，樓版面積以3.5-3.7倍數(經驗值)為數量值準確度相符合，實際落差數量為施工時圖面變更、斜度調整會產生一定誤差值數量，立體模型建立時，如能將設計圖尺寸、造型、角度、不包含開口、樓梯依照高度位置準確定位，面積會是達相同數字，並無大差異性產生。而材料實際用量3150.24m<sup>2</sup>

為1200坪，目前物料木、五金隨著工期重複利用，現場耗損尺寸，藉由BIM軟體建模將結構特殊造型盲點、交界面、整體形狀、正確尺寸、階段性施工等，在實務方面除了變更設計，其餘無嚴重錯誤產生。

## 2.鋼筋

鋼筋部分應造型較為特殊，中間為懸空部分，所以加強部分導致用料較多Revit預估數量有結構鋼筋配比功能號數使用性能分析，本鋼筋材料實際用量雖為138.82噸，而靠著Revit預估數量正確總面積數量，得而換算每平方(M<sup>2</sup>)140kg為124.25(t)887.50m<sup>2</sup>\*重量換算，也將誤差值控制在極小範圍內，此工料由於特殊造型需要具有實務的鋼筋檢料廠商，實施精確的檢料否則差異值將增大。

## 3.混凝土材料

由於後續施工階段變更圖面設計，導致混凝土用量較多BIM軟體在性質功能顯示出面積、體積數量，如套繪特殊造型樓層從1:1規格製模型出來，那體積是能達到實際相似數量比。

## 4.鷹架:

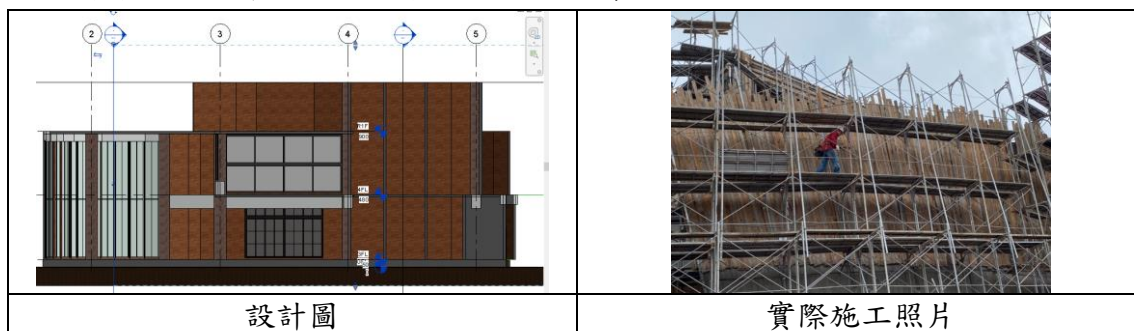
採用特殊工法因此除了圖面上的設施外，還需要額外增加安全防護措施性，而其中立體圖產生了實際空間搭設鷹架空間介面，包含780cm樓版下安全性提高排架搭設法。

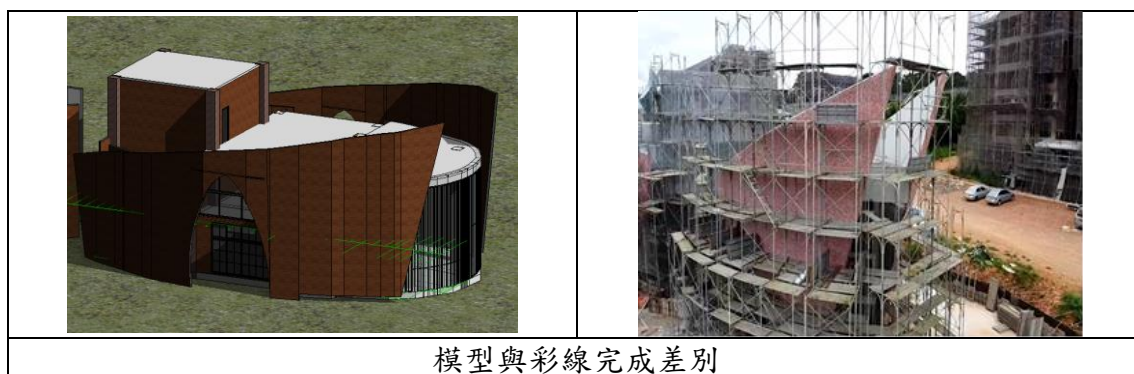
施工架使用時機也是佔據了模板在特殊造型是否成敗關鍵，模板未定點施工時，須搭設正確位置給予延續下個廠商施工安全動線，鷹架工程需將高度安全為顧慮、荷重風險、乘載力過重等，搭設出一套連接性BOX承受力(已請專業廠商、結構技師計算過安全係數符合)搭設。

鋼管鷹架在施作排架式從中將長度180cm從中加入一組主架，將搖晃度縮小為90cm牢固，而這高度與架與架排對比跟正確空間搭設，讓乘載荷重能穩固分散，藉由3D軟體能將內、外及危險較高區域改善，讓安全性提高、危險性遠離。

產生費用誤差值由來為特殊造型外弧不規則向外偏移、與階段性實務施工界面時間性配合有延遲，才產生一定費用，但如Revit預估數量已成實際成形模型也必須靠自身反覆性研討，帶入正確鷹架搭設空間。

### 2.4 特殊造型樓層施工-引用軟體建模配合傳統模板施工





模型與彩線完成差別

圖3 軟體建模配合傳統模板施工

本個案以傳統模板工進行施工，主因為木料能一次反覆性使用，抵合成本費用。木角材雖然是此次施工主用建材，6呎長度在第一批開始使用時，翻覆至完成也能達成無耗損狀態，如果後續沒其它能消耗材料區域，回收木料也有一定以立方計算回收費用。

目前能與模板組立工程達到龐大金額應為安全設備施工架，建築物一般都是在結構外圍形成以施工外方動線搭設，而此卻是以施工架內外包住結構建築師施工，而據所了解業主單位已在後續辦理文書上作業，讓欠缺金額數量依實際面追回數量欠缺，而模板施工扶助鋼筋長6.5m為sd420w高拉也可電焊，經抽驗送回材料檢測，目前質量也達標準並引用在其餘二次工程材料。

資金控管預算:以標準層所獲得請領資金及所花費雜項、人力、五金，為先期必須預備資金，扣除以上費用再延續下案工期接續，此屋頂層金額目前數值達正，無負數產生。

### 三、結論與建議

#### 3.1 結論

經由Revit建模估算可以協助特殊造成之工程的用料計算，以模板及混凝土來預估Revit軟體在結構工項使用裡面積( $M^2$ )使用性準確能在1-3%誤差值，而體積( $M^3$ )等於面積功能性質顯示，誤差值可供為參考，更何況模板雖得到材料準確性，但形狀、規格、型態如沒有靠模型建立出來，常常產生實務面施工重大錯誤及危險性產生。雖然鋼筋、鷹架都是由長久經驗預估值換算、規劃出數量，但BIM軟體卻能將鋼筋需要實際面積數量顯示出來，造型弧度不規則斜度、長度、高度看出哪些結構須加補強或增加主結構樑新增、鋼筋配比增強等。

鷹架搭設最畏懼就是安全性0分，藉由此軟體施工方式、搭設的材料量體、施工交界面都有個起始作法。

應用BIM建模解決了特殊形狀、不知從何做起心態、錯誤的損失率、減少不必要的失誤以及建立安全性等因素，更加快一般施工廠商之施工進度，涵概計算統籌數量作業，因此採用BIM建模套入施工具有一定效率，值得後續特殊工程之採用。

#### 3.2 建議

由於造型特殊施工過程中考慮之面向較為廣泛建議後續詳細探討施工過程

採用之施工方式及材料之選擇。

## 六、參考文獻

- 1.林昭修，建築資訊模型(BIM)應用於地下捷運站設計階段界面整合之研究，碩士論文，中國科技大學建築研究所，2010。
- 2.陳宏名，BIM 方法應用於營建工程管理模式之研究-以施工階段為例，碩士論文，國立台北科技大學土木與防災研究所，2011。
- 3.陳景田，由建築資訊模型提取鋼筋混凝土工程數量之應用實證，碩士論文，中華大學土木工程學系碩士班，2011。
- 4.李孟星，BIM 應用於營建工程施工性分析之研究，碩士論文，國立台北科技大學土木與防災研究所，2012。
- 5.鄭育閔，BIM 參數化物件在異質系統的交換與共享，碩士論文，國立高雄應用科技大學土木工程與防災科技研究所，2014。
- 6.黃仁皇，整合 BIM 技術與 GIS 概念於設施管理之研究，碩士論文，國立高雄應用科技大學，土木工程與防災科技研究所，2015。
- 7.江岳駿，以 BIM 為概念之水保設施報修平台之研究，碩士論文，國立雲林科技大學營建工程系，2016。
- 8.楊智斌、王維志、余文德、周慧瑜、王翰翔，「機關辦理公共工程導入建築資訊建模 BIM 技術」委託專業服務案成果報告書，行政院公共工程委員會專案研究計畫，2017。
- 9.郭榮欽、謝尚賢，「BIM 概觀與國內推行策略」，土木水利，第三十七卷，第五期，2010，第 8-20 頁。
10. 郭榮欽、謝尚賢，「BIM 技術與公共工程」，公共工程電子報，第 38 期，2011。