

中 華 大 學

碩 士 論 文

由建築資訊模型輸出裝修工程數量之應用實證

Application of BIM in Quantity Takeoff Building
Materials Works



系 所 別：土木工程學系碩士班

學號姓名：E09804006 傅貽明

指導教授：邱 垂 德 博 士

中華民國 100 年 7 月

中文摘要

在建築工程實務上，不少建築專案的裝修工程成本與結構工程成本相當，但近幾年建築資訊模型(Building Information Modeling, 簡稱為BIM)關於數量提取的應用實證研究中，大部份多著重於結構工程數量(混凝土及鋼筋)的計算，較少針對裝修工程的數量做驗證。本研究以實際的建築工程專案，用BIM軟體工具建模，在確認模型建置無誤後，嘗試依裝修工程數量計算的習慣，由BIM模型中提取裝修工程數量，經由比對該建案以傳統方法估算的數量，探討現有BIM工具在裝修工程數量輸出之相關議題，並進而驗證BIM工具在建築工程裝修數量掌控上的效益。為了能正確輸出裝修面積數量，本研究建議使用軟體以元件組成之概念，專門為計算柱、樑面積建置「塗層」。此「塗層」與柱、樑、版、牆接合時，基於軟體內建的自動扣除重疊部份功能，即可自動將該接合處的塗裝面積扣除，並以實際案例探討由BIM模型中提取裝修工程數量，經由比對該建案以傳統方法估算的數量，探討現有BIM工具在裝修工程數量提取之相關議題，並進而驗證BIM工具在建築工程裝修數量掌控上的效益。

研究的結果顯示，將完成的BIM建築模型經由版及牆裝修材質的設定及套入裝修實體元件族群柱與樑，並將柱、樑、版、牆元件接合後所完成提取的裝修數量，與正確傳統估算公式計算所得之裝修數量比較，差異在1%以內，驗證由BIM模型提取裝修工程數量的準確度。建軟體開發商應可依本研究提出的方法，在樑及柱的屬性欄位，增設符合裝修工程材質設定的「塗層」功能，以使得建築資訊模型在裝修工程數量的提取更方便。

關鍵詞:建築資訊模型、裝修工程、實體元件、數量提取

Abstract

In construction practice, include Building materials works and structural works costs are equivalent, but in recent years, BIM (Building Information Modeling, referred to as BIM) in quantity takeoff, most emphasis being in the quantity of structural works (concrete and steel), less emphasis for works to quantity takeoff in Building materials works. Research of the actual construction project with the BIM modeling software tools, correct in identifying the building model, fitting-out works by trying to calculate quantity of habit, to extract from the BIM model, the takeoff quantity of Building materials works, the construction of the case than by traditional methods to takeoff quantity of BIM tools in the renovation of existing issues related to output, and thus verify the BIM tools to control the quantity takeoff Building materials works on the effectiveness. In order to correct output decoration area, this study suggests that use of the concept of software to component, specifically for the calculation of columns and beams area to build "coat." This "coating" and the columns, beams, slab, wall joints, based on the built-in software automatically deduct some of the functional re-Die, automatically coating the junction area of deduction. The actual case takeoff Building materials quantity works of BIM model element compare with by traditional methods to takeoff Building materials quantity issues, and thus verify the BIM tools to control takeoff quantity of Building materials works, of construction projects on the effectiveness.

This study case showed that the completed version of decoration by element of BIM model into the population fitting columns, beams, slab and wall, after the completion element of BIM model extracted takeoff Building materials quantity was less than by correctly calculated the traditional formula 1%, verified by the BIM model to takeoff Building materials quantity fitting accuracy. Software developers should be to follow the construction method proposed in this study, beams and columns in the attribute field, an additional decoration material set in line with the "coating" function to make the building information model in takeoff Building materials quantity works to extract more convenient.

Keyword: Building information modeling, Building materials works, Graphic components
Quantity takeoff

誌謝

離開校園踏入營建職場多年後的我，有感於營建工程的科技資訊日異更新，為使自己在工作的專業領域上有所突破，毅然決定再度重返校園。

在修業期間，承蒙恩師 邱垂德教授的悉心指導及耐心指正，在研究過程的討論中，聽聞恩師精闢的論述而豁然開朗，恩師總是以「止於至善」的研究精神勉勵貽明，使貽明以積極的學習態度，解決在研究過程中所遇到的瓶頸及難題，方得以順利完成本論文，在此謹對恩師致上最誠摯的謝意與敬意。

此外感謝本校 徐增興教授、明新科技大學 張家瑞教授，擔任審核委員，對本論給予巨細靡遺的指正及惠賜寶貴的意見，使得本論文之缺失得以補正，更臻完善。

二年的修課期間，有幸獲得公司主管的支持及同仁的體貼與包容，使自己能夠如期完成修課學分，在此表達誠摯的感謝。

謝謝 BIM 研究團隊成員：玉國、豎程、景田、宇芬、懷德、文俊、士種、顯硯及建中學長等夥伴，在研究期間給予的協助與支援，很懷念也很開心與你們在 205 研究室一起聆聽恩師授課及學習的日子(The best year of my lives)，讓再度重返校園的我，感受回歸學生身份的美好，謝謝你們~

最後，感謝我的父親在學習期間給予鼎力的支持與鼓勵，讓我能心無旁騖的完成本論文，願將這份喜悅與榮耀獻給我親愛的家人！

傅貽明 謹識

民國 100 年 7 月于中華大學

目錄

第一章、緒論.....	1
1-1 研究背景.....	1
1-2 研究動機.....	2
1-3 研究目的.....	2
1-4 研究流程.....	3
第二章、文獻回顧.....	5
2-1 建築工程估價.....	5
2-1-1 工程估價階段需求.....	5
2-1-2 工程估算之方法技術相關文獻探討.....	6
2-1-3 裝修工程造价的比例權重及分析.....	8
2-1-4 裝修工程數量計算準則.....	9
2-2 工程估算作業模式之演進.....	10
2-2-1 一維工程估算作業模式.....	10
2-2-2 二維工程估算作業模式.....	11
2-2-3 三維物件導向工程估算模式.....	12
2-2-4 工程估算相關軟體數量輸出探討.....	13
2-3 建築資訊模型元件組成概念.....	15
2-3-1 BIM 之原理與發展.....	15
2-3-2 BIM 物件導向概念.....	15
2-3-3 BIM 元件關係屬性.....	16
2-3-4 BIM 元件組成要素.....	17
2-4 建築資訊模型於工程成本之應用.....	19
2-4-1 BIM 模型應用於工程成本文獻探討.....	19

2-4-2 BIM 模型輸出工程數量之探討.....	21
第三章、研究方法.....	22
3-1 研究步驟.....	23
3-2 制定元件接合面扣除.....	24
3-2-1 軟體提取元件柱與樑裝修材質面積之限制.....	24
3-2-2 建構實體元件(柱)族群-外部塗層包覆.....	25
3-2-3 建構實體元件(柱)族群-建構步驟.....	25
3-2-4 建構實體元件(樑)族群-外部塗層包覆.....	31
3-2-5 建構實體元件(樑)族群-建構步驟.....	33
3-2-6 版與牆塗層設定.....	37
3-3 實體元件(版、牆、柱、樑)材質設定.....	38
3-4 實例驗證.....	42
3-4-1 驗證流程.....	43
3-4-2 建築裝修模型建構步驟.....	44
第四章、研究成果.....	62
4-1 以 REVIT 既有功能提取裝修數量結果比對.....	62
4-2 以樑、柱元件族群提取裝修數量結果比對.....	63
4-3 裝修模型元件接頭面積的扣除.....	67
4-4 裝修模型估算數量的精確度.....	70
4-5 小結.....	71
第五章、結論與建議.....	72
5-1 結論.....	72
5-2 建議.....	73
參考文獻.....	74
附錄一.....	76

Revit 提取樓板材料數量	76
Revit 提取牆材料	77
Revit 提取樑材料	79
Revit 提取柱材料	83
Revit 提取樓梯材料	85
附錄二	86
傳統估算地坪材料數量	86
傳統估算平頂材料數量	87
傳統估算牆材料數量	88
傳統估算外牆材料數量	89
傳統估算樓梯材料數量	90



表目錄

表 2-1 各工程階段的估價方法.....	6
表 2-2 國內、外工程估算相關研究文獻表.....	7
表 2-3 裝修工程數量計算公式表.....	9
表 2-4 國內營建工程估算軟體系統介紹.....	13
表 2-5 國外營建工程估算軟體系統介紹	14
表 2-6 建物實體元件物理關係表.....	16
表 2-7 國內 BIM 應用研究文獻彙整表.....	20
表 3-1 柱與樑、牆接合前面積明細表.....	25
表 3-2 柱與樑、牆接合後面積明細表.....	25
表 3-3 柱與樑、牆接合後面積扣除明細表.....	27
表 3-4 實體元件之構件型式代號表.....	39
表 3-5 空間與實體元件類型之構件代號.....	41
表 3-6 本案實體元件類型之構件型式完成套入代號表.....	45
表 3-7 本研究案建築粉刷裝修表.....	46
表 3-8 實體元件版材料明細表.....	58
表 3-9 實體元件牆材料明細表.....	59
表 3-10 實體元件柱材料明細表.....	60
表 3-11 實體元件樑材料明細表.....	61
表 4-1 既有 BIM 提取材料項目數量比較表.....	62
表 4-2 (修正 BIM 提取)材料項目數量比較表	63
表 4-3 (修正 BIM 提取)與(傳統估算)提取材料數量比較表.....	64
表 4-4 (修正 BIM 提取)與(修正傳統估算)提取材料數量比較表.....	66
表 4-5 BIM 提取有無扣除接頭面積裝修數量比較表.....	67

表 4-6 修正 BIM 提取工程數量比較表 70



圖目錄

圖 1-1 研究之流程圖.....	4
圖 2-1 案例分項工程造價圖.....	8
圖 2-2 案例分項工程造價百分比圖.....	8
圖 2-3 一維建築估算報表圖.....	11
圖 2-4 一維建築裝修估算作業流程圖.....	11
圖 2-5 二維建築估算報表圖.....	12
圖 2-6 以一基礎外牆展示 BIM 的建築元件與其組成的層次觀念.....	17
圖 2-7 元件構成要素圖.....	18
圖 2-8 BIM 模型為基礎的施工估價與排程流程圖.....	21
圖 3-1 研究流程.....	22
圖 3-2 研究步驟.....	23
圖 3-3 柱與樑、牆接合.....	25
圖 3-4 柱元件無扣除接頭面積.....	25
圖 3-5 「建築柱」以洋蔥形式包覆「結構柱」元件.....	26
圖 3-6 「建築柱」之第一層為中空層.....	26
圖 3-7 包覆柱表面塗層.....	26
圖 3-8 柱與樑、牆接合.....	26
圖 3-9 柱元件扣除柱樑及牆接頭面積.....	26
圖 3-10 「公制結構柱」樣版檔.....	27
圖 3-11 設定「塗層厚度」參數.....	28
圖 3-12 鎖頭確保模型高度受樓層線約束.....	31
圖 3-13 設定材料名稱參數.....	29
圖 3-14 設定柱塗層總共四面材料名稱參數.....	29

圖 3-15 「油漆」功能鍵定義材料參數至模型上.....	30
圖 3-16 完成「柱塗層」族群的建置.....	30
圖 3-17 樑與牆、板接合圖.....	31
圖 3-18 樑元件無扣除接頭面積.....	31
圖 3-19 實體元件樑.....	32
圖 3-20 包覆樑表面塗層(以藍色表示).....	32
圖 3-21 樑與牆、板接合圖.....	32
圖 3-22 樑元件扣除版及牆接頭面積.....	32
圖 3-23 開啟現有樑族群「混凝土樑-矩形」.....	42
圖 3-24 定義樑塗層約束在參考平面上.....	33
圖 3-25 定義樑塗層厚度.....	43
圖 3-26 完成編輯確保尺寸高度受邊界線約束.....	43
圖 3-27 設定參數名稱「地坪」及參數類型「材料」.....	35
圖 3-28 樑塗層加入參數上部為地坪下部為天花左右兩側為牆.....	35
圖 3-29 「油漆」之功能鍵將材料參數定義至模型上.....	36
圖 3-30 完成「樑塗層」族群的建置.....	36
圖 3-31 實體元件外部塗層構件斷面圖.....	38
圖 3-32 研究案例實際現況外觀圖.....	42
圖 3-33 建築裝修模型建構步驟圖.....	43
圖 3-34 本研究 2F 案建築結構平面圖.....	44
圖 3-35 角柱元件 CA(C-TYPE A)之構件材質設定.....	46
圖 3-36 邊柱元件 CB(C-TYPE B)之構件材質設定.....	47
圖 3-37 內柱元件 C-C(C-TYPE C)之構件材質設定.....	47
圖 3-38 本案例實體元件柱之構件參數材質設定完成圖.....	48
圖 3-39 邊樑元件 B-A(B-TYPE A)之構件材質設定.....	48

圖 3-40 內樑元件 B-B(B-TYPE B)之構件材質設定.....	49
圖 3-41 內、外牆、地板材質呈現俯視圖.....	49
圖 3-42 天花板材質呈現仰視圖.....	49
圖 3-43 版元件 S(S-TYPE1)之構件材質設定.....	50
圖 3-44 版元件 S(S-TYPE2)之構件材質設定.....	50
圖 3-45 版元件 S(S-TYPE2)之構件材質設定.....	51
圖 3-46 版元件 S(S-TYPE3)之構件材質設定.....	51
圖 3-47 地板裝修材質面呈現俯視圖.....	52
圖 3-48 天花板裝修材質面呈現仰視圖.....	52
圖 3-49 內牆元件(W-TYPE A) 之構件材質設定.....	52
圖 3-50 內牆元件(W-TYPEB) 之構件材質設定.....	53
圖 3-51 內牆元件(W-TYPEB-2) 之構件材質設定.....	53
圖 3-52 外牆裝修材質呈現立面圖.....	54
圖 3-53 內牆裝修材質呈現剖面圖.....	54
圖 3-54 「實體元件」材質設定步驟.....	55
圖 3-55 模型空間 (地坪、平頂、內牆、外牆) 材質設定檢核.....	56
圖 3-56 實體元件之(柱、樑、版、牆)構件接合面積扣除檢核.....	57
圖 4-1 研究案例裝修工程傳統估算易遺漏及重覆計入之部位示意圖.....	65
圖 4-2 BIM 提取有無扣除接頭面積裝修數量比較圖.....	68
圖 4-3 3D 建築裝修模型接頭面積的自動扣除.....	69
圖 4-4 修正 BIM 提取工程項目數量比較圖.....	70

第一章、緒論

1-1 研究背景

建築專案能否成功，工程預算(成本)掌控為關鍵因素。工程估算之核心基礎就是工程數量再配以單價而成為工程估價，工程數量計算是工程估價之始，是目前工程估價實務中，繁雜且耗費人力的工作。一般建築工程成本主要包含結構工程及裝修工程兩大項，大部份學術論文在探討關係到成本的工程數量時，大都著重在混凝土及鋼材結構等營建材料的數量上，然而在建築工程實務上，建築專案的裝修工程成本與結構工程成本相當，約各占建築整體總工程款的30%[1]，因此裝修工程數量的計算及其應用，是相當值得探討的問題。

國內營建業在規劃及概念設計階段之工程估算，大都憑藉專業估算人員，依據規模相似之工程經驗與資料，進行「粗估」或「概算」而得[2]，由估算公司或估算人員計算數量後，交由有經驗之管理人員填具單價完成工程預算之編列。施工階段的估價，則是在建築師完成細部設計後，將印成紙張形式的2D工程圖說，交由工程估價人員根據工程圖中的建築幾何資訊，以及建築材料資訊，以人工或電腦輔助軟體從圖中「提取」工程數量(Quantity Takes-Off, 簡稱為QTO)；此種作業方式，因為自動化程度低，若有專案「設計變更」時，需一再重新計算及修改工程數量，作業相當繁瑣無效率，常有工程項目漏計或與工程圖說不符合的狀況。近年來視覺化的3D設計愈來愈普遍，透過3D輔助工具建立模型，作為實際建築物體的表達，並藉由3D物件導向及參數化資料庫技術之特性，形成所謂「建築資訊模型(Building Information Modeling, 簡稱為BIM)」，以參數化定義物件間之關聯性，在有設計變更時，能夠正確、即時、自動改變受到影響的物件，工程數量的資訊，也很容易由各物件的屬性資料中提取，自動化的程度提高而減少許多錯誤。本研究以實際建築工程專案，用BIM軟體工具建模，在確認模型建置無誤後，嘗試依裝修工程數量計算的習慣，由BIM模型中提取裝修工程數量，經由以傳統方法估算的數量比對該建案，探討現有BIM工具在裝修工程數量輸出之相關議題，並進而驗證BIM工具在建築工程裝修數量掌控上的效益。

1-2 研究動機

傳統估算採用的 2D 圖面，功能方向乃以”表達”為主，核心元素是點、線、圓弧、文字、顏色，圖層、及圖塊等，解讀它的圖形意涵，需靠人們大腦思維的功力，及空間邏輯去構思建築物的立體圖像，很容易產生錯誤，近年來視覺化的 3D 設計愈來愈普遍，透過 3D 輔助工具建立模型，以作為實際建築物體的表達，並藉由 3D 物件導向和參數化資料庫技術之特性及其關聯性，在有設計變更時，能夠正確、即時、自動改變受到影響的物件，工程數量的資訊，也很容易由各物件的屬性資料中提取，自動化的程度提高而減少許多錯誤。但根據最近幾年研究顯示，應用 BIM 所建立的資訊模型，大多重於建築專案的結構工程數量計算，尚未整合裝修工程的數量計算[3]，本研究以 BIM 之軟體工具建構一實際案例之建築模型，嘗試以模型之結構元件(柱、樑、版、牆)作為裝修材質面積之描述工具，探討用以提取元件材質面積之數量作為建築裝修工程估算之方法，祈對建築界在今後有效掌握建築裝修工程數量計算作為有所實質助益，進而提升營建工程的自動化與效率。

1-3 研究目的

傳統的建築工程估算以往需採人工逐一輸入數據的計算方式較耗費時間，往往會因設計單位提出圖面的設計變更，而需重新計算工程數量，其估算作業相當繁瑣無效率，且作業人員需對圖說的識圖能力有較高的專業度。然而，一般 2D 圖面較難表達圖像的立體空間，往往因人為解讀不同而影響計算工程數量的結果及計算範圍，估價計價的資訊沒有即時性及被有效的再利用。本研究以實際的建築工程專案，用 BIM 軟體工具建模，在確認模型建置無誤後，嘗試依裝修工程數量計算的習慣，由 BIM 模型中提取裝修工程數量，經由以傳統裝修估算及公式所計算的數量作為研究比對的依據，探討現有 BIM 工具在裝修工程數量輸出之相關議題，並進而驗證 BIM 工具在建築工程裝修數量掌控上的效益。

1-4 研究流程

本研究以實際進行建案為對象，以 BIM 完成建築模後，將元件(柱、樑、版、牆)作為建築裝修模型的基本元件，再採用 BIM 軟體(Autodesk Revit 2011) 具有接合即可扣除元件接合面積的功能，測試並建構(柱、樑、版、牆)裝修元件族群，套用至本案例之建築模型，經檢核模型裝修元件接頭是否扣除，及模型空間材質範圍是否無誤後，即可提取裝修元件之裝修材質數量，輸出本案例裝修工程明細表，並將 BIM 所提取元件之裝修數量與傳統估算公式計算所得裝修數量結果比對，作為 BIM 於裝修工程估算之應用及探討，研究方法流程如圖 1-1 所示。



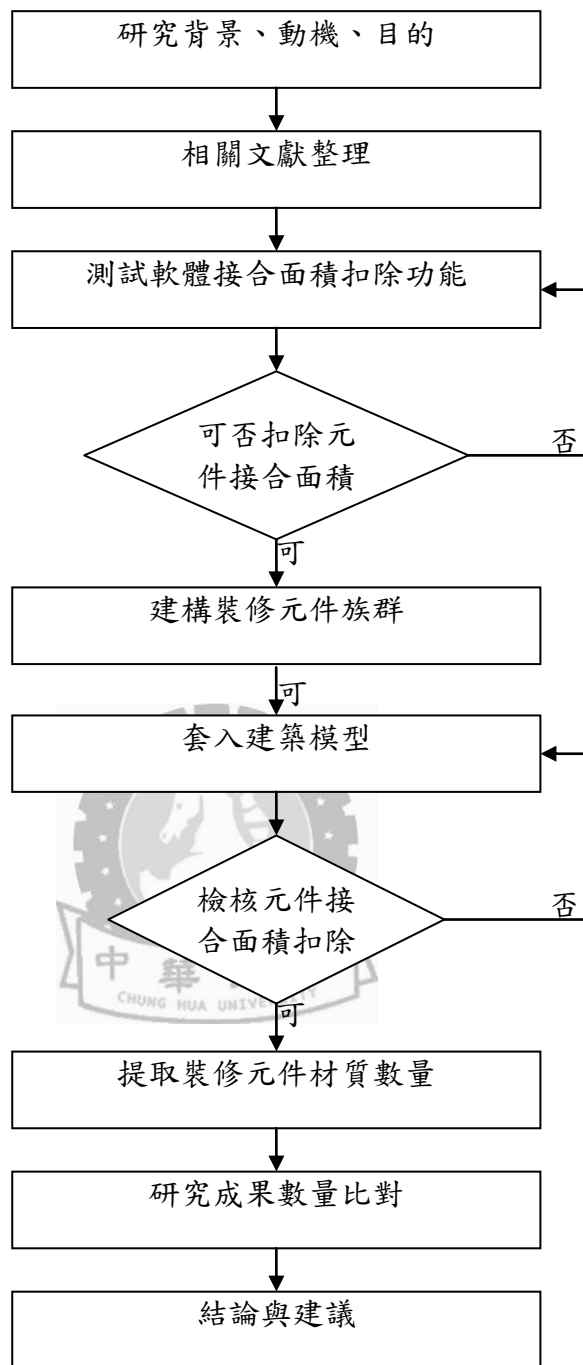


圖 1-1 研究之流程圖

第二章、文獻回顧

2-1 建築工程估價

建築工程估價定義：依建築生命週期各階段估價之需求差異，透過適當有效之分析技術，嘗試推估該階段工程可能之工程費用，藉以作為工程推動過程成本控制之依據稱之 [4]。工程估價基於各工程專案的需求及時間的不同，以及資訊的完整性如規劃設計、施工建材、圖說、規範等，依其詳細程度可將估價類型分為規劃階段的粗略估價、初步設計階段的概略估價、圖說規範完整的明細估價等三個階段。

2-1-1 工程估價階段需求

規劃階段的粗略估價是於工程規劃初期，建築業者評估興建與否之企劃案中運用，其估價資源僅限於初期構想，及依假設之工程型態擬定工程費用，在工程規劃階段的粗略估價是由類似案例作評估，因無詳細設計圖說，僅以經驗數據作估價，精確度的容許誤差約 $\pm 25\%$ ；工程初步設計階段的概略估價是以過去的案例數據、經驗及草圖，進行建築物的估價，多數以樓地板面積或主項工程為依據，作整體的成本評估，其結果與實際狀況會有差距，通常用於規劃階段或設計初期，精確度的容許誤差約 $\pm 15\%$ ；工程細步階段的明細估價階段是已有完整的工程圖說、施工規範及工程現況，可依工程實際需求，該估價僅針對現有的圖說資料，以目前的實際情況所作的工程計劃、施工方式、規範要求等資訊估價，精確度的容許誤差約 $\pm 5\%$ 。受限於估價資訊之確定性，所採用的估價模式及精確度均有差異，各工程階段的估價方法如表 2-1 所示。

表 2-1 各工程階段的估價方法[5]

估價階段	估價方式	使用方式	問題點	精確度
粗略估價	經驗估算	依賴經驗豐富的專家，以本身的工程經驗，主觀地推估，工程成本。	經驗與主觀評斷基準的差異，造成成本之準確性難以判定。	±25%
	成本指標	以歷史案例，藉類比方式對時間空間之差異進行調整。	僅根據簡化之因子對造價作線性調整。	
	成本容量	反映容量之差異，修正歷史案例之成本，以反映所需。		
概略估價	單位面積法	利用完成專案所建立之單位面積造價承上專案建築物總面積。	根據相似專案作造價推估，專案之相似程度明顯影響推估造價之可信度。	±15%
	單位體積法	與單位面積相似，僅改以完成專案單位體積造價計算。		
	參數估價法	利用過去工程經驗，以歸納法則統計出各類建物所需之各項費用，藉類比法預測專案造價。	歷史案例數據之歸納、分析，將直接影響估算準確性。	
	因素估價法	以具代表性之工程項目，參考完成專案皂價，由該項目佔總工程之比例反推其它工程項目造價，進而求的總價。	案例相似程度、指標工程相目能否表現專案特性，直接影響估算準確性。	
明細估價	單價分析法	根據設計圖說、施工規範詳細進行工料估算求得造價。	須具詳細之設計圖說與施工規範。	±5%

2-1-2 工程估算之方法技術相關文獻探討

工程估算為達成有效管理專案的目標，需具備工程估算的方法技術及工具，綜合國內外對於工程估價的方法的相關探討如表 2-2 所示，其工程估算的方法種類歸納如下：

- 1、類比估算法(Analogous Estimating) :以過去類似案例的實際成本，作為現在專案成本的估算基礎，經常對工程細部資料掌控非常有限的情況下使用，常用於工程成本早期的估算及判斷的一種方式；類比估算的準確性需要具有良好的經驗及能力才能有效的對成本作推估。
- 2、參數模型法(Parametric Modeling) :依工程的特性將參數應用於數學模型中以預測工程成本，利用樓地板面積的造價成本作定值，以作為推測未來類似工程的成本，使建

立的模型在類似而不同的案例中一樣適用，再輸入預估項目的參數值，得到經驗的數量或成本。

- 3、電腦化工具(Computerized Tools):利用各種協助估算成本的工程管理軟體及估算程式，這種方法可以簡化上述工具的使用，並能快速計算工程成本的預估值，但須考慮估算程式的可靠性，及工程適用的程度。

表 2-2 國內、外工程估算相關研究文獻表

題目	作者	出處	說明
規劃設計階段使用之參數估價研究-以八十二年度台中市之十三、十四層 RC 造集合住宅為例	郭坤池	淡江大學建築工程學系碩士論文，1993 [6]	利用工程項目相關參數並收集之數據資料統計求得其單位參數平均數量。
物件導向技術應用於房屋結構工程估算系統雛型之研究	施勝華	中華大學土木工程學系碩士論文，1998 [7]	以物件導向程式技術為核心，整合結構設計與材料估算系統之自動化房屋工程估算系統
Defining Triangular Probability Distributions from Historical Cost Data	W. Edward Back, Walter W. Boles, and Gary T. Fry,	Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 126, No. 1, January/February 2000, pp. 29-37. [8]	以三角密度函數，在以往的工程成本資料中，求得估算參數。
Quantity Estimating of Building with Logarithm-Neuron Networks	Cheng Yeh,	Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 124, No. 5, September/October 1998, pp. 374-380. [9]	類神經網路應用於 RC 及鋼筋結構建築物的數量估算。
Building Construction Detailed Estimating Practices in Saudi Arabia	Kamal M. Al-Harbi, David W. Johnston, and Habib Fayadh	Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 120, No. 4, December 1994, pp. 774-784. [10]	以地區性的工程估算實務經驗，提供估價所需之資訊及其所面對的估算問題。

2-1-3 裝修工程造價的比例權重及分析

建築工程估價主要是以結構體工程及裝修工程為主，根據張俊利[11]的研究範圍內共蒐集了 25 筆大臺北地區擬興建地下二層之中高層 RC 集合住宅案例，並依其總工程造價主要工程項目如圖 2-1 所示分類歸納予以統計後，案例分項工程造價統計結果顯示結構體工程及裝修工程各占總工程造價的 24.92%及 25.56%如圖 2-2 所示，其中裝修工程之預算編列視產品、銷售價格、產品定位等特定因素影響而差異甚大將外飾建材以大量花崗石、玻璃帷幕牆等建材裝飾外牆，其外飾造價費用比其他個案約高此影響外部裝修造價，而內裝修部份也因個別案例之特色因素而有所差異，裝修工程造價平均百分比為 25.56%，其範圍由 20.44%至 31.22%間不等，足見裝修工程估價占整體工程的重要性。

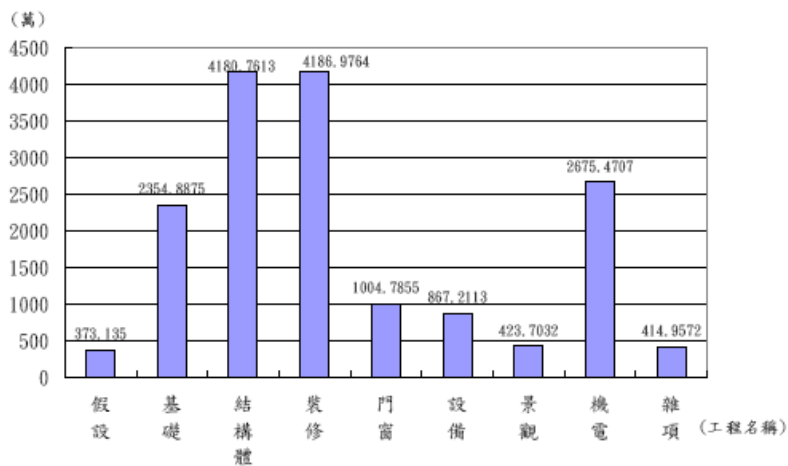


圖 2-1 案例分項工程造價圖[11]

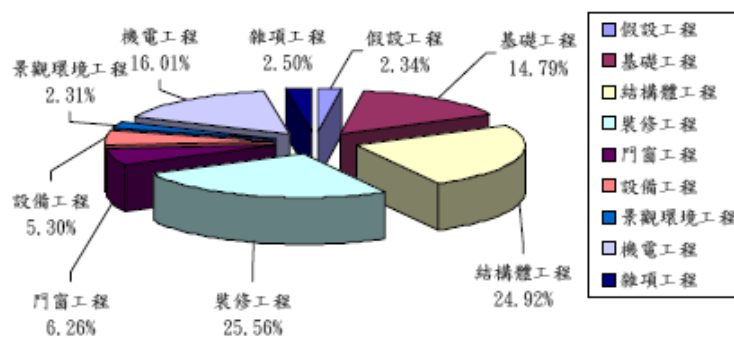


圖 2-2 案例分項工程造價百分比圖[11]

2-1-4 裝修工程數量計算準則

數量計算的方法很多，依個人的習慣作業都會有差異，然而計算基準卻是統一的，營建工程各階段行為都需要數量計算，設計圖為建造工程之藍本又為計算工程數量之依據，故數量計算扮演著非常重要關鍵的角色，估價人員必須了解設計者之用意計算工程數量，以免漏列工程目或算錯工程數量，導致工程預算編列不合理或與圖說不符，產生偏高或偏低之不良後果。

一般來說裝修工程都是以面積作為計算，裝修工程雖然在工程的中後期才會大量的投入到工作場所中，但遇到工程有要求時，通常會因為裝修尺寸的需求，進而改變原始設計結構尺寸，裝修工程數量計算參考要點為外牆與內牆之中心線做為分界；內牆部份材料不一定以建物內牆高度來做計算，許多裝修材料是計算到天花板上，整磚後結束（例如明架天花板的牆面貼磚）；平頂在混凝土面上作業時，樑側應另外計算面積，不能以建築平面計算；樓梯地坪包括級深及級高等，裝修工程數量計算準則如表 2-3 所示。

表 2-3 裝修工程數量計算公式表[12]

裝修工程數量計算公式		裝修工程數量計算準則
平頂	$(\text{版長}) \times (\text{版寬}) + (\text{懸空樑底} + \text{樑側}) \text{面積}$	1. 懸空樑(底下無牆之樑)之樑側及樑底併入平頂計量。
地坪	$(\text{版長}) \times (\text{版寬})$	1. 開口面積小於 0.5m^2 ，視同平面計量。 2. 踢腳版遮蔽之面積不予扣除。
內牆	$(\text{牆長}) \times (\text{樓高} - \text{樑深或版厚}) - \text{開口面積}$	1. 以建築物之外牆為界，內部稱為內牆。 2. 非懸空樑(底下有牆之樑)之樑側及樑底併入內牆計量。 3. 門窗開口依圖示門窗尺寸扣除，門窗四周收頭不另計量。 4. 開口面積小於 0.5m^2 ，視同平面計量。
外牆	$(\text{牆長}) \times (\text{樓高}) - \text{開口面積}$	1. 以建築物之外牆為界，外部稱為外內牆。 2. 前、後陽台之牆面積視同外牆。 3. 門窗開口依圖示門窗尺寸扣除，門窗四周收頭不另計量。 4. 開口面積小於 0.5m^2 ，視同平面計量。 5. 冷氣窗台、觀景窗台、建築結構物之飾條，其所遮蔽之面積不必扣除。

2-2 工程估算作業模式之演進

建築估算作業模式有所謂一維(1D),二維(2D),及三維(3D)模式,所謂一維模式,乃是將圖面資訊以工程數量公式計算後以數字型態表達,或將圖面資訊尺寸整理拆解後,輸入估算系統中執行計算工作,由圖面至數字的轉換程序為人工作業;二維圖形介面估算系統是採用 AutoCAD 圖面資訊,透過圖形資料的淬取轉換後,進行有關的圖形運算,然而在淬取匯入 AutoCAD 圖檔中,若非以閉合線物件表達的構件,則圖形運算會受干擾,而非能完全成功轉入。不論在一維或二維之作業條件下,建築估算之查核、計算與輸出,均係針對既有輸入資訊作分析,尚須手動作業歸納與整併數量明細表,應屬半自動化之模式。若有來不及依建築設計圖面變更或修正,其估算作業的工程數量結果與圖面變更後,產生數量不一致性,故需再一次重覆估算作業步驟,將變更及修正後的尺寸重新輸入估算軟體系統。

2-2-1 一維工程估算作業模式

一維作業環境在程式開發的彈性與作業介面表達上均有其侷限性,缺乏有效的資料庫管理工具及圖形表達如圖 2-3 所示。一維建築裝修估算作業流程,是先讀圖,取得建築整套圖(包含建築圖及結構圖),經套圖作業(將建築圖套上結構圖)確認樑、柱、版、牆對應在建築圖上的位置判圖,整理歸納所需輸入的裝修空間尺寸,以一個有經驗的估算人員將圖面解出,並將尺寸規格寫於固定格式之表格內,由輸入人員依序鍵入電腦畫面所呈現之類似表格中,製作成工程估算明細表,若遇到圖面變更或修正,需重新至讀圖步驟,因其資料庫系統不具關聯性,所以須要經過解讀圖面與輸入數量兩階段而且前後翻圖次數頻繁,精確度與效率不易提昇[13],作業流程如圖 2-4 所示。

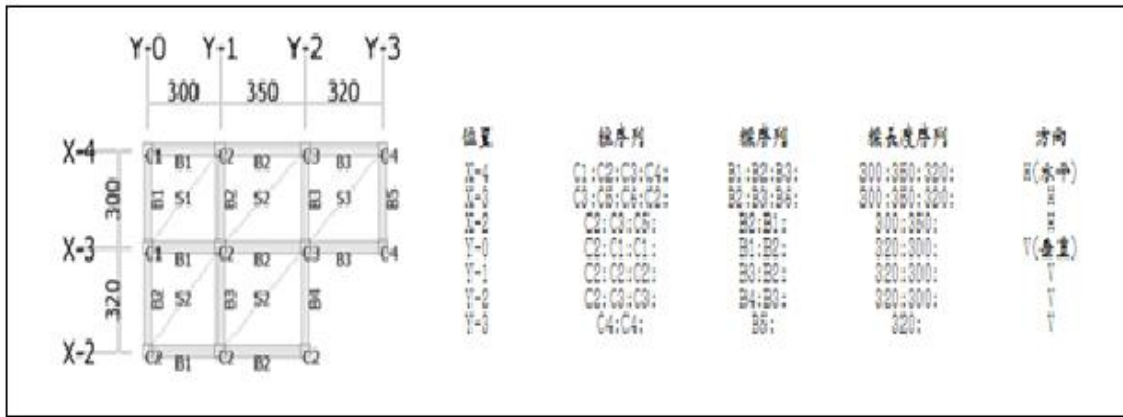


圖 2-3 一維建築估算報表圖[13]

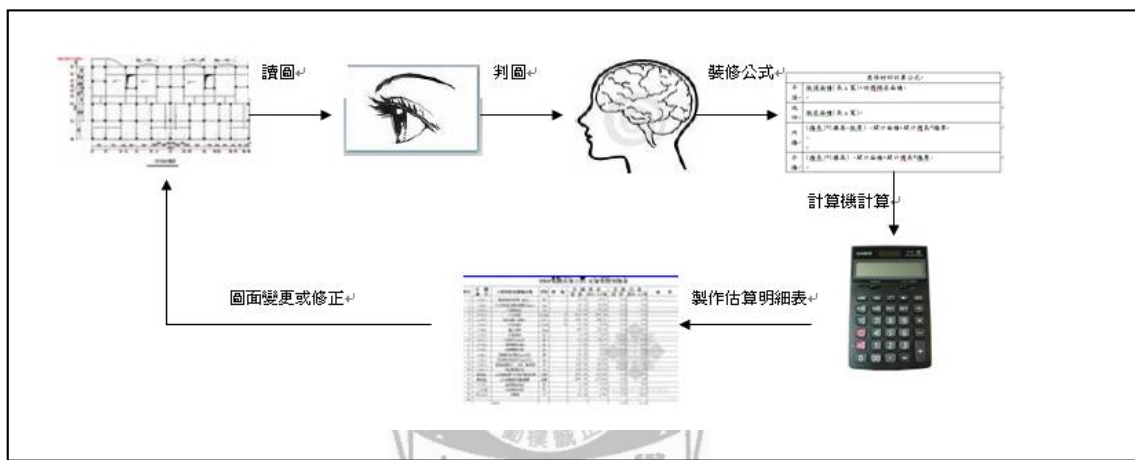


圖 2-4 一維建築裝修估算作業流程圖[本研究整理依文獻 14]

2-2-2 二維工程估算作業模式

二維圖形介面估算系統是完全直覺式的，所見即所得，萃取出與估算有關的圖形，二維圖形物件表達估算作業模式在空間關連圖形運算邏輯，及構件明確定義與範圍。二維估算圖面表達柱，樑，版，牆，梯，基腳，裝修空間，它的每一個構件都是用連續線構成的完整物件，提供面積或長度的數量計算依據，但對於立體空間的運算邏輯及萃取兼物件轉換用電腦模擬這部份動作有相當的困難度 [13]。依前所述，由於兩者在構圖上所採取的方法不同，所以二維估算是需要透過資料萃取兼物件轉換的模式以取用 AutoCAD 的圖面資訊，其作業模式的圖面資訊呈現如圖 2-5 所示。

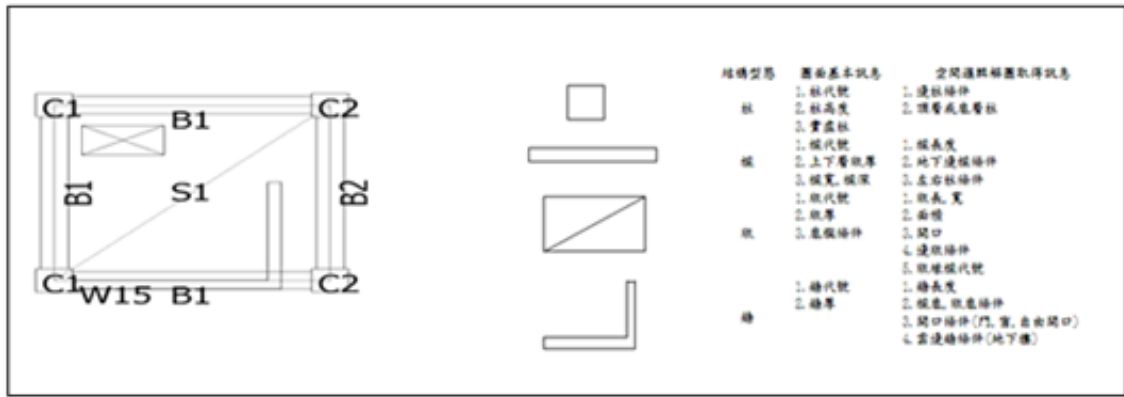


圖 2-5 二維建築估算報表圖[13]

二維建築裝修估算作業是先讀圖，取得建築整套圖(包含建築圖及結構圖)，以估算軟體淬取 AutoCAD 的圖面資訊轉換的模式，資料以電腦估算軟體輸出工程裝修明細表，其資料庫系統不具關聯性，若遇到圖面變更或修正，則需重新淬取兼物件轉換 AutoCAD 的圖面資訊。

傳統估算以 AutoCAD 圖檔中所具有的寸與數字表達資資訊，再輾轉經由視覺讀圖與人腦判斷再”轉化”成電腦程序可以引用的數字、文字資訊，進入建築估算與精度大幅提升的主要方向。建築估算過程所需要的資訊無外乎各項建築結構的尺寸與代號，並加上相關的裝修空間數量計算之數據條件如：地坪、平頂、牆面週邊、踢腳週邊尺寸，空間地坪開口、平頂過樑、邊樑、牆面開口(門、窗)、牆緣線頂部樑、天花板高度、粉刷材料定義等。由上面程序可知，傳統估算作業，不但須要將圖面構件尺寸解析取得，另外還須將許多搭配的空間條件整理才可以獲取精確的計算結果，上述繁瑣的程序，成為傳統估算速度無法提升的關鍵。

2-2-3 三維物件導向工程估算模式

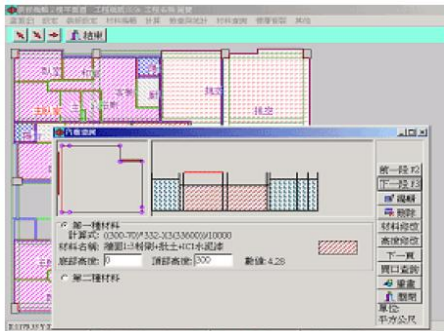
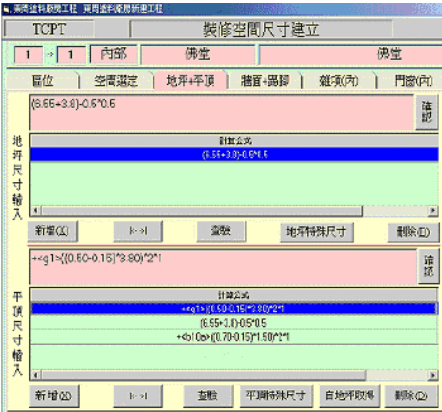
胡伯鈞[14]將建築估算作業模式的發展演進，從 1980 年至 2010 年，每 10 年劃分為一個階段，進入 21 世紀，由於電腦科技在圖形介面的進展，才出現物件化及自動化的作業模式，2010 年以後，則已是採用完備的圖形介面與物件導向程式設計，將建築物件使用模式直接淬取圖面資訊轉換成 3D 元件，比起二維無法直接自 AutoCAD DWG 檔案模式取得轉圖匯出資訊編輯模式笨拙，三維物件導向之估算模式其數量計算的效率高及速度流暢、功能動作簡潔，採用完全向量式空間數學解圖。利用三維物件導向

的觀念及技術，使得建築估算工具已具有編輯能力、空間解圖能力、運算能力的特性，輔助工程師進行複雜的設計與估算。

2-2-4 工程估算相關軟體數量輸出探討

國內、外營建工程估算的系統種類繁多，估算軟體系統在使用者界面上，多數仍屬於表格式系統，由使用者輸入所量測的數據進行數量估算，若有圖形作為輔助者，其高度的資訊，仍需仰賴人工輸入，本研究將國內、外各估算軟體功能說明整理如表 2-4 及 2-5 所示。

表 2-4 國內營建工程估算軟體系統介紹 [本研究整理依文獻 15]

算軟體系統	功能說明	數量輸出缺點
<p>軟體名稱:AACC(Architecture Automatic Cost ControlSystem)</p> 	<p>國內唯一以平面圖為出發，且可以轉入 Auto Cad 圖檔的估算軟體。利用座標點之計算方式，使該系統力求在精確度上將更為準確，將平面圖傳送到系統後編輯相關表格名稱對應至平面圖格局內，自動計算格局內所有項目。</p>	<p>對於體積計算仍需仰賴人工輸入厚度後計算，且系統無提供 3D 模型做為表示，牆面開口部位面積的計算亦需輸入指定的寬度。</p>
<p>軟體名稱:AQE5.8</p> 	<p>系統採用三維運算查詢表方式，讓使用者依據設計圖所量測的數據，依續輸入構件、部位尺寸，經系統運算後輸出構件面積與體積。</p>	<p>使用者其本身需具有對圖說識圖經驗的協助，去假想標的物完成的狀況，且系統並無 2D、3D 圖形供使用者參考。</p>

2-3 建築資訊模型元件組成概念

建築資訊模型(Building Information Modeling, 簡稱 BIM)」, 其中 Autodesk Revit Architecture 是專門為建築資訊模型用於建築設計之軟體工具, 強調以元件組成之概念, 具有參數式設變引擎, 可自動管理圖面變更及參照問題, 透過原有的思考方式來工作, 並反映出建築的真實世界[16]。參數式元件(也稱為族群)是所有設計的建築元件的基礎。這些元件針對設計構想與形式建立, 提供開放式的圖形系統能讓使用者精細地調整與詳細傳達設計理念。

2-3-1 BIM 之原理與發展

建築資訊化模型(BIM)是利用『數值化』、『參數化』為主要概念, 起始於 Autodesk 之 "3D、物件導向(object-oriented)、AEC-specific CAD"; 美國喬治亞理工學院之 C.M. Eastman 教授於 1970 年代末期所提出之建築物產品模型(building product model)[17], 藉由『參數設變引擎』(Parametric Change Engine)維持高品質、確實可靠、協調一致性的能力[18], 可以不間斷、立即地提供專案設計控管、明細表及成本等相關資訊。建築資訊模型系統化的分析方法, 可解析建物元件之空間、功能、工法、材料、操作、關聯性等多面向資訊, 再將分析所得之資訊屬性, 應用物件導向技術賦於各個圖形元件, 物件導向參數式之特性, 具有減少數量計算錯誤與漏項問題產生之優勢[19]。

2-3-2 BIM 物件導向概念

物件導向(Object-Oriented), 以物件的模式來描述真實系統, 在真實世界中, 營建領域的產品是由個別的實體建築元件所組成, 例如一棟建築物是由柱、樑、版、牆、門窗、樓梯...等建築元件所組成, 每一個元件其各自包含自己的屬性, 例如一根柱包含長、寬、高, 幾何面向之屬性, 座標面向之位置與作業面向之工程屬性等資料 [19], 以物件為基礎的思考方式, 非常適合用於表達真實世界的事物[20]。建築資訊模型的建構程序是以結構元件(柱、樑、版、牆等)搭建起建築結構框架, 形塑成建物的外觀及建物內部機能空間, 再將裝修建材層層貼覆於結構元件上, 以達修飾、美觀的效果。透過裝修過的機能空間成為我們熟知的客廳、臥室、浴廁、廚房等。

2-3-3 BIM 元件關係屬性

3D 模型系統，元件的物理關係與互動是模型系統所產生的數字是很重要的資訊，模型的結構元件在結構型態的相互關聯是非常密切的，例如柱一定會與樑產生關聯，樑一定與柱、版相關，版一定牽涉柱樑關係，牆有開口且與柱、樑、版均有相關。因此在計算過程中如何去取得各元件間交互關聯性是極重要的。元件間的層次關係被認為是內部或外部，內部關係是那些確定元件相互支撐、依靠的組成，而外部關係是確定元件外層覆蓋、貼、材質的相互關係如表 2-6 所示，藉由元件體的內部及外部關係，進而圍塑出建築模型空間的面。元件之構件的外部關係可藉由軟體參數設定之功能即可應用，而內部關係之識別系統則必須在每個實體元件定義其組合關係，將實體元件內、外關係的參數及定義設定完成，即成為識別建築模型空間系統及為建築模型的多重價值屬性資訊。

表 2-6 建物實體元件物理關係表[20]

模型系統	元件物理關係	描述	實例
內部關係 實體元件 (主要構件)	支撐 (Supported by)	物件提供另一個物件實體的支撐	柱提供樑支撐
	依靠 (Depend on)	物件依靠於另一個物件，無支撐關係	牆依靠柱發展
外部關係 實體元件之 構件 (表層構件)	覆蓋 (Covered by)	物件覆蓋另一物件	牆經過粉刷有油漆等塗料覆蓋
	貼、釘 (Stick on)	物件黏貼或釘於另一物件之上	地磚鋪設於樓板面上
	通過 (Pass through)	物件穿越另一物件，使其產生通道開口	門、窗穿設牆面

2-3-4 BIM 元件組成要素

「元件」(Element)可視為模型系統主要用來表現實作時的實體架構，「構件」(Component)是組成「元件」的部件，在構件定義資料中紀錄構件的預設尺寸、各構材的幾何相關位置以及構材的估算方式[19]。以構件為基本元件，可組成實體元件、空間元件、及不同尺度的元件，藉此建立元件間的從屬關聯性，以「構件」來作為「元件」的描述工具是最直覺、直接又有效率的做法[20]。「元件」與「構件」之從屬關聯，可以「元件」表示為實際建築結構的體，「構件」表示為實際建築裝修的面，建構柱、樑、板、牆「實體元件」之 3D 建築結構空間模型，並「實體元件」之「構件」計算建築裝修面之工程數量。

一般在建模時，依照建物的設計，將主結構元件如柱、樑、版、牆及樓梯，依層別繪製；每項結構元件再依預計採用的施工方法，逐一將組成各元件材料產品或工項輸入，如圖 2-6 所示的基礎牆的組成，有牆粉飾、混凝土、及鋼筋[21]。



圖 2-6 以一基礎外牆展示 BIM 的建築元件與其組成的層次觀念[21]

元件構成要素可分為三層，最內層為**主要構成部份**、次為**底材部份**、最外層為**表面層部份**。如圖 2-7 所示，以建築物主體其構成材料可區分為主要構成部份如：S 構造所指的鋼構、R.C 造所的 R.C 牆、磚造所指的磚牆等材料；底材部份是介於表面層與主要構成部分，如：模板及各種水泥砂漿等材料；表面層部份是指牆體之最外表層，可分為內表面與外表面。雖然兩者皆是表面層部份，但功能不近相同，如：外牆材料為磁磚等材料、內牆為油漆等材料。

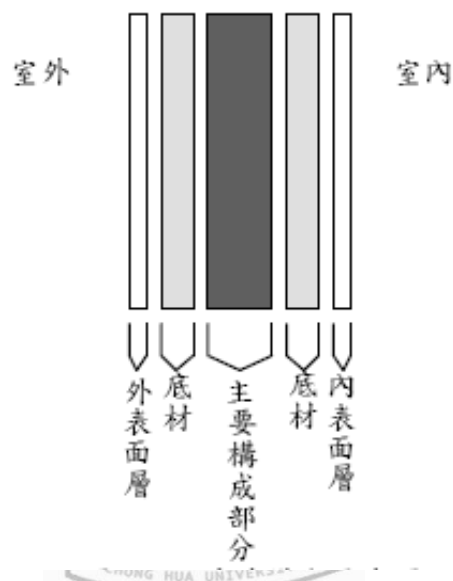


圖 2-7 元件構成要素圖[14]

2-4 建築資訊模型於工程成本之應用

建築資訊模型應用在建築物整個生命周期之設計、施工、及運轉與維護，建築資訊模型包括建築物之空間關係、地理資訊、建築物元件數量與屬性、相關廠商資料等。運用這些專案過程中一致的資訊，進行全新專案的設計與文件記錄；將設計外觀精確視覺化以增進溝通、還能模擬設計完成品在真實環境中的效能，以進一步瞭解成本及其他相關影響等事項。

在工程的細設計階段，建築師、結構技師以及設備類技師根據建築系統基本模型進行細部設計。建築師決定建築系統的細部模型，例如裝修材質及樣式。結構技師建構結構系統的細部模型，例如配筋設計。設備類技師建構設備細部模型。接著將這三個細部模型整合成建築系統施工模型，建築系統施工模型即是交給建造單位作施工計畫及製造廠製造之用的模型，所以在整合成建築系統施工模型之後會有工程估價人員進行估算，估算的結果一方面可以讓建築師檢查是否有超出業主原先的預算，若有超出預算則必須修改建築系統施工模型，另一方面可以作為之後工程招標以及施工製造的參考，作為工程成本之管理依據。

2-4-1 BIM 模型應用於工程成本文獻探討

BIM 模型的建築設計主要是用來檢核及降低變更成本，其一致性及視覺化的效果可完全闡述設計圖的理念，使用者可直接看到未來設計的成果[22]。在國內有關營建工程應用 BIM 工程成本的研究文獻中，探討 BIM 的設計作業、干涉碰撞檢查及工程材料的數量計算及預算，以 BIM 為工具進行工程計畫，使相關人員對工程制定預期進度與選擇工程材料會有較佳決策並可避免錯誤發生及節省工程成本，讓實際工程成本低於預算，例如：台灣世曦工程顧問公司應用於花蓮海洋渡假園區一案，以 BIM 模型在建築整修工程數量檢討方面，節省了預算工程費用的 4.2%，其它國內 BIM 應用於工程成本之相關研究文獻詳表 2-7。

表 2-7 國內 BIM 應用研究文獻彙整表[本研究整理]

作者	參考文獻	內容	出版社
鄧挺發	BIM-3D 在建築設計之應用	探討以設計者及專案管理角度出發，從相關文獻、案例模擬、到建築資訊模型 BIM 設計作業流程、數量計算及預算書，去探討各環節可能遇到之問題。	九十八年電子計算機於土木水利工程應用研討會，2009
林明星	BIM-3D 在干涉檢查及碰撞偵測之應用	探討 BIM-3D 在干涉檢查及碰撞偵測之應用，以提升對複雜工程系統圖面整合及偵錯的能力，且進一步消除人為的設計錯誤與疏失，降低不完善、不正確和不足的設計所造成的後果。	九十八年電子計算機於土木水利工程應用研討會，2009。
周頌安	3D 協同設計作業模式初探	探討 3D 電腦輔助設計為出發點，針對市面上既有建築、管線及結構設計等 3D CAD/BIM 軟體間之資料整合做檢討，提出一套現行的協同作業模式，並說明其應用方式，期望在由粗略至精細、反覆修訂的工程設計過程中，提供工程師採用 3D 設計軟體時作為參考。	九十八年電子計算機於土木水利工程應用研討會，2009
王儷靜	Revit MEP 在機電應用經驗談	探討 Revit MEP 具有參數化設計功能，除能正確計算各管件長度及閥類等元件數量外，透過協同作業，即時反應模型之變更，相關圖面及數量也立即完成修正。	DDD 設計總網, 2010
邱垂德 莊建德 林豎程	埔里工務段辦公大樓新建工程應用 BIM 的實證經驗	探討埔里工務段辦公大樓以 Revit 系列的建築、結構、及機水電等，不同專業軟體所建模型的套疊整合，且按需求顯示任何部位的搭配狀況並以建築或結構物件為基礎的材料數量輸出明細，研究建議在數量輸出選取上，應有依框選部份輸出數量明細的改善空間，以方便隨時依需求輸出所需的元件或部份工程數量。	臺灣公路月刊 2011/07
康仕仲 蔡孟涵	建築資訊模型之運用案例	探討以 BIM 資訊整合利用，將工程會之綱要編碼導入 PCCES 進行造價估算，進而控制成本。	營建知訊 329 期，2010/06。

2-4-2 BIM 模型輸出工程數量之探討

BIM在建築模型數量輸出之應用案例，依照Tiwari等人的報告[23]，以BIM為基礎的工程數量提取簡稱QTO(Quantity Takes off)及估價，在實務上離自動化的理想還有一段；該報告在總預算美金3.2億(約合新台幣960億)的醫院新建工程中，嘗試在占總經費15%(約台幣144億)的自行施做部份，進行導入以BIM為基礎的QTO及估價探討，發現可由模型中自動提取86%的預算數量，約有14%的預算數量無法由模型中提取，這些無法由模型中提取的項目，有些是本來就沒有建在3D模型中，例如臨時支撐，有些則是必需依工地實況而調整的項目，例如混凝土路面版的施工縫數量，有些則是建在3D模型中的資訊不足以成就數量估算，其它則是一些依時間長短而估價的數量，例如工地貨櫃屋、臨時供電設備、及施工機具等。

至於在軟體工具的選擇上，則有採用與BIM建模工具同一系列的搭配軟體，也可以在現有BIM工具上外掛專業的QTO與估價軟體，或是由現有BIM工具輸出IFC格式的資料，再匯入專業QTO與估價軟體進行分析。除了自動解讀及提取BIM模型的數量資訊外，專業的QTO與估價軟體，大都內建有效的單價資料庫，可以依數量進行總價輸出，在提取數量時，先由細設完成的BIM模型，輸出設計數量，搭配施工圖建入材料及工項後，才能提取施工數量，該施工數量搭配資料庫中的材料單價，則為施工成本，搭配工率則是排程的依據如圖2-8所示，這種施工估價流程，以BIM模型為基礎(BIM Based QTO)，所提取的工程數量其使得施工估價迅速且確實。

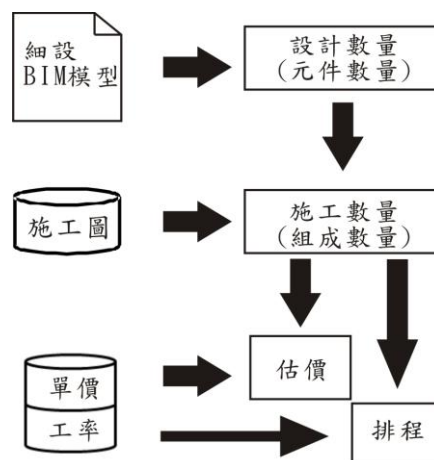


圖 2-8 BIM 模型為基礎的施工估價與排程流程圖[21]

第三章、研究方法

為驗證由 BIM 模型提取裝修工程數量之效率，本研究以實際進行的獨棟三層透天住宅建案為對象，以 BIM 完成建築模後，將元件(柱、樑、版、牆)作為建築裝修模型的基本元件，再採用 BIM 軟體(Autodesk Revit 2011) 具有接合即可扣除元件接合面積的功能，依建築圖說裝修粉刷表材質編號，包覆材質於各元件之塗層，藉由軟體具有參數設定的特性，建構裝修實體元件(柱、樑、版、牆)族群，並依照本案例之建築結構圖(柱、樑、版、牆)編號定為模型實體元件之編號，將完成材質設定的實體元件套用至本案例之建築模型，經檢核模型實體元件接頭是否扣除，及模型空間材質範圍是否無誤後，即可提取實體元件之裝修材質數量，輸出本案例裝修工程明細表，並將 BIM 所提取實體元件之裝修數量與傳統估算公式計算所得裝修數量結果比對，作為 BIM 於裝修工程估算之應用及探討，研究方法流程如圖 3-1 所示。及步驟如圖 3-2 所示。

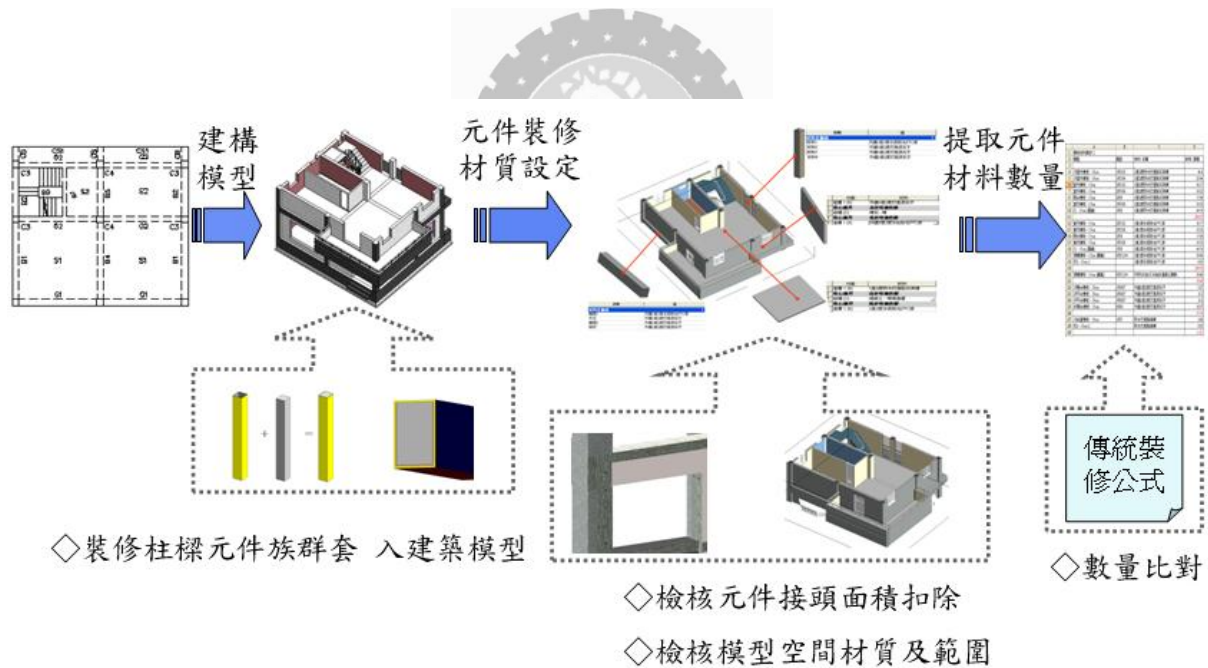


圖 3-1 研究流程

3-1 研究步驟

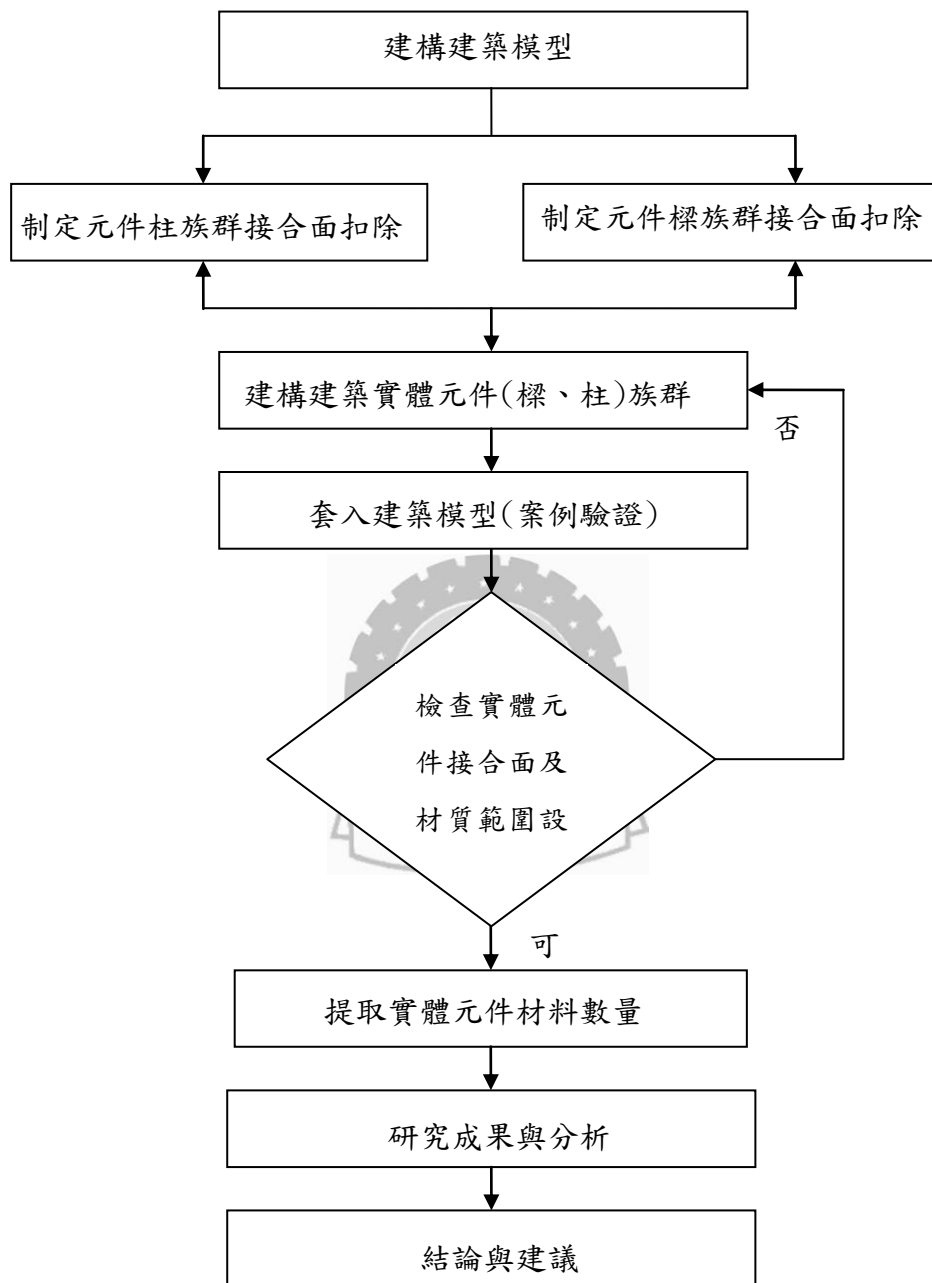


圖 3-2 研究步驟

3-2 制定元件接合面扣除

本研究所使用 Autodesk Revit Architecture 2011 是以元件的概念組成模型，在提取元件面積的資訊功能上，能使用 Revit 既有編輯類型性質的功能鍵設定牆與樓板之構件塗層，牆與樓板元件族群之構件層設定順序是構件中心層為結構層，中心層向外之左右兩側為次層即襯底層，次層向外之左右兩側則為外層即外部塗層；依照牆(內牆、外牆)、版(地板、平頂)的不同材質需求來設定，能獲版(地板、平頂)及牆(內牆、外牆)提取該元件之裝修材質面積數量。

然而 Autodesk Revit Architecture 2011 並沒有提取元件樑與柱的塗層面積功能，在提取材質面積數量的功能上，只能使用軟體中「油漆」之功能鍵定義材質，點選元件柱與樑面積，藉此方式計算元件材質數量，使用此方法雖然能將獲取元件面積材質的數量的資訊，但元件(柱、樑、牆、版)接合處的面積並不會扣除，無法解決影響裝修數量結果差異關鍵處的「接合面積扣除」，而這些「接合面積扣除」差異的數量是掌握裝修工程估算準確率的關鍵。

為解決本研究之建築實體元件接合面積能自動扣除之計算方法，本研究嘗試使用物件導向元件之構件組成概念，藉由軟體「結構柱、樑、版、牆」之「接合」功能鍵具有自動扣除接合面積功能，嘗試建構以構件包覆元件(柱、樑)成為實體元件，利用「接合」功能鍵能自動扣除實體元件(柱、樑、版、牆)接合面積，並將此實體元件(柱、樑)建構為參數式族群，實體元件族群的建立可解決因專案設計的變更，可任意更改實體元件尺寸及材質，並可應用於其它不同專案所需的模型。

3-2-1 軟體提取元件柱與樑裝修材質面積之限制

使用 Revit 輸出柱的資訊，軟體本身的設計，並無法直接輸出柱的面積，因此無法計算裝修數量，若使用油漆功能定義柱各面的材質，藉此方式將柱各面的材質面積輸出至明細表，雖然能將獲取柱元件材質面積的資訊，但是柱與樑、牆、版接合處的面積並不會扣除。例如:柱與樑、牆接合，紅色部分為裝修面積如圖 3-3 所示。將樑、牆隱藏後如圖 3-4 所示，可見紅色部分並沒有扣除樑與牆的接頭。柱與樑、牆接合前，輸出之

面積 1.26m^2 詳表 3-1，柱與樑、牆接合後，輸出之面積 1.26m^2 詳表 3-2，與接合前面積無差別。

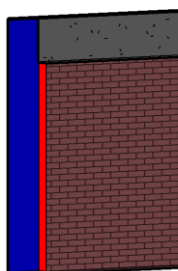


圖 3-3 柱與樑、牆接合



圖 3-4 柱元件無扣除接頭面積

表 3-1 柱與樑、牆接合前面積明細表

結構柱材料需求				
類型	長度	體積	材料名稱	材料面積
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	1	1.26 m ²
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	2	1.26 m ²
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	3	1.26 m ²
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	4	1.26 m ²
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	5	0.16 m ²
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	6	0.16 m ²

表 3-2 柱與樑、牆接合後面積明細表

結構柱材料需求				
類型	長度	體積	材料名稱	材料面積
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	1	1.26 m ²
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	2	1.26 m ²
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	3	1.26 m ²
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	4	1.26 m ²
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	5	0.16 m ²
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	6	0.16 m ²

3-2-2 建構實體元件(柱)族群-外部塗層包覆

為解決建築裝修接合面積能自動扣除之計算方法，本研究方法藉由軟體「結構柱、樑、版、牆」之「接合」功能鍵具有自動扣除接合面積功能，嚐試以構件包覆實體元件柱，使用軟體「建築柱」功能鍵並建立「建築柱」為構件，以洋蔥形式包覆「結構柱」(混凝土)如圖 3-5 所示，例如：「建築柱」之第一層為中空層可包覆「結構柱」(混凝土)如圖 3-6 所示，第二層為底層(模板)，第三層為包覆底層(模板)之表面塗層(粉刷、油漆、貼磚)等材質設定使用如圖 3-7 以黃色表示。利用軟體「建築柱」功能鍵之「編輯性質」，為構件設定參數，此參數設定可任意更改為專案所的材料及厚度，直接輸入尺寸，輸出其資訊。將完成構件設定之實體元件柱與樑、版、牆接合，則可自動扣除元件接合處之面積。

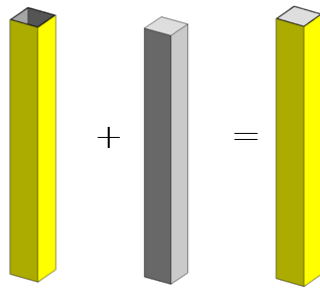


圖 3-5 「建築柱」以洋葱形式包覆「結構柱」元件

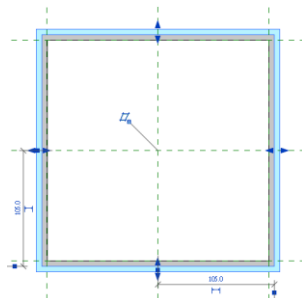


圖 3-6 「建築柱」之第一層為中空層

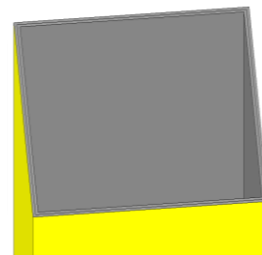


圖 3-7 包覆柱表面塗層(以黃色表示)

將上述方式，將完成包覆的「結構柱」，再將柱與樑、牆接合，紅色部分為裝修所需之面積如圖 3-8 所示。將樑、牆隱藏後如圖 3-9 所示，可見紅色部已扣除了樑與牆的接頭。柱與樑、牆接合前，輸出之面積 1.26m^2 ，柱與樑、牆接合後，輸出之面積 0.48m^2 詳表 3-3 所示，與接合前面積相差了 0.78m^2 ，此扣除面積即為柱與樑、牆之接頭面積。(附註：面積由 1.26m^2 變為 1.32m^2 ，是因為將內層塗層厚度列入計算，柱尺寸由原先 40×40 加上塗層厚度變為 40.5×40.5 ，本研究將塗成厚度假設為 0.5cm 所致。)

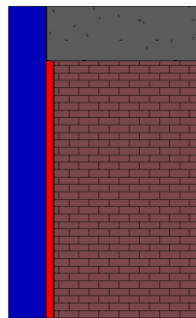


圖 3-8 柱與樑、牆接合

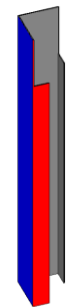


圖 3-9 柱元件扣除柱樑及牆接頭面積

表 3-3 柱與樑、牆接合後面積扣除明細表

結構柱材料需求					柱材料需求 2		
類型	長度	體積	材料名稱	材料面積	類型	材料名稱	材料面積
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	1	1.26 m ²	TYPE-C1	預設	6.87 m ²
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	2	1.26 m ²	TYPE-C1	磚石 - 磚	0.10 m ²
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	3	1.26 m ²	TYPE-C1	混凝土 - 現	0.00 m ²
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	4	1.26 m ²	TYPE-C1	地磚 - 混石	0.00 m ²
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	5	0.16 m ²	TYPE-C1	1	1.32 m ²
40 x 40c	315.00	0.50 m ³	6	0.16 m ²	TYPE-C1	2	1.32 m ²
					TYPE-C1	3	0.48 m ²
					TYPE-C1	4	0.48 m ²
					TYPE-C1	模板	3.48 m ²

3-2-3 建構實體元件(柱)族群-建構步驟

步驟 1. 新建一個族群，選擇「公制結構柱」樣版檔，如圖 3-10 所示，在平面圖中，點選「常用」頁籤，「擠出」功能鍵在平面圖中，點選「常用」頁籤，「擠出」功能鍵，

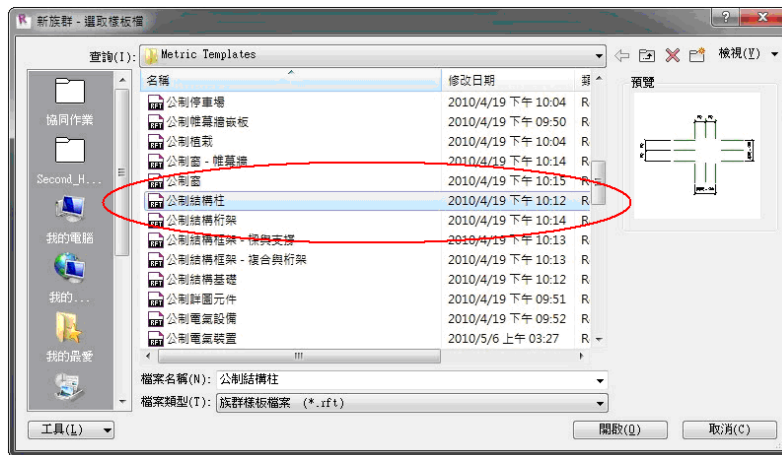


圖 3-10 「公制結構柱」樣版檔

步驟 2. 繪製矩形輪廓在參考平面（綠色虛線）上，定義柱塗層之範圍，點選鎖頭將草圖邊線約束在參考平面上，將四邊鎖定，始草圖線可受參數定義，點選所有標註，在上方「標示」處下拉式選單選擇「加入參數」，設定參數名稱「塗層厚度」，如圖 3-11 所示。

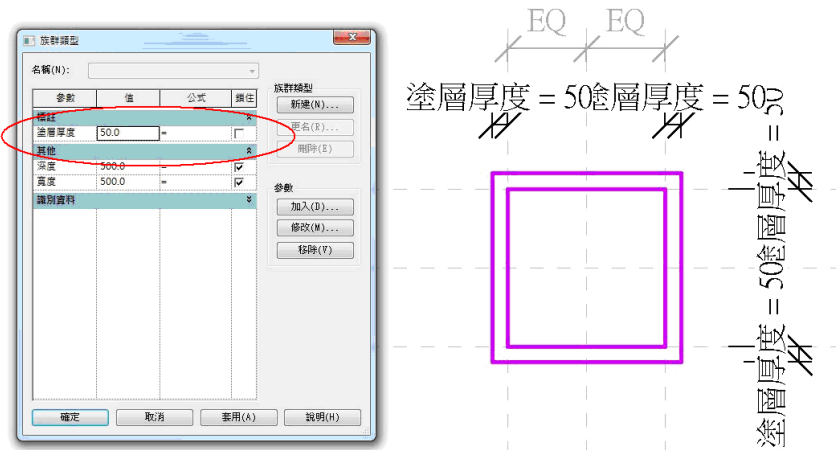


圖 3-11 設定「塗層厚度」參數

3.設定完成後即可使用參數變換草圖之尺寸，點選上方「修改」頁籤中「完成編輯模式」之選項，將視圖移至任一立面圖，可見完成擠出之模型，點選模型頂端，拖曳至「較高的參考樓層」，會出現鎖頭如圖 3-12 所示，將鎖頭鎖起來，確保此模型高度受樓層線約束，完成之 3D 模型。

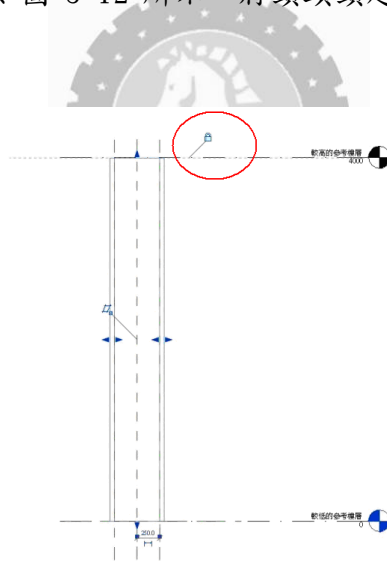


圖 3-12 鎖頭確保模型高度受樓層線約束

4.點選上方「修改」頁籤中的「族群類型」，開啟「族群類型」視窗，點選參數「加入」，設定參數名稱「材料 1」、參數類型「材料」如圖 3-13 所示，完成後點選「確定」，因為柱塗層總共有四面，所以加入四次參數如圖 3-14 所示，名稱由 1~4，完成後點選確定。

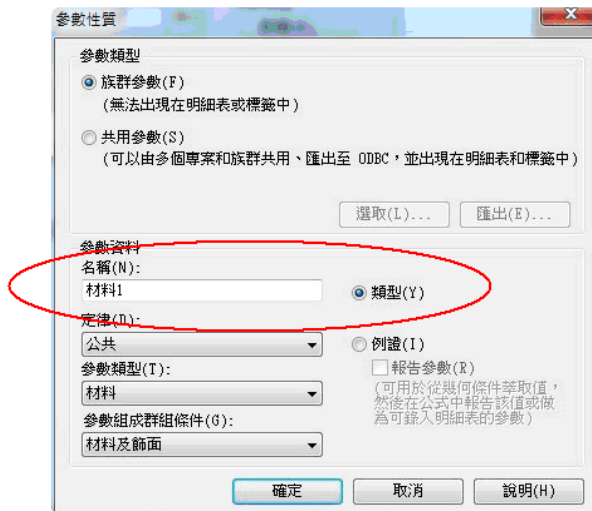


圖 3-13 設定材料名稱參數

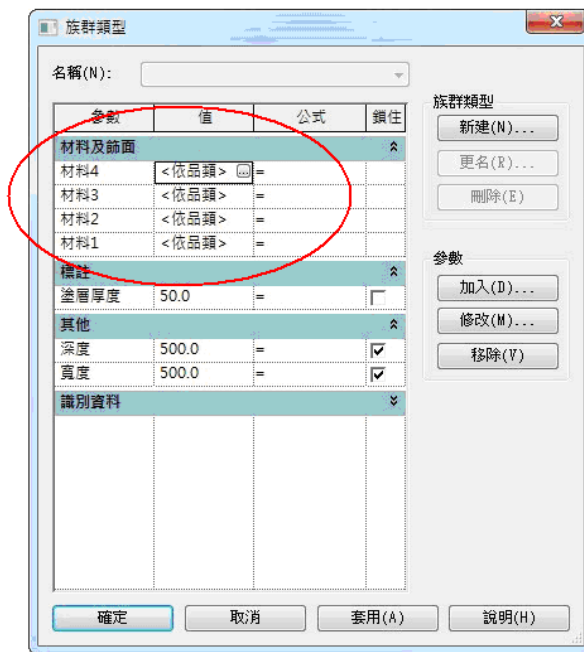


圖 3-14 設定柱塗層總共四面材料名稱參數

5.點選「修改」頁籤中「油漆」之功能鍵，如圖 3-15 所示在材料的下拉式選單中點選加入之參數，選擇完成後，點選柱塗層表面，即可將材料參數定義至模型上，分別將各材料參數設定在各面上，如圖 3-16 所示.完成「柱塗層」族群的建置。

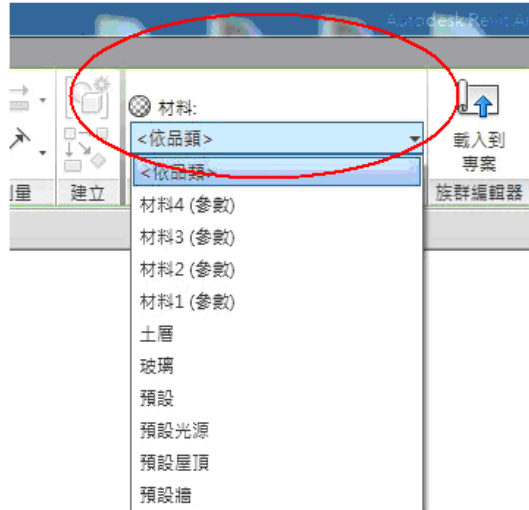
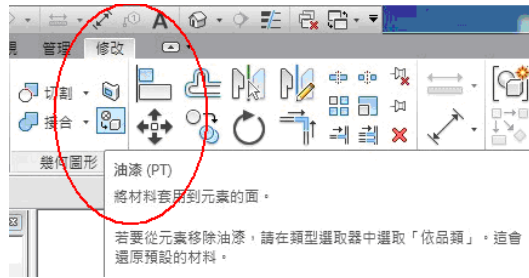


圖 3-15 「油漆」功能鍵定義材料參數至模型上

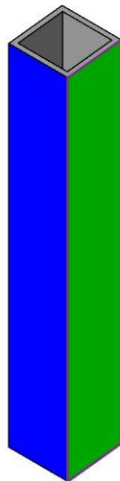


圖 3-16 完成「柱塗層」族群的建置

3-2-4 建構實體元件(樑)族群-外部塗層包覆

使用 Revit 輸出樑的資訊，與輸出柱相同，都受制於軟體本身的設計，並無法直接輸出樑的面積，因此無法計算裝修數量，使用軟體內建的油漆功能，在樑的四面漆上油漆，以不同的顏色示意。但使用此方法，將樑與牆、板接合，藍、紅色部分為裝修所需之面積如圖 3-17 所示，將樑、牆隱藏後，可見紅色部分並沒有扣除牆與板的接頭如圖 3-18 所示。柱與樑、牆接合後，輸出之面積為與接合前面積無差別。

為解決實體元件樑裝修面積接合面能自動扣除之計算方法，藉由軟體「結構柱、樑、版、牆」之「接合」功能鍵具有自動扣除接合面積之功能，以「結構樑」做為實體元件，在實體元件外層，包覆表面層構件，以作為計算建築模型之裝修塗層數量使用，並可自動扣除與其它既有元件接合處之面積。建構實體元件樑保留樑結構部分如圖 3-19 所示，包覆裝修構件於實體元件樑，以「結構樑」為主要構件為(混凝土)，外層包覆第二層(模板)為底材層，第三層最外層(塗層)為表面塗層如圖 3-20 所示；構件最外層的塗層包含四個面，左右的兩個側面分別設為牆面，上下層的頂面及底面分別設定為地坪及天花板；材質可依符合實際工程之使用需求設定，而完成構件設定之實體元件樑與柱、版、牆接合如圖 3-21 所示，則可自動扣除元件接合處之面，新建的樑族群紅、藍處分別與牆、板接合，灰處為樑與版及牆接合面積扣除處如圖 3-22 所示。

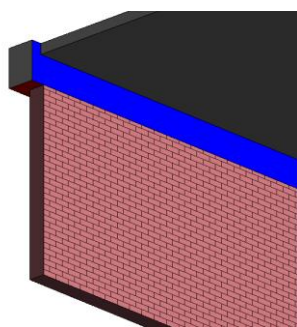


圖 3-17 樑與牆、板接合圖

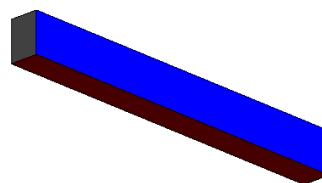


圖 3-18 樑元件無扣除接頭面積

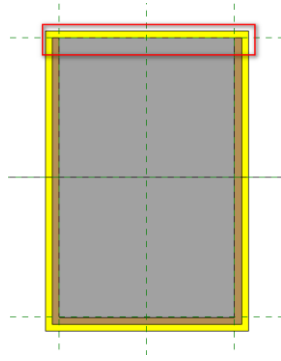


圖 3-19 實體元件樑

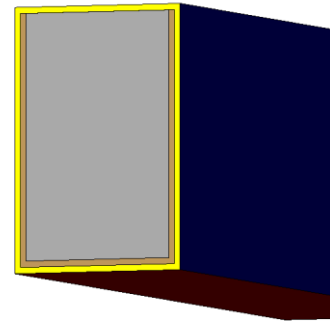


圖 3-20 包覆樑表面塗層(以藍色表示)

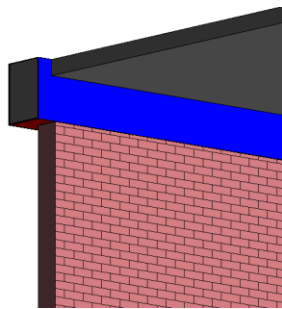


圖 3-21 樑與牆、板接合圖

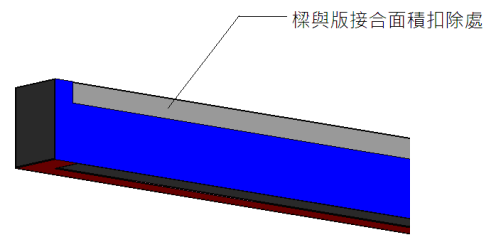


圖 3-22 樑元件扣除版及牆接頭面積



3-2-5 建構實體元件(樑)族群-建構步驟

步驟 1. 開啟現有樑族群「混凝土樑-矩形」內建混凝土樑 3D 視圖，如圖 3-23 所示，點選「常用」頁籤，「擠出」功能鍵，繪製矩形輪廓在參考平面（綠色虛線）上，定義樑塗層之範圍，點選鎖頭將草圖邊線約束在參考平面上，將四邊鎖定如圖 3-24 所示，草圖線可受參數定義，繪製矩形輪廓外圍。

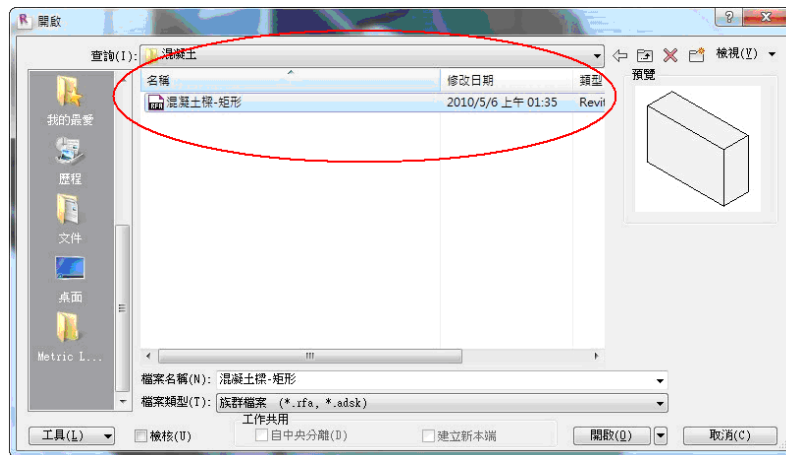


圖 3-23 開啟現有樑族群「混凝土樑-矩形」

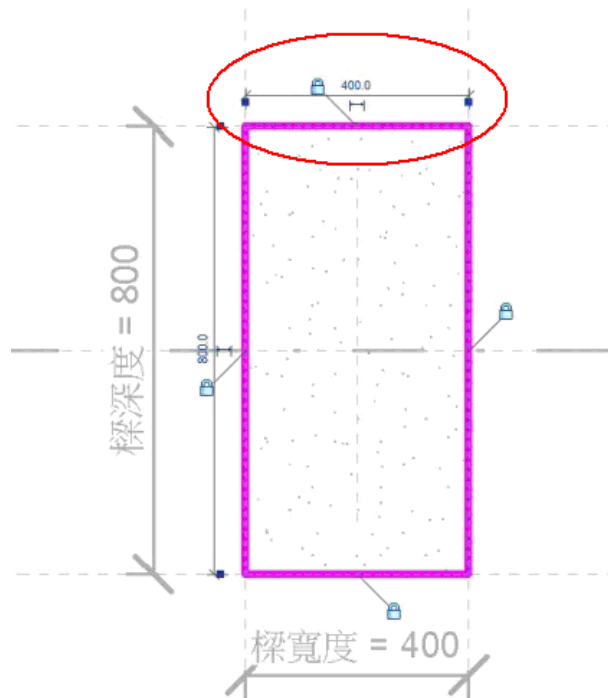


圖 3-24 定義樑塗層約束在參考平面上

步驟 2. 點選所有標註，在上方「標示」處下拉式選單選擇「加入參數」，設定參數名稱「塗層厚度」如圖 3-25 所示，設定完成後即可使用參數變換草圖之尺寸，點選上方「修改」頁籤中「完成編輯模式」之選項，將鎖頭鎖起來，確保此模型高度受邊界線約束，完成之 3D 模型，如圖 3-26 所示。

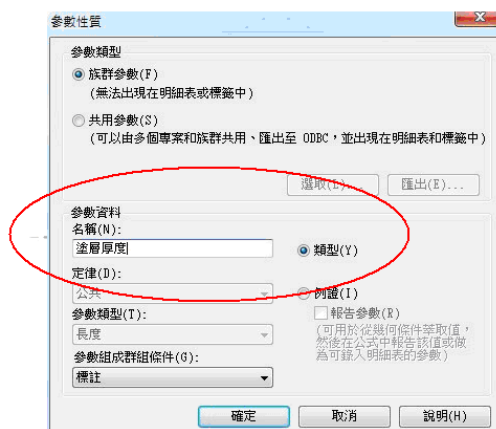


圖 3-25 定義樑塗層厚度

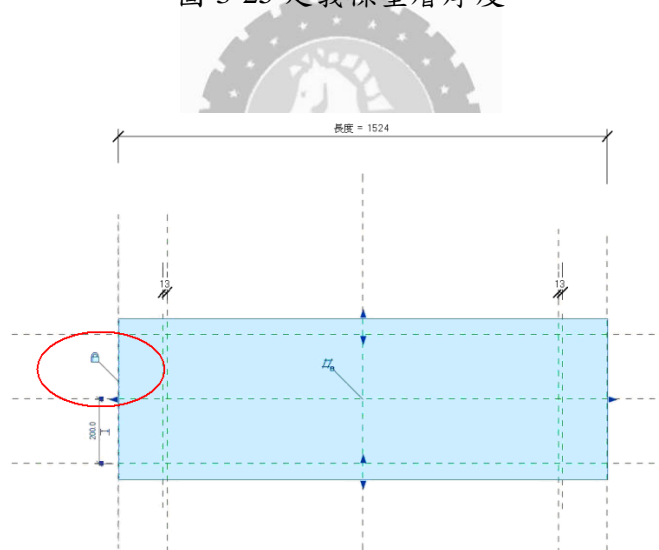


圖 3-26 完成編輯確保尺寸高度受邊界線約束

步驟 3. 點選上方「修改」頁籤中的「族群類型」，開啟「族群類型」視窗，點選參數「加入」，設定參數名稱「地坪」、參數類型「材料」，完成後點選「確定」，如圖 3-27 所示因為樑塗層分為上部為地坪面積，下部為天花面積，左右兩側為牆面面積，依此加入參數，完成後點選確定如圖 3-28 所示。

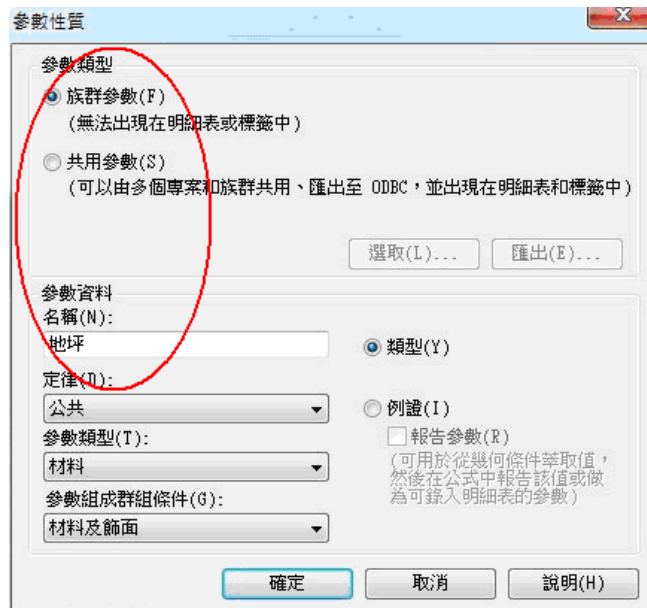


圖 3-27 設定參數名稱「地坪」及參數類型「材料」



圖 3-28 樑塗層加入參數上部為地坪下部為天花左右兩側為牆面

步驟 4. 點選「修改」頁籤中「油漆」之功能鍵，如圖 3-29 在材料的下拉式選單中點選加入之參數，選擇完成後，點選樑塗層表面，即可將材料參數定義至模型上，將地坪設定在上部、天花設定在下部的面上，完成完成「樑塗層」族群的建置如圖 3-30 所示。

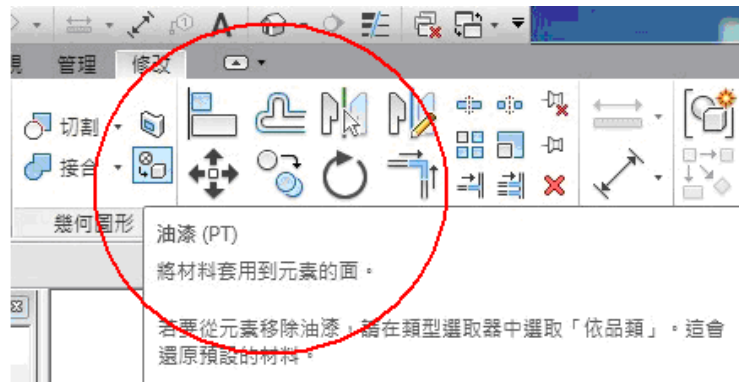


圖 3-29 「油漆」之功能鍵將材料參數定義至模型上

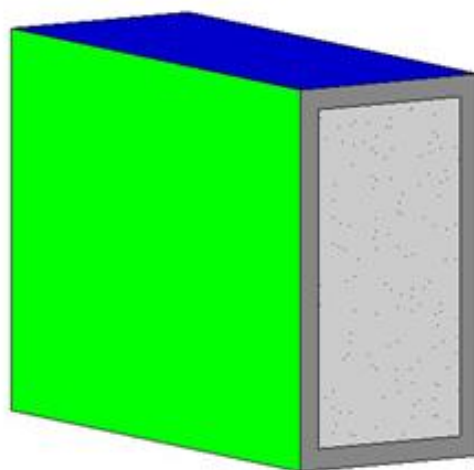


圖 3-30 完成「樑塗層」族群的建置

3-2-6 版與牆塗層設定

版與牆之塗層設定，在 Autodesk Revit Architecture 2011 已有現成的既有的編輯類型性質功能鍵設定牆與樓板之構件塗層，牆與樓板元件族群之構件層設定順序是構件中心層為結構層，中心層向外之左右兩側為次層即襯底層，次層向外之左右兩側則為外層即外部塗層；依照牆(內牆、外牆)、版(地板、平頂)的不同材質需求來設定，獲取該元件之裝修材質所需的數量。



3-3 實體元件(版、牆、柱、樑)材質設定

裝修工程主要是以建築空間的功能考量，設計不同的裝修材質，這些空間由結構元件(柱、樑、版、牆)的面包圍而成，相對於空間機能的面所採用及施作之材質均不同，同一個實體元件的不同面，常採用不同的裝修材質。本研究為方便設定實體元件的材質參數欄位設定，分別以實體元件之構件(面、邊、底、側、頂)相對於空間機能的面，設定構件面的屬性代號，將這些材質設定於實體元件之構件上，就形塑成如我們所稱之客廳、臥房、衛浴，廚房等裝修空間，以構件來作為空間裝修的表達，透過貼覆裝修材質的構件用來計算建築物的裝修裝修材質數量，是最直接且有效率的方式。

實體元件之構件面，代表的位置不同，所圍塑的空間機能也不同，本研究以構件斷面定義構件的型式，構件面朝於牆內定為內側(inside)，構件面朝於牆外定為外側(outside)，構件面朝於上定為上部(top)，構件面朝於下，定為下部(bottom) 如圖 3-31 所示之實體元件之構件型式代號斷面圖：

- 1、 以外牆為主，構件面朝於牆內定為 inside，
- 2、 以外牆為主，構件面朝於牆外定為 outside
- 3、 構件面朝於上，定為 top
- 4、 構件面朝於下，定為 bottom

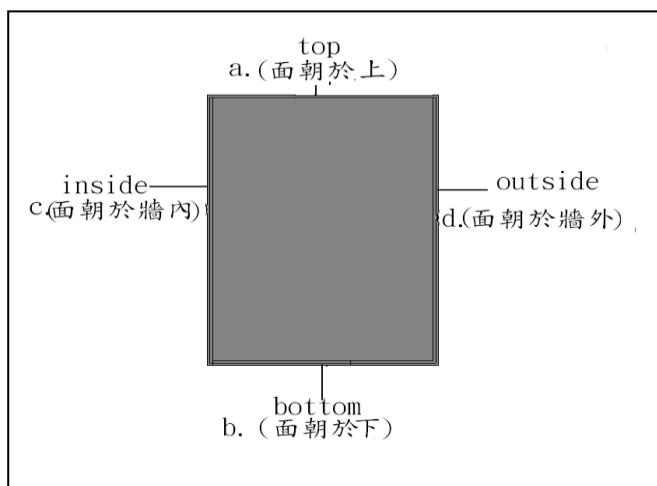





圖 3-31 實體元件外部塗層構件斷面圖[本研究整理]

本研究將實體元件柱、樑、版、牆(含材質設定)，套入建築裝修模型，即可呈現模型空間的裝修材質面積範圍，並自動產生實體元件材質數量。實體元件之構件型式，例如：柱(column)類型:角柱(本研究設定 Type A)，構件定義為以外牆中心線為主，柱的兩個面朝於內定為內部(inside)，柱的兩個面朝於外定為外部(outside)，則角柱實體元件之構件代號定為 Column-TypeA-inside 簡稱(C-A-i)，及 Column-TypeA-ouside 簡稱(C-A-o)，依續完成定義實體元件柱、樑、版、牆之構件型式代號如表 3-4 所示。

表 3-4 實體元件之構件型式代號表

實體元件	類型	名稱	實體元件之構件型式定義	實體元件之構件型式代號
柱 (Column)	Type A	角柱	 <p>以外牆為主，柱的兩側面朝於牆內(inside)</p> <p>以外牆為主，柱的兩側面朝於牆外(outside)</p>	Column-TypeA-inside(C-A-i) Column-TypeA-ouside(C-A-o)
	Type B	邊柱	 <p>以外牆為主，柱的一側朝於牆外(outside)或朝於牆內(inside)</p> <p>以外牆為主，柱的三側朝於牆外(outside)或朝於牆內(inside)</p>	Column-TypeB-inside(C-B-i) ⁺ Column-TypeB-ouside(C-B-o) ⁺
	Type C	內柱	 <p>柱的四個側面與外牆無相接。(inside)</p>	Column-TypeC-inside(C-C-i) ⁺

實體元件	類型	名稱	實體元件之構件型式定義	實體元件之構件型式代號
樑 (Beam)	Type A	邊樑	<p>樑的頂部面朝地坪(top)</p> <p>以外牆為主，樑的一側於牆外(outside)</p> <p>以外牆為主，樑的一側於牆內(inside)</p> <p>樑的底部面朝平頂(bottom)</p>	Beam-TypeA-inside(B-A-t) Beam-TypeA-inside(B-A-b) Beam-TypeA-inside(B-A-i) Beam-TypeA-inside(B-A-o)
	Type B	內樑	<p>樑的頂部面朝於地坪(top)</p> <p>未與外牆相接，樑的兩側面朝內牆，或未與內牆相接(inside)</p> <p>樑的底部面朝於平頂(bottom)</p>	Beam-TypeB-inside(B-B-t) Beam-TypeB-inside(B-B-b) Beam-TypeB-inside(B-B-i)
版 (Slab)	Type A	頂版	<p>版的頂部面朝於地坪(top)</p>	Slab-TypeA-up(S-A-t)
	Type B	底板	<p>版的底部面朝於平頂(bottom)</p>	Slab-TypeB-up(S-B-b)
牆 (Wall)	Type A	內牆	<p>以外牆為主，牆的一側面朝向於牆內(inside)</p>	Wall-TypeA-inside(W-A-i)
	Type B	外牆	<p>以外牆為主，牆的一側面朝向於牆外(outside)</p>	Wall-TypeB-outside(W-B-o)

將上述實體元件類型之構件代號與空間關係定訂實體元件與空間關係代號如表 3-5 所示。

表 3-5 空間與實體元件類型之構件代號

	實體元件	構件型式代號:
地坪	樑(Beam)	Beam-TypeA-inside(B-A-t)
		Beam-TypeB-inside(B-B-b)
	版(Slab)	Slabe-TypeA-up(S-A-t)
平頂	樑(Beam)	Beam-TypeA-inside(B-A-b)
		Beam-TypeB-inside(B-B-b)
	版(Slab)	Slabe-TypeA-up(S-A-t)
內牆	柱(Column)	Column-TypeA-inside(C-A-i)
		Column-TypeB-inside(C-B-i)
		Column-TypeC-inside(C-C-i)
	樑(Beam)	Beam-TypeA-inside(B-A-i)
		Beam-TypeB-inside(B-B-i)
	牆(Wall)	Wall-TypeA-inside(W-A-i)
外牆	柱(Column)	Column-TypeA-ouside(C-A-o)
		Column-TypeB-ouside(C-B-o)
	樑(Beam)	Beam-TypeA-inside(B-A-o)
	牆(Wall)	Wall-TypeB-ouside(W-B-o)

3-4 實例驗證

本案例位於新竹市溝貝段住宅新建工程，為地下0層、地上三層、屋突0層之獨棟透天住宅，外觀如圖 3-32 所示。該工程圖說包含(結構平面圖、結構配筋圖、建築平面圖、立面圖、剖面圖、門窗及裝修表)等。本研究採用 BIM 軟體(Autodesk Revit 2011)作為建模工具進行建構實體元件，依照本案例之建築結構圖(柱、樑、版、牆)編號定為模型實體元件之編號，並依實體元件之構件型式代號表，歸納本案例的結構元件類型，並依照建築圖說之裝修材質表，設定於實體元件之構件(面、邊、底、側、頂)，將完成材質設定的實體元件族群套入本案例之建築模型，將實體元件族群(柱、樑、版、牆)接合，即成為建築裝修模型，經檢核裝修模型的實體元件接頭是否扣除及實體元件之構件材質範圍是否無誤後，即可提取實體元件之裝修材質面積數量，輸出本案例之裝修工程數量明細表。



圖 3-32 研究案例實際現況外觀圖

3-4-1 驗證流程

依照本案例之建築圖完成本案之建築基本模型，依照（柱、樑、版、牆結構編號）定為模型實體元件之編號，並依實體元件之構件型式代號表，歸納本案例的結構元件類型，套入實體元件族群(柱、樑、版、牆)依照建築圖說之裝修材質表，設於構件面部(元件之外部塗層)包覆於實體元件族群，將完成材質設定的實體元件套入本案例之建築模型，將實體元件(柱、樑、版、牆)完成接合，經檢核模型實體元件接頭是否扣除及實體元件之構件材質範圍是否無誤後，即可提取實體元件之裝修材質數量，輸出本案例裝修工程明細表，建構步驟如圖 3-33 所示。

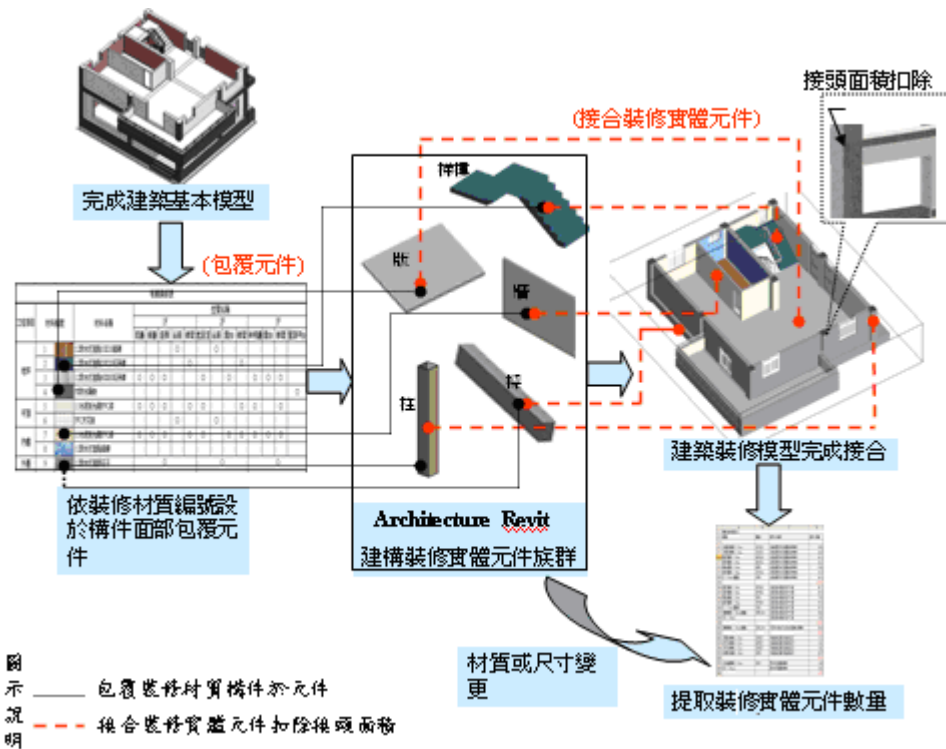


圖 3-33 建築裝修模型建構步驟圖

3-4-2 建築裝修模型建構步驟

步驟 1、依表區分「實體元件」(柱、樑、版、牆)之類型:

說明:將本案例之 2F 建築結構平面圖如圖 3-34 所示,依實體元件之構件型式代號表區分「實體元件」(柱、樑、版、牆)之類型,例如 2FC1 為角柱,其柱的 4 個面的構件型式 2 面為 (C-A-i) 另 2 面為 (C-A-o),依續將本案之實體元件類型套入實體元件之構件型式代號表,完成後如表 3-7 所示。

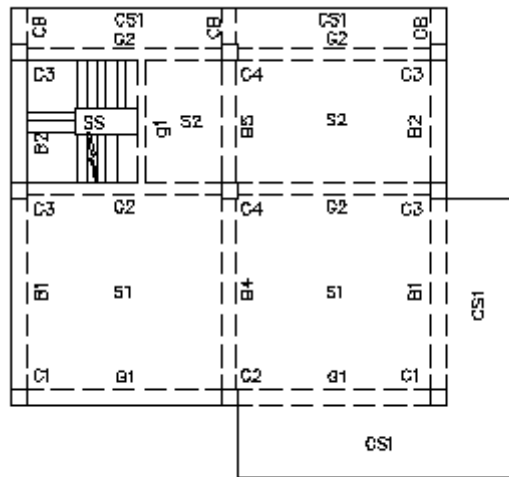


圖 3-34 本研究 2F 案建築結構平面圖

表 3-7 本案實體元件類型之構件型式完成套入代號表

實體元件	實體元件	構件型式代號:	FF	2F	3F	RF
柱 Column	角柱(C-A)	Column-TypeA-inside(C-A-i)	C1	C1		
		Column-TypeA-ouside(C-A-o)				
	邊柱(C-B)	Column-TypeB-inside(C-B-i)	C2,C3	C2,C3	C3,C4	
		Column-TypeB-ouside(C-B-o)				
	內柱(C-C)	Column-TypeC-inside(C-C-i)	C4	C4	C4	
樑 Beam	邊樑(B-A)	Beam-TypeA-inside(B-A-u)	FG1~FG5, CFG	B1~B2, G1~G2	B1~B2, G1~G2	B2,G2, g2
		Beam-TypeA-inside(B-A-d)				
		Beam-TypeA-inside(B-A-i)				
		Beam-TypeA-inside(B-A-o)				
	內樑(B-B)	Beam-TypeB-inside(B-B-u)	FG2,FG6, FG7	G2,B4, B5,g1	G2,B4, B5,g1	B5
		Beam-TypeB-inside(B-B-d)				
		Beam-TypeB-inside(B-B-i)				
版 Slab	版(S)	Slabe-TypeA-up(S-A-u)	FS1~FS2	S1~S2 CS1	S1~S2 CS1	S2
		Slabe-TypeB-up(S-B-d)				
牆 Wall	內牆(W-A)	Wall-TypeA-inside(W-A-i)	W2	W2		
	外牆(W-B)	Wall-TypeB-ouside(W-B-i)	W1	W1	W1	W1
		Wall-TypeB-ouside(W-B-o)				

步驟 2、依本案例建築圖說之裝修粉刷表如 3-6 所示，設定「實體元件」之「構件」的塗層材質，「包覆」於實體元件上。

表 3-6 本研究案建築粉刷裝修表

		粉刷裝修表														
工程項目	材料編號	材料名稱	空間名稱													
			1F					2F				3F				
			客廳	餐廳	廚房	浴廁	梯間	起居室	浴廁	露台	梯間	神明廳	露台	梯間	屋頂平台	
傳統 粉刷 裝修 表	1	1:2防水打底貼磁磚				○				○						
	2	1:2防水打底貼石英磚	○	○	○		○	○		○	○	○	○	○		
	3	PU防水隔熱												○		
平頂	4	1:3水泥粉光刷PVC漆	○	○	○		○	○			○	○		○		
	5	PVC天花板				○			○							
內牆	6	1:3水泥粉光刷PVC漆	○	○	○		○	○		○	○	○	○	○		
	7	1:2防水打底貼磁磚				○			○							
外牆	8	1:2防水打底混石子			○				○				○			

2-1、柱實體元件設定:

- a. 本案例 2F 建築結構平面圖位於客廳位置之柱編號 C1 為角柱，類型為(C-TypeA) (依本案例之建築裝修表客廳 C1 柱的 4 個面材質 2 面為內牆 i 設定: 1 底 2 度水泥粉光 PVC 漆，其它 2 面為外牆 o 設定: 1 底 2 度打底混石子)，構件型式裝修材質設定如圖 3-35 所示。

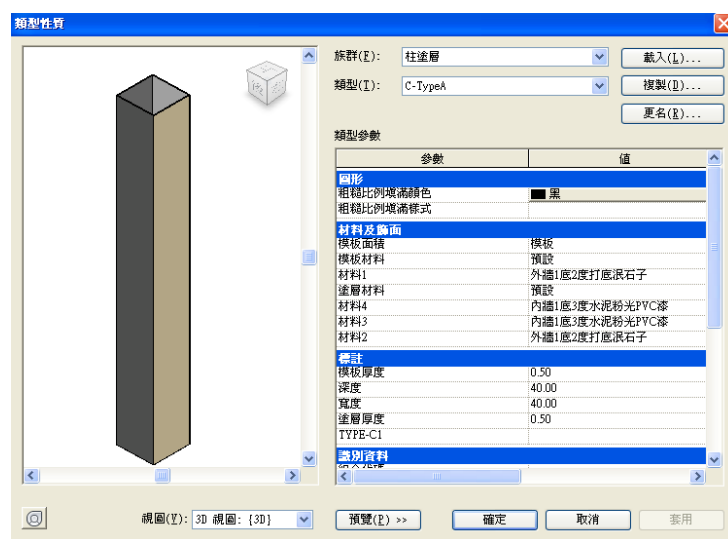


圖 3-35 角柱元件 CA(C-Type A)之構件材質設定

b. 構平面圖柱編號 C2、C3 為邊柱元件，型式代號 C-B(C-Type B)，構件代號的 4 個面，(1 面為內牆 i 設定:1 底 2 度水泥粉光 PVC 漆，其它 3 面為外牆 o 設定:1 底 2 度打底混石子)，構件型式裝修材質設定如圖 3-36 所示。

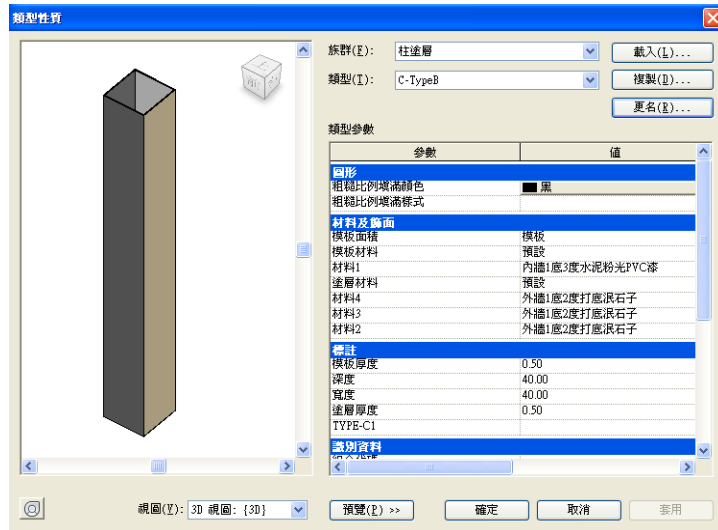


圖 3-36 邊柱元件 CB(C-Type B)之構件材質設定

c. 結構平面圖柱編號為內柱元件，型式代號 C-C(C-Type C)，其構件代號(C-C-i)參數的 4 個面，材料設定均為 1 底 2 度水泥粉光 PVC 漆，構件型式裝修材質設定如圖 3-37 所示。

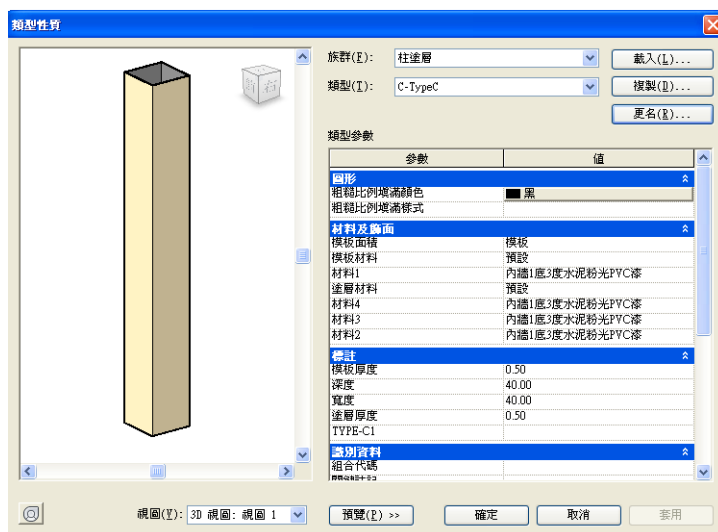


圖 3-37 內柱元件 C-C(C-Type C)之構件材質設定

將所有樓層的實體元件柱之構件面完成設定後，實體元件柱(體)之構件圍塑出建築模型空間外牆及內牆(面)的材質呈現，如圖 3-38 所示。

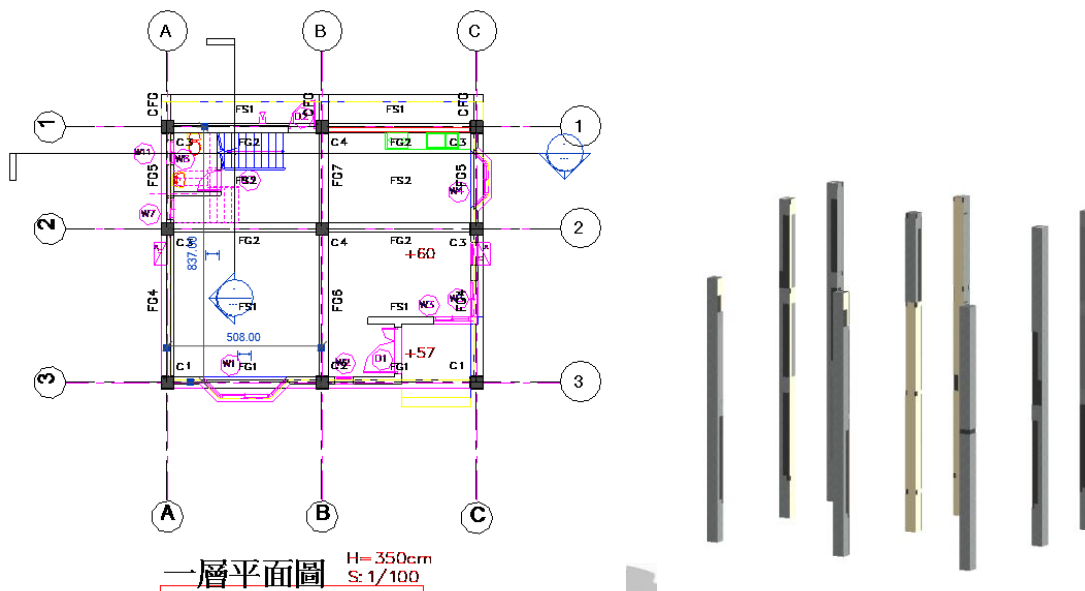


圖 3-38 本案例實體元件柱之構件參數材質設定完成圖

2-2、樑實體元件設定:

a. 結構平面圖樑編號 B1~G2 為邊樑元件，型式代號 B-A (B-Type A)，其構件代號參數的 4 個面材料設定為(i:樑內側，為內牆 1 底 2 度水泥粉光 PVC 漆，o:樑外側，為外牆 1 底 2 度打底混石子，u:樑頂，為地坪 1 底 2 度 如圖 3-39 所示。

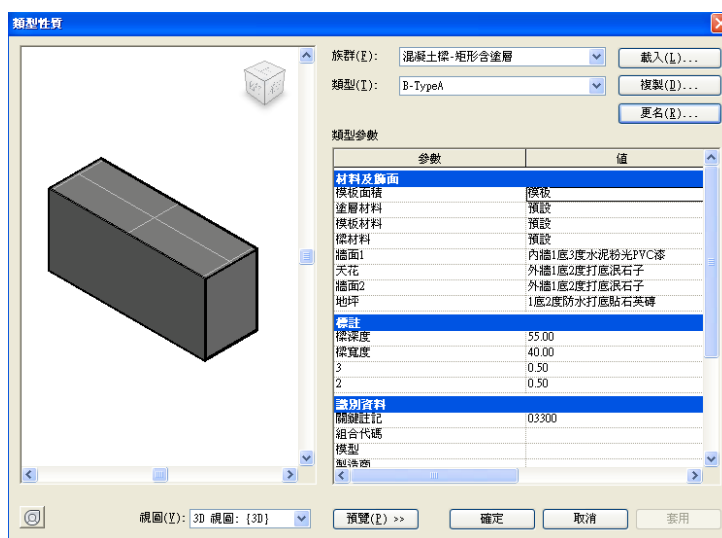


圖 3-39 邊樑元件 B-A (B-Type A) 之構件材質設定

b.結構平面圖樑編號 G2,B4,B5.g1 為內樑元件，型式代號 B-B(B-Type B)，其構件代號參數的 4 個面材料設定(i 樑側為:1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆，o 樑側:為 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆，u 樑頂:為地坪 1 底 2 度打底貼石英磚，d 樑底:為天花板 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆)，構件材質設定如圖 3-40 所示。

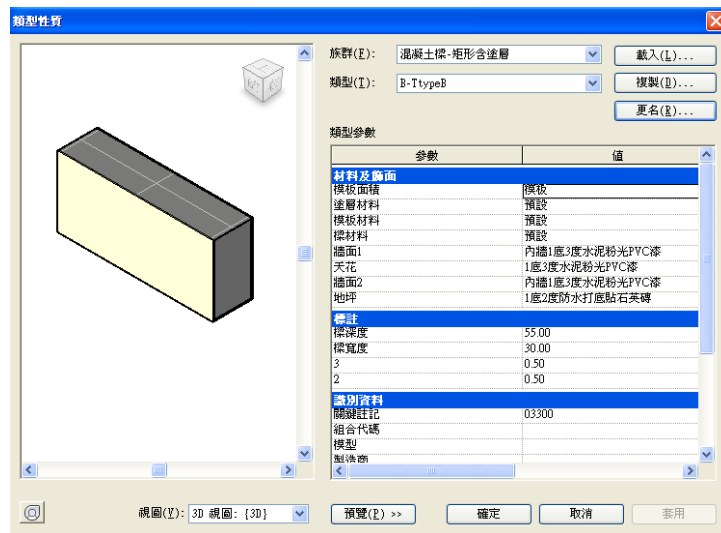


圖 3-40 內樑元件 B-B(B-Type B)之構件材質設定

將所有樓層的實體元件樑之構件面完成設定後，(內樑的兩側天花板油漆材質，邊樑的兩側為內外牆的材質。實體元件樑之構件完成裝修材質面，圍塑出建築模型空間的內外牆(面)、地板裝修材質呈現如俯視圖 3-41 及天花板的裝修材質如仰視圖 3-42 所示。

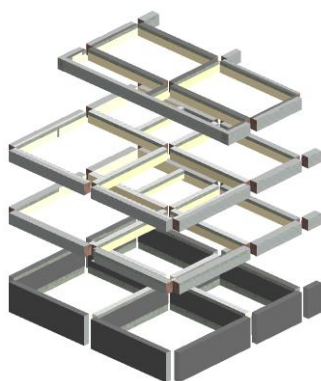


圖 3-41 內、外牆、地板材質呈現俯視圖

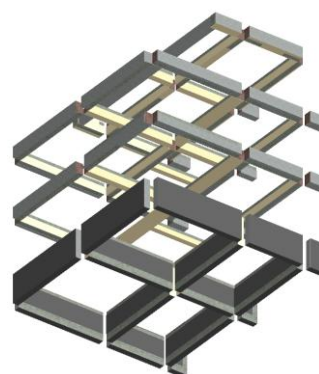


圖 3-42 天花板材質呈現仰視圖

2-3、版實體元件設定:

a.版元件 S(S-Type 1)，其構件代號參數的 2 個面材料設定為(u 版頂:為地坪 1 底 2 度打底貼石英磚，d 版底:為天花板設為天花板 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆)，材質設定如圖 3-43 所示。

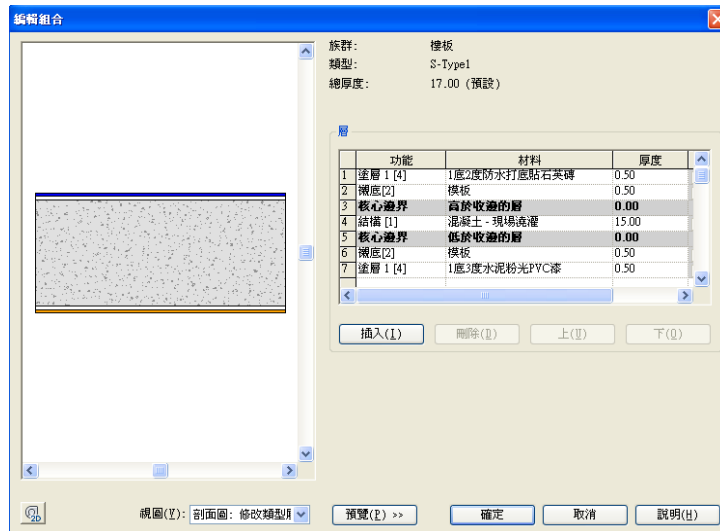


圖 3-43 版元件 S(S-Type1)之構件材質設定

b.版元件 S(S-Type2)，其構件參數的 2 個面材料設定為(u 版頂:為地坪防水打底貼磁磚 d 版底:為天花板 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆，材質設定如圖 3-44 所示。

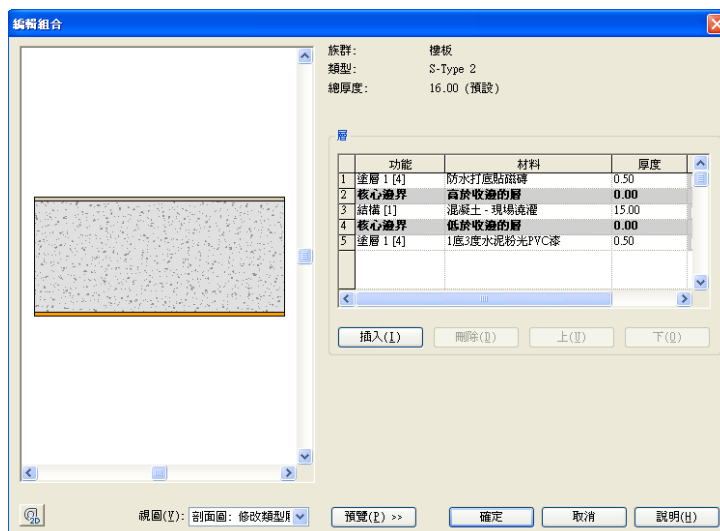


圖 3-44 版元件 S(S-Type2)之構件材質設定

c.版元件 S(S-Type3),其構件代號參數的2個面材料設定為(u版頂:地坪PU防水加10CM泡沫混凝土隔熱,d版底:為天花板1底3度水泥粉光PVC漆,材質設定如圖3-45所示。

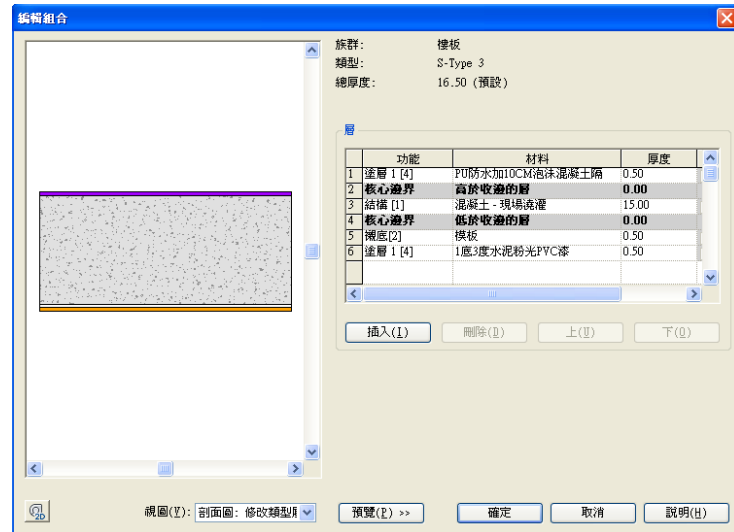


圖 3-45 版元件 S(S-Type2)之構件材質設定

4.版元件 S(S-Type4),其構件代號參數的2個面材料設定為(u版頂:地坪為1底2度打底貼石英磚,d版底:為PVC天花板,材質設定如圖3-46所示。

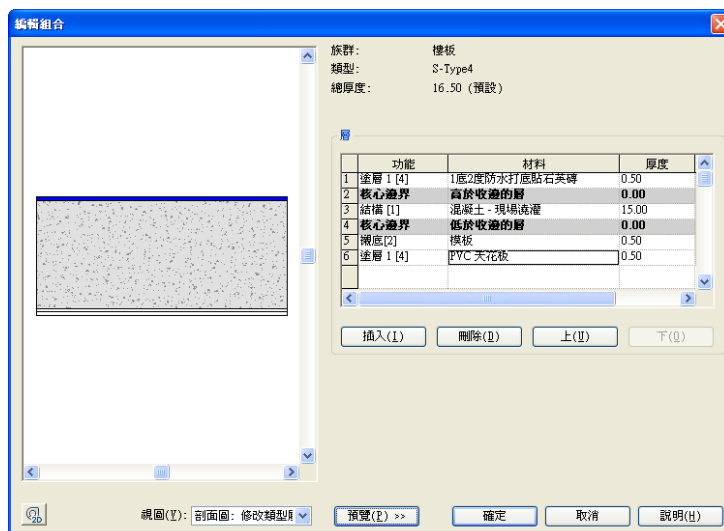


圖 3-46 版元件 S(S-Type3)之構件材質設定

將所有樓層的實體元件版之構件面完成設定後，版的頂部為地坪(地板)材質，版的底部為平頂(天花板)的材質，實體元件版(體)之構件圍塑出空間元件(面)，地板完成裝修材質面如俯視圖呈現如圖 3-47 所示，天花板完成裝修材質面仰視圖呈現如圖 3-48 所示。

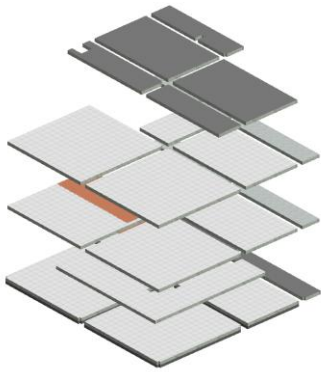


圖 3-47 地板裝修材質面呈現俯視圖

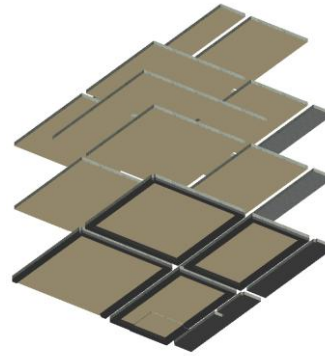


圖 3-48 天花板完成裝修材質呈現仰視圖

2-4、牆實體元件設定:

a.內牆元件(W-Type A)，其構件代號參數的 2 個面材料設定為(i 內牆:1 面 1 底 2 度水泥粉光 PVC 漆，i 內牆:為內牆 1 底 2 度打底貼磁磚)，材質設定如圖 3-49 所示。

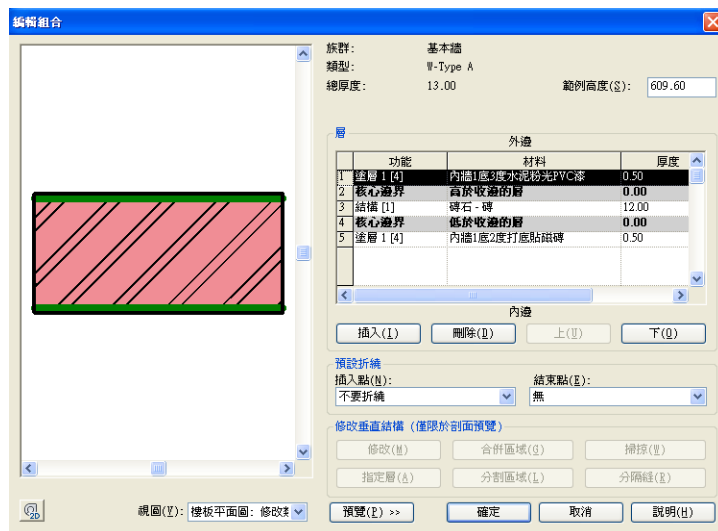


圖 3-49 內牆元件(W-Type A) 之構件材質設定

b. 外牆元件(W-Type B)，其構件參數的2個面材料設定為(i牆內：1底2度水泥粉光PVC漆，o牆外：外牆1底2度打底泥石子)， 材質設定如圖3-50所示。

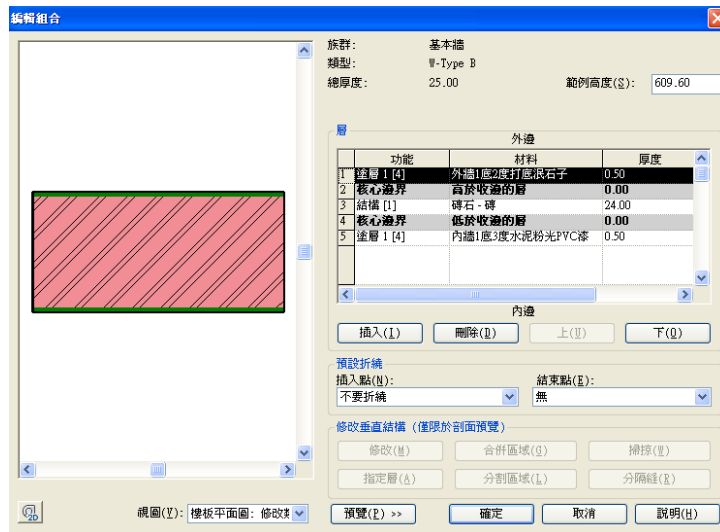


圖 3-50 內牆元件(W-TypeB) 之構件材質設定

c. 外牆元件(W-Type B-2)，其構件參數的2個面材料設定為(i牆內：內牆1底2度打底貼磁磚，o牆外：外牆1底2度打底泥石子)材質設定如圖3-51所示。

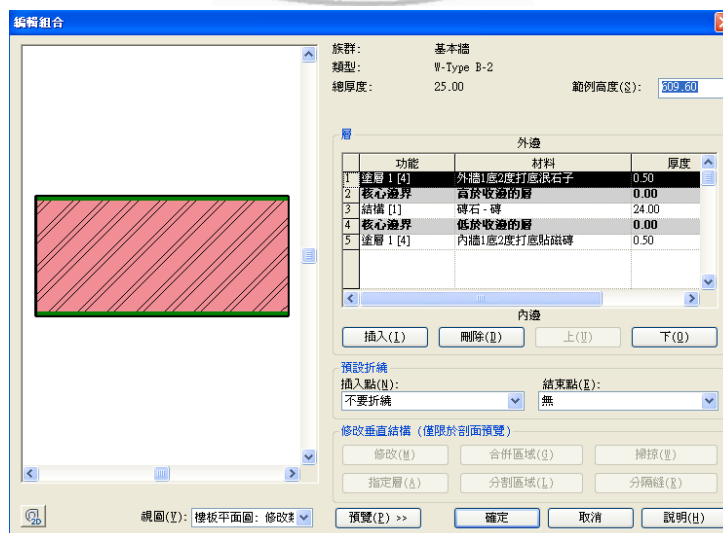


圖 3-51 內牆元件(W-TypeB-2) 之構件材質設定

將所有樓層的實體元件牆之構件面完成設定後，(牆的內側為內牆的材質，牆的外側為外牆的材質，實體元件版(體)之構件圍塑出空間元件(面)，外牆完成裝修材質面如圖 3-52 及內牆完成裝修材質面如圖 3-53 的呈現。

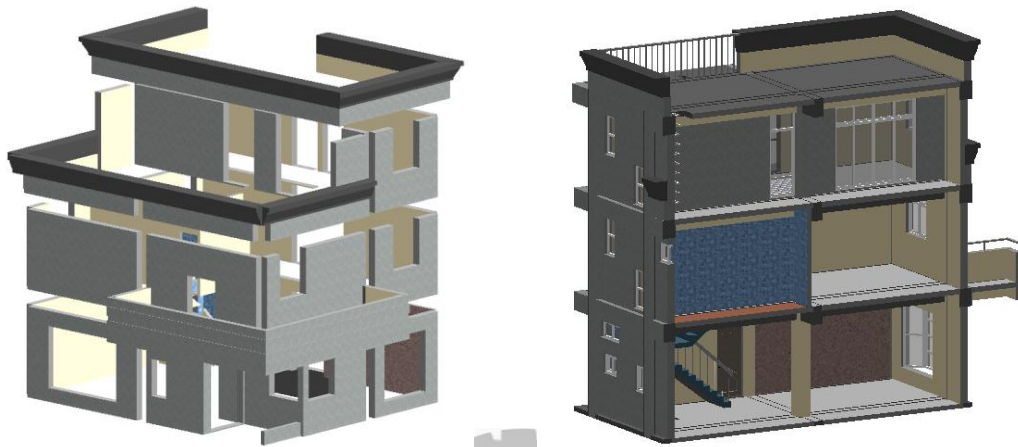


圖 3-52 外牆裝修材質呈現立面圖

圖 3-53 內牆裝修材質呈現剖面圖



步驟 3、「實體元件」(柱、樑、版、牆)材質設定步驟說明:

材質設定順序以每個機能空間的版、牆的裝修面積為主如圖步驟 1 及 2，先設定版材質、繼而設定牆材質。繼而以每個機能空間牆，柱位置所屬類型套入柱元件族群，需呈現的材質，依其與牆組合面的設定材質，如圖步驟 2 及 3，角柱及內柱與牆所組合出不同裝修面。步驟 4 是將實體元件柱樑族群築套入後，樑與版所組合出的裝修面，進而依步驟 5 及 6 建構門窗及欄杆，完成上述步驟的元件材質設定所呈現的之建築裝修模型如圖 3-54 所示。

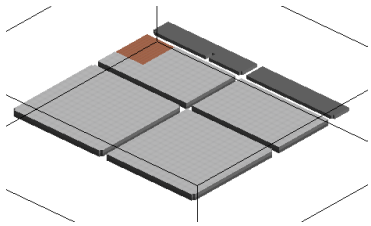
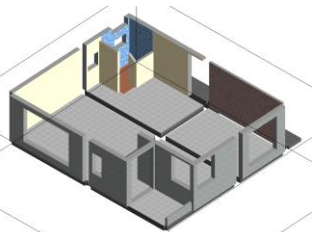
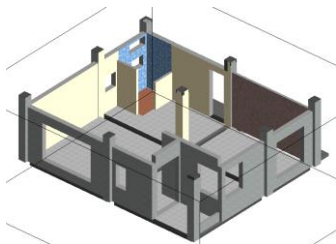



<p>步驟 1. 先完成實體元件版材質設定</p>	<p>步驟 2. 繼而完成實體元件牆材質設定</p>
	
<p>步驟 3. 套入實體元件柱族群，設定材質</p>	<p>步驟 4. 套入實體元件樑族群，設定材質</p>
	
<p>步驟 5. 完成實體元件門、窗組立</p>	<p>步驟 6. 完成實體元件欄杆組立</p>
	

圖 3-54 「實體元件」材質設定步驟

步驟 4、檢核實體元件（柱、樑、版、牆）與空間(地坪、平頂、內牆、外牆)裝修材質，如圖 3-55 所示，本案例 2F 之實體元件與空間（地坪、平頂、內牆、外牆）材質設定及範圍檢核。

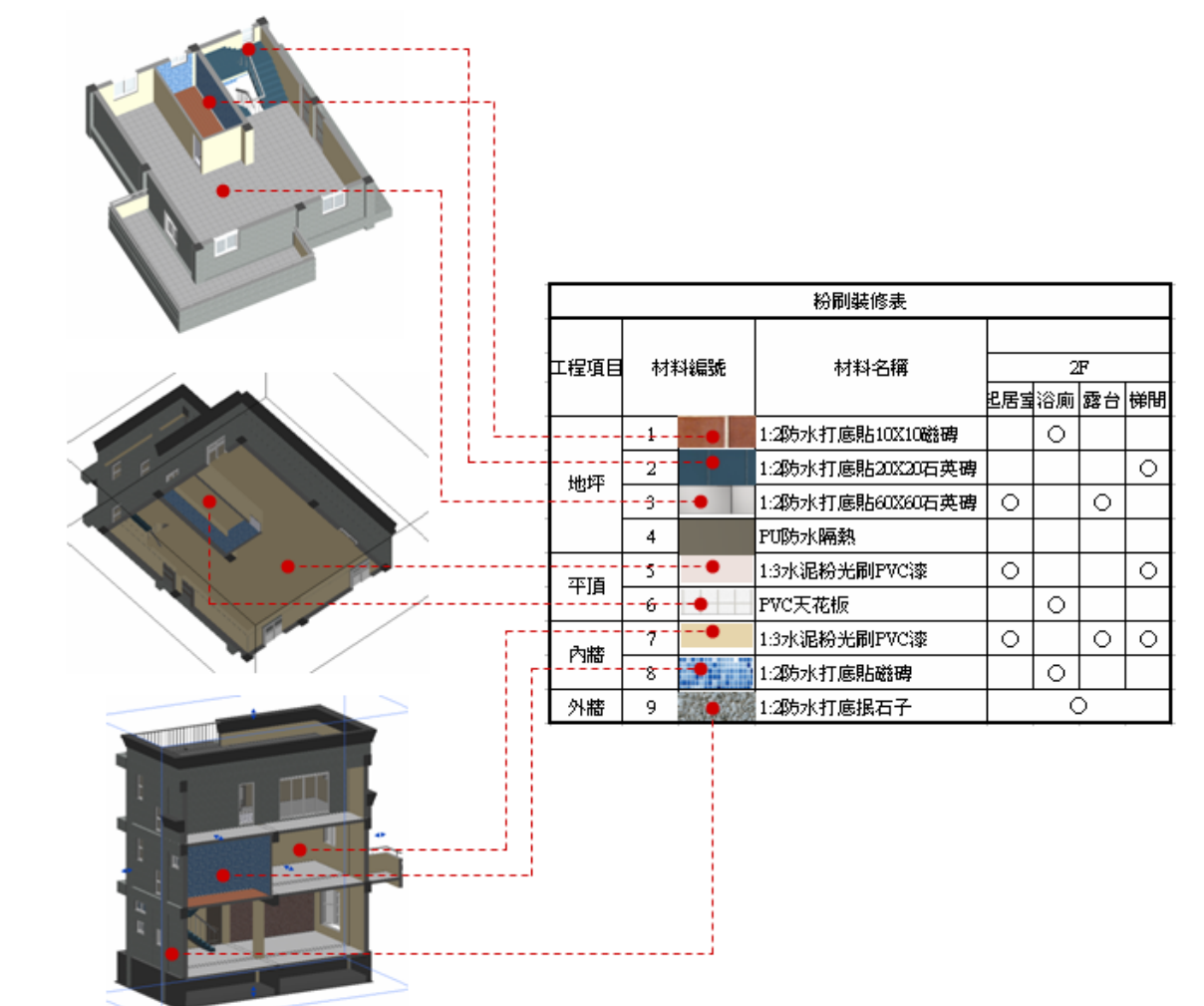


圖 3-55 模型空間（地坪、平頂、內牆、外牆）材質設定檢核

步驟 5、檢核實體元件之(柱、樑、版、牆)之接合面積是否扣除，如圖 3-56 所示，柱與樑、樑與版、柱與牆之接頭面積扣除。

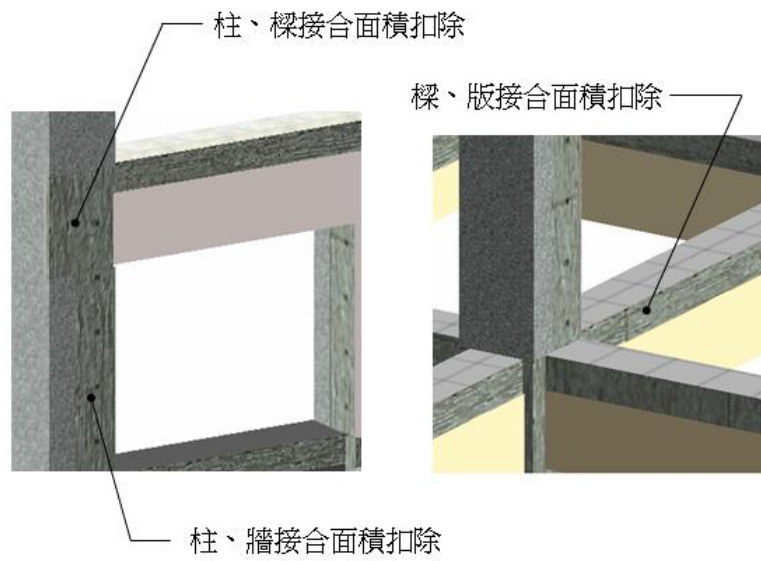


圖 3-56 實體元件之(柱、樑、版、牆)構件接合面積扣除檢核



步驟6、匯出建築裝模型之實體元件(柱、樑、版、牆)材料數量明細表如表3-8~3-11所示，完成本研究案例建築裝修工程數量計算。

表 3-8 實體元件版材料明細表

	A	B	C	D
1	樓板材料需求 2			
2	類型	備註	材料:名稱	材料:面積
3				
4	1F室內樓板 - 15cm	1FS1S2	1底2度防水打底貼石英磚	46.6
5	1F室內樓板 - 15cm	1FS3S4	1底2度防水打底貼石英磚	25.44
6	室內樓板 - 15cm	2FS1S2	1底2度防水打底貼石英磚	36.17
7	室內樓板 - 15cm	2FS3S4	1底2度防水打底貼石英磚	19.32
8	陽台樓板 - 15cm	2FS8	1底2度防水打底貼石英磚	17.08
9	室內樓板 - 15cm	3FS3S4	1底2度防水打底貼石英磚	19.32
10	S1 - 15cm (露臺)	3FS8	1底2度防水打底貼石英磚	44.74
11				208.67
12	室內樓板 - 15cm	2FS1S2	1底3度水泥粉光PVC漆	36.17
13	室內樓板 - 15cm	2FS3S4	1底3度水泥粉光PVC漆	19.32
14	陽台樓板 - 15cm	2FS8	1底3度水泥粉光PVC漆	17.08
15	室內樓板 - 15cm	3FS3S4	1底3度水泥粉光PVC漆	19.32
16	S1 - 15cm (露臺)	3FS8	1底3度水泥粉光PVC漆	44.74
17	頂樓樓板 - 15cm (露臺)	RFS1234	1底3度水泥粉光PVC漆	39.46
18	FS2 - 15cm 2		1底3度水泥粉光PVC漆	8.65
19				184.74
20	頂樓樓板 - 15cm (露臺)	RFS1234	PU防水加10CM泡沫混凝土隔熱	39.46
21				39.46
22	1F陽台樓板 - 15cm	1FS6S7	外牆1底2度打底混石子	9.27
23	2F平台樓板 - 15cm	2FS6S7	外牆1底2度打底混石子	18.2
24	3F平台樓板 - 15cm	3FS6S7	外牆1底2度打底混石子	18.2
25	RFF陽台樓板 - 15cm	RFS6	外牆1底2度打底混石子	10.07
26				55.74
27	1F浴室樓板 - 15cm	1FS5	防水打底貼磁磚	2.96
28	FS2 - 15cm 2		防水打底貼磁磚	8.65
29				11.61

表 3-9 實體元件牆材料明細表

	A	B	C	D
1	牆材料需求 2			
2	類型	備註	材料: 名稱	材料: 面積
3				
4	磚牆 1/2B	1EW10	內牆1底2度打底貼磁磚	2.87
5	磚牆 1/2B	1FW11	內牆1底2度打底貼磁磚	0.15
6	磚牆 1/2B	1FW12	內牆1底2度打底貼磁磚	0.63
7	磚牆 1/2B	1FW13	內牆1底2度打底貼磁磚	1.75
8	鋁鋅鋼板牆 12cm	1FW4	內牆1底2度打底貼磁磚	13.78
9	磚牆 1B 7	1FW8	內牆1底2度打底貼磁磚	4.65
10	磚牆 1B 7	1FW9	內牆1底2度打底貼磁磚	5.14
11	磚牆 1/2B	2FW10	內牆1底2度打底貼磁磚	12.15
12	磚牆 1/2B	2FW11	內牆1底2度打底貼磁磚	5.91
13	磚牆 1B 2	2FW12	內牆1底2度打底貼磁磚	12.14
14	磚牆 1B 5	2FW6	內牆1底2度打底貼磁磚	4.17
15				63.34
16	磚牆 1/2B	1EW10	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	2.87
17	磚牆 1B	1F6W6	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	13.63
18	磚牆 1B	1FW1	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	7.98
19	磚牆 1/2B 2	1Fw1	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	0.76
20	磚牆 1/2B	1FW11	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	0.15
21	磚牆 1/2B	1FW12	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	0.63
22	磚牆 1/2B	1FW13	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	1.73
23	磚牆 1B	1FW2	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	5.7
24	磚牆 1B	1FW2-1	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	2.55
25	磚牆 1B	1FW2-2	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	9.44
26	磚牆 1B	1FW3	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	7.04
27	磚牆 1B	1FW5	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	6.86
28	磚牆 1B	1FW7	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	4.86
29	磚牆 1B	1FW8	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	2.44
30	磚牆 1B	2FW1	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	12.15
31	RC 牆 18cm	2Fw1	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	2.42
32	磚牆 1/2B	2FW10	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	12.15
33	磚牆 1/2B	2FW11	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	6.14

表 3-10 實體元件柱材料明細表

	A	B	C	D
1	柱材料需求 7			
2	類型	備註	材料:名稱	材料:面積
3				
4	TYPE-C2	3FC9	PU防水加10CM泡沫混凝土隔熱	0
5	TYPE-C1	3FC4	PU防水加10CM泡沫混凝土隔熱	1.29
6	TYPE-C2	3FC7	PU防水加10CM泡沫混凝土隔熱	2.53
7	40 x 40cm		PU防水加10CM泡沫混凝土隔熱	0.06
8	40 x 40cm		PU防水加10CM泡沫混凝土隔熱	0.06
9	40 x 40cm		PU防水加10CM泡沫混凝土隔熱	0.02
10	40 x 40cm		PU防水加10CM泡沫混凝土隔熱	0.06
11	40 x 40cm		PU防水加10CM泡沫混凝土隔熱	0.16
12	40 x 40cm		PU防水加10CM泡沫混凝土隔熱	0.06
13				4.24
14	TYPE-C1	1FC4	內牆1底2度打底貼磁磚	0.06
15	TYPE-C2	1FC8	內牆1底2度打底貼磁磚	0
16	TYPE-C2	2FC8	內牆1底2度打底貼磁磚	0.05
17				0.11
18	TYPE-C1	1FC1	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	0.06
19	TYPE-C1	1FC3	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	0.03
20	TYPE-C1	1FC4	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	0
21	TYPE-C2	1FC5	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	1.51
22	TYPE-C2	1FC6	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	1.51
23	TYPE-C2	1FC7	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	1.34
24	TYPE-C2	1FC8	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	1.53
25	TYPE-C3	1FC9	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	5.8
26	TYPE-C1	2FC1	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	0.05
27	TYPE-C1	2FC2	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	0.05
28	TYPE-C1	2FC3	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	0.05
29	TYPE-C1	2FC4	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	0.05
30	TYPE-C2	2FC5	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	1.33
31	TYPE-C2	2FC6	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	1.35
32	TYPE-C2	2FC7	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	1.28
33	TYPE-C2	2FC8	內牆1底3度水泥粉光PVC漆	0.71

表 3-11 實體元件樑材料明細表

1	結構框架材料需求 2			
2	類型	備註	材料:名稱	材料:面積
3				
4	type -B3 30X55 2	1FB10	1底2度防水打底貼石英磚	0.88
5	type -B3 30X55 2	1FB11	1底2度防水打底貼石英磚	1.47
6	type -B3 30X55 2	1FB12	1底2度防水打底貼石英磚	1.4
7	type -B3 25X40	1FB13	1底2度防水打底貼石英磚	0.76
8	type -B3 30X55 2	1FB9	1底2度防水打底貼石英磚	1.38
9	BB 40X55 2	2FB1	1底2度防水打底貼石英磚	0.79
10	type -B3 30X55 2	2FB10	1底2度防水打底貼石英磚	0.88
11	type -B3 30X55 2 2	2FB11	1底2度防水打底貼石英磚	1.43
12	type -B3 30X55 2	2FB12	1底2度防水打底貼石英磚	1.4
13	type -B3 25X40	2FB13	1底2度防水打底貼石英磚	0.76
14	BB 40X55 2	2FB2	1底2度防水打底貼石英磚	0.79
15	BB 40X55 2	2FB5	1底2度防水打底貼石英磚	0.78
16	BB 40X55 2	2FB6	1底2度防水打底貼石英磚	0.74
17	type -B11 30X55 2	2FB9	1底2度防水打底貼石英磚	1.38
18	type -B1	BFB12	1底2度防水打底貼石英磚	0.88
19	type -B1	BFB5	1底2度防水打底貼石英磚	1.4
20	type -B1	BFB6	1底2度防水打底貼石英磚	1.4
21	type -B1	BFB9	1底2度防水打底貼石英磚	1.38
22				19.9
23	BB 40X55	1FB1	1底3度水泥粉光PVC漆	0.05
24	type -B3 30X55 2	1FB10	1底3度水泥粉光PVC漆	3.33
25	type -B3 30X55 2	1FB11	1底3度水泥粉光PVC漆	6.46
26	type -B3 30X55 2	1FB12	1底3度水泥粉光PVC漆	5.31
27	type -B3 25X40	1FB13	1底3度水泥粉光PVC漆	2.87
28	bb30X55	1FB3	1底3度水泥粉光PVC漆	0.02
29	bb30X55	1FB4	1底3度水泥粉光PVC漆	0.05
30	BB 40X55	1FB6	1底3度水泥粉光PVC漆	0.03
31	BB 40X55	1FB7	1底3度水泥粉光PVC漆	0.03
32	type -B3 30X55 2	1FB9	1底3度水泥粉光PVC漆	5.26
33	type -B3 30X55 2	2FB10	1底3度水泥粉光PVC漆	3.33

第四章、研究成果

本研究以 BIM 實體元件族群所組成之建築裝修模型所產生之裝修工程數量，工程項目分為平頂、地坪、內牆、外牆，將本案例由 BIM 提取之實體元件材料數量(以 BIM 提取)稱之，與本研究所制定的樑柱實體元件族群(以修正 BIM 提取)稱之與傳統公式(傳統估算)稱之，計算裝修數量之差異，探討以 BIM 輸出裝修工程數量的精確度。

4-1 以既有 BIM 功能提取裝修數量比對

BIM 工具在裝修工程數量的提取上，可以經由設定牆的裝修面屬性，及搭配樑及柱的油漆功能計算無法扣除接頭面積之裝修數量(本表以既有 BIM 提取稱之)，與傳統估算公式計算(本表以傳統估算稱之)所得之裝修工程材料項目數量比對，如表 4-1 所示，未經扣除樑柱接頭面積所計算出的材質數量多傳統估算總計數量的 6.70%。

表 4-1、既有 BIM 提取材料項目數量比較表

工程項目	材料項目	既有 BIM 提取 (R, m^2)	傳統估算 (E, m^2)	差異值 ($R-E, m^2$)	差異% $100\% \times \left(\frac{R-E}{E}\right)$
地坪	1 底 2 度防水打底貼石英磚	230.55	228.04	2.51	1.10%
	屋頂 PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	50.57	50.33	0.24	0.48%
	浴廁 1 底 2 度防水打底貼磁磚	11.63	11.51	0.12	1.00%
	樓梯 1 底 2 度防水打底貼磁磚	32.09	32.28	-0.19	-0.58%
平頂	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	257.39	242.59	14.80	6.10%
	浴廁 PVC 明架天花板	11.61	11.57	0.04	0.32%
內牆	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	379.15	349.93	29.22	8.35%
	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	63.51	63.18	0.33	0.52%
外牆	外牆 1 底 2 度打底泝石子	512.86	462.68	50.18	10.85%
總計數量		1549.36	1452.11	97.25	6.70%

4-2 以樑、柱元件族群提取裝修數量結果比對

將(既有 BIM 提取)計算所得之裝修材料數量與本研究所制定的樑柱族群元件，經元件接合後可扣除樑柱版牆接頭面積，所提取之裝修工程數量(本表以修正 BIM 提取稱之)，計算所得之裝修工程材料項目數量比對，如表 4-2 所示，未經扣除樑柱接頭面積所計算出的材質數量多已扣除樑柱版牆接頭面積之總計數量的 4.07%。

表 4-2、(修正 BIM 提取)材料項目數量比較表

工程項目	材料項目	既有 BIM 提取(R , m^2)	修正 BIM 提取(r , m^2)	差異值($R-r$, m^2)	差異% $100\% \times \left(\frac{R-r}{r}\right)$
地坪	1 底 2 度防水打底貼石英磚	230.55	228.57	1.98	0.87%
	屋頂 PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	50.57	50.57	0.00	0.00%
	浴廁 1 底 2 度防水打底貼磁磚	11.63	11.61	0.02	0.17%
	樓梯 1 底 2 度防水打底貼磁磚	32.09	32.09	0.00	0.00%
平頂	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	257.39	251.56	5.83	2.32%
	浴廁 PVC 明架天花板	11.61	11.61	0.00	0.00%
內牆	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	379.15	351.02	28.13	8.01%
	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	63.51	63.51	0.00	0.0%
外牆	外牆 1 底 2 度打底混石子	512.86	488.23	24.63	5.05%
總計數量		1549.36	1488.77	60.59	4.07%

為能精確扣除樑柱接頭部份的裝修數量，以本研究所制定的樑柱族群元件，經元件接合後扣除樑柱版牆接頭所提取之裝修工程數量(本表以修正 BIM 提取稱之)與傳統估算法計算(本表以傳統估算稱之)所得之裝修工程材料項目數量比對，如表 4-3 所示，經扣除樑柱接頭面積所計算出的材質數量多傳統估算總計數量 2.52%。

表 4-3、(修正 BIM 提取)與(傳統估算)提取材料數量比較表

工程項目	材料項目	修正BIM提取(r, m ²)	傳統估算(E, m ²)	差異值(r-E, m ²)	差異% $100\% \times \left(\frac{r-E}{E}\right)$
地坪	1 底 2 度防水打底貼石英磚	228.57	228.04	0.53	0.23%
	屋頂PU防水加10CM泡沫混凝土隔熱	50.57	50.33	0.24	0.48%
	浴廁 1 底 2 度防水打底貼磁磚	11.61	11.51	0.10	0.83%
	樓梯 1 底 2 度防水打底貼磁磚	32.09	32.28	-0.19	-0.58%
平頂	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	251.56	242.59	8.97	3.70%
	浴廁 PVC 明架天花板	11.61	11.57	0.04	0.32%
內牆	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	351.02	349.93	1.09	0.31%
	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	63.51	63.18	0.33	0.52%
外牆	外牆 1 底 2 度打底混石子	488.23	462.68	25.55	5.52%
總計數量		1488.77	1452.11	36.66	2.52%

為了解與傳統估公式計算所得之裝修工程材料項目數量之精確度，如表 4-3 所示，差異量為+5.23%外牆及差異量為+3.57%平頂，仔細比對傳統建築平面圖與公式計算，發現傳統估算在外牆部份漏計外露邊樑的頂與底部面積(合計共 30.45 m²)，但重覆計算外露柱與外露樑的接合部份(7.04 m²)；類似的情況也出現在平頂的懸空樑部份，傳統估算時未將該懸空樑兩側面計入平頂面積(合計共 7.06 m²)，如圖 4-1 所示，故本研究將上述傳統估算漏扣及未計的數量(-7.04 m²)、(+7.06 m²)、(+30.45 m²)計入傳統估公式計算後，將由 BIM 模型提取的裝修數量與傳統估算的裝修數量再次比對如表 4-5 所示，可知兩者差異很小，足證由 BIM 提取裝修數量的適用性。

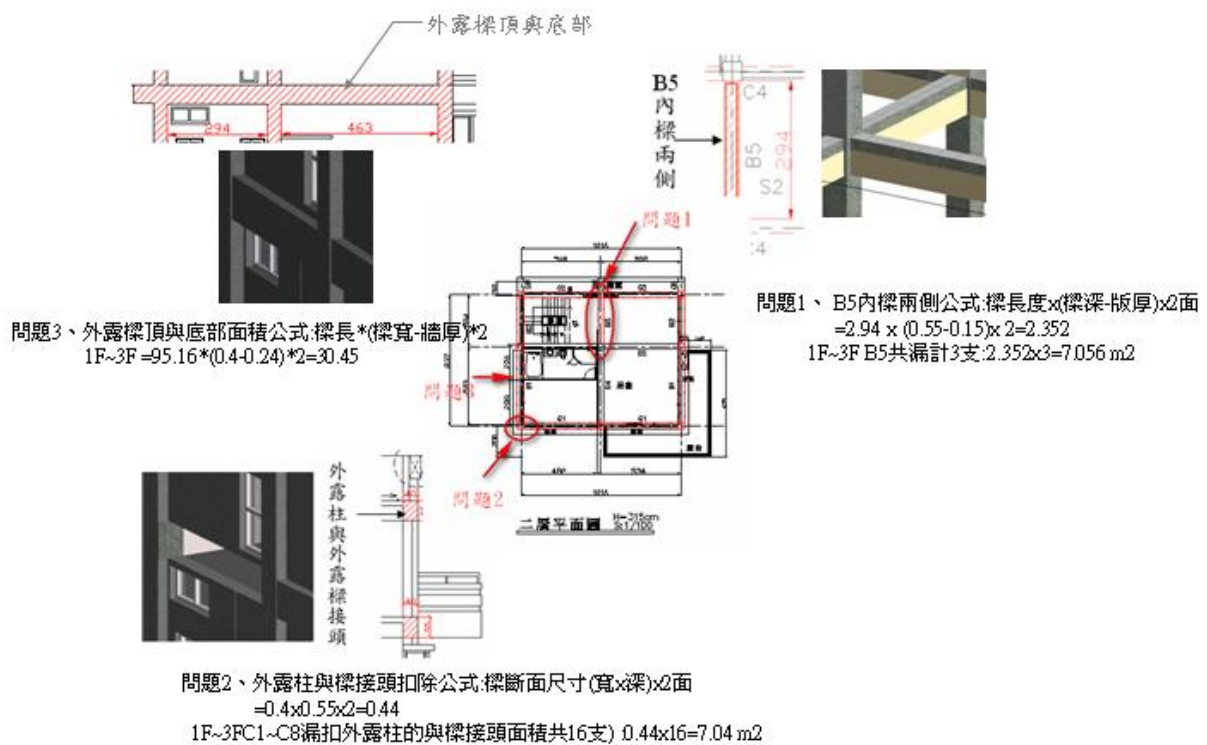


圖 4-1、研究案例裝修工程傳統估算易遺漏及重覆計入之部位示意圖

本研究將上述傳統估算所漏扣及漏計的平頂及外牆數量(-7.04 m²)、(+7.06 m²)、(+30.45 m²)計入傳統估算數量後以(修正傳統估算)稱之，如表 4-4 所示，(修正 BIM 提取)與 (修正傳統估算)提取裝修項目數量，原平頂裝修工程項目誤差值由+3.55%縮減至+0.75%；外牆工程項目誤差值由+5.52%縮減至+0.44%。而本研究與正確傳統公式計算數量於工程項目總計材質數量的誤差值為由+2.52%縮減至+0.42%，驗證由 BIM (REVIT) 提取出裝修工程數量的精確性。

表 4-4、(修正 BIM 提取)與(修正傳統估算)提取材料數量比較表

工程項目	材料項目	修正 BIM 提取(r, m ²)	修正傳統估算(e, m ²)	差異值(r-e, m ²)	差異% $100\% \times \left(\frac{r-e}{e}\right)$
地坪	1 底 2 度防水打底貼石英磚	228.57	228.04	0.53	0.23%
	屋頂 PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	50.57	50.33	0.24	0.48%
	浴廁 1 底 2 度防水打底貼磁磚	11.61	11.51	0.10	0.83%
	樓梯 1 底 2 度防水打底貼磁磚	32.09	32.28	-0.19	-0.58%
平頂	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	251.56	249.65	1.91	0.77%
	浴廁 PVC 明架天花板	11.61	11.57	0.04	0.32%
內牆	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	351.02	349.93	1.09	0.31%
	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	63.51	63.18	0.33	0.52%
外牆	外牆 1 底 2 度打底混石子	488.23	486.09	2.14	0.44%
總計數量		1488.77	1482.58	6.19	0.42%

4-3 裝修模型元件接頭面積的扣除

BIM 工具在裝修工程數量的提取上，可以經由設定牆的裝修面屬性，及搭配樑及柱的油漆功能計算外牆裝修數量。本案裝修工程材料數量總值如表 4-5 所示，採用 Revit 軟體既有功能鍵「油漆」提取本案例之裝修工程材質數量，因無法扣除樑柱接頭面積所計算出的材質數量多出標準公式總計算值的 4.50%；而採用本研究所制定的樑柱實體元件族群，具有完成元件間與樑、柱接頭面積扣除的功能，所計算的數量僅多出標準公式總計算值的 0.42%，如圖 4-11 所示採用本研究所制定的樑柱實體元件族群扣除樑、柱接頭面積所得數量與標準公式計算值，數量結果呈現一致。驗證本研究明確區分樑及柱的各個面對各式裝修面數量的影響，所制定的樑柱實體元件族群能將元件接合後自動扣除接頭面積，提高裝修工程數量計算的準確度。

表 4-5 BIM 提取有無扣除接頭面積裝修數量比較表

工程項目	裝修材質	BIM 提取 (R, m ²)	修正 BIM 提取 (r, m ²)	修正傳統估算(e, m ²)	差異% $100\% \times \left(\frac{R-e}{e}\right)$	差異% $100\% \times \left(\frac{r-e}{e}\right)$
地坪	1 底 2 度防水打底貼石英磚	230.55	228.57	228.04	+1.10	+0.23
	屋頂 PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	50.57	50.57	50.33	+0.48	+0.48
	浴廁 1 底 2 度防水打底貼磁磚	11.63	11.61	11.51	+1.04	+0.82
	樓梯 1 底 2 度防水打底貼磁磚	32.09	32.09	32.28	-0.59	-0.59
平頂	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	257.39	251.56	249.65	+3.10	+0.76
	浴廁 PVC 明架天花板	11.61	11.61	11.57	+0.34	+0.34
內牆	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	379.15	351.02	349.93	+8.35	+0.31
	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	63.51	63.51	63.18	+0.52	+0.52
外牆	外牆 1 底 2 度打底混石子	512.86	488.23	486.09	+5.52	+0.44
總計數量		1549.36	1488.77	1482.58	+4.50	+0.42

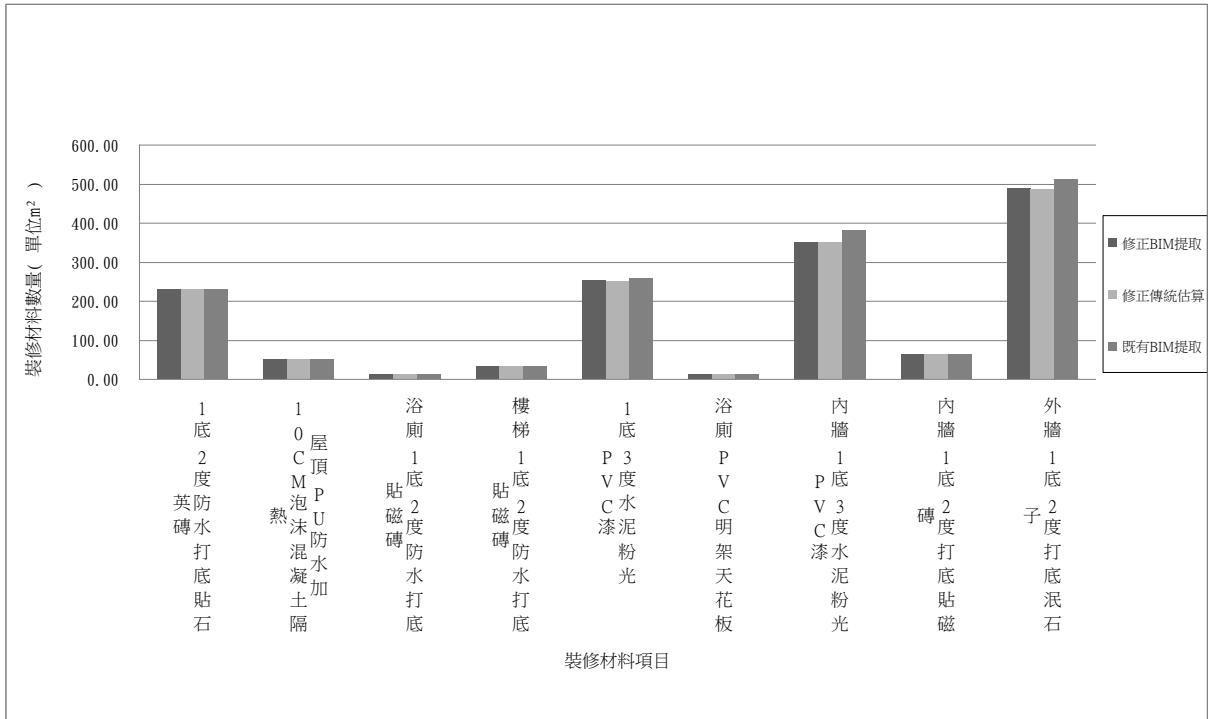


圖 4-2 BIM 提取有無扣除接頭面積裝修數量比較圖



傳統估算計算面積在接頭面積的扣除上往往須透過人以人為判別，本研究以建築裝修模型具有自動扣除接頭面積的功能，所提取的裝修工程的數量更為精確如圖 4-3 所示，左圖為傳統裝修公式需另寫入接頭扣除的計算式，在天花板內樑 B5 所計算的數量為 3.235 m²，右圖為建築裝修模型提取 B5 元件的數量則為 3.33 m²(已自動將樑版接頭面積扣除)，精確的直接以數字表示。

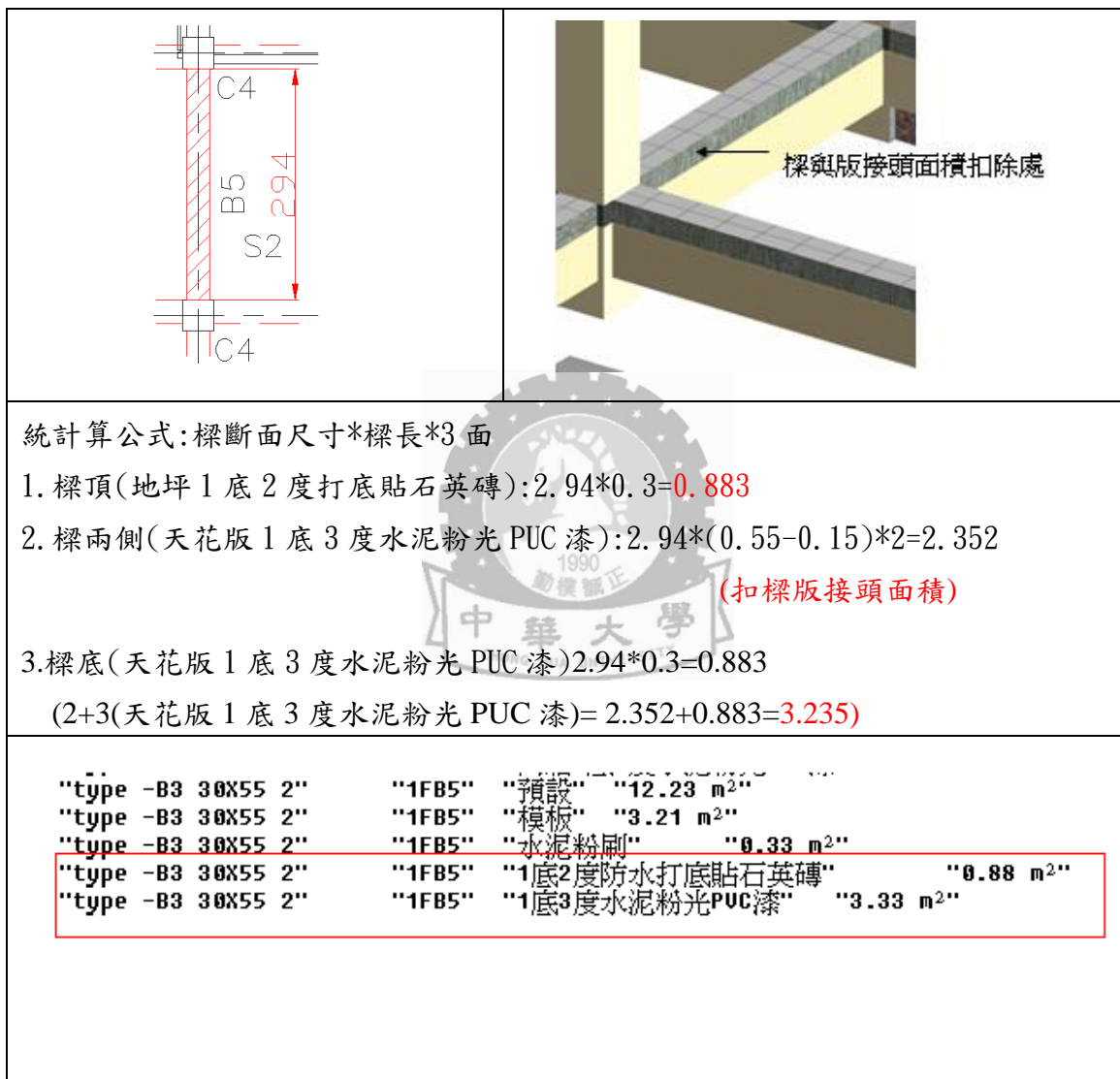


圖 4-3 3D 建築裝修模型接頭面積的自動扣除

4-4 裝修模型估算數量的精確度

本研究將上述傳統估算人為因素所漏扣及漏計的平頂及外牆數量(-7.04 m²)、(+7.06 m²)、(+30.45 m²)計入傳統估算數量後，如表 4-6 所示，原平頂裝修工程項目，(修正

BIM 提取)所提取數量與傳統裝修估算誤差值由+3.55%縮減至+0.75%；外牆工程項目誤差值由+5.52%縮減至+0.44%，工程項目總計材質數量的誤差為+0.42%。(REVIT)提取裝修項目數量與正確傳統公式應計算數量接近一致，驗證由 BIM (REVIT)提取出裝修工程數量的精確性，圖 4-4 所示，。

表 4-6 修正 BIM 提取工程數量比較表

工程項目	修正 BIM 提取(r) 單位(m ³)	修正 傳統估算(e) 單位(m ³)	差異值 (r-e, m ²)	差異% $100\% \times \left(\frac{r-e}{e}\right)$
地坪	322.84	322.16	0.68	0.21%
平頂	263.17	261.22	1.95	0.75%
內牆	414.53	413.11	1.42	0.34%
外牆	488.23	486.09	2.14	0.44%
總計	1488.77	1482.58	6.19	0.42%

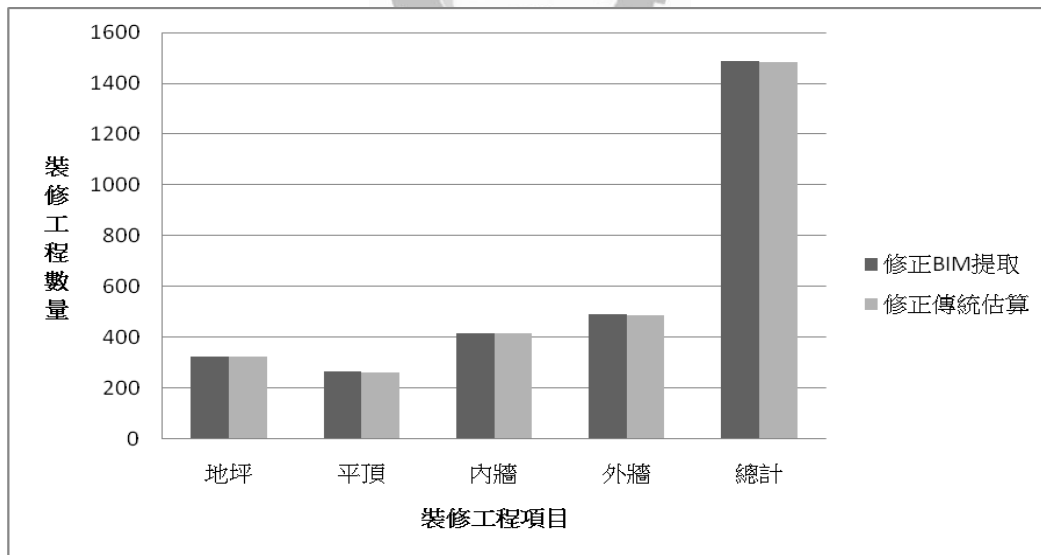


圖 4-4 修正 BIM 提取工程項目數量比較圖

4-5 小結

本章節以實際的建築工程案例，用 Revit Architecture 建置正確的建築模型，採用的 BIM 工具在提取裝修工程數量與傳統估算數量加以比對後，對於以建築資訊模型輸出裝修工程數量之研究成果歸納下列三點：

- 1、以 Revit 既有功能提取材料數量（未扣除樑柱接頭面積）計算所得之材料總數量，多出傳統估算之總計數量+6.70%。
- 2、以 Revit 既有功能提取材料數量（未扣除樑柱接頭面積）計算所得之材料總數量多出本研究所制定的樑柱族群元件（已扣除樑柱版牆接頭面積）之總計數量+4.07%。
- 3、為確認本研究所制定的樑柱族群元件，能精確扣除樑柱接頭部份的材料數量，將傳統估算所漏扣及漏計的數量重新計入後，本研究所制定的樑柱族群元件（已扣除樑柱版牆接頭面積）與傳統估算修正後之總計數量誤差值為+0.42%。



第五章、結論與建議

本研究以實際的建築工程案例，用 Revit Architecture 建置正確的建築模型，將完成設計建築模型經由版及牆的裝修材質設定及套入裝修實體元件族群柱與樑，並將柱樑版牆元件接合後所完成提取的裝修材料總數量，與正確傳統估算公式計算所得之裝修材料總數量比較驗證用 BIM 模型提取裝修工程數量的可行性，依照本案例研究所得成果歸納下列結論與建議：

5-1 結論

本研究以實際的建築工程案例，用 Revit Architecture 建置正確的建築模型，驗證用 BIM 模型提取裝修工程數量的可行性，依照本案例研究所得成果歸納下列五點結論：

- 1、傳統以二維圖說表達設計，因圖形圖像無法密切配合而使思維受限，且在歷經多次設計構想轉換甚至範圍變更後，很難避免圖面與數量不一致或遺漏計算的問題；採用以物件導向且連結資料庫的建築資訊模型做為輸出裝修工程數量的工具，可以有效提昇裝修工程數量的精準度。
- 2、以軟體現有的功能進行裝修工程數量提取時，可用牆與板之內建「塗層」功能將裝修材料屬性輸入，即可提取大部份地坪、平頂及內外牆的裝修數量；但提取的裝修數量無法精確估算受到樑柱面影響的部份。該部份裝修工程數量在本研究案(獨棟三層透天住宅)中約占總裝修面積的 6.70%。
- 3、若要精確估算受樑柱面影響的部份，可在樑元件中增加包覆在外圍的「塗層」，即可具有設定樑裝修面材料的欄位，在與牆或版相接合時，則因內建的接合功能之接合面在實體的部份，塗層部份可以自動扣除。
- 4、柱的部份，則需使用軟體元件組成之概念，專門為計算柱的塗層面積，建置中空「柱塗層」元件，中空處為原結構柱，在建模時將「柱塗層」與柱結合，此「柱塗層」可與樑或牆接合，且由於內建的接合處位於厚度面的內緣，也就是原結構柱的表面，基於軟體內建的自動扣除重疊部份功能，即可自動將該接合處的裝修面積扣除。
- 5、工程於細設階段的明細估價，精確度誤差約 $\pm 5\%$ ，以本研究所制定的樑、柱元件族

群(可扣除樑柱版牆接頭面積)所提取出裝修工程數量，與傳統公式精確計算所得總計數量誤差為 0.42%(小於 1%)，驗證本研究以所制定的樑、柱元件族群(可扣除樑柱版牆接頭面積)所提取出裝修工程數量的精確度。

5-2 建議

針對以建築資訊模型(BIM)提取裝修工程數量的相關議題，基於本研究以透天住宅案例有限的實證經驗，提出下列二點建議：

- 1、基於建案不同生命週期階段所需的數量資訊不同，在細部設計之前，若需裝修數量時，直接用軟體所附的油漆功能，提取裝修概算數量應可符合需求，但此方式作業若遇較大及複雜之建築案件則較不適用。
- 2、在細設階段，應以細設完成的建築模為基礎，以擴充樑塗裝層及建立建築柱之空心「柱塗層」的方式，以便扣除柱、樑、版、牆接合面積之重覆裝修面，軟體開發商應可依本研究提出的方法，在樑及柱的屬性欄位，增設符合工程實務的塗層設定功能，以便使裝修工程數量提取更方便。



參考文獻

- [1] 鍾建華，透天住宅成本估算模式之研究，國立中央大學土木工程學系碩士論文，2010年6月。
- [2] 余家祥，以案例式推理建構建築工程成本估算系統，國立中央大學土木工程學系碩士論文，2001年6月。
- [3] 黃素嬌、¹ 蔣千里，電腦在工程估算上之應用，捷運技術半年刊，第36期96年2月
- [4] 楊秉蒼，建築工程概算估價程序建構之探討(上)，現代營建354期。
- [5] 謝文山，演化式建築工程成本概算模式之研究，國立台灣科技大學營建工程系，2001碩士論文
- [6] 郭坤池，規劃設計階段使用之參數估價研究----以八十二年度台中市之十三、十四層RC造集合住宅為例，淡江大學建築(工程)學系碩士論文，1993。
- [7] 施勝華，物件導向技術應用於房屋結構工程估算系統雛型之研究，中華大學土木工程學系碩士論文，1998。
- [8] W. Edward Back, Walter W. Boles, and Gary T. Fry, "Defining Triangular Probability Distributions from Historical Cost Data", Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 126, No. 1, January/February 2000, pp. 29-37.
- [9] Cheng Yeh, "Quantity Estimating of Building with Logarithm-Neuron Networks" Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 124, No. 5, September/October 1998, pp. 374-380
- [10] K Kamal M. Al-Harbi, David W. Johnston, and Habib Fayadh, "Building Construction Detailed Estimating Practices in Saudi Arabia", Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 120, No. 4, December 1994, pp. 774-784.
- [11] 張俊利，建築工程造價預測與探討，國立中央大學土木工程碩士班論文，2004年
- [12] 范光懿編著/投標估價與數量計算,詹氏出版社,民國86年。
- [13] 胡伯鈞，建築估算作業模式之演進與效率提昇之探討，現代營建350期
- [14] 胡伯鈞，第四代建築估算系統的新觀念與新技術，現代營建，372期，2010年12月。

- [15] 林振陽，營建數量自動化系統，國立雲林科技大學 營建工程碩士班論文，2007 年 7 月。
- [16] 蔡孟涵、康仕仲，建築資訊模型之工具介紹，營建知訊 321 期。
- [17] 王奇笙，以 BIM 為基礎建構裝潢工程元件之規則研究，國立成功大學土木工程學系碩士論文，2009 年 7 月
- [18] 王茂興譯，國外土木營建訊息拾穗，現代營建 345 期 2008 年 9 月
- [19] 陳兆怡、馮重偉，應用多維度建築圖形元件於專案資訊管理之研究，國立成功大學土木工程學系碩士論文，2009 年 7 月
- [20] 沈秉廷，運用物件導向技術於 IFC 建築資訊，國立交通大學土木工程研究所，2008 年 6 月
- [21] Tocman, BIM Based Quantity Take-Off, Estimation and Scheduling, white paper, 2010 TocoSoft Qy.
- [22] 陳建佑，建築資訊模型(BIM)於工程數量計算差異之研究 -以建築工程鋼筋作業項目為例，國立中央大學營建管理所學系碩士論文，2009 年 6 月。
- [23] Saurabh Tiwari, Josh Odelson, Alan Watt, Atul Khanzode, “Model Based Estimating to Inform Target Value Design,” AECbytes “Building the Future” Article, August 12, 2009.

附錄一

Revit 提取樓板材料數量

類型	備註	材料: 名稱	材料: 面積
1F 室內樓板 - 15cm	1FS1S2	1 底 2 度防水打底貼石英磚	46.6
1F 室內樓板 - 15cm	1FS3S4	1 底 2 度防水打底貼石英磚	25.44
室內樓板 - 15cm	2FS1S2	1 底 2 度防水打底貼石英磚	36.17
室內樓板 - 15cm	2FS3S4	1 底 2 度防水打底貼石英磚	19.32
陽台樓板 - 15cm	2FS8	1 底 2 度防水打底貼石英磚	17.08
室內樓板 - 15cm	3FS3S4	1 底 2 度防水打底貼石英磚	19.32
S1 - 15cm (露臺)	3FS8	1 底 2 度防水打底貼石英磚	44.74
			208.67
室內樓板 - 15cm	2FS1S2	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	36.17
室內樓板 - 15cm	2FS3S4	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	19.32
陽台樓板 - 15cm	2FS8	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	17.08
室內樓板 - 15cm	3FS3S4	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	19.32
S1 - 15cm (露臺)	3FS8	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	44.74
頂樓樓板 - 15cm (露臺)	RFS1234	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	39.46
FS2 - 15cm 2		1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	8.65
			184.74
頂樓樓板 - 15cm (露臺)	RFS1234	PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	39.46
			39.46
1F 陽台樓板 - 15cm	1FS6S7	外牆 1 底 2 度打底泔石子	9.27
2F 平台樓板 - 15cm	2FS6S7	外牆 1 底 2 度打底泔石子	18.2
3F 平台樓板 - 15cm	3FS6S7	外牆 1 底 2 度打底泔石子	18.2
RF 陽台樓板 - 15cm	RFS6	外牆 1 底 2 度打底泔石子	10.07
			55.74
1F 浴室樓板 - 15cm	1FS5	防水打底貼磁磚	2.96
FS2 - 15cm 2		防水打底貼磁磚	8.65
			11.61

Revit 提取牆材料

類型	備註	材料: 名稱	材料: 面積
磚牆 1/2B	1EW10	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	2.87
磚牆 1/2B	1FW11	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	0.15
磚牆 1/2B	1FW12	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	0.63
磚牆 1/2B	1FW13	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	1.75
鋁鋅鋼板牆 12cm	1FW4	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	13.78
磚牆 1B 7	1FW8	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	4.65
磚牆 1B 7	1FW9	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	5.14
磚牆 1/2B	2FW10	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	12.15
磚牆 1/2B	2FW11	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	5.91
磚牆 1B 2	2FW12	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	12.14
磚牆 1B 5	2FW6	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	4.17
			63.34
磚牆 1/2B	1EW10	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.87
磚牆 1B	1F6W6	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	13.63
磚牆 1B	1FW1	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	7.98
磚牆 1/2B 2	1Fw1	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.76
磚牆 1/2B	1FW11	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.15
磚牆 1/2B	1FW12	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.63
磚牆 1/2B	1FW13	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.73
磚牆 1B	1FW2	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	5.7
磚牆 1B	1FW2-1	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.55
磚牆 1B	1FW2-2	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	9.44
磚牆 1B	1FW3	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	7.04
磚牆 1B	1FW5	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	6.86
磚牆 1B	1FW7	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	4.86
磚牆 1B	1FW8	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.44
磚牆 1B	2FW1	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	12.15
RC 牆 18cm	2Fw1	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.42
磚牆 1/2B	2FW10	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	12.15
磚牆 1/2B	2FW11	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	6.14
磚牆 1B 2	2FW12	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	12.14
磚牆 1B	2FW2	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	7.53
RC 牆 18cm	2Fw2	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	9.55
磚牆 1B	2FW3	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	9.85

RC 牆 18cm	2Fw3	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	9.48
磚牆 1B	2FW4	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	9.85
RC 牆 18cm	2Fw4	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.24
磚牆 1B	2FW5	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	10.23
磚牆 1B	2FW6	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	5.58
磚牆 1B	2FW7	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	5.38
磚牆 1B	2FW8	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	6.2
磚牆 1B	3FW11	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	9.85
磚牆 1B	3FW1-1	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.81
磚牆 1B	3FW12	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	5.02
磚牆 1B	3FW2-1	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.81
磚牆 1B	3FW3	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	9.85
磚牆 1B	3FW4	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	10.37
磚牆 1B	3FW5-1	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.77
磚牆 1B	3FW6	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	3.68
磚牆 1B 6	3FW6	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	3.66
磚牆 1B	3FW6-1	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.78
磚牆 1B	3FW7	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	5.84
磚牆 1B	3FW8	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	6.19
磚牆 1B	RFW11	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	6.04
磚牆 1B	RFW7	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	3.1
磚牆 1B	RFW8	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	3.1
磚牆 1B	RFWW4	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	3.14

Revit 提取樑材料

結構框架材料需求 2

類型	備註	材料: 名稱	材料: 面積
type -B3 30X55 2	1FB10	1 底 2 度防水打底貼石英磚	0.88
type -B3 30X55 2	1FB11	1 底 2 度防水打底貼石英磚	1.47
type -B3 30X55 2	1FB12	1 底 2 度防水打底貼石英磚	1.4
type -B3 25X40	1FB13	1 底 2 度防水打底貼石英磚	0.76
type -B3 30X55 2	1FB9	1 底 2 度防水打底貼石英磚	1.38
BB 40X55 2	2FB1	1 底 2 度防水打底貼石英磚	0.79
type -B3 30X55 2	2FB10	1 底 2 度防水打底貼石英磚	0.88
type -B3 30X55 2 2	2FB11	1 底 2 度防水打底貼石英磚	1.43
type -B3 30X55 2	2FB12	1 底 2 度防水打底貼石英磚	1.4
type -B3 25X40	2FB13	1 底 2 度防水打底貼石英磚	0.76
BB 40X55 2	2FB2	1 底 2 度防水打底貼石英磚	0.79
BB 40X55 2	2FB5	1 底 2 度防水打底貼石英磚	0.78
BB 40X55 2	2FB6	1 底 2 度防水打底貼石英磚	0.74
type -B11 30X55 2	2FB9	1 底 2 度防水打底貼石英磚	1.38
type -B1	BFB12	1 底 2 度防水打底貼石英磚	0.88
type -B1	BFB5	1 底 2 度防水打底貼石英磚	1.4
type -B1	BFB6	1 底 2 度防水打底貼石英磚	1.4
type -B1	BFB9	1 底 2 度防水打底貼石英磚	1.38
			19.9
BB 40X55	1FB1	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.05
type -B3 30X55 2	1FB10	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	3.33
type -B3 30X55 2	1FB11	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	6.46
type -B3 30X55 2	1FB12	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	5.31
type -B3 25X40	1FB13	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.87
bb30X55	1FB3	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.02
bb30X55	1FB4	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.05
BB 40X55	1FB6	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.03
BB 40X55	1FB7	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.03
type -B3 30X55 2	1FB9	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	5.26
type -B3 30X55 2	2FB10	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	3.33
type -B3 30X55 2 2	2FB11	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.39

type -B3 30X55 2	2FB12	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	5.29
type -B3 25X40	2FB13	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.76
bb30X55	2FB3	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.02
bb30X55	2FB4	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.05
BB 40X55 2	2FB6	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.04
BB 40X55	2FB7	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.03
type -B11 30X55 2	2FB9	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	5.21
type -B4 30X55 2	3FB10	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	3.33
type -B9 25X55	3FB17	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.05
type -B9 25X55	3FB18	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.05
R 40X55	3FB19	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.26
R 40X55	3FB20	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.61
type -B4 30X55 2	3FB21	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.32
R 30X55	3FB3	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.37
R 30X55	3FB4	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.37
R 40X55	3FB7	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.83
R 40X55	3FB8	1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.53
			48.25
type -B4 30X55 2	3FB10	PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	0.88
type -B4 30X55 3	3FB11	PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	1.4
type -B4 30X55 3	3FB12	PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	1.4
type -B9 25X55	3FB17	PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	0.05
type -B9 25X55	3FB18	PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	0.05
R 40X55	3FB19	PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	0.2
R 40X55	3FB20	PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	0.2
type -B4 30X55 2	3FB21	PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	0.35
R 30X55	3FB3	PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	1.4
R 40X55	3FB7	PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	0.47
R 40X55	3FB8	PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	0.47
			6.87
BB 40X55	1FB6	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	0
BB 40X55 2	2FB6	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	0.01
type -B3 30X55 2 2	2FB11	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	0.05
			0.06
BB 40X55	1FB1	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.89
type -B3 30X55 2	1FB10	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.03
type -B3 30X55 2	1FB11	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.03

type -B3 30X55 2	1FB12	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.03
type -B3 25X40	1FB13	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.11
BB 40X55	1FB2	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.55
bb30X55	1FB3	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.38
bb30X55	1FB4	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.86
BB 40X55	1FB5	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.53
BB 40X55	1FB6	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.16
BB 40X55	1FB7	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.18
BB 40X55	1FB8	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.67
type -B3 30X55 2	1FB9	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.03
BB 40X55 2	2FB1	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.66
type -B3 30X55 2	2FB10	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.03
type -B3 30X55 2 2	2FB11	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	4.22
type -B3 30X55 2	2FB12	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.02
type -B3 25X40	2FB13	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.22
BB 40X55 2	2FB2	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.64
bb30X55	2FB3	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.37
bb30X55	2FB4	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.89
BB 40X55 2	2FB5	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.63
BB 40X55 2	2FB6	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.79
BB 40X55	2FB7	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.18
BB 40X55	2FB8	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.66
type -B11 30X55 2	2FB9	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.02
type -B4 30X55 2	3FB10	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.03
type -B4 30X55 3	3FB11	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.89
type -B4 30X55 3	3FB11	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.64
type -B4 30X55 3	3FB12	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.88
type -B4 30X55 3	3FB12	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.13
type -B9 25X55	3FB17	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2
type -B9 25X55	3FB18	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	2.04
R 40X55	3FB19	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.72
R 40X55	3FB20	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.62
R 30X55	3FB3	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.89
R 30X55	3FB4	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.89
R 40X55	3FB7	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.18
R 40X55	3FB8	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.21
			54.9

BB 40X55	1FB1	外牆 1 底 2 度打底泔石子	4.25
SB 40X55	1FB14	外牆 1 底 2 度打底泔石子	1.56
SB 30X55	1FB15	外牆 1 底 2 度打底泔石子	1.24
SB 40X55	1FB16	外牆 1 底 2 度打底泔石子	1.56
BB 40X55	1FB2	外牆 1 底 2 度打底泔石子	3.93
bb30X55	1FB3	外牆 1 底 2 度打底泔石子	2.92
bb30X55	1FB4	外牆 1 底 2 度打底泔石子	3.08
BB 40X55	1FB5	外牆 1 底 2 度打底泔石子	3.91
BB 40X55	1FB6	外牆 1 底 2 度打底泔石子	4.22
BB 40X55	1FB7	外牆 1 底 2 度打底泔石子	2.67
BB 40X55	1FB8	外牆 1 底 2 度打底泔石子	2.7
BB 40X55 2	2FB1	外牆 1 底 2 度打底泔石子	3.51
SB 40X55	2FB14	外牆 1 底 2 度打底泔石子	1.56
SB 30X55	2FB15	外牆 1 底 2 度打底泔石子	1.24
SB 40X55	2FB16	外牆 1 底 2 度打底泔石子	1.56
BB 40X55 2	2FB2	外牆 1 底 2 度打底泔石子	3.89
bb30X55	2FB3	外牆 1 底 2 度打底泔石子	2.56
bb30X55	2FB4	外牆 1 底 2 度打底泔石子	2.52
BB 40X55 2	2FB5	外牆 1 底 2 度打底泔石子	3.76
BB 40X55 2	2FB6	外牆 1 底 2 度打底泔石子	3.75
BB 40X55	2FB7	外牆 1 底 2 度打底泔石子	3.03
BB 40X55	2FB8	外牆 1 底 2 度打底泔石子	2.85
type -B4 30X55 3	3FB11	外牆 1 底 2 度打底泔石子	1.91
type -B4 30X55 3	3FB12	外牆 1 底 2 度打底泔石子	1.88
SB 40X55	3FB14	外牆 1 底 2 度打底泔石子	1.74
SB 30X55	3FB15	外牆 1 底 2 度打底泔石子	1.55
type -B9 25X55	3FB17	外牆 1 底 2 度打底泔石子	4.12
type -B9 25X55	3FB18	外牆 1 底 2 度打底泔石子	4.13
R 40X55	3FB19	外牆 1 底 2 度打底泔石子	0.84
R 40X55	3FB20	外牆 1 底 2 度打底泔石子	0.83
type -B4 30X55 2	3FB21	外牆 1 底 2 度打底泔石子	0.01
R 30X55	3FB3	外牆 1 底 2 度打底泔石子	1.98
R 30X55	3FB4	外牆 1 底 2 度打底泔石子	2.7
R 40X55	3FB7	外牆 1 底 2 度打底泔石子	1.69
R 40X55	3FB8	外牆 1 底 2 度打底泔石子	1.68
			87.33

Revit 提取柱材料

柱材料需求 7

類型	備註	材料: 名稱	材料: 面積
TYPE-C2	3FC9	PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	0
TYPE-C1	3FC4	PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	1.29
TYPE-C2	3FC7	PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	2.53
40 x 40cm		PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	0.06
40 x 40cm		PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	0.06
40 x 40cm		PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	0.02
40 x 40cm		PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	0.06
40 x 40cm		PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	0.16
40 x 40cm		PU 防水加 10CM 泡沫混凝土隔熱	0.06
			4.24
TYPE-C1	1FC4	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	0.06
TYPE-C2	1FC8	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	0
TYPE-C2	2FC8	內牆 1 底 2 度打底貼磁磚	0.05
			0.11
TYPE-C1	1FC1	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.06
TYPE-C1	1FC3	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.03
TYPE-C1	1FC4	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0
TYPE-C2	1FC5	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.51
TYPE-C2	1FC6	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.51
TYPE-C2	1FC7	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.34
TYPE-C2	1FC8	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.53
TYPE-C3	1FC9	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	5.8
TYPE-C1	2FC1	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.05
TYPE-C1	2FC2	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.05
TYPE-C1	2FC3	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.05
TYPE-C1	2FC4	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.05
TYPE-C2	2FC5	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.33
TYPE-C2	2FC6	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.35
TYPE-C2	2FC7	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.28
TYPE-C2	2FC8	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.71
TYPE-C3	2FC9	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	4.11
TYPE-C1	3FC3	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.05
TYPE-C1	3FC4	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.05

TYPE-C2	3FC6	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.7
TYPE-C2	3FC7	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.3
TYPE-C2	3FC8	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.73
TYPE-C2	3FC9	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.33
TYPE-C4	RFC1	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.72
TYPE-C4	RFC2	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	0.72
TYPE-C5	RFC5	內牆 1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.22
			27.58



Revit 提取樓梯材料

樓梯材料需求			
類型	備註	材料: 名稱	材料: 面積
RC 梯		1 底 2 度防水打底貼磁磚	15.48
RC 梯		1 底 2 度防水打底貼磁磚	13.65
RC 梯-大門入口		1 底 2 度防水打底貼磁磚	2.96
			32.09
RC 梯		1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	9.36
RC 梯		1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	7.71
RC 梯-大門入口		1 底 3 度水泥粉光 PVC 漆	1.5
			18.57



附錄二

傳統估算地坪材料數量

ITRM	基本資料		尺寸區			扣減區				統計區		
	N(數量)	n(面)	L(高)	H(寬)	A1(小計)	x(數量)	Lx(長)	Wx(寬)	x(小計)	A(合計)	TL=A(共計)	
1F客餐廳1底2度防水打底貼石英磚	((10.16-0.4)*2+(8.37-0.4)*2)-(2.1*1.55)-0.4*0.4	1	1	9.76	7.97	77.7872	1	1.42	1.92	2.726	75.0608	76.4104
						1	5.07	0.24	1.217	-1.2168		
						1	0.4	0.4	0.16	-0.16	73.684	
浴廁1底2度防水打底貼磁磚	(2.1-0.18)*1.4	1	1	1.92	1.42	2.7264				2.7264	2.7264	
										0		
2F主臥1底2度防水打底貼石英磚	((10.16-0.4)*2+(8.37-0.4)*2)-0.4*0.4-((4.82-0.12+0.06)*	1	1	9.76	7.97	77.7872	1	2.94	2.64	7.762	70.0256	94.8742
						1	4.56	1.88	8.573	-8.5728		
						1	0.4	0.4	0.16	-0.16	61.2928	
浴廁1底2度防水打底貼磁磚	(5.05-0.4-0.12)*(2.2-0.2-0.06)	1	1	4.53	1.94	8.7882				8.7882	8.7882	
露台1底2度防水打底貼石英磚	((1.42+0.58-0.06)*(6.75-0.36)*2	2	1	6.39	1.94	24.7932				24.7932	24.7932	
3F神明廳1底2度防水打底貼石英磚	((10.16-0.4)*(3.34-0.4)-(2.94*2.64)	1	1	9.76	2.94	28.6944	1	2.94	2.64	7.762	20.9328	68.2688
露台1底2度防水打底貼石英磚	((10.16-0.4)*(5.03-0.18)	1	1	9.76	4.85	47.336				47.336	47.336	
RF PU防水加10CM泡沫混凝土隔熱	(10.56*4.8)	1	1	10.56	4.8	50.688	1	0.6	0.6	0.36	50.328	50.328
TOTAL												289.881

傳統估算牆材料數量

ITRM	基本資料		尺寸區			扣減區				統計區			
	N(數量)	n(面)	L(高)	H(寬)	A1(小計)	Note	hx(數量)	Lx(高)	Wx(寬)	Ax(小計)	A(合計)	TL=A(共計)	
1F餐廳內牆1底3度水泥粉光PVC漆	$((10.16-0.4)*2+(8.37-0.4)*2)-(5.08-0.4)*3.35$	1	1	30.78	3.35	103.11	W1	1	3.1	2	6.2	96.913	119.824
柱內牆1底3度水泥粉光PVC漆	$0.4*0.4*2.95$	1	4	0.4	2.95	4.72	W2	1	1.2	0.6	0.72	4	
							D1	1	2.55	1.5	3.825	-3.825	
							D2	1	2.6	0.9	2.34	-2.34	
							W7	1	0.7	0.8	0.56	-0.56	
							W4	1	2	2.1	4.2	-4.2	
							W3	2	1.5	1.2	3.6	-3.6	86.388
1F廚房內牆1底2度打底貼磁磚	$(5.08-0.4)*2.95$	1	1	4.68	2.95	13.806					13.806		
浴廁內牆1底2度打底貼磁磚	$(2.1+1.55)*2*2.95$	1	1	7.3	2.95	21.535	W6	1	0.6	0.8	0.48	21.055	
							D3	1	1.9	0.75	1.425	-1.425	
												33.436	
2F主臥內牆1底3度水泥粉光PVC漆	$((10.16-0.4)*2+(8.37-0.4)*2+(4.82-0.12+0.06)*2))$	1	1	44.98	3	134.94	DW1	1	2.55	1.8	4.59	130.35	170.384
							W12	2	2.55	0.9	4.59	-4.59	
							W9	2	1.1	0.5	1.1	-1.1	
							W3	2	1.2	1.5	3.6	-3.6	
							W8	1	1.5	1.5	2.25	-2.25	
							D3	1	1.9	0.75	1.425	-1.425	117.39
柱內牆1底3度水泥粉光PVC漆	$0.4*3$	1	3	0.4	2.6	3.12					3.12	3.12	
浴廁內牆1底2度打底貼磁磚	$(4.82-0.12+0.06)+(2.2+0.12-0.4))*2.6$	1	1	6.68	2.6	17.368	W6	1	0.8	0.6	0.48	16.888	
	$(4.82-0.12+0.06)*3$	1	1	4.76	3	14.28	D3	1	1.9	0.75	1.425	12.855	29.743
露台內牆1底3度水泥粉光PVC漆	$((1.42+0.58)*2+(6.75-0.36)*2)*1.2$	1	1	16.78	1.2	20.136					20.136	20.136	
3F神明廳內牆1底3度水泥粉光PVC漆	$((10.16-0.4)+(3.34-0.4)+(2-0.4))*2*3$	1	1	28.6	3	85.8	D4	1	0.9	2.55	2.295	83.505	92.659
							DW2	1	2.55	2.8	7.14	-7.14	
							W3	1	1.5	1.2	1.8	-1.8	
							W12	2	0.9	2.55	4.59	-4.59	
							W9	2	1.1	0.5	1.1	-1.1	
露台內牆1底3度水泥粉光PVC漆	$((5.03-0.16)*2+10.08)*1.2$	1	1	19.82	1.2	23.784					23.784	92.659	
RF內牆1底3度水泥粉光PVC漆	$((4.92*2)+10.08+5.28)*1.2$	1	1	25.2	1.2	30.24					30.24	30.24	
TOTAL													413.107

傳統估算外牆材料數量

基本資料			尺寸區			扣減區				統計區		
ITRM	N(數量)	n(面)	L(高)	H(寬)	1(小計)	Note	扣(數量)	L扣(高)	W扣(寬)	扣(小計)	扣(合計)	TL=A(共計)
1F客廳廳 外牆1底2度打底混石子	1	1	38.34	3.5	134.2	W1	1	3.1	2	6.2	128	138.2014
外牆柱 外牆1底2度打底混石子	8	2	0.16	3.5	8.96	W2	1	1.2	0.6	0.72	8.24	
外牆樑 外牆1底2度打底混石子	1	2	0.16	33.86	10.84	D1	1	2.55	1.5	3.825	7.01	
						D2	1	2.6	0.9	2.34	-2.34	
						W7	1	0.7	0.8	0.56	-0.56	
						W4	1	2	2.1	4.2	-4.2	
						W3	2	1.5	1.2	3.6	-3.6	
						W6	1	0.6	0.8	0.48	-0.48	
						樑柱接頭	16	0.4	0.55	3.52	-3.52	
平台 外牆1底2度打底混石子	1	1	9.96	0.97	9.661						9.661	
2F主臥 外牆1底2度打底混石子	1	1	38.66	3.15	121.8	DW1	1	2.55	1.8	4.59	117.2	162.3826
外牆柱 外牆1底2度打底混石子	8	2	0.16	3.15	8.064	W12	2	2.55	0.9	4.59	3.474	
外牆樑 外牆1底2度打底混石子	1	2	0.16	33.86	10.84	W9	2	1.1	0.5	1.1	9.735	
						W3	2	1.2	1.5	3.6	-3.6	
						W8	1	1.5	1.5	2.25	-2.25	
						W6	1	0.8	0.6	0.48	-0.48	
						樑柱接頭	16	0.4	0.55	3.52	-3.52	
露台 外牆1底2度打底混石子	1	1	17.15	1.2	20.58						20.58	
平台 外牆1底2度打底混石子	1	2	9.36	0.97	18.16						18.16	
平台外牆樑 外牆1底2度打底混石子	2	2	0.86	0.55	0.946						0.946	
平台外牆樑 外牆1底2度打底混石子	2	2	0.86	0.4	0.688						0.688	
平台外牆樑 外牆1底2度打底混石子	1	2	0.86	0.3	0.516						0.516	
平台外牆樑 外牆1底2度打底混石子	1	2	0.86	0.55	0.946						0.946	
3F神明廳 外牆1底2度打底混石子	1	1	31.44	3.15	99.04	D4	1	0.9	2.55	2.295	96.74	136.8902
外牆柱 外牆1底2度打底混石子	6	2	0.16	3.15	6.048	DW2	1	2.55	2.8	7.14	-1.09	
外牆樑 外牆1底2度打底混石子	1	2	0.16	27.44	8.781	W3	1	1.5	1.2	1.8	6.981	
						W12	2	0.9	2.55	4.59	-4.59	
						W9	2	1.1	0.5	1.1	-1.1	
						樑柱接頭	12	0.4	0.55	2.64	-2.64	
露台 外牆1底2度打底混石子	1	1	17.78	1.2	21.34						21.34	
平台 外牆1底2度打底混石子	1	2	9.36	0.97	18.16						18.16	
平台外牆樑 外牆1底2度打底混石子	2	2	0.86	0.55	0.946						0.946	
平台外牆樑 外牆1底2度打底混石子	2	2	0.86	0.4	0.688						0.688	
平台外牆樑 外牆1底2度打底混石子	1	2	0.86	0.3	0.516						0.516	
平台外牆樑 外牆1底2度打底混石子	1	2	0.86	0.55	0.946						0.946	
RF 外牆1底2度打底混石子	1	1	25.96	1.2	31.15						31.15	45.9752
外牆樑 外牆1底2度打底混石子												
平台 外牆1底2度打底混石子	1	2	5.48	1.07	11.73						11.73	
平台外牆樑 外牆1底2度打底混石子	1	2	0.86	0.55	0.946						0.946	
平台外牆樑 外牆1底2度打底混石子	1	2	0.86	0.4	0.688						0.688	
平台外牆樑 外牆1底2度打底混石子	1	2	0.86	0.3	0.516						0.516	
平台外牆樑 外牆1底2度打底混石子	1	2	0.86	0.55	0.946						0.946	
TOTAL 總計												483.4494

傳統估算樓梯材料數量

基本資料		平台尺寸區					樓梯踏步區							平頂統計區			地坪統計區				統計區			
ITRM	n(數量)	m(面)	Np	Lp	Wp	Ap	Ns	nx	Wx	lx	lx	tx	sx	Ap	平台	斜版	小計	平台	踏步	級數	側邊	小計	A(合計)	TL=A(合計)
1F樓梯平台	1	1	1	1.2	1.2	1.44	2	10	1.2	0.24	0.184	0.12	3.1		1.44	3.72	5.16	1.44	2.88	2.21	0.97	8.94		
	1	1	1	1.2	1.2	1.44	2	2	1.2	0.24	0.184	0.12	0.62		1.44	0.74	2.18	1.44	0.58	0.44	0.19	4.09		
							2	5	1.2	0.24	0.184	0.12	1.55		0	1.86	1.86	0	1.44	1.11	0.48	3.03		
大門階梯	1	1	1				2	2	2.26	0.24	0.184		0.62											
2F樓梯平台	1	1	1	1.2	1.2	1.44	2	6	1.2	0.24	0.185	0.12	1.87		1.44	2.24	3.68	1.44	1.73	1.33	0.58	6.52		
	1	1	1	1.2	1.2	1.44	2	2	1.2	0.24	0.185	0.12	0.62		1.44	0.74	2.18	1.44	0.58	0.44	0.19	4.09		
							2	6	1.2	0.24	0.185	0.12	1.87		0	2.24	2.24	0	1.73	1.33	0.58	3.64		
																	17.3					32.3	49.594584	

