

建築物外牆石材施工規範研擬

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國106年12月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

建築物外牆石材施工規範研擬

受委託者：國立高雄第一科技大學

研究主持人：翁佳樑

協同主持人：楊詩弘

研究員：林家儀

研究期程：中華民國 106 年 1 月至 106 年 12 月

研究經費：新臺幣 109 萬元

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 106 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目次

表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	XI
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究目的與內容	2
第三節 研究方法、步驟及進度說明	3
第二章 蒐集之資料、文獻分析	7
第一節 國內外牆石材相關文獻及研究整理.....	7
第二節 國內外外牆石材檢驗及施工規範整理.....	15
第三節 外牆石材乾式施工資料整理	27
第三章 外牆石材施工技術探討	43
第一節 國內外外牆石材施工相關規範之分析探討.....	43
第二節 外牆石材施工技術應用現況調查及個案訪視	49
第三節 外牆石材施工失敗案例蒐集及問題分析.....	77
第四節 專家座談會及專家訪談紀錄	82
第五節 常見問題及對策	85

第四章	建築物外牆石材施工規範研擬	89
第一節	建築物外牆石材施工規範架構	89
第二節	建築物外牆石材施工規範條文及說明	90
第五章	結論與建議	113
第一節	結論	113
第二節	建議	115
附錄一	期初審查意見回應	117
附錄二	期中審查意見回應	123
附錄三	期末審查意見回應	129
附錄四	專家座談會會議紀錄(一)	135
附錄五	專家座談會會議紀錄(二)	147
附錄六	外牆石材施工應用現況調查案例參考圖說	161
附錄七	外牆石材結構計算書範例	191
附錄八	應用現況調查及個案訪視調查紀錄	205
附錄九	外牆石材施工檢核表	231
參考書目	241

表次

表 2-1	石材外牆乾式工法及濕式工法比較表.....	7
表 2-2	國內石材外牆相關書籍彙整.....	9
表 2-3	國內石材外牆相關文獻彙整.....	10
表 2-4	花崗石石材物理性質試驗要求標準表.....	17
表 2-5	國內外施工規範及相關研究列表.....	18
表 2-6	石工綱要規範架構表.....	19
表 2-7	金屬構架花崗石牆面綱要規範架構表.....	20
表 2-8	花崗石帷幕牆綱要規範架構表.....	20
表 2-8	外牆材技術規範之研究(一)石材規範架構表.....	21
表 2-9	外牆材技術規範之研究(一)石材規範架構表.....	21
表 2-10	民間自用規範架構表.....	22
表 2-11	北京市建築裝飾工程石材應用技術規程規範架構表.....	24
表 2-12	JASS 9 石材安裝工程 建築工事標準仕様書規範架構表.....	25
表 2-13	Master Format 第 04 40 00 節 石材組裝規範架構表.....	26
表 2-14	外牆石材接縫問題表.....	39
表 2-15	外牆石材安全檢查項目表.....	40
表 3-1	國內外施工規範及相關研究列表.....	41
表 3-2	六種規範使用材料之規定內容.....	42

表 3-3	四種規範石材加工過程之規定內容.....	43
表 3-4	四種規範金屬構件選用標準之規定內容.....	44
表 3-5	五種規範外牆石材乾式施工之規定內容.....	45
表 3-6	各種規範比較.....	46
表 3-7	外牆石材施工技術應用現況調查統整表 1.....	48
表 3-8	外牆石材施工技術應用現況調查統整表 2.....	49
表 3-9	六案施工問題彙整表.....	74
表 3-10	失敗原因編及照片對照表.....	75
表 3-11	失敗案例解決對策分析.....	76
表 4-1	建築物外牆石材施工規範研擬初步架構.....	89
表 4-2	適用於開裂混凝土之修正因數表.....	94
表 4-3	各式石材物理性質試驗標準表.....	97
表 4-4	CNS 6300 A1028 石材品質分級表.....	98
表 4-5	石材物理性質試驗規範整理表.....	98
表 4-6	石材表面處理方式.....	100
表 4-7	主要檢核項目表.....	111

圖次

圖 1-1	研究流程圖	5
圖 2-1	外牆裝修系統圖	8
圖 2-2	石材工程流程表	28
圖 2-3	石材鑽孔插梢固定圖	29
圖 2-4	石材上下開槽固定圖	29
圖 2-5	石材背栓擴孔固定圖	29
圖 2-6	石材背栓錨碇固定圖	29
圖 2-7	普通牆面由下而上的施作方式	30
圖 2-8	由石板兩側開始施作方式	31
圖 2-9	地坪部位的固定施作方式	31
圖 2-10	懸空石材固定施作方式	32
圖 2-11	轉角收頭固定方式	32
圖 2-12	倒吊收頭固定方式	33
圖 2-13	邊角收頭固定方式	33
圖 2-14	造型線板固定方式	34
圖 2-15	同型態承托位置受外力行為	35
圖 2-16	背栓擴孔固定工法施作流程	37
圖 2-17	石材損壞照片	38

圖 3-1	應用現況調查及個案訪視流程圖	47
圖 3-2	A9 案細部及大樣圖 1	50
圖 3-3	A9 案細部及大樣圖 2	51
圖 3-4	A14 案細部及大樣圖	51
圖 3-5	A17 案細部及大樣圖	51
圖 3-6	B1 案牆面安裝步驟照片 1	53
圖 3-7	B1 案牆面安裝步驟照片 2	54
圖 3-8	B1 鐵件斜安裝照片	54
圖 3-9	二次鐵件上銲接螺絲照片	55
圖 3-10	暗槽、一次鐵件加 AB 膠安裝石板照片	55
圖 3-11	鐵件安裝位置不一致照片	56
圖 3-12	B2 案牆面安裝步驟照片	57
圖 3-13	樑下倒吊版施作照片	58
圖 3-14	骨架搭接施作照片	58
圖 3-15	迴避蜂窩處及鋼筋位置施作照片	58
圖 3-16	B3 案吊掛懸空側板照片	58
圖 3-17	B4 案牆面安裝步驟照片	59
圖 3-18	B4 案懸空側板安裝步驟照片	60
圖 3-19	B4 案骨架銲接照片	60

圖 3-20	B5 案牆面安裝照片	61
圖 3-21	B5 案角隅處施工照片	61
圖 3-22	B5 案倒吊版施工照片	62
圖 3-23	B6 案施工照片	62
圖 3-24	B1 案外牆石材施工圖說 01	63
圖 3-25	B1 案外牆石材施工圖說 02	64
圖 3-26	B2 案外牆石材施工圖說 01	64
圖 3-27	B2 案外牆石材施工圖說 02	65
圖 3-28	B2 案外牆石材施工圖說 03	65
圖 3-29	B2 案外牆石材施工圖說 04	66
圖 3-30	B3 案外牆石材施工圖說 01	66
圖 3-31	B3 案外牆石材施工圖說 02	66
圖 3-32	B3 案外牆石材施工圖說 03	67
圖 3-33	B3 案外牆石材施工圖說 04	67
圖 3-34	B4 案外牆石材施工圖說 01	68
圖 3-35	B4 案外牆石材施工圖說 02	68
圖 3-36	B4 案外牆石材施工圖說 03	69
圖 3-37	B4 案外牆石材施工圖說 04	70
圖 3-38	B4 案外牆石材施工圖說 05	70

圖 3-39	B5 案外牆石材施工圖說 01	71
圖 3-40	B5 案外牆石材施工圖說 02	71
圖 3-41	B5 案外牆石材施工圖說 03	72
圖 3-42	失敗案例照片(1)	76
圖 3-43	失敗案例照片(2)	76
圖 3-44	失敗案例照片(3)	76
圖 3-45	失敗案例照片(4)	76
圖 3-46	失敗案例照片(5)	77
圖 3-47	失敗案例照片(6)	77
圖 3-48	失敗案例照片(7)	77
圖 3-49	失敗案例照片(8)	78
圖 3-50	失敗案例照片(9)	78
圖 3-51	失敗案例照片(10)	79
圖 3-55	失敗案例照片(11).....	79
圖 3-53	失敗案例照片(12)	79
圖 3-54	失敗案例照片(13)	79
圖 4-1	石材金屬支撐系統示意圖	92
圖 4-2	石材側邊位置說明	99
圖 4-3	石材加工容許誤差範圍	99

圖 4-4 插梢孔孔位示意圖(1)101

圖 4-5 插梢孔孔位示意圖(2)102

圖 4-6 開槽孔孔位示意圖102

圖 4-7 石材背擴孔開孔示意圖103

摘要

關鍵詞：建築物外牆石材、乾式工法、施工規範

一、研究緣起

近年來高層建築物之外牆開始採用石材裝修取代傳統瓷磚飾面，凸顯居住品味及住戶尊榮，於是國內建築市場廣泛運用。然而石材之重量較瓷磚為重，相關工法及施工技術之要求亦較傳統瓷磚飾面高出甚多，且繼 103 年基隆市發生國內首起外牆飾材掉落傷人致死事件後，緊接著 104 年台北市聯合報大樓之外牆石材亦發生無預警掉落，造成嚴重傷亡事件，可瞭解此一課題之嚴重性。

國內過去針對外牆石材施工技術之本土研究較為少見，內政部建築研究所雖曾在民國八十八年進行有關外牆石材技術規範之研究，但距今年代已久遠，許多新式工法及材料之應用發展快速，亟需進行一次技術及相關規範的盤點，針對國內常出現的施工錯誤樣態進行蒐集分析，並於參考國外先進國家之規範體系後，期望能為我國研擬一套適用於本土之施工技術規範以供業界參考，藉以強化外牆飾面材料之公共安全。本研究將透過彙整文獻、直接調查及專家座談等方式，建立外牆石材施工規範（草案）。主要研究內容為蒐集比較分析國內外相關文獻資料與施工技術，並探討歐盟、美國、日本及中國等地針對石材乾式施工之相關檢驗及施工規範。提出國內外牆石材應用現況，歸納常發生的外牆石材乾式施工安裝錯誤態樣與常見問題，並進行說明，及提出對策。就建築物外牆石材乾式施工方式，研擬建築物外牆石材施工規範（草案）。

二、研究方法及過程

本計畫在研究方法上採用文獻調查法、直接調查法及專家座談法等三種方法進行；本研究透過各方面收集國內外有關建築物外牆飾面石材乾式施工法的相關文獻，進行資料彙整收集，以利作為後續分析討論及擬定規範草案方向時之基礎；針對本研究之重點研究項目：外牆石材施工技術應用現況及常見施工錯誤態樣問題，進行實際個案資料收集、現況調查、個案訪視或業界專家訪談，並將調查結果彙整分析，進而提出後續相關改善策略；並邀集包含公部門（中央及地方建管單位）、民間開發商（建設公司）、建築師、土木結構技師、建材供應商、營造商、及學界專家等產官學界專家人士，以座談會（搭配訪談）方式進行討論，

了解並探討現階段在國內推動提高外牆飾面材料安全的目標下，在相關策略及技術導入上的可行方向。

透過國內外有關建築物外牆飾面石材乾式施工法等相關文獻資料之彙整收集：執行外牆石材施工技術應用現況業界調查（20 案）及個案訪視（5 案）；蒐集國內外有關建築物外牆石材施工失敗之案例後彙整失敗原因進行錯誤態樣分析整理；並由兩次座談會各專家所提出之建議事項及訪談結論，導向施工規範的制定項目及內容，最後提出「建築物外牆石材施工規範草案」。本研究所獲致之研究成果可整理成下列四點結論及三項建議；下列為本研究重要發現：

三、重要發現

(一)目前國內缺乏合宜且與時俱進之石材施工規範項目及內容

本研究前述內容比較了七種施工規範，由於國內使用之施工綱要規範是提供給國內公共工程使用，其內容多為原則性規定，鮮少有實質上的量化規定，故本團隊在回顧國內過往相關研究成果之外，亦參考了其他國家相關施工規範及試驗標準；其中內容中以中國北京市建築裝飾工程石材應用技術規程最為完整，因其規範之對象為建築飾材使用石材之處都包含在內，故本研究僅參考了其外牆石材乾式施工的部分。於比對完國內相關研究後發現，國內相關研究距今已有一段時間，部分由國外引進的新技術並無提及，僅有民間自用規範對於此部分有一定的規範，故本研究於規範架構中加入了既有規範研究中缺少之處，如背擴孔開孔位置規定及強度規定、擴孔錨栓採用材質規定、尺寸規定、強度設計及背擴孔尺寸規定……等相關規範建議，期望能提供業界參考以提升石材飾面工程之施工品質。

(二)業界普遍缺少部分必要施工文件

根據本研究調查結果顯示，蒐集到的案例資料多數皆有建築圖說、外牆施工圖及外牆大樣圖及繫件配置圖說。而依業界經驗來看，石材工程失敗原因多數為未考量石材自重及與金屬構件之間的結構計算而在相關外力作用下導致失效，雖其中兩項案例皆附有結構計算書，但檢附結構計算書之案例並不常見，且施工計畫書、施工規範、自主檢查表及材料出廠證明...等文件，若業主無特別要求，石材廠商並不會主動提供；故本研究於規範架構中加入資料送審之項目，並於資料送審章節中建議後續外牆石材乾式施工建議提交施工計畫書、製造計畫書、結構計算書、施工圖及施工製造圖.....等必備文件資料，以確保後續石材工程的施工品質及安全。

(三)材料選擇不當及施工不確實為外牆石材施工失敗主要原因

根據本研究所蒐集到之資訊顯示，導致施工失敗的大致原因可分為材料選擇不當、施工不確實、建築設計不當及結構設計不當。材料選擇不當中可細分插梢長度不足或長短不一、繫件結構系統不佳、繫件長度不足或太長、繫件厚度、寬度不足及繫件材質選擇不當……等。施工不確實的部分為繫件固定不確實、AB膠過度濫用、鐵件使用不確實、石材固定不確實、未使用金屬繫件、鑽孔開槽過大、石材分割圖與鐵件施工圖不一致、開槽未確實填補 AB 膠、燒銲作業不合規範、銲渣去除、防銹處理不確實……等。建築設計不當是因為石材飾面為了配合結構體的形狀採用鐵件骨架接續，因石材完成面距結構體太遠，導致石材施工失敗。結構設計不當的部分主要因素是鐵件骨架未經結構安全計算、未考慮外力、地震或風壓等影響。

(四)建築物外牆石材施工規範架構之建立

依據比較各種規範後提出國內缺乏的規範項目、案例調查後業界普遍缺少之必要施工文件、外牆石材施工失敗主要原因、座談會建議事項及訪談結論等研究結果，本研究於此擬定建築物外牆石材施工規範研擬架構，主要架構內容可分總則、材料及施工。在總則之下另訂適用範圍、資料送審(建議提交施工計畫書、製造計畫書、結構計算書、施工圖及施工製造圖……等資料)、品質保證及運送、儲存及處理；材料章節中規範了石材(石材品質、石材物理性質、表面處理、開孔尺寸……等規定)、金屬支撐系統(金屬材質、使用規定…等)及防水填縫材料；施工章節的部分則規定了準備工作、乾式工法(施工注意事項、金屬繫件安裝規定、石材安裝規定、接縫處理及伸縮接縫處理)、維護及清理等事項規定。透過本規範之建立，期望能提供業界一項參考依據，以提升建築物外牆石材飾面工程之施工品質及安全。

四、主要建議事項

建議一

進行「建築物外牆石材安全檢查診斷及修補技術之探討」：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

因本研究重點為確保新建工程時石材乾式工法之品質及安全性，有關既有建築物石材外牆之診斷及修補技術部分力有未逮，故在此建議可創立新的研究

課題以加強此部分之技術研究。目前國內尚未有石材外牆之安全診斷標準作業流程，此部分之診斷工作是需要專業診斷人員配合，再佐以科學驗證之方式確立其石材外牆診斷流程之效果，並建立石材外牆安全診斷標準作業流程。

石材外牆的舊有施作方式約可分為兩大類，外牆石材溼式施工及乾式施工，如要進行外牆石材的診斷及修補，必先了解石材外牆的失敗原因，例如石材外牆劣化之原因可能有累積承載導致外牆劣化、背填沙漿黏結強度不夠(濕式工法)、填縫材老化、地震效應、熱膨脹效應及金屬構件鏽蝕……等，因此必要的基礎調查不可缺乏，才能有效提出適當的石材外牆修補技術，所以在此建議可針對相關議題持續進行探討。

建議二

於現行推動之建築物生產履歷系統中加入「建築物外牆石材施工品質管理」項目：
立即可行建議

主辦機關：高雄市政府工務局建築管理處、桃園市政府都市發展局建築管理處、
新北市政府工務局、建築安全履歷協會

協辦機關：國立高雄第一科技大學營建工程系、台灣房屋整建產業協會、台灣物業管理學會

經過本研究多次現場施工調查及訪談結果發現，如何正確施工是一項非常重要的課題亦亟需落實，因外牆石材施工不似外牆瓷磚可進行強度拉拔試驗來確認施工品質，且其施工型態為高空作業且多屬隱蔽施工類型，監工難度較高，故本研究建議地方政府建管單位後續可與大學院校營建相關科系（如國立高雄第一科技大學營建工程系）、各協（學）會及民間團體（如台灣房屋整建產業協會、台灣物業管理學會）合作進行有關建築物外牆石材施工品質管理制度之研究，以增進施工確實度。目前地方政府已陸續進行建築物生產履歷系統之推動者有高雄市、桃園市、新北市等，而在民間亦有建築安全履歷協會等，惟觀察其內容多半注重建築結構安全，並無特別針對飾面材料安全進行記錄及查核。本研究建議可由前述協會及地方政府建管單位檢討將石材安全及施工履歷納入系統中進行管理；另可進一步建議地方政府建管單位於申報勘驗時增加必須檢附之相關資料（如本報告附錄中之檢核表），以落實施工過程紀錄，確實提高石材飾面材料的安全性。

建議三

舉辦「外牆石材施工技術講習」：中長期建議

主辦機關：財團法人石材暨資源產業研究發展中心、台灣區石礦製品工業同業公會、台灣石材行業聯合協會

協辦機關：內政部建築研究所

本研究透過外牆石材施工失敗案例蒐集及問題分析後初步發現，導致施工失敗的大致原因有材料選擇不當、施工不確實、建築設計不當及結構設計不當等，其中施工不確實所佔比例甚大，且主要是人為因素影響，但國內目前尚無石材施工訓練制度，甚至於勞動部職訓局亦無專業的石材施工相關課程。

由於勞動部勞動力發展署於建立外牆石材施工技術士技能檢定之事項上牽涉範圍甚廣，建立不易，故本研究建議可由財團法人石材暨資源產業研究發展中心、台灣區石礦製品工業同業公會、台灣石材行業聯合協會等相關民間團體（或可配合地方政府建築主管機關）主辦相關講習，廣邀各石材施作商之施工人員進行外牆石材施工技術講習，再由專業公/協會協助講習課程之建立，建議一年可舉辦一場至兩場，一場需上 8 小時，講習議題建議為石材基本知識、正確施工方式、錯誤施工結果影響及連接零件與材料選擇(如金屬繫件的選用、AB 膠的正確使用及選用、銲接作業注意事項等)，希望透過外牆石材施工技術講習以增進施作人員的專業知識及施工正確性。

ABSTRACT

Key words: exterior wall stone, dry construction method, construction specifications

I. Research Background

In recent years, the exterior walls of high-rise buildings have started to use stone instead of traditional decorative tiles on exterior walls, accentuating the taste and status of residents. Hence, stone materials are widely accepted in Taiwan's building market. However, the stone materials are much heavier than tiles; in addition, construction techniques and skills required to execute the work are much more sophisticated than those of traditional decorative tiles. Furthermore, a couple of incidents that had caused casualties due to exterior wall material peeling, e.g. one in Keelung in 2014 and another in Taipei City in 2015, have drawn people's attention to the issue of exterior wall safety.

The study of exterior stone wall construction techniques is rarely seen in Taiwan. Though the Architecture and Building Research Institute, Ministry of Interior, had conducted a study on exterior wall stone construction specification in 1999, yet many new techniques and materials have been developed and launched to the market since then. Therefore, we need a thorough research of frequently seen construction errors. By comparing with the advanced construction specifications in other countries, we hope to come up with a set of construction standards that can be used to enhance the safety of exterior wall decorative materials in Taiwan. It is the goal of this study to establish the standards for exterior wall stone construction (draft) through studying related literature and results of direct investigation and expert discussion. This study contains the comparison and analysis of related literature and construction techniques from local and international resources, discussion about the inspection and construction specifications for dry construction methods adopted by European Union, the United States, Japan and China, presenting current application of exterior stone walls and common problems and installation errors, and at last, provision of explanation and strategies to these problems. The study aims to establish exterior stone wall construction standards that specify how the dry construction method should be carried out.

II. Research Method and Process

The study uses three types of research methods: literature survey, direct investigation and expert discussion. In this study, literature, both domestic and

overseas, about exterior wall construction methods using decorative stone is collected and acts as a basis for subsequent analysis discussions and for drafting construction standards. The foci of this study include: (1) Current application of exterior stone wall construction techniques and common construction errors. This is done by collecting real cases, on-site investigation, visits to the cases, or interviewing expert. The results are analyzed and strategic suggestions for improvement are made. (2) Discussions among and interviews with members of the public sector (the central and local governments), private developers (building companies), architects, civil engineers, construction material providers, contractors and scholars, etc. about feasible strategies and techniques to enhance the decorative exterior wall safety.

In this study, we review literatures discussing building decorative exterior wall stones using dry construction method; we also have on-site investigations (20 cases) and 5 individual case visits. We also collect cases of stone wall construction failures, find out the reasons and analyze their error types. The two expert meetings, aiming at establishing construction standards, came up with discussion results and suggestions to generate a draft “Building Exterior Stone Wall Construction Standards”. Finally, this study concludes with 4 findings and 3 suggestions as follows.

III. Important Findings

1. A lack of updated stone material construction specifications and regulations

We have compared 7 kinds of construction specifications. The construction standards in Taiwan are provided for public infrastructure and buildings, and they are primarily guidelines instead of regulations with quantitative measurements. Therefore, in addition to the past studies in the country, our research team also reviews construction codes and test standards in other countries. We find that Beijing’s architectural decorative stone materials application code has the most complete specifications and regulations. The Beijing code contains applications for all architectural decorative stone materials. We only take from it the part of dry construction specifications for exterior wall stones. Reviewing local studies, we discover that these studies were conducted some time ago and did not mention new techniques now available in other countries. Only some private developers have taken these new technical standards to themselves. Thus, this study makes an effort to add the standards left out in current literature, such as the expansion hole location and required strength, expansion anchor specifications in terms of material, size and strength, and the size of an expansion hole. With these additional recommendations, we hope to provide the construction industry updated information to improve the construction quality of decorative stone walls.

2. A lack of required construction documents in the building industry

Most of the cases collected have provided with architectural drawings, exterior wall construction drawings and detail drawings, and anchor arrangement drawings. However, exterior stone wall problems often result from a lack of structural calculation of stone weight and the structural design of metal parts. In our investigation, structural considerations are left out in all cases except two. In other words, documentation of stone wall construction is not a common practice. Stone suppliers usually do not provide construction instructions, construction standards, self checklist and manufacturing certificate if customers do not request for them. This study, therefore, recommends that certain documents be submitted and listed in the inspection checklist, e.g. exterior stone wall construction proposal, structural calculations, construction drawings, etc. to ensure the safety and accuracy of the subsequent construction work.

3. Main reasons for construction failure are improper material selection and inadequate construction work.

Based on our investigation, construction failure of exterior stone walls can be attributed to improper selection of materials and parts, inadequate construction work, poor architectural design and structural design. Improper material/parts selection refers to the incorrect size of pins, insufficient structural strength of anchors, incorrect anchor length, width, thickness and materials, etc. Examples of construction work inadequacy are like anchors not properly secured, epoxy resin (AB adhesive) overly used, metal parts inadequately used, stone panels not properly secured, non-metal anchors used, drilled holes too large, stone panel division drawing different from metal parts working drawing, epoxy resin not adequately filled in the holes, incorrect welding, welding slag not properly removed, inadequate antirust process, etc. Poor architectural design is found when a large gap is formed between the building wall and the metal frames connecting stone panels due to the structure shape. It often results in installation failure. As for faults in structural design, we have found the design of metal frames does not take into consideration the factors of structural safety, external force, earthquake or wind pressure, etc.

4. A need to establish the framework of exterior wall stone construction standards

After we review local regulations, construction documents, construction failure reasons and experts' opinions, we attempt to establish an outline for exterior wall stone construction standards that include sections of general principles, materials and construction work. In the section of general principles, the following is included:

scope of work, required documents to be submitted (construction proposal, structural calculations, construction drawings, etc.), quality warranty and shipping information, storage and process. In the section of materials, characteristics of materials are specified: stone properties (quality, physical characteristics, surface process, size of drilled holes, etc.), metal support system (metal types, usage requirements, etc.) and waterproof sealants. The section of construction work stipulates preparation works, dry construction method (special construction notes, metal anchors installation instruction, stone panel installation instruction, sealing process and expansion joint process), maintenance and cleaning. By establishing these standards, we hope to provide a frame of reference for the building industry to improve exterior stone wall construction quality and safety.

IV. Suggestions

Suggestion #1

Immediately applicable suggestion: To hold “seminars on exterior stone wall safety check diagnosis and repairing techniques”

Authority in Charge: Architecture and Building Research Institute, Ministry of Interior

Assistant Authority: None

Since this study focuses on ensuring the quality and safety of dry construction method of stone walls in new construction projects, it finds inadequate in the area of exterior stone wall diagnosis and repairing techniques. Additional studies are suggested to be launched in these areas. Currently, there is not a standard operation procedure for exterior stone wall safety check diagnosis in Taiwan. Effective safety diagnoses require professional people and scientific approaches to verify and ensure the exterior wall safety. Therefore, it is important that a standard operation procedure be established for exterior stone walls.

There are two traditional ways for constructing exterior stone walls: wet method and dry method. To diagnose or repair exterior stone walls, one has to find out existing failure reasons, such as material overloading, insufficient adhesive strength (wet method), sealant aging, earthquake effect, thermal expansion effect, and metal parts corrosion, etc, to name a few. Fundamental investigations are very essential for building up necessary repairing techniques. Therefore, we suggest that related topics continue to be explored and discussed.

Suggestion #2

Immediately applicable suggestion: To add in the building tracking and traceability system “the quality control items of building exterior stone wall

construction”

Authority in Charge: Kaohsiung’s Department of Building Affairs, Taoyuan’s Department of Urban Development, New Taipei City’s Public Works Department, Building Safety Traceability Association

Assistant Authority: Department of Construction Engineering of National Kaohsiung First University of Science and Technology (NKFUST), Taiwan Building Renovation Association, Taiwan Institute of Property Management

From on-site investigations and interviews, we find it extremely important that stone wall construction work be carried out properly and precisely. Unlike tile walls, which can be tested of its tensile strength and controlled of its quality, there are no standards or tests to ensure the safety and quality of exterior stone walls. Additionally, the supervision of stone wall construction can be very difficult due to the fact that these construction works are often done on high-rise buildings and not as open as other types of construction works that can be supervised more easily. Thus, we suggest that the government authorities work with universities’ construction engineering departments (e.g. NKFUST’s Construciton Engineering Department), private professional organizations (such as Taiwan Building Renovation Association, Taiwan Institute of Property Management) to research and develop a management system to ensure the quality of exterior stone wall construction work. So far, some local governments have started to promote a building tracking and traceability system, including Kaohsiung, Taoyuan and New Taipei City, and in the private sector, there is the Building Safety Traceability Association. However, they focus more on the safety of structural items instead of inspecting and documenting decorative materials. We recommend the abovementioned organizations and building related departments of local governments to adopt the stone material safety and construction details into a tracking and traceability system. We also suggest that these departments of local governments demand documents to be submitted (see the checklist in the attachment of this study report) when filing for inspection. In doing so, the whole construction process can be recorded and, as a result, the safety of using decorative stone materials can be improved.

Suggestion #3

Long-term suggestion: To hold “lectures on exterior stone wall construction techniques”

Authority in Charge: Stone & Resource Industry R&D Center, Taiwan Marble Association, Taiwan Stone Industry Union

Assistant Authority: Architecture and Building Research Institute, Ministry of Interior

From the case study and problem analysis, we find that the main reasons for exterior stone wall failure include improper selection of materials and parts, inadequate construction work, poor architectural design and structural design. Among these faults, construction work inadequacy, especially on the part of workers, has shown the major impact. However, there are not any stone construction training programs available in Taiwan at present. Neither does the Workforce Development Agency, Ministry of Labor, provide related professional training courses.

It would involve many details and could be a difficult task for the Workforce Development Agency, Ministry of Labor, to certify a technician of exterior stone wall construction. Therefore, we suggest that private organizations like Stone & Resource Industry R&D Center, Taiwan Marble Association, Taiwan Stone Industry Union (perhaps along with the local government) invite stone construction contractors to give lectures or workshops on exterior stone wall construction techniques. These professional unions/associations can help set up training course programs held once or twice a year, and each time 8 hours of lectures are recommended. Recommended lecture topics include basic knowledge of stone materials, correct construction methods, influence of incorrect construction work, and selection of connection parts and materials (e.g. selection of metal anchors, correct use of epoxy resin, special notes on welding procedure). It is hoped that such construction technique lectures can improve construction workers' professional knowledge and help them correctly carry out their work.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

壹、研究緣起

人們對於建築的要求，隨著經濟成長，從實用性與功能性，漸漸轉向講究外觀美感。而石材正好具備高貴、質樸的特性，近年來高層建築物之外牆開始採用石材裝修取代傳統瓷磚飾面，凸顯居住品味及住戶尊榮，於是國內建築市場廣泛運用。然而石材之重量較瓷磚為重，相關工法及施工技術之要求亦較傳統瓷磚飾面高出甚多，且繼 103 年基隆市發生國內首起外牆飾材掉落傷人致死事件後，緊接著 104 年台北市聯合報大樓之外牆石材亦發生無預警掉落，造成嚴重傷亡事件，可瞭解此一課題之嚴重性。

在國內，石材雖已普遍使用於建築物外牆，為常見的外牆飾面材料之一，而乾式施工方式亦已取代早期之濕式施作方式，可提高石材飾面的安全性；但相較於歐盟及美國等石材應用歷史已久且規範齊備之國家，國內卻缺乏一套完整的外牆石材施工技術以資依循，錯誤的石材加工處理、固定件設計及現場安裝方式，將造成未來建築物公共安全上之重大隱憂。由於外牆石材於日常維護安全檢查上有一定的侷限與困難度，難以做到快速且大規模的檢查，而且不容易以肉眼發現其鬆脫徵兆。對此，目前國外大多以「採用正確的施工」的事前做法，而非以事後安全檢查，以避免公共安全意外發生。如歐盟目前對於石材安裝之安全性即採用 50 年週期為其要求目標，亦即要求石材安裝後至少需達到 50 年以上的安全確保，在這樣的背景之下，配合個案環境條件下正確的石材種類及工法的選擇、施工的確實性及相關品質的確保即成為相當重要的課題。

貳、研究背景

國內過去針對外牆石材施工技術之本土研究較為少見，內政部建築研究所雖曾在民國八十八年進行有關外牆石材技術規範之研究，但距今年代已久遠，許多新式工法及材料之應用發展快速，亟需進行一次技術及相關規範的盤點，針對國內常出現的施工錯誤樣態進行蒐集分析，並於參考國外先進國家之規範體系後，期望能為我國研擬一套適用於本土之施工技術規範以供業界參考，藉以強化外牆飾面材料之公共安全。

過去數十年石材施工技術的發展從早期的濕式工法、逐漸演變為目前所佔比例最多的插梢式安裝工法、近幾年由於插梢式工法失敗機會較大，歐盟等地已開發出更安全具信賴性的背擴孔式施工方法，將逐漸取代傳統插梢式工法。傳統插梢式工法由於必須在石材側面厚度處進行開孔，以置入金屬插梢棒（片），若於工人於現場進行加工鑽孔，容易加工失敗造成邊緣破損或是內部產生暗裂，造成日後應力集中逐漸影響強度導致失效。

插梢式工法目前已為台灣石材施工上的主流，但因為其施工品質較難掌控，在國外如歐盟已鮮少使用，轉而導入信賴性較高的背擴孔式工法，而中國大陸近年發展快速，其有關高樓使用用之石材帷幕牆也禁止使用插梢式工法。因此得知，相較於歐盟美國及中國，我國對於相關工法的使用限制及規定尚未完備，亟待整理出一套可供參考的施工規範體系，以確保外牆石材工程施工品質，維護公共安全於未然。

第二節 研究目的與內容

壹、研究目的

本研究之成果將可供相關單位後續於推動建築物外牆石材施工品質及安全確保時之重要參考依據。主要目的如下列：

1. 研提適合我國之建築物外牆石材施工規範（草案），供各界依循。
2. 彙整並分析國內建築物外牆安裝石材之常見問題及對策，以導正錯誤的施工習慣。

貳、研究內容

為了達到上述目的，本研究將透過彙整文獻、直接調查及專家座談等方式，建立外牆石材施工規範（草案）。本計畫之主要內容如下所示：

1. 蒐集比較分析國內外相關文獻資料與施工技術，並探討國外針對石材乾式施工之相關規範。
2. 提出國內外牆石材應用現況，歸納常發生的外牆石材乾式施工安裝錯誤態樣與常見問題，並進行說明，並提出對策。
3. 就建築物外牆石材乾式施工方式，研擬建築物外牆石材施工規範（草案）。

第三節 研究方法、步驟及進度說明

壹、研究方法

本計畫在研究方法上採用 1.文獻調查法 2.直接調查法 3.專家座談法等三種方法進行，說明如下。

1) 文獻調查法

透過各方面收集國內外有關建築物外牆飾面石材乾式施工法的相關文獻，進行資料彙整收集，以利作為後續分析討論及擬定規範草案方向時之基礎。

2) 直接調查法

針對本研究之重點研究項目：外牆石材施工技術應用現況及常見施工錯誤態樣問題，進行實際個案資料收集、現況調查、個案訪視或業界專家訪談，並將調查結果彙整分析，進而提出後續相關改善策略。

3) 專家座談法

邀集包含公部門（中央及地方建管單位）、民間開發商（建設公司）、建築師、土木結構技師、建材供應商、營造商、及學界專家等產官學界專家人士，以座談會（搭配訪談）方式進行討論，了解並探討現階段在國內推動提高外牆飾面材料安全的目標下，在相關策略及技術導入上的可行方向。

貳、研究步驟

本計畫之研究步驟包括下列 7 項，其架構如圖 1-1 所示。

1) 研究課題確立

透過相關文獻收集及分析，討論建築外牆石材施工及應改善之方向，並進而確立本研究課題之重要性及價值。

2) 國內外相關研究資訊收集

收集國內外有關建築物外牆飾面石材乾式施工法的相關文獻，針對外牆飾面健檢相關理論及技術、歷年建築外牆石材施工相關研究課題及成果、歐美日本中國等地外牆石材施工之相關規範、中央及地方政府外牆飾面安全確保相關政策...等面相之課題進行初步之文獻及資料彙整收集，以做為後續研究進行時之基礎。

3) 國內外外牆石材施工相關規範之分析探討

本研究已針對國內外外牆石材施工相關規範進行探討，已收集之規範包括：歐盟相關規範(如：DIN EN 13161、BS EN 12372、DIN 18516、DIN EN 16306、DIN EN 1469、EN1991-1…等)、美國相關規範(如：ASTM C880、ASTM C1354-96、ASTM C1242-05、ACI355.2-07、ACI355.2-00、AC193-0612-R1、ACI318-11、ACI318RM-14…等)、中國相關規範 (DB11 T 512-2007 北京市建築裝飾工程石材應用技術規程、DGJ08-56-2012 上海市建築幕牆工程技術規程、GBT 21086-2007 中國國家標準：建築幕牆、浙江省住房和城鄉建設廳建築幕牆安全技術要求…等)、另外國內規範則收集公共工程委員會所發佈之相關施工規範。

收集之規範已進行下列面向之探討：

- **石材加工與適用性：**

石材的種類特性、加工及品質檢驗方式。

- **固定方式及品質確保：**

固定方式(含混凝土側及石材側)及品質強度之確保。

- **工法及施工流程：**

外牆石材乾式施工相關工法施工流程及其適用限制。

- **法規運行體系：**

現行相關規範運行體制之探討。

4) 外牆石材施工技術應用現況調查及個案訪視

針對外牆石材施工技術應用現況進行業界調查(20案)及個案訪視(5案)。

5) 外牆石材施工失敗案例蒐集及問題分析

蒐集國內外有關建築物外牆石材施工失敗之案例，針對前項所彙整出失敗原因進行分析，將失敗原因進行歸類後彙整出常見外牆石材施工錯誤態樣。

6) 國內外外牆石材施工常見問題統整分析

透過外牆石材施工技術應用現況調查及個案訪視及外牆石材施工失敗案例蒐集及問題分析，進行歸類後彙整出常見外牆石材施工錯誤態樣，並進一步研擬未來在預防相關錯誤施工態樣時之對策。

7) 外牆石材施工規範(草案)之研擬

針對上述研究成果，草擬建築物外牆石材之施工規範(草案)，並透過專家會議進行諮詢及修正。

8) 研究成果提出

彙整前項分析結果及相關改善策略，並提出外牆石材施工規範(草案)，以提出本研究之研究成果。

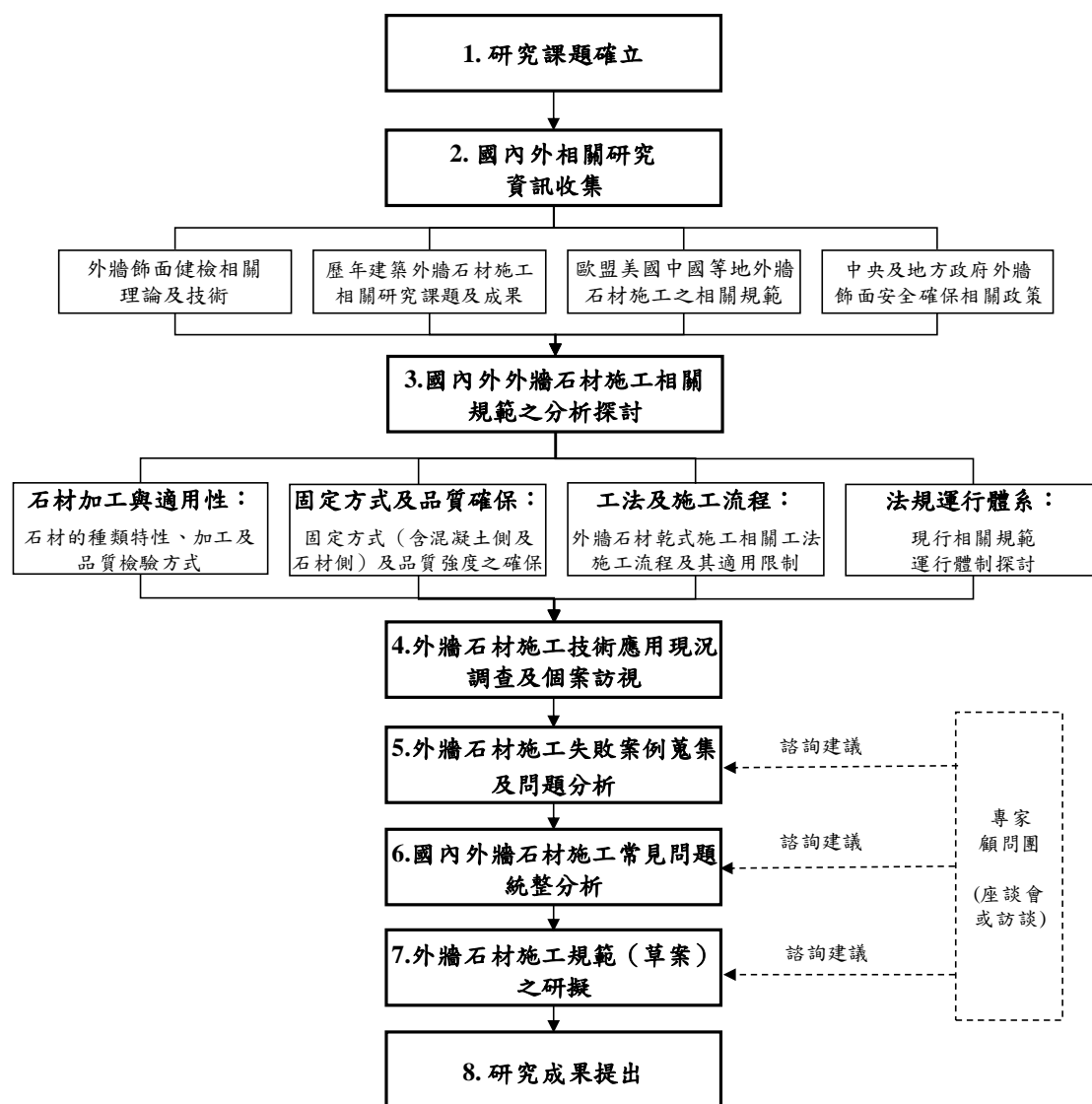


圖 1-1 研究流程圖

(資料來源：本研究規劃)

第二章 蒐集之資料、文獻分析

第一節 國內石材外牆相關文獻及研究整理

台灣早期約在 1980 年前後開始於外牆使用石材飾面，石材外牆的施工方式最先採用濕式工法，隨著施工技術的引進，最早使用石材外牆乾式工法約從 1984 年開始，約在 1990 年前後亦引進了 GPC 預鑄板工法及金屬框架帷幕牆工法，而濕式工法因背填水泥影響，因氣溫及濕度關係石材會產生翹曲及變性……等破壞，而台灣又位於地震帶上，使用濕式工法亦無法承受地震力，若結構體發生變形，石材會因層間變位之關係而產生破壞(表 2-1)，故濕式工法於 1990 年之後逐漸不被使用在高層建築之外牆，現今石材外牆施作工法以乾式工法為主。(圖 2-1)

表 2-1 石材外牆乾式工法及濕式工法比較表

比較工法 比較項目	濕式工法	乾式工法
石材的重量	重量相同於乾式	重量相同於濕式
建築物的變形	受外部氣溫與濕度的變化，水泥砂漿產生拉力、貼石發生反翹與變形	無背填水泥砂漿，不受影響
地震影響的變形	與軀幹型成一體，當軀幹發生變形時，貼石也會發生裂縫等變形	即使軀幹發生變形，由於有空隙，因此不影響石片
風壓	由於水泥砂漿的填充，不受影響	可能會因石材厚度的不同而有影響
其他壓力	由於有背填水泥砂漿，遭到物體等的衝擊時，只是裂縫而已	由於石材背面有空隙，遭到物體等的衝擊時會使石片破損
凍結	當石材背面進入水時，凍結作用會將石片擠出	石材背面有空隙，不滯水，因此也就不凍結
白華	背填水泥砂漿之殘留物出現在砌合面上	不使用水泥砂漿，因此不產生
金屬繫件	可用 3.2ψ 不鏽鋼絲施工	能夠以不鏽鋼鐵件施工
承重鐵件	使用不鏽鋼鐵件	使用不鏽鋼鐵件
水泥砂漿 施工汙染	使用水泥砂漿，容易附著造成汙染	不使用水泥砂漿，因此不會遭到汙染
金屬繫件汙染	會從石材背面滲出鐵鏽、	由於石材背面有空隙，因

	污點，表面形成色斑	此不會出現鐵銹與污點
接縫	可使用水泥砂漿、填縫材料等填縫施工	可使用填縫材料填縫施工
清掃	水泥砂漿等的附著，不容易除去	不使用水泥砂漿，清掃容易
安裝工程	填充背填水泥砂漿時，1~2日只能作一段份的施工	無需水泥砂漿的凝結期間，可多段施工

(資料來源：文獻 1-2)

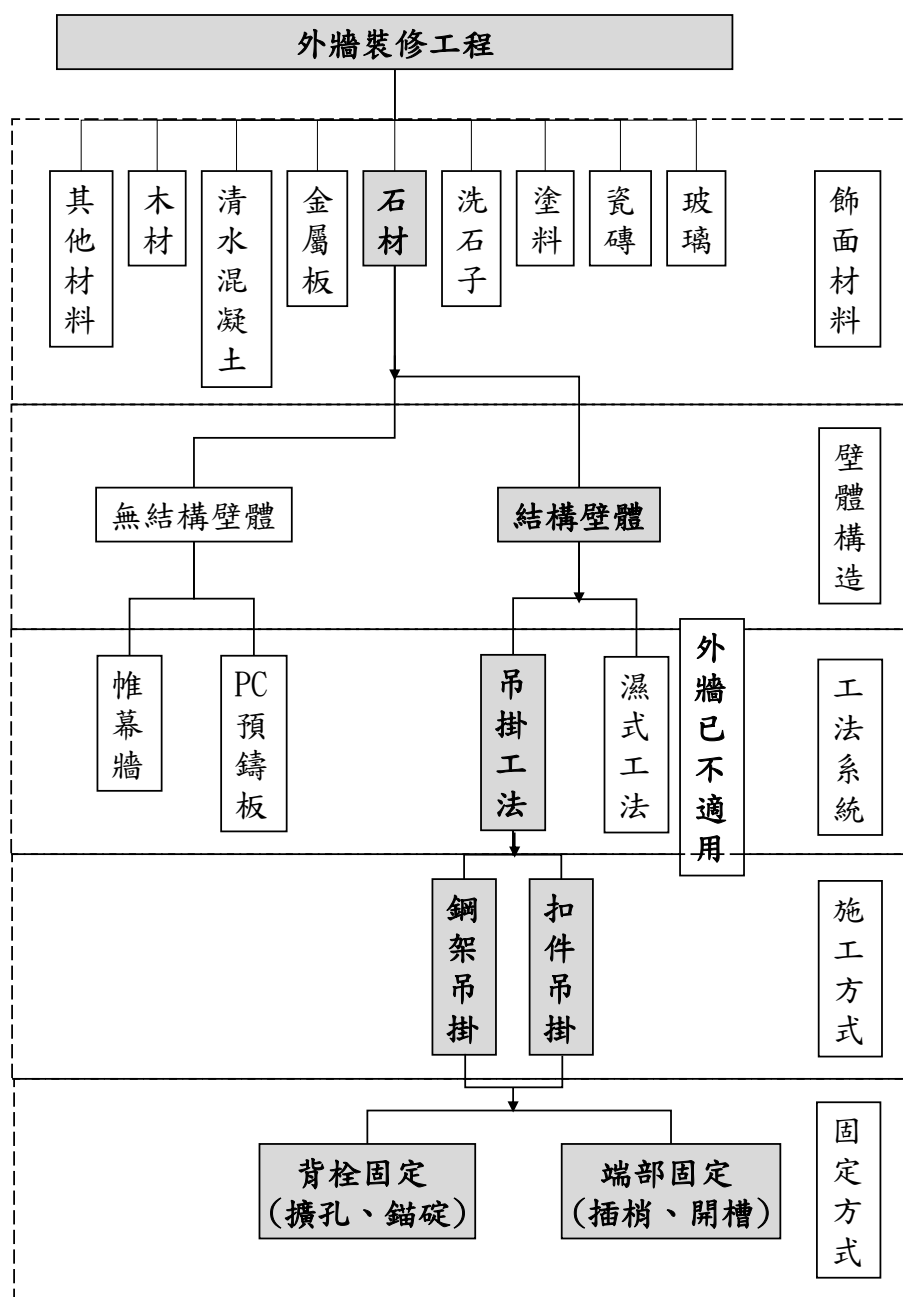


圖 2-1 外牆裝修系統圖

(資料來源：文獻 2-6)

我國建築外牆飾面材為石材之建築，雖無外牆飾面材採用瓷磚那麼常見，但台灣近幾年所發生的外牆飾面剝落事件，直接導致死亡的案例外牆飾面材即為石材，可見外牆石材的施工、使用、維護及診斷是很重要的，故藉由既有書籍及文獻之回顧檢視了國內對於建築物外牆石材的施工、使用、維護及診斷技術上之相關發展，藉由國內相關文獻進行初步探討，以下為本研究進行之國內石材外牆相關書籍及文獻彙整：

表 2-2 國內石材外牆相關書籍彙整

書籍	主要內容
橫田暉生原著，崔征國譯，「新建築石材工程設計與施工」，詹氏書局，1991 年。	該書中主要內容為適用於外裝之石材的選擇、石材的收購與進口、石材工程的契約與手續、石材外裝的設計與設計圖、石材的加工與裝修、石材外裝的施工圖與施工、鋪石地板的新工法、安裝石材之外裝的新工法、代替石材的新材料、美國的石材安裝工法及石材外裝的清潔。
日本建築學會原著，崔征國譯，「石材安裝工程標準施工說明書」，詹氏書局，1991 年。	該書為翻譯日本建築工事標準仕様書・同解説 JASS 9 張り石工事，書籍出版年份距今已有 26 年，日本方面已重新編製出版，該書內容與目前版本多有不同，但該書中亦有部分內容本研究認為是可參考使用，其主要內容為用語的定義、一般事項(製造工廠的選擇、工程進度表、施工計畫書的提出、樣品的提出、試驗、檢查、養護.....等)、花崗石的石片安裝、大理石的石片安裝、水磨石磚的安裝、貼水磨石板、人造石的安裝及附錄 JIS A5003 石材相關試驗標準。
石正義，「石材工程施工技術」，詹氏書局，1995 年。	該書以建築工程中可用石材之部位做詳細的介紹，從石材的基本知識(石材的種類、CNS 中對石材分類的規定、石材在建築界的稱呼、石材的產地、採石的技術、石材的加工技術、石材的施工技術、選擇石材的方法)、石材的特徵(石材的細孔及吸水現象、石材的比重、石材的硬度、石材的強度、石材的可塑性變形、石材受熱後的行為、石材的顏色)、石材的變質現象(石材的內在缺陷、石材的瑕疵、石材加工的知識、石材的錯誤選擇、不適當的安裝、污染的大氣與酸性與對石材的影響、可溶性鹽類的作用、動植物的作用、凍害)、石材的補強及修復及石材工程實務介紹(石材工程依工法可分為濕式工法、乾式石材張貼工法及 PC 板工法，其中濕式工法可用於樓地板石材鋪貼工法、壁面石材裝修工法、特殊部位石材的裝修)。

<p>財團法人石材暨資源產業研究發展中心，「石材工程施工規範彙編」，2000年。</p>	<p>該書為財團法人石材暨資源產業研究發展中心編寫之施工規範彙編，其內容主要有石材工程作業流程、石材選用須知、石材施工規範(解說)、石材工程契約(解說)、工程契約書(範本)、石材安裝工程投標須知(範本)、石材工程施工計畫書、石材地坪、石材磚鋪貼、花崗石帷幕牆、金屬構架花崗石牆面、花崗石鋪面地坪及階梯、石材製品、天然花崗石建築飾面板材、天然大理石建築飾面板材、異型面板製品、天然石材飾面建築板材乾式不鏽鋼配件及填縫材。其內容多為施工綱要規範，該書有少數幾篇規範已是現行的施工綱要規範。</p>
<p>財團法人石材暨資源產業研究發展中心，「石材工程施工工法彙編」，2000年。</p>	<p>該書主要內容有石材工承作業流程、石材選用須知、石材工程施工計畫、地坪鋪設工法、內牆石材裝修工法、外牆石材裝修工法、鋼框架帷幕石材工法、石材預嵌預鑄混凝土帷幕牆工法、填縫工程及維護工程。其中外牆石材裝修工法部分為本研究參考重點之一，該書當中詳細解說外牆石材乾式施工流程、錨碇螺栓種類及金屬繫件規格，因年代略為久遠，內容僅有鑽孔插梢固定工法，但還是非常值得參考。</p>

(資料來源：本研究整理)

表 2-3 國內石材外牆相關文獻彙整

文獻	主要內容
<p>何明錦、吳毓勳、石正義，「外牆材技術規範之研究(一)石材」，內政部建築研究所，2000年。</p>	<p>此研究主要目的為建立外牆石材技術規範及外牆石材工程查核手冊。其研究內容主要分為四大部分，檢討石材的加工與適用性、外牆石材施工性的探討、填縫工程之配合及後續使用的保養與維護。</p> <p>主要研究內容在檢討石材的加工與適用性中所應注意之事項為石材的強度、物理性質、大小、厚度及表面處理。外牆石材施工性則探討其施工方法、石材處理方法及各種石材張貼工法。填縫工程的部分則分析石材工法與勾縫的關係、填縫材種類及材質、填縫材施工等內容。</p> <p>研究最後所提出之外牆石材技術規範內容則以上述之研究內容加以整合制定，並建議後續研究可加強石材樁孔強度檢討及施加於外牆石材風力之計算。此研究距今已有16年之久，且所擬定之規範內容多參考日本的規範，少有參考歐美等國家較齊全之規範。</p>
<p>蔡博維，「建築物外牆</p>	<p>該研究主要目的為建立現場貼掛石材的施工準則與管</p>

<p>石材施工技術之研究-以現場貼掛石材為對象」，國立成功大學建築研究所碩士論文，1993。</p>	<p>理準則。主要研究內容分為三大部份，第一部分為探討石材工程的作業流程、安裝工法的種類、造成品質變異的影響因及常用工法之研討。第二部份為施工技術的調查與產生缺陷的調查並將調查的結果加以分析與探討，以確實瞭解問題產生的原因。第三部份則是外牆貼掛石材施工準則與管理準則之研擬。</p>
<p>陳柏宏，「臺灣地區外牆吊掛石材防災構法之研究-以吊掛節點力學行為探討之」，國立成功大學建築研究所碩士論文，1993。</p>	<p>研究主要目的為藉由研究所建立之步驟，建立非結構部材力學行為探討模型，可幫助從事非結構部材安全性能探討者作為研究參考之用。由於石材版大量的使用，石材版吊掛之安全性更成為重要的議題，如何使石材外牆滿足臺灣本土之外牆要求性能更是學術界關心的問題。此研究以國內累積之研究成果，參考國外相關論文，規範與經驗，藉由對目前石材發展的理論體系，配合國內本土之石材施工，流程及現況，針對建築物在臺灣地區所可能遭到的災害，研擬出與安全性能有關的乾式石材構法。</p> <p>研究主要內容如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 初步探討外牆石材設計之影響因子，並調查目前臺灣地區之現況。 (2) 藉著有限元素分析法分析石材版受面外力時之內力行為並逐一解說輸入各變數之原因及數值。 (3) 建立石材版，安全性能考慮上之計算參考模式並與現況常用之模式加以比對。 (4) 建立非結構部材安全性能上之檢討模型。 <p>依據此研究所提出的步驟方法，可協助石材業者從事石材版之實質設計，更可作為研擬外牆石材工程設計規範及施工規範之參考。</p>
<p>張碩芳，「彈性填縫材應用於外牆吊掛式石材耐久性能之研究-以動態試驗探討之」，國立成功大學建築研究所碩士論文，1996。</p>	<p>研究主要探討石材與填縫材間之接著性與劣化現象，進而提出適合臺灣地區地理氣候環境與石材類型之填縫劑型選用建議表以供參考。臺灣地區之建築物，以吊掛式石材為外牆系統者逐漸增加，對其外觀之破壞影響最大的是外裝石材之劣化及填縫材失敗，而外牆吊掛式石材工程之接縫是構材與構材間之接續，這些接縫的處理，在臺灣地區以彈性填縫材之使用最為普遍。</p> <p>在臺灣多震，多雨，高濕，溫差大，日射強的環境下，如何選用適合的填縫劑型，為外牆石材工程的一大課題，此研究即是透過動態試驗之方式，選擇代表性石材與填縫材製作試體，在模擬耐久性因子養護後，進行週期運動及拉伸接著性試驗。</p>

<p>蘇鴻奇，「外牆吊掛石材與繫件接合強度之研究」，國立成功大學建築學系碩士論文，1997。</p>	<p>研究主要目的為提供石材設計者與施工者在規劃石材工程時對於繫件與石材尺寸選擇上做一個參考。目前外牆吊掛石材施工方法的運用上有「濕式」及「乾式」工法兩類。但濕式工法存在著如白華污染、水漬、老化及剝落等問題。故為克服濕式工法的缺點而發展出外牆貼掛石材乾式工法。</p> <p>乾式工法在設計上的考量，主要是以風力造成版面受彎矩破壞及繫件與石材接合部位受剪力破壞之因素為主。但國內石材業者對於石材與繫件接合部位受風力作用下，所需考慮的事項與繫件、石材選用標準的認識十分的缺乏也沒有相關的規範可供依循。</p> <p>該研究透過載重實驗的方法，選擇代表性石材，插梢與填充材種類製作試體，進行材料物理性質實驗及石材與插梢接合部位載重實驗，以模擬接合部位受風力造成破壞的影響因子作用下，將各種實驗材料搭配組合，進行試驗，並紀錄分析接合強度的變化。</p>
<p>郭勇鑫，「建築物牆面石材濕式工法黏著強度之研究」，國立成功大學建築學系碩士論文，2000。</p>	<p>該研究主要目的為探討建築物牆面石材貼掛之施作方式與文獻書籍內所介紹之工法差異及施作方式是否合理。</p> <p>研究方法是藉由相關文獻的資料蒐集整理與災害現場之調查，以瞭解破壞之模式與可能破壞之原因，並與相關石材業者訪談，以瞭解災害現場主要之工法（暫稱為團漿工法），以及為何於底材上噴漆之施作方式。並針對石材的濕式工法進行拉拔試驗，探討不同的黏著材以及各界面間的添加物對於黏著強度之影響並與災區團漿工法作一比對。</p> <p>主要研究成果如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 在正規之濕式工法無任何添加物之情形下，其五種黏著材之黏著強度為：「純水泥漿+海菜粉」>「ABA 石材黏著劑」>「稀釋水泥砂漿 1：1+水泥乾粉」>「稀釋水泥砂漿 1：2+水泥乾粉」>「水泥砂漿 1：3」 (2) 現行實務上使用「水泥砂漿 1：3」予以黏著者很少，乃因其「水泥砂漿 1：3」之黏著強度很低。 (3) 於底材表面所噴油漆者，其黏著強度幾乎為 0；但若改塗水性水泥漆時，其黏著強度未見有減弱之情形發生。 (4) 「純水泥漿+海菜粉」之黏著強度在 10~13(kgf/c m²)，但由於現場團漿工法為其破壞之主因，其黏貼面積比例僅為石材面積之 1/3~1/4，故其黏著強度顯然不足。

<p>吳烜婷，「乾式石材外牆吊掛繫件之應用研究」，國立成功大學建築學系碩博士班碩士論文，2004。</p>	<p>該研究主要目的為提供業主、設計單位以及施工單位可正確快速評估、權衡選擇合適之外牆乾式石材吊掛繫件。由於學界或研究單位對於石材乾式工法之相關研究報告未見有對石材繫件之組構及系統進行研究性的分類。該研究從建築物的壁體構材、部位、石材種類、工法等影響因子探討吊掛繫件之應用，並對石材繫件元件進行基礎元件（錨碇、承托、定位）之分解，以文獻回顧、問卷調查、案例訪查與專家訪談，最後將所得資料加以整理、歸納及分析，進行繫件元件的綜合性比對及分析，依據繫件元件不同的型態、特性及其適切合理之組構進行分類，並建置二十九種繫件系統及其適用範圍。</p>
<p>王琇雄，「外牆吊掛石材空縫設計之研究」，國立成功大學建築學系專班碩士論文，2013。</p>	<p>該研究主要目的為建立外牆石材空縫設計與應用做法提供業界參考。研究透過相關文獻資料，瞭解外牆石材發展過程與工程問題，並整理外牆石材接縫之影響因子，以實地調查臺灣地區外牆石材接縫使用情形，再經由資料整理與分析，探討比對填縫與空縫優劣後，歸納接縫問題與對策研擬，以建立外牆石材空縫設計與應用做法。</p> <p>研究成果提出外牆石材以空縫設計相關要項如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 石材空縫設計原則-設計為外牆石材工程最早開始的工作，充分掌握設計原則提出適當的規畫，將會有利後續相關工作的推動。 (2) 石材空縫施工要領-依據工程規畫設計要求，確實掌握施工要領與注意事項，以有效落實外牆石材各項執行工作。 (3) 石材空縫品檢要點-外牆石材施工過程中，必需掌握各工作環節之品檢要點，以確保外牆石材長期正常使用為工程目標。
<p>蔡佳航，「建築物外牆飾材維護管理與檢測方法之研究-以石材為例」，中國科技大學建築系碩士論文，2016。</p>	<p>該研究主要針對外牆吊掛石材之維護管理與檢測方法探討及分析，期望未來在建築物外牆石材之施工與品檢、維護管理與檢測，甚至是推動健診檢測之法制化等層面有所助益。</p> <p>研究首先透過相關文獻資料，瞭解外牆石材施工模式、工程問題、品質管理重點、維護管理作業及檢測方法，並藉由建築物生命週期的「規劃」、「施工」、「使用」三個層面建立外牆石材「施工與品檢重要因素」、「維護管理與檢測方法關鍵因素」，以及「可行並成熟之健診檢測技術」、「強制健診檢測之法制化」之認知度，進一步了解目前建築物外牆石材使用維護管理與執行檢測與否之現況。</p>

	<p>主要研究結果為以下幾點</p> <ol style="list-style-type: none">(1) 「規劃」層面須注意：石材固定繫件材質及型式、外牆石材部位分布範圍。(2) 「施工」層面須注意：施工專業承包商資格遴選、石材固定繫件相關試驗與品質管制、完工前全面巡檢及留存紀錄。(3) 「使用」層面須注意：石材定期維護及健診、建案實施者移交工程資料之完備。(4) 進行安全檢測須注意：石材定位繫件、結構錨碇繫件。(5) 外牆石材檢測方法以：目視檢測法、荷載診斷檢測法、現場人工拉拔檢測法、現場位移變形檢測法、內視鏡檢測法最為具有可行性及必要性。
--	--

(資料來源：本研究整理)

由以上文獻回顧可瞭解到臺灣早期因建築外牆飾面材為石材之建築較少，所以相關研究及相關基礎調查不足，且少數之相關研究多集中於吊掛節點、耐久性、接合強度……等力學及繫件研究。對於外牆石材乾式施工安裝錯誤態樣與安裝常見之問題少有著墨，本研究將加強此部分之基礎調查，並提出解決對策及正確的施工觀念，故此部分之研究突顯了本計畫之重要性。

歐美及中國等國家對於外牆石材之技術規範制定較為完善，國內目前尚無統一標準的外牆石材施工規範，且產業面上因需求之關係其施作技術及石材繫件種類繁多、施工繁雜，所以造成石材選用標準的認識混亂，也因沒有相關的規範可供依循導致許多施工失敗之案例，故統一標準的外牆石材施工規範亟待建立。

第二節 國內外外牆石材檢驗及施工規範整理

本研究於此將收集的國內外外牆石材檢驗及施工規範進行整理，以做為後續研究進行時之基礎。主要內容分為石材檢驗規範及外牆石材施工規範，石材檢驗標準規範部分本研究收集了美國(ASTM)、歐盟(DIN EN)、日本(JIS)及我國(CNS)的檢驗標準，因 ASTM 標準規範與 CNS 標準規範相同，故本研究在此以 ASTM 標準規範為準。石材施工規範則是蒐集了中國(DB)、日本(JASS 9)、我國公共工程施工網要規範、我國民間工程自用規範及相關書籍及研究。

一、石材檢驗標準規範

1.ASTM C97 吸水率及體比重標準試驗(同 CNS 11321)

以試體尺寸邊長 50mm~75mm 的立方體、角柱或圓柱進行吸水率集體比重標準試驗比重公式： $[\text{lb}/\text{ft}^3(\text{kg}/\text{cm}^3)] = A/(B-C)$

A：乾燥後重量

B：吸水後重量

C：浸水後重量

吸水率公式(%)： $[(B-A)/A] \times 100$

A：乾燥後重量

B：吸水後重量

2.ASTM C170 石材抗壓強度標準試驗(同 CNS 11319)

試體尺寸邊長 50mm 以上的立方體、四角柱或圓柱，高度與直徑或側距之比例需大於 1:1，每種試驗的試體需準備五個。

抗壓強度公式： W/A psi(Mpa)

W：試體破壞時總載重

A：受壓面積

3.ASTM C99 破壞模數標準試驗(同 CNS 11322)

試體尺寸長 $L=177\text{mm}$ ，寬 $b=101\text{mm}$ ，高 $d=57\text{mm}$ ，

試驗載重(W)不超過 4450 N/min

破壞模數公式(R)：

$R=3WL/2bd^2$ psi(Mpa)

4. ASTM C880 石材抗彎強度標準試驗(同 CNS 13976)

試體尺寸長度需為厚度 10 倍，寬度需為厚度 1.5 倍，厚度需要 25mm 以上，試體建議尺寸為長 L=300mm，寬 b=38mm，高 d=25mm，以試驗載重 W=535 N/min 進行抗彎強度標準試驗。

抗彎強度公式= $3WL/4bd^2$ psi(Mpa)

5. DIN EN 1936 天然石材試驗方法-體比重標準試驗

試體體積為 60ml 以上之立方體、角柱體或圓柱體。

體比重標準試驗公式：

$$\text{體比重}(\text{kg}/\text{m}^3) = \rho_b = \frac{md}{ms - mh} \times \rho_{\gamma h}$$

md：乾燥後重量(g)

ms：吸水後重量(g)

mh：浸水後重量(g)

ρ_{γ} ：試體的真密度 $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$

$\rho_{\gamma h}$ ：水密度(kg/m³)

6. DIN EN 1925 天然石材試驗方法-吸水率標準試驗

試體需完全乾燥後再浸水，且試體底部一定要浸泡 3±1mm 高度的水。

吸水率公式：

$$c = \frac{mi - md}{\sqrt[4]{ti}}$$

mi：吸水後重量(g)

md：乾燥時重量(g)

A：吸水面積(m²)

ti：泡水時間

7. DIN EN 1926 天然石材試驗方法-抗壓強度標準試驗

試體尺寸邊長或直徑 50mm 以上的立方體或圓柱，及邊長或直徑 70mm 以上的立方體或圓柱，每種試驗的試體需準備 10 個以上。

抗壓強度公式：R=F/A

R：抗壓強度(MPA)

F：破壞載重(N)

A：面積(m²)

8. DIN EN 12372 天然石材試驗方法-集中載重下之抗彎強度試驗

試體建議尺寸長 $L=300\text{mm}$ ，寬 $b=50\text{mm}$ ，高 $h=50\text{mm}$ ，或高(h)在 $25\text{mm}-100\text{mm}$ 範圍內，寬度(b)為 50mm 以上3倍高度以下，彎矩支撐長度(l)為高度(h)的5倍或6倍，乾燥後之試體每種試驗需準備10個以上。

$$\text{抗彎強度公式：} R_{tf} = \frac{3Fl}{2bh^2} \text{ (Mpa)} \quad \text{集中載重：} V = \frac{2abh^2}{3l} \text{ (N/s)}$$

l ：彎矩支撐長度(mm)

F ：破壞載重(N)

A ：加載速率(Mpa/sec)

9. DIN EN 13161 天然石材試驗方法-均佈載重下之彎曲強度試驗

試體尺寸高(h)在 $25\text{mm}-100\text{mm}$ 範圍內，寬度(b)為 50mm 以上3倍高度(h)以下，長度(L)為高度(h)的5倍或6倍，乾燥後之試體每種試驗需準備10個以上。

$$\text{抗彎強度公式：} R_{tc} = \frac{FL}{bh^2} \text{ (Mpa)} \quad \text{均佈載重：} V = \frac{2abh^2}{3l} \text{ (N/s)}$$

l ：彎矩支撐長度(mm)

F ：破壞載重(N)

A ：加載速率(Mpa/sec)

10. JIS A5003-95 石材

日本工業規格 JIS A5003 為土木建築用石材之規範，內容分為石材種類、石材形狀及尺寸、石材等級及物理性質試驗方法，物理性質試驗方法包含體比重試驗、吸水率試驗及抗壓強度試驗，下列為三項物理性質試驗公式：

體比重公式	吸水率公式	抗壓強度公式
$= W/V$	$= (W_2 - W_1) / W_2 \times 100$	$= W/A$
W ：乾燥後重量(g)	W_1 ：乾燥後重量(g)	W ：最大荷重(kgf)
V ：實際體積(cm^3)	W_2 ：吸水後重量(g)	A ：斷面積(cm^2)

11. 各國花崗石石材物理性質試驗要求及試驗方法

本研究於此將美國(ASTM)、日本(JIS)及台灣(CNS)的檢驗標準進行統整，下表為花崗石石材物理性質試驗要求標準：

表 2-4 花崗石石材物理性質試驗要求標準表

物理性質	試驗要求標準		
	CNS 14448	ASTM C615	JIS A5003
最大吸水率，wt %	0.40	≤0.4	<5
最小體比重	2.56	≥2.56	2.5≤2.7
最小抗壓強度，MPa{kgf/cm ² }	131{1336}	≥131{1336}	≥4903 kgf/cm ²
最小破壞模數，MPa{kgf/cm ² }	10.34{105.47}	≥10.34{105.47}	
最小彎曲強度，MPa{kgf/cm ² }	8.27{84.35}	≥8.27{84.35}	

(資料來源：本研究整理)

二、石材施工規範

石材施工規範以外牆石材乾式施工為整理重點，蒐集了中國(DB)、日本(JASS 9)、我國公共工程施工綱要規範、我國民間工程自用規範及相關書籍及研究，下表為本研究所參考之規範整理：

表 2-5 國內外施工規範及相關研究列表

使用地區	書籍/規範名稱	作者/出版單位	執行現況	更新/出版年份
中華民國	施工綱要規範第 04400 章-石工	公共工程委員會	現行規範	2016
中華民國	施工綱要規範第 09751 章-金屬構架花崗石牆面	公共工程委員會	現行規範	2016
中華民國	施工綱要規範第 03456 章-花崗石帷幕牆	公共工程委員會	現行規範	2016
中華民國	外牆飾材技術規範之研究(一)石材	石正義/建研所	供相關研究參考	2000
中華民國	民間自用規範	民間自行撰寫	部分民間工程使用	2016
中國	建築裝飾工程石材應用技術規程	北京市建設委員會	現行規範	2008
日本	JASS 9 石材安裝工程 建築工事標準仕様書	日本建築學會	供相關工程參考	2009
美/加	Master Format 第 04 40 00 節 石材組裝	美國營建規範協會 加拿大建築規範協會	供相關工程參考	2016

(資料來源：本研究整理)

1.施工綱要規範第 04400 章-石工

施工綱要規範第 04400 章-石工之適用範圍為建築物主體部分牆身（含補強梁柱）及附屬構造物如擋土牆、圍牆、溝渠、護坡等圖示為卵石、塊石、條石或石磚等（屬砌築式石材，非貼面石材者）砌築之石工者均屬之，故此規範所規定的範圍較廣，不僅限於外牆石材，但該規範中之施工部分，有原則性敘述乾式工法的施工流程，主要規範內容為結構體素面與石材背面之距離、支撐系統之安裝、錨碇螺栓與固定繫件之安裝、石材之安裝、接縫處理及伸縮接縫之部位，詳細的規範內容如下列：

(1)結構體素面與石材背面之距離以 5cm-7cm 為原則。

(2)支撐系統之安裝

A.金屬支撐系統之組裝，應依核准之施工製造圖及組立圖進行。

B.應組立牢固並保持均勻之垂直面，預留石材安裝所需之空間。

(3)錨碇螺栓與固定繫件之安裝

A.錨碇螺栓與固定繫件之安裝位置與數量須依施工製造圖上所示。

B.依石材接合騎縫位置[預埋#3 或#4 鋼筋並與縱向鋼筋銲接][錨碇螺栓配合金屬支撐系統]，以供固定繫件使用。

C.固定繫件須確實撐托石材，如以點銲固定之處，須以防銹漆塗刷。

D.固定繫件調整鎖緊後，應以不污染石材之黏著劑將螺栓固定。

(4)石材之安裝

A.核准之施工製造圖施作，並由具有經驗及技術良好之技術人員負責執行。

B.安裝之石材表面應垂直平整，接縫應準確對齊，且寬度一致。

C.施工前應先將石材加以比對分類，使深淺顏色大致相近，紋路方向一致，並視需求加以對紋。

D.斷裂、缺口、污損之石材不得使用。

(5)接縫處理：

石材間之接縫型式、材料與大小須依設計圖說規定；施工前，須注意下列事項：

A.清潔附著於石材表面之水泥砂漿、塵埃、污物等並擦拭乾淨。

B.檢查接縫的平整度、缺角、寬度、充填深度等，確實修補填縫。

C.接著面應保持乾燥，並應注意天候、氣溫與濕度是否適合施工。

(6)伸縮接縫之部位，預先以發泡塑膠材料充填，再作填縫作業；使用防水填縫料時，應依照圖說之規定。

表 2-6 石工綱要規範架構表

規範主項	1.通則	2.產品	3.施工
規範細項	1.1 本章概要說明 1.2 工作範圍 1.3 相關章節 1.4 相關準則 1.5 資料送審 1.6 品質保證 1.7 運送、儲存及處理	2.1 材料 2.1.1 水泥砂漿 2.1.2 品質標準 2.1.3 石材材料 2.1.4 圬工配件 2.1.5 乾式工法之金屬支撐系統 2.1.6 防水填縫材料	3.1 準備工作 3.2 施工方法 3.2.1 濕式工法 3.2.2 乾式工法 3.3 現場品質控制 3.7 維護 3.7.1 施工時之維護 3.7.2 對污染、損傷之維護 3.7.3 對地板之維護 3.8 清理

(資料來源：本研究整理)

2.施工綱要規範第 09751 章-金屬構架花崗石牆面

施工綱要規範第 09751 章為金屬構架花崗石牆面，由於金屬構架花崗石牆面非屬於外牆石材乾式施工之範疇，而本研究將該規範列出之主因為，在施工綱要規範第 04400 章-石工部分未說明到金屬零件及石材加工部分，可參考此規範的原則性規定，下表為金屬構架花崗石牆面規範架構：

表 2-7 金屬構架花崗石牆面綱要規範架構表

規範主項	1.通則	2.產品	3.施工
規範細項	1.1 本章概要說明 1.2 工作範圍 1.3 相關章節 1.4 相關準則 1.5 系統設計要求 1.6 資料送審 1.7 品質保證 1.8 運送、儲存及處理	2.1 材料 2.1.1 花崗石 2.1.2 鋼料 2.1.3 螺栓 2.1.4 鉸條 2.3 產品設計與製造 2.3.1 一般事項 2.3.2 花崗石材之加工 2.3.3 金屬構架構材加工 2.3.4 表面處理	3.1 準備工作 3.2 安裝 3.2.1 金屬構架系統之安裝 3.2.2 花崗石材之安裝 3.3 清理 3.4 許可差

(資料來源：本研究整理)

3.施工綱要規範第 03456 章-花崗石帷幕牆

施工綱要規範第 03456 章為花崗石帷幕牆，由於花崗石帷幕牆非屬於外牆石材乾式施工之範疇，而本研究將該規範列出之主因為，在施工綱要規範第 04400 章-石工部分未詳細規範總則部分，故參考此規範的總則規定，下表為花崗石帷幕牆規範架構：

表 2-8 花崗石帷幕牆綱要規範架構表

規範主項	1.通則	2.產品	3.施工
規範細項	1.1 本章概要說明 1.2 工作範圍 1.3 相關章節 1.4 相關準則 1.5 系統設計要求 1.6 資料送審 1.7 品質保證 1.8 運送、儲存及處理	2.1 材料 2.2 零件及附件 2.3 產品設計與製造 2.3.1 一般事項 2.3.2 花崗石材之加工 2.3.3 花崗石帷幕牆單元 2.3.4 預埋鐵件 2.3.5 表面處理	3.1 準備工作 3.2 安裝 3.3 檢驗 3.4 清理 3.5 許可差 3.6 保護 3.7 安全措施

(資料來源：本研究整理)

4.外牆飾材技術規範之研究(一)石材

此研究為石正義老師與其團隊於 2000 年所著，文獻內容主要為石材的加工與適用性、外牆石材工法(濕式工法、乾式工法及 PC 工法)、填縫工程及維護工法，其中外牆石材工法之乾式工法部分為本研究參考之重點，但因該研究年代已久，研究中之外牆石材乾式做法僅規範插梢固定工法，沒有開槽工法及背擴孔工法之規範，本研究已更新原有規範不足之處。

外牆乾式石材工法規範內容有使用材料之規定(石材的選用、形狀及尺寸、五金繫件及其他材料)，施工規定的部分則規範了石材與結構體的間隔、錨碇螺栓的安裝、一次鐵件與石材安裝及勾縫，最主要的部份則是確保乾式石材品質的基本條件，如耐風壓性、抗震性、石材強度及五金繫件強度……等。下列為該研究所擬之施工規範主要架構表：

表 2-9 外牆材技術規範之研究(一)石材規範架構表

規範主項	1.總則	2.石材的加工與適用性	3.外牆石材工法	4.填縫工程	5.維護工法
規範細項	1.1 適用範圍 1.2 樣品提出	2.1 石材品質 2.2 石材適所 2.3 石材的表面處理 2.4 陰角收頭 2.5 石材加工的容許誤差	3.1 濕式工法 3.2 乾式工法 3.3 PC 工法	4.1 勾縫種類 4.2 填縫材 4.3 勾縫大小 4.4 填縫流程	5.1 石材外觀之維護 5.2 石材加工與適用性 5.3 完工後保養與維護 5.4 維護工程之管理

(資料來源：本研究整理)

5.民間自用規範

民間自用規範為國內部分建築師所採用之規範，此規範之對象為石材背栓擴孔固定工法，由於石材背栓擴孔固定工法是近幾年才引進國內施作，故相關研究資料對於石材背栓擴孔固定工法探討較少，此民間自用規範是目前較為完整的。規範內容主要為品質確保基本要件、使用材料(石材、石材背內擴孔錨栓、石材接合扣件、石材 R.C.結構內固定錨栓、石材縫防水填縫及石材玻纖背網)及施工，施工的部分包含施工計畫書、石材施工圖、結構計算書、石材樣品提出、現場施工鋼管鷹架、鐸道檢查及石材安裝。下列為民間自用規範架構表：

表 2-10 民間自用規範架構表

規範主項	規範細項
1.品質確保基本要件	1.1 工法要求及性能 1.2 部材設計方法
2.使用材料	2.1 石材 2.1.1 石材種類及品質 2.1.2 石材物理性質試驗 2.1.3 石材與固定錨栓之試驗及報告 2.1.4 花崗石的功能規格 2.1.5 確保石材穩定性 2.1.6 具備足夠數量及品質一致同一礦脈之原石。 2.1.7 應提供石材開採廠商原始石材編號、大小及來源證明文件 2.1.8 石材製品檢查項目 2.1.9 比對色差時，石材周圍板片不得有明顯差異

		2.1.10 石材安裝檢查項目
2. 使 用 材 料	2.2 石材背內擴孔錨栓	2.2.1 石材固定採用背內擴孔。 2.2.2 錨栓本體材質及強度要求 2.2.3 錨栓經歐盟技術認證與通過抗震實驗 2.2.4 錨固石材深度 2.2.5 承包商須附文件 2.2.6 石材內擴孔之容許誤差 2.2.7 石材之表面處理 2.2.8 錨栓選擇 2.2.9 歐盟認證：European Technical Approval 2.2.10 擴孔螺栓長期抗拉強度測試報告 2.2.11 產品品質責任險 2.2.12 承包商須附文件
	2.3 石材接合扣件	2.3.1 提出石材接合扣件與 R.C. 結構體之接合系統供審查。 2.3.2 接合扣件採用不鏽鋼接合系統 2.3.3 不鏽鋼使用 SUS304 或以上之材質 2.3.4 接合板有施工調整用水平或垂直長孔或鬆圓孔 2.3.5 接合扣件若採用 6063-T5 鋁合金擠型(須有陽極處理) 2.3.6 6063-T5 鋁合金擠型應依 CNS2257 H3027 進行化學成分分析 2.3.7 本案接合扣件不得採用自攻螺絲作為接合固定之用 2.3.8 接合五金一概使用一體成型者
	2.4. 石材 R.C. 結構內固定錨栓	2.4.1 錨栓全長至少 75mm，最少埋深 40mm。 2.4.2 依原廠規範執行 2.4.3 拉拔力測試 2.4.4 防水滲入孔內 2.4.5 錨栓本體材質應符合 DIN EN 10088-A4 2.4.6 擁有歐盟外牆技術認證 2.4.7 須符合以下認證
	2.5 石材縫防水填縫	2.5.1 適用之填縫劑 2.5.2 須先使用相符之底劑 2.5.3 於雨天或潮濕天氣下不得施作，施作前應確保石材無灰塵髒物。 2.5.4 須保證至少 10 年以上無滲水及無污染石材。 2.5.5 填縫劑背襯底材為聚乙烯泡棉圓棒(PE 圓棒或方型)，填縫劑寬深比為 1：1。 2.5.6 承商應提供填縫劑之顏色樣品以供業主/建築師決定顏色。

	2.6 石材玻纖背網	
3. 施 工	3.1.施工計劃書	3.1.1 提送石材施工計畫書 3.1.2 施工要領書內容
	3.2 石材施工圖及結構計算書	3.2.1 提送石材施工詳圖、結構計算書：供業主/建築師審核，核准後始得施工 3.2.2 施工詳圖至少應包括 (a)石材平、立面分割圖、一般部分之陰陽角收頭、特殊部分之收頭。 (b)安裝用五金扣件使用處所及其大樣，特別是有脫落之虞之處所(例如倒吊板應增加吊點)。 (c)開口部(窗、門等)周圍大樣。 (d)滴水、泛水、及瀉水大樣。 (e)有關異形材之大樣及安裝用五金扣件處理圖。 (f)其他業主/建築師要求之大樣。
	3.3 石材樣品提出 3.4 現場施工鋼管鷹架 3.5 銲道檢查 3.6 石材安裝	

(資料來源：本研究整理)

6.北京市建築裝飾工程石材應用技術規程

北京市建築裝飾工程石材應用技術規程為北京市建設委員會依據 GB/T 21086 建築幕牆所編寫之技術規程，此規範為北京市針對建築裝飾工程石材所制定之規範，規範之對象為建築飾材使用石材之處都包含在內，該規範中僅一部分為外牆乾式石材施工規範，依本研究所蒐集之規範來看是最為齊全，無論是插梢固定工法、上下開槽工法、背擴孔工法，該規範都包含其中。主要規範內容有用語定義、材料、幕牆結構設計、石材飾面設計、加工製作、建築石材裝飾工程施工、石材防護、清洗、整體研磨及工程驗收。下列為北京市建築裝飾工程石材應用技術規程規範架構表：

表 2-11 北京市建築裝飾工程石材應用技術規程規範架構表

規範 主項	3.材料	4.幕牆結構設計	5.石材飾面設計
規範 細項	3.1 裝飾石材 3.2 骨架材料 3.3 黏結材料 3.4 填縫材料 3.5 密封材料 3.6 錨件、掛件 3.7 石材護理材料	4.1 一般規定 4.2 材料力學性能 4.3 荷載和作用 4.4 幕牆石材飾面設計 4.5 石材板塊連結設計	5.1 一般規定 5.2 牆、柱石材飾面設計 5.3 牆、柱超薄石材複合板飾面設計 5.4 地面石材飾面設計 5.5 吊頂石材設計
規範 主項	6.加工製作		7.建築石材裝飾工程施工
規範 細項	6.1 一般規定 6.2 濕貼石材加工製作 6.3 幕牆飾面石板的加工製作 6.4 超薄石材複合板加工製作 6.5 預製防靜電水磨石地板的 加工製作 6.6 支承錨件的加工製作 6.7 石板與超薄石材複合板 的檢驗		7.1 一般規定 7.2 建築石材幕牆施工 7.3 超薄石材複合板幕牆施工 7.4 牆、柱乾掛石材飾面施工 7.5 濕(掛)貼石材飾面施工 7.6 膠黏石材飾面施工 7.7 室內牆、柱超薄石材複合板飾面施工 7.8 地面石材飾面施工 7.9 現製水磨石地面施工 7.10 地面石材架空複合板飾面施工 7.11 室內吊頂石材飾面施工
主項	8.石材防護、清洗與整體研磨		9.工程驗收
規範 細項	8.1 石材防護施工 8.2 石材表面結晶硬化施工 8.3 石材清洗施工 8.4 地面石材防滑處理施工 8.5 地面石材整體研磨施工		9.1 一般規定 9.2 石材地面工程的質量驗收 9.3 石材幕牆工程的質量驗收 9.4 石材飾面板工程的質量驗收 9.5 石材吊頂工程質量驗收

(資料來源：本研究整理)

7.JASS 9 石材安裝工程 建築工事標準仕様書

JASS 9 石材安裝工程 建築工事標準仕様書為日本建築學會所編寫之施工標準，規範之對象建築飾材使用到石材都包含在內，與中國的規範相比，JASS 9 對於外牆石材乾式施工之規範內容較少，僅有插梢固定工法之規範。標準仕様書之主要內容為石材目標性能、工程共同事項、材料、外牆濕式工法、外牆乾式工法、預鑄 PC 板工法、內壁空積工法、階梯及地板濕式工法、特殊部位石材張貼工法及人造石張貼工法。下列為 JASS 9 石材安裝工程 建築工事標準仕様書規範架構表：

表 2-12 JASS 9 石材安裝工程 建築工事標準仕様書規範架構表

規範主項	1.總則	2.目標性能	其他部位石材安裝工法
規範細項	1.1 適用範圍 1.2 用語定義	2.1 基本事項 2.2 目標性能的內容 2.3 目標性能等級及性能檢證方法	5.外牆濕式工法 7.預鑄 PC 板工法 8.內壁空積工法 9.階梯及地板濕式工法 10.特殊部位石材張貼工法 11.人造石張貼工法
規範主項	3.工程共同事項	4.材料	6.外牆乾式工法
規範細項	3.1 工程計畫 3.2 工程管理 3.3 工程實施 3.3.1 石材製品加工後材料檢查標準 3.3.2 工程前置作業 3.3.3 結構體的確認 3.3.4 養護 3.3.5 清掃 3.3.6 安裝檢查 3.3.7 材料存放環境注意事項	4.1 石材 4.2 人造石 4.3 其他材料 4.3.1 金屬繫件 4.3.2 水泥砂漿 4.3.3 防水材料 4.3.4 石材表面處理材 4.3.5 石材背面處理材 4.3.6 矽利康 4.3.7 插梢孔填充材 4.3.8 補修材	6.1 適用範圍 6.2 使用材料 6.2.a 石材 6.2.b 金屬繫件 6.2.c 其他材料 6.3 打底層 6.4 施工 6.4.a 安裝依據 6.4.b 錨碇螺栓安裝 6.4.c 石材加工 6.4.d 石材安裝 6.4.e 後續加工 6.4.f 養護 6.5 檢查

(資料來源：本研究整理)

8. Master Format 第 04 40 00 節 石材組裝

Master Format 第 04 40 00 節 石材組裝為美國營建規範協會及加拿大建築規範協會所合作編寫之 Master Format 的其中一章，規範之對象為使用石材建造之牆板、拱門、簷板、角隅及柱子……等，只要飾材或建材使用之材質為石材皆可使用此規範。因不僅限於外牆石材，故該規範中之施工部分，對於外牆石材之使用有原則性敘述，如石材選用的等級、應達到之物理性質及顏色，金屬繫件的選用標準及使用規定，以及石材安裝時之規定(包含金屬繫件安裝時之注意事項)……等。下列為 Master Format 第 04 40 00 節 石材組裝規範架構表：

表 2-13 Master Format 第 04 40 00 節 石材組裝規範架構表

規範 主項	1.總則	2.產品	3.執行
規範 細項	1.1 本章範圍 1.2 相關章節 1.3 參考規範 1.4 系統說明 1.5 提交資料 1.6 品質保證 1.7 廠商資格 1.8 運送、儲存及處理 1.9 工程條件/項目	2.1 生產商 2.2 使用/範圍 2.3 石材 2.4 水泥砂漿 2.5 其他產品規定	3.1 檢查 3.2 準備 3.3 容許差 3.4 保護 3.5 清理

(資料來源：本研究整理)

第三節 外牆石材乾式施工資料整理

本研究透過外牆飾面石材乾式施工法的相關文獻及書籍之收集，於此節進行相關資料的彙整；外牆石材工程從一開始的施工規劃及設計開始，先由建築設計決定使用的石材種類及色系，後進行石材評估、石材設計規劃及石材於工廠的作業，再配合工地的的工作項目進場施作，最後就可完工驗收。(文獻 1-4)

一、石材工程流程解說

石材評估的內容主要為評估石材色澤、種類、價位、適用性、強度及材質(物化性)、表面處理、加工難易度.....等，石材評估後繼續進行工廠作業，工廠作業內容為先選定石種後依所需數量尺寸自國內或國外採購原石或大板、石料，運輸至工廠準備加工，原石經一次二次加工、品管並調調整色差成為製品，包裝網紮，再依石材工程設計圖安排生產加工事宜，編排施工進度及進場事宜，即能準備運至工地進行施作。(文獻 1-4)

再經過工廠作業之後，及進場施作之前，石材商需依石材設計規劃繪製配置圖、平面圖、立面圖、剖面圖、編號圖、結構計算圖、細部圖、大樣圖及鐵件圖.....等，再指派石材工程專業人員配合施作方控制石材施作面及完成面，並協調石材搭配其他工程施工順序及控制點界定，以下為石材進場前準備工作(文獻 1-4)：

- (1) 確認結構及 RC 尺寸，以保石材工程之施工性及精確度
- (2) 依照建築工程總體施工進度表，編排石材工程施工進度表
- (3) 建築工地需提供安全的石材存放場所，避免被它項工程污染或破壞
- (4) 在工地需設一連絡的事務所及配件存放倉庫
- (5) 工地需有安全的昇降設備以搬運材料，避免破損，造成工程的失敗

最後則配合工地的的工作項目進場施作，進工地的石材製品依石材編號及編號圖之安排依序放置，準備安裝並檢查尺寸，依石材工程設計圖依序固定安裝完成，石材安裝完成並檢查修補瑕疵後，進行清潔及施作填縫材料，石材施做完後，依規定保護養護後拆架完工，最後則可完工驗收(圖 2-2)。在施作之前工地需配合石材工程進行以下工作(文獻 1-4)：

- (1) 營造部分配合石材工程給予一定的配合
- (2) 工程總體管理施工進度指揮
- (3) 指定建築基準及相關工地安全事宜
- (4) 施工鷹架加強補強(石材重量大)
- (5) 水電照明之搭配

(6)他項工程施作次序之協調

(7)提供工程變更項目及設計圖說

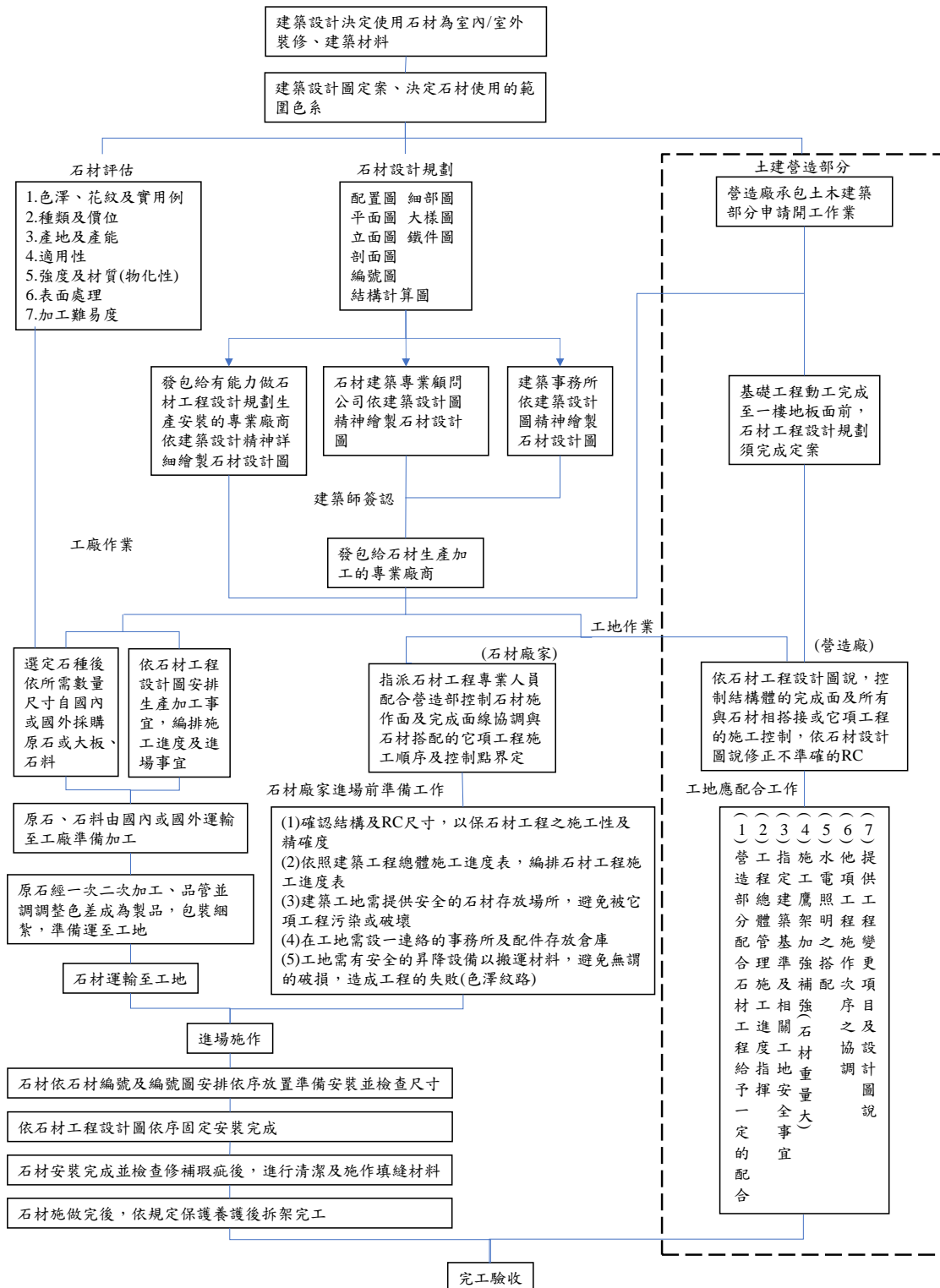


圖 2-2 石材工程流程表

(資料來源：文獻 1-4)

二、國內常用之外牆石材乾式工法

目前國內最常使用之外牆石材乾式工法為石材鑽孔插梢固定工法及石材上下開槽固定工法，但近幾年此兩種工法已有失敗案例，故業界人士從國外引進石材背栓擴孔固定工法及石材背栓錨碇固定工法來進行外牆石材安裝，下列為四種固定工法之圖說：

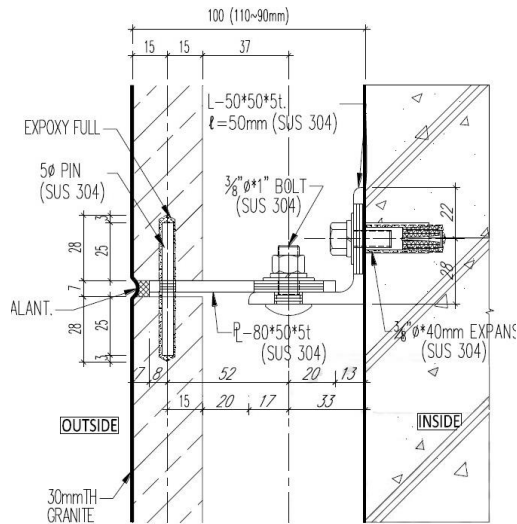


圖 2-3 石材鑽孔插梢固定圖

(資料來源：文獻 2-6)

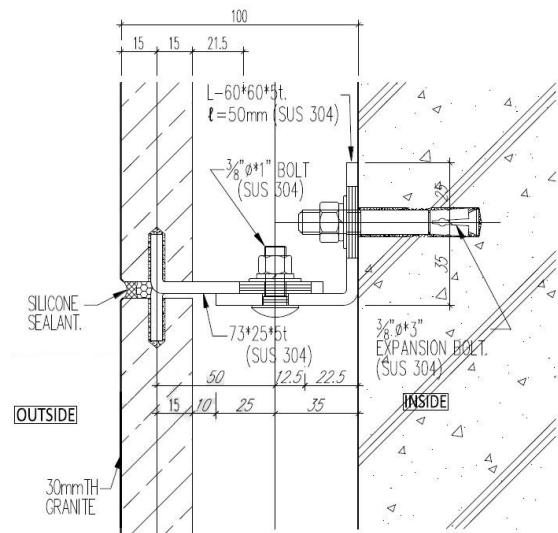


圖 2-4 石材上下開槽固定圖

(資料來源：文獻 2-6)

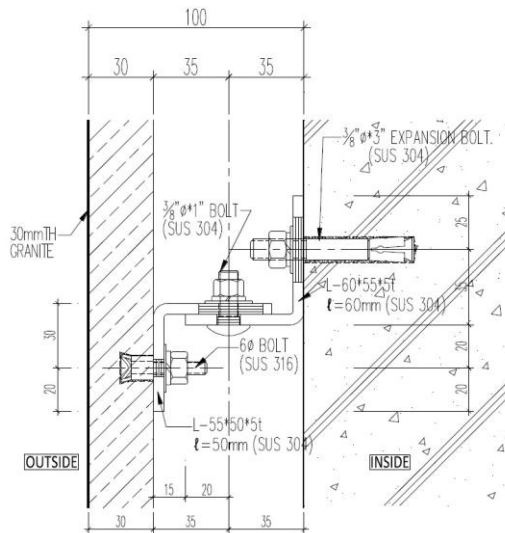


圖 2-5 石材背栓擴孔固定圖

(資料來源：文獻 2-6)

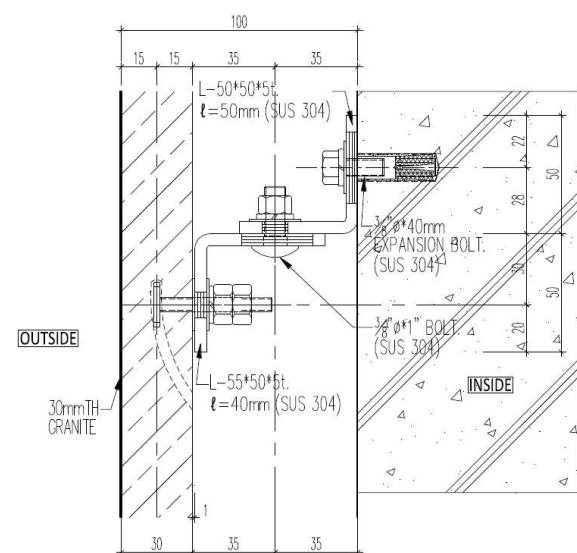


圖 2-6 石材背栓錨碇固定圖

(資料來源：文獻 2-6)

三、鑽孔插梢固定工法施作流程

鑽孔插梢固定工法是目前國內最常使用之固定方式，本研究於此進行施作流程的說明，此部分施作流程是參考財團法人石材暨資源產業研究發展中心所編製之石材工程施工工法彙編，施作方式依施工目標所處位置有所差異，大致可分為普通牆面由下而上的施作方式、窗框及懸梁部位由石板兩側開始施作、地坪部位的固定施作方式、懸空石材固定施作方式、轉角收頭固定方式、倒吊收頭固定方式、邊角收頭固定方式及造型線板固定方式，下列內容為各種固定方式的圖說。

1. 普通牆面由下而上的施作方式(圖 2-7)

- (1). 在施作面上彈出第一片石材上下水平完成線。
- (2). 在下緣水平完成線上左右兩片石板接縫處固定 3 號假固定鐵件。
- (3). 在石板上下緣水平完成線設定位置上分別安置 1 號及 4 號鐵件。
- (4). 石板放置於 3 號鐵件上調整至正確位置，利用 1 號及 4 號鐵件分別固定。
- (5). 左右兩側石板依上述要領分別固定。
- (6). 第一層石板固定完成後，將 3 號鐵件拆除，如有沈陷，可利用 4 號鐵件調整正確位置。(文獻 1-4)

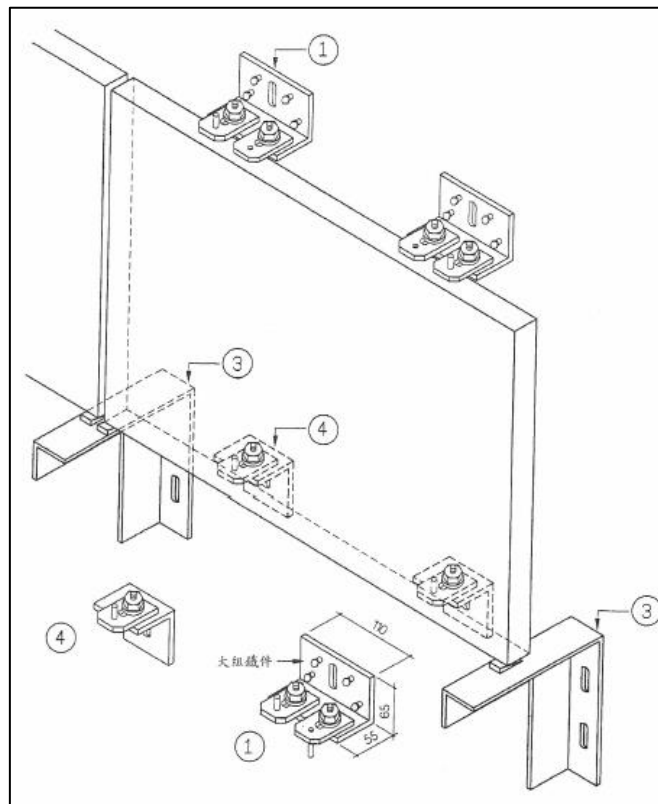


圖 2-7 普通牆面由下而上的施作方式

(資料來源：文獻 1-4)

2.窗框及懸梁部位由石板兩側開始施作(圖 2-8)

- (1). 先將第 3 號鐵配件依壁上水平線及石材完成面角線和起點相關位置釘在石片固定點之下 1cm-2cm 處 (一定在石片和石片中間固定)。
- (2). 再裝第 2 號鐵件及第 1 號鐵件固定於牆面, 第 2 號固定鐵件且有承受重力, 不會使石片往下掉落之特殊功能。
- (3). 逐一固定, 即完成由左至右之石材線固定工作。(文獻 1-4)

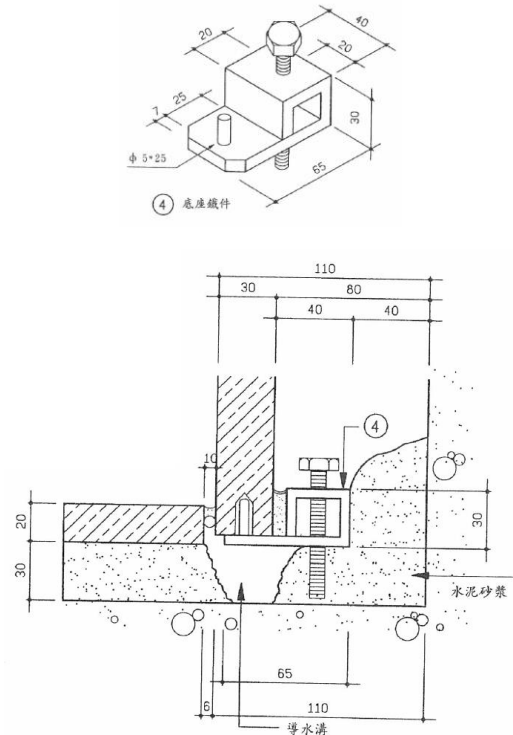
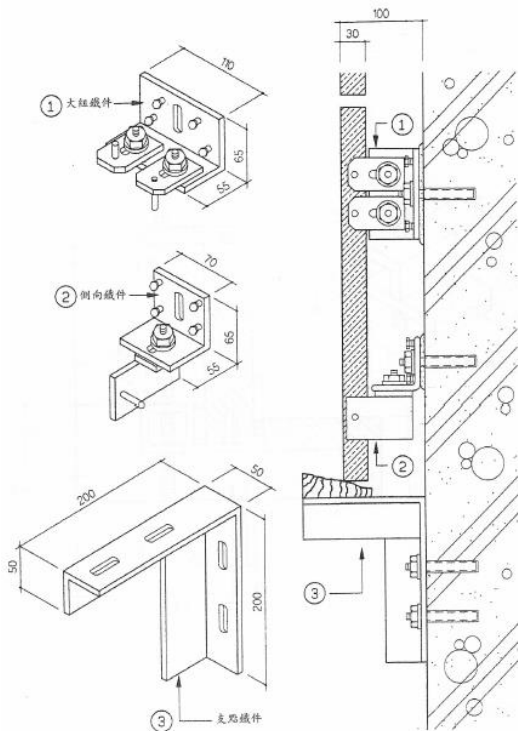


圖 2-8 由石板兩側開始施作方式
(資料來源：文獻 1-4)

圖 2-9 地坪部位的固定施作方式
(資料來源：文獻 1-4)

3.地坪部位的固定施作方式(圖 2-9)

由地坪部位開始施作之石材固定方式是最常處理石作建築的方式之一, 一般大樓石做牆面在完工後常會因底層較易和水接觸, 有水漬現象, 利用此固定方法便可避免這一現象的出現。其關鍵在於利用第 4 號鐵件於地坪上, 固定後背面用水泥砂漿填充固定, 注意並非全部填滿而只是在鐵件處填充即可, 且留出空洞, 做為導水槽孔, 讓積水能排出, 由此水漬問題, 便可得到根本解決。(文獻 1-4)

4.懸空石材固定施作方式(圖 2-10)

- (1). 將石片兩側邊緣約中間以上位置切削約長 6cm，深 15mm，寬 10mm 之槽孔（如圖 2-10），先將第 6 號鐵配件固定於牆面，做為支撐石材重量之支力點。
- (2). 石片兩端有支力點後，將已固定好之第 5 及第 7 號鐵件固定住石片，固定第 7 號鐵件時的位置要盡量保持和結構體之邊距大一點，最少要 10cm 以上，才能確保固定之強度。（文獻 1-4）

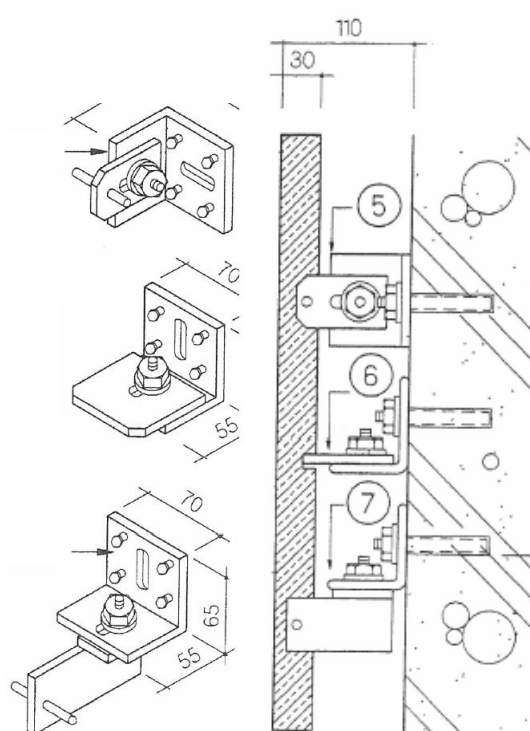


圖 2-10 懸空石材固定施作方式

(資料來源：文獻 1-4)

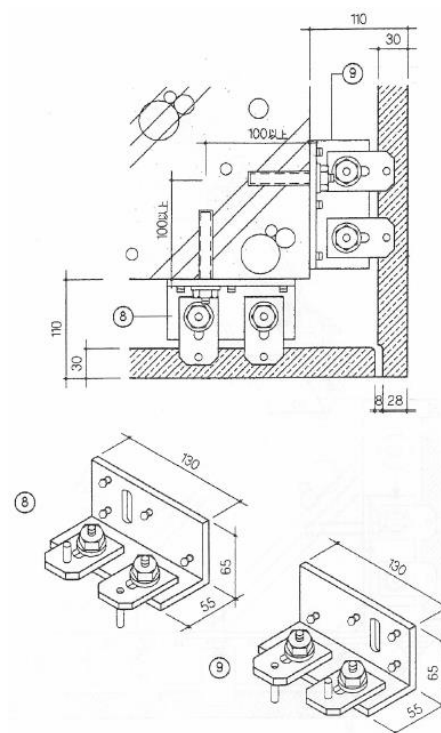


圖 2-11 轉角收頭固定方式

(資料來源：文獻 1-4)

5.轉角收頭固定方式(圖 2-11)

石材轉角收頭為一般石板定厚磨光後，與相鄰石板轉角相接，尤以大樓之四邊角轉接及窗子四周轉接時使用最多。因其固定位置是邊角地帶，施作固定鐵配件及施打固定螺栓較易失敗。該設計是將石材固定用鐵配件錯位分開，在施打固定螺栓位置上取得較適宜之位置，加大邊距和間距以增加強度。但要注意，固定螺栓不要離邊緣太近，反之結構體易破裂，同時，日後裝置不當亦會發生角隅處崩裂等危險情況。（文獻 1-4）

6.倒吊收頭固定方式(圖 2-12)

該收頭方式常用在窗框及懸樑邊角，利用收邊小料預先膠貼於相鄰石板邊緣，此種做法既是固定也是做最後的收頭處理，但一定要注意收邊小料膠合時的準確性及牢固性，膠的選用上亦一定要考慮其耐候性及不易污染石材的膠類，且膠的強度必須大於石材的強度，另此種固定除選用第 13 號鐵件以外，還要使用第 12 號門型鉤加力石確實膠合，建議該方式儘可能在加工廠內加工為宜。其固定方式在固定第 7 號鐵件之位置時，若離邊緣太近可能發生強度不足引起崩落之情況。(文獻 1-4)

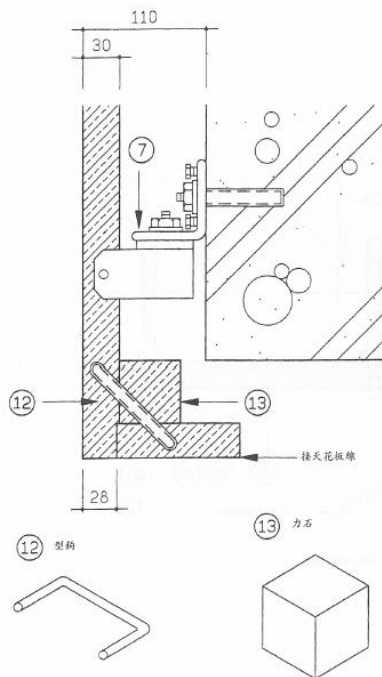


圖 2-12 倒吊收頭固定方式

(資料來源：文獻 1-4)

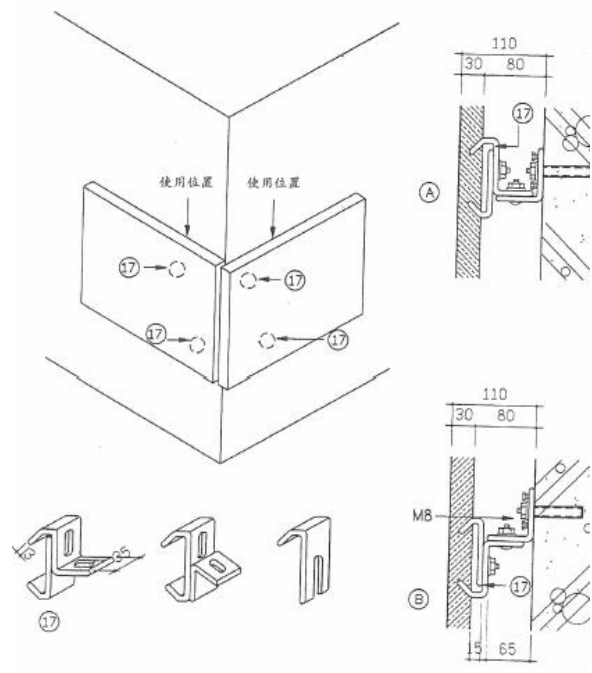


圖 2-13 邊角收頭固定方式

(資料來源：文獻 1-4)

7.邊角收頭固定方式-三邊見光 (圖 2-13)

於施工現場時出現三面見光無法固定時使用此做法。

- (1). 利用鋸片斜切間距約 10cm 之平行兩斜槽，深度以 1.5cm 為佳，長度約 5-6cm，使用第 17 號鐵件上膠填補切槽內孔洞及第 17 號鐵件和石材接觸部份。
- (2). 鐵件組合固定時應注意其仰角，通常需要調整後才能真正承載石板重量及水平垂直。(文獻 1-4)

8.造型線板固定方式(圖 2-14)

石材造型用線板角料是目前較常用之設計。為固定石材線板角料，可採用第 18 號鐵件方式，運用化學螺栓或拉脹螺栓結成一體，按設計位置固定。提供以下數字做參考：

- (1). 每固定點(標準施工)可固定 150kg 以上之重量。
- (2). 利用該固定方式，其石材線板角料鑽孔位置厚度最少在 15cm 以上。
- (3). 利用第 18 號鐵件加上化學螺栓連接時，不可用電鍍補強。

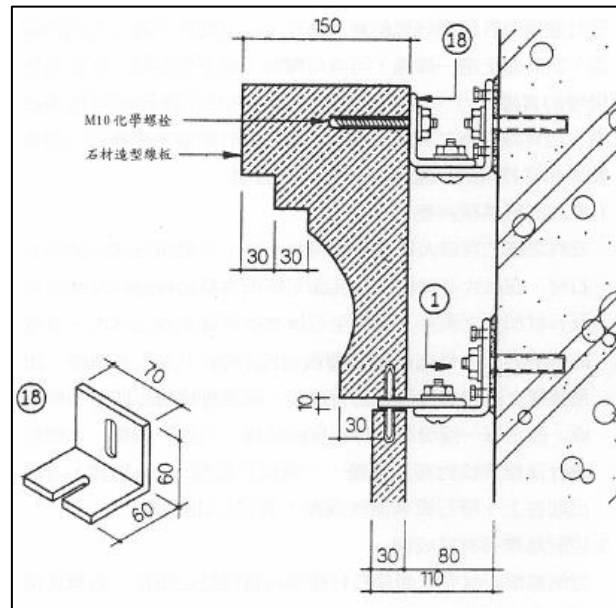


圖 2-14 造型線板固定方式

(資料來源：文獻 1-4)

四、背栓擴孔固定工法施作流程

背栓擴孔固定工法在國內雖無鑽孔插梢固定工法常見，但根據兩種工法的石材固定位置，背栓擴孔固定工法受力方式為背部承托，背部承托的石材板片是單獨與結構體接合，在吊裝過程中不會累積石材重量，若石材承受風壓及地震力，其力量會透過鐵件傳入結構體，不影響到相鄰之石材板片而導致連鎖破壞。下圖為不同型態承托位置受外力行為(圖 2-15)，當石材板片受風壓時，底部承托所產生的彎矩最大(左圖)，石材板片破壞的可能性也最大，而背部承托受力所產生的彎矩比底部承托小(右圖)：

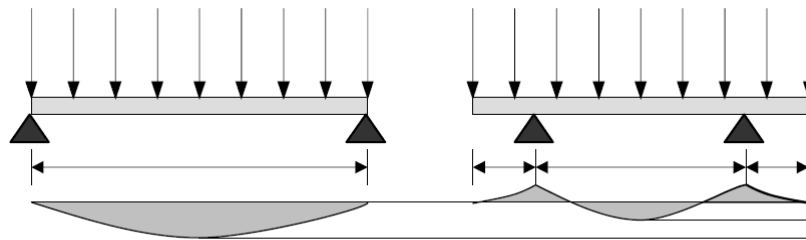
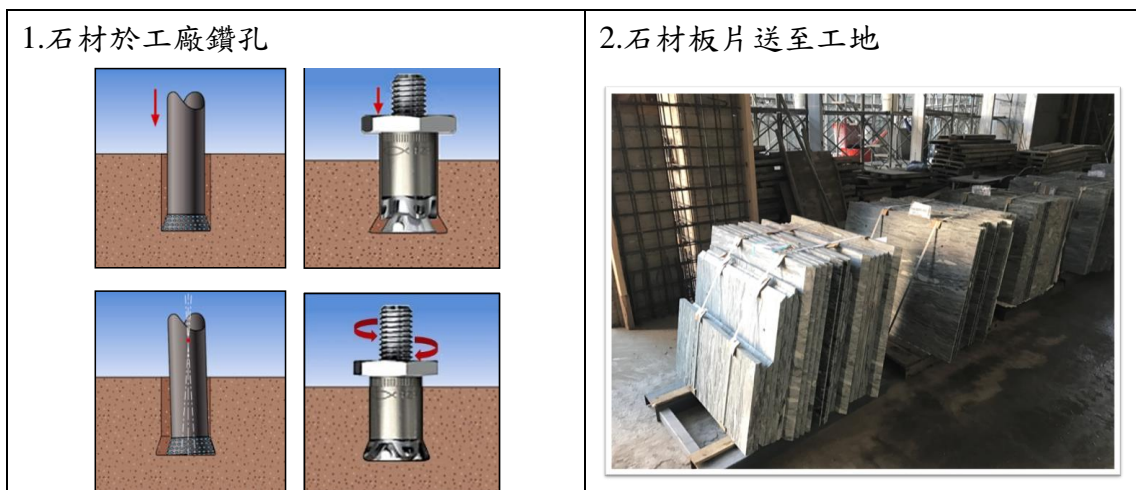


圖 2-15 同型態承托位置受外力行為

(資料來源：文獻 2-5)

本研究團隊經由拜訪專業施作廠商，由廠商提供之資料進行背栓擴孔固定工法施作流程說明。石材背擴孔加工需於工廠鑽孔加工，後將石板運送至工地，送達之石板需清孔、檢測孔徑及植入擴孔錨栓，工地部分則需針對結構體進行放樣、鑽孔、清孔、並植入拉脹式膨脹錨栓，膨脹錨栓植入完成後開始安裝鐵件，結構體側及石板側鐵件安裝完成後開始安裝石材，背栓擴孔固定工法施作流程即完成，詳細施作流程詳圖 2-16。



3.清孔



4.檢測孔徑



5.植入擴孔錨栓



6.現場放樣



7.混凝土側膨脹錨栓安裝(確認深度)



8.混凝土鑽孔



9.清孔



10.植入拉脹式膨脹錨栓





圖 2-16 背栓擴孔固定工法施作流程

(資料來源：廠商提供)

五、外牆石材劣化診斷技術

我國建築外牆飾面材為石材之建築，雖沒有使用瓷磚那麼常見，但台灣近幾年所發生的外牆飾面剝落事件，直接導致死亡的案例外牆飾面材之即為石材，可見石材外牆的診斷是很重要的，但國內石材外牆診斷之相關研究較少，本研究於此僅依其劣化種類、診斷方式進行基本的說明。

石材損壞種類約略分為五種，龜裂、缺損、位移、破損及脫落；使用到較劣質之石材、石板厚度較厚、分割細長比過大、材質結理不均質等，長時間使用下來容易產生石材龜裂情形；缺損的部分主要發生於石材製造、搬運、存放及現場組裝時所廠商的人為損壞；若石材的固定繫件支撐力不足，會造成石材下垂位移，或是長時間受外力影響及承載過重的設備，又或是溫差、風壓、地震等自然因素引起之石材翹曲擠壓變位等情形產生；破損及脫落之主要發生情形多為人為不當使用附掛物、不慎撞擊損壞等，或是石材厚度不足、分割尺寸過大導致強度不足，在石材受到外力作用後，易產生破壞。(文獻 1-7)

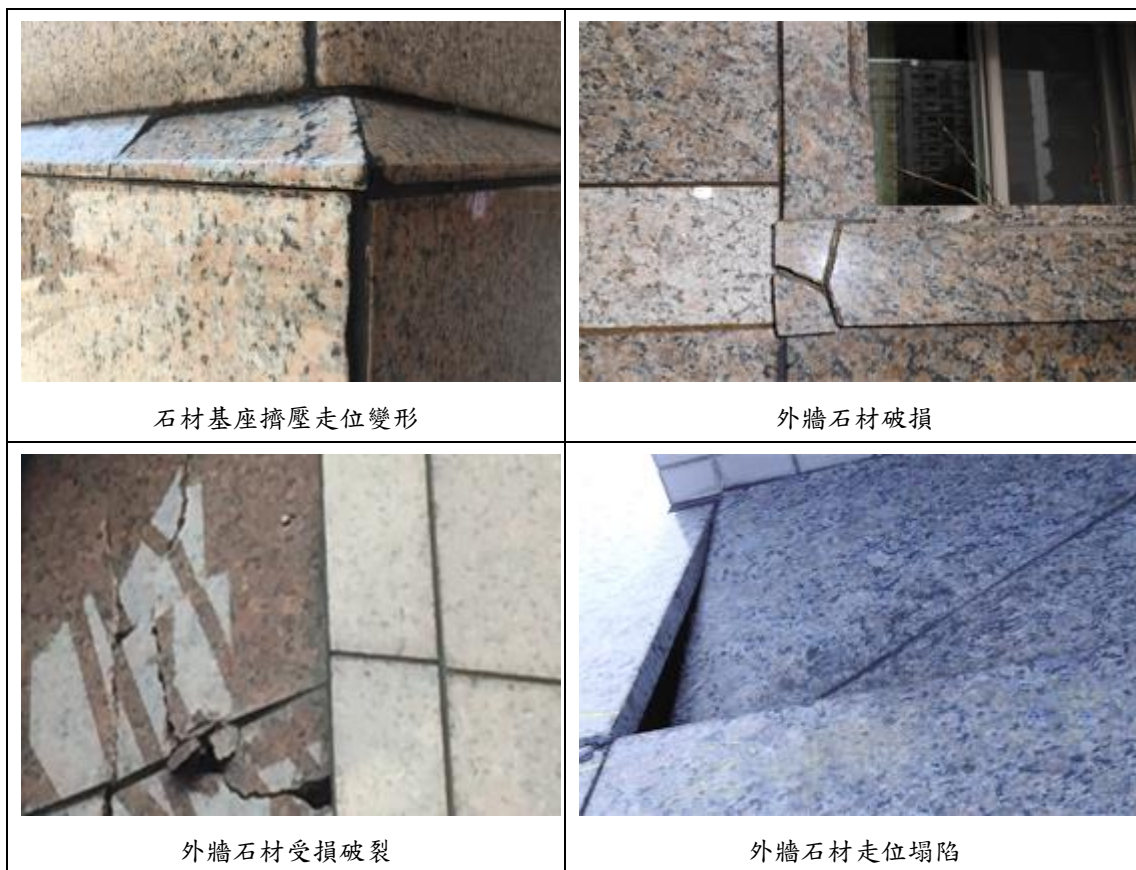


圖 2-17 石材損壞照片

(資料來源：廠商提供)

相關資料指出，利用石材的接縫亦可檢查出外牆石材的使用情形；兩片以上的石材組裝會形成接縫，石材的接縫處理方式分為填縫及空縫；石材的接縫問題約略有七項，填縫表面劣化、填縫已破裂、填縫生苔、接縫處垂流汙染、填縫劑變質汙染、接縫位移擠壓及施工誤差等，詳細說明請看下表。(文獻 1-7)

表 2-14 外牆石材接縫問題表

接縫處理方式	接縫問題	說明
填縫施工	填縫表面劣化	輕微影響外觀，開始產生老化。
填縫施工	填縫已破裂	雨水入侵石材內部，已無止水功能，需重新更換。
填縫施工	填縫生苔	環境潮溼與建築部位陰暗處，容易造成填縫生苔。
填縫施工 空縫施工	接縫處垂流汙染	環境氣候影響，雨水夾帶灰塵垂流附著石材接縫部位。
填縫施工	填縫劑變質汙染	使用不當的填縫劑材料變質汙染石材接縫。
填縫施工 空縫施工	接縫位移擠壓	石材因自重或外力作用影響，造成石板位移擠壓接縫變形。
填縫施工 空縫施工	施工誤差	生產精度低與現場安裝累積誤差，造成接縫尺寸大小差異。

(資料來源：文獻 1-7)

石材主要受檢項目可分石材表面汙損、龜裂、破損、位移、鬆動、脫落、接縫情形及附掛物情形等；石材檢查時所需之儀器設備除了一般常用之相機、錄影機、望遠鏡之外，可視現場需求準備空拍機、膠槌、工業內視鏡及拉拔試驗機等；下表為針對各項石材受檢項目所整理之檢查方式及注意要點對照表。(文獻 1-7)

表 2-15 外牆石材安全檢查項目表

檢查項目	檢查方式	注意要點
石材表面汙損	目視	受環境影響或人為汙染，平日疏於清檢維護管理。
石材龜裂	目視	石材受外力推擠，或溫差作用、材質風化龜裂。
石材破損	目視或內視鏡	受人為使用不當或天候外力作用破壞。
石材位移	目視、尺量或內視鏡	自動或外力作用，固定繫件強度耐久性不佳，造成石材位移接縫擠壓。
石材鬆動	目視、膠槌或內視鏡	自動或外力作用，固定繫件強度耐久性不佳，產生鬆動。
石材脫落	目視、內視鏡	受人為或天候外力作用破壞。
接縫情形	目視、尺量	填縫劣化、填縫破裂、填縫生苔、填縫垂流汙染及接縫擠壓。
附掛物情形	目視	招牌、燈具、欄杆、雨遮、吊掛物件、鐵窗花架、空調設備等其他增作附掛物影響。

(資料來源：文獻 1-7)

由於相關研究資料缺乏，本研究以能取得之資料進行彙整，後續建議機關能針對石材外牆診斷繼續進行相關研究，以期未來在石材外牆診斷時能有較齊全的資料及更準確的評斷依據。

第三章 外牆石材施工技術探討及施工規範研擬

第一節 國內外外牆石材施工相關規範之分析探討

依本研究團隊蒐集了美國、中國(DB)、日本(JASS 9)、國內公共工程施工綱要規範、國內民間工程自用規範及相關書籍及研究(表 2-5)，分析內容以各規範之間的主要架構進行比較，因本研究之研究範圍關係，施工規範分析的重點為外牆石材乾式施工，其餘建築部位的施工方式不予探討。

一、各項使用材料之性質及選用規定

本研究所參考之七種規範於此都有一定程度的規定，但規範內容的嚴謹度依然大不相同，美國及國內施工綱要規範為原則性的敘述規定，外牆飾材技術規範之研究(一)石材之內容則以石材的選用多加規範，民間自用規範、北京市建築裝飾工程石材應用技術規程及 JASS 9 石材安裝工程皆將石材工程中所會使用到的材料加以規範，並制定基本性質及選用標準。(表 3-1)

表 3-1 六種規範使用材料之規定內容

書籍/規範名稱	使用材料之規定
施工綱要規範第 04400 章-石工	(1) 水泥砂漿 (2) 品質標準 (3) 石材材料 (4) 圬工配件 (5) 乾式工法之金屬支撐系統 (6) 防水填縫材料
施工綱要規範第 09751 章-金屬構架花崗石牆面	(1) 花崗石 (2) 鋼料 (3) 螺栓 (4) 鐸條
外牆飾材技術規範之研究(一)石材	(1) 石材品質 (2) 石材適所 (3) 石材的表面處理 (4) 陰角收頭 (5) 石材加工的容許誤差

民間自用規範	<ol style="list-style-type: none"> (1) 石材 (2) 石材背內擴孔錨栓 (3) 石材接合扣件 (4) 石材 R.C.結構內固定錨栓 (5) 石材縫防水填縫 (6) 石材玻纖背網
建築裝飾工程石材應用技術規程	<ol style="list-style-type: none"> (1) 裝飾石材 (2) 骨架材料 (3) 黏結材料 (4) 填縫材料 (5) 密封材料 (6) 錨件、掛件 (7) 石材護理材料
JASS 9 石材安裝工程 建築工事標準仕様書	<ol style="list-style-type: none"> (1) 石材 (2) 人造石 (3) 金屬繫件 (4) 水泥砂漿 (5) 防水材料 (6) 石材表面處理材 (7) 石材背面處理材 (8) 矽利康 (9) 插梢孔填充材 (10) 補修材
Master Format 第 04 40 00 節 石材組裝	<ol style="list-style-type: none"> (1) 石材 (2) 水泥砂漿 (3) 金屬繫件

(資料來源：本研究整理)

二、石材加工過程

在石材加工的部份，Master Format 第 04 40 00 節 石材組裝及國內施工網要規範第 09751 章-金屬構架花崗石牆面概要規定了花崗石材之加工原則，更詳細的量化資料並無提及。在外牆飾材技術規範之研究(一)石材及 JASS 9 石材安裝工程建築工事標準仕様書中，對於石材加工過程都呈現在材料使用之中，目前僅有民間自用規範及北京市建築裝飾工程石材應用技術規程對於此部分有詳細的量化規範。

表 3-2 四種規範石材加工過程之規定內容

書籍/規範名稱	石材加工過程之規定
外牆飾材技術規範之研究(一)石材	於使用材料中提及
民間自用規範	(1) 石材種類及品質 (2) 石材物理性質試驗 (3) 石材與固定錨栓之試驗及報告 (4) 花崗石的功能規格 (5) 確保石材穩定性 (6) 具備足夠數量及品質一致同一礦脈之原石。 (7) 應提供石材開採廠商原始石材編號、大小及來源證明文件 (8) 石材製品檢查項目 (9) 比對色差時，石材周圍板片不得有明顯差異 (10) 石材安裝檢查項目
建築裝飾工程石材應用技術規程	(1) 濕貼石材加工製作 (2) 幕牆飾面石板的加工製作 (3) 超薄石材複合板加工製作 (4) 預製防靜電水磨石地板的加工製作 (5) 支承錨件的加工製作 (6) 石板與超薄石材複合板的檢驗
JASS 9 石材安裝工程 建築工事標準仕様書	於使用材料中提及

(資料來源：本研究整理)

三、金屬構件選用標準規定

金屬構件選用標準之內容是制定結構體側的錨碇螺栓、石材側的金屬繫件、連結結構體與石材之間的接合金屬之相關規定，在 Master Format 第 04 40 00 節 石材組裝及施工綱要規範第 09751 章-金屬構架花崗石牆面中概要規定了金屬構架構材加工原則，及施工綱要規範第 04400 章-石工中提及乾式工法之金屬支撐系統的原則性選擇規定，更詳細的量化資料並無提及。在外牆飾材技術規範之研究(一)石材、JASS 9 石材安裝工程建築工事標準仕様書、民間自用規範及北京市建築裝飾工程石材應用技術規程之中，對於此部分有詳細的量化規範，如下表所示：

表 3-3 四種規範金屬構件選用標準之規定內容

書籍/規範名稱	金屬構件選用標準之規定
外牆飾材技術規範之研究(一)石材	(1) 五金繫件形狀及尺寸 (2) 五金材料使用規定 (3) 錨碇螺栓的安裝規定 (4) 插梢孔鑽孔規定 (5) 一次鐵件與石材安裝規定 (6) 五金繫件強度規定
民間自用規範 (詳細內容參閱表 2-9)	(1) 石材背內擴孔錨栓 (2) 石材接合扣件 (3) 石材 R.C.結構內固定錨栓
建築裝飾工程石材應用技術規程 (於該規範中金屬構件選用標準是列於幕牆結構設計中)	(1) 材料力學性能 (2) 荷載和作用 (3) 幕牆石材飾面設計 (4) 石材板塊連結設計
JASS 9 石材安裝工程 建築工事標準仕様書	於外牆石材乾式施工中提及

(資料來源：本研究整理)

四、外牆石材乾式施工

外牆石材乾式施工於七種規範中都有規定，Master Format 第 04 40 00 節 石材組裝及國內施工綱要規範僅有原則性敘述施工過程及需遵守之條件。民間自用規範因內容多屬於使用材料的限制與規定，在施工流程的部分則無限制。外牆飾材技術規範之研究(一)石材、JASS 9 石材安裝工程建築工事標準仕様書及北京市建築裝飾工程石材應用技術規程對於此部分有施工過程的規範及其他細部規定，如下所示：

表 3-4 五種規範外牆石材乾式施工之規定內容

書籍/規範名稱	外牆石材乾式施工規定
施工綱要規範第 04400 章-石工	(1) 依經核准之施工製造圖施作，並由具有經驗及技術良好之技術人員負責執行。 (2) 安裝之石材表面應垂直平整，接縫應準確對齊，且寬度一致。 (3) 施工前應先將石材加以比對分類，使深淺顏色大致相近，紋路方向一致，並視需求加以對紋。 (4) 斷裂、缺口、污損之石材不得使用。
施工綱要規範第 09751 章-金屬構架花崗石牆面	(1) 花崗石材之工作應由具備良好技術之技工執行。 (2) 花崗石材之安裝應依契約圖說及經核定施工製造圖所示。 (3) 安裝之石材表面應垂直平整，接縫應準確對齊，且寬度一致。

<p>外牆飾材技術規範之研究(一)石材</p>	<p>(1) 使用材料選擇規定：石材/形狀及尺寸/五金繫件/其他材料(水泥砂漿/石材背面處理材/五金材料/插梢孔填充材) (2) 施工流程及規定：石材與結構體的間隔/錨碇螺栓的安裝/插梢孔/一次鐵件與石材安裝/勾縫 (3) 確保乾式石材品質的基本條件：耐風壓性/抗震性/石材強度/五金繫件強度</p>
<p>建築裝飾工程石材應用技術規程</p>	<p>(1) 建築石材幕牆施工 (2) 超薄石材複合板幕牆施工 (3) 牆、柱乾掛石材飾面施工 (4) 濕(掛)貼石材飾面施工 (5) 膠黏石材飾面施工 (6) 室內牆、柱超薄石材複合板飾面施工 (7) 地面石材飾面施工 (8) 現製水磨石地面施工 (9) 地面石材架空複合板飾面施工 (10) 室內吊頂石材飾面施工</p>
<p>JASS 9 石材安裝工程 建築工事標準仕様書</p>	<p>(1) 使用材料 (2) 石材 (3) 金屬繫件 (4) 其他材料 (5) 打底層 (6) 施工 (7) 安裝依據 (8) 錨碇螺栓安裝 (9) 石材加工 (10) 石材安裝 (11) 後續加工 (12) 養護 (13) 檢查</p>

(資料來源：本研究整理)

五、小結

依據本研究前述內容之整理，於此進行各國各項規範之比較，以提供建築物外牆石材施工規範研擬之依據，比較之內容為各規範的材料性質及選用規定、石材加工過程、金屬構件選用標準規定及石材乾式施工過程之相關規定，下表比較內容為本研究認為在各種規範中適合本案規範研擬之參考內容：

表 3-5 各種規範比較

比較項目 規範名稱	各項使用材料之 性質及選用規定	石材加工過程	金屬構件選用 標準規定	石材乾式施工
施工綱要規範第 04400 章-石工	1.防水填縫材料	-	-	1. 安裝之石材表面應垂直平整，接縫應準確對齊，且寬度一致。 2. 斷裂、缺口、污損之石材不得使用。
施工綱要規範第 09751 章-金屬構 架花崗石牆面	1. 花崗石 2. 螺栓 3. 鐸條	-	-	1. 應由具良好技術技工執行。 2. 石材安裝應依契約圖說及經核定施工製造圖所示。
外牆飾材技術規 範之研究(一)石 材	1. 石材品質 2. 石材加工容許 誤差	1.石材表面處理	1. 五金材料使用 規定 2. 插梢孔鑽孔規 定 3. 五金繫件強度 規定	-
民間自用規範	1. 石材 2. 防水填縫	1. 石材物理性質 試驗 2. 花崗石的功能 規格 3. 石材安裝檢查 項目	1. 石材接合扣件 2. 石材 R.C.結構 內固定錨栓	-
建築裝飾工程石 材應用技術規程	1.錨件、掛件	-	1. 荷載和作用 2. 幕牆石材飾面 設計 3. 石材板塊連結 設計	-
JASS 9 石材安 裝工程 建築工 事標準仕様書	1. 石材 2. 插梢孔填充材	-	-	-

(資料來源：本研究整理)

第二節 外牆石材施工技術應用現況調查及個案訪視

針對外牆石材施工技術應用現況進行業界調查及個案訪視。業界調查部分，本研究已完成 20 案應用現況調查及 6 案個案訪視，並取得業界經驗豐富之廠商協助，進行外牆石材乾式施工相關工法及施工流程之調查。應用現況調查及個案訪視流程及資料收集項目內容如圖 3-1 所示，應用現況調查之資料蒐集內容為外牆施工圖、外牆大樣圖、外牆結構計算書、施工計畫書、施工規範、使用現況照片、施工步驟及自主檢查表，因本研究所調查之案例中，多數為民間建築工程，與本研究所期望蒐集之資料參差不齊，於本節最後歸結出目前民間工程較缺乏之重要資料。本節針對應用現況調查及個案訪視兩個部分進行研究整理，應用現況之研究內容為現況調查基本資料彙整分析、石材外牆施工圖面彙整分析及結構計算書之蒐集與分析；個案訪視的研究內容主要以工地現場調查結果及施工中發現的問題點進行探討。

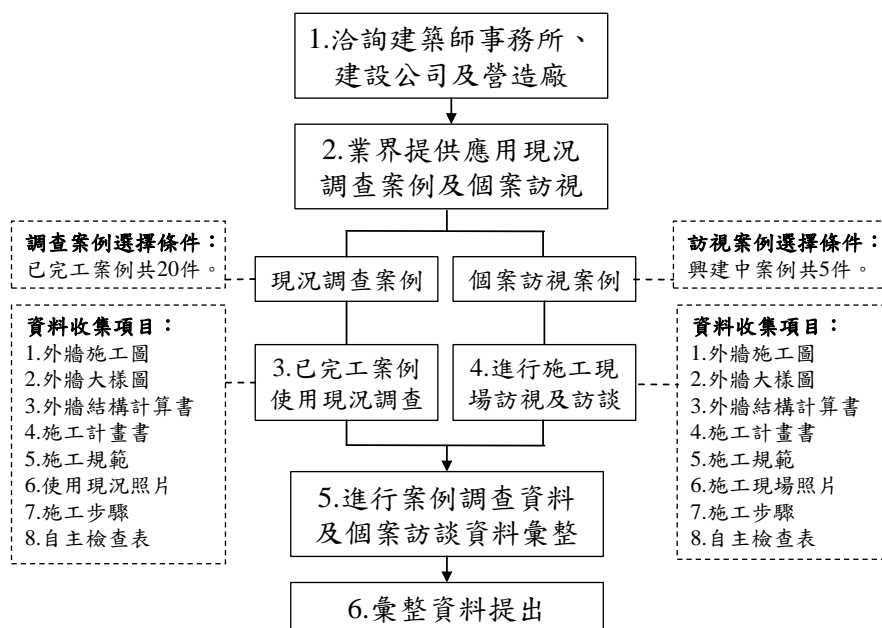


圖 3-1 應用現況調查及個案訪視流程圖

(資料來源：本研究規劃)

一、外牆石材施工技術應用現況調查分析

應用現況調查之研究內容為現況調查基本資料彙整分析、石材外牆施工圖面彙整分析及結構計算書之蒐集與分析，以下為本節之研究內容：

(一)應用現況調查之案例基本資料彙整分析(詳細紀錄表請參閱附錄八)：

表 3-6 外牆石材施工技術應用現況調查統整表 1

案例代號	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
工程地點	桃園市	桃園市	嘉義縣	高雄市	高雄市	高雄市	高雄市	高雄市	高雄市	台中市
完工時間	102年	102年	103年	103年	104年	105年	105年	105年	105年	105年
案例樓層數	16F	16F	3F	18F	3F	16F	18F	22F	19F	12F
建築用途	住商混合	住商混合	公共建築	集合住宅	獨棟住宅	住商混合	住商混合	集合住宅	集合住宅	住商混合
石材種類	花崗石	花崗石	花崗石	花崗石	花崗石	花崗石	花崗石	花崗石	花崗石	花崗石
石材施作量體	基座石材建築	基座石材建築	全棟石材建築	基座石材建築	基座石材建築	基座石材建築	基座石材建築	全棟石材建築	全棟石材建築	基座石材建築
施作 工法	壁體繫件吊掛石材	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	鋼架吊掛石材	○	○	○	○		○			
固定 工法	上下插梢鑽孔	○	○	○	○		○			
	上下端部開槽					○	○			○
	背栓擴孔							○	○	
	背栓錨碇									
施 工 計 畫 所 需 文 件 及 照 片	1.施工現場照片	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2.使用現況照片	○	○					○	○	○
	3.建築圖說	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	4.外牆施工圖	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	5.外牆大樣圖	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	6.結構計算書							○	○	
	7.施工計畫書									
	8.繫件配置圖							○	○	
	9.施工規範									
	10.自主檢查表									
	11.外牆飾材材料出廠證明									
	12.飾材繫件材料出廠證明									
	13.材料基本資料									

(資料來源：本研究整理)

表 3-7 外牆石材施工技術應用現況調查統整表 2

案例代號		A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
工程地點		高雄市	高雄市	高雄市	高雄市	高雄市	高雄市	高雄市	台中市	台中市	台中市
完工時間		104年	104年	106年	106年	105年	106年	104年	103年	103年	104年
案例樓層數		15F	29F	29F	24F	5F	22	15F	27F	27F	8F
建築用途		集合住宅	集合住宅	集合住宅	集合住宅	透天住宅	集合住宅	集合住宅	集合住宅	集合住宅	公共建築
石材種類		花崗石	花崗石	花崗石	花崗石	花崗石	花崗石	花崗石	花崗石	花崗石	花崗石
石材施作量體		基座石材建築	基座石材建築	基座石材建築	基座石材建築	基座石材建築	基座石材建築	基座石材建築	基座石材建築	基座石材建築	基座石材建築
施作 工法	壁體繫件吊掛石材	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	鋼架吊掛石材	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
固定 工法	上下插梢鑽孔	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	上下端部開槽	○	○	○	○	○	○	○			
	背栓擴孔										
	背栓錨碇										
施 工 計 畫 所 需 文 件 及 照 片	1.施工現場照片										
	2.使用現況照片	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	3.建築圖說	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	4.外牆施工圖	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	5.外牆大樣圖	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	6.結構計算書										
	7.施工計畫書										
	8.繫件配置圖										
	9.施工規範										
	10.自主檢查表										
	11.外牆飾材材料出廠證明										
	12.飾材繫件材料出廠證明										
	13.材料基本資料										

(資料來源：本研究整理)

由調查結果發現，20 案應用現況調查於外牆飾材的選用皆為花崗石，在施作工法上都使用壁體繫件吊掛石材，但也有 75% 案例配合使用鋼架吊掛石材。固定工法之部分，有 75% 之案例採用上下插梢鑽孔固定工法，50% 之案例使用上下端開槽固定工法，其中 10% 則是使用背栓擴孔固定工法。施工計畫所需文件部分，建築圖說、外牆施工圖及外牆大樣圖是全數案例皆有交付，繫件配置圖說僅二案例，因該案規模較大，故檢附繫件配置圖說，並附有結構計算書，故目前檢附結構計算書之案例並不常見。施工計畫書、施工規範、自主檢查表及材料出廠證明……等，目前尚無完全備齊必要文件之案例出現。

(二) 石材外牆施工圖面彙整分析

根據第二章圖 2-2 石材工程流程表之資訊顯示，石材設計相關用圖約有九種，配置圖、平面圖、立面圖、剖面圖、編號圖、細部圖、大樣圖、鐵件圖及結構計算圖，其中前七種圖說是每個建築工程必備圖說，在本研究調查的 20 個案例中，配置圖、平面圖、立面圖、剖面圖及編號圖基本上大同小異，鐵件圖基本上是缺乏的，在調查的 20 個案例中，沒有案例有提供鐵件圖，較為不同的是細部圖及大樣圖，下列將列出各種常見圖說及部分案件的細部圖及大樣圖示意：

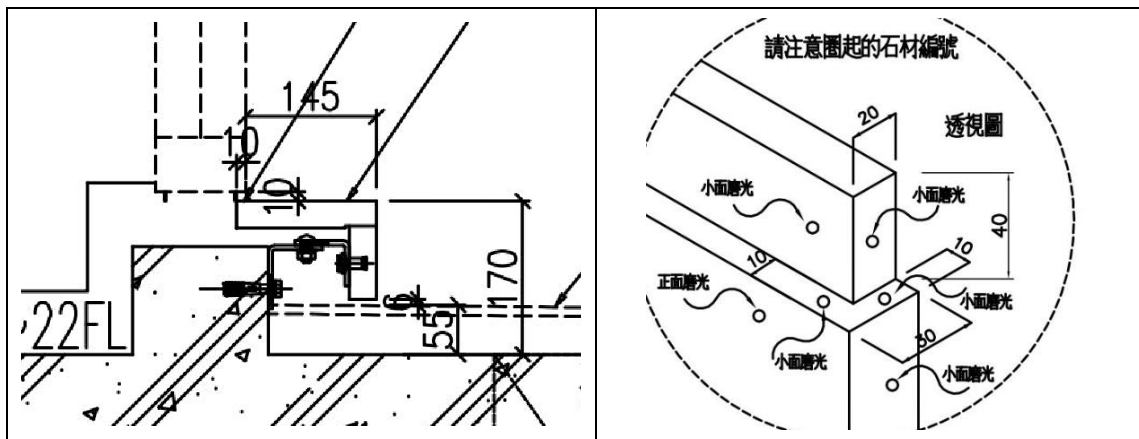


圖 3-2 A9 案細部及大樣圖 1

(資料來源：廠商提供)

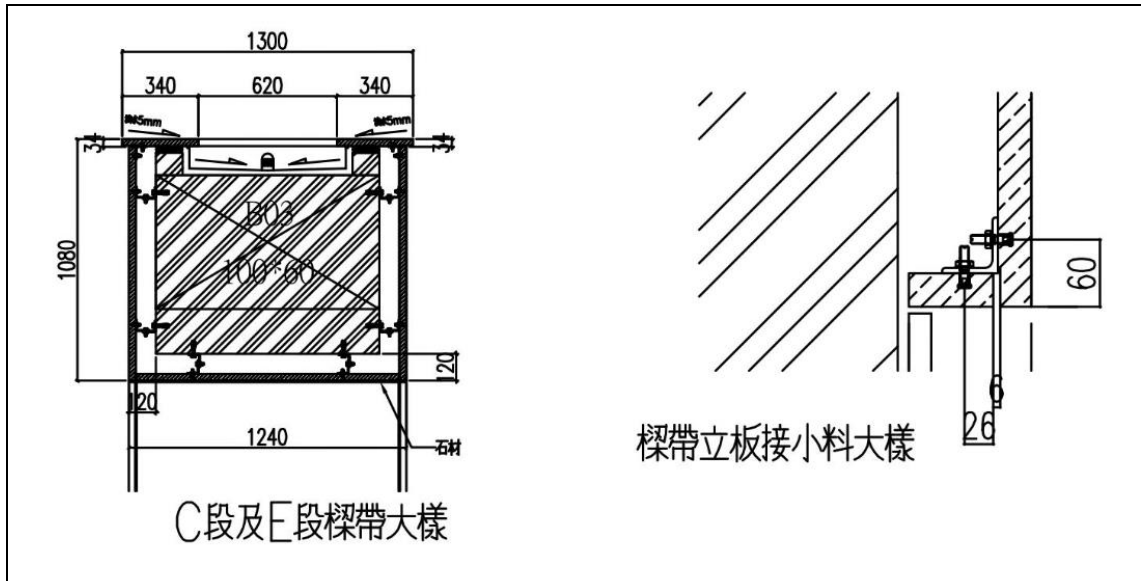


圖 3-3 A9 案細部及大樣圖 2

(資料來源：廠商提供)

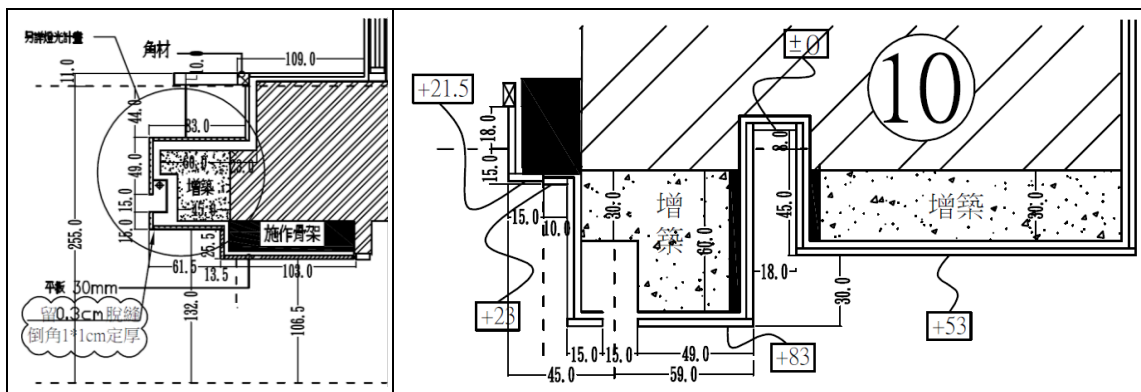


圖 3-4 A14 案細部及大樣圖

(資料來源：廠商提供)

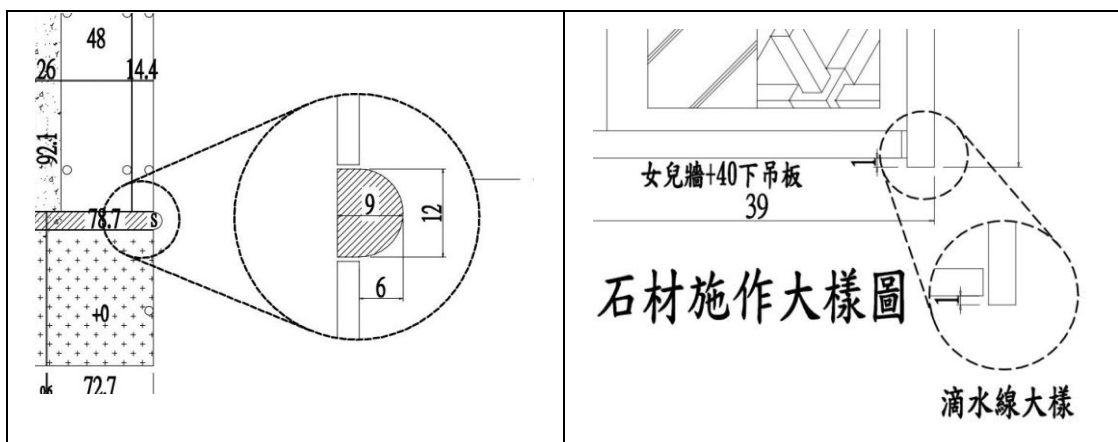


圖 3-5 A17 案細部及大樣圖

(資料來源：廠商提供)

因每件建案對於施工品質要求不同，而細部圖及大樣圖，也因施工要求的不同而有所差異，在比較細部圖及大樣圖之後可發現，約 90% 的細部圖及大樣圖是針對轉角處及細部畫出石板之間的連接方式，其中僅有兩例不只繪製石板之間的連接方式，更詳細的金屬繫件的接合處也繪製清楚，經本研究發現依精細的細部圖及大樣圖說進行施工並非無法達成，但須要求施工團隊的施工準確度及品質。

(三)結構算書之蒐集與分析

本研究所蒐集之案例中僅有兩案進行外牆石材之結構計算，故研究團隊分別蒐集了另三案的結構計算書，並比較其結構計算所需計算分析之項目，並建議須分析之項目及注意事項；本研究蒐集的三個結構計算書中，其格式雖不大相同，但是計算的項目及內容卻是大同小異。案例 A 計算項目是檢討一次鐵件、二次鐵件、內迫螺栓、馬車螺絲及擴孔錨栓對於承載石材後的石材重量垂直力、地震垂直力、地震水平力、風力及石材垂直力偏心彎距之檢討(請參閱附錄七)。

案例 B 之計算項目為金屬構件橫料分析、直料分析、橫料繫件及接合型式、石材與鐵件之接合分析，在以上談及之金屬構件項目中皆進行了承載石材後的石材重量垂直力、地震垂直力、地震水平力及風力之檢討(請參閱附錄七)。案例 C 則是針對石材板片固定繫件所有扣件中的金屬零件進行結構計算分析，先根據石材自重計算出固定繫件反力、可承受風力及可承受地震力，再進行扣件中各類金屬繫件承載石材後的石材重量垂直力、地震垂直力、地震水平力及風力之檢討。綜合來看外牆石材結構之計算項目是針對施工中使用到的各類金屬繫件進行承載石材後的石材重量垂直力、地震垂直力、地震水平力及風力之檢討，後續制訂相關規定中，本研究即針對此發現進行相關建議。

二、外牆石材施工技術個案訪視調查分析

個案訪視調查之研究內容為至施工現場觀察外牆石材施作的過程，本研究於此進行了六個施工現場的個案訪視，於此進行個案訪視基本資料彙整分析、施工內容及步驟比較分析、石材外牆施工圖面示意及施工問題點探討。

(一)個案訪視調查之案例基本資料彙整分析

六個施工現場類型皆為基座石材，以建築用途區分有兩案為集合住宅、一案為廠辦、三案為透天住宅；六個案件中各個施工要求也都不一致，其中集合住宅及廠辦的施工要求較高，本研究紀錄到的施工部分也較為嚴謹，與透天住宅之施工過程相比品質也較高。石材吊掛的工法有三種，廠辦採用鑽孔插梢工法，其中一案集合住宅採用背擴孔工法，其餘皆採用開槽插片(案例資料請參閱附錄八)。

(二)施工內容及步驟分析

B1 案是一棟 16 樓之集合住宅，外牆石材採用部分僅於一樓基座，採用的工法為背擴孔工法；本研究於此案所調查的施作部位皆為石材牆面(圖 3-6、3-7)，其中有部分施作過程是較有疑慮，因此案採用背擴孔工法，表示背擴孔的部分已在工廠加工完成，但到現場為符合施作目標，只能因地制宜的使用了各種不恰當的做法，例如：擴孔完成的石材無法與結構物配合，為了使石材順利掛上結構體，接合鐵件之間只能斜安裝，無法正常的垂直安裝(圖 3-8)；為更方便施工，已在二次鐵件上銲上接合螺絲，只要石材放置完成即可鎖上螺帽並上 AB 膠，因直接於二次鐵件上銲接螺絲，無法知道其銲接處是否能有足夠的承載力吊掛石材，且銲接處無塗佈保護層，恐加快鏽蝕的速度，更容易影響金屬構件的結構(圖 3-9)。因原先建築設計未充分考量石材安裝空間，為使車道留有足夠的法定距離，只能犧牲結構體與石材之間的空間，又因採用背擴孔式工法，在沒有足夠的工作空間下是無法進行安裝，施工人員只能改用暗槽配合一次鐵件加 AB 膠安裝石板(圖 3-10)；另一項為了方便施工而採用的方式，本研究亦認為不太合理，在石材安裝過程中，石材下扣件部份可以直接掛於結構面的鐵件上，但上扣件因無法事先確認錨栓的安裝點位，故只能在石材安裝後再進行錨栓的放置，此作法使一次鐵件及二次鐵件安裝位置不一致，所以結構面鐵件在石材面鐵件之上，此舉恐有造成結構不穩之疑慮(圖 3-11)。

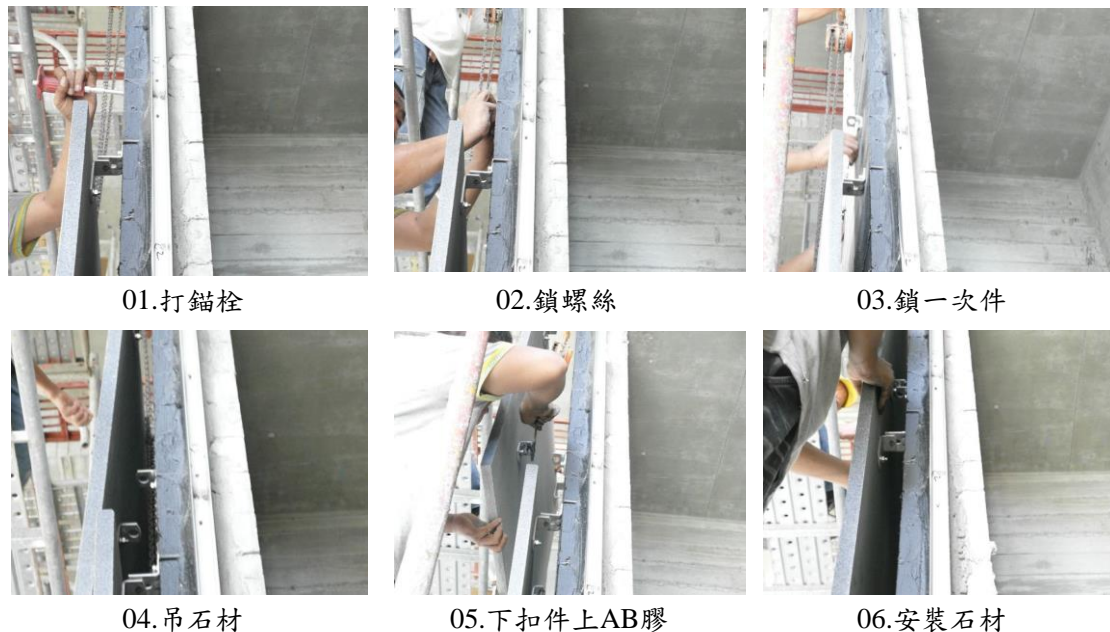


圖 3-6 B1 案牆面安裝步驟照片 1

(資料來源：本研究拍攝整理)

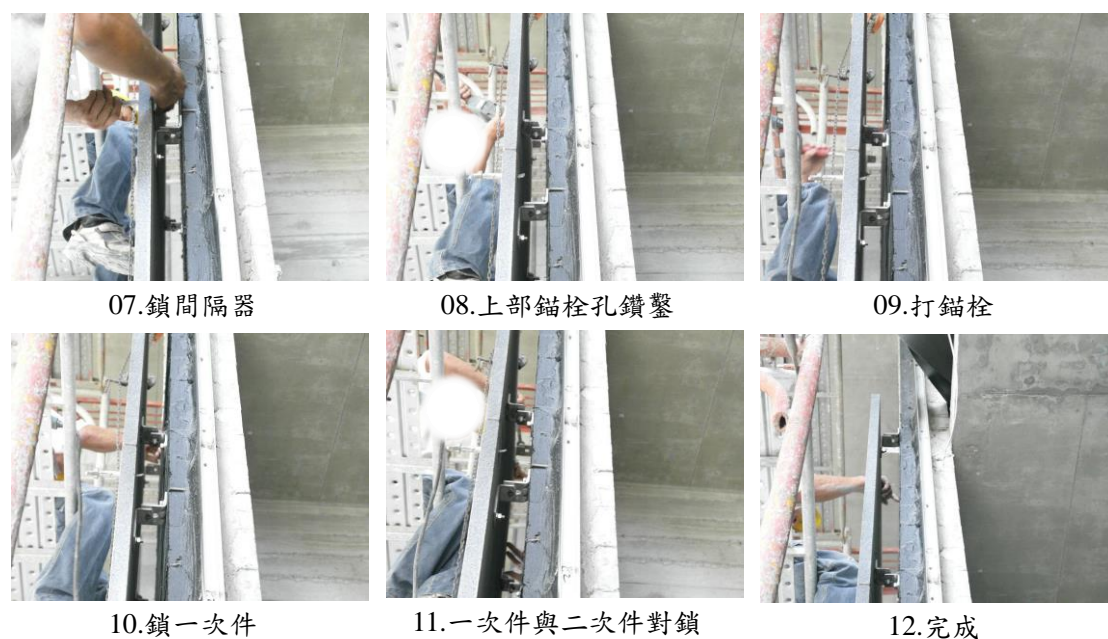


圖 3-7 B1 案牆面安裝步驟照片 2
(資料來源：本研究拍攝整理)

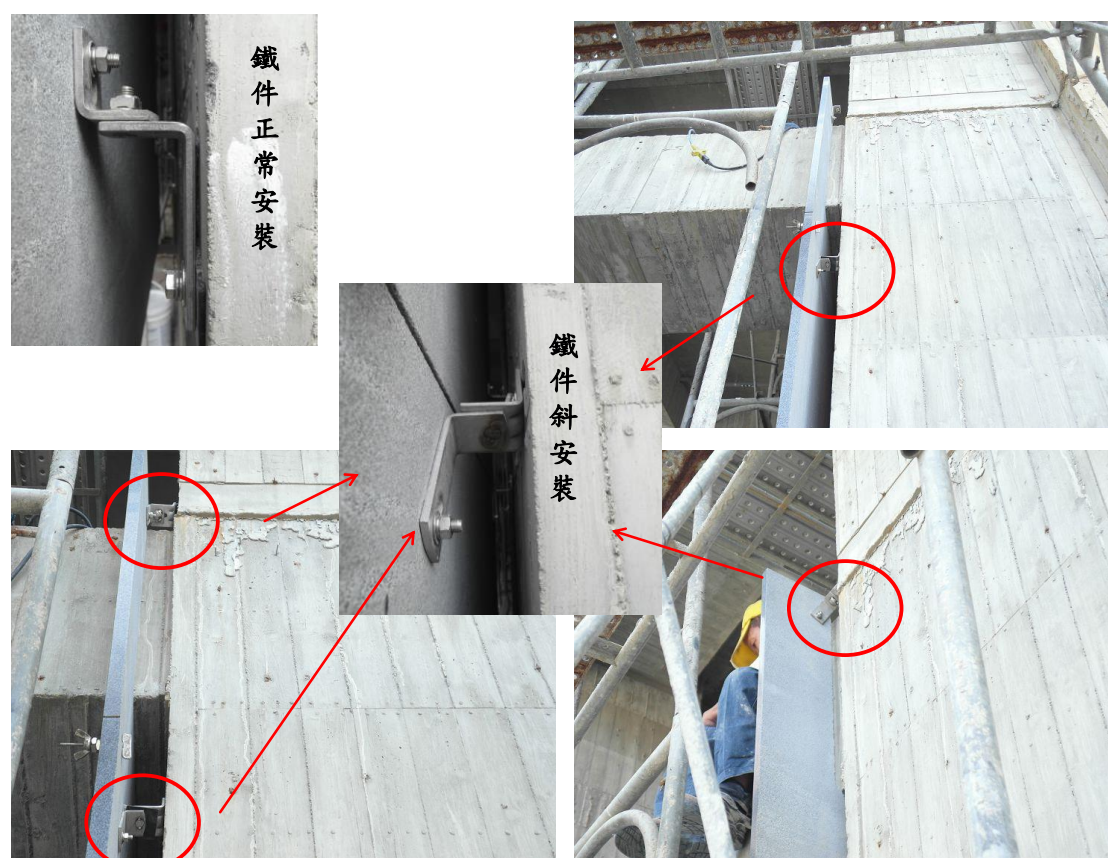


圖 3-8 B1 鐵件斜安裝照片
(資料來源：本研究拍攝整理)



圖 3-9 二次鐵件上銲接螺絲照片

(資料來源：本研究拍攝整理)

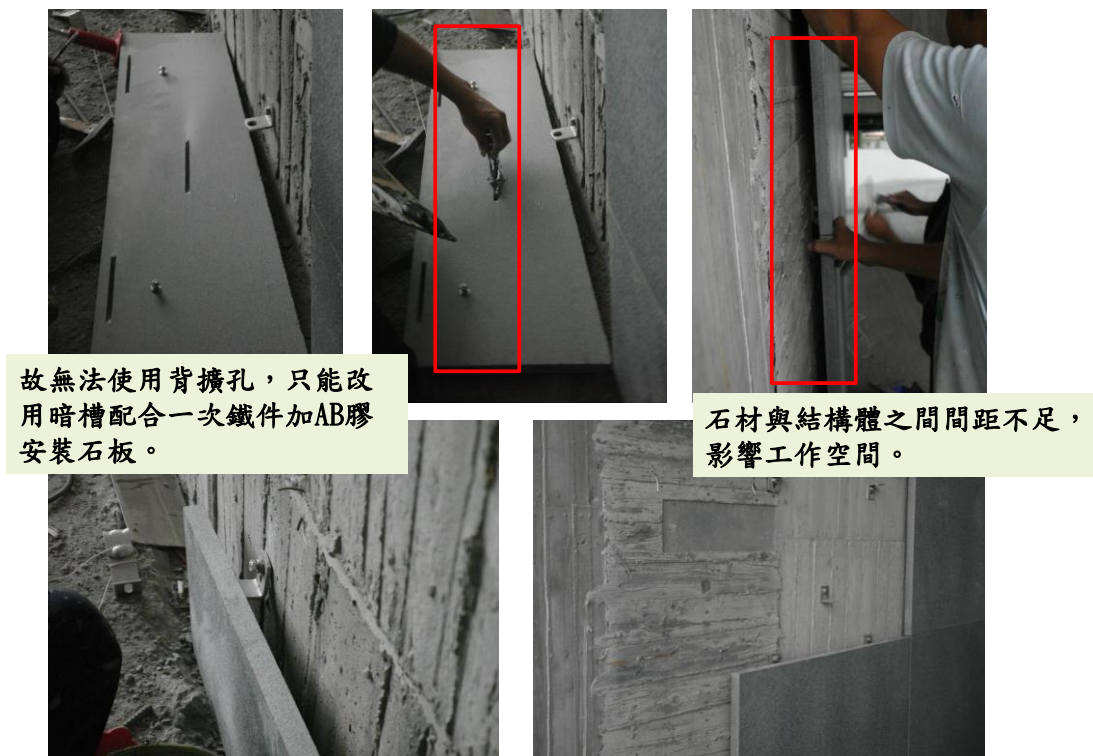


圖 3-10 暗槽、一次鐵件加 AB 膠安裝石板照片

(資料來源：本研究拍攝整理)

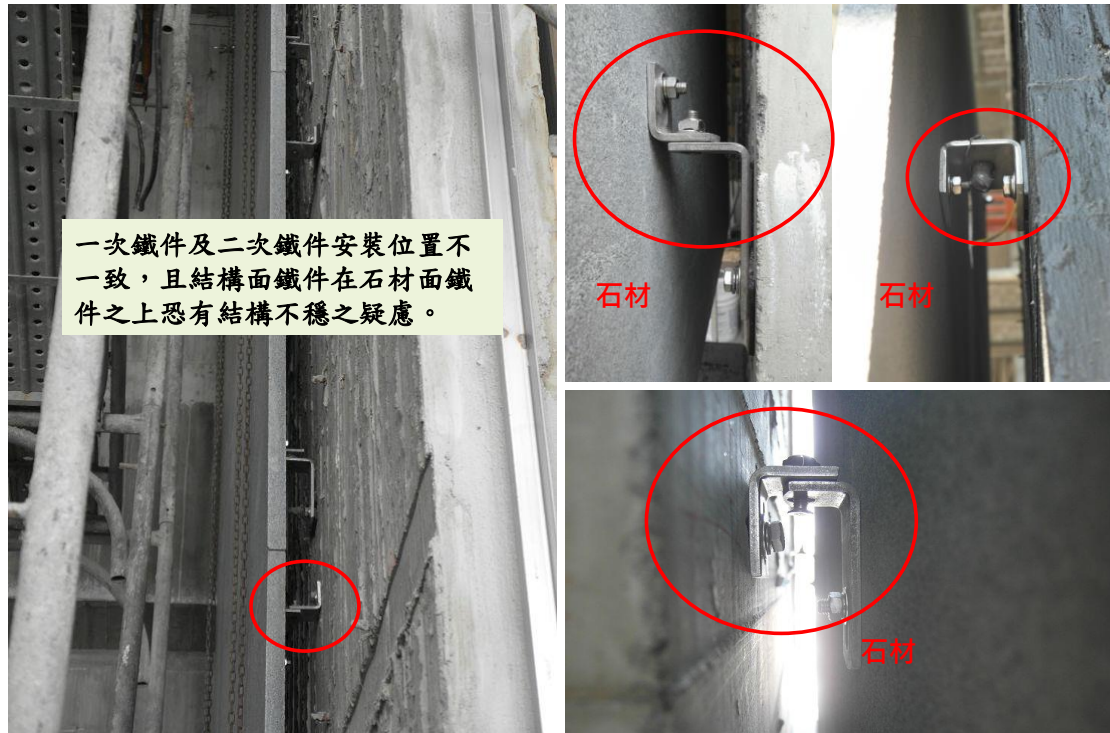


圖 3-11 鐵件安裝位置不一致照片
(資料來源：本研究拍攝整理)

B2 案是一棟 5 樓獨棟透天，外牆石材採用部分為一樓基座及其他樓層與瓷磚混合使用，此案採用的工法為開槽插片工法，調查的施作部位多為石材牆面(圖 3-12)，亦有樑下倒吊版的施作(圖 3-13)，其中有些許施作過程是較有疑慮，如柱體中設有電箱，因設電箱之關係無法放置錨栓，故採用加骨架的方式使錨栓有固定之處，但加骨架時未考慮到石材與骨架間的距離及繫件的選用，產生了胡亂搭接金屬繫件的情形，及加多塊墊片使繫件可與石材接合，此些作法皆會影響金屬構架的承載結構(圖 3-14)；樑下的倒吊版支撐點的數量亦是另一重要的探討項目，此案的倒吊版採用兩點固定，恐有結構不穩之疑慮(圖 3-13)；為了使石材與結構體接合，促使石材邊緣成為石材開槽處，此舉易造成石材本身的結構劣化，但為了迴避蜂窩處及鋼筋位置不得已而為之，而在接合處所使用的連接件及螺絲其金屬材質不一致，此處恐加速金屬鏽蝕速度(圖 3-15)。

B3 案是 4 樓連棟透天，外牆石材採用部分為一樓基座，此案採用的工法為開槽插片工法，調查的施作部位為石材牆面，因此案施工方式與 B2 案略同，故不再此多加敘述，因此案一樓採用鐵捲門，為包覆鐵捲門箱體處，安裝骨架並外掛石材，而石材安裝方式為吊掛懸空側板，採用暗槽並以一次鐵件加 AB 膠進行固定，其支撐力及耐久性恐有不足之虞，將造成石板滑脫。(圖 3-16)



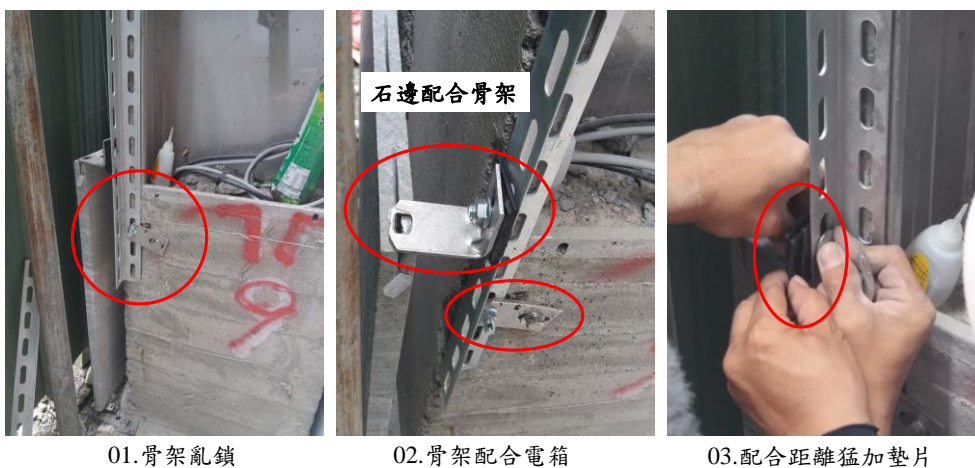
圖 3-12 B2 案牆面安裝步驟照片

(資料來源：本研究拍攝整理)



圖 3-13 樑下倒吊版施作照片

(資料來源：本研究拍攝整理)



01. 骨架亂鎖

02. 骨架配合電箱

03. 配合距離猛加墊片

圖 3-14 骨架搭接施作照片

(資料來源：本研究拍攝整理)



石邊開槽

蜂窩

因蜂窩及鋼筋問題無法打錨栓

圖 3-15 迴避蜂窩處及鋼筋位置施作照片

(資料來源：本研究拍攝整理)



圖 3-16 B3 案吊掛懸空側板照片

(資料來源：本研究拍攝整理)

B4 案是一棟 18 樓之集合住宅，外牆石材採用部分為一至四樓基座，採用的工法為開槽插片及鑽孔插梢工法；本研究於此案所調查的施作部位皆為石材牆面(圖 3-17)，因此案施工方式與前面二案略同，故不再此多加敘述牆面施作過程；此案有部分懸空側板之吊掛大多採用暗槽，並以一次鐵件加 AB 膠進行固定，其支撐力及耐久性恐有不足之虞，將造成石板滑脫(圖 3-18 及圖 3-19)；此案與其他案例相比其施作骨架外掛石材的比率偏高，故此部分提出幾點針對銲接完成後的問題，如銲接完成後未上防鏽層、銲渣未清除乾淨及點銲處未塗防鏽材料，此些問題將成為金屬繫件未來快速鏽蝕的原因(圖 3-19)。

B5 案是一棟 7 樓之科技公司廠辦，外牆石材採用部分僅一樓基座，採用的工法為鑽孔插梢工法；本研究於此案所調查的施作部位皆為石材牆面(圖 3-20)，因此案施工方式與前面三案略同，故不再此多加敘述牆面施作過程；此案施工要求較高，施工部分也較為嚴謹，AB 膠使用原則僅於插梢處使用，金屬接合處一律使用螺栓，尤以角隅處施工部分，使用之角材一律留有施作位置供金屬繫件吊掛(圖 3-21)；在天花倒吊板的部分使用四點固定，與 B2 案的兩點固定相比，其結構穩定性是毋庸置疑(圖 3-22)。

B6 案是 5 樓雙拼住宅，外牆石材採用部分僅一樓基座，此案採用開槽插片工法，現場訪視因不可抗拒之因素關係，未能完整調查，但在可觀察的範圍中本研究亦發現了部分問題，如直接將一次件打平塗上 AB 膠及與石材暗槽處接合；懸空側板之吊掛大多採用暗槽，並以一次鐵件加 AB 膠進行固定，其支撐力及耐久性恐有不足之虞；為了符合飾面造型，在石材邊緣進行開槽，使石材能與結構體接合，此舉易造成石材本身的結構劣化(圖 3-23)。



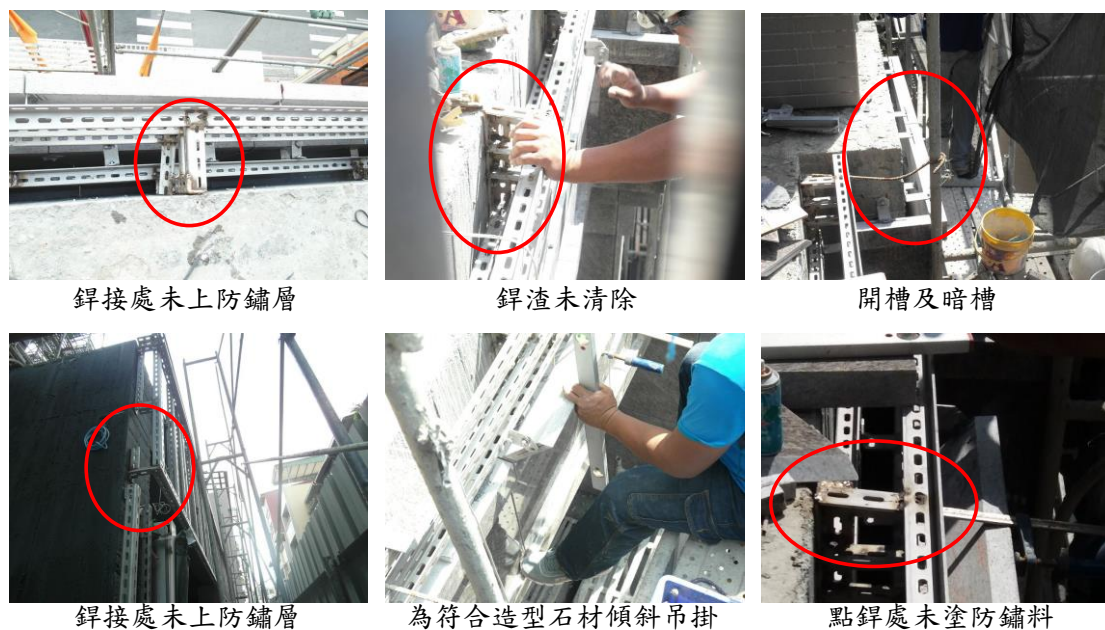
圖 3-17 B4 案牆面安裝步驟照片

(資料來源：本研究拍攝整理)



懸空側板之吊掛大多採用暗槽，
並以一次鐵件加AB膠進行固定，
其支撐力及耐久性恐有不足之虞，
將造成石板滑脫。

圖 3-18 B4 案懸空側板安裝步驟照片
(資料來源：本研究拍攝整理)



銲接處未上防鏽層

銲渣未清除

開槽及暗槽

銲接處未上防鏽層

為符合造型石材傾斜吊掛

點銲處未塗防鏽料

圖 3-19 B4 案骨架銲接照片
(資料來源：本研究拍攝整理)



圖 3-20 B5 案牆面安裝照片
(資料來源：本研究拍攝整理)



圖 3-21 B5 案角隅處施工照片
(資料來源：本研究拍攝整理)



圖 3-22 B5 案倒吊版施工照片

(資料來源：本研究拍攝整理)



一次件打平插暗槽

暗槽塗AB膠掛上一次鐵件

石邊開暗槽及錨栓位置不當

石材反覆開鑿影響石板強度

開鑿暗槽

圖 3-23 B6 案施工照片

(資料來源：本研究拍攝整理)

(三) 石材外牆施工圖面示意

石材設計規畫圖約有九種，配置圖、平面圖、立面圖、剖面圖、編號圖、細部圖、大樣圖、鐵件圖及結構計算圖，其中前七種圖說是每個建築工程必備圖說，在個案訪視中的五個案例，配置圖、平面圖、立面圖、剖面圖及編號圖基本上大同小異，鐵件圖在五個案例中是沒有的，而分割圖、細部圖及大樣圖僅有細節的差異，下列將列出五個案例施工圖說的分割圖、細部圖及大樣圖示意：

B1 案為一棟集合住宅，外牆石材使用部分為正面的一樓基座及一樓車道的部分，在外牆石材施工中所使用的施工圖，除了必備的配置圖、平面圖、立面圖、剖面圖之外，現場使用的圖說僅有編號圖及分割圖(圖 3-24、3-25)，因此案施工規模比較小，圖說當中沒有細部圖及大樣圖，更多細節上的部份，都依現場情況進行石材的切割，施工圖說上皆沒有繪製及說明。

B2 案為一棟五樓透天住宅，外牆石材使用部分為全棟皆有，因與瓷磚飾材混合使用，所以並非是全棟外牆飾材皆採用石材(圖 3-28)，其規模亦非大型外牆石材施工案場，在施工使用圖說中與 B1 案相似，但其規模稍大，石材安裝之部位較多元，但其石材施工圖之部分僅有分割圖(圖 3-26)、編號圖(圖 3-29)及部分大樣圖(圖 3-27)，針對轉角處及倒吊版處僅畫出石板之間的連接方式，更詳細的金屬繫件的接合處無繪製，也無規定倒吊版處需要幾點固定，故施工現場即以最為簡便的兩點固定進行施工，許多細節部份此案場亦依現場情況進行石材的切割，施工圖說上皆沒有繪製及說明。

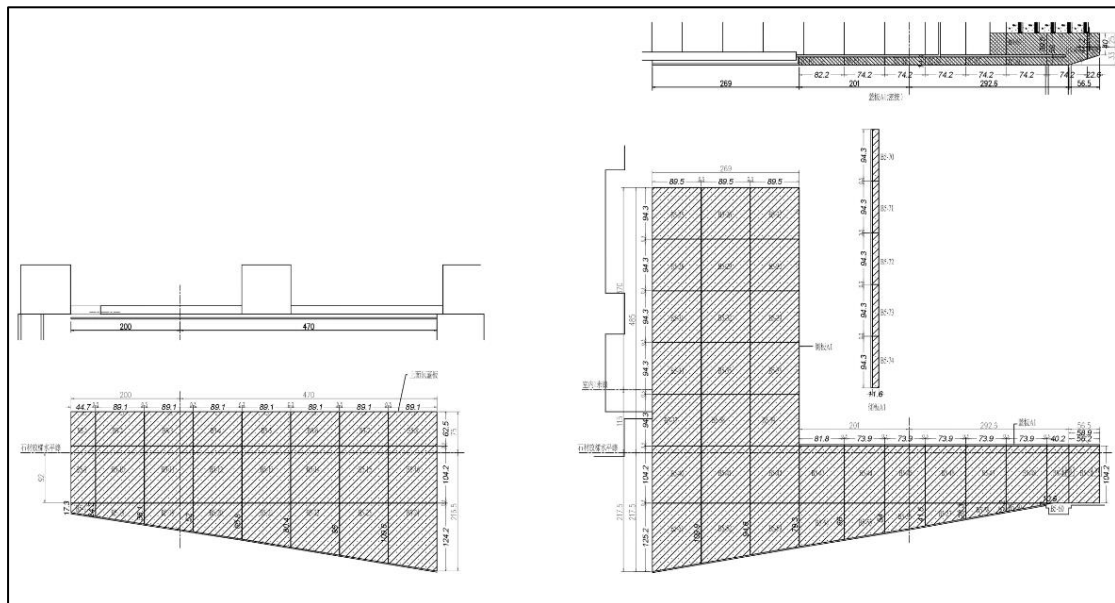


圖 3-24 B1 案外牆石材施工圖說 01

(資料來源：廠商提供)

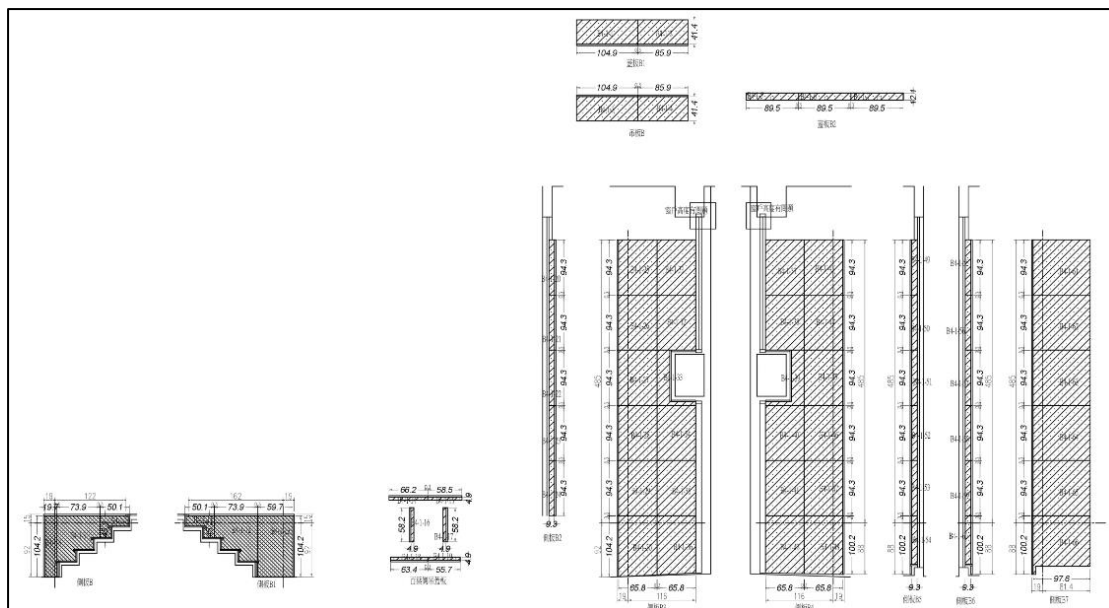


圖 3-25 B1 案外牆石材施工圖說 02

(資料來源：廠商提供)

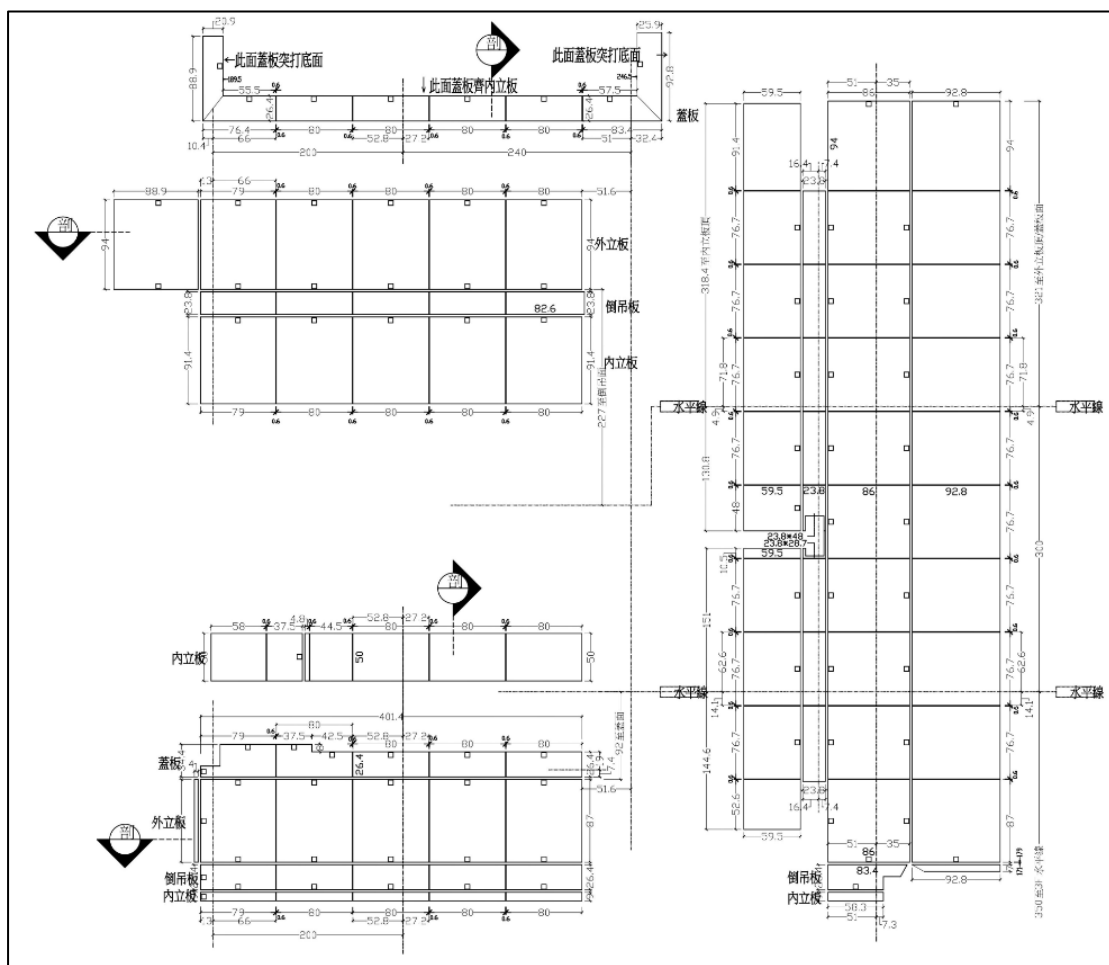


圖 3-26 B2 案外牆石材施工圖說 01

(資料來源：廠商提供)

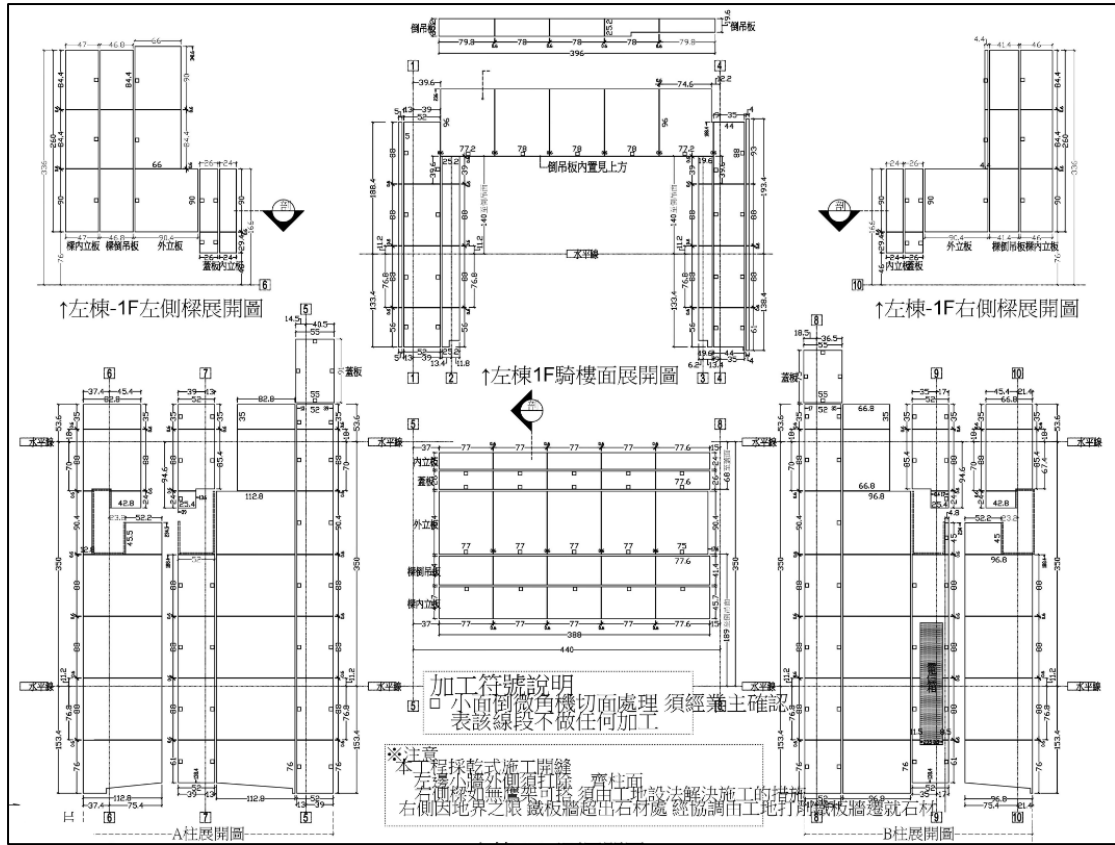


圖 3-27 B2 案外牆石材施工圖說 02

(資料來源：廠商提供)

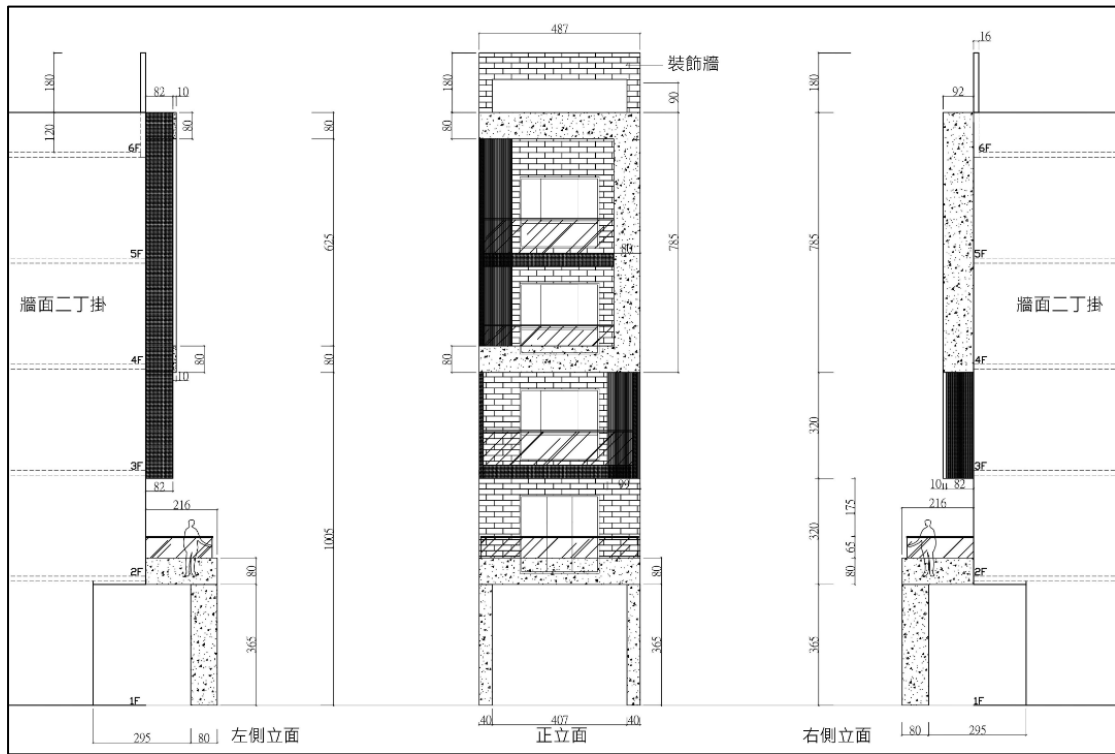


圖 3-28 B2 案外牆石材施工圖說 03

(資料來源：廠商提供)

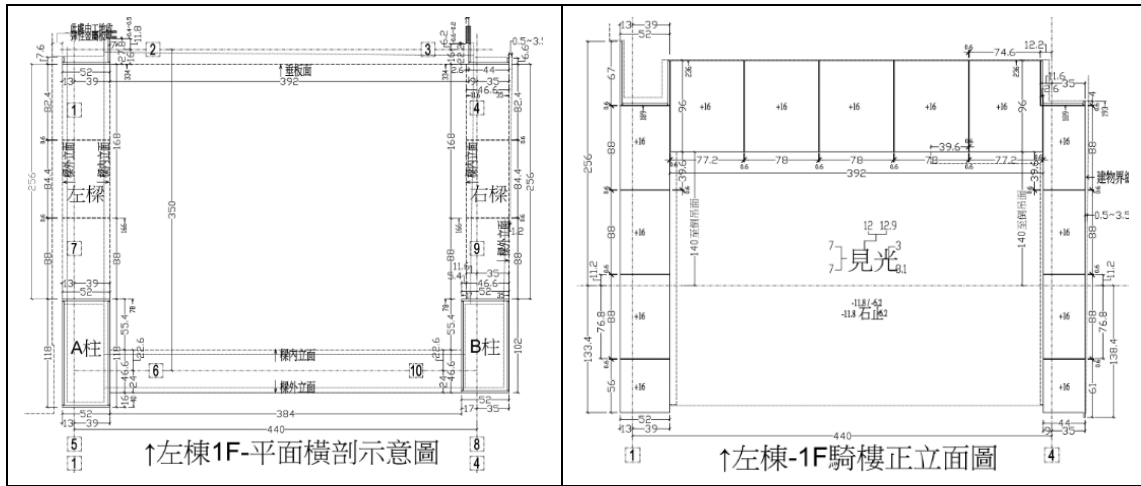


圖 3-29 B2 案外牆石材施工圖說 04

(資料來源：廠商提供)

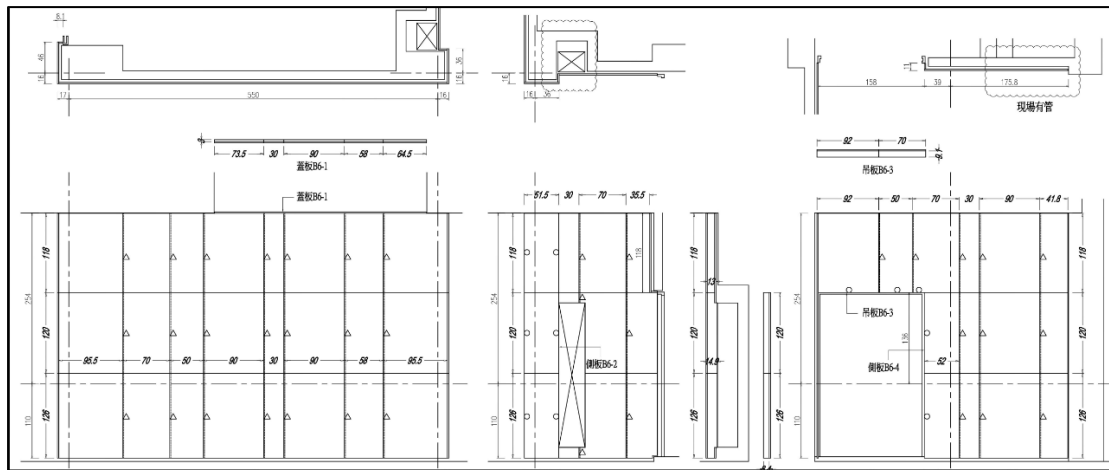


圖 3-30 B3 案外牆石材施工圖說 01

(資料來源：廠商提供)

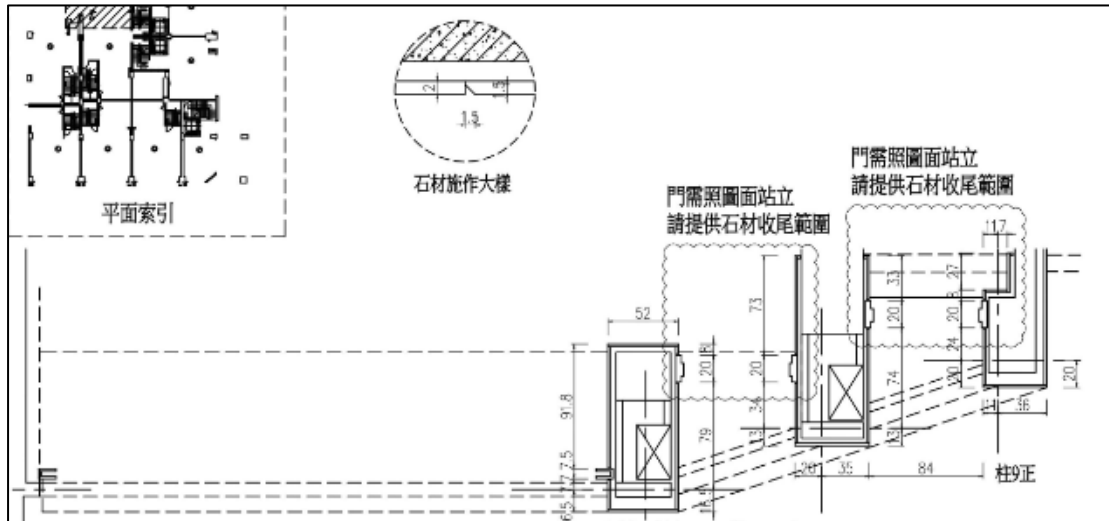


圖 3-31 B3 案外牆石材施工圖說 02

(資料來源：廠商提供)

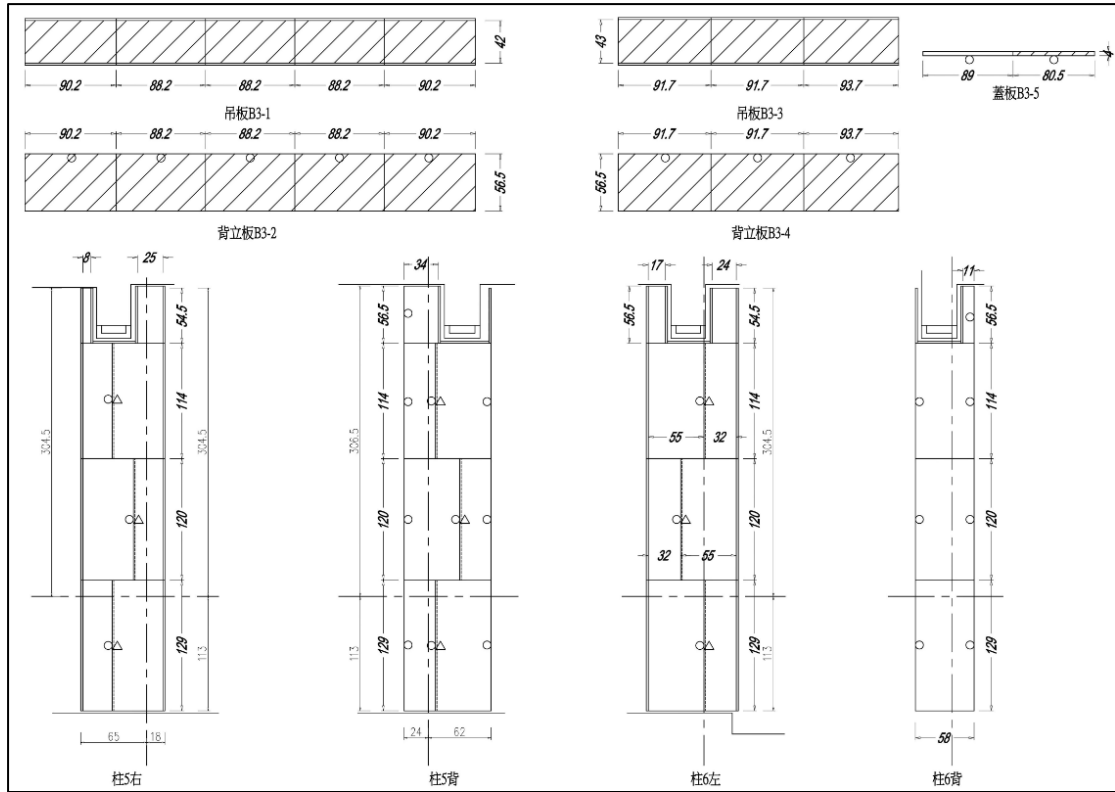


圖 3-32 B3 案外牆石材施工圖說 03

(資料來源：廠商提供)

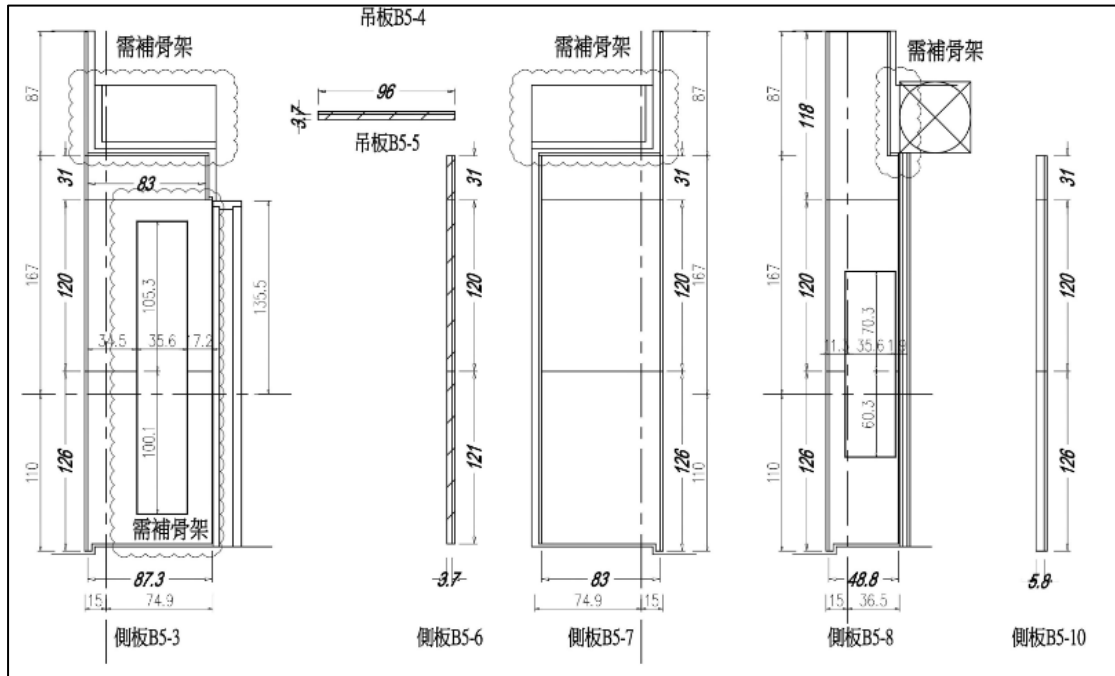


圖 3-33 B3 案外牆石材施工圖說 04

(資料來源：廠商提供)

B3 案為連棟四樓透天住宅，外牆石材使用部分為一樓基座，其規模非大型外牆石材施工案場，在施工使用圖說中與 B2 案相似，石材安裝之部位以牆面及懸空側板安裝為主，此案施工圖僅有分割圖(圖 3-30)、編號圖(圖 3-32)及部分大樣圖(圖 3-31)，轉角處及倒吊版處僅畫出石板之間的連接方式，亦無金屬繫件接合圖說，許多細節部份此案場亦依現場情況進行石材的切割，施工圖說上皆沒有繪製及說明。

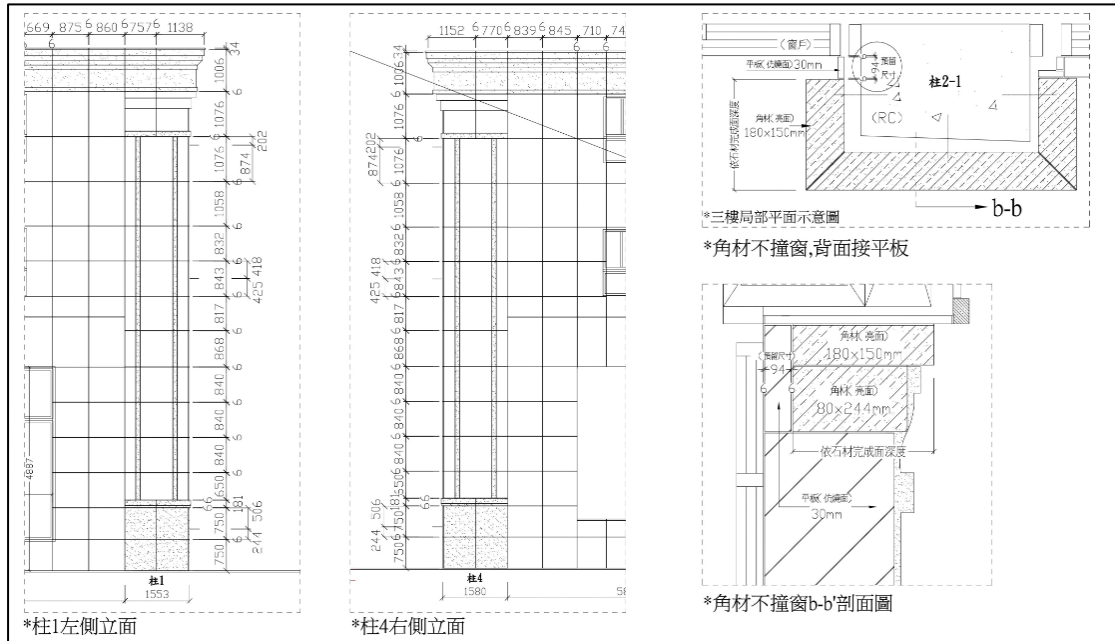


圖 3-34 B4 案外牆石材施工圖說 01

(資料來源：廠商提供)

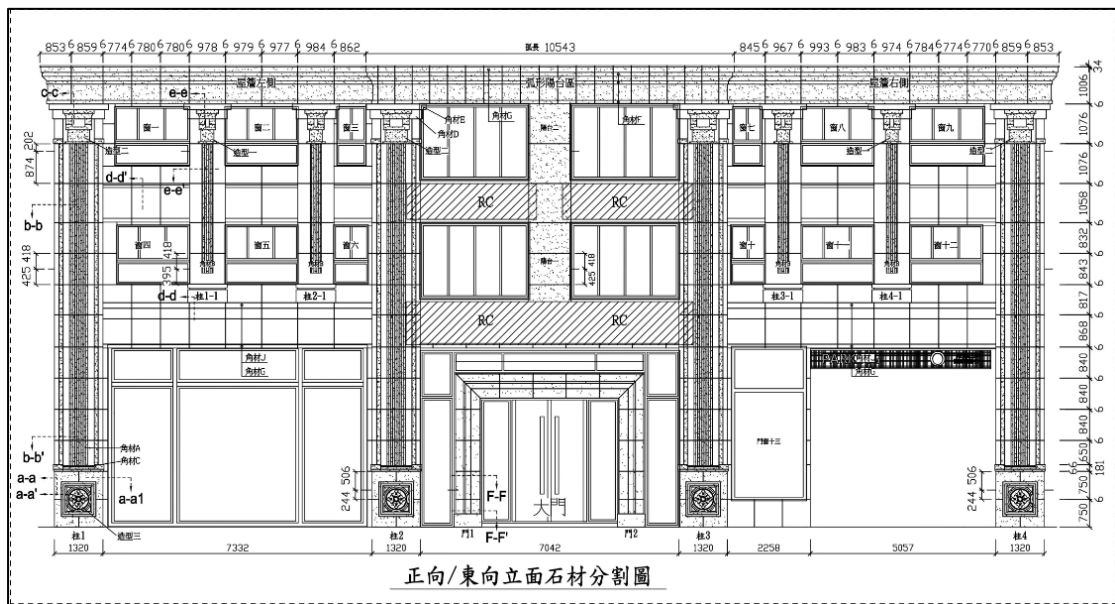


圖 3-35 B4 案外牆石材施工圖說 02

(資料來源：廠商提供)

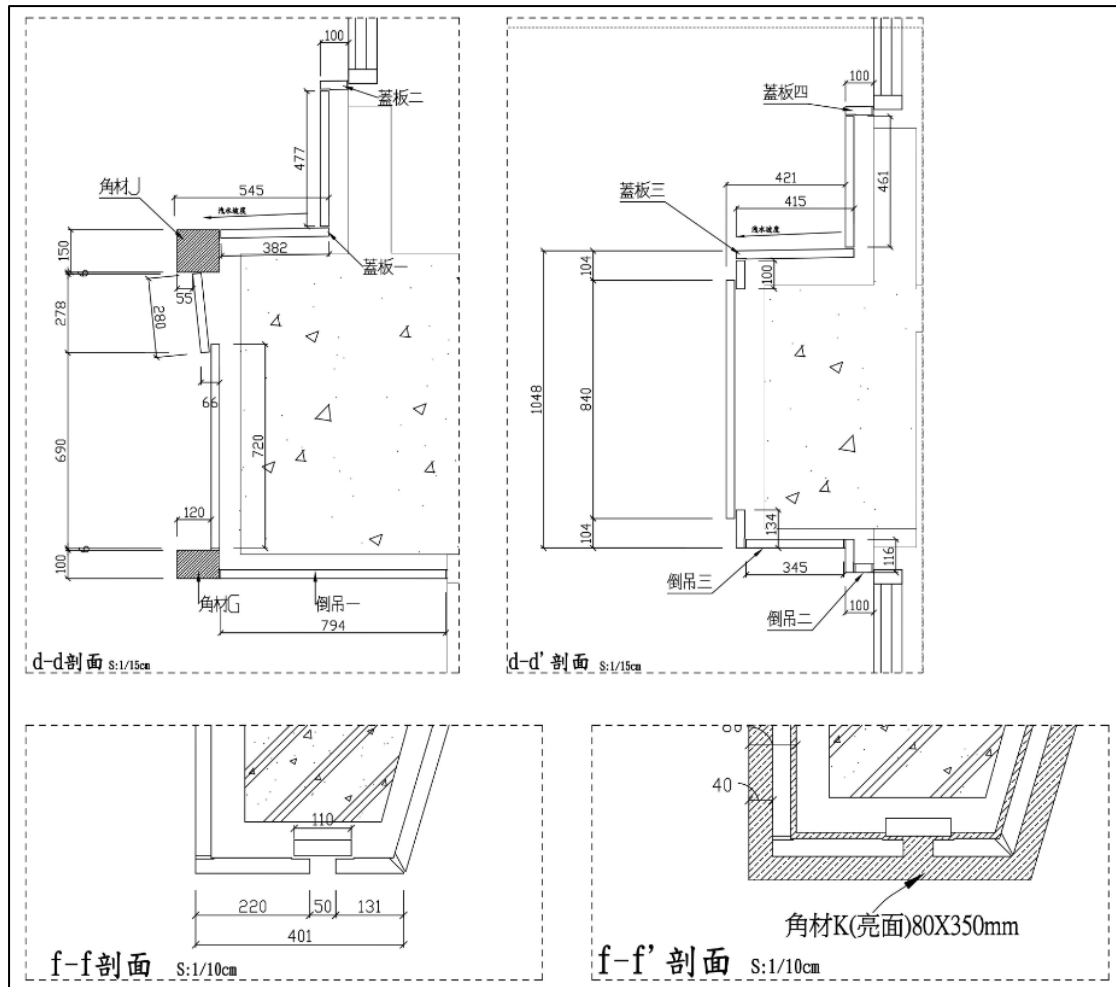


圖 3-36 B4 案外牆石材施工圖說 03

(資料來源：廠商提供)

B4 案為一棟集合住宅，外牆石材使用部分為一樓至四樓基座，其規模比前三場稍大，施工使用圖說較為詳細，但還是缺乏鐵件圖說，石材安裝之部位亦以牆面石材安裝、石材懸空側板安裝及特殊造型石材飾面為主，此案無金屬繫件接合圖說，施工圖說中除了必備的配置圖、平面圖、立面圖及剖面圖之外，外牆石材施工時使用之圖說為分割圖(圖 3-34)、編號圖(圖 3-38)及部分大樣圖(圖 3-36)，轉角處及倒吊版處僅畫出石板之間的連接方式，以及繪製需要安裝骨架之處(圖 3-37)。

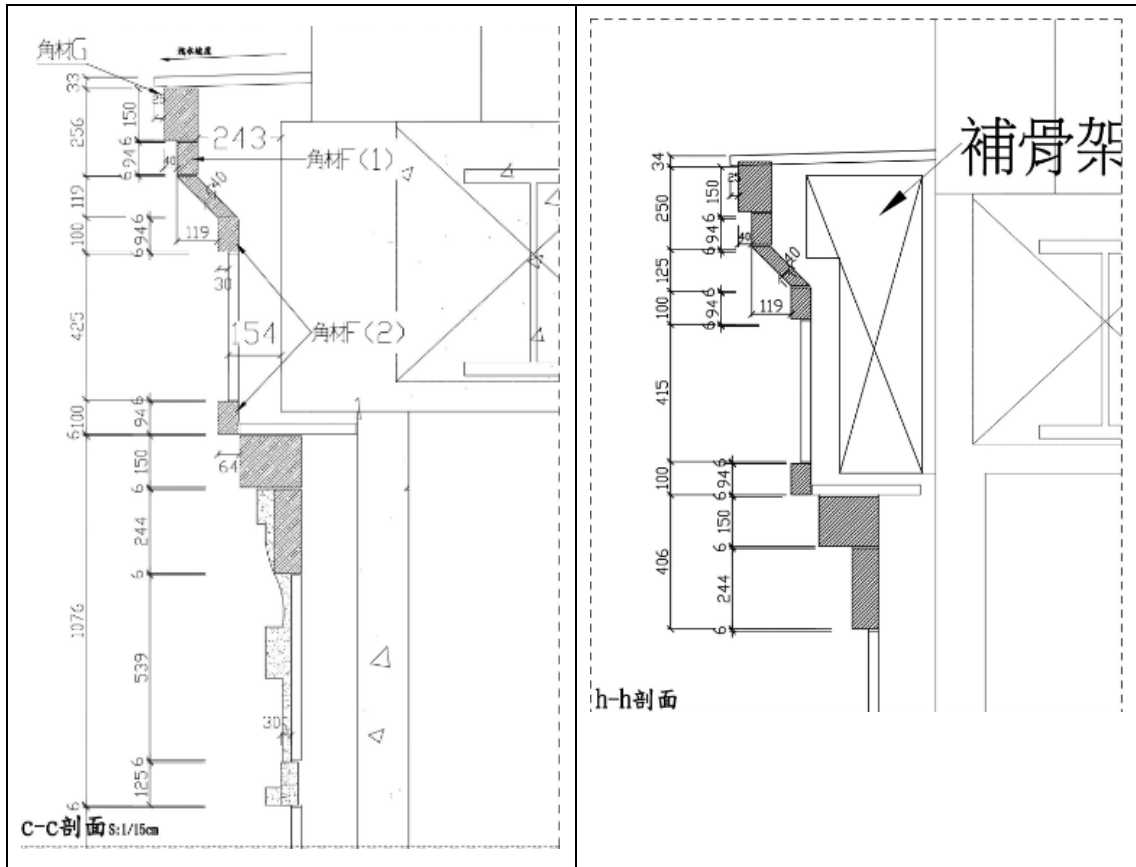


圖 3-37 B4 案外牆石材施工圖說 04

(資料來源：廠商提供)

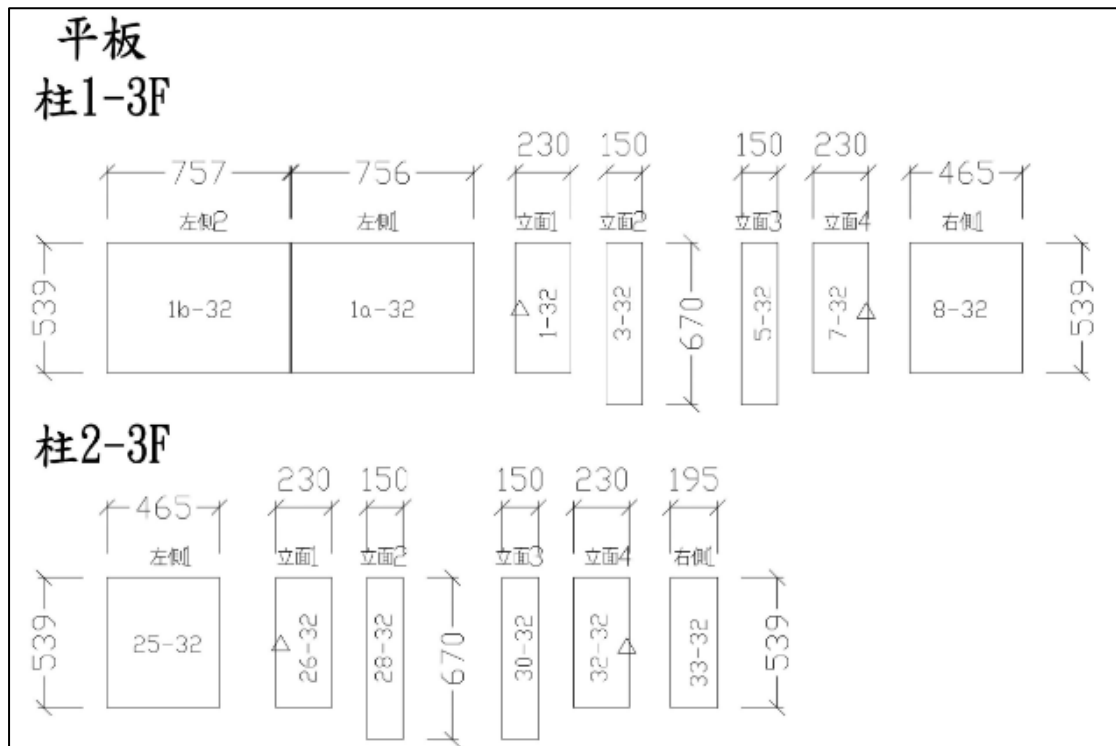


圖 3-38 B4 案外牆石材施工圖說 05

(資料來源：廠商提供)

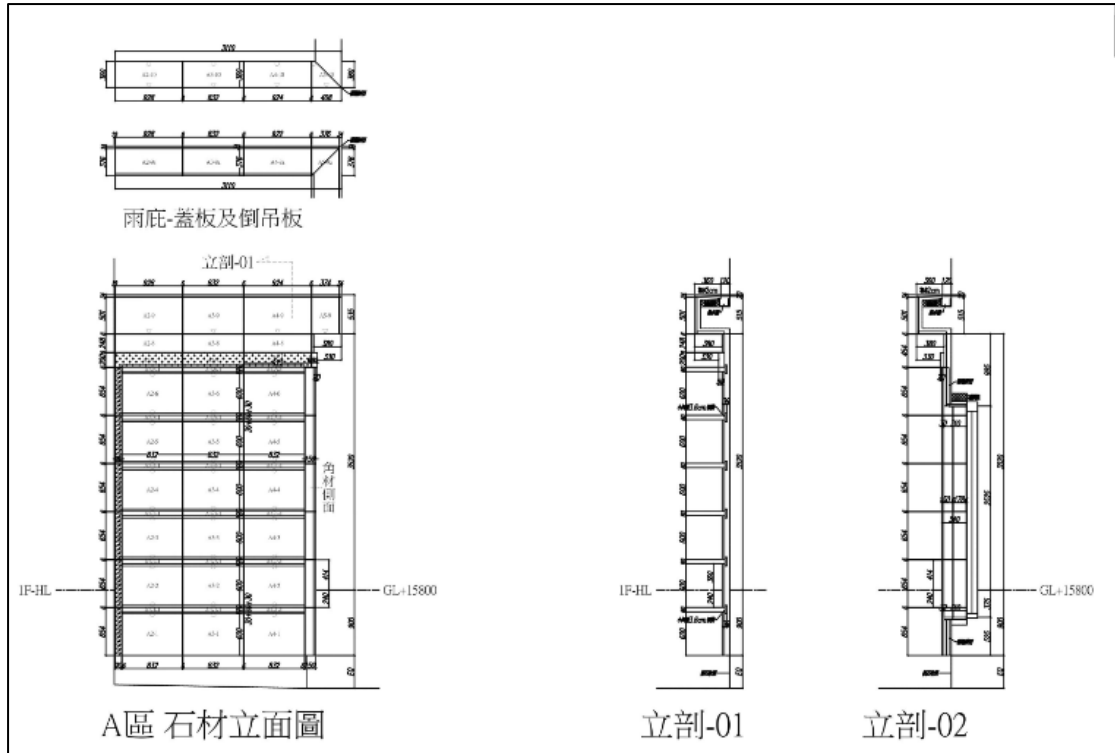


圖 3-39 B5 案外牆石材施工圖說 01

(資料來源：廠商提供)

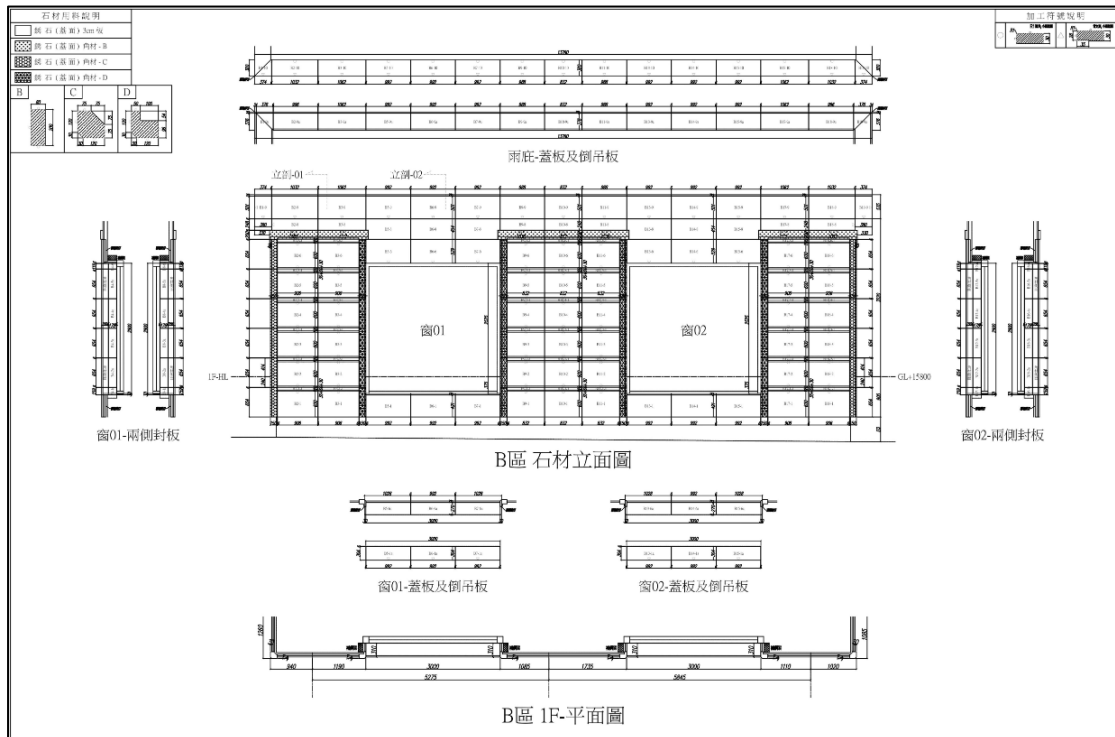


圖 3-40 B5 案外牆石材施工圖說 02

(資料來源：廠商提供)

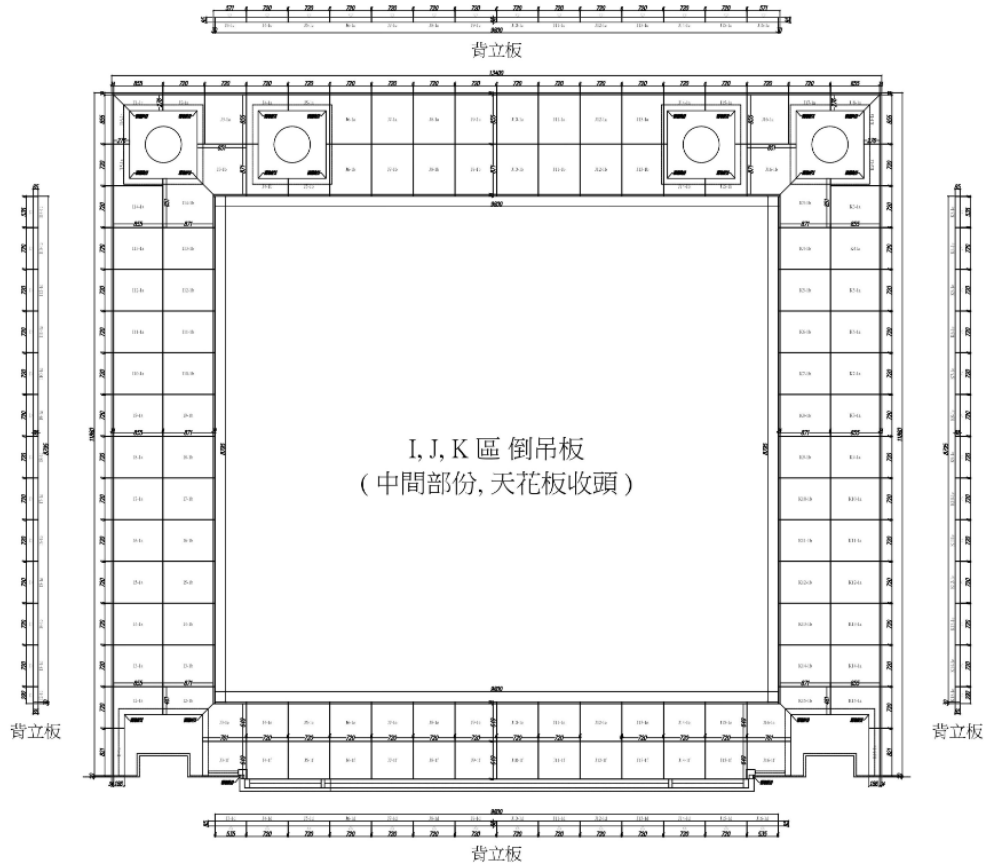


圖 3-41 B5 案外牆石材施工圖說 03
(資料來源：廠商提供)

B5 案為一棟科技公司廠辦，外牆石材使用部分為一樓基座，因業主要求施作品質之關係，施工使用圖說較為詳細，但還是缺乏鐵件圖及結構計算書；石材安裝之部位亦以牆面石材安裝、石材懸空側板安裝、石材倒吊版之安裝及特殊造型石材飾面為主，此案無金屬繫件接合圖說，施工圖說中除了必備的配置圖、平面圖、立面圖及剖面圖之外，外牆石材施工時使用之圖說為分割圖(圖 3-40)、編號圖(圖 3-41)及部分大樣圖(圖 3-40)，轉角處及倒吊版處(圖 3-39)僅畫出石板之間的連接方式，但此案之轉角處作法不使用 AB 膠固定，而是確實採用金屬繫件固定，且倒吊版的部分採用四點固定，與前幾案之施作相比，較為謹慎。

因每件建案對於施工品質要求不同，而細部圖及大樣圖，也因施工要求的不同而有所差異，在比較完細部圖及大樣圖之可發現，約 90% 的細部圖及大樣圖是針對轉角處及細部畫出石板之間的連接方式，其中僅有兩例不只繪製石板之間的連接方式，更詳細的金屬繫件的接合處也繪製清楚，經本研究發現依精細的細部圖及大樣圖說進行施工並非無法達成，但須要求施工團隊的施工準確度及品質。

(四)施工問題點探討

在經過六個個案訪視後，本研究依外牆石材施工過程步驟進行施工問題探討，並將六個個案的施工問題點進行彙整(表 3-8)，下列為外牆石材施工流程概述，從規劃設計開始至施工過程到完工：

1. 建築外牆飾材設計(選擇石材)
2. 進行結構體量測，確認結構及 RC 尺寸，確保石材工程施工性及精確度
3. 依量測結果繪製石材工程設計圖
4. 依石材設計圖於石材廠內進行石材板片切割，
5. 石材加工完成即運至工地進行施作
6. 視需求進行石材鑽孔開槽及切割
7. 石材板片安裝
 - (1). 鐵件材質的選用
 - (2). AB 膠適當使用
 - (3). 銲接處需塗佈防鏽層
8. 安裝石材之前視設計及工地需要進行裝設角鋼骨架
9. 依序固定安裝完成後，再依規定進行保護、養護。

根據本研究六個個案訪視結果，列出以下施工問題點：

1. 接合鐵件之間斜安裝，無法正常垂直安裝。
2. 工作空間不足只能改用暗槽配合一次鐵件加 AB 膠安裝石板。
3. 結構面鐵件在石材面鐵件之上，此舉恐有造成結構不穩之疑慮。
4. 胡亂搭接金屬繫件及加多塊墊片使繫件可與石材接合。
5. 倒吊版採用兩點固定，恐有結構不穩之疑慮。
6. 石材開槽處在石材邊緣，易造成石材本身的結構劣化。
7. 接合處使用的鐵件及螺絲金屬材質不同，此處恐加速金屬鏽蝕速度。
8. 吊掛懸空側板，採用暗槽並以一次鐵件加 AB 膠進行固定。
9. 銲接後未上防鏽層及銲渣未清除乾淨，恐加快鏽蝕的速度。
10. 直接將 L 型一次鐵件打平塗上 AB 膠及與石材案槽處接合。
11. 錨栓位置距離結構體邊緣過近，恐造成錨栓不穩固，石材容易脫落。

表 3-8 六案施工問題彙整表

原因	結果	未來可能劣化情形	需檢討之工作流程 (對照本報告書第 73 頁 石材施工流程概述)	照片編號
擴孔完成的 石材無法與 結構體配合	接合鐵件之間只能斜安 裝，無法正常的垂直安 裝。	恐有結構不穩情形 發生，石材易鬆脫	2.進行結構體量測，確 認結構及 RC 尺寸，確 保石材工程施工性及 精確度	圖 3-8
為更方便施 工	直接於二次鐵件上銲接 螺絲，且銲接處無塗佈保 護層。	銲接處發生鏽蝕，金 屬構架無承载力，石 材易鬆脫	7.石材板片安裝	圖 3-9
為使車道留 有足夠的法 定距離	犧牲結構體與石材之間 的距離，改用暗槽配合一 次鐵件加 AB 膠安裝石 板。	鐵件僅用 AB 膠固定 在石材背面，石材易 鬆脫	1.建築外牆飾材設計	圖 3-10
為更方便施 工	一次鐵件及二次鐵件安 裝位置不一致，結構面鐵 件在石材面鐵件之上。	金屬構架結構不穩 定，石材易鬆脫	7.石材板片安裝	圖 3-11
設置電箱位 置無法放置 錨栓	加骨架，胡亂搭接金屬繫 件，加多塊墊片使繫件可 與石材接合。	影響金屬構架的承 載結構，石材易鬆脫	2.進行結構體量測，確 認結構及 RC 尺寸，確 保石材工程施工性及 精確度	圖 3-14
施作樑下倒 吊版	倒吊版採用兩點固定。	恐有結構不穩之疑 慮，石材易鬆脫	7.石材板片安裝	圖 3-13
迴避蜂窩處 及鋼筋位置	石材邊緣成為石材開槽 處，接合鐵件加長至能鎖 到結構體。	易造成石材本身的 結構劣化，石材易碎 裂	7.石材板片安裝	圖 3-15
安裝方式為 吊掛懸空側 板	採用暗槽，且僅用一次鐵 件加 AB 膠進行固定。	支撐力及耐久性恐 有不足之虞，將造成 石板滑脫	7.石材板片安裝	圖 3-16 圖 3-18 圖 3-23 圖 3-10
配合造型設 計使用骨架	骨架銲接完成後未上防 鏽材料及銲渣未清除乾 淨。	銲接處發生鏽蝕，金 屬構架無承载力，石 材易鬆脫	1.建築外牆飾材設計 7.石材板片安裝	圖 3-19
配合造型設 計使用不適 當之作法	直接將一次鐵件打平，塗 上 AB 膠與石材暗槽處接 合。	金屬構架無承載 力，石材易鬆脫	1.建築外牆飾材設計 7.石材板片安裝	圖 3-23
配合造型設 計使用不適 當之作法	錨栓位置距離結構體邊 緣過近。	恐造成錨栓不穩 固，石材容易脫落	1.建築外牆飾材設計 7.石材板片安裝	圖 3-23

(資料來源：本研究整理)

第三節 外牆石材施工失敗案例蒐集及問題分析

本研究透過多位石材廠商蒐集外牆石材失敗案例，根據所蒐集到之資訊顯示，導致施工失敗的大致原因可分為材料選擇不當、施工不確實、建築設計不當及結構設計不當，根據以上失敗原因列出更詳細的錯誤態樣，及進行錯誤態樣的編號，於表 3-9 當中列出，並對照失敗案例照片，後於下列進行失敗案例的問題分析：

表 3-9 石材施工失敗原因編號及圖片對照表

失敗原因	圖片編號	失敗原因	圖片編號
材料選擇不當		施工不確實	
E1.插梢長度不足	圖 3-44	E10.繫件固定不確實	圖 3-46
E2.插梢長短不一	圖 3-45	E11.AB 膠過度濫用	圖 3-49
E3.繫件結構系統不佳	圖 3-48	E12.鐵件使用不確實	圖 3-53
E4.繫件長度不足或太長	圖 3-48	E13.石材固定不確實	圖 3-46
E5.石材寬度不足	圖 3-54	E14.未使用金屬繫件	圖 3-50
E6.繫件材質選擇不當	圖 3-47	E15.鑽孔開槽過大	圖 3-52
建築設計不當		E16.開槽未確實填補 AB 膠	圖 3-51
E7.石材板片距結構體太遠	圖 3-43	E17.燒鐸作業不合規範	圖 3-47
結構設計不當		E18.鐸渣去除不完全	圖 3-47
E8.鐵件骨架未經結構計算	圖 3-45	E19.防銹處理不確實	圖 3-47
E9.未考慮地震或風壓等影響	圖 3-44	E20.安裝邊距離膨脹螺栓不足	圖 3-42

(資料來源：本研究整理)

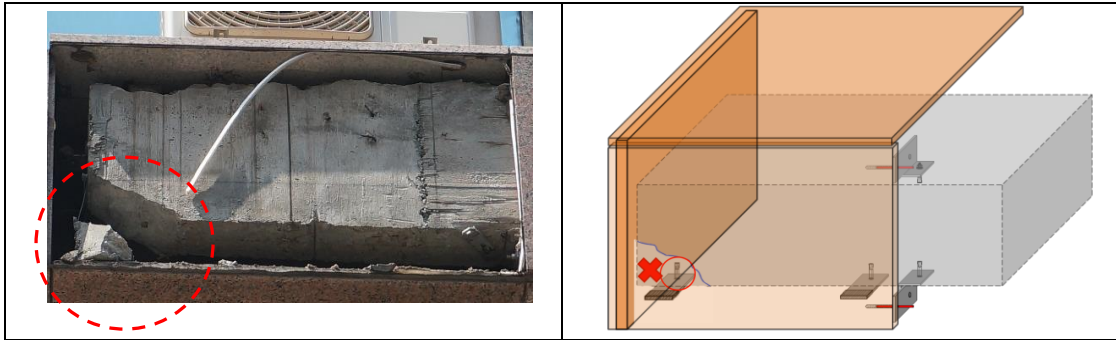


圖 3-42 失敗案例照片(1)

(資料來源：廠商提供)

圖 3-42 之失敗案例為聯合報大樓石材掉落事件，該案之石材固定方式為石材面採踏溝及插梢工法，RC 面採內迫式膨脹螺絲，其掉落原因是因左下角 R.C. 面錨固崩落，造成踏溝及插梢工法的失效滑出，但若就該膨脹螺絲規格來看其安裝邊距明顯不足，故設計時對相關施工條件的檢討及現場施作時對於錨固位置及品質的確認相當重要。



圖 3-43 失敗案例照片(2)

(資料來源：廠商提供)

圖 3-43 之失敗案例為基隆麗景皇冠大樓石材掉落事件，該案固定方式為石材面採用插梢工法，結構體面採用膨脹螺絲，其掉落原因為繫件太長(預估 20cm~25cm)承重力不足，且未設置骨架或繫件未補強(如加斜撐)。故結構體及石材之間的距離要適當，根據施工綱要規範-石工，結構體素面與石材背面之距離以 5cm-7cm 為原則。



圖 3-44 失敗案例照片(3)

(資料來源：廠商提供)

圖 3-44 之失敗案例固定方式為石材面採用側邊開槽工法，結構體面採用膨脹螺絲及骨架延伸。石材掉落原因為未考慮穩定性問題，單點固定有翻轉疑慮，無法承受風壓，且不鏽鋼骨架及石材固定位置，未經過結構計算(耐震性及耐風壓)，導致石材破損。



圖 3-45 失敗案例照片(4)

(資料來源：廠商提供)

圖 3-45 之失敗案例固定方式為石材面採用插梢工法，結構體面採用膨脹螺絲及骨架延伸。石材掉落原因為插梢孔位置石材破損，無法承受風壓，插梢孔位置及金屬繫件.....等，未經過結構計算(耐震性及耐風壓)，導致石材破損。

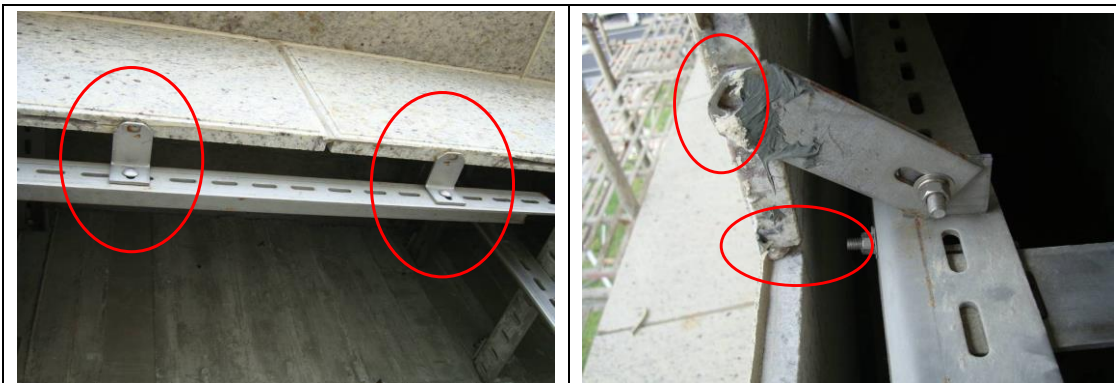


圖 3-46 失敗案例照片(5)

(資料來源：廠商提供)

圖 3-46 之失敗案例固定方式為石材面採用開槽工法，結構體面採用膨脹螺絲及骨架延伸。石材掉落原因為開槽孔位與金屬繫件未確實固定，且石板底部無鐵件承拖，無法承受風壓，未確實將石材固定在鐵件上面，金屬繫件孔位未對準開槽部位，及確實固定，導致石材破損。

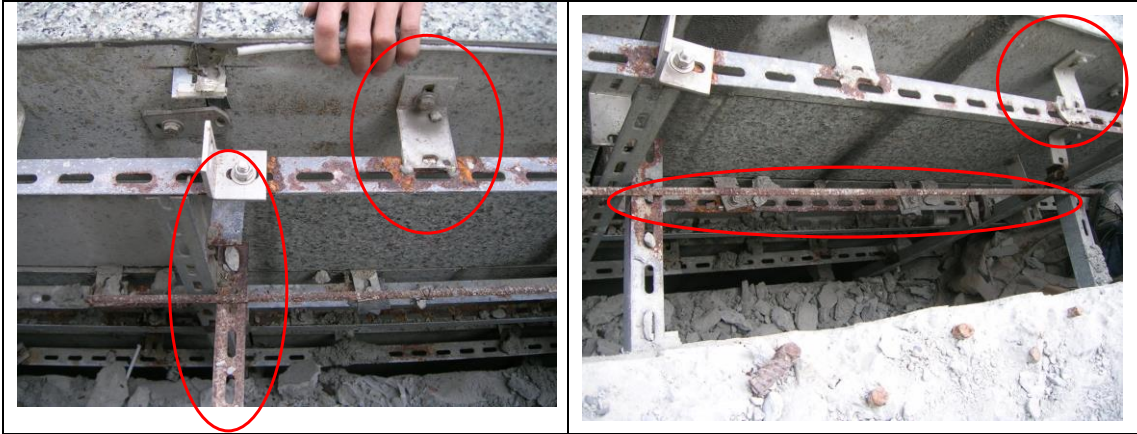


圖 3-47 失敗案例照片(6)

(資料來源：廠商提供)

圖 3-47 之失敗案例固定方式為石材面採用部分溝槽工法及插梢工法，結構體面採用膨脹螺絲及骨架延伸。石材掉落原因為乾式石材施工固定方式有問題，以及未確實施工，且骨架鏽蝕嚴重，骨架材質應採用熱浸鍍鋅或不銹鋼(S304)，及燒銲處應防鏽，再加上石材未確實固定於骨架上，導致施工失敗。

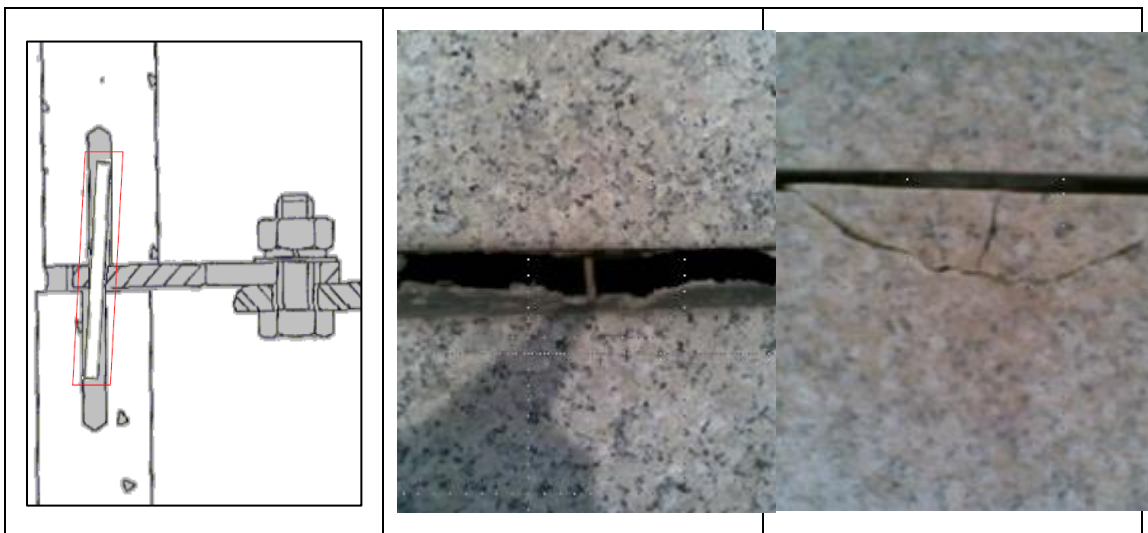


圖 3-48 失敗案例照片(7)

(資料來源：廠商提供)

圖 3-48 之失敗案例固定方式為石材面採用插梢工法。石材破損原因為乾石板上下孔位不對稱，插梢孔位置石材破損，以及施工未確實，石板、插梢棒及孔位未對齊及未正確放置等。



圖 3-49 失敗案例照片(8)



圖 3-50 失敗案例照片(9)



圖 3-51 失敗案例照片(10)

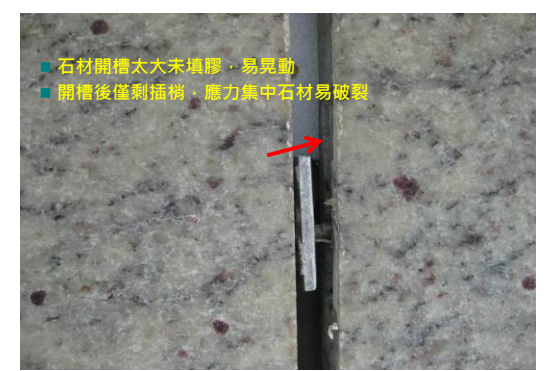


圖 3-52 失敗案例照片(11)



圖 3-53 失敗案例照片(12)



圖 3-54 失敗案例照片(13)

(資料來源：廠商提供)

失敗案例當中，有多項錯誤態樣可以從一開始的確實施工來避免，以金屬繫件為例，因目前國內尚未有針對金屬繫件所制定之使用規範，導致許多未經規範限制而產生失敗案例，如插梢長度問題、繫件長度問題及金屬繫件材質.....等，除了對施工物件的規範限制外，在施工部分需以施工人員的教育為重點，在 multicase 失敗案例中，不確實的施工亦是導致案例失敗的主因。

第四節 專家座談會及專家訪談紀錄

一、專家座談會(一)

研究團隊於 106 年 6 月舉辦了專家座談會(一)，本研究於此摘錄會議上的重要結論與建議，詳細會議過程請參閱附錄四。座談會主題為建築物外牆石材施工規範研擬，多位專家學者對於此主題提出了許多建議，其建議可分類為施工規範擬定參考建議、整建工程施工規範建議、專業人員教育相關建議、石材檢測及維護相關研究及相關法規修訂建議，因本研究之研究目的及研究範圍之關係，專家學者所提出之寶貴意見將成為本研究的後續建議，以期望後續建議可將此系列相關研究持續下去。下列為專家座談建議分類重點：

1. 施工規範擬定參考建議

規範適用對象及規範參考文獻建議

- (1) 建議建立不只適用在公共工程，也可適用在私人工程的施工規範
- (2) 建議將"石材工程施工規範彙編"納入參考
- (3) 建議參考公共工程委員會的施工綱要規範

石材特性及適用性

- (1) 各類石材用途可參考"Natural Stone Council"
- (2) 建議制訂適用於外牆飾材的石材特性規定
- (3) 建議規範內容加強材料制定的部分

施工規範擬定細節建議

- (1) 建議一次鐵件使用型鋼而非摺板
- (2) 石材外牆濕式工法的部分可建議規範施作限制
- (3) 建議規範耐用年限的限定
- (4) 石材外牆於一定年限後規定其檢查的頻率
- (5) 建議規範要求現場技師需進行抽查及檢驗

石材及金屬構件結構計算相關建議

- (1) 重視結構安全上的規範
- (2) 石材結構的計算方式目前無特定規範
- (3) 石材外牆結構計算內容不明確

建議施工規範中制定的文件

- (1) 建議外牆石材配件的部分是否也能規範相關文件
- (2) 建議研究團隊可制定自主檢查表

2. 整建工程施工規範建議

- (1) 建議建立整建部分之施工規範
- (2) 建議另闢有關舊有建築石材外牆整見之規範研究

3. 專業人員教育建議

- (1) 建立一個針對石材特性的教育及溝通管道
- (2) 人員的施工證照制定清楚

4. 石材檢測及維護相關研究建議

- (1) 目前缺乏石材檢測標準
- (2) 外牆石材工程後續的檢驗及維護列入後續研究建議
- (3) 營建署主要還是著重於事後檢查的部分

5. 相關法規修訂建議

- (1) 建議石材相關工程後續是走向一種專業承攬或專業分包的概念
- (2) 是否要進行工程保險及責任切分的問題
- (3) 規範執行率的問題
- (4) 105 年營建署對全國建築管理機關發布"強化建築物施工管理作業原則"
- (5) 營造業法是否要訂定專業的營造業，需規範明確之前提下
- (6) 業界最大的問題就是規範的落實

座談會上所建議之事項是目前業界中較缺乏的部分，與會專家多數在業界已有豐富經驗，提出之建議實為精闢，尤其在實際業務上遭遇之難處後所提之建議，其中石材特性及適用性、石材及金屬構件結構計算相關建議、專業人員教育建議、石材檢測及維護相關研究建議、規範執行率及相關配套措施的建議，是會議上眾多專家的共鳴，亦是目前產官學三方需一起努力的目標。

二、專家座談會(二)

研究團隊於 106 年 9 月舉辦了專家座談會(二)，本研究於此摘錄會議上的重要結論與建議，詳細會議過程請參閱附錄五。座談會主題為建築物外牆石材施工規範研擬，多位專家學者對於此主題提出了許多施工規範內容的修改建議，其建議可分類為施工規範修訂建議、施工規範建議加入之項目及業界經驗建議。下列為專家座談建議分類重點：

1. 施工規範修訂建議

- (1) 背擴孔間距應該經過結構計算，不應該設定在一個間距之內。
- (2) 鐵件鏽蝕的問題有時候是電位差產生的問題，如果是靠鍍鋅做防鏽耐久性受質疑的。
- (3) 在台灣一個溼氣重的環境，熱浸鍍鋅不應該使用在外牆上
- (4) 所有台灣的建築物都必須要使用這個開裂混凝土錨栓，要定義清楚，寫得模糊不清不知道要怎麼執行。
- (5) 說明這部分是強調那些內容或是說不這樣規定會產生什麼問題，也就是現在的問題是怎麼樣。
- (6) 引用的規範，在說明上交代，可以把規範第幾條規定內容重點摘出來。
- (7) 把 ASTM 與 CNS 參考的表格列出來，也許對很多引用規範的人來講它會比較方便，他會知道到底用對了什麼。
- (8) 大於或是宜、不宜，這個東西在法規上是尤其是規範上，他是一種不確定的東西，所以盡量不要用在條文裡面，一些文字上可能要斟酌。
- (9) 盡量將參考哪一個部分的內容盡量把他寫出來，但不是寫依據，要的話是不是應該要有一個比較特殊明確的要求，要做到什麼地步。
- (10) 1.2.3 寫的不是很清楚，是單指金屬支撐系統呢？還是含石材本身所受的應力？此部分應明確規定。

2. 施工規範建議加入之項目

- (1) 現場的檢驗，如何去檢驗，包括錨栓、拉拔強度，或者要檢驗的數據，包括檢驗的頻率，可以在研究中做一個補充。
- (2) 任何一片石頭都至少需要四個點固定。
- (3) 裝設廣告招牌，那額外加重得一些力量是否要考慮進去。
- (4) 基本上外牆附掛物是不可以用在石材上，一定是附掛在結構體上。
- (5) 繫件檢驗值或抽驗的話可能要訂明確一點，要依據哪個規範。
- (6) 倒吊石材它們其實會有特別的要求，建議在規範上再特別加強一下。
- (7) 銲接檢驗的頻率與方式，是不是可以考慮規範。
- (8) 缺少材料送樣的檢測。

3. 業界經驗建議

- (1) 建商或廠商要的是現場實驗室的檢測報告，他會參考這個認證，所以實際檢測是最重要的，認證可能可以參考。
- (2) 倒吊的部分，角隅收邊的部分，最後那一塊對整個帷幕牆失敗的案例

來講是最嚴重的。

- (3) 廣告招牌禁止設置，這個要講清楚，或是預留他的支撐構架，要不然這整個來講以後失敗的案例還是會發生。
- (4) 繫件單扣事實上就跟整個結構安全有問題，那除了這個有問題之外，單扣裡面插梢的位置也一直在演變，從一開始小小的橢圓孔，變到連一個馬車都可以鎖，然後該有的比如說一個插梢插下去的時候，要有 AB 膠的固定現在演變到有的有固定，有的沒固定，這也是另外一個層次的問題，再加上剛剛有提到的好的 AB 膠跟差的 AB 膠價格品質也差很多。
- (5) 石材背網用的比例很低，再加上除非比較有要求的營造廠，頂多在倒吊的部分做這方面的要求，但是這落實度也不高。
- (6) 插梢大部分都是現場師傅來鑽，那會產生一個任憑師傅喜歡鑽哪裡就鑽哪裡問題之外，最大的問題是說因為技術的不良，產生了偏差第一個沒有在中心點，第二個沒有在垂直點，有的鑽破了但是還是裝上去了，這個都是另外的隱憂。
- (7) 根本沒有足夠的施工能力，所以整個施工素質，在這二三十年裡面，不但沒有提升，反而是在降低之中。
- (8) 燒銲防鏽這相當不確實，都是在看業主是不是能落實這個要求，但是觀察這整個產業就是人力的問題和素質上的問題都應該要加強。

三、專家訪談

SU 營造公司

本研究團隊於 106 年 2 月邀請了 SU 營造公司蒞臨本校進行訪談，SU 營造公司是外牆專業維修廠商，在外牆的施作及維修於業界有一定的口碑，無論是外牆採用瓷磚張貼或石材吊掛，皆有豐富經驗。

在短暫的訪談過程中，該公司 S 經理很詳細的為我們介紹他們目前施做過的外牆石材乾式工法的維修經歷，外牆石材乾式吊掛的損壞最大主因是施工不確實，且多數石材廠商於施工圖上僅附石材分割圖，並未有鐵件的安裝圖說，所以施工圖沒有鐵件安裝圖說，在施工上沒有圖說依據，此舉造成施工時的一些亂象，且無檢附結構計算，無法得知石材吊掛系統可以承受多少的地震理及風壓，故失敗的機率高出許多。

由於無法依靠石材分割圖來決定鐵件的安裝位置，現場工作人員則會秉持著“只要能安裝上去，跟圖說符合，使用什麼方式都好”，所以施作方便沒有考慮到石材穩定性的問題，亦沒有考慮單點固定時石材轉動問題，如遇正負風壓，石材便有翻轉的機會，且施作人員認為石材自重足以抵過風壓，在石材黏結及連接部分便無太過重視，導致屋頂平坦部分僅用 AB 膠黏結，無使用任何金屬繫件加強連結，致使屋頂之石材翻落破損。

失敗案例不僅限於石材黏結及連接部分過於隨便，在石材乾掛部分亦發現了許多石材板片並無確實的插梢，而只是將石材板片放置於鐵件之上，且不止無確實插梢，其鐵件的設置位置不當導致自重堆疊，後使石材板片因連續承重而破損，也因無相關施工規定限制一次鐵件的連接長度，許多案例為了達到建築設計的造型，而一再的加長鐵件，導致鐵件的支撐力不夠使石材破損。

最後 S 經理依豐富的外牆維修經驗提到，成功的外牆石材安裝工程是要建立在素質足夠的工人、有一定品質的品管人員及優秀的工班上，且越高樓層，石材吊掛的品質要更好，使用的施工規範也要更加嚴謹，才能促使外牆飾材的安全，S 經理也建議研究團隊，可針對尚無規範的部分進行研擬，尤其是結構計算及鐵件安裝圖說部分，要有確實的安裝依據，才能達到正確的石材安裝。

DU 建設公司及 HS 建築師事務所訪談

本研究團對於今年的 6 月進行了兩次的業界訪談，分訪談對象分別是建設公司總經理、建築師事務所監理人及石材廠商總經理。

從這兩次的訪談中了解建設公司與石材廠商之間的關係，一般建設公司與石材廠商合作是由建設公司提供外牆的立面設計圖，再由石材廠商進行相關外牆量測、提供石材分割圖繪製及金屬繫件安裝詳圖，而後續的細部繪圖及施作則由石材廠商一手包辦，大多數的建設公司是甚少要求提供後續所要用的細部圖說，也不會要求石材廠商提供結構計算及製作施工規範，也因為不是公共工程，所以建設公司不會主動要求提供相關施工計畫及規定提交文件與圖說。

根據本研究團隊對於石材外牆的案例蒐集來看，絕大多數的民間建築並無使用相關施工規範及要求結構計算，這對於建築主管機關來說必不是好事，除了台北市建管處於 105 年 7 月開始的「新建建築物外牆飾材施工管理制度」之外，目前建管系統的現場勘驗僅針對混凝土及鋼筋進行，對於公共安全來說是有漏洞的，

希望在今年度研究之後可以刺激業界先進們一同為外牆飾材安全盡一份心力，一起創造安全的家園。

第五節 常見問題及對策

本研究前置作業以比較各種規範提出國內缺乏的部分，依案例調查結果提出業界普遍缺少的必要施工文件，及透過失敗案例的錯誤態樣引導至施工規範的制定內容，並由座談會各位專家所提出之建議事項及訪談結論，導向施工規範的制定項目，以下內容為前面四節之彙整結果，並於第四章提出「建築物外牆石材施工規範研擬」之架構及條文內容。

一、比較各種規範後提出國內缺乏的規範項目

本研究前述內容比較了七種施工規範，由於國內使用之施工綱要規範是提供給國內公共工程使用，其內容多為原則性規定，鮮少有實質上的量化規定，故本研究參考了其他國家施工規範及國內相關研究。內容中以中國北京市建築裝飾工程石材應用技術規程最為完整，因其規範之對象為建築飾材使用石材之處都包含在內，故本研究僅參考了其外牆石材乾式施工的部分。於比對完國內相關研究後發現，國內相關研究距今已有一段時間，部分由國外引進的新技術並無提及，僅有民間自用規範對於此部分有一定的規範，故本研究於規範架構中加入了既有規範研究中缺少之處，如背擴孔開孔位置規定及強度規定、擴孔錨栓採用材質規定、尺寸規定、強度設計及背擴孔尺寸規定……等。

二、案例調查後業界普遍缺少之必要施工文件

依調查結果顯示，本研究所蒐集到的案例資料多數皆有建築圖說、外牆施工圖及外牆大樣圖及繫件配置圖說，可依業界經驗來看，石材失敗原因多數為未考量石材自重及與金屬構件之間的結構計算，雖其中兩項案例皆附有結構計算書，但檢附結構計算書之案例並不常見，且施工計畫書、施工規範、自主檢查表及材料出廠證明……等，如若業主無此方面的要求，石材廠商並不會主動提供，故本研究於規範架構中加入資料送審之項目。

三、失敗案例的錯誤態樣引導至施工規範的制定內容

失敗案例當中，主要失敗原因可大致歸類出四種，材料選擇不當、建築設計不當、結構設計不當及施工不確實，本研究於此將蒐集到的失敗案例加以彙整，並比對解決方式及擬定施工規範項目，下表為失敗案例解決對策分析：

表 3-10 失敗案例解決對策分析

失敗原因		失敗案例解決方法對應施工規範
材料選擇不當	E1. 插梢長度不足	2.2.4 插梢鋼棒
	E2. 插梢長短不一	2.2.4 插梢鋼棒
	E3. 繫件結構系統不佳	2.2.4 插梢鋼棒 2.1.7 石材插梢孔開孔規定
	E4. 繫件長度不足或太長	2.2 金屬支撐系統
	E5. 石材寬度不足	2.1.5 石材厚度及面積 2.1.8 石材開槽孔開孔規定
	E6. 繫件材質選擇不當	2.2 金屬支撐系統
結構設計不當	E7. 石材板片距結構體太遠	3.2 乾式工法
	E8. 鐵件骨架未經結構安全計算	1.2.3 結構計算書
	E9. 未考慮地震或風壓等影響	1.2.3 結構計算書
施工不確實	E10. 繫件固定不確實	3.2 乾式工法
	E11. AB 膠過度濫用	3.2 乾式工法
	E12. 鐵件使用不確實	2.2 金屬支撐系統
	E13. 石材固定不確實	3.2 乾式工法
	E14. 未使用金屬繫件	2.2 金屬支撐系統
	E15. 鑽孔開槽過大	2.1.7 石材插梢孔開孔規定 2.1.8 石材開槽孔開孔規定
	E16. 開槽未確實填補 AB 膠	3.2 乾式工法
	E17. 燒鐸作業不合規範	3.2 乾式工法
	E18. 鐸渣去除不完全	3.2 乾式工法
	E19. 防銹處理不確實	3.2 乾式工法
	E20. 安裝邊距離膨脹螺栓不足	3.2 乾式工法

(資料來源：本研究整理)

四、座談會建議事項及訪談結論導向施工規範制定項目

座談會會議結果主要有幾項建議為本研究於擬訂規範時之參考，如石材特性及適用、一次鐵件的加工方式、石材及金屬構件結構計算相關建議(1.2.3 結構計算書)及建議施工規範中需送審的文件，本研究於資料送審章節中加入與會專家建議，後續外牆石材乾式施工建議提交施工計畫書、製造計畫書、結構計算書、施工圖及施工製造圖。

第四章 建築物外牆石材施工規範研擬

第一節 建築物外牆石材施工規範架構

依據前一章研究結果，本研究於此擬定建築物外牆石材施工規範研擬架構，主要架構內容分總則、材料及施工等三部分。在總則之下另訂適用範圍、資料送審、品質保證及運送、儲存及處理；材料章節中規範石材、金屬支撐系統及防水填縫材料；施工章節的部分則規定準備工作、乾式工法、維護及清理等事項規定。

表 4-1 建築物外牆石材施工規範研擬初步架構

規範主項		規範細項
1. 總則	1.1 適用範圍	
	1.2 名詞與定義	
	1.3 資料送審	1.3.1 施工計畫書 1.3.2 製造計畫書 1.3.3 結構計算書 1.3.4 施工圖 1.3.5 廠商資料 1.3.6 樣品
	1.4 品質保證	
	1.5 運送、儲存及處理	1.5.1 製品於製造廠內之儲存 1.5.2 出廠 1.5.3 搬運起重 1.5.4 製品於工地之儲存
2. 材料	2.1 石材	2.1.1 石材品質標準 2.1.2 花崗岩石材物理性質規定 2.1.3 石材表面處理 2.1.4 石材加工容許誤差 2.1.5 石材厚度及面積 2.1.6 石材插梢孔開孔規定 2.1.7 石材開槽孔開孔規定 2.1.8 石材背擴孔開孔規定
	2.2 金屬支撐系統	2.2.1 組件 2.2.2 固定繫件 2.2.3 錨碇螺栓 2.2.4 插梢鋼棒

	2.3 防水填縫材料	
3. 施 工	3.1 準備工作	
	3.2 乾式工法	3.2.1 結構體素面與石材背面之距離 3.2.2 金屬支撐系統之安裝 3.2.3 錨碇螺栓與固定繫件之安裝 3.2.4 石材之安裝 3.2.5 接縫處理 3.2.6 伸縮接縫
	3.3 檢驗	
	3.3 檢核	
	3.4 維護	
	3.5 清理	

(資料來源：本研究規劃)

第二節 建築物外牆石材施工規範條文及說明

1. 總則
1.1 適用範圍
1. 適用工程
本規範適用於安裝在現場澆灌之鋼筋混凝土結構體工程之外牆或預鑄混凝土外牆乾式石材工程。
2. 與外牆飾材相關之建築工程依建築工程之相關規定或規範辦理。

說明：

1.1 說明本規範之適用範圍。

1. 適用工程

- (1) 本規範適用於建築物外牆乾式石材安裝工程，故外牆濕式石材工程、建築物室內裝修之石材安裝工程及室內外石塊砌築工承皆不包含在本規範範圍內。
- (2) 本規範適用之石材裝修材質為切割成薄板狀之天然石材，除外之人造石材、結晶化玻璃、大型陶板等裝修材質皆非本規範所適用之對象。
- (3) 因外牆濕式石材工法具有容易產生白華，以及發生地震時外牆石材會隨著建築物發生變形而變形，容易造成石材掉落，故本規範未將此項工法列入適用範圍。

2. 外牆乾式石材工法定義

外牆乾式石材工程是一種背面不使用背填沙漿，而是採用金屬支撐系統(組件、固定繫件、錨碇螺栓、插梢鋼棒及其他金屬零件)將石材固定於結構體外部的一種工法。

3. 與外牆飾材相關之建築工程如水泥砂漿配比等之建築工程皆依其相關規定或規範辦理。

1.2 名詞與定義

- (1) 金屬支撐系統。
為外牆乾式石材工程背面所採用的所有金屬零件之統稱。
- (2) 組件。
石材版片距離結構壁體過大，無法僅以固定繫件連結錨碇螺栓進行吊掛時，所使用的一種構材。
- (3) 固定繫件。
連結石材板片與錨碇螺栓之連接零件。
- (4) 錨碇螺栓。
固定於結構壁體中，連接結構體與固定繫件之零件。
- (5) 插梢鋼棒。
插梢工法中接合石材板片與固定繫件之零件。
- (6) 背擴孔繫件。
背擴孔工法中接合石材板片與固定繫件之零件。

說明：

本節係針對本規範使用之金屬支撐系統等相關名詞進行定義。

- (1) 金屬支撐系統。
為外牆乾式石材工程背面所採用的所有金屬零件之統稱，石材背面的金屬零件基本會有固定繫件、錨碇螺栓、插梢鋼棒以及為了符合設計需求所使用的組件(俗稱角鐵)。(金屬支撐系統如圖 4-1)
- (2) 組件。
組件為金屬支撐系統的其中一部份，為了符合建築設計需求，當石材版片距離結構壁體太遠，無法只使用固定繫件連結錨碇螺栓進行吊掛時，組件可延伸錨碇螺栓的作用(俗稱角鐵)，進行石材板片的吊掛。
- (3) 固定繫件。
固定繫件為金屬支撐系統的其中一部份，主要作用為連結石材板片與錨碇螺栓。
- (4) 錨碇螺栓。
錨碇螺栓為金屬支撐系統的其中一部份，固定於結構壁體中，為連結結構體與固定繫件之零件(連接結構體與組件)。
- (5) 插梢鋼棒。
插梢工法中接合石材板片與固定繫件之零件，其主要使用 AB 膠進行石材板片與固定繫件之接合。
- (6) 背擴孔繫件。
背擴孔工法中接合石材板片與固定繫件之零件，依不同廠商設計有內迫式螺絲等不同種類。

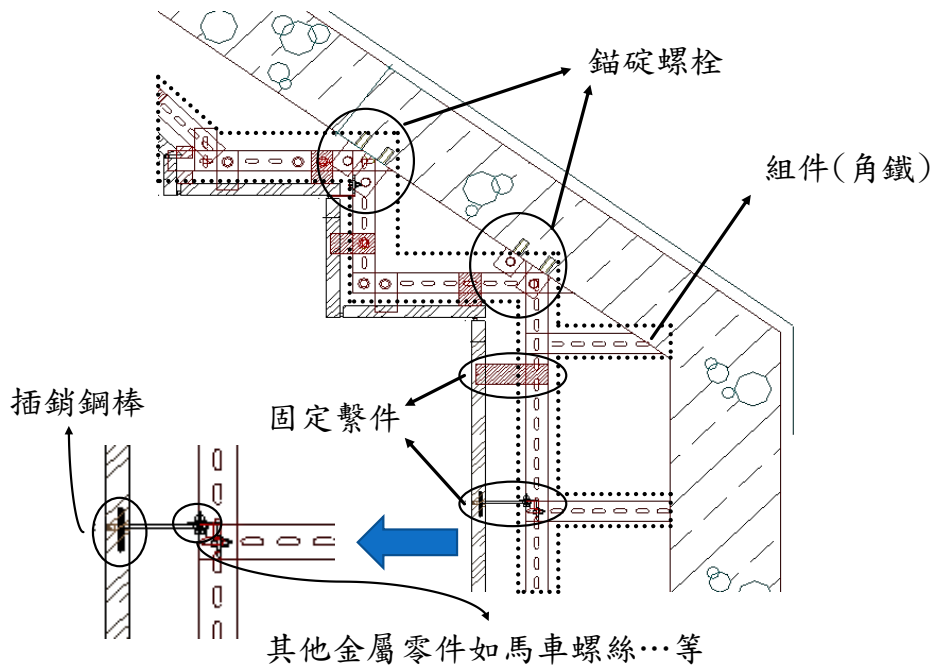


圖 4-1 石材金屬支撐系統示意圖

(資料來源：本研究繪製)

1.3 資料送審

1.3.1 施工計畫書

- (1) 施工計畫書應於施工前提送。
- (2) 施工計畫書應包括以下內容：
 - A. 工程計畫。
 - B. 搬運、起重計畫。
 - C. 放樣計畫。
 - D. 使用構材與構材安裝方法。
 - E. 養護、清潔計畫。
 - F. 檢查計畫。
 - G. 安全措施。

說明：

1. 本節係規定施工計畫書提送時機及提送內容所應包含之項目。
2. 施工計畫書應至少包括工程計畫、搬運與起重計畫、放樣計畫、使用構材與構材安裝方法、養護與清潔計畫、檢查計畫及安全措施，始能提供施作人員施工依據及安全的施工環境，以能符合圖說、規範及契約規定等之相關要求。
3. 工程計畫應至少包含工程名稱及概要(含工地現況)、施工方法、施工步驟、施工進度、人員安排、機具安排、材料安排及施工圖等內容。

1.3.2 製造計畫書

提送製造計畫書，製造計畫書應包含，但不限於下列：

- (1) 使用材料及規格。
- (2) 製造。
- (3) 檢查。
- (4) 養護、包裝。
- (5) 儲存、出廠。

說明：

1. 本節係規定製造計畫書應包含本規範工程所使用之所有材料規格、製造、檢查、養護、包裝、儲存及出場等資料，並確保工程使用之材料來源、品質、儲存等必要作業項目無誤。
2. 使用材料及規格應依設計圖規定辦理，且石材材質應符合本規範 2.1 石材之規定，並依本項規定詳實列入製造計畫書。
3. 製造時所使用之機具及加工方式等內容應列入製造計畫書。
4. 為保證外牆石材完工後之飾材表面的種類、花紋及色調一致，石材來源應源自同一原石，於製造計畫書中應記錄檢查項目及標準。
5. 製造廠商應將製品妥善保存，並預先將所有造成製品損害之可能原因排除或用適當之方式進行妥善整理及保存，以維持製品應有之狀態，以便於後續進行包裝。
6. 製造廠商安排製品出廠前應再次確認並檢查製品的標示、製品代號、數量，並察看製品是否有污損之情況，確認無誤後，視實際之需求，於製品表面設置適當的保護措施，以確保製品運送中無損壞之疑慮。

1.3.3 結構計算書

石材工程於施工前應提送結構計算書，其內容至少應包含下列各項結構安全之檢討：

- (1) 石材元件本身對於自重的承載力、風壓力作用及地震力作用。
- (2) 金屬支撐系統之組件、固定繫件及錨碇螺栓結構對於石材自重的承載力、風壓力作用及地震力作用。
- (3) 錨碇螺栓結構之安全係數規定，應依內政部營建署頒布之混凝土結構設計規範附篇 D 混凝土結構用錨栓之 D7.2.7 之規定，進行錨碇螺栓結構計算。

說明：

1. 結構計算書包含之內容應為石材本身可承受之應力、組件結構、固定繫件結構及錨碇螺栓結構等各項金屬支撐系統零件之石材自重、風壓力作用及地震力作用計算。
2. 本節所規範之自重為計算自重，須考慮所用材料因具吸濕、吸水特性而增加重量之可能性。

3. 本節所規範之風壓力作用是結構計算所採用之風壓力值應符合建築技術規則中之局部構件及外部裝飾物風力計算之規定，如契約設計圖有規定風壓時，並不得小於其規定。
4. 本節所規範之地震力作用應為結構計算所採用的地震力，須符合建築技術規則之規定，如契約設計圖有規定地震力作用時，並不得小於其規定。
5. 內政部營建署頒布之混凝土結構設計規範附篇 D 混凝土結構用錨栓之 D7.2.7 之規定為「當錨栓埋置之混凝土區域，在使用載重下構材經分析不會產生開裂， $\psi_c, V=1.4$ 。在使用載重下，構材經分析會產生開裂，修正因數依表 4-2 決定」。

表 4-2 適用於開裂混凝土之修正因數表

情況	ψ_c, V
錨栓埋設在開裂混凝土中，且於錨栓與邊緣間無輔助鋼筋或鋼筋小於 D13。	1.0
錨栓埋設在開裂混凝土中，且於錨栓與邊緣間配置不小於 D13 之輔助鋼筋。	1.2
錨栓埋設在開裂混凝土中，且於錨栓與邊緣間配置不小於 D13 之輔助鋼筋且箍筋間距不大於 10 公分。	1.4

(資料來源：文獻 3-4)

1.3.4 施工圖

施工圖應於施工前提送。施工圖內容至少應包括：

- (1) 全體各單元之立面圖、細部詳圖、比例圖。
- (2) 基準部位、特殊部位之構造圖（剖面圖或平面圖）。
- (3) 構造材料的形狀、尺度、分割圖。
- (4) 確保必要性能的接頭、開口部構造。
- (5) 金屬支撐構架之構造圖。
- (6) 各種鐵件的組合、接合等之安裝詳細圖。
- (7) 安裝至結構體上之安裝計畫圖。

說明：

本節規定施工製造圖應於製造前提送，施工製造圖應包含之內容，以提供施工人員正確的施工及安裝依據。

1.3.5 廠商資料

提送製造廠商資料，製造廠商資料至少應包括：

- (1) 材料管理。
- (2) 製造設備。
- (3) 作業標準。
- (4) 品質管理。

說明：

本節規定應提送製造廠商資料，製造廠商資料應包含廠商對於材料的管理、製造材料的設備、製造材料或加工材料之作業標準及對於材料的品質管理.....等之規定資料。

1.3.7 樣品

提送製造廠商資料，製造廠商資料應包含，但不限於下列：

- (1) 石材之樣品至少應各送 300×300mm 2 件，惟經業主/建築師之要求數量多於本節規定提送數量者，不在此限。
- (2) 本工程所使用之金屬支撐系統各 2 組或依業主/建築師之要求數量，惟經業主/建築師之要求數量多於本節規定提送數量者，不在此限。
- (3) 每一類型填縫料各 2 件或依業主/建築師之要求數量，惟經業主/建築師之要求數量多於本節規定提送數量者，不在此限。

說明：

1. 本節規定製造廠商應提送之資料項目。
2. 石材之樣品應依設計圖規定辦理，且石材材質應符合本規範 2.1 石材之規定，並應本項規定進行樣品提送。
3. 金屬支承系統之樣品應依設計圖規定及本條之規定辦理，其使用之零件種類及金屬材質應符合本規範 2.2 金屬支承系統之規定，且金屬支承系統樣品應符合結構計算書要求之尺寸進行提送。
4. 填縫料之樣品應依業主/建築師之要求及本規範 2.3 防水填縫材料之規定辦理提送。
5. 提送之樣品為未來要使用之材料，送予業主/建築師檢討確認，是為了確認即將使用之材料品質是否在規定範圍內。

1.4 品質保證

- 1.4.1 本規範之製造及安裝協力廠商必須曾從事相關業務 2 年以上，並獲有實績者。如「工程說明書」中有規定資格條件者，並須符合其規定。
- 1.4.2 石材來源應確保全部工作之石材顏色及材質一致。
- 1.4.3 應確保金屬支撐系統使用之各項零件金屬材質一致。

說明：

1. 本節規定品質保證應包含之項目。
2. 本規範規定製造及安裝協力廠商必須曾從事相關業務 2 年以上，並獲有實績者，以確保製造及安裝協力廠商之專業經驗以維持施工之品質
3. 為保證外牆石材完工後之飾材表面的種類、花紋及色調一致，石材來源應源自同一原石，以確保全部工作之石材顏色及材質一致。

4. 外牆石材工程所使用之金屬支撐系統的每一件金屬製品，其金屬材質需全部一致，若不同金屬材質之零件於長期搭接之狀況下，容易產生電位差，並造成金屬支撐系統快速鏽蝕，而影響外牆石材的安全性。

1.5 運送、儲存及處理

1.5.1 製品於製造廠內之儲存

- (1) 應確實預防可預想到的外力，並使用適切方法儲存以避免污損。
- (2) 製品須妥善整理儲存，以利出廠。

說明：

1. 本節係規定製品於製造廠內之儲存注意事項。
2. 製造廠商應將製品妥善保存，並預先將所有造成製品損害之可能原因排除或用適當之方式進行妥善整理及保存，以維持製品應有之狀態。

1.5.2 出廠

- (1) 出廠時須再度確認檢查標示、製品代號、數量，並察看有無污損。
- (2) 石材製品在出廠前應視實際需要施以適當之表面保護。
- (3) 出廠時的細包方式應考慮輸送、現場裝卸、吊裝移動及儲存之便利性。
- (4) 出廠時須依有關交通運輸法令規定辦理並採用無害製品之方式。

說明：

1. 本節係規定材料出廠時應注意之事項。
2. 製造廠商安排製品出廠前應再次確認並檢查製品的標示、製品代號、數量，並察看製品是否有污損之情況，確認無誤後，視實際之需求，於製品表面設置適當的保護措施，以確保製品運送中無損壞之疑慮。
3. 由於石材製品之大小及重量關係，在出廠時所進行的細包作業中，應考慮製品於製造廠運送至施工現場之間的運輸方式，其是否有違反相關交通運輸法令規定之事項，以及應考慮製品運送到施工現場後之裝卸、吊裝移動及儲存作業，是否會造成施工現場儲存製品不便利，以防妨礙施工現場的施工環境。

1.5.3 搬運起重

在搬運、吊裝構材時，應採用不污損構材之方法處理。

1.5.4 製品於工地之儲存

儲存構材時，應避免構材損傷或因受日光直射及雨水等引起之變質。

說明：

1. 本節係規定構材之搬運起重及工地儲存時應注意之事項。
2. 構材運送至施工現場後，於搬運及吊裝構材時，施工現場應注意所使用之器具是否會造成構材之污損及毀壞。

3. 構材於施工現場進行儲存時，應注意存放之地點是否可以避免日光照射及雨水，如構材存放之地點於戶外，應對於裸露之處進行覆蓋保護，以避免構材污損或損傷。

2. 材料

2.1 石材

外牆乾式石材工程所使用之石材種類，應選用花崗岩，惟經相關實驗認證其品質及強度安全無虞之材質者，不在此限。

2.1.1 石材品質標準

石材之品質應符合 CNS 6300 A1028 石材表 6 一級品之規定。

說明：

2.說明本規範使用之材料相關規定。

2.1 石材

1. 外牆乾式石材工程所使用之石材種類，除特定規定外，以使用花崗岩為宜，或經相關實驗認證其品質及強度安全無虞之材質者亦可選用。
2. 依據 ASTM C615、C500 及 C568 之石材物理性質試驗標準，一般花崗岩的吸水率比大理石及石灰岩來得較小，一般花崗岩的抗壓強度要比大理石及石灰岩多上兩倍，雖然石材會因其含水狀態的不同而有些許差異，在強度上也會有不同，但未經相關實驗認證其品質及強度安全無虞之材質者，本規範規定應使用花崗岩為宜。

2.1.1 品質標準

石材之品質應符合 CNS 6300 A1028 石材表 6 一級品之規定。CNS 6300 A1028 石材之 4.1 規定石材之缺點包含尺度不正確、翹曲、龜裂、斑紋、風化、缺角、凹陷、玷汙。軟石除上述缺點外尚有斑點及孔穴。

表 4-3 各式石材物理性質試驗標準表

物理性質	試驗要求標準		
	花崗岩 ASTM C615	大理石 ASTM C500	石灰岩 ASTM C568
最大吸水率，wt %	≤0.4	≤0.6	≤12
最小體比重	≥2.56	≥2.35	≥2.56
最小抗壓強度， MPa{kgf/cm ² }	≥131{1336}	≥52{530}	≥55{561}
最小破壞模數， MPa{kgf/cm ² }	≥10.34{105.47}	≥7{71.4}	≥6.9{70.4}
最小彎曲強度， MPa{kgf/cm ² }	≥8.27{84.35}	≥7{71.4}	

(資料來源：本研究整理)

表 4-4 CNS 6300 A1028 石材品質分級表

等級	分級標準
1 級品	(1). 大致無 4.2 節所列之缺點者。 (2). 切口整齊者。
2 級品	稍具 4.2 節所列之缺點者。
3 級品	具有 4.2 節所列之缺點，但對實用並無妨礙者。

(資料來源：文獻 3-5)

2.1.2 花崗岩石材物理性質規定

應依下列規範進行試驗並符合相關工程設計之要求：

- (1) CNS11321 吸水率及體比重標準試驗 (同 ASTM C97)
- (2) CNS11319 石材抗壓強度標準試驗 (同 ASTM C170)
- (3) CNS11322 破壞模數標準試驗 (同 ASTM C99)
- (4) CNS13976 石材彎曲強度標準試驗 (同 ASTM C880)

說明：

本節說明規範使用之花崗岩石材材料應符合相關石材物理性質規定，應依下表規範進行試驗並符合相關工程設計之要求：

表 4-5 石材物理性質試驗規範整理表

試驗規範名稱	CNS 標準號	ASTM 標準號
吸水率及體比重標準試驗	CNS11321	ASTM C97
石材抗壓強度標準試驗	CNS11319	ASTM C170
破壞模數標準試驗	CNS11322	ASTM C99
石材彎曲強度標準試驗	CNS13976	ASTM C880

(資料來源：本研究整理)

2.1.3 石材表面處理

- (1) 表面加工處理之種類及程度，應依照設計圖所示為之。
- (2) 石材側邊隱匿接著部分，應使用裁切石材面。
- (3) 石材側邊露光部分，如無特別規定時，其表面加工處理亦須與轉角表面相同。

說明：

2.1.3 石材表面處理

本節規定之石材表面加工處理應依照設計圖所示為之，可參考表 4-6 之石材表面處理方式。石材側邊隱匿接著部分，必須使用裁切石材面。石材側邊露光部分，如無特別規定時，其表面加工處理亦須與轉角表面相同。

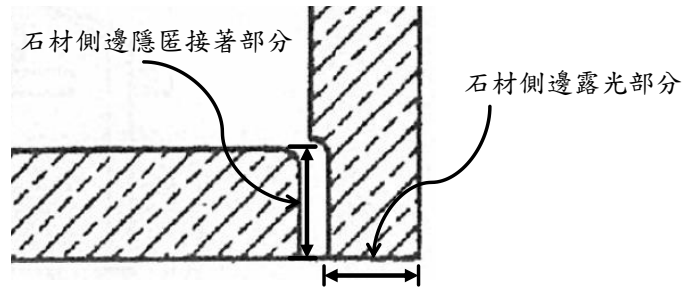


圖 4-2 石材側邊位置說明

(資料來源：本研究繪製)

2.1.4 石材加工容許誤差

石材之加工容許誤差應符合 CNS 6300 A1028 之一級品規定，加工容許誤差範圍如下：

- (1) 鑽孔直徑 $\pm 2\text{mm}$
- (2) 鑽孔位置 $\pm 2\text{mm}$
- (3) 鑽孔深度 $\pm 2\text{mm}$
- (4) 石板寬度 $\pm 0.5\text{mm}$ (1m 以內)
- (5) 石板高度 $\pm 0.5\text{mm}$ (1m 以內)
- (6) 石板厚度 $\pm 1.0\text{mm}$
- (7) 石板對角線 $\pm 1.0\text{mm}$
- (8) 彎曲度 $\pm 1.0\text{mm}$ (1m 以內)

說明：

2.1.4 石材加工容許誤差

說明本規範使用之石材其加工容許誤差範圍規定，如下圖。

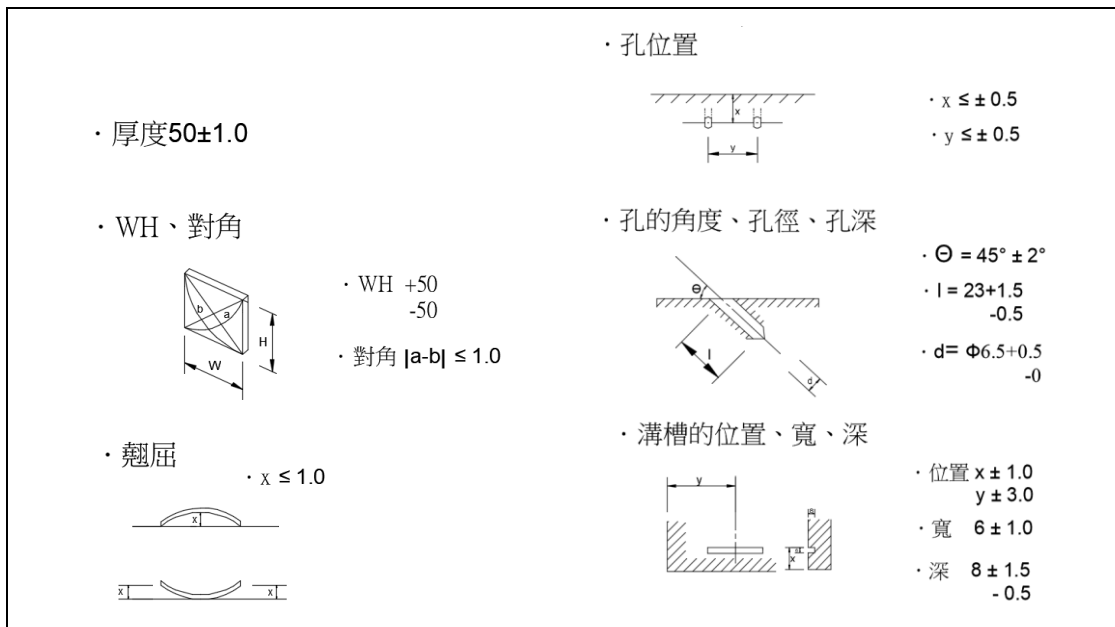


圖 4-3 石材加工容許誤差範圍

(資料來源：文獻 1-4)

2.1.5 石材厚度及面積

- (1) 石材厚度應大於 30mm，惟經結構計算或相關實驗驗證，證明其強度安全無虞者，不在此限。
- (2) 石材面積應小於 1.0m²，惟依業主/建築師之設計要求並經結構計算或相關實驗驗證，證明其強度安全無虞者，不在此限。

說明：

2.1.5 石材厚度及面積

1. 外牆石材厚度應考慮抵抗風壓與地震所造成的外力，最小厚度需大於 30mm，為確保其最小厚度，進行石材表面處理時需另計加工厚度。惟經結構計算後或相關實驗驗證，證明其強度安全無虞，其石材厚度限制則不在此限。
2. 施工時需考慮石板搬運時鷹架之承載重量、人為搬運時之可承受重量及吊掛石材時之空間與水平方向限制，若以花崗岩比重 2.75g/cm³ 計算，面積為 1.0m²，厚度為 30mm 之石材重量約 82.5 公斤，於搬運上較不易造成困難。惟經相關結構計算或相關實驗驗證後，證明其強度安全無虞，及施作搬運上無困難者，其石材面積限制則不在此限。

表 4-6 石材表面處理方式

石材種類		表面處理方式			
		地板		牆壁	
		磨面處理	粗面處理	磨面處理	粗面處理
花崗岩類	加工石板	乾磨 水磨 磨光	燒磨處理 剖鋸面 噴砂面 鑿面	乾磨 水磨 磨光	燒磨處理 剖鋸面 噴砂面
	長方形石塊	乾磨 水磨 磨光	鑿面 尖鑿紋 點鑿紋 平鑿紋 劈裂面 燒磨面	乾磨 水磨 磨光	鑿面 尖鑿紋 點鑿紋 平鑿紋 焰燒處理
大理石類-大理石、化石、蛇紋石...等		乾磨 水磨 磨光 鑿面	酸蝕 噴砂 劈裂 鑿面	乾磨 水磨	酸蝕 噴砂
鋪硬石薄板-安山岩、板岩、片岩...等		水磨	自然面	水磨	自然面
砂岩		粗磨 自然面 剖鋸面 噴砂面 鑿面	劈裂 自然面 剖鋸面 噴砂面 鑿面	粗磨	劈裂

(資料來源：文獻 1-4)

2.1.6 石材插梢孔開孔規定

- (1) 石板每邊的插梢孔需對稱。
- (2) 插梢的孔位距離石板邊端不應小於石板厚度之 3 倍，且孔位距離石板邊端不應大於 180mm。
- (3) 當板塊厚度較厚或板塊規格受限制時，應根據結構計算確定插梢的安裝位置。
- (4) 兩處插梢之間距不應大於 600mm。
- (5) 石板邊長不大於 1.0m 時，每邊至少應設兩個插梢。
- (6) 石板邊長大於 1.0m 時，應增加插梢的數量。
- (7) 插梢的孔位需在石板厚度之正中間，插梢的孔位深度應為 20mm~25mm。
- (8) 上述開孔相關限制若經結構計算證明其強度安全無虞者，不在此限。

說明：

1. 本節係參考日本建築工事標準仕様書 JASS 9 及 DB11 T512-2007 中國北京市建築裝飾工程石材應用技術規程進行石材插梢孔開孔之規定。
2. 石材每一邊之插梢孔需上下左右對稱，若插梢孔位無對稱，即造成石板於受力後產生額外彎矩，此情形應極力避免。
3. 依據日本建築工事標準仕様書 JASS 9 之實驗證明，插梢的孔位距離石板邊端應大於石板厚度之 3 倍(如圖 4-4)，插梢的孔位需在石板厚度之正中間，插梢的孔位深度應為 20mm~25mm(如圖 4-5)，依前述規定進行石材版片安裝，較不易造成石板破壞。
4. 依據 DB11 T512-2007 中國北京市建築裝飾工程石材應用技術規程之彎矩計算，石板每邊插梢孔之間的距離不應大於 600mm，石板邊長不大於 1.0m 時，每邊至少應設兩個插梢，石板邊長大於 1.0m 時，則應增加插梢的數量，若板塊厚度較厚或板塊規格受限制時，應根據結構計算確定插梢的安裝位置及數量。

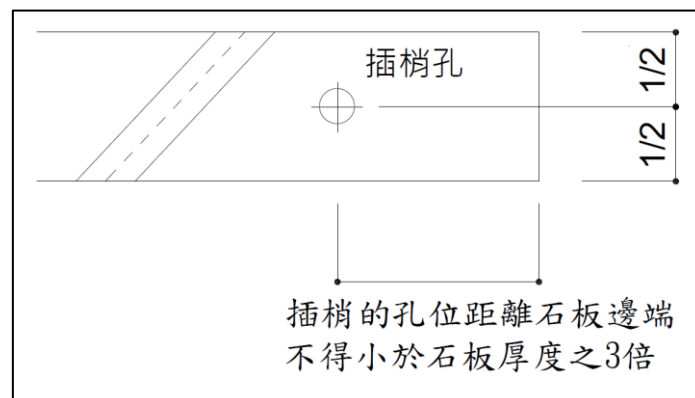


圖 4-4 插梢孔孔位示意圖(1)

(資料來源：文獻 3-20)

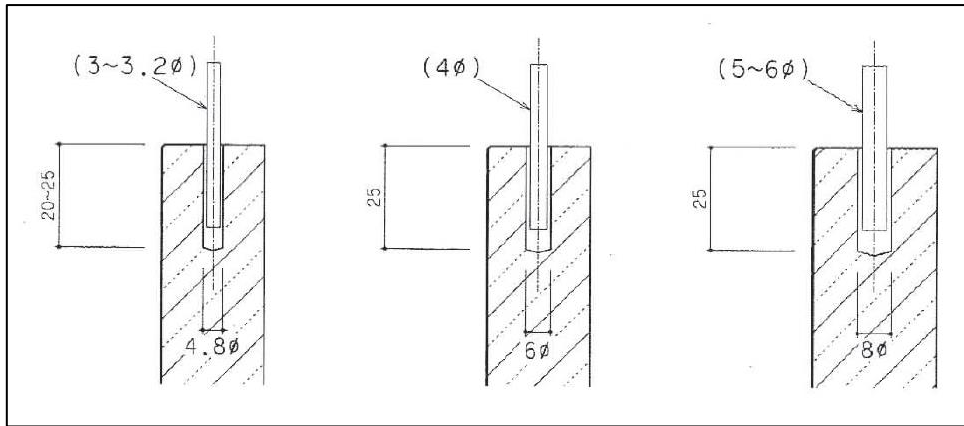


圖 4-5 插梢孔孔位示意圖(2)

(資料來源：文獻 3-20)

2.1.7 石材開槽孔開孔規定

- (1) 開槽孔寬應為 8mm，槽口深度應小於 20mm，槽內需乾燥、潔淨。
- (2) 開槽孔邊距離石板兩端部的距離(L)不應小於石板厚度之 3 倍，且開槽孔邊距離石板應於 85mm~180mm 之間。
- (3) 上述開孔相關限制若經結構計算證明其強度安全無虞者，不在此限。

說明：

本節係參照日本建築工事標準仕様書 JASS 9 及 DB11 T512-2007 北京市建築裝飾工程石材應用技術規程建議：

1. 說明開槽孔寬度、深度及槽內需保持乾燥、潔淨，以免影響石材、金屬繫件及黏結材之間的握裹力。
2. 依據 DB11 T512-2007 中國北京市建築裝飾工程石材應用技術規程之彎矩計算，開槽孔邊距離石板兩端部的距離(L)不應小於石板厚度之 3 倍且開槽孔邊距離石板應於 85mm~180mm 之間，依前述規定進行石材版片安裝，較不易造成石板破壞。(如圖 4-6)

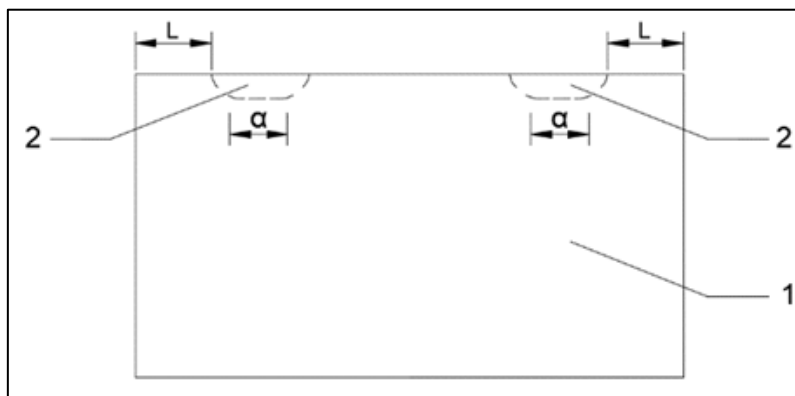


圖 4-6 開槽孔孔位示意圖

(資料來源：文獻 3-19)

2.1.8 石材背擴孔開孔規定

背擴孔與石材邊緣應於 60mm~300mm 之間，背擴孔之間距不應大於 800mm，惟經結構計算證明其強度安全無虞者，不在此限。

說明：

本節係參照 DB11 T512-2007 中國北京市建築裝飾工程石材應用技術規程建議：

1. 依據 DB11 T512-2007 中國北京市建築裝飾工程石材應用技術規程之彎矩計算，背擴孔與石材邊緣應於 60mm~300mm 之間(圖 4-7 a_1 及 b_1 處)，背擴孔之間距不應大於 800mm(圖 4-7 a_0 及 b_0 處； a 及 b 為石材的寬與高)，以避免距離過大造成施作失敗。
2. 惟經結構計算證明其強度安全無虞者，不在此限，

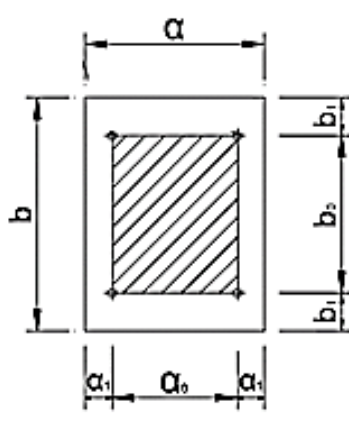


圖 4-7 石材背擴孔開孔示意圖

(資料來源：文獻 3-19)

2.2 金屬支撐系統

2.2.1 組件

- (1) 所使用之鋼材應採用 SUS 304 不銹鋼或具同等以上耐鏽蝕效果等級之材質。
- (2) 組件之間之接合零件及銲接銲條使用之金屬材質應與組件一致。
- (3) 支撐系統之設計應能符合規定之地震力需求及建築物條件。
- (4) 支撐系統之結構圖及計算書須經專業技師簽證認可。

說明：

1. 金屬支撐系統之定義為外牆乾式石材工程背面所採用的所有金屬零件之統稱，石材背面的金屬零件基本會有固定繫件、錨碇螺栓、插梢鋼棒以及為了符合設計需求所使用的組件(俗稱角鐵)。(金屬支撐系統如圖 4-1)
2. 本節規定金屬支撐系統之組件所使用材質應為耐鏽蝕性高之材質，組件使用之鋼材應採用 SUS 304 不銹鋼或具同等以上耐鏽蝕效果等級之材質，組件之間之接合零件及銲接銲條使用之金屬材質應與組件一致，且支撐系統之設計應符合規定之地震力需求及建築物條件，支撐系統之結構圖及計算書應經專業技師簽證認可。

2.2.2 固定繫件

- (1) 固定繫件應採用 SUS 304 不銹鋼或具同等以上耐鏽蝕效果等級之材質。
- (2) 所用繫件之材質、形狀、規格、安裝方法、結構強度等，應提出樣品與結構計算資料，經業主/建築師之認可。

說明：

1. 本節係規定金屬支撐系統之固定繫件選用注意事項。
2. 本節規定金屬支撐系統之固定繫件所使用材質應為耐鏽蝕性高之材質，組件使用之鋼材應採用 SUS 304 不銹鋼或具同等以上耐鏽蝕效果等級之材質。
3. 所用繫件之形狀及規格應符合結構計算之結果，安裝方法之選擇應符合結構計算強度，當決定好材質、形狀、規格、安裝方法及結構強度，應提出樣品與結構計算資料，並經過業主或建築師確認無誤，方可使用。

2.2.3 錨碇螺栓

- (1) 固定用錨碇螺栓應採用 SUS 304 不銹鋼或具同等以上耐鏽蝕效果等級之材質。
- (2) 螺栓之規格、位置、數量應有效承托石材之吊掛，並符合規定之地震力要求及建築物條件。
- (3) 應符合建築物外牆錨碇螺栓混凝土結構設計規範 1.3.8 及 1.3.9 之規定。
- (4) 後置式錨碇和預埋式錨碇，依據 ACI355.2 之規定設置，外牆未能符合開裂混凝土之使用限制時，僅可使用於未開裂混凝土之區域。

說明：

1. 固定用錨碇螺栓須採用抗腐蝕繫件，應採用 SUS 304 不銹鋼或具同等以上耐鏽蝕效果等級之材質。螺栓之規格、位置、數量應有效承托石材之吊掛，並符合規定之地震力要求及建築物條件。
2. 應符合建築物外牆錨碇螺栓混凝土結構設計規範 1.3.8 及 1.3.9 之規定，混凝土結構設計規範 1.3.8 為混凝土結構設計規範附篇 D「混凝土結構用錨碇」之規定，得於結構混凝土構材須用錨碇連結時設計應用之。混凝土結構設計規範 1.3.9 為抵抗地震力之結構混凝土構材須遵照本規範第十五章「耐震設計之特別規定」設計之。
3. 後置式錨碇和預埋式錨碇，依據 ACI 355.2 之規定設置，ACI355.2 之規定為用於開裂混凝土之後置式錨碇和預埋式錨碇應符合 ACI355.2 認可，未符合在開裂混凝土之要求時，僅可使用於未開裂混凝土之區域。

2.2.4 插梢鋼棒

- (1) 插梢鋼棒應採用 SUS 304 不銹鋼或具同等以上耐鏽蝕效果等級之材質。
- (2) 插梢鋼棒之規格、位置、數量應有效承托石材之吊掛，並符合規定之地震力要求及建築物條件。

說明：

乾式工法是以金屬繫件將石材與結構體結合，因此在選用金屬繫件時需要考慮其腐蝕性，故建議插梢鋼棒材質應採用較廣為使用之 SUS 304 不銹鋼材。根據相關實驗得知厚度為 35mm 的花崗岩與 60 中之插梢鋼棒，用環氧樹脂固定於石材上，石材之間為 12mm 的開放式勾縫，受力後面內方向約可承受 900kgf，面外方向約可承受 370kgf（平均）的強度。而將插梢鋼棒改為 $\phi 4.5$ 時，面內方向可承受的力則減為 540kgf，面外約為 240kgf。因此可知插梢鋼棒的直徑最少應有 6mm 的程度。插梢鋼棒插入石材的深度通常取 20-25mm，故插梢鋼棒總長度通常取 50-60mm。（文獻 1-6）

2.3 防水填縫材料

- (1) 使用防水填縫材料時，應依照設計圖規定辦理，或使用不污染石材之防水填縫料。
- (2) 承包商須提送相關檢驗報告及技術資料，經業主/建築師核准後使用之。
- (3) 勾縫用之灰漿應為淨白水泥，和入適量之黏著化學摻料使成稠度適當之糊狀物，並視需要摻入礦物色素以與石材面同色。

說明：

1. 本節係規定防水填縫材料之選用。
2. 防水填縫材之選用條件應符合設計圖之規定進行，或選用不會造成石材汙染之防水填縫材，以防日後造成石材版片之汙損。
3. 於使用防水填縫材料前應提送相關檢驗報告及技術資料，以證明承包商所選用之防水填縫材符合設計圖及本規範之規定，並經過業主或建築師之認可核准後，方可使用。
4. 本規範規定勾縫所使用之灰漿應為淨白水水泥，於調製灰漿時可加入適量的黏著化學摻料，使灰漿形成具有稠度之糊狀物，若灰漿之色澤與石材有差異，可視需求加入礦物色素以與石材之色澤相同。

3. 施工

3.1 準備工作

- (1) 工地須提供安全的石材存放地點，以免被汙染與破壞。
- (2) 使用不含腐蝕性之中性清潔劑以毛刷刷淨，去除石材表面及施工面之污物、油脂及雜物。
- (3) 工地須設置安全的吊裝設備，與搬運石材及鋪貼時所需之施工架設施。施工時應隨時注意安全，不可任意破壞或剪斷。
- (4) 確認所有管線之放樣基準線、開孔及埋設物的位置，並進行現場尺寸之丈量與複核。
- (5) 施工放樣須按圖先劃線於地上，並將每皮石塊、石板片逐皮繪於標尺上，然後據以施工。

說明：

1. 本節係規定外牆石材施工前之準備作業相關注意事項。
2. 石材於施工現場進行儲存時，應注意存放之地點是否可以避免日光照射及雨水，如石材存放之地點於戶外，應對於裸露之處進行覆蓋保護，以避免石材污染與破壞。
3. 若石材表面及安裝石材之施工面有污物、油脂及雜物附著時，應於施工前使用不含腐蝕性及不會破壞石材表面之中性清潔劑，進行刷淨、清除之動作，使石材表面潔淨，及增加安裝石材之施工面的工作性。
4. 因石材版片具有相當的重量，在工地設置吊裝設備及其他搬運石材之機具時，應配合施工環境的安全，並注意施工時的機具使用，不可任意破壞或剪斷運輸機具，以防傷及生命及造成工地危害。
5. 於正式施工前應確認所有管線之放樣基準線、開孔及埋設物的位置，若無事先確認完成上開事項，石材外牆施工現場則會因施工位置的不確定而一再延誤施工期程，為防止後續無法順利進行石材之吊掛，現場尺寸之丈量需確實執行並複核。
6. 為使安裝工程順利進行，施工前的施工放樣是非常重要的，其影響到後續安裝完成後的美觀及安全，故施工放樣需確實依照設計圖之規定進行放樣，供施作人員有正確的安裝依據，避免錯誤安裝或錯誤搭接。

3.2 乾式工法

3.2.1 結構體素面與石材背面距離

結構體素面與石材背面之距離應確保可供金屬繫件施工之淨空間，其距離應經結構計算檢討證明其強度安全無虞。

說明：

本節係規定結構體素面與石材背面距離應依照結構計算之結果進行施工。於安裝外牆石材時應注意規定留設可供固定繫件施工之淨空間，如若無留設適當的施工淨空間，施作人員極有可能為了符合設計圖之規定而採用不合理之固定方式，如石材背面直接開槽後填入 AB 膠，再以固定繫件(L 型扣件)插入固定，石材與固定繫件之接合處並無使用插梢鋼棒，依據實際發生案例，此種固定方式約在完工後 6~8 年間即有掉落之疑慮，故不合理的施工方式強度是非常危險。若結構體素面與石材背面距離預留之空間過大，且沒經過結構計算，則會發生金屬支撐系統無法承受石材重量及外力，導致石材版片掉落造成傷亡之事件發生，故結構體素面與石材背面距離應經結構計算檢討，證明其強度安全無虞。

3.2.2 金屬支撐系統之安裝

- (1) 金屬支撐系統之組裝，應依核准之施工製造圖及組立圖進行。
- (2) 應組立牢固並保持均勻之垂直面，預留石材安裝所需之空間。
- (3) 銲接銲條之材質應與支撐系統之金屬材質一致。
- (4) 支撐系統之銲接點位應於銲接完成後確實塗佈防鏽保護層。
- (5) 施工現場有銲接工程時，應有防止熔渣火花飛散措施。
- (6) 雨天、潮濕天氣或工程現場風速超過 10m/sec 者不得進行銲接。

說明：

1. 本節規定之金屬支撐系統安裝應依核准之施工製造圖及組立圖進行，支撐系統之組立應牢固並保持均勻之垂直面，並預留石材安裝所需空間。
2. 金屬支撐系統各組件之搭接所使用之銲接銲條之材質應與支撐系統之金屬材質一致，於銲接完成後，支撐系統之銲接點位應於銲接完成後確實塗佈防鏽保護層，以防止加快金屬支撐系統的鏽蝕速度。
3. 施工現場有銲接工程時，應有防止熔渣火花飛散措施，若遇到雨天、潮濕天氣或工程現場風速超過 10m/sec 者不得進行銲接，以防銲接品質不良，導致日後發生金屬鏽蝕，金屬支撐系統無法承受石材板片之重量引發石材掉落。

3.2.3 錨碇螺栓與固定繫件之安裝

- (1) 錨碇螺栓與固定繫件之安裝位置與數量須依施工製造圖上所示。
- (2) 結構體鑽孔埋設錨碇螺栓時，孔內之混凝土粉屑等應完全清除。
- (3) 結構體鑽孔埋設錨碇螺栓時，遇有軀體內鋼筋等之阻礙物，以致孔深不足時，應移位再放樣埋設(原則離開原孔位 50mm 至以上)。
- (4) 鑽孔廢棄不用者，應使用樹酯水泥砂漿(Polymer mortar)予以填滿。
- (5) 依石材接合騎縫位置錨碇螺栓配合金屬支撐系統，以供固定繫件使用。
- (6) 固定繫件須確實撐托石材，如以點銲固定之處，須以防銹漆塗刷。
- (7) 固定繫件調整鎖緊後，應以不污染石材之黏著劑將螺栓固定。

說明：

1. 本節規定之錨碇螺栓與固定繫件安裝位置與數量須依施工製造圖上所示，並於埋設錨碇螺栓之前需先將鑽孔內之粉屑清除乾淨，以免影響錨碇螺栓的握裹強度，造成日後石材板片脫落。
2. 在埋設錨碇螺栓時遇上軀體內鋼筋或蜂窩等阻礙物時，未免無法進行錨碇螺栓之鑽孔或影響其深度，應移位再重新放樣及埋設，依據施工經驗，原則上須離開原孔位 50mm 以上，若原孔廢棄不使用時，應使用樹酯水泥砂漿(Polymer mortar)予以填滿。
3. 金屬支撐系統應依石材接合騎縫位置設置錨碇螺栓，以供固定繫件安

裝設置，且固定繫件須確實撐托石材，在繫件調整鎖緊後，應以不污染石材之黏著劑將螺栓固定，以防止石材脫落。

3.2.4 石材之安裝

- (1) 依經核准之施工製造圖施作，並由具有經驗及技術良好之技術人員負責執行。
- (2) 安裝之石材表面應垂直平整，接縫應準確對齊，且寬度一致。
- (3) 施工前應先將石材加以比對分類，使深淺顏色大致相近，紋路方向一致，並視需求加以對紋。
- (4) 斷裂、缺口、污損之石材不得使用。
- (5) 任何部位石材之安裝應為四點固定，惟經結構計算證明其強度安全無虞者，不在此限。
- (6) 所有石材不論大小均不得僅以黏著劑做為承受重量或承受風壓之用，此接著力應予忽略。
- (7) 石材安裝之倒吊、角隅及收頭之處應確實依照施工製造圖進行施作。
- (8) 石材面有沾汙者應及時清理，中性清洗劑之使用應先行試驗確定不會產生後遺症，經工地監造者核定後始可使用。

說明：

1. 本節規定之石材安裝應依核准之施工製造圖施作，並由具有經驗及技術良好之技術人員負責執行，安裝之石材表面應垂直平整，接縫應準確對齊，且寬度一致，施工前應先將石材加以比對分類，使深淺顏色大致相近，紋路方向一致，並視需求加以對紋，以保持安裝完成後之美觀程度。
2. 石材於安裝過程中發現具有斷裂、缺口、污損之情況，其石材不得再使用，以免於安裝完成後發生石材掉落之情形。
3. 安裝石材之固定方式及固定數量應經過結構計算，任何部位石材之安裝應為四點固定，惟經結構計算證明其強度安全無虞者，不在此限。
4. 為避免黏著劑之濫用本規範規定，所有石材不論大小均不得僅以黏著劑做為承受重量或承受風壓之用，此接著力應予忽略，並加強金屬支撐統之數量。
5. 石材安裝之倒吊板、角隅及收頭處應依照施工製造圖進行施作，固定繫件及錨碇螺栓之安裝應嚴格確實依結構計算圖及施工圖標示之位置進行安裝，以避免錨碇螺栓距離結構體邊緣太近，造成結構體邊緣破裂，形成倒吊板、角隅及收頭處之石材崩裂，需更加嚴禁已破裂之石材進行倒吊板、角隅及收頭處之安裝，以維持石材外牆之安全性。
6. 於石材外牆安裝完成後應進行石材表面之髒污清潔，石材表面有沾汙者應及時清理，中性清洗劑之使用應先行試驗確定不會產生後遺症，經工地監造者核定後始可使用，以免造成石材表面之損壞。

3.2.5 接縫處理

石材間之接縫型式、材料與大小須依設計圖說規定；施工前，須注意下列事項：

- (1) 清潔附著於石材表面之水泥砂漿、塵埃、污物等並擦拭乾淨。
- (2) 檢查接縫的平整度、缺角、寬度、充填深度等，確實修補填縫。
- (3) 接著面應保持乾燥，並應注意天候、氣溫與濕度是否適合施工。

說明：

1. 本節係規定接縫處理之注意事項。
2. 石材版片之間的接縫處理應依照設計圖說之規定進行，其接縫形式、接縫使用材料及大小皆應按設計圖之規定處理。
3. 於進行接縫處理前，應保持石材表面之潔淨，若石材表面附著水泥砂漿、塵埃及污物……等，皆會影響接縫材料之黏結強度，固應將其清除。
4. 接縫處理作業開始前應檢查確認石材表面平整度、石材表面是否有缺角、石材版片之間的寬度確認及接縫材料充填的深度，以上幾項確認完成即可進行接縫作業。
5. 由於接縫工作面需要保持乾爽，如遇雨天或較為潮濕之氣候，不應進行接縫作業，以防接縫之處強度受影響，易引發未來石材牆面老舊劣化。

3.2.6 伸縮接縫

- (1) 伸縮接縫之部位，預先以發泡塑膠材料充填，再作填縫作業；使用防水填縫料時，應依照圖說之規定。
- (2) 石材承包商應與其他介面廠商及現場監造者協調妥當之處理方法始可進行施工，不同材料介面處之防水填縫劑由後施工者施作，該介面之填縫劑應慎選用兩者材料均可黏著且不會汙染者。

說明：

1. 本節係規定伸縮接縫作業時之注意事項。
2. 發泡塑膠充填之主要目的是為了提高填縫材的耐久性，因填縫材於石板與石板之間容易產生應力集中現象，固選擇加工容易、吸水性低、防潮性良好、耐藥性佳及緩衝性優異的發泡塑膠，使填縫材增加耐久性。
3. 石材承包商於施工過程中遇上與其他介面廠商接合之施工處，兩者之間應妥善協調伸縮接縫施工的處理過程，依應本規範之規定，不同材料介面處的防水填縫作業應由最後施工方進行施作，於選擇防水填縫材實應考慮，防水填縫材對於兩者介面是否均可黏著，且不會造成石材表面及其他介面的汙染。

3.3 檢驗

石材施工前應做錨碇螺栓與結構體之間的強度拉拔測試，錨碇螺栓強度拉拔測試結果應大於結構計算之安全數值。

說明：

本節係規定石材施工前應做錨碇螺栓與結構體之間的強度拉拔測試檢驗。於施作錨碇螺栓安裝後需進行強度拉拔測試，其測試結果應大於結構計算之安全數值，且錨碇螺栓於結構壁體上的安裝距離需在規定之距離內施作，以防止日後石材安裝完成，發生錨碇螺栓強度不足，或石材牆面收邊處發生崩落現象，造成石材掉落之事項發生。可參照 BS8539 錨栓選擇及安裝守則中之驗收標準，其建議拉拔數量至少為總共錨點數量的 2.5% 以上，若拉拔強度到設計標準並無移動或任何損壞，錨點可以說已經滿足了驗證測試，反之則為失敗，若發生失敗情況應調整錨定螺栓的規格，增加其強度，而錨點在該區塊檢測的數量應該調整到 5%。

3.4 檢核

石材施工中應做詳細檢核，並依檢核結果填寫施工檢核表。

說明：

石材施工中應作詳細檢核，並依檢核結果填寫施工檢核表，以確保施工時之要項確認，確實做到本規範之要求。本研究設計之施工檢核表共分為三個階段，分別是施工前置作業、施工中檢查及施工後檢查，主要檢核項目如表 4-7 所示。負責填報本表應為工地主任(工地負責人)，填報者應確實依照施工各階段之實際情形填寫。在施工前置作業階段時需要特別注意石材於工廠加工時是否有達到設計圖之要求，金屬支撐系統之材質選用是否符合規定。施工中檢查的項目主要為石材的安裝吊掛是否有確實的依圖施作，還有確認隱蔽處施工，現場監工人員無法檢驗，應依合理抽驗規模，自訂抽驗方法確認其施作品質，並叮囑施工者達到要求品質。在施工後檢查的部分，應注意石材吊掛完成後的平整度、填縫處的完整度及完工後的保護及清理，尤以角隅處及最後一塊收邊時之部分，需要特別注意，例如施工完成後須注意轉角及收邊處平整度，3 公尺內，表面凹凸只能在 2-3mm，色彩、表面處理亮度需一致，收邊處如遇開口，須留設適當填縫處，角隅、倒吊版、側板一定要使用固定繫件，本研究經過業界訪問後得知，檢核角隅及收邊處是否有確實使用固定繫件之檢查方法有三種，第一種方式為可以割開填縫(矽利康)約 6-8mm 查看是否有確實使用固定繫件，第二種是使用金屬探測器，第三種則是使用攝影探照鏡頭。施工檢核表詳細內容請參考附錄九。

表 4-7 主要檢核項目表

檢核階段	項次	檢核項目	檢查時機點	規範對應章節
施工前置作業	1	石材之物理性質是否進行右列四項標準試驗。	石材進場前	2.1.2
	2	表面加工處理之種類及程度，是否依照設計圖所示進行處理。	石材進場前	2.1.3
	3	石材側邊隱匿接著部分，是否使用裁切石材面。	石材進場前	2.1.3
	4	石材側邊露光部分，如無特別規定時，其表面加工處理是否與轉角表面相同。	石材進場前	2.1.3
	5	石材之加工容許誤差是否符合CNS 6300 A1028石材之一級品規定。	石材進場前	2.1.4
	6	石材厚度是否符合相關規定或設計要求。	石材進場前	2.1.5
	7	石材面積是否符合相關規定或設計要求。	石材進場前	2.1.5
	8	石材插梢孔/開槽孔/背擴孔開孔尺寸是否符合相關規定或設計要求。	石材安裝前	2.1.6
	9	所有金屬支撐系統是否皆採用SUS 304不銹鋼或以上等級之材質。	石材安裝前	2.2.1
	10	金屬支撐系統之設計應是否符合規定之地震力需求及建築物條件。	石材安裝前	2.2
	11	金屬支撐系統之結構圖及計算書是否經專業技師簽證認可。	石材安裝前	2.2
	12	防水填縫料是否依照設計圖規定辦理，或選用不污染石材之防水填縫料。	材料進場前	2.3
施工中檢查	1	石材施工基準線是否符合施工圖說。	石材安裝前	3.1
	2	結構體素面與石材背面之距離是否符合相關規定或設計要求預留石材安裝所需之空間。	石材安裝後	3.2.1
	3	金屬支撐系統之組裝是否依核准之施工製造圖及組立圖進行。	金屬支撐系統安裝後	3.2.2
	4	金屬支撐系統是否組立牢固並保持均勻之垂直面。	金屬支撐系統安裝後	3.2.2
	5	金屬支撐系統使用銲接銲條之材質是否與支撐系統之金屬材質一致。	金屬支撐系統安裝前	無
	6	金屬支撐系統之銲接點位是否於銲接完成後確實塗佈防鏽保護層。	金屬支撐系統安裝	3.2.3
	7	插梢鋼棒與固定繫件使用之金屬材質是否一致。	石材安裝前	無
	8	錨碇螺栓與固定繫件之安裝位置與數量是否依施工圖面指示施作。	石材安裝後	3.2.3
	9	結構體鑽孔埋設錨碇螺栓時，孔內之混凝土粉屑是否完全清除。	石材安裝前	3.2.3
	10	鑽孔廢棄不用者，是否使用樹脂水泥砂漿(Polymer mortar)予以填滿。	石材安裝前	3.2.3
	11	石材安裝是否依施工圖面指示施作。	石材安裝時對應章節	3.2.4
	12	安裝之石材表面是否垂直平整。	石材安裝後	3.2.4
	13	安裝之石材接縫是否準確對齊，且寬度一致。	石材安裝後	3.2.4
	14	金屬支撐系統之間及金屬系統與石材之間的接合是否有濫用AB膠之情況。	石材安裝後	無
	15	固定繫件是否確實撐托石材。	石材安裝後	無
	16	固定繫件是否確實調整鎖緊。	石材安裝時	3.2.3
	17	插梢鋼棒是否確實埋入石材插梢孔。	石材安裝時	無
	18	石材插梢孔是否確實填充AB膠。	石材安裝時	無
施工後檢查	1	石材牆面角隅處及收邊處之石材表面是否完整及確實填縫。	石材安裝後	3.2.5
	2	石材牆面角隅處及收邊處是否依造施工詳圖進行安裝及確實使用固定繫件吊掛。	石材安裝後	3.2.4
	3	石材倒吊板及懸空側板是否依造施工詳圖進行安裝及確實使用固定繫件吊掛。	石材安裝後	3.2.4
	4	伸縮接縫之部位是否預先以發泡塑膠材料充填，再作填縫作業。	石材安裝後	3.2.6
	5	使用防水填縫料是否依照圖說之規定施作。	石材安裝後	2.3
	6	石材間之接縫型式、材料與大小是否依設計圖說規定進行施作。	石材安裝後	3.2.5
	7	是否進行清潔乾淨附著於石材表面之水泥砂漿、塵埃、污物。	石材安裝後	3.2.5
	8	石材間之接縫平整度、缺角、寬度、充填深度等，是否確實修補填縫。	石材安裝後	3.2.5
	9	石材安裝完成後是否使用膠布或合板等加以保護。	石材安裝後	3.5
	10	突出之角隅、門廊等是否使用臨時護角之保護。	石材安裝後	3.5
	11	填縫使用之保護膠帶是否污染石材表面。	石材安裝後	3.5
	12	全部安裝完成是否依工作範圍進行全面整理洗淨。	石材安裝後	3.6

(資料來源：本研究整理)

3.5 維護

對污染、損傷之維護

- (1) 石材安裝完成後應使用膠布或合板等加以保護。
- (2) 突出之角隅、門廊等應以臨時護角之保護。
- (3) 填縫使用之保護膠帶不可污染石材表面。

說明：

1. 本節係規定石材外牆完工後之維護注意事項。
2. 外牆石材工程施工完成後應注意後續的保護措施是否對石材表面造成汙染及損傷，故本規範規定於完工後應使用膠布或合板等方式，對施工完成後之石材表面進行保護措施。
3. 除了上述應進行石材表面之保護措施外，轉角處、突出角隅、門廊與石材表面接合之處等，因上開位置多位於轉角、角隅及收頭處，在強度上皆弱於一般石材牆面，更容易破損，故應以臨時護角進行保護措施。
4. 於進行填縫作業時，為了維護石材表面的潔淨，會在填縫位置的外側貼上保護膠帶，因膠帶黏貼過久會使膠帶的黏著劑殘留在石材表面上，如無馬上將膠帶盡速清除，即有可能產生膠帶拆除困難之情形發生，並造成石材表面的汙染。

3.6 清理

- (1) 全部安裝完成時，應按本規範之工作範圍進行全面整理洗淨。
- (2) 石材之清洗不可使用藥品類，欲使用養護劑保養時，則應依照製造廠商之規定辦理。

說明：

1. 本節係規定本規範之工作範圍完成後之清理作業注意事項。
2. 於清洗石材表面前，應妥善選用適合之清潔用品，並依製造廠商之規定選用適當的清潔用品，不可使用藥品類之養護劑保養，以防其具有腐蝕性，使用後傷害石材表面。

第五章 結論與建議

本研究之主要目的為建築物外牆石材施工規範之研擬，透過國內外有關建築物外牆飾面石材乾式施工法等相關文獻資料之彙整收集；執行外牆石材施工技术應用現況業界調查（20案）及個案訪視（5案）；蒐集國內外有關建築物外牆石材施工失敗之案例後彙整失敗原因進行錯誤態樣分析整理；並由兩次座談會各專家所提出之建議事項及訪談結論，導向施工規範的制定項目及內容，最後提出「建築物外牆石材施工規範草案」。本研究所獲致之研究成果可整理成下列四點結論及三項建議：

第一節 結論

一、目前國內缺乏合宜且與時俱進之石材施工規範項目及內容

本研究前述內容比較了七種施工規範，由於國內使用之施工綱要規範是提供給國內公共工程使用，其內容多為原則性規定，鮮少有實質上的量化規定，故本團隊在回顧國內過往相關研究成果之外，亦參考了其他國家相關施工規範及試驗標準；其中內容中以中國北京市建築裝飾工程石材應用技術規程最為完整，因其規範之對象為建築飾材使用石材之處都包含在內，故本研究僅參考了其外牆石材乾式施工的部分。於比對完國內相關研究後發現，國內相關研究距今已有一段時間，部分由國外引進的新技術並無提及，僅有民間自用規範對於此部分有一定的規範，故本研究於規範架構中加入了既有規範研究中缺少之處，如背擴孔開孔位置規定及強度規定、擴孔錨栓採材質規定、尺寸規定、強度設計及背擴孔尺寸規定……等相關規範建議，期望能提供業界參考以提升石材飾面工程之施工品質。

二、業界普遍缺少部分必要施工文件

根據本研究調查結果顯示，蒐集到的案例資料多數皆有建築圖說、外牆施工圖及外牆大樣圖及繫件配置圖說。而依業界經驗來看，石材工程失敗原因多數為未考量石材自重及與金屬構件之間的結構計算而在相關外力作用下導致失效，雖其中兩項案例皆附有結構計算書，但檢附結構計算書之案例並不常見，且施工計畫書、施工規範、自主檢查表及材料出廠證明...等文件，若業主無特別要求，石材廠商並不會主動提供；故本研究於規範架構中加入資料送審之項目，並於資料

送審章節中建議後續外牆石材乾式施工建議提交施工計畫書、製造計畫書、結構計算書、施工圖及施工製造圖……等必備文件資料，以確保後續石材工程的施工品質及安全。

三、材料選擇不當及施工不確實為外牆石材施工失敗主要原因

根據本研究所蒐集到之資訊顯示，導致施工失敗的大致原因可分為材料選擇不當、施工不確實、建築設計不當及結構設計不當。材料選擇不當中可細分插梢長度不足或長短不一、繫件結構系統不佳、繫件長度不足或太長、繫件厚度、寬度不足及繫件材質選擇不當……等。施工不確實的部分為繫件固定不確實、AB膠過度濫用、鐵件使用不確實、石材固定不確實、未使用金屬繫件、鑽孔開槽過大、石材分割圖與鐵件施工圖不一致、開槽未確實填補 AB 膠、燒銲作業不合規範、銲渣去除、防銹處理不確實……等。建築設計不當是因為石材飾面為了配合結構體的形狀採用鐵件骨架接續，因石材完成面距結構體太遠，導致石材施工失敗。結構設計不當的部分主要因素是鐵件骨架未經結構安全計算、未考慮外力、地震或風壓等影響。

四、建築物外牆石材施工規範架構之建立

依據比較各種規範後提出國內缺乏的規範項目、案例調查後業界普遍缺少之必要施工文件、外牆石材施工失敗主要原因、座談會建議事項及訪談結論等研究結果，本研究於此擬定建築物外牆石材施工規範研擬架構，主要架構內容可分總則、材料及施工。在總則之下另訂適用範圍、資料送審(建議提交施工計畫書、製造計畫書、結構計算書、施工圖及施工製造圖……等資料)、品質保證及運送、儲存及處理；材料章節中規範了石材(石材品質、石材物理性質、表面處理、開孔尺寸……等規定)、金屬支撐系統(金屬材質、使用規定…等)及防水填縫材料；施工章節的部分則規定了準備工作、乾式工法(施工注意事項、金屬繫件安裝規定、石材安裝規定、接縫處理及伸縮接縫處理)、維護及清理等事項規定。透過本規範之建立，期望能提供業界一項參考依據，以提升建築物外牆石材飾面工程之施工品質及安全。

第二節 建議

建議一

進行「建築物外牆石材安全檢查診斷及修補技術之探討」：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

因本研究重點為確保新建工程時石材乾式工法之品質及安全性，有關既有建築物石材外牆之診斷及修補技術部分力有未逮，故在此建議可創立新的研究課題以加強此部分之技術研究。目前國內尚未有石材外牆之安全診斷標準作業流程，此部分之診斷工作是需要專業診斷人員配合，再佐以科學驗證之方式確立其石材外牆診斷流程之效果，並建立石材外牆安全診斷標準作業流程。

石材外牆的舊有施作方式約可分為兩大類，外牆石材溼式施工及乾式施工，如要進行外牆石材的診斷及修補，必先了解石材外牆的失敗原因，例如石材外牆劣化之原因可能有累積承載導致外牆劣化、背填沙漿黏結強度不夠(濕式工法)、填縫材老化、地震效應、熱膨脹效應及金屬構件鏽蝕.....等，因此必要的基礎調查不可缺乏，才能有效提出適當的石材外牆修補技術，所以在此建議可針對相關議題持續進行探討。

建議二

於現行推動之建築物生產履歷系統中加入「建築物外牆石材施工品質管理」項目：立即可行建議

主辦機關：高雄市政府工務局建築管理處、桃園市政府都市發展局建築管理處、新北市政府工務局、建築安全履歷協會

協辦機關：國立高雄第一科技大學營建工程系、台灣房屋整建產業協會、台灣物業管理學會

經過本研究多次現場施工調查及訪談結果發現，如何正確施工是一項非常重要的課題亦亟需落實，因外牆石材施工不似外牆瓷磚可進行強度拉拔試驗來確認施工品質，且其施工型態為高空作業且多屬隱蔽施工類型，監工難度較高，故本研究建議地方政府建管單位後續可與大學院校營建相關科系（如國立高雄第一科技大學營建工程系）、各協（學）會及民間團體（如台灣房屋整建產業協

會、台灣物業管理學會)合作進行有關建築物外牆石材施工品質管理制度之研究，以增進施工確實度。目前地方政府已陸續進行建築物生產履歷系統之推動者有高雄市、桃園市、新北市等，而在民間亦有建築安全履歷協會等，惟觀察其內容多半注重建築結構安全，並無特別針對飾面材料安全進行記錄及查核。本研究建議可由前述協會及地方政府建管單位檢討將石材安全及施工履歷納入系統中進行管理；另可進一步建議地方政府建管單位於申報勘驗時增加必須檢附之相關資料(如本報告附錄中之檢核表)，以落實施工過程紀錄，確實提高石材飾面材料的安全性。

建議三

舉辦「外牆石材施工技術講習」：中長期建議

主辦機關：財團法人石材暨資源產業研究發展中心、台灣區石礦製品工業同業公會、台灣石材行業聯合協會

協辦機關：內政部建築研究所

本研究透過外牆石材施工失敗案例蒐集及問題分析後初步發現，導致施工失敗的大致原因有材料選擇不當、施工不確實、建築設計不當及結構設計不當等，其中施工不確實所佔比例甚大，且主要是人為因素影響，但國內目前尚無石材施工訓練制度，甚至於勞動部職訓局亦無專業的石材施工相關課程。

由於勞動部勞動力發展署於建立外牆石材施工技術士技能檢定之事項上牽涉範圍甚廣，建立不易，故本研究建議可由財團法人石材暨資源產業研究發展中心、台灣區石礦製品工業同業公會、台灣石材行業聯合協會等相關民間團體(或可配合地方政府建築主管機關)主辦相關講習，廣邀各石材施作商之施工人員進行外牆石材施工技術講習，再由專業公/協會協助講習課程之建立，建議一年可舉辦一場至兩場，一場需上8小時，講習議題建議為石材基本知識、正確施工方式、錯誤施工結果影響及連接零件與材料選擇(如金屬繫件的選用、AB膠的正確使用及選用、銲接作業注意事項等)，希望透過外牆石材施工技術講習以增進施作人員的專業知識及施工正確性。

附錄一 期初審查意見回應

項次	審查委員意見	廠商回應
1	服務建議書第 13 頁小結中提及「臺灣因建築外牆飾面材為石材之建築較少」，似乎不然。近年來重劃區及各地建案使用石材情形，得洽地方政府公寓大廈管理單位協助。	感謝委員指教，確實近年石材外牆之使用已大幅增加，尤其常見於高單價之住宅及商業大樓，將於後續研究中修正；若研究過程中有此方面詳細資料之需求，將洽請地方政府協助。
2	服務建議書第 10 頁之國內相關文獻彙整，大部分為碩士論文。是否有相關期刊發表，以增加資料完整性？	相關文獻將於後續研究中補充。
3	業務費用與雜支費用均編有影印，是否可整合？	將依委員建議進行調整。
4	本案是否有創意或自由回饋項目？建請說明。	有關歐美各國在法規運行體制部分之分析為本案自由回饋項目，本團隊將在蒐集國外相關規範同時併同瞭解有關石材外牆之相關運作制度，供我國未來在推動相關制度時之參考。
5	有關公共安全申報將納入外牆飾面材料檢視 1 節，請問如何檢視(目前僅目視)？	有關既有建築物石材外牆飾面之檢視診斷技術，乾式施工之外牆石材一般較難由遠處外觀目視看出其實際劣化情形，需藉由搭設鷹架或垂降設備由檢查人員近距離目視觀測或其他方式輔助(如手持工具敲擊並搖動版片檢查是否有鬆動現象、刮除部分填縫材料後用內視鏡進入石材背面觀測五金固定繫件材質劣化狀況及混凝土端固定狀況、或視其材質厚度及環境條件併用超音波探傷法來瞭解石材內部損傷狀態等等)，成本高昂且相當費時。
6	依本案需求說明要求於 10 月 13 日前提出期末報告、12 月 8 日前提提交成果報告。服務建議書第 25 頁所規劃之進度與本案要求不同，且月次表示(第 1 月……)與目前狀況也不同，請說明。	此為服務建議書編寫時之疏失，將於後續進行修正。
7	就您瞭解，歐盟和美國與臺灣石材乾式施工，現況有何差異？預計以哪些國家	歐盟目前已有相當完整的規範系統可供依循(臺灣尚無)，而構工法選用方面，

項次	審查委員意見	廠商回應
	<p>的規範做為本案主要研究對象？如要將外國規範援引至國內，有何困難或困擾（如習慣等）？</p>	<p>臺灣多數仍採用插梢式方式（安全性較低），歐美多數已改採背擴孔式施作。本研究參考國外規範引入臺灣，因主要參考之歐盟及美國規範，雖臺灣屬地震帶與歐盟多國屬性不同，但因石材外牆非屬結構體，其機構設計上最大需抵抗外力乃來自風力而非地震力（尤以負風壓之負荷遠遠超過地震力），因此相關規範之援引應無問題；惟臺灣屬高溫高濕地帶，在石材選用及固定件材質要求上應特別注意。另外歐美規範中針對固定件之選用上亦有充分考量開裂混凝土使用之特性，可反應我國地震帶結構體易受損，及混凝土經年劣化後之特性。</p>
8	<p>您認為目前國內的問題是施工不良所造成？或是因為施工規範、安全強度不足？</p>	<p>有關現階段臺灣石材外牆應用的問題，本團隊認為，自規劃設計開始、到選材、加工方式、結構計算檢討、到後期的施工及檢驗部分等，尚無相關法規嚴格要求，亦缺乏一套完整的規範或技術手冊範本可供依循。尤以民間的工程，多仰賴石材及固定件供應商所提供之技術規範，因廠商良莠不齊，多數業主在缺乏適當專業對等的資訊下多以成本考量，做出安全性相對較低之構工法及材料之選擇，而後續若於施工階段缺乏嚴謹之品質要求，在現場工人專業知識不足的情形下，錯誤的施工習慣亦將可能產生後續飾材安全確保失效之問題。目前所收集到之失敗案例中即呈現許多錯誤態樣，待後續進行研究分析彙整。</p>
9	<p>貴校位於高雄，與臺北距離較遠。如何即時和業主反應與聯絡？</p>	<p>本案協同主持人任職於臺北科技大學建築系，地利之便可即時與業主進行聯絡與反應。</p>
10	<p>貴團隊規劃預計進行業界調查 20 案、個案訪視 5 案，並進行失敗案例、錯誤態樣之蒐集，但經費表內未反應其經費需求。請說明經費安排與人員安排之構</p>	<p>本計畫之業界調查部分，將於計畫執行初期即刻制定詳細調查計畫據以執行；另本計畫中有關經費編列適宜性部分，本團隊將再依據委員建議進行相關項目</p>

項次	審查委員意見	廠商回應
	想、調查順序與方法。	之調整。
11	服務建議書第 16 頁研究內容所稱「歐美中台現行相關規範運行體制之比較」。所謂「運行體制」是指建管檢查或其他？併請說明。	計畫中提到之法規運行體制部分，係指建管檢查等品質確保系統，其中可包括公部門之強制性規定，亦包括業界公會等制定之相關規範，探討其在歐美等各國現存之體制下公私部門是否有協同合作之運作模式。本團隊將在蒐集國外相關規範同時，併同瞭解有關石材外牆之相關運作制度，供我國未來在推動相關制度時之參考。
12	簡報提及濕式施工，在國內已非常少採用。因此建議貴團隊，可否針對石材外牆之濕式施工，究竟是否適合在國內繼續採用（是不建議或是不適合）？請提出相對應的宣導重點或法規修正建議。	濕式工法之安全性及耐久性較低已為不爭之事實，其亦逐漸淘汰於國內市場中。就現有文獻資料本團隊目前初步立場為「不建議」採用，但於研究中將予蒐集各國相關規範時特別針對此一部分之規定進行瞭解，確認各國作法後，提出相對應的宣導重點或法規修正建議，以為我國未來制定濕式工法使用（禁用）範圍時之參考依據。
13	本案未來可否再增加石材外牆濕式施工缺失的有效修補建議，俾降低修復後再度發生二次損壞情形？	本研究之重點在於確保新建工程時石材乾式工法之品質及安全性，為免研究主題失焦，有關既有建築物之診斷及修補技術部分，建議留待後續其他課題進行更細緻之討論。
14	可否增加石材外牆安全檢查診斷技術之探討，俾供未來納入公共安全檢查制度參採？	納入本研究案探討，並於成果報告中呈現。
15	資料蒐集費請改列本所先前經費審查額度以上，前 3 個月經費動支達 80% 以上。書籍、文獻收集分析、翻譯等電子檔分期集結交存本所，並於第 1 個月提供目錄及執行計畫，與本所人員洽商實施。	遵照委員意見辦理。
16	請提供目前外牆石材施工案完成數量，及未來的數量預測。	將於後續研究中補足相關資訊。
17	請現場說明目前世界各國施工規範、歐美日石材運用方式。	一、目前所知的規範，歐洲部分有 European Standard（如：DIN EN 13161、BS EN 12372、DIN 18516、DIN EN

項次	審查委員意見	廠商回應
		<p>16306、DIN EN 1469、EN1991-1……等)、美國相關規範有:ASTM C880、ASTM C1354-96、ASTM C1242-05、ACI355.2-07、ACI355.2-00、AC193-0612-R1、ACI318-11、ACI318RM-14……等、中國相關規範有:DB11 T 512-2007 北京市建築裝飾工程石材應用技術規程、DGJ08-56-2012 上海市建築幕牆工程技術規程、GBT 21086-2007 中國國家標準—建築幕牆、浙江省住房和城鄉建設廳建築幕牆安全技術要求……等、另外國內規範則有行政院公共工程委員會所發佈之相關施工規範(第09751章金屬構架花崗石牆面)等,其他將於後續研究中補充。</p> <p>二、有關歐美日石材運用方面,歐洲石材應用歷史非常久遠,因鮮少地震之緣故自古以石塊堆疊而成之疊砌型構造相當常見,而近現代因營造技術大幅提昇,新建建築物多已採較具效率之鋼筋混凝土結構(或鋼結構),而在外牆飾面上如要求石材高貴質感則會採用乾掛式工法施作,另外在歐盟如德國等溫帶國家,透過乾式施工之外掛石材飾面更可形成一道雙層外牆,大幅降低夏天外來熱得及冬天建築內部熱的流失。而在美國及日本,主要應用方式則是跟隨歐洲的石材應用風潮,將石材以乾式工法方式固定於主結構體上,以彰顯建築物之尊榮高貴意向。</p>
18	<p>聯合報大樓石材掉落事件主因為何?臺大醫院亦同。</p>	<p>聯合報大樓石材掉落之導致因素很多(如管理不當,允許廠商直接釘置空調室外機於石材上方……等)。若從石材安裝工法及施工面來談,本團隊認為其下方倒吊式固定件之錨固邊距不足(現場施作時應可判斷避免),而側向固定採用側面插梢方式於下方支承失效後易造成</p>

項次	審查委員意見	廠商回應
		滑動（設計時構工法的選擇不佳），最終導致石材掉落致災。
19	本案所做的施工規範成果，如何推廣應用？如何協助本所及本部做為業務亮點？	本案之具體產出為外牆石材之施工規範（草案），適用對象為一般新建採用石材外牆飾面之建築物。在後續推廣應用上，本案成果可以送請中央營建署參採推廣，希望能強化補充目前所制定之施工綱要規範內容細節；另外在民間建築技術應用推廣上，亦希望能藉由各地方政府的力量，落實到民間建築物的外牆安全品質確保相關制度上。目前臺北市及高雄市已紛紛制定有關新建建築物外牆飾面安全確保審查制度，未來新建建築物必須提出相關文件以供審查，建議本案研究成果可提供其參考納入該制度併行，亦可考量結合建築師及結構技師等公會進行推廣應用，以發揮實質效益。

附錄二 期中審查意見回應

委員	評選委員意見	廠商回應
葉教授榮晟	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議加強蒐集外牆飾面健檢相關理論及技術等資料，尋找施工規範關鍵因子。 2. 請確認中央及地方政府對於外牆飾面安全確保之政策，以及規範研擬之必須性。 3. 目前施工必要的文件在業界並無明確規定。本案初步架構第 6 章為「必要施工文件」，在實務上如何落實，以及各方權責如何釐定，宜仔細考量。 4. 施工規範的主體在於施工之工法、步驟、控制、檢查及確認，即對應於本案初步架構之第 5 章(外牆乾式工法施工)。而初步架構之第 2 章(材料)、第 3 章(結構設計材料)、第 4 章(石材加工)，均屬材料範疇，建議整合。 	<p>感謝委員建議</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究已於第三章第三節外牆石材施工失敗案例蒐集及問題分析增加外牆飾面健檢相關理論及技術等資料，以尋找施工規範關鍵因子。 2. 根據已開始執行臺北市新建建築物外牆飾材施工管理制度及即將執行的高雄市建築物外牆飾材施工檢驗及申報辦法規定，施工規範之研擬確有其必須性。 3. 已於期末報告第四章建築物外牆石材施工規範研擬之部分妥善制定相關規定。 4. 已於期末報告第四章建築物外牆石材施工規範研擬之部分妥善制定相關規定。
黃教授忠信	<ol style="list-style-type: none"> 1. 宜加強說明現有外牆石材施工規範之缺點或缺乏之處，以及所需增列之材料檢測或施工流程。 2. 宜說明外牆石材施工技術士之權責為何，以及其培訓或檢定流程。 	<p>感謝委員建議</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究已於第三章加強說明及第四章增列之材料檢測或施工流程。 2. 有關建立外牆石材施工技術士制度之建議，經會中討論發現所涉及之範圍較原提出之立意更為廣泛，已於後續研究進行細部考量及調整修改。
廖總經理文山	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案期中報告內容，多處文字有誤繕情形，如「整件」應為「整建」(第 67 頁)、「語彙」應為「與會」(第 68 頁)、 	<p>感謝委員建議</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 已改正。 2. 本研究已於報告書撰寫時將委員意見納入。

	<p>「明面」應為「裏面」(第 74 頁)、「不掉下下」應為「不掉下來」(第 75 頁)、「結過」應為「結構」(第 76 頁)、「次」應為「此」(第 81 頁)，請更正。</p> <p>2. 對於外牆石材安裝工程，建議建管單位審查竣工報告即可，至於勘驗部分則交由建築師及專任工程人員進行。</p> <p>3. 外牆石材濕式工法並非不可採用，建議於施工規範中對濕式工法設立施作限制，如：限制使用樓層高度、進行拉拔試驗、石材背黏貼部分是否使用金屬掛鈎等。</p> <p>4. 依實作經驗，石材經燒面處理後，強度下降(以花崗石為例，經燒面處理之石材強度為水沖面處理之 1/2)。建議於本規範內規定「外牆石材禁止燒面處理」。</p>	<p>3. 已於第四章建築物外牆石材施工規範研擬之部分將委員意見納入。</p> <p>4. 已於第四章建築物外牆石材施工規範研擬之部分將委員意見納入。</p>
<p>黃總務長乃明</p>	<p>1. 建立外牆石材施工規範確實有其必要性。</p> <p>2. 對於外牆石材施工失敗案例，宜多元化蒐集，俾以確定何種工法必須改善與加強規範。</p> <p>3. 建議將各國規範加入評比。如歐盟(DIN EN)資料未呈現於期中報告表 2-4 中，建請補充。</p> <p>4. 建請於石材之施工計畫或規範中，強調結構計算之重要性與必要性，並依不同工法予以明確規範。</p>	<p>感謝委員建議</p> <p>1. 感謝委員肯定</p> <p>2. 本研究已於第三章第三節外牆石材施工失敗案例蒐集增加失敗案例。</p> <p>3. 歐盟(DIN EN)實驗標準僅提供實驗的標準做法，其實際的標準需視各使用對象之不同而制定，故於檢驗規範中無實際的定量標準。</p> <p>4. 已於報告中強調結構計算之重要性與必要性，但因專業程度之關係，不同工法之結構計算明確規範暫時無法提供專業建議，建議留待後續相關研究進行。</p>

<p>臺北市建築管理工程處 鍾工程員大緯</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依據規範所施工安裝之石材，保固年限為何？多少年後需進行檢查？ 2. 結構計算書是否需計算至二次件及石材本身抗風壓及地震之能力，而非僅計算至一次件部位？ 	<p>感謝委員建議</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 石材安裝保固年限的建議年限因缺乏實際科學數據佐證及研究時間不足之因素，故本研究無法於此建議相關數據。 2. 根據專家訪談之業者建議，於製作結構計算書時是需要進行一次件、二次件、石材抗風壓及地震力之計算。
<p>中華民國全國建築師公會 李建築師金旺</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 執行建築物外牆石材工程時，本規範可提供業界做為明確依循，對建築師有相當助益。規範內容宜明確且可執行，勿流於模糊描述。 2. 由於石材安裝方式不同，其結構計算亦有不同。請研究單位注意。 	<p>感謝委員建議及指教，於第四章建築物外牆石材施工規範研擬之部分納入委員意見。</p>
<p>社團法人台灣房屋整建產業協會 葉理事長祥海</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 研究背景過於強調背擴孔式工法之需要，以及與插梢工法比對。至於石材、五金、工序與施工準備，以及檢查品質保證之問題與需求，陳述較少。 2. 期中報告所列之石材檢驗標準 ASTM 為主，其與 CNS 標準相同，但未見對應該 CNS 之編號列出。 3. 期中報告第3章第5節名稱為「建築物外牆石材施工規範初擬架構」，內容卻將失敗案例之缺失置於其中，似有不妥。 4. 有關規範初步架構，建議如下：結構計算宜列於第3章(結構設計)；又施工計畫、要領、施工圖、規範等，則納入第5章(工法施工)；並注 	<p>感謝委員建議</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究於報告書中增加石材、五金、工序與施工準備，以及檢查品質保證之問題與需求之陳述。 2. 已於報告書中增加。 3. 已於報告書中修正。 4. 已於第四章建築物外牆石材施工規範研擬之部分納入委員意見。 5. 已於後續建議中提出。 6. 已於後續建議中提出。

	<p>意針對收尾、角隅、倒掛等施工缺失多，宜予以規範。</p> <p>5. 施工中之自主檢查及施工中、後之監造、二級檢查，及完工後的驗收等等「品質管理監督」與試驗，可納入規範之後的專章。</p> <p>6. 對於既有建築物外牆石材之安全檢查、診斷，建議納入後期「研訂手冊」之課題研究。</p>	
<p>台灣物業管理學會 陳秘書婉玲（張常務理事智元書面意見）</p>	<p>1. 建議針對環境因子對於建築外牆石材之影響探討，並思考其對應於施工規範內容項目時，檢核環境影響因子是否為該項目之共伴或關聯導致因素，如有關聯時可能就要加以考量對應策略內容。</p> <p>2. 失敗因子除了石材材料自體劣化外，人為或非人為（例如自然環境）因素，例如設計不良、施工不當、維護不周、檢測不足、風/雨/酸/震/雪或二氧化碳等，是否可能影響此規範的操作模式或地區套用強度差異性，請補充說明。</p> <p>3. 本研究報告建議之技術士證照制度問題，是否能真正對應本計畫所提之施工規範且解決外牆安全性問題，建議宜再透過問卷或專家座談方式確認之。可能情境或許為既有現場施工師傅不願意也考不上技術士證書、流於形式的技術士證書由會考試的非施工人士提供、即便擁有技術士證的施工者也無法改變承商</p>	<p>感謝委員建議</p> <p>1. 此項之建議本研究於研擬施工規範時納入考量。</p> <p>2. 此項之建議本研究於研擬施工規範時納入考量。</p> <p>3. 本研究基於導致失敗案例之因素提出建議，建議後續研究可進行改善施工人員專業度之研究，以減少外牆石材施工失敗的機會，是否使用技術士證照制度尚待研議，且本研究因時間及人員限制之關係無法透過問卷或專家座談方式確認，故於後續研究建議中提出。</p> <p>4. 已於報告書中增加國外英文文獻。</p> <p>5. 使用操作上的實務技巧或相關法令微調的對應約制，於研究建議中提出較可行的策略建議。</p>

	<p>老闆對於錯選石材、搶進度、改工法等可能不當之決策。</p> <p>4. 國外英文文獻的引用稍嫌不足。</p> <p>5. 本計畫在規範本身即便完美呈現時，未來如何避免在營建業又是流於文件形式的架上書，請針對未來使用操作上的實務技巧或相關法令微調的對應約制，提出較可行的策略建議。</p>	
<p>陳組長建忠</p>	<p>1. 期中報告第 17 頁表 2-4 中，並未將歐盟(DIN EN)試驗標準列入。先前之專家座談會議便提及類似問題。其他章節亦請檢視後補充。</p> <p>2. 期中報告表 2-5 之「出版國家」欄位顯示為「臺灣」，請查明更正。</p>	<p>感謝委員建議</p> <p>1. 歐盟(DIN EN)實驗標準僅提供實驗的標準做法，其實際的標準需視各使用對象之不同而制定，故於檢驗規範中無實際的定量標準。其他需補充之內容已增加。</p> <p>2. 已進行修正。</p>
<p>鄭主任秘書元良</p>	<p>1. 關於國內外資料蒐集，請補充歐盟、美國之外牆石材施工規範，俾利後續研究時參考。</p> <p>2. 依照本研究所提之施工規範架構，其第 6.5 節初擬為「施工規範」實有不妥。關於本規範架構，請研究單位與專家學者討論後予以調整。</p> <p>3. 據瞭解，營建署預定將建築物外牆納入建築物公共檢查項目。建議蒐集並瞭解相關規定及書表內容，以做為參考。</p> <p>4. 關於本研究提出建立外牆石材施工技術士之建議 1 節，可參考營建署「營造業專業工程特定施工項目應置之技術士種類比率或人數標準</p>	<p>感謝委員建議</p> <p>1. 已於報告書第二章進行補充。</p> <p>2. 已與專家學者討論後進行調整，並於報告書第四章中呈現。</p> <p>3. 已於報告書撰寫時將委員意見納入。</p> <p>4. 有關建立外牆石材施工技術士制度之建議，已納入委員建議之參考作法，並再報告書中進行細部考量及調整修改。</p> <p>5. 民間所使用之工程自用規範之參考資料來源為施工經驗豐富之廠商意見，及相關歐美標準試驗規範規定集合而成。</p>

	<p>表」之做法，或將外牆石材工程納入營造業法之專業營造業中予以規範。</p> <p>5. 關於本研究蒐集之民間工程自用規範，其參考資料之來源為何？建請查明。</p>	
--	---	--

附錄三 期末審查意見回應

委員	評選委員意見	廠商回應
趙教授 文成	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議本案除探討失敗案例之外，亦探討成功案例，才能明確比較是何種因素造成失敗。 2. 石材安裝須迴避混凝土蜂窩處，但實際上有困難，請說明如何處理。 3. 是否有案例係因石材本身缺陷而造成失敗，而非安裝不當造成？施工失敗案例甚多，可否依嚴重性加以分類？ 4. 本案極具實務性，應向最基層之施工人員請益，方有意義。 5. 資料蒐集完整，建議做一比較，找出適合我國之規定。 6. 若無外牆施工計畫，如何進行施工？ 7. 關於鐵件安裝，如何確認其承載力？有關錨栓設計，可參考中國土木水利工程學會出版之「混凝土工程設計規範與解說」（土木401-100）。 8. 關於本規範之訂定，是否將未來維修之可行性納入考量？ 9. 若將 BIM 導入設計與施工計畫，應可降低其中許多問題（如石材開槽、安裝位置是否正確等）。 10. 報告中有用字不一致之情形，如「焊接」與「銲接」，建請查明其差異並予統一。 	<p>感謝委員建議</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 營造工程本應確實做好施工品質及安全之確保，在石材未發生掉落或劣化之前是無法判斷是否有失敗的可能。本研究認為從已經發生掉落或劣化之案例，明確發現實際的施工缺點，並規定後續的施工細節，或許能減少失敗案例的發生。 2. 本研究認為混凝土蜂窩現象應由結構體工程中施作灌漿的工班進行補救，但因石材工程與結構體工程承包商不同，若蜂窩現象反應後待其敲除重新修補至可植釘之強度，可能長達數週以上，將打亂現場施工順序，因此多被估息而採現場多次轉接至其他壁體處理，建議應建立標準作業程序並教導工班落實有效之結構補強作業。 3. 本研究調查到的失敗案例中並無石材本身缺陷造成失敗（國外有因石材種類選擇不當造成的失敗案例，如法國巴黎新凱旋門之石材工程即為其中一例），多為因石材版片的加工不當所導致的失敗。本研究所蒐集到的失敗案例皆為已發生的實際情形，也發生掉落，當這些施工缺陷出現而未加處理時後續即有掉落之虞，無法區分其嚴重性。

		<p>4. 感謝委員建議，因本案已屆結案之際，將納入後續相關研究建議並建請機關推動進行。</p> <p>5. 已於 3-1 節進行比較探討。</p> <p>6. 依據本研究所進行的實地調查經驗來看，目前多數民間建築工程甚少使用施工計畫，大多僅以施工圖面表示其施作依據，施工方法皆依施工師傅依其經驗按圖施作。</p> <p>7. 鐵件安裝中承载力之確認，需於經結構計算後得知各鐵件承载力，再比對該鐵件之出廠時之材料試驗證明，確認其合乎安全範圍；另有關錨栓設計方面之參考規範，感謝委員建議。</p> <p>8&9. 感謝委員建議，因本案已屆結案之際，將納入後續相關研究建議並建請機關推動進行。</p> <p>10. 已改正。</p>
<p>財團法人石材暨資源產業研究發展中心 王組長 蘊中</p>	<p>1. 本案施工規範未來是否法規化，成為業界遵循標準？內容應能與時俱進，納入新工法。</p> <p>2. 日後如舉行專家座談會，建議邀請施工單位、設計單位、材料供應商、相關公（協）會等進行意見交換與溝通，有利於本案整體考量。</p> <p>3. 建請探討「石材施工」走向專業分包之可行性。另建議未來可就石材專業施工人員技術守則，以及證照制度、品管制度等課題進行研究。</p>	<p>感謝委員建議，因本案已屆結案之際，將納入後續相關研究建議並建請機關推動進行。</p>
<p>陳科長 威成</p>	<p>1. 本研究成果有助提升國內外牆石材安裝之品質及管理，值得推廣。</p> <p>2. 本研究成果稱為「規範」，是否</p>	<p>感謝委員建議</p> <p>1. 感謝委員肯定。</p> <p>2. 目前本研究的名稱的確為「建築物外牆石材施工規範研</p>

	<p>界定為強制性？如有，在相關法令中應有授權。如僅為參考性質，未來可修正為「手冊」或「指南」之類名稱，避免造成與建築技術規則授權訂定之規範有所混淆。</p> <p>3. 對本規範內容建議：(1)第 2.2.1 節：宜列出 CNS 6300 之名稱。(2)第 2.1.6、2.1.7、2.1.8 節：以「不小於○○，也不大於○○」表示區間，似有不妥，建請以「○○～○○之間」表之。(3)第 2.2.3 節：提及混凝土結構設計規範第 1.3.8 節及第 1.3.9 節，毋須再加註「修正規定」字眼，並應敘明何種項目須符合上開 RC 規範之某項規定，以資明確。(4)建議增列完工之檢測或試安裝之檢測等相關規定。</p>	<p>擬」，後續研究名稱修正或規範制定，則以機關之指示進行。</p> <p>3. 已依委員建議進行修正。</p>
<p>鄭主任 錦榮</p>	<p>1. 建築物外牆石材施工規範，是否包含材料、施工、建築設計及結構設計的基本需求？</p> <p>2. 建請特別注意插梢的防蝕處理（特別是鹽害地區）。又防止加凡尼腐蝕效應發生，鐵件應避免與不鏽鋼插梢直接接觸（如：鐵件經過熱浸鍍鋅處理）。</p>	<p>感謝委員建議</p> <p>1. 是，本研究於擬定施工規範時已多方考慮，將基本必須遵守的施工注意事項制定進規範中，包含材料、施工、建築設計及結構設計的基本需求。</p> <p>2. 本研究已於報告書撰寫時將委員意見納入。由於無法避免鐵件直接與不鏽鋼插梢接觸，故於規範草案中規定鐵件與不鏽鋼插梢金屬材質之使用需一致。</p>
<p>葉教授 榮晟</p>	<p>1. 研究報告表格部分請再整理編排，盡量減少跨頁情況。</p> <p>2. 部分表格資料，建議置於附錄中，以重點結果陳述較佳。</p> <p>3. 施工規範內容目前列出三大主項，建議參考公共工程施工綱要規範之段落編排，並建議就相關</p>	<p>感謝委員建議</p> <p>1~5. 已修正反應於於定稿版報告書中。</p> <p>6. 根據本研究造訪多場石材外牆施工現場之經驗，每案的施作工班都各有其一套施工作業方式，如要引導其常態</p>

	<p>圖說列舉說明應有之格式與內容。</p> <p>4. 有關規範內容之檢測、試驗部分，宜細分並規範說明。如能將本案之檢核表納入施工品質管理標準表單，則更加完整。另有關於如何進行力學檢驗，建議納入考量。</p> <p>5. 規範研擬結果，補充以「草案」呈現為佳。</p> <p>6. 石材依其規格大小、排列方式，其施工方法或有不同。將石材施工進行分類，可引導業者執行常態化施工作業。</p>	<p>化，本研究認為暫無需求，且現場施工方法大同小異。施工品質如果要確保，主要的原因是施作工班是否有確實的施工，因失敗案例受失敗工法的影響較小，最大的原因還是在於是否確實地進行安裝。</p>
<p>張總經理繼文</p>	<p>相關調查研究非常完備，符合業界需求。</p>	<p>感謝委員肯定</p>
<p>中華民國全國建築師公會 蔡建築師仁毅</p>	<p>目前建築技術規則尚無授權訂定石材施工規範，建請考量本規範之法源依據，或先以操作手冊其他方式進行推廣。</p>	<p>感謝委員建議，將納入後續相關研究建議並建請機關推動進行。</p>
<p>社團法人台灣房屋整建產業協會 葉理事長祥海</p>	<p>1. 研究內容完整性尚佳，惟規範研擬部分需再強化。</p> <p>2. 規範中引用施工綱要規範「第 03456 章 花崗石帷幕牆」較多，但本研究報告第 2 章之國內外規範之分析探討，卻著力於「第 09751 章 金屬構架花崗石牆面」。</p> <p>3. 本案規範之「第 1.2.3 節 結構計算書」所列各系統組件（繫件、螺栓錨碇等）均對石材自重、風載、地震力作用，為整體性予以羅列；惟對安全係數之要求如何，未作規定要求。</p> <p>4. 「第 3.2 節 乾式工法」條文過</p>	<p>感謝委員建議</p> <p>1. 已於修正報告書中進行規範研擬部分之加強。</p> <p>2. 已於第二章補充「第 03456 章 花崗石帷幕牆」之內容。</p> <p>3. 已於第四章 1.2.3 結構計算書之部分補充錨碇螺栓結構之安全係數規定。</p> <p>4. 已將第四章 3.2 乾式工法之架構進行調整及補充說明。</p> <p>5. 已於附錄九之檢核表中增加建議事項。</p> <p>6. 已於第四章 1.1 適用範圍之說明補充外牆乾式石材工法</p>

	<p>多，建議於層次上分細項呈現，並示其工法作業層級順序。</p> <p>5. 施工品質、管理檢核甚為重要，檢核表尚未見於附錄中。另建請特別強化角隅、收邊處之檢查與照片記錄。</p> <p>6. 請於規範總則中敘明「乾式工法」及其意義，並說明「溼式工法」未列入規範之理由。</p>	<p>定義及溼式工法未列入規範之理由。</p>
<p>台灣物業管理學會 張常務理事智元</p>	<p>1. 對於石材安裝的結構計算要求，與為計算其結構力學所進行之現況調查項目與內容，可做成具體建議。在結構計算書之推動策略上，如何避免計算參數與現況落差過大，則宜多加思考。</p> <p>2. 建議可嘗試擇選在某一規模風險以上之外牆石材安裝個案為對象，提出其施工與維運風險評估計畫（設計階段）。</p> <p>3. 建議可選某一公有建築物先試行本規範（草案），藉以調整規範（草案）內容。</p>	<p>感謝委員建議，因本案已屆結案之際，將納入後續相關研究建議並建請機關推動進行。</p>
<p>陳組長 建忠</p>	<p>1. 本案今年後段之成果，有相當大幅的進步，但規範部分仍請充實。</p> <p>2. 關於研究案所擬之規範（草案）後續法制化事宜，宜就教主管官署，以瞭解其看法。</p> <p>3. 關於「結論與建議」章節，其構思未盡完整。另請提出至少3種未來可進行研究與本案獨立分離之提案單，格式洽本所人員。</p>	<p>感謝委員建議</p> <p>1. 規範研擬部分之充實，本研究已於報告書中進行。</p> <p>2. 根據本案期末審查會議之主席結論「本案宜屬參考性質。日後俟其他相關外牆飾材規範齊備且時機成熟，再討論其法制化可行性」，因此後續法制化事宜將列入後續研究建議，並遵照機關之指示進行。</p> <p>3. 遵照辦理。</p>
<p>鄭主任 秘書元良</p>	<p>1. 報告格式請照本部規定撰寫。報告書內部份資料，如會議照片等，可置於附錄。</p> <p>2. 為避免所提之結論與建議窒礙</p>	<p>感謝委員建議</p> <p>1. 已按照建議進行修改。</p> <p>2. 遵照辦理</p> <p>3. 第二章之文獻回顧已進行</p>

	<p>難行，或主、協辦機關有誤之情況，請與本所承辦人員討論，再行定案印製報告書。</p> <p>3. 請檢核歐盟(EN)相關檢驗規範是否納入本案文獻。</p> <p>4. 本案研擬之外牆石材施工規範(草案)，宜屬參考性質。日後俟其他相關外牆飾材規範齊備且時機成熟，再討論其法制化可行性。</p> <p>5. 請補充圖面，納入規範解說之中，以利閱讀。至於檢核表，亦請納入規範。</p>	<p>EN 與石材相關之檢驗規範重點整理，參考資料之文獻已作修正。</p> <p>4. 感謝委員建議</p> <p>5. 已於規範解說中新增可利於閱讀之圖表。</p>
--	---	---

附錄四 專家座談會會議紀錄(一)

座談會時間：106年6月20日(星期一)上午10時00分

座談會地點：內政部建築研究所簡報室

主 持 人：翁佳樑 教授，國立高雄第一科技大學營建工程系(計畫主持人)
陳建忠 組長，內政部建築研究所

出 席：

江安家 負責人，富華成股份有限公司
鍾大緯 工程員，臺北市都市發展局建築管理工程處
葉祥海 理事長，社團法人台灣房屋整建產業協會
黃朝信 建築師，臺北市建築師公會
洪肇隆 董事長，臺灣區石礦製品工業同業公會
王蘊中 組長，財團法人石材暨資源產業研究發展中心
張智元 常務理事，臺灣物業管理學會
徐振閔 技士，內政部營建署建築管理組
曹弘昌 工程員，高雄市工務局建築管理工程處
金輝耀 常務理事，臺北市石材商業同業公會
王晶琨 負責人，富華成股份有限公司
林芮霆 專員，臺灣區石礦製品工業同業公會

(按照發言順序排列)

列 席 者：厲妮妮 研究員，內政部建築研究所

紀 錄：林家儀，國立高雄第一科技大學營建工程系(研究助理)

會議紀錄

一、對於台北市新建建築物外牆飾材施工管理制度之提問

江安家 負責人：我覺得建築物乾掛式貼著飾面材外牆飾材施工計畫書及建築物乾掛式貼著飾面材外牆飾材竣工報告書，雖然文字撰寫不多，但是要求的內容涵蓋得很完整也非常的好，我個人看了也蠻驚豔的，不曉得目前的執行狀況如何，可否請台北市建管處的代表人員回覆？

鍾大緯 工程員：這項規定於105年7月開始執行。

江安家 負責人：現在是否有進行勘驗？

鍾大緯 工程員：我們只看竣工報告，勘驗的部分請建築師及專任工程人員進行，府方部分只看是否有檢附相關資料，以及簽證上面是否有工程人員、監造人員(建築師)及施工廠商(營造業者)的簽名(負責)。

江安家 負責人：建築物乾掛式貼著飾面材外牆飾材竣工報告書辦法第一條所列，是否都要檢附？是否強制執行？

鍾大緯 工程員：去年7月1日就開始執行

江安家 負責人：因為我們是業界的，目前台北市的工地大概有90%不曉得這個規定。

鍾大緯 工程員：不過他們在申請使照時就要補附報告。

葉祥海 理事長：那磁磚飾材需要檢附，帷幕牆的部分是否需要？

主持人：帷幕牆、乾式、濕式外牆都需要檢附。

江安家 負責人：檢附之報告如何判定合格？

鍾大緯 工程員：那部分就是要工程人員、監造人員(建築師)及施工廠商(營造業者)這三方簽證合格。

江安家 負責人：所以只是看是否有證明文件。

鍾大緯 工程員：是。

黃朝信 建築師：目前台北市建管處是做一個起步，相關內容由各公會一起參與，包含應涵括的內容，目前市府的部分只是針對有無的部分來進行，至於內容的部分我認為公部門應該建立建築履歷，把相關的資料納進來，包含施工的廠商，石材廠商、檢測的報告都要建立起來，這才是真正的落實。這件事造成建築師簽證的困擾，建築師希望這部分的簽證只是針對檢附的內容有無而確認F而不是對於檢驗結果的強度做負責。

江安家 負責人：據我所知大部分的廠商於需檢附資料當中，廠商型錄及廠商資料等，大部分是沒有的。

黃朝信 建築師：這部分的資料需要慢慢的建立。如果案例是由石材廠商承包的，那資料上只會附上石材廠商的資料而已，現階段資料只是這些，針對裏面的詳細資料及建築履歷，還沒建立起來，這是目前還不完的地方。

二、各位專家學者之建議

江安家 負責人

目前台灣執行的方向還算不錯，以歐規來講，在 EN1469 中已包括了各式各樣的施工方式，連中國大陸的也是，在施作石材外牆工程的主要目的。

(一)、各類石材用途可參考"Natural Stone Council"

第一個只要不掉下來就是最重要的，在剛剛看到的簡報中，在歐規裡面規定所有的石材上面都要註明是否可以用在外牆，不單是物理性質還有化學性質，大理石目前是不可用在外牆，外國有一個網站"Natural Stone Council"，上面註明每一種石材的石材可用用途。

(二)、建議台北市新建建築物外牆飾材施工管理制度執行實質審查

第二個部分，在簡報中的失敗案例裡銲接只銲兩點，在材料角度來講，是根本不能銲接，照片上腐蝕的地方都在銲接的周遭，那樣會產生電位差，且在不銹鋼及熱浸鍍鋅之間是不可以放在一起，而是要隔離，我很贊同建築師剛剛講的，是需要繼續執行下一個階段的實質審查。

(三)、建議建立整建部分之施工規範

第三個建議，在施工計畫書中的第三條寫得非常好，符合台灣的現況，在 ACI 355.2 就有一個標準，但是在業界幾乎沒有人了解，要如何進入實質的檢驗，不只有石材還有鐵件，全世界會使用角鋼的只有台灣。主結構要耐震 6 級以上，但是附掛物沒有設置標準，附掛物的危險性比結構物高出了幾百倍，但是沒有人去檢查安全，以及材料的耐久性，混凝土會老化也會也裂縫，混凝土也是有很多的規定，目前只針對新建的，整建的部分還沒起來。

(四)、建議台北市新建建築物外牆飾材施工管理制度建立施行細則

簡報中蒐集的資料非常齊全，在歐規裡面也是非常的齊全。個人希望全台灣都可以向台北市跟進，也希望台北市可以趕快制訂施行細則。對於石材結構的部分有許多結構技師亂簽證，結構技師只針對金屬繫件部分進行結構檢核，並無檢核石材部分(弱面部分)，最後結構技師只需要針對當初檢核的部分負責，其他部分就不需負責。石材強度的部分最大的外力就是颱風以及加工不良，所以施行細則是很重要。

洪肇隆 董事長

本身是石材加工廠商也承攬工程，以下是我的建議。

(一)、建立一個針對石材特性的教育及溝通管道

建築師會到石材廠進行廠驗，石材本身有七八公分的結晶，但是他要三公分的石頭，結晶部分厚度已超過石材厚度，是無法切割出建築師要的形狀與大小，但是建築師無法接受專業建議，依建築師的意見進行石材的加工，對石材已經造成了破壞，類似這樣的問題層出不窮，對於石材的特性等相關訊息取得不易，建築師要懂得也不算容易，但是否有一個管道來做教育及溝通，我覺得在這個規範的擬定中是有必要的，且需要詳細的註解。

(二)、建議一次鐵件使用型鋼而非摺板

簡報裡的幾個圖面，我發現了一個小問題，這問題我講了 20 年了，只有幾個建設公司聽得進去，不管任何的工法，一次鐵件需使用的是型鋼，而非摺板，型鋼可成承受的應力高出摺板 2.5 倍，無論是何種工法，這個小物件還是甚少人在意，轉角的厚度因為摺板經過擠壓會有變薄及摺劣，以一個工程的成本來說是非常微不足道的，但還是沒有人在意。

(三)、人員的施工證照制定明白

貴研究團隊所研擬的規範架構，以參考了那麼多的資料來說，是沒有什麼問題的，但我覺得最重要的問題是人的掌控，但以我在公會中推了 20 幾年的規範和證照，薄弱的人力是心有餘而力不足的，藉此機會透過建築研究所，把人員的施工證照制定明白。

以產業面來說，一個規範制定，就拿本身的經驗來說，以往要制定產品規格及容許誤差，同事就開始說不要制訂來綁自己手腳，既然要談規範，而且也參考了那麼多的規範，我個人認為是沒有問題，但建議把人的問題也加進去，可以簡單制定，人需要透過訓練，取得證照，才能來進行施工，以上是我的建議，謝謝。

(四)、重視結構安全上的規範

我再補充一下，我們公司做過許多國外的案子，因為台灣的石材使用厚度都是固定三公分，那次的案子要求石材厚度有 3.2 公分、5.1 公分及 7.6 公分，石材種類是印度紅，面積是一米六乘以一米八，可以裝滿一個箱子，業主要求做三個剖向的樣品進行測試，他們要求的厚度是經過結構計算得來的，這是他們的用心，至於色差的問題，他們不太介意，他們最重視的是結構安全的問題，在結構安全上的規範，或許是貴研究團隊需要重視的問題，謝謝。

黃朝信 建築師

建築師公會針對這個課題，有簡單開一個小會。

(一)、建議建立不只適用在公共工程，也可適用在私人工程的施工規範

我們建議原則上可架構在安全跟檢測之上，國內目前的相關規範，包含參考其他歐美日等國家的規範相當多，其實都針對施工規範的部分，且是搭配國家標準跟其他相關規範，這樣就沒有很完整的建立規範，可是我們可以參照，我們希望石材施工規範及檢測的規範裡面，不單單是指有合約的規範，而是公共安全的規範，所謂的公共安全的規範不只適用在公共工程，也可適用在私人工程，甚至是所有使用石材飾面的工程，其他國家的也沒有針對這點去做安全規範。

(二)、目前缺乏石材檢測標準

目前石材的檢測是缺乏的，例行性的定期檢測標準及災害後的事後檢測標準，也要有某個程度的架構。什麼樣的石材可以納入公共安全規範裡面的石材類組，分割有何限制？最好是透過新材料新技術的認證之後再納進，規範需要有某個程度的公信力，初步的建議大概是這樣。本身是石材加工廠商也承攬工程

以上是我的建議，謝謝。

王蘊中 組長

(一)、建議將"石材工程施工規範彙編"納入參考

第一個部分，研究團隊少蒐集了一個中心於2000年出版的規範，"石材工程施工規範彙編"，此本規範彙編的架構是由營建署公布的相關資料，我們把它摘錄下來，並透過各個石材公會及專家學者共同討論過，規範彙編裡面的內容大致都包含了簡報上所提的架構，但是做完之後就沒有下文了，因為公共工程說這是營建署的事，營建署又說是公共工程的事，最後兩方找來開會，結論是"施工規範是業界的事情"，業界就用自己業界的規範去做。

(二)、建議石材相關工程後續是走向一種專業承攬或專業分包的概念

不管是加工還是施工，希望後續走向是一種專業承攬或專業分包的概念，因為建築師不見得懂石材，在談及石材特性的部分少之又少，規範中的石材材料只佔了一頁兩面，其中一半是規範骨材及粒料的部分，不是建築用石材，其實這方面的資訊是較為薄弱。

(三)、相關經驗及建議

檢測的判定及判讀，是國內目前無法讓石材安全或石材施工正常化的因素，不管按照哪一種規範，都會產出一個值，只要檢測結果超出規定的值，就是認為安全，可以通過使用，低於規範值就不符合，規範的定義是建議在某個規格下的

某一個值，若檢驗的數值是偏低的，應該要調整檢驗樣品的厚度、尺寸及分割版片的大小，來符合規範要求的物理性質及化學性質。為什麼日本的規範資料如次缺乏，是因為日本的施工是非常封閉的，日本目前還是要求石材厚度三公分，面積部分皆採用 60X60 或 90X90，連背擴孔工法都看不到，因為日本施工方不接受。石材施工是否可以做到專業承攬及專業分包，人的部分如何培訓，是否有證照制度，此部分單只有石材中心是做不到，也不是僅靠各個公會就能成功的，此部分關係到的層面，已經跨部會了，畢竟我們中心是經濟部，此層面是屬於內政部，在關係上來說是有關的，以上。

陳建忠 組長

國外採正確施工做法，非以事後安全檢查來避免公共安全事件發生，應該是正確施工方法及事後安全檢查兩個都要做，但是國外的做法都是正確的嗎？綱要規範的品質跟公安要切分，營建署可以影響的只有代辦工程的部分，還有其他的規範還沒蒐集到，如公安、歐美的規範，研究團隊應該針對歐美規範的內容進行比對及抽取適合的部分來參考，還要考慮規範制定出來後的適用對象，是針對公共工程，還是任何工程都可以用？機制部分也要落實，以上意見。

江安家 負責人

再補充幾點。

(一)、日本目前使用背擴孔的建案漸增

日本目前使用背擴孔的建案也漸漸多起來了，大概七八年前是根本沒有，目前日本慢慢地開始出現，比較有名的是日本東急飯店，因為適用我們公司的系統，所以我很清楚，所有的資料都有，假如王組長需要，我可以寄給您做參考。

(二)、建議制訂適用於外牆飾材的石材特性規定

石材需要分類，以歐規來講外牆的石材就分成四類，實驗方式也不一樣，有集中載重及均佈載重試驗方式，美規的 ASTM 及台灣 CNS 都是採用均佈載重，跟石材強度及紋理都有關係，歐規是要求要跟紋理的不同做不一樣的實驗，以大理石來講是要做均佈載種試驗，花崗岩要用集中載重的方式來做試驗，因為石材特性不一樣，像結晶化石材是一種非常不穩定的材料，沒辦法檢驗也沒有標準，結晶化石材在中國不用在外牆，台灣卻用在外牆飾材，所以要趕快訂一個標準。

我個人建議第一步是台北市正在施行的"建築執造施工管理簽證"全國都可以使用，第二步是希望台北市政府趕緊制定施行細則，再跟營建署、建研所及研究團隊，逐條檢核外牆飾材的各項規定，衷心的期望趕快施行於全國，而不是僅

用於台北市的單行法規。

張智元 常務理事

以主題來看，研究內容是相符的，此研究案的議題很大，而今天探討的是施工規範，如果要完整的探討，不是一年的研究案就可以結束，而是要分好幾個子議題及分好幾年來執行，我想這是一個開始，先從施工規範開始檢討。前面先進所提之意見我也蠻認同的。研究內容限縮在哪裡就先把範圍內的完成。

(一)、建議依實質審查進行監造及簽證

回到工地來看這件事情，規範寫得再完整又如何？規範又有多少人會看，業界使用的施工計畫書及施工規範完全是很制式的，不考慮其他東西，真要考慮的話就要進行實質審查，當外牆石材達到一定規模或高度的時候，就要規定審查結構及施工方式，審定了之後現場的工程人員、監造人員(建築師)及施工廠商(營造業者)就要依結果去監造，這樣才是合理的。

(二)、外牆石材工程後續的檢驗及維護列入後續研究建議

怎麼思考結構技師要求的力以及建築師要求的美，材料的實驗方式是要談的，但不一定要在此案談出結果，可以用後續建議來進行，這個議題如此重要，那是否還有其他議題可以談，不管是主石材、五金繫件、支架及填縫材，他的允收量化標準是什麼？目前看到的規範都屬於質性的、概念性的，實際要制定規範是要量化的。如若用建築生命週期方式進行管理，以及後續的檢驗及維護，若可以探討的話建議在此案中進行，如果不行的話就可以把它列入後續研究建議，我是覺得這需要更多的基礎研究來支持。

(三)、建議另闢有關舊有建築石材外牆整建之規範研究

至於 RC 穩固性的問題，建議考慮舊有建築的部分，若回到議題上，此規範是否適合整建，是不是要一併考慮？還是要另闢一個新的研究，其實我們現在遇到的最大的問題還是整建的部分，因為在收拾之前施工不當所留下來的結果，而目前外牆石材掉最多的是濕式工法，而乾式工法所使用的繫件要壞也不是那麼容易，所以 RC 穩固性的問題、鋼筋是否鏽蝕、混凝土是否有崩落、錨碇螺栓的保護層是否足夠、這一大堆的施工問題在此可能無法討論那麼多。在地震方面的影響不是只有 RC 會出問題，還包含鎖件的鬆脫，而目前確實沒有檢查的方式跟基準。目前正在做智慧化建材的研究，磁磚外牆的掉落目前可以透過智慧化偵測，可以在磁磚未掉落之前，就可以得到特徵值，石材的部份最近已送出專利，我們也可以用智慧化的方式去預測石材的掉落。使用不當及維護檢視不當的避免，在建築生命週期中建議要考慮進去。

(四)、是否要進行工程保險及責任切分的問題

另外是否要進行工程保險及責任切分的問題，目前的想法都是將往後或許會出事的責任推給當初簽證的工程人員、監造人員(建築師)及施工廠商(營造業者)，都未想過賠償的問題及保險的問題。

(五)、石材帷幕牆是否為本研究的研究範圍

石材帷幕牆是否為本研究的研究範圍內，因為目前講的都不是石材帷幕牆，都是一般的乾式施工，如果不要討論到石材帷幕牆，那就把他切開。石材的大小、材質及規格不同的時候要對應的原則及基準其實是不一樣的，所以這樣回歸到傳統的施工廠商的專業，但是設計方卻沒有石材基本特性的概念，所以石材基本特性的量化基準是有必要的。至於室內牆面的石材使用是否可以與室外牆面所使用的石材特性一樣，整個規範是講外牆，那室內的部分是否有其他規範，還是研究範圍也可適用，或許研究中也可以提到。

(六)、規範執行率的問題

規範執行率的問題可能不只是規範制定的是否恰當，而是相關的其他法令是否支持，這部分也需要一併檢討，舉個例子，社會住宅的陽台，工作陽台小到管線已經塞不下去，更可怕的是瓦斯及熱水器亦放在陽台上，此部分就隱埋了通風不良的危機，住宅中也沒有一氧化碳的徵測器，所以建築師只要美觀，外觀格柵只要遮醜就好，一般陽台就不允許過去，這就能用建築技術規則來律定，其實這部分的法令是牽扯到另一個法來律定建築師，所以今天在談這個施工規範，施作方人員不採用也沒用，假若去修改營造業法第八條，將石材專業廠商也納入專業營造廠商中，在公共工程中，主要的建設項目為石材時，被選定為專業石材廠商之業者，那他的角色就是主承攬商，當他的利潤沒有被剝削，當他的施工可以發揮專業時，那廠商就有可能做得比現在還要好，這個部分就要去修改營造業法的第八條，所以不一定只看施工規範，因為一點約束力都沒有，應該要趁此次機會去呼籲周邊的主法，要好好正視這個問題，包含公寓大廈管理條例也要修，以後石材外牆的結構計算書需列入移交的資料之一。

最後還是希望可以多一些子題來探討，不管是今年的案子，或者是往後幾年裡的案子，都可以陸續進行，根據前輩們的建議事項，且不在此研究案的範圍內的，可以在後續建議提出，如果周邊的配套沒有做好，那規範制定的再完備，也是無用武之地的，這是以上的建議，謝謝。

徐振閔 技士

(一)、建議參考公共工程委員會的施工綱要規範

參考文獻的部分，施工綱要規範的源頭應該是公共工程委員會所訂的，依據各個機關在自己的公共工程的契約不同，營建署部分在建築工程組這邊自己制定的那兩個篇章，如果要參考的話，可有由最源頭的公共工程委員會的版本納入參考，如果網頁上有其他不同機關所制定的版本，建議研究團隊也可以納入參考。

(二)、營建署主要還是著重於事後檢查的部分

就外牆磁磚掉落的這件事情來說，營建署主要還是在於事後檢查的部分，如外牆年度檢查的部分、公寓大廈的部分，在目前法令的規定，外牆保固的責任是公寓大廈全體的所有權人的，那是否要進行保險則是公寓大廈本身的決定，不管是新建大樓還是舊有大樓，他的所有權人都要為他的外牆做負責，這是目前的狀況。

(三)、建議規範耐用年限的限定

在此研究中是否可以就耐久性的部分進行研究，目前的事後檢查的部分是有一定的規定，不管是年限還是樓層高度要做一個定期檢查，如果這個研究已有確定石材、材料、技術部分有一個耐用年限的限定的話，我們可以將其納入檢討，檢討其頻率的部分並進行改善。

(四)、105年營建署對全國建築管理機關發布"強化建築物施工管理作業原則"

新建的部分，以營建署的角度而言，在建管的流程中，我們可以用文件的方式達到安全的狀況，在105年營建署已對全國的建築管理機關發布"強化建築物施工管理作業原則"，裡面有部分內容是提到在使用執照的審核狀況下要檢附的文件，包含外牆施工計畫書，整個構件的拉拔狀況，及其他簽證的相關資料，但是因為這項作業原則是行政指導的方式執行，所以各個地方政府是否要定進他們的法規裡，就是看各個地方政府的狀況，以目前市面上並沒有完整確立的規範在，所以我們比較沒有一個以法律的方式去訂定，我覺得目前台北市及高雄市所執行的部分都可以參考。

(五)、建議外牆石材配件的部分是否也能規範相關文件做律定

以營建署的角度而言，希望此研究中最後可以使用的部分是，在使用執照階段如可想要知道這棟大樓的外牆是不是有達到一定的耐用程度，是不是可以用某種的檢驗方式發現，例如在正常的勘驗中，我們會要求檢附鋼筋混凝土或是鋼構材料的材質的報告書，在簽證的部分有建築師跟技師進行簽證，在外牆的石材配件的部分是否也有相關的材質文件做律定，如果有這樣的文件出來，在之後的建管推動的部分是比較有幫助的。

(六)、營造業法是否要訂定專業的營造業，需規範明確之前提下

至於整建的過程是不是需要有技術人員，或是營造業法是不是要訂定專業的營造業，這是一個比較長遠的狀況，在規範沒有確定的狀況下，營建署很難說這件事情要如何執行，目前已經知道正在進行外牆石材施工規範的研擬，如果這項研究出來的結果，不管是值的狀況，在律定範圍中屬於合理狀況，大家都能接受，再來探討技術人員是不是有辦法有類似的課程，使其人員擁有專業能力，或是到後面成立專門營造業來進行，我覺得這算是循序漸進的部分，所以還是要看整個施工規範的狀況，以上。

鍾大緯 工程員

(一)、石材結構的計算方式目前無特定規範

石材結構的計算方式目前好像沒有特別固定的，希望研究中是否可以把結構計算的方式及項目也訂進規範中，讓我們有所依循，目前結構技師提出來的報告中我們也不知道要怎麼算，他們隨便弄出一個報告，結構技師也只能依他簽證的部分負責。一次件固定的位置及方式建議納入規範中。

(二)、石材外牆於一定年限後規定其檢查的頻率

目前施工規範的適用對象是新建工程，規範當中是否有律定使用年限及耐久度的部分，在一定年限後，制定檢查的頻率，這個是我們建管後續要進行的管理，後續要制定第二階段時可參考。檢查的方式要如何執行。石材設計的時候是否可以要求預留檢修孔。以上報告。

曹弘昌 工程員

(一)、業界最大的問題就是規範的落實

現在施工規範是有的，但如何落實，與業界最大的問題就是規範的落實，是由誰落實，現場的施工人包含建商，在主結構體完成後，外牆飾材完成，然後拆完鷹架就要進行驗收，這段時間是非常短的，對他們來說時間就是金錢，所以當這個規範落實之後，建商他們可能就會感受到壓力。

(二)、建議規範要求現場技師需進行抽查及檢驗

目前使用勘驗來落實管理，在台北市整個勘驗作業中是很符合施工的流程，可是對於現場人員來說，技師首先發難，因技師及建築師並不常駐在工地，今天要我簽證這個文件，那簽證的內容又是什麼，只要簽證文件有無檢附就好，還是要確定是否依照規範落實，可是目前規範不明朗，要訂定怎麼樣的施工方式跟施工標準才是安全的，其實各界都有不同的意見，業界的問題是說，公部門要求我

們做到什麼樣的程度才有符合要求，這是他們最大的疑慮。如果可以考慮到現行法規的體制下，建築法、技師法，在要求相關人員簽證前，要依規範所制定的權責清楚劃分各角色所需負責的部分，例如現場技師要進行哪些抽查及檢驗，提供一個依循，而他們也建議應該要把工地主任及工地負責人也納入，因為他們才是工地的常駐人員，目前在建管這一塊是沒有把他們拉進來。

(三)、石材外牆結構計算內容不明確

現在濕式施工是有拉拔試驗，結構計算書的部分，技士僅針對主體結構的部分，要求結構技師針對外牆進行結構計算時，技師也只會針對錨栓進行計算，構件的部分及石材的部分就無法進行結構計算，當我們要求技師進行這部分的結構計算時，結構技師表示已經超出他的結構計算範圍。石材是否可在現場加工的部份是沒有限制，現場加工的施工方式及工具，建議規範中制定清楚，供施工人員有參考依循。以上建議，謝謝。

金輝耀 常務理事

因為研究內容牽扯太廣，在期限內很難做出完整的結果，在業界來講，這些事項是增加成本的地方，品質與成本本來就是相對的，我們要求的那麼高，可是實際上根本沒有這個成本讓你做這些東西，談起來也是蠻困難的，從早上聽到現在，真的是比我想像的困難太多了，以為只是簡單的規範，大家討論一下，好像都可以寫，所以要求是很高，我想所以在短期內大家有心的話是可以做到，如果可以的話就一步一步慢慢來，還是要做，但是水準有辦法提到那麼高嗎？我覺得是有困難的。謝謝。

江安家 負責人

檢修孔的部分，多少年檢修一次中國大陸有相關規範，不是中國全國的規範，是江蘇省及浙江省的施工規範，他們有單行的法規。那樓高多少以上要留有檢修孔，施工完畢後多久開始檢修，多少年檢修一次，我想這都是實際可行的。結構技師要負怎麼樣的責任，結構技師審查及計算的內容要包含哪些，一次鐵件、石材方面、混凝土方面的、二次鐵件……等，一條一條明確的制定，是其計算時有依據，這是我個人的建議。

葉祥海 理事長

在整棟建築的造價中，外牆所占的比例是很小的，但是現在要凸顯建築的價值，外表是很重要的，而目前外牆飾材使用石材是可以表現出極其高檔的感覺。

建議台北市勘驗作業的內容可以再加強，例如以後施工過程使用了哪些規範，要提出來，也希望本研究提出來的研究成果可如實落實，而不是僅供參考。

(一)、建議規範內容加強材料制定的部分

從草案架構來說，有些地方需要多加考量，架構中好像比較強調設計，設計規範的部分有混凝土的設計規範、有混凝土的施工規範，設計這個部分可能不需要強調太多，但是我們是否可以從材料的部分來制定，在石材的部份本身是要如何要求，五金鐵件的部分要如何要求，填縫材料要如何要求.....等，我想這個是基本上的材料要求，也可以制定設計強度要求。

(二)、架構中重複之內容請酌情刪減

在架構中有多項內容是重複的，如插梢孔、開槽孔.....等，在 4.3、4.4 都有提到，我覺得這個部分要整合一下，材料在規範裡面是可以分的很多，結構設計的部分可以留著，讓專業的來進行，如建研所有必要的話可以再訂一個設計規範，來進行時石材外牆及石材帷幕牆的設計。

(三)、石材外牆濕式工法的部分可建議規範施作限制

施工規範的施工範圍是不是包含濕式工法，研究裡面比較強調乾式工法的部分，濕式的部分建議可提供施作的限制高度、拉拔試驗、石材背黏貼的部分是否使用金屬掛勾。

(四)、建議研究團隊可制定自主檢查表

施工的部分看起來是可以的，但是建議把前面提到的一些建議也制定進去，不僅是列入施工的方式及施工的步驟，最重要的部分是施工的計畫，也可以把它列入。品質管理及驗收的部分要另外列，影響品質最重要的就是自主檢查，監造單位是否有去抽驗及現場督導，這個部分需要特別另訂一章品質檢驗及驗收管理，自主管理的查核表及驗收的查核表建議在規範裡訂出來，我發現實際工地使用的自主檢查表真是五花八門，沒有固定的內容，建議研究團隊是否可以把這部分納進去，及監造要查驗哪些項目，這個也可以納入。

建研所若可以，建議可進行石材安裝的定期檢查的技術手冊。建議研究團隊可以參考石材中心於 2000 所彙編的規範資料，以及日本的相關規範，因為日本與台灣同處在地震帶上。建議後續可以將檢查及驗收的方法詳細列出，讓後續的施工品質可以提升，我想這就是次研究的最終目的。謝謝。

主持人

感謝各位先進給予許多寶貴意見，後續將統整所有的意見，在期中報告中依各位先進的意見進行研究調整，最後非常感謝各位，座談會到此結束，謝謝各位。

附錄五 專家座談會會議紀錄(二)

座談會時間：106年9月29日(星期五)上午10時00分

座談會地點：內政部建築研究所簡報室

主 持 人：翁佳樑 教授，國立高雄第一科技大學營建工程系(計畫主持人)
陳建忠 組長，內政部建築研究所

出 席：

謝宗義 常務理事，臺灣物業管理學會
余韋平 常務理事，臺北市石材商業同業公會
金輝耀 常務理事，臺北市石材商業同業公會
李清芳 課長，高雄市工務局建築管理工程處
江安家 負責人，富華成股份有限公司
李德榮 建築師，臺北市建築師公會
周祖祥 常務理事，臺北市石材商業同業公會
張延泰 常務理事，臺北市石材商業同業公會
洪肇隆 董事長，臺灣區石礦製品工業同業公會
徐振閔 技士，內政部營建署建築管理組
葉祥海 理事長，社團法人台灣房屋整建產業協會
王蘊中 組長，財團法人石材暨資源產業研究發展中心
劉水淵 委員，臺北市石材商業同業公會
陳威龍 委員，臺北市石材商業同業公會
劉義楨 委員，臺北市石材商業同業公會

(按照發言順序排列)

列 席 者：厲妮妮 研究員，內政部建築研究所

紀 錄：林家儀，國立高雄第一科技大學營建工程系(研究助理)

會議紀錄

謝宗義 理事：

現場的檢驗，如何去檢驗，包括錨栓、拉拔強度，或者要檢驗的數據，包括他的頻率，可以在研究中做一個補充；一些文書作業、結構計算，我想都是很重要，但是實際上現場施作到底有沒有達到這個標準，我想是比較重要的一點，我大概提出這樣一個建議，謝謝。

余韋平 常務理事：

第一點，有關於第 13 頁 2.1-9 有關於石材背擴孔開孔規定，有一項是背擴孔之間距不宜大於 800mm，我認為這種模糊不清的字眼有點疑惑，而且我認為這種背擴孔間距應該經過結構計算，不應該設定在一個間距之內，我認為不太合適、不太妥當啦，這是我的看法。

第二點，就是 2.2-3 的那個剛剛提到的錨碇螺栓的第四項，有關於混凝土開裂部分跟非開裂的部分，其實台北市已經實行大概一年了，但是我一直找不到很正確的指示，這個建築物什麼區域開裂什麼區域非開裂，台北市有在執行但執行的非常不確實，找不到人跟我說明區域開裂跟非開裂，所以我不知道怎樣去操作它，你明白我的意思麻？好，謝謝各位。

金輝耀 常務理事：

建議的規範裡面，石材公會現在裡面也有一個蠻重要的觀念就是四點固定，任何一片石頭都至少需要四個點固定，台北市石材工會也有幫忙去看一些失敗的案例，其實大概 10 年以前很少使用，尤其是那種小於 10cm 的小料及倒吊，它就是剛才看到的只有兩點固定，左右兩支撐住，如果今天有四點固定的話，那這個很重要。我個人覺得，就是一片石頭至少有四個點去把它抓住，不管是支撐，一般傳統工法就是兩片兩點在石頭的下方支撐石頭的重量，另外兩片兩點是把它抓住，拉住它，那總共至少也有四個點，我個人認為這個是蠻重要的，就是一片石頭你不能只有兩個地方固定住，兩個地方會旋轉，甚至三個地方也不穩定，至少要四點固定，我個人建議是可以把這個加在裡面。

李清芳 課長：

聽老師這邊說明一些規範，當然以市府角度來看，這些當然都是可能爾後由建築師或結構技師來簽證，那剛剛那個計算方法你們只有考慮到外力，就是那個地震力跟風力，那這邊有沒有考慮到廣告招牌？因為我們現在經常遇到驗收完

畢後，建商為了賣房子或賣出去後，都會有人裝設廣告招牌，那額外加重得一些力量是否要考慮進去？目前本府也積極推動加強外牆自治條例，也委託老師這邊進行自治條例的建議，以後的繫件檢驗值或抽驗的話可能要訂明確一點，要依據哪個規範，這樣的話不管是建築師或結構技師，爾後他們可能面臨到這是要簽證的，那以後出問題是不是住戶跟建商都會找他？另外就是說營建署往後會推動外牆公安申報，這個也是以後建築師或結構技師要去簽證的部分，如果前面做得好後面簽證的人會比較安心，以上報告。

江安家 負責人：

回應剛剛余副總講的，石材背擴孔一般我們實驗幾萬次，它的邊距不得小於 5 公分，孔距的話不得小於孔深的 8 倍，大沒有限制，因為大跟風壓自重有關，但小有限制，小的力量之間單設不得小於孔深度的 8 倍，比如孔的深度是 15mm，不得小於 12cm，這是 fischer 經過幾萬次測試以後提出的。

第二點關於四點固定這也是非常好的，因為一個點是固定，兩個點成一條線是軸會翻轉，三個點是成一個面，基本上一個面比較不會動但是面積會有限制，通常我們限定在 60X60 以下，三個點，以上我們都是建議要用四個點，當然這是要另外經過結構計算來決定，當然放在 101 頂樓跟放在別地方的一樓住況完全不一樣。

另外有關外牆附掛物的固定，規範裡提到，基本上外牆附掛物是不可以用在石材上，一定是附掛在結構體上，因此有關附掛物的固定式有另外一個章節，是有關附掛物怎樣的規定，抽樣的部分怎麼抽樣，有一個英國很奇怪的協會，工地現場錨固協會，我們也是參考它的資料，它的資料跟德國的不太一樣，它抽樣百分比是 2.5%，2.5% 非常高，想想如果 1 萬個那 2.5% 是多少，是非常非常多的。在台灣碰到建築師或顧問公司的要求，一層樓只要有一個破壞，不管是石材的破壞還是混凝土的破壞，只要做到破壞值為止，然後有 2.5% 的設計值得 1.5 倍或者是 2 倍，有的地方會要求的更高一些。

另外我可以提出我個人的想法，外牆用石材或大的東西，假如有保險的話，保險公司就會願意去執行，就像工廠如果沒有保險就沒辦法運作，太貴了，我們台灣最有名的兩座工廠失火，每一次保險公司都是賠了一百多億台幣，半導體的每一樣東西都必須受到保險公司的認證，石材也一樣，例如 AB 膠認證一百年，如果掉下來，保險公司賠。讓台灣的材料有經過認證，人員有經過訓練，那做出來品質就會好，這在別的國家特別有一些材料他需要外牆的保險，這樣子以避免

說石材掉下來了砸死人了，管委會法律上出問題，保險公司會評估你用的材料跟你收保險費，他能夠每年的定期的去檢測。

很多人都用折板作為角鋼，全世界只有台灣在用折板，應該要用型鋼，折板力量不到型鋼的一半，而且折板強度沒有數據但型鋼就有數據，製造商做出來的就有數據，這就是一個認證，但折板就沒有標準。任何材料如果有一個標準，有一個認證，品質才能提升。

余韋平 常務理事：

我的意思是，這個是 Fischer 公司的建議，一個公司的建議不適合寫進國家的規範裡面，要不然就把他寫的很明確，儘量不要採用不宜...等一些字眼。

李德榮 建築師：

我是台北建築師公會的代表，以前的案例尤其是日系的營造廠，對倒吊石材它們其實會有特別的要求，建議在規範上這個部分要不要再特別加強一下，因為那考慮的重點會不一樣。第二點，剛剛提的因為造型的關係，確實有一些支撐的長度，那只有兩種方式，一種就是你的結構體變形去做配合，那如果你結構體不變形的話，那我們必須用鋼架去做支撐出來。那我還滿建議說，假設因為造型的問題一定會產生的，所以產生鋼架的時候難免會有一些銲接的作業，這些銲接通常在業界會做一些現場的檢驗，那檢驗的頻率與方式，是不是可以考慮，因為這也是實際上也會碰到的問題。第三個建議是因為鐵件鏽蝕的問題有時候是電位差產生的問題，如果們都是靠鍍鋅去做防鏽的話其實耐久性都是滿受到質疑的。

周祖祥 委員：

如果以後我們結構計算、施工計畫施工圖這些規範訂定出來，我想剛剛放的那些照片情形會減少。但是我看這裡面我發現缺少材料送樣的檢測，比如說我的石材要通過 ASTM 的測試，金屬構件都要經過材料的檢測測試，裡面要加一個所有的提送樣品或者是以後施工中的材料必須要有一個送審檢測的一個時間。

江安家 負責人：

在金屬的耐腐蝕性中分為 A4、A3、A5、A5、A4、A3、A2 都有。只要符合我們常講 A4 不是 SUS 316，A4 是防腐的等級。這個任何材料能夠達到這個防腐的等級，可以達到這個 A4 的等級，或是 A2 的等級，或是 A1 的等級，好譬如說，SUS 316 可以達到 A4 的等級，然後電鍍鋅的他只能達到 A1 的等級，他

是屬於等級的分類而不是材料的分類。那每一個等級有很多很多的材料，那至於那個在帷幕牆裡面有很清楚屬於電位差的圖示的話，一定要不同的材料一定要隔絕掉，那這方面也有很多的研究，什麼材料跟什麼材料之間會產生多少電位差，多少年限這個都有，所以主要是在講腐蝕的等級。簡單的描述就是說主要是分為兩個等級 A2 跟 A4，就是說你肉眼看的到，也可以更換及辨別，就可以到 A2 的等級，在室外假如肉眼看不到又無法辨別，更換起來非常非常的困難或要付出很大的代價，他要求 A4 的等級，這在歐規是這樣寫，台灣比較沒有這樣的規定。

張延泰 委員：

有一點要補充，背孔邊的間距我認為這個部分要跟結構技師討論後才把那個所有的距離定進去，因為我們現場執行的時候，常常發現建築師或是業主他會設計很多的造型，那造型有很多的小料，他可能 10 公分，那以我們剛剛的討論裡面，他的破壞不能超過 5 公分，所以倒吊這個不能用背孔邊，這個可能就必須要用傳統的插梢，或者是其他的工法搭配下去使用，譬如說那個設計不能用 10 公分需要 20 公分，背孔邊一進去他才不會小於 5 公分或 6 公分，所以間距這個部分要列在這裡我覺得可能要很小心。那這個另外我認為這個材料的認證，營造公司或建設公司在台北來講，他很要求，但是他不會很重視的那所謂的哪一個牌子的，他是有什麼認證的，通過什麼認證的，他要的是現場實驗室的檢測報告，他會參考這個認證，然後每一樣的東西都要...譬如說我們常去的是 SGS 去檢測所有的抗彎、抗拉、吸水率...等等，背孔有一些螺絲的拉拔測試，所以我認為說可能實際檢測是最重要的，認證可能可以參考，這樣，謝謝。

江安家 負責人：

關於開裂混凝土，這就是張力區的混凝土，在張力區就是會開裂，在壓力區就是比較不會開裂，這是根據 ACI 318 的定義，那 ACI 318 的定義另外一個就是說以台灣來講，他在地震區的他的定義就是全區就是不會開裂，那以實務來講，因為有鋼筋還有其他的因素，一般以實務來講有樑、柱，我個人都認為他都不應該有開裂的現象，那板跟牆因為鋼筋、配筋、混凝土...等各方面的強度，還有他受力的方向，在開裂定義上面是這樣。ACI 318 的規定是地震帶，特別像是日本、台灣還有加州，環太平洋火山地震帶還有土耳其這種地方，他是全部都一律要使用適用開裂混凝土的錨碇螺栓，但他也有分等級，一種是開裂，一種是開裂到 0.5mm，一種是開裂到 0.8mm，目前世界上最大的一個到 0.8mm，台灣至於要用到哪一個等級書上沒有的，標準上也是沒有的，要依據各國的法規，謝謝。

余韋平 常務理事：

謝謝，我的問題是誰可以確定這件事情，如果照你所說，所有台灣的建築物都必須要使用這個開裂混凝土錨栓，我也同意，但是我覺得要定義清楚，寫得模糊不清不知道要怎麼執行。

江安家 負責人：

您說的對，因為這個在台灣這個沒有人去定義，我剛剛講的 ACI 美國混凝土協會的定義而不是台灣的定義。

洪肇隆 董事長：

主席我想占用一點時間，型鋼跟折板的應力，因為大概 20 年前就測試過了，應力是 2.5 倍，L 50 乘 50 乘 5 的一個鐵件，折板經過壓力測試 25 公斤開始變形，60 公斤變形到超過 6mm，折到 6mm，那是在正常的折板情塊之下，如果有裂的話可能會更差一點，型鋼在 60 公斤開始變形，150 公斤的時候變形到 6mm，算起來是一個 2.5 倍的應力差，這是第一點。

第二點，這規範的一些內容我想在座每一位先進，大概都有 20-30 年以上的經驗，我想一些所有的細節，如果說教授你這邊願意的話，確實我會覺得詳細的東西弄出來，讓每一個在場的每一個專家，每一個先進他們都看到這個內容，我希望都能夠就這裡的內容來貼出建議跟細項。

我今天想問的一個問題就說，我們這是一個研究案嗎？是一個多久的研究案？那現在是剛開始還是已經快結束了？這個研究室是要訂出一本所謂的規範嗎？這個規範是可以在整個業界通行的嗎？還是只是一個研究而已，政府認不認這個東西？業界能不能接受這個東西，有沒有一個…設定一個目標？我想請教這幾個問題。

主持人：

謝謝，跟各位先進報告一下我們這是一個研究案，這個研究案的期間是 1 年，目前是已經到尾聲了，所以我們把這些規範草案把他訂出來之後當然經過各位專家學者一些建議之後做一些修正，他會有一個研究成果，至於說這個研究成果我們當然希望說可以被業界借來參考，但是這個我們只能說是受委託做的了一個成果，我們希望說可以有很多人來參考，我們不是制定一個法規，我們沒有這麼厲害，是做一個參考的類似手冊，那這個部份如果說未來台北市政府或高雄市政府在執行相關業務時，或許能提出是參考本研究的制定內容。

洪肇隆 董事長：

在座有研究所及內政部的長官，有沒可能爭取在一年或兩年讓這東西成為真正的規範，因為這東西基本上是談了二三十年了，但一直沒有做出來，也發生了許多工安意外，我想這氣氛已經形成了，有沒有可能一鼓作氣把它完成，不管是在一年還是兩年，我想這東西是需要的，因為在拖下去是很負面的，長官有沒有什麼持續進行研究案，最後做個成果出來？

江安家 負責人：

我個人是滿贊同的，因為一定要有個規範，讓業界有個遵循，這是一個最低標準能夠促進整個環境的安全，很多人講錢錢錢，但當規範出來時，自然會去遵守，編列預算時自然會把它放進去，然後這經費就會有，就好像一例一休，大家自然得去遵守，不管它是好還是不好

厲妮妮 研究員：

有關這個外牆石材施工規範部分，只在今年執行，大概從一月份到十二月份，就如主持人所說，研究已經接近尾聲，其實翁老師這邊收集很多，至於後續的部分，先看這次所提的條文，先看看大家反應怎樣，因為有些業界的先進就支持這個規範是必要的，那我們再檢討看看到年底時，這個施工規範內容的部分，大家都認同的話，看是不是能送請營建署供參考，是不是做一個公布的事情，或者是可以提供到工程會那邊，看到是不是能納到一些相關規範，後續大概是這個樣子至於後續的研究則要看看這個案子是否有成果，我們才好做後續的研究。

徐振閔 技士

我針對這條文內容提一些建議，首先是它內容的部分，在說明的部分引用了公共工程委員會的施工綱要規範，其他法規的部分，在做研討時工程會那邊其實會建議說因為那施工規範是屬於一個參考的部分，不管是使用的單位或是其他相關單位，仍然可以依據自己的意見去做修改，所以如果說明部分是引用的話，是否要再與公共工程委員會做個確認，這樣是否恰當，還是在文獻回顧的部分就好，至於內容的部分當然你們還是可以參考公共工程委員會去寫，後面有講到台北市建築物乾掛式竣工報告書，可能也跟他們確認一下

第二個是各位先進也有提到，就是在主文的部分例如像是不應小於或是不宜這樣的字眼，規範最終通過成為正式的公文規範使用的時候，這樣的字眼會讓使用者不知如何去操作，或者如果是建議文字，那我們是建議列在說明的部分讓他們知道說其他的規範有寫，用在這樣的範圍是比較恰當的，那讓使用者可以選

擇是不是要超過這個狀況去使用，或者說有足夠的數據去顯示說只有在這個範圍可以使用，那就可以列出比較精確的文字，至於說這個規範最後能不能成為比較正式的法規，建研所研究到一定的程度後，會提供給相關單位，我們還是會招開相關的法制作業，詢問各位先進或業者意見，當大家都同意時，會走相關的法律進行公布，那這個可能要等整個研究結果，才有辦法確定。

葉祥海 理事長：

整個來看這個內容跟謝理事長講的一樣，我是覺得這個驗收還是要擺進去，因為台北市政府現在你要做外牆施工不管是什麼都要送一個查驗的報告，我覺得這個很重要，上次提到那個自主檢查可能也要弄進來，那自主檢查是什麼這個規範上都可以要求，不是說他在自主檢查上是依據施工廠商，那在監造設計上面它也有查驗，那查驗的到底是什麼東西，這東西如果清楚交代，那以後施工人員、包商都會更在意施工方法、步驟、品質管控會不會真的做得很好，所以這個可能很重要，所以我在一次強調這方面的事情，特別是帷幕牆，因為現在很多外牆都用石材，哪個建築用的石材比較高檔那可能價錢就比較高，所以這個 CPI 相對提升，所以這個對營造業來講，那它在圍幕牆上就有專業的營造業，那假如不是用一般綜合營造業，施工上品質或是承包廠商發包出去為了降本求利，找一些經驗不夠的來做它可能會產生一些問題，所以我是覺得看在施工或是是哪一部分，規定或者是說在說明上講清楚，因為專業營照以帷幕牆來講現在有三個特別要求，它的專任工程人員要經過三十小時以上培訓，已經是技師或建築師才來講習，這三個專業營造就是帷幕牆、防水還有園藝，防水跟園藝當然對於很多土木或是建築的土木技師、結構技師或是對於建築師來講他們是很外行的，外牆這一部份呢，大概大家也許可以瞎子摸象，也不是瞎子，睜著眼睛摸象啦，但是它影響公共安全太大了，這個專業營造的這個強調我是覺得有必要考慮。

另外這整個規範，依後面這些內容來看，我覺得說明這部分是不是盡量能夠寫為什麼要做上面那些框框裡面這些規定，強調那些內容或是說不這樣規定會產生什麼問題，也就是現在的問題是怎麼樣，做這樣子的說明可能更好一點，但是呢有許多說明是說依照什麼東西，依照公共工程綱要規範第幾個來定的，那只要依據的話我覺得這個那就不用定了，那就抄下來就好了，那你那個寫依據也不要寫了，抱歉，我講得很苛薄，我覺得這個是彙整的時候可能說明上要有這方面的說明，可能是參照或是說依照什麼東西，這可能就不一樣了。

在條文裡面，有的也是列入這個比如說，也是會列入一些那個規範的性質，比如說剛才講的那個錨碇螺栓的部分寫到混凝土結構設計規範第幾條規定，我記

得這個是不是直接可以把內容重點摘出來，要不然引用這個規範的人，引用我們這個研究案規範的人他要去找 ACI 的東西，那不是等於有看是等於更複雜，另外頂多把這些引用的規範，你可以引用至哪裡，在說明上交代，甚至後面還有 ACI355.2 這部分，可能這個都要寫，但是內容上我是覺得，不然混凝土是受張力面或是受壓力面，像那個聯合報那個失敗的情況來看，它是把那個錨碇螺栓固定在保護層這個外面，那個深度一點釘到壓力面就是鋼筋裡面那一層的話可能會更好一點，但是有時候這種釘法可能就會傷到鋼筋或怎麼樣，所以大家只要有釘就好了，所以呢真正承受向外的拉力張力的話，那個錨栓往往都是失敗的，這個是剛才提到的事情。另外那個條文裡面引用 ASTM 與 CNS 的部分，它有寫到 CNS 是什麼編號它是吸水率等等的試驗，但是呢，相對於 211 來講它就沒有，這個是不是可以列出來，把那個參考的表格也列出來，也許對很多引用規範的人來講它會比較方便，他會知道到底用對了什麼。

另外在文字上剛才營建署代表也提過了，大於或是宜、不宜，這個東西在法規上是尤其是規範上，他是一種不確定的東西，所以盡量不要用在條文裡面，剛才講過但是裡面還有一些文字上可能要斟酌，比如說石材的厚度應該大於 3 公分或經過什麼...，可能變成要但書規定，我們習慣寫但、或，也就是說他是例外的，你寫或的話變成他二選一，結構技師或者是結構計算，他會覺得有結構計算那這樣就可以了，然後這部分是需要這樣要求，我是覺得他是等於例外的，要變成但的話就成為例外，所以在條文上我是建議，參考的部分盡量參考哪一個部分的内容盡量把他寫出來，但不是寫依據，依據的話變成是我們這研究案好像是辦公文一樣啊，唯命是從人家說什麼我們就說是是是，認為好的就抄進來，因為在金屬支撐架這裡看用鍍鋅的，這熱浸鍍鋅的鋼材可能有厚有薄之分，有時候呢我看很多案子是生鏽掉了，他可能是因為栓了螺栓之間磨損了他的熱浸鍍鋅的這個防鏽性能，結果這個是支撐架，支撐架是整個系統，他是等於力的傳導系統，或是力的接受系統，假如生鏽的話，框架就壞了，框架壞了可能整個牆面也就壞了，假如是同一個牆面壞了，可能不只一個板壞，可能好幾個板壞，所以熱浸鍍鋅這個部分可能要，是不是就不要，要的話是不是應該要有一個比較特殊明確的要求，要做到什麼地步。

還有一個是需要強調的，剛才建築師公會提到的，倒吊的部分，角隅收邊的部分，最後那一塊對整個帷幕牆失敗的案例來講是最嚴重的，那當然廣告招牌的話，可能我們在規範裡面說明就是說，廣告招牌禁止設置，這個要講清楚，或是預留他的支撐構架，要不然這整個來講以後失敗的案例還是會發生，特別是剛

剛講的倒掛、倒吊周邊的部分；最後一塊那一部份，或是造型特別花俏的部分，這個是要特別注意的，特別要規範的地方，在設計施工方面要做一些特別要求的地方，我發現現在國內建築物做得很虛，很多建築物你看到的這個混凝土或是鋼構的柱子，並不是在我們現在看到的外牆飾面材的，我們看起來是柱子裡面都是假柱，有必要做到這樣子嗎？這當然是外牆飾面拉，大家覺得說建築物好像有很多柱子好像很安全，實際上建築物那些柱子是空的虛的，我是覺得在設計上也好，在施工品質上也好，應該避免，因為做了那些假的柱子建築物就有折面，折面又增加了建築物的載重又增加了他的問題點，所以我是覺得這部分有沒有辦法在這規範裡面做一個要求，不需要做到這種太多的假柱，這不是浪費材料嗎？本來一個面界可以完成，弄多了變三個面，而且那麼一個框架在那邊，我覺得真的是玩過頭了，要就做混凝土柱，做上去的話這個柱子再做飾面，可以接受，因為最早整個吊掛結構系統都比較完整，那假柱凸出來這麼多，你做一個支撐架，一個框架，以我在結果或是土木上的修養來看那個都是不安全的，地震來是容易垮的。

李德榮 建築師：

我想從建築師的角度來說明一下，做假柱有的時候是因為外牆這樣的關係，那性能耗能，那我必須做一些那個就是垂直水平外這樣，這沒辦法，我又不能全部都帷幕牆，那我綠建築又不能算不過，這其中一個，那第二個是這些假柱裡面有時候他有配管的需求，你知道嗎，他可以當成一個外牆的管道間，以後日後好維修，所以他當然會牽涉到很多美學的關係，可是他不是只是好看這個問題，我把它做一個澄清，有時候我法規上面我就是需要去做出很多尤其是西向，我就是需要去做出很多垂直這樣，做垂直這樣那方式很多，做一些假住、做一些比例上的調整，有時候是需要的，只是說從建築設計的角度他其實就是會產生這些問題，對，你認為不需要，可是法規上你的綠建築外牆節能它就是需要，你不用假柱做你還是要用別的方式做，然後你做石材的時候我還可以看是不是要掛，搞不好比較安全，假設我這個去做混凝土漿、做一些磁磚，那搞不好更不安全。

另外一個就是有提到建議結構計算書，那這個到底是應該由誰來簽證，我這裡建議，今天有很多石材公會、或是施工廠商，我覺得最基本的文件施工計畫、結構計算書，他們在施工廠商提出來的時候，他們就應該要經過結構技師的簽證，那份文件沒有，你說叫後面的結構技師或建築師去檢核，那根本就不可能，那只是為了要請使照就硬簽安全無虞這樣子而已，所以這個源頭必須是施工廠商，當初提出來的文件他們就必須經過他們自己找的結構技師先做一次簽證，那這個在實務上會變怎樣，他做了一次簽證以後他會轉到營造廠的主任技師，營造廠主任

技師它會做一個 Double check，再來才會轉到監造人做第三次的確認，因為監造人責任本來就很大，這樣子的簽證才有意義，要不然結構計算書剛開始出來沒有人在管，後來又跳到監造人，那其實很多都表面文章，而且只有從施工源頭就要去做好很好的管理，還有施工計畫書這樣加重這些專業營造廠商的責任，整個源頭、整個品質他才會提升，這是我的建議。

王蘊中 組長

講到結構計算書，我要提一下我自己個人的觀點跟想法，也許對也許不對，但是大家可以參考一下。比如說剛剛建築師講的沒有錯，因為施工業者初始時就是提結構計算是必要的，那再送到二級三級一直到最終的使照，那個是對的沒有錯，但是回過頭來我們要確認一件事情，這個結構計算到底是針對石材做結構計算、還是針對石材的繫件做結構計算，還是針對吊掛安裝的鐵配件去做結構計算，那結構計算這個一點到底是針對整個系統，還是只針對單一繫件。剛剛前面有提到，你只看到繫件上面去載重，沒有看到是均佈載重還是集中載重，因為沒有技師會去簽你整個石材系統的結構計算，沒有技師敢簽，因為石材沒有楊氏係數，繫件、鐵、鋼皆有，所以我們要回歸去釐清，到底結構計算之間計算繫件乾式工法的這個吊掛繫件是單一的這一組，還是指整個系統牆面的系統，不管是擴孔也好還是溝槽也好還是框架也好，結構計算到底是針對哪一個去做結構計算，因為結構計算技師算到最後就只針對這一個鐵件它承載重量沒問題簽證，那對石材安裝吊掛的安全性在哪裡，不知道，這是結構計算上的問題。

最後提到說是日本的規範裡面石材有加背網，那背網可能不是只是單一的去講，石材後面一定要有背網就可以，它的網格目數是多少沒有定義，我在工廠加工的時候就沒有辦法去做這一件事情，再者，就算我加了背網也不能完完全全百分之百保證最後如果石板破裂它會被背網黏著住，因為背網跟石材表面是有使用年限的，石材是用在外牆有熱、有雨、有冷，那它使用年限是不是能夠確保5年10年他還能附著在石材表面上。

前面提到結構造型的問題，確實在結構設計的時候結構物本體在做設計時，就是有這麼多造型，那這些造型我石材就是要就這個造型去做分割或是去做配置，那這個時候我到底要用乾式或是其他的方式，就如同剛剛先進講的，確實有難度，一定要在現場去看才知道，那另外我石材現場去加工，現場去切割，現場去做鑽孔是我願意的嗎？其實也不是我願意的，因為我放樣圖來，它並不會告訴我哪裡開孔，它並不會告訴我哪裡有什麼，要去閃或是避的部分，所以即使假設我在工廠加工好的這個孔位，到了現場搞不好也不會是百分之百都能夠合用，那萬一我

在鑽膨脹螺栓的時候，我打到鋼筋，我要不要移位，一定要偏移嗎？那偏移的時候，孔位就不對了嘛。

剛剛看到聯合報那個大樓那整個掉下來，那個是轉角的部分，那一層的保護層在本身鋼筋上面就沒有看到那麼厚一層混凝土，如果是大家學材料就知道混凝土抗壓不抗拉，所以才會有張力面跟非張力面的問題，但是那一個地方就是在本身結構體在施工的當下品質就已經沒有確保好，導致後面在安裝石材的時候，因為已經做完了，根本不知道我進去的這個位置是張力面還是非張力面，所以這個都還有很多的的問題要去做探討，所以剛剛洪先生才提到說這個案子是做一年還是它有後續延續出來，因為它有太多的細節要去做相關的探討，以上。

江安家 負責人：

結構計算書要那些項目作分析，這個應該要列出來，因為石材是弱面，你金屬講得多強多強，結果最後石材破了，那金屬永遠不會壞，所以應該分析這個風力、地震、自重，然後還要有石材的結構應力，然後再到金屬的還要有錨固，通通需要，其實 1.2.3 寫的不是很清楚，是單指金屬支撐系統呢？還是含石材本身所受的應力？當石材掉下來時，金屬不會有任何的受損，因為已經完全沒有力了，所以應該在這個地方，因為我看過很多結構計算書，如他講得一樣只算金屬弱面沒算只算很強的一面，那當然沒有問題，那弱面都沒有算。

劉水淵 委員：

我針對實務內容提出幾個看法，可能在實作上比較沒有落實的，看到我們的參考資料裡面，建築物外牆石材施工技術之近期演變，老實講對這個圖我一直很有意見因為這個圖幾乎是在十五年前，在我們這個石材同業裡面幾乎是會採用這個從日本延續過來的圖，但在實際面裡面這十五年裡面，因為在整個市場裡面一直都以價格取勝，其實這個東西在外面的使用上，可能佔不到百分之五的比例，事實上都變成所謂的單扣，那單扣裡面其實事實上他就跟整個結構安全有問題，那除了這個有問題之外，單扣他裡面插梢的位置也一直在演變，從一開始小小的橢圓孔，變到連一個馬車都可以鎖，然後該有的比如說一個插梢插下去的時候，要有 AB 膠的固定現在演變到有的有固定，有的沒固定，這也是另外一個層次的問題，再加上剛剛有提到的好的 AB 膠跟差的 AB 膠價格品質也差很多。

另外像剛剛提到的石材背網，整個市場是以價格取勝的時候整個石材背網用的比例很低，再加上除非比較有要求的營造廠，頂多在倒吊的部分做這方面的要求，但是這落實度也不高，那另外就是說像我們現在整個石材，如果是用傳統

的做法的話，插梢大部分都是現場師傅來鑽，那會產生一個任憑師傅喜歡鑽哪裡就鑽哪裡問題之外，最大的問題是說因為技術的不良，產生了偏差第一個沒有在中心點，第二個沒有在垂直點，有的鑽破了但是還是裝上去了，這個都是另外的隱憂，但是這個隱憂追根究底出來的話還有另外的層面，台灣的人工勞力根本不足，那在這種情況之下，業主又要求你趕工，你根本沒有足夠的能力，所以整個素質，在這二三十年裡面，就我的觀察不但沒有提升，反而是在降低之中。

另外談到折板及型鋼的部分，安全上都是型鋼比較好，那回歸回來，因為規範上都沒有註記這個東西，那業主最後的選擇點就是便宜，那至於說結構計算為什麼比例偏低呢，也是那個老問題，事實上我們也是業主要求結構計算我們才可能會去提供結構計算，我們在找適當的結構技師裡面，也是有產生一些問題，因為有結構技師沒有算過，我們再算的話不只是剛剛那些點，是連整個石材的承重也會提供給他，但是這也是後期經過很久的溝通以後才能計算到這個點，不然一般的結構技師他對這個石材的承重、重量事實上還是陌生的。

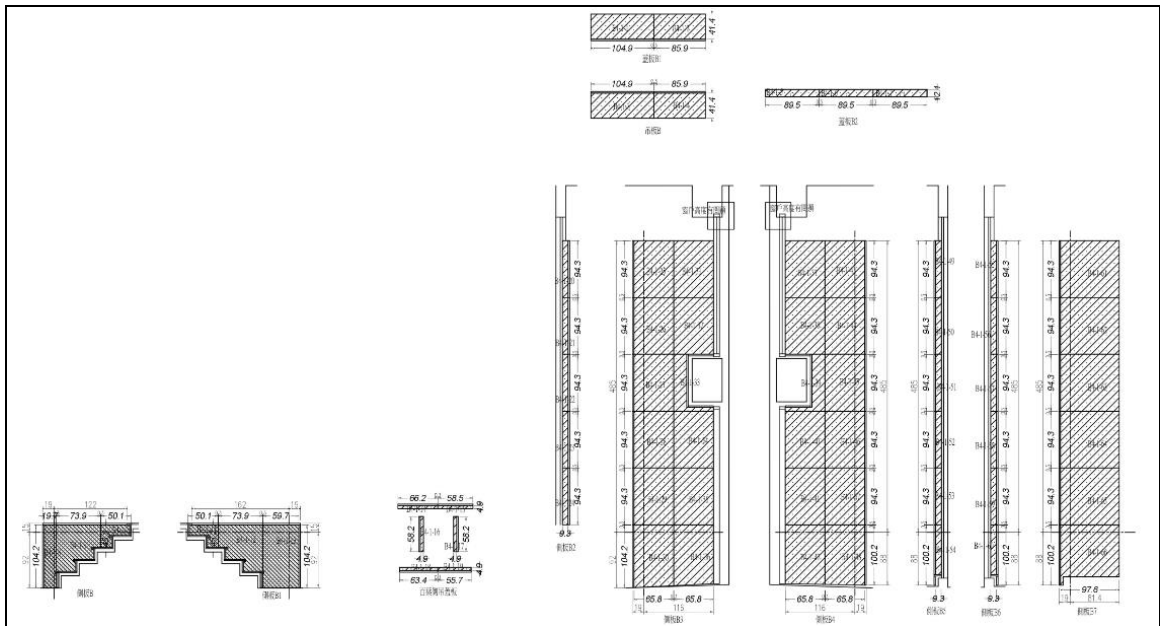
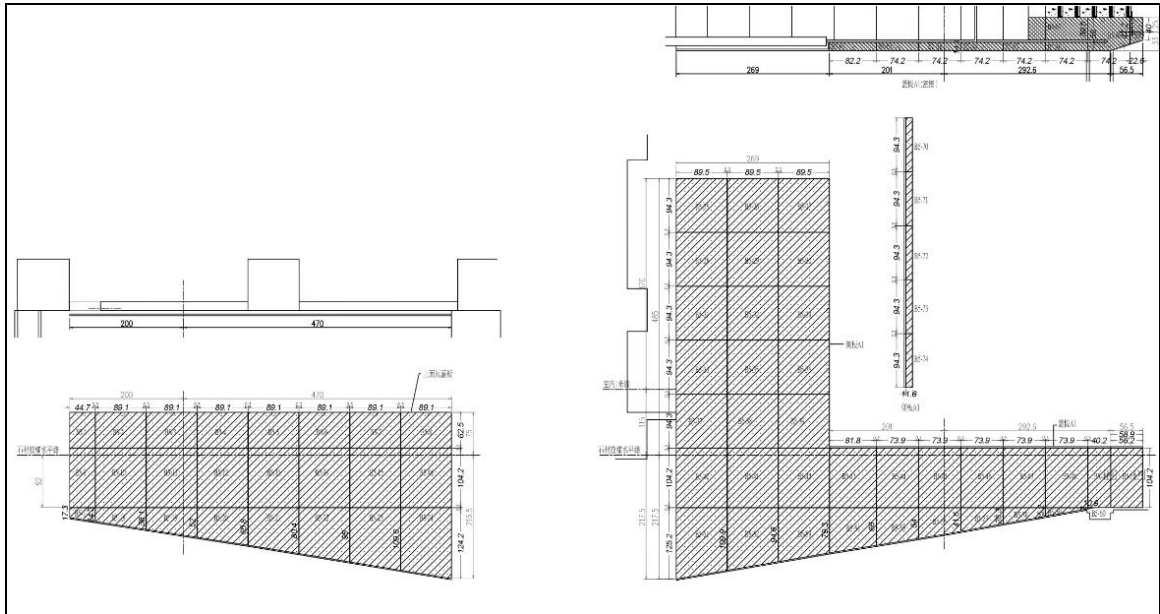
另外一個就是說外牆補強骨架的問題，這也是很大的問題，我會建議以後這個問題是不是在規範裡面都能夠再把它註記進去，因為現在也沒有一個規範，若純粹這個骨架的計算重量上整個風壓上可能都不會有問題，但是在我們實務中看得到裡面，很知名的大樓外牆採用熱浸鍍鋅的骨架，沒有超過二十年，而且還在騎樓，只是做點拆除及一些變裝，我看到他只是做點拆除，結果最後是整個垮下來了，所以這表示說，在台灣一個溼氣重的環境，我是覺得熱浸鍍鋅不應該使用在外牆上，那當然就是又牽扯到燒銲防鏽這也是相當不確實，是不是說這個有證照的燒銲工人，都是在看業主是不是能落實這個要求，但是觀察這整個產業就是人力的問題和素質上的問題都應該要加強，謝謝。

主持人：

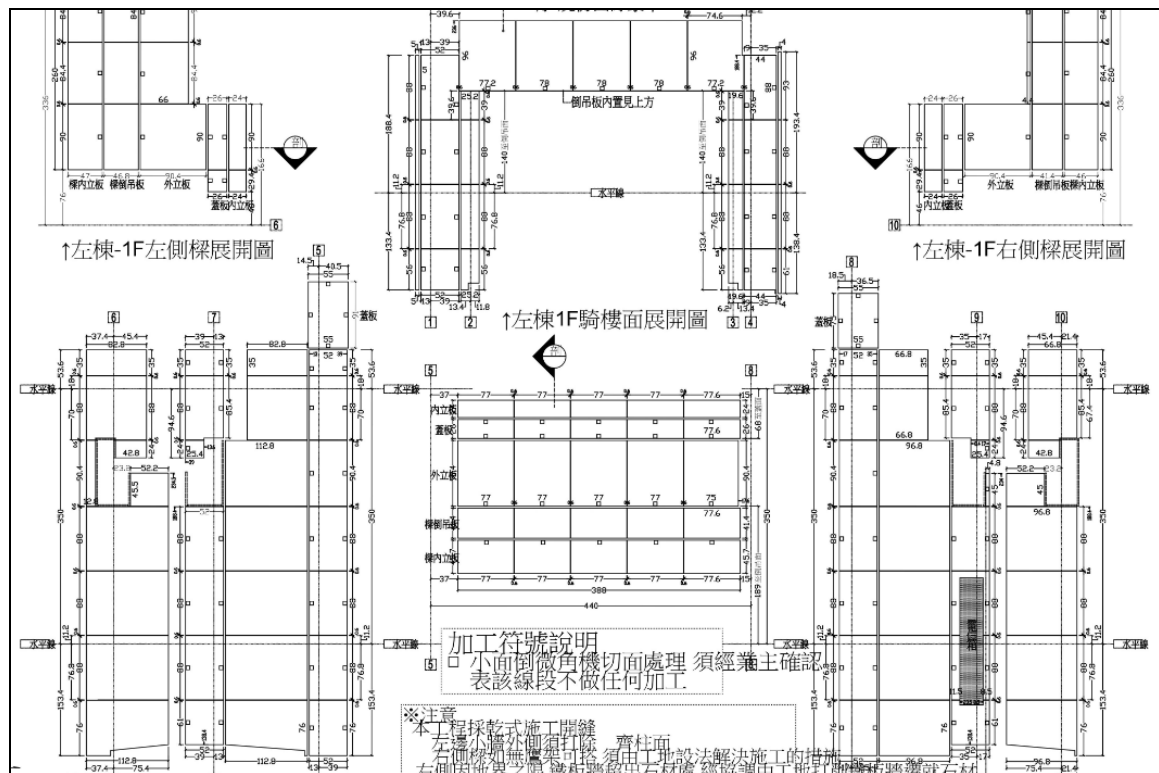
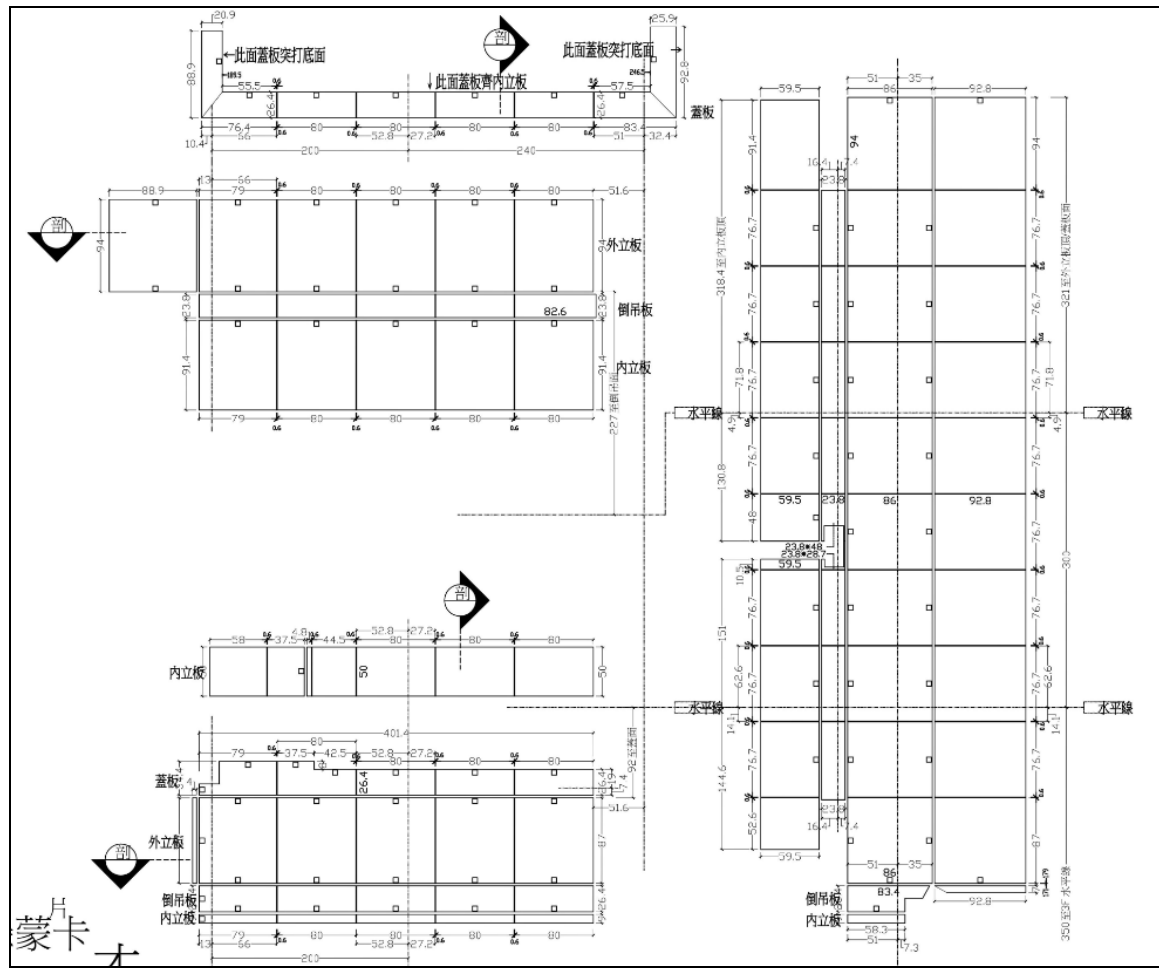
謝謝各位先進都點出了很多重要的重點，但有一些可能不是光這個研究案規範就可以解決的，或許未來可以建立一個平台，把各位先進的經驗及建議透過平台進行分享或指導，除了技術的交流之外，我們想要這個規範更好的話可能要有點時間去磨合，另外就是說人才的培訓認證，像剛剛講的這個結構技師，可能不會算整套的東西，或許未來有可能有這個訓練班讓它們來開課，因為如果未來加到這個規範裡面，那可能是強迫都要算，這是一個蠻大的市場，那如果類似這樣的訓練班等，有一個制式的計算標準或者是架構，那他們很快就可以上手並提供服務，那這當然就是後續很多可以發展的地方，謝謝各位先進的指導。

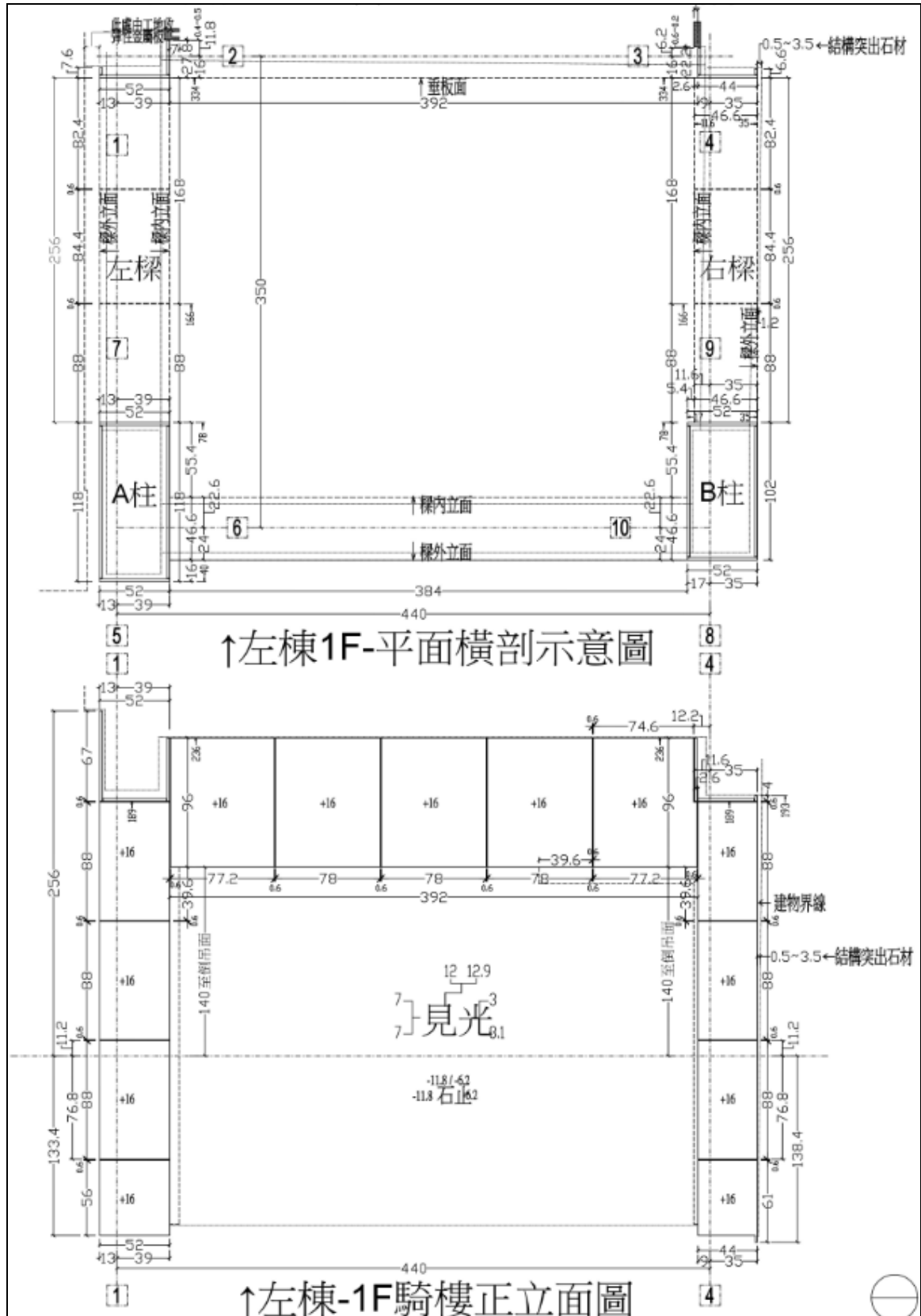
附錄六 外牆石材施工應用現況調查案例參考圖說

B1 案施工應用現況調查案例參考圖說

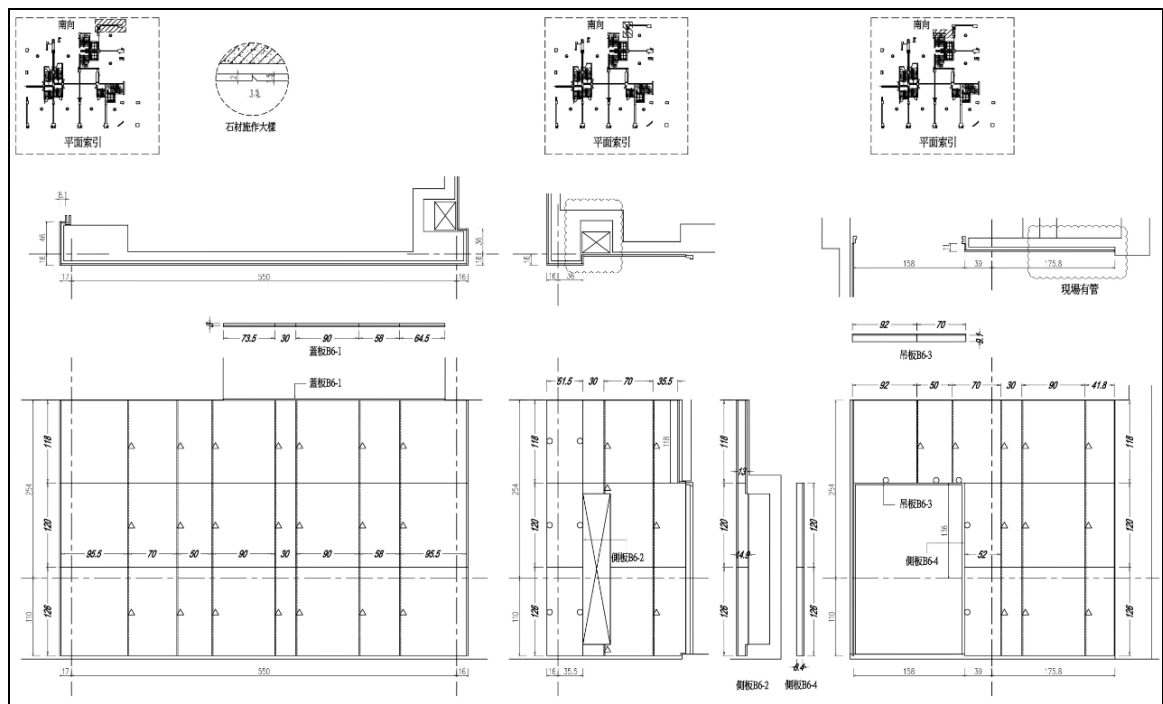
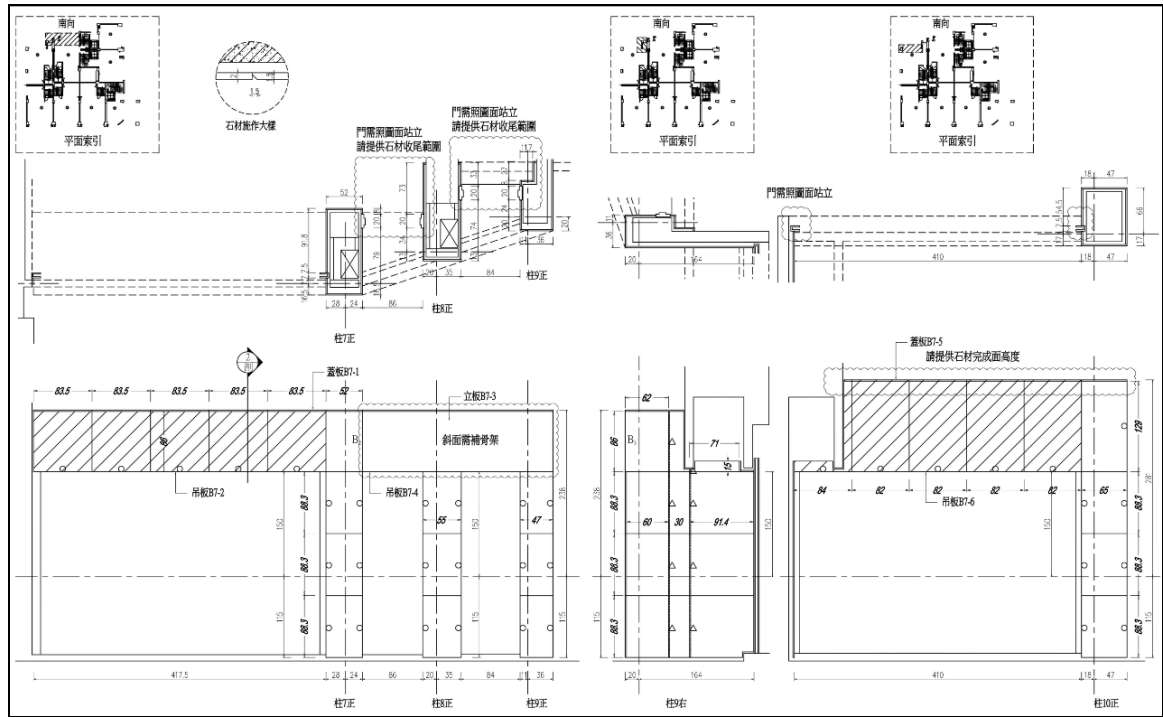


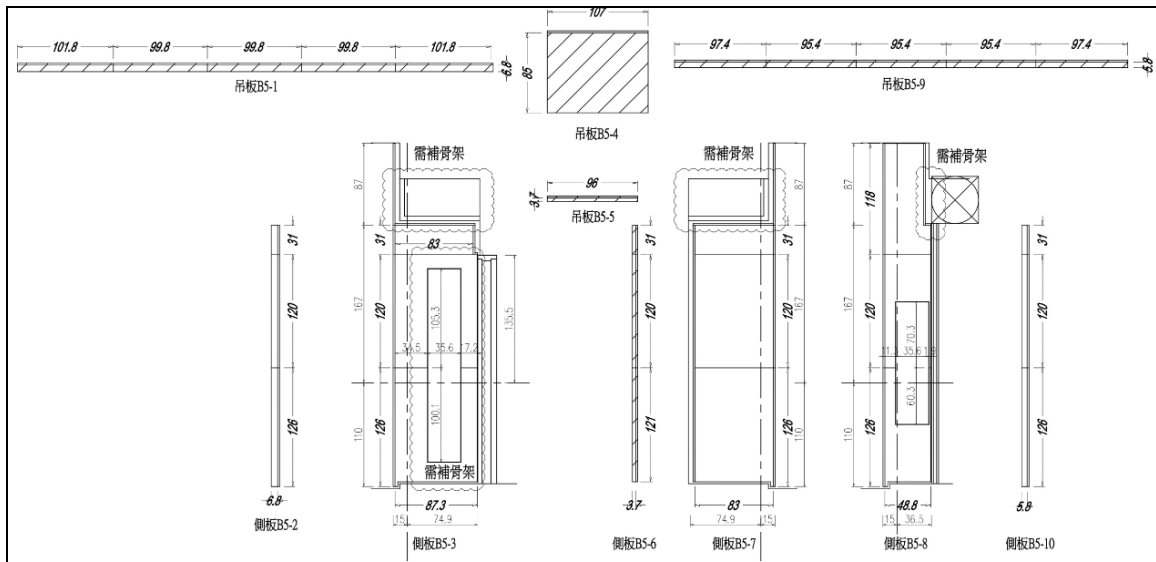
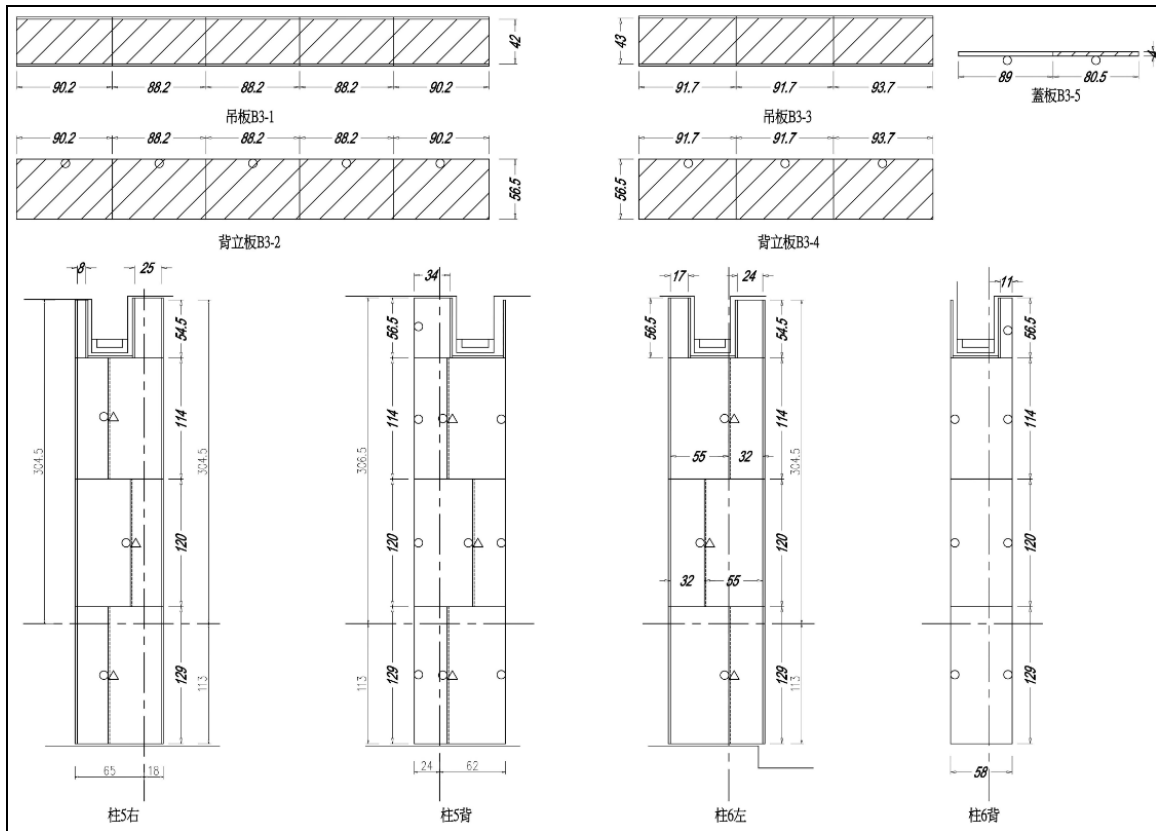
B2 案施工應用現況調查案例參考圖說



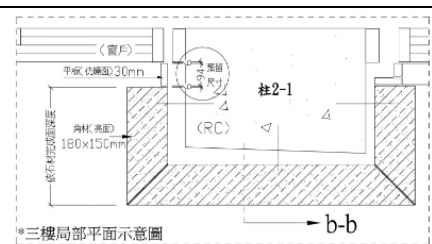
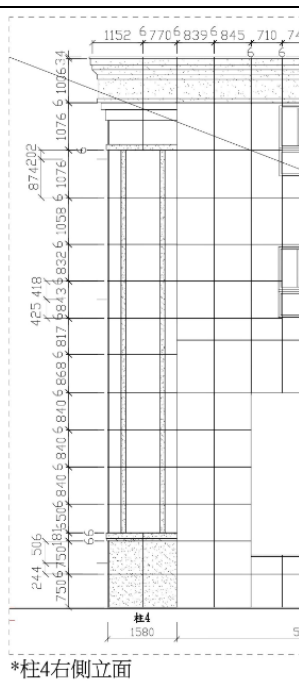
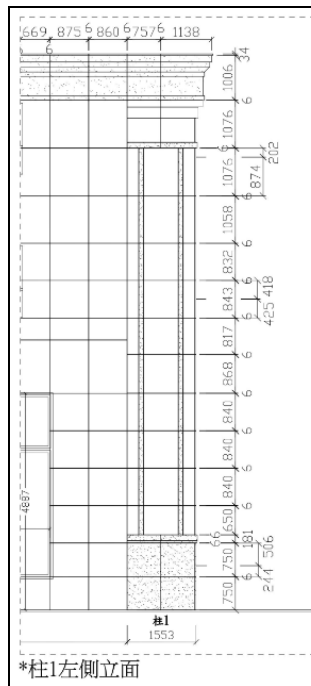
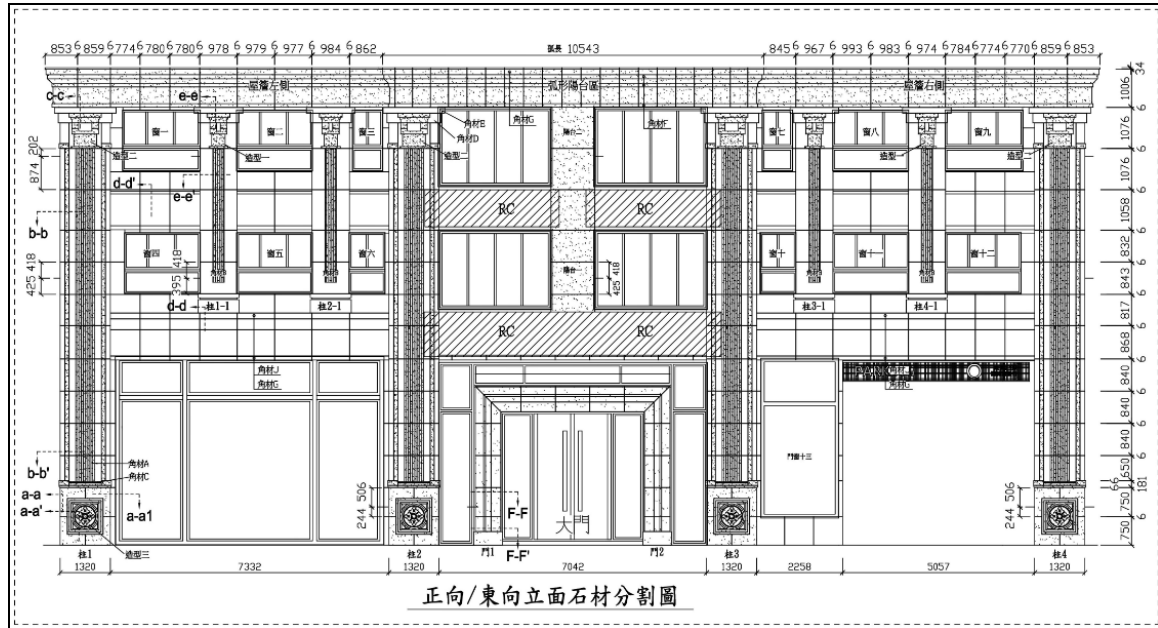


B3 案施工應用現況調查案例參考圖說

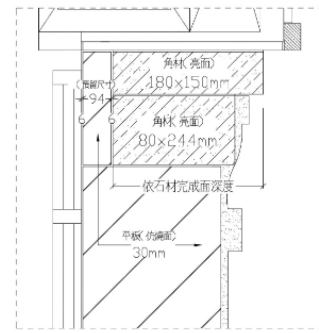


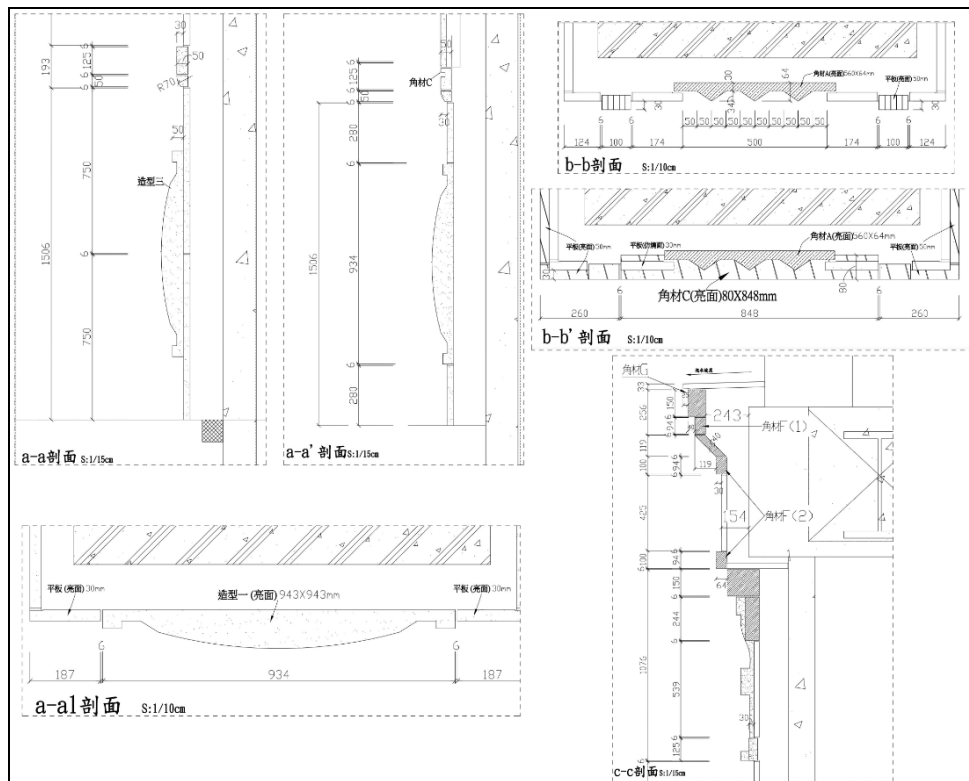
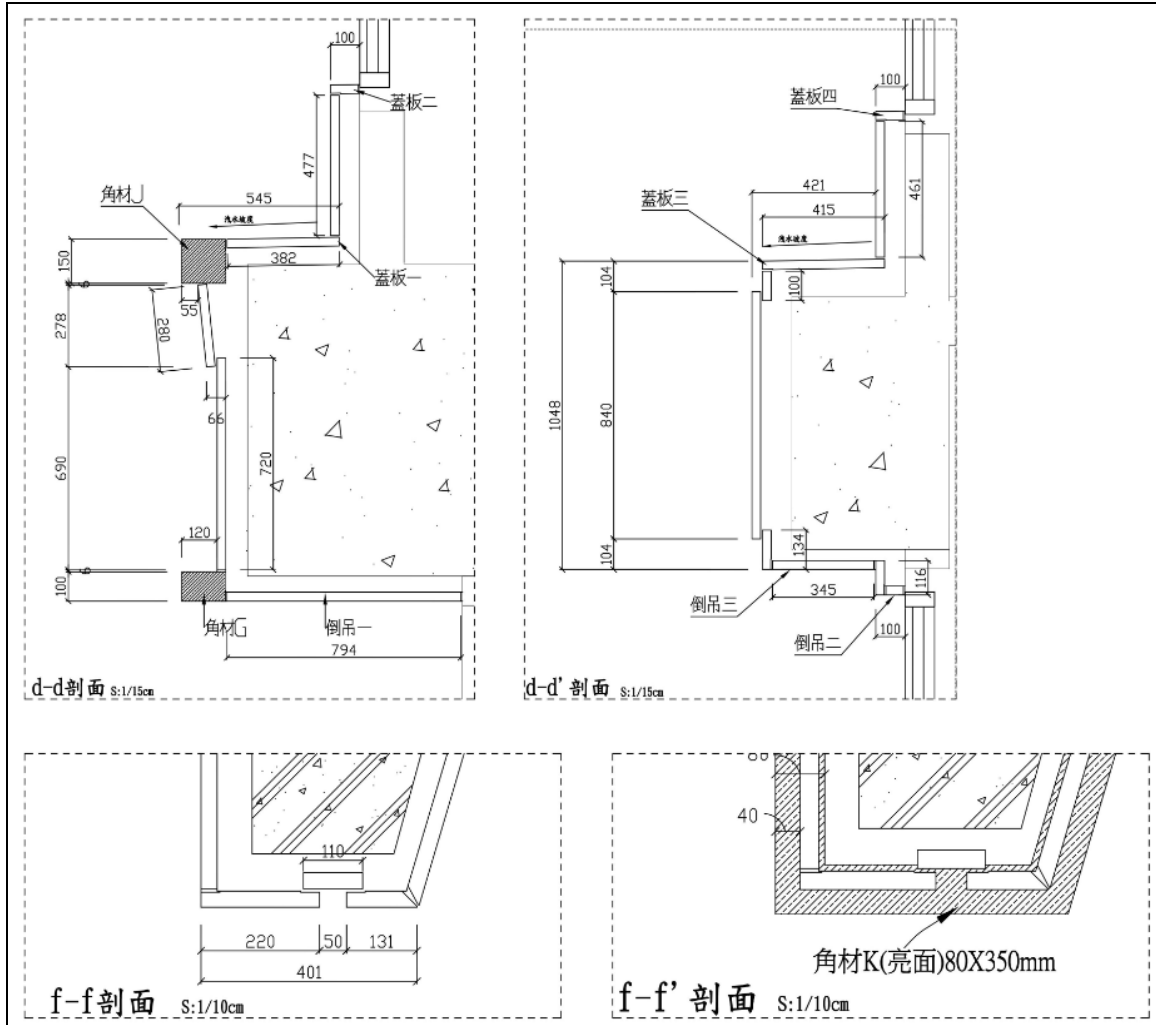


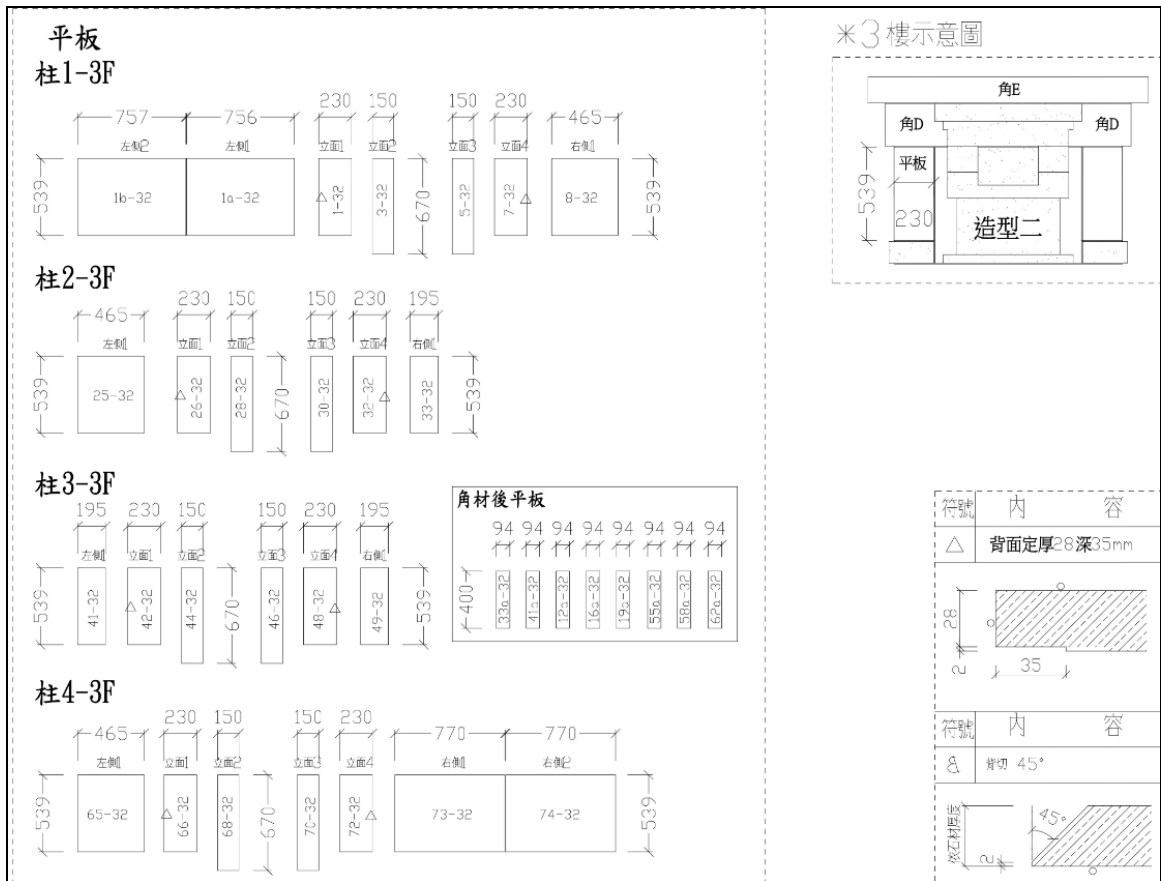
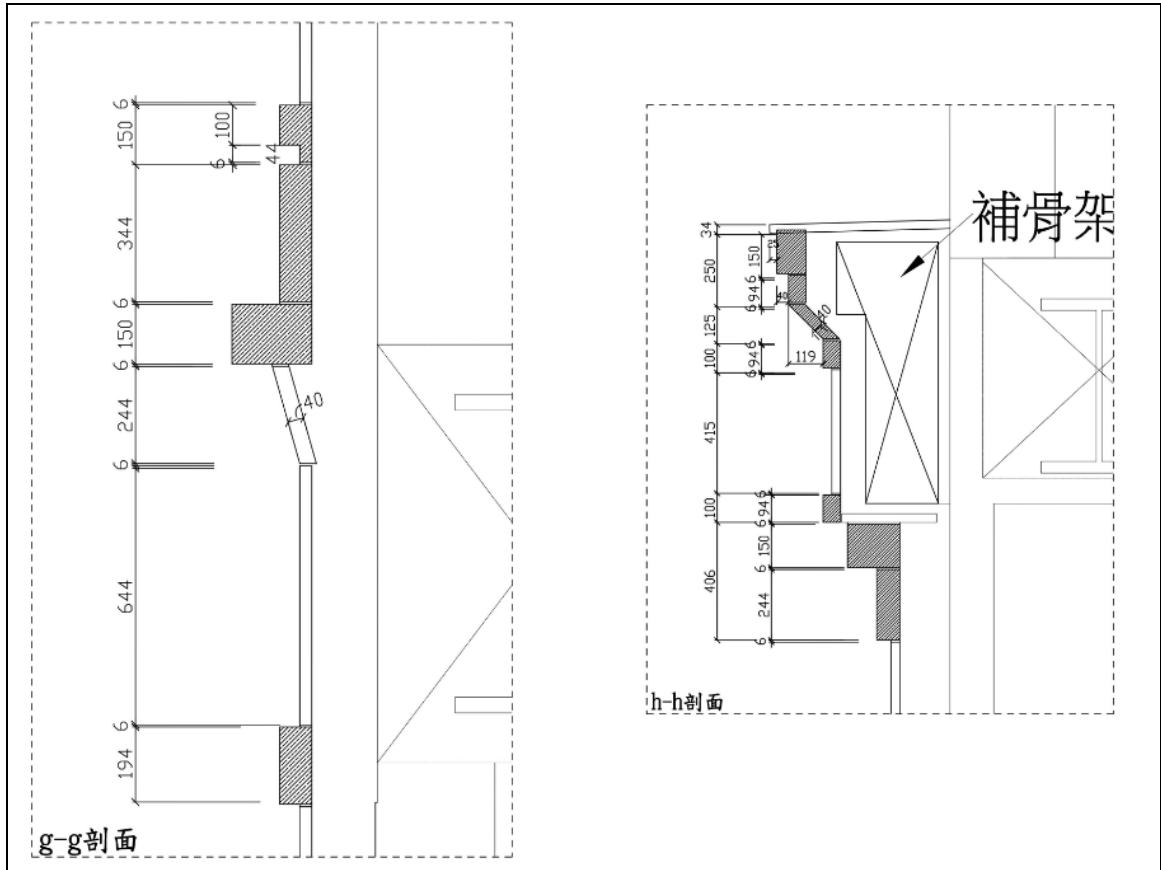
B4 案施工應用現況調查案例參考圖說

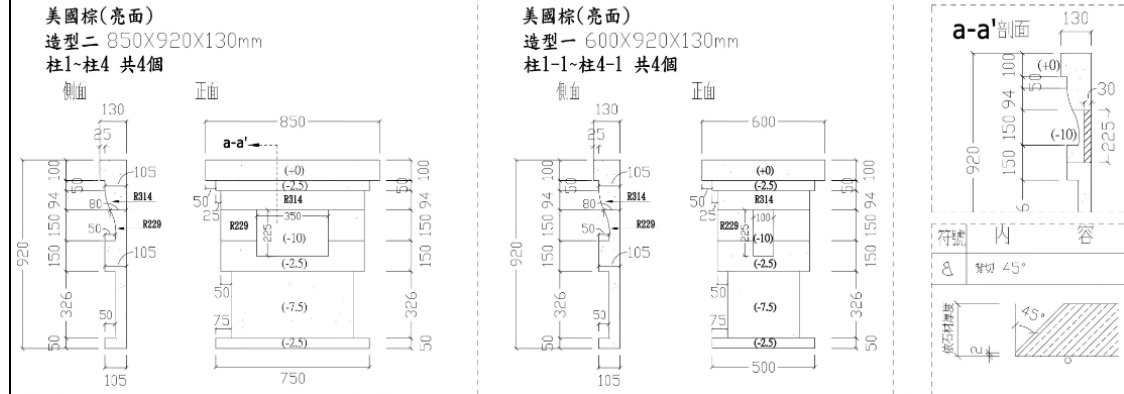
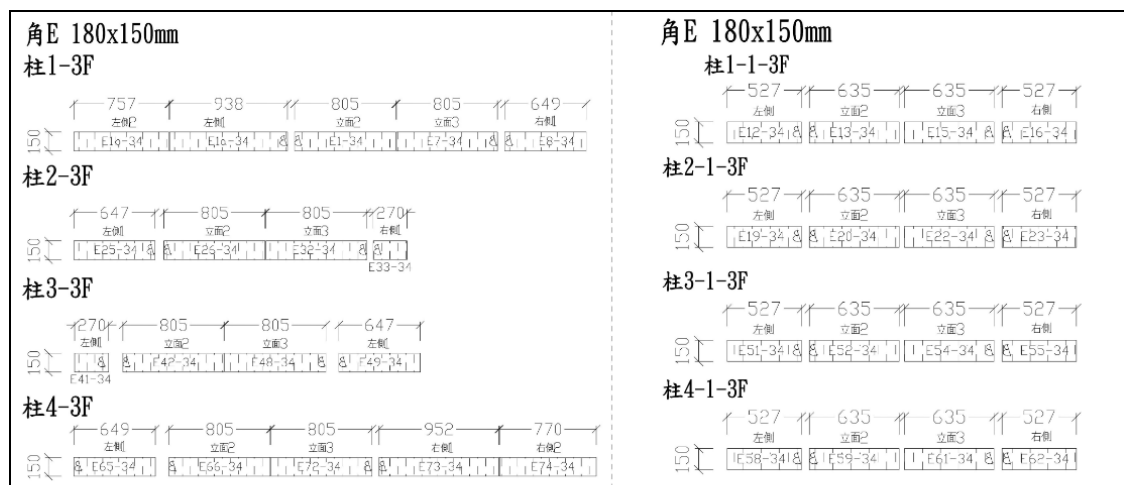
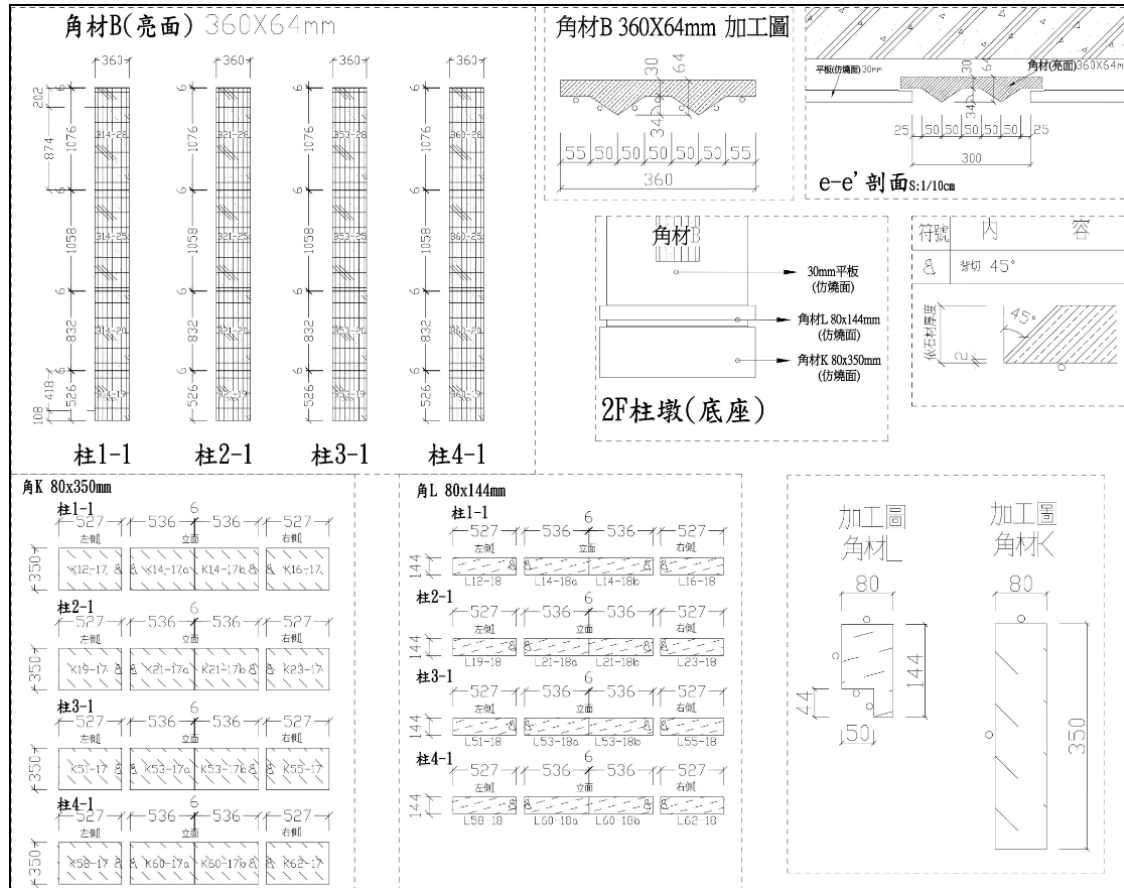


***角材不撞窗,背面接平板**

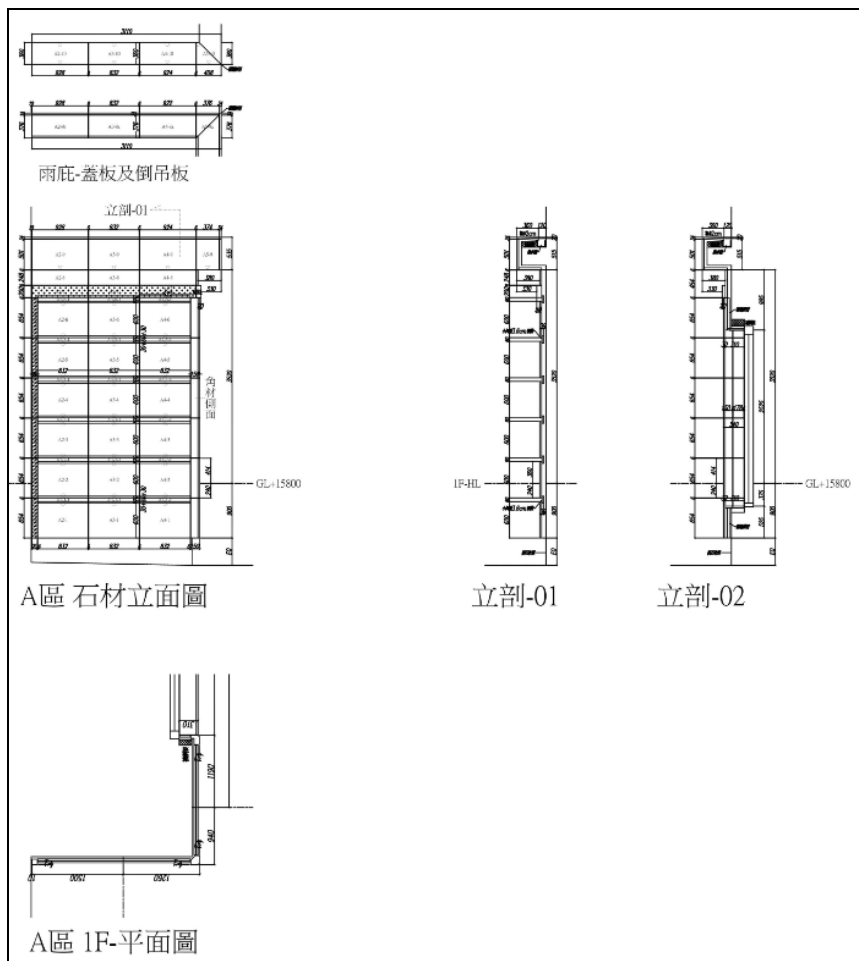
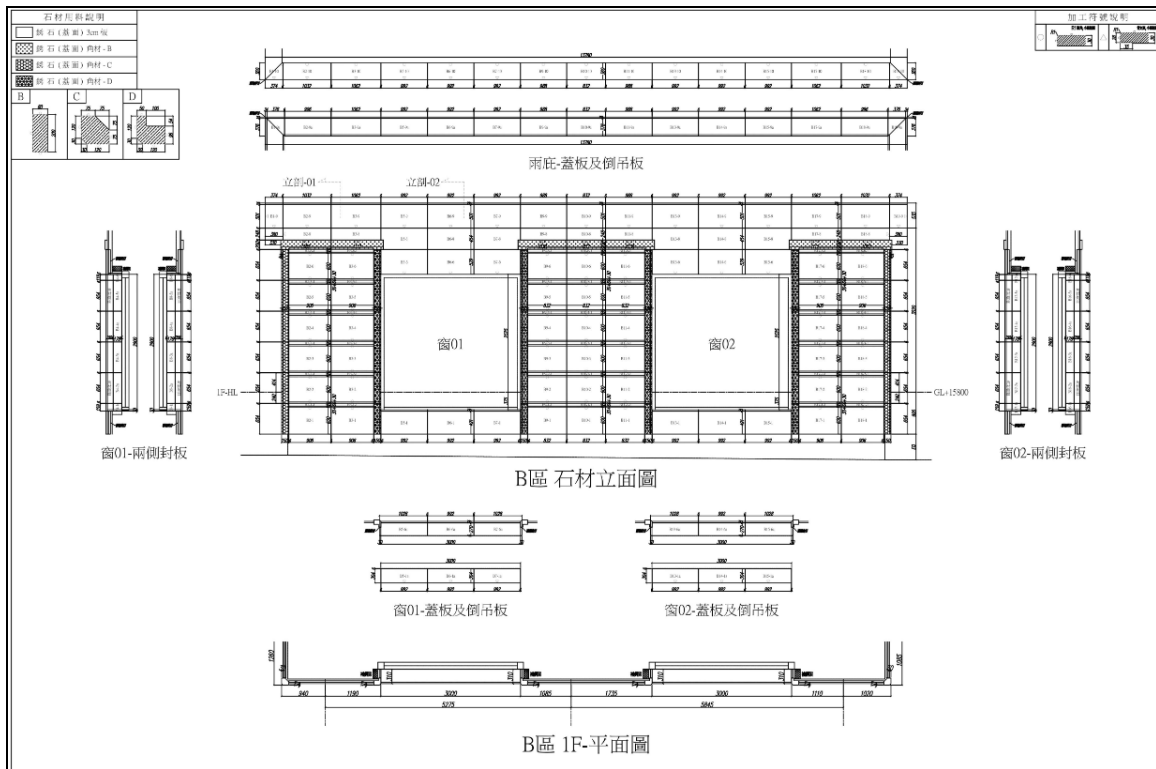


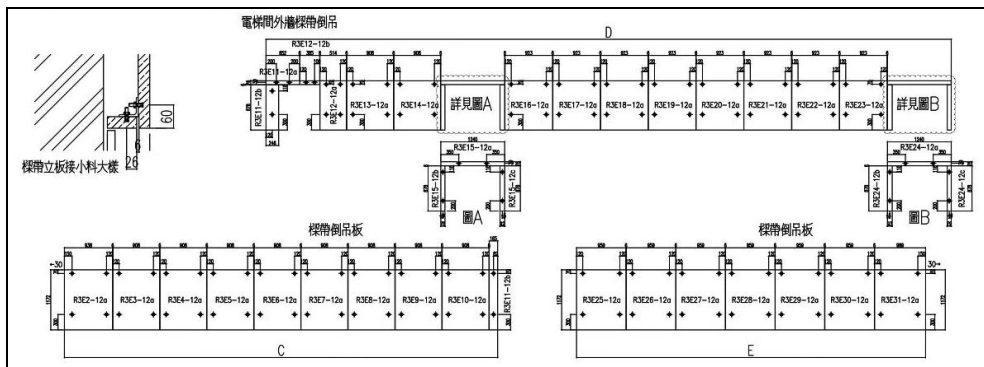
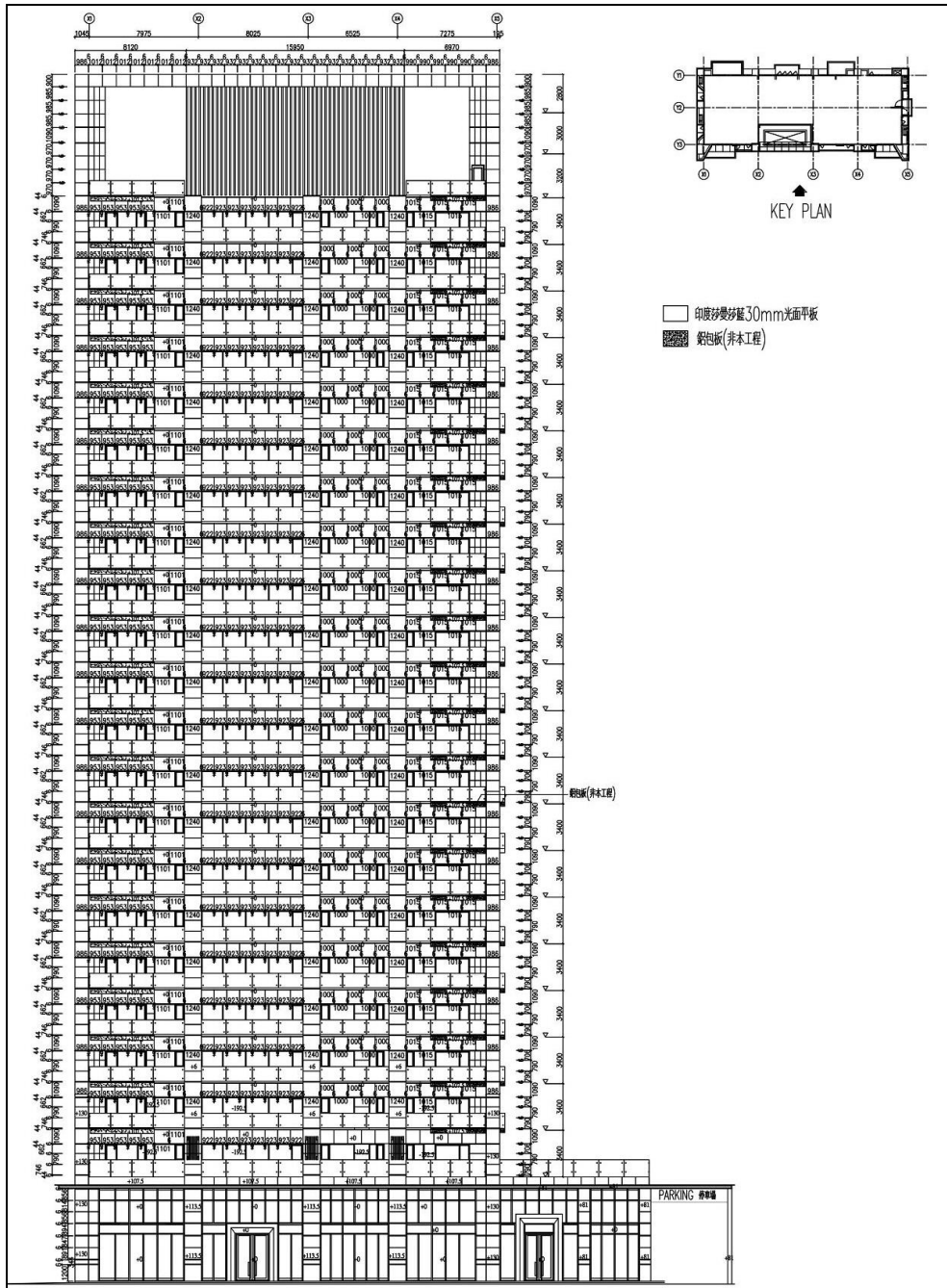




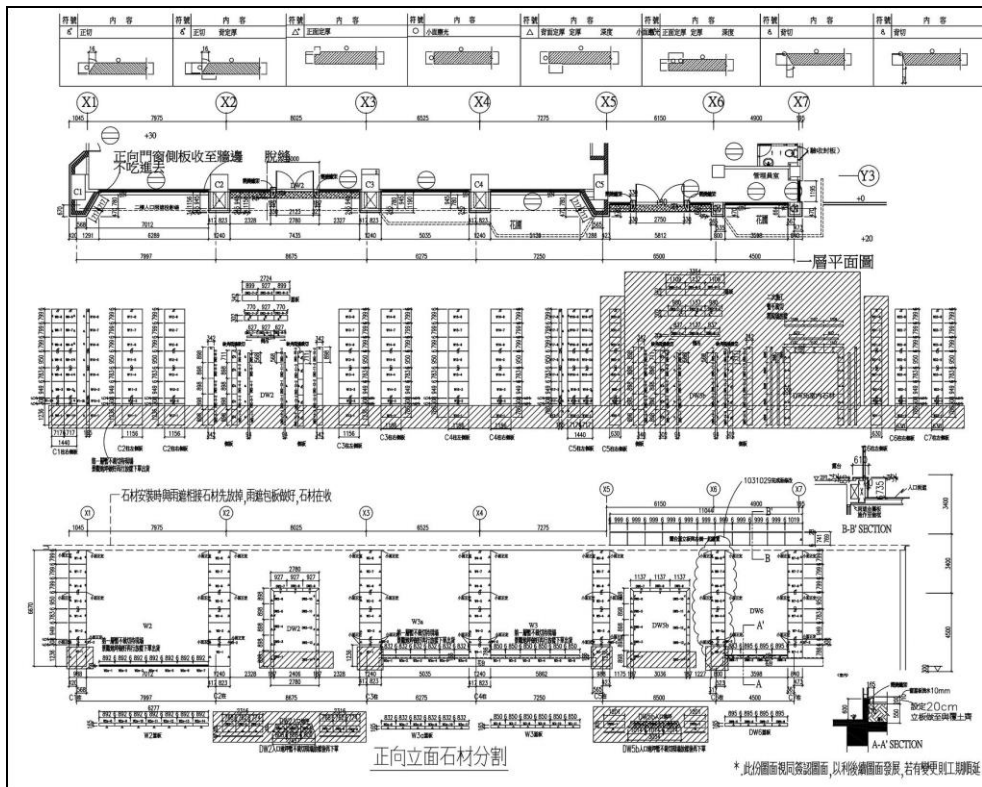
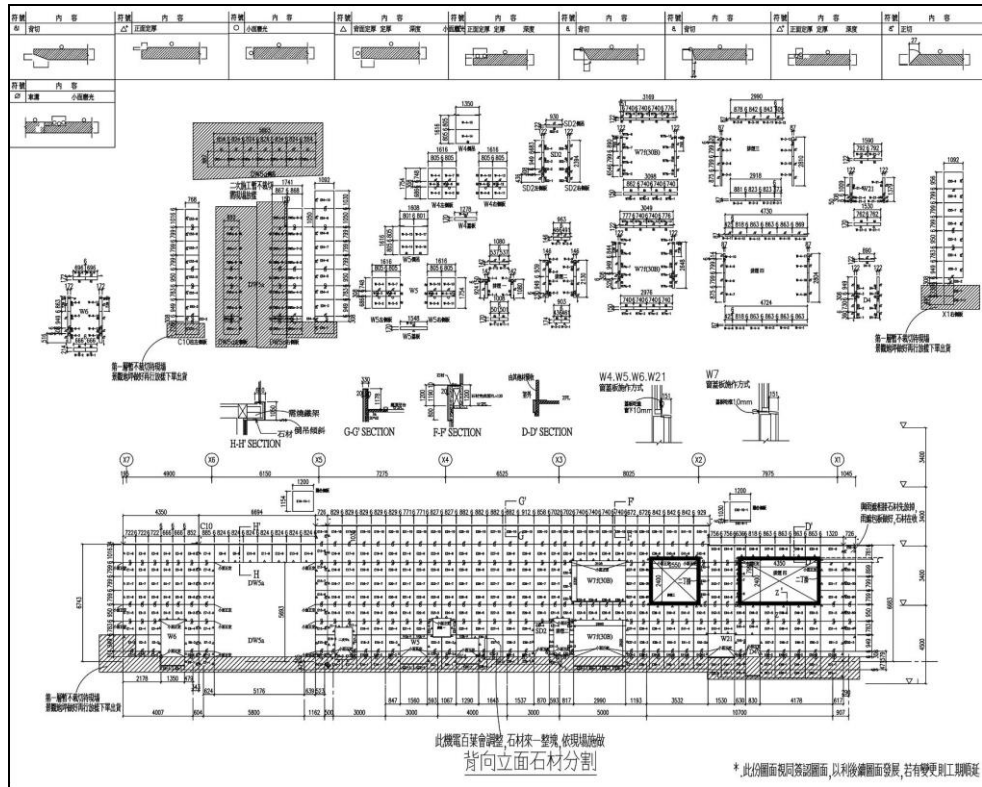


B5 案施工應用現況調查案例參考圖說

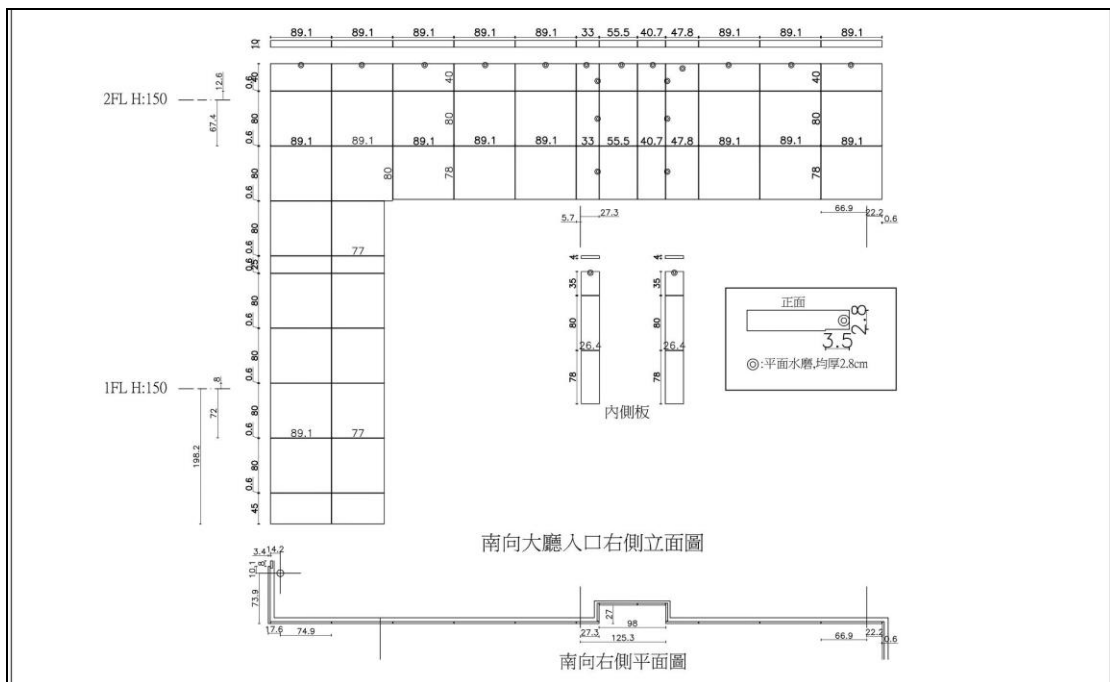
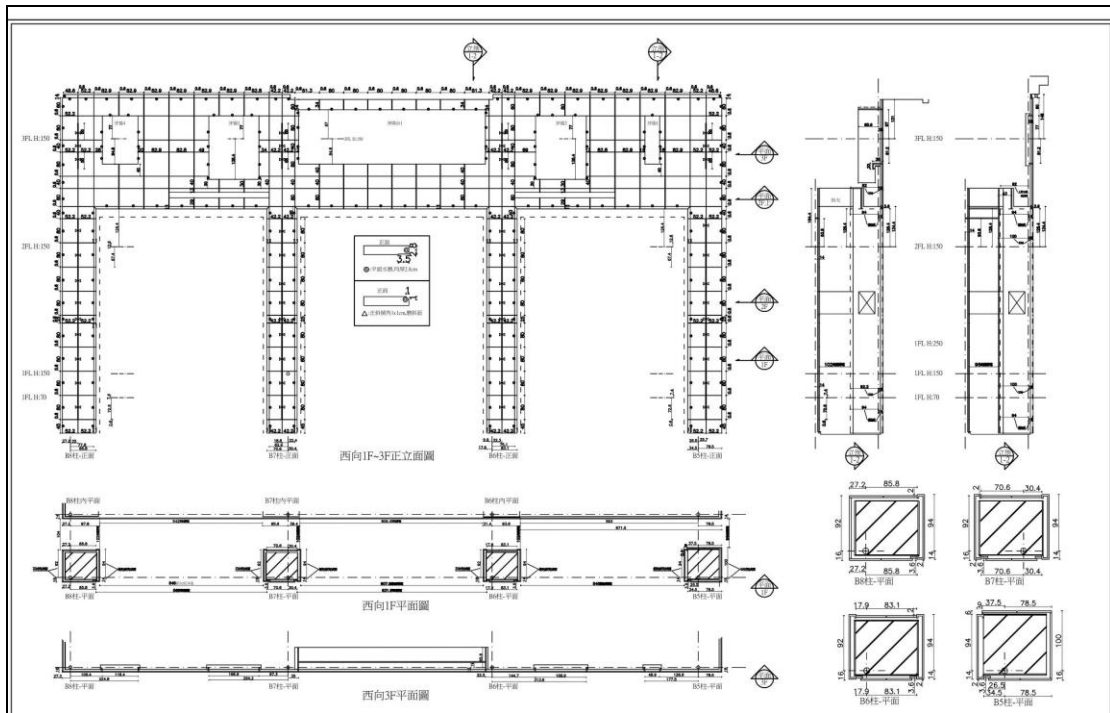


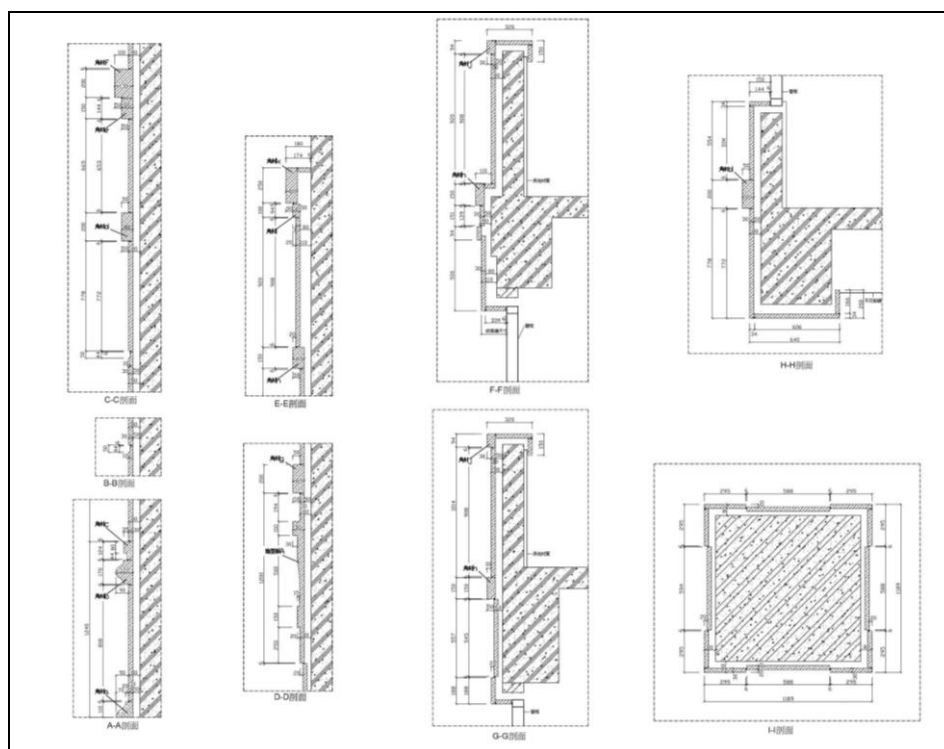
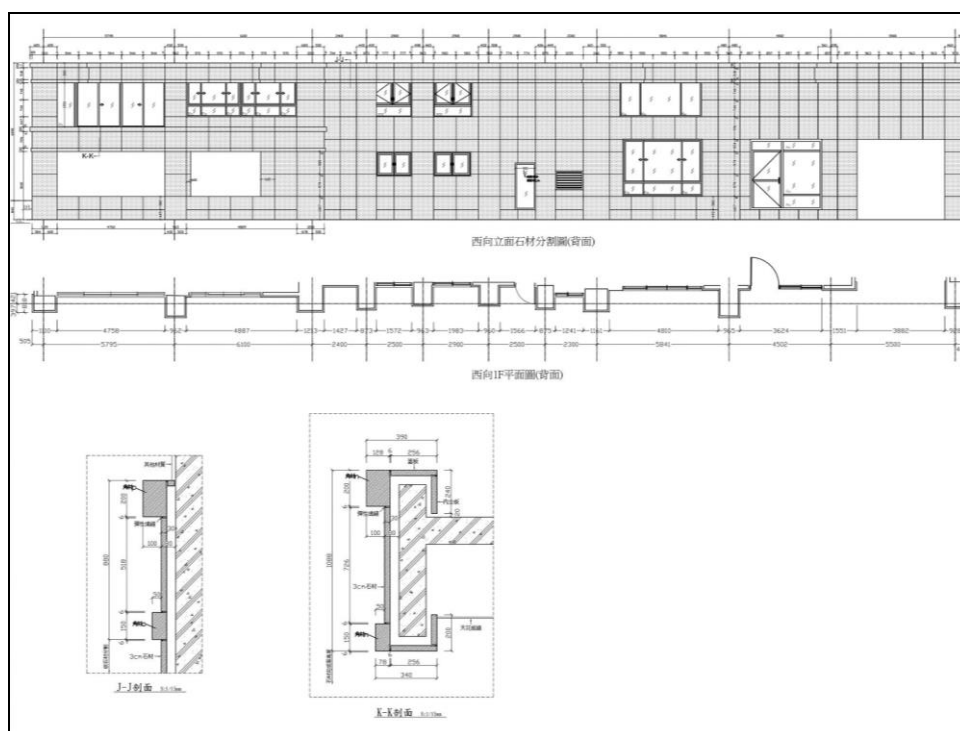


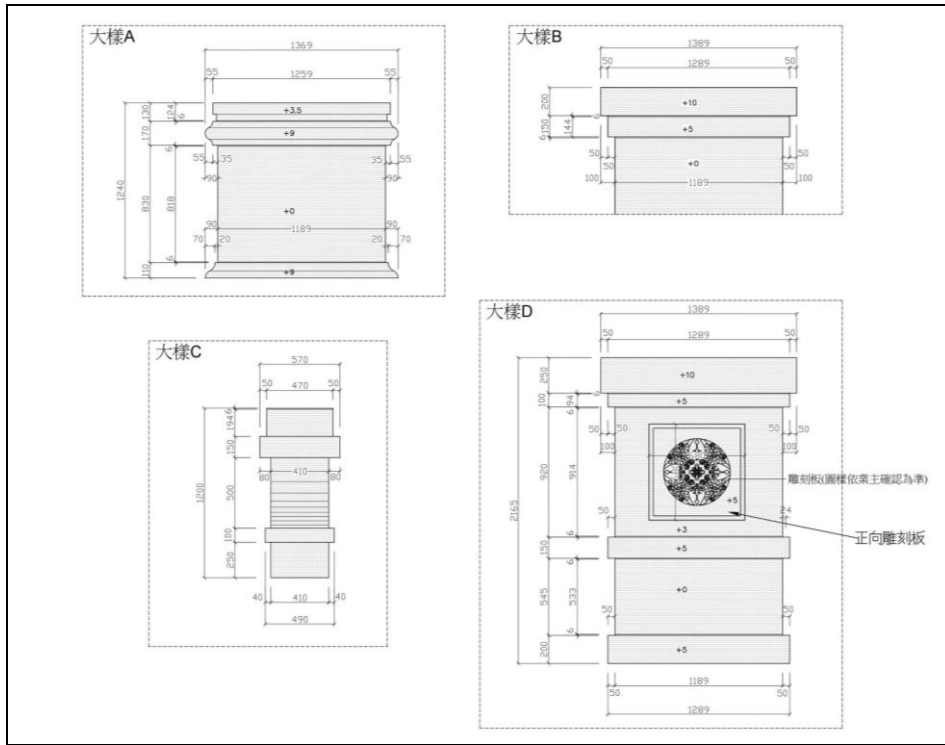
附錄六 外牆石材施工應用現況調查案例參考圖說



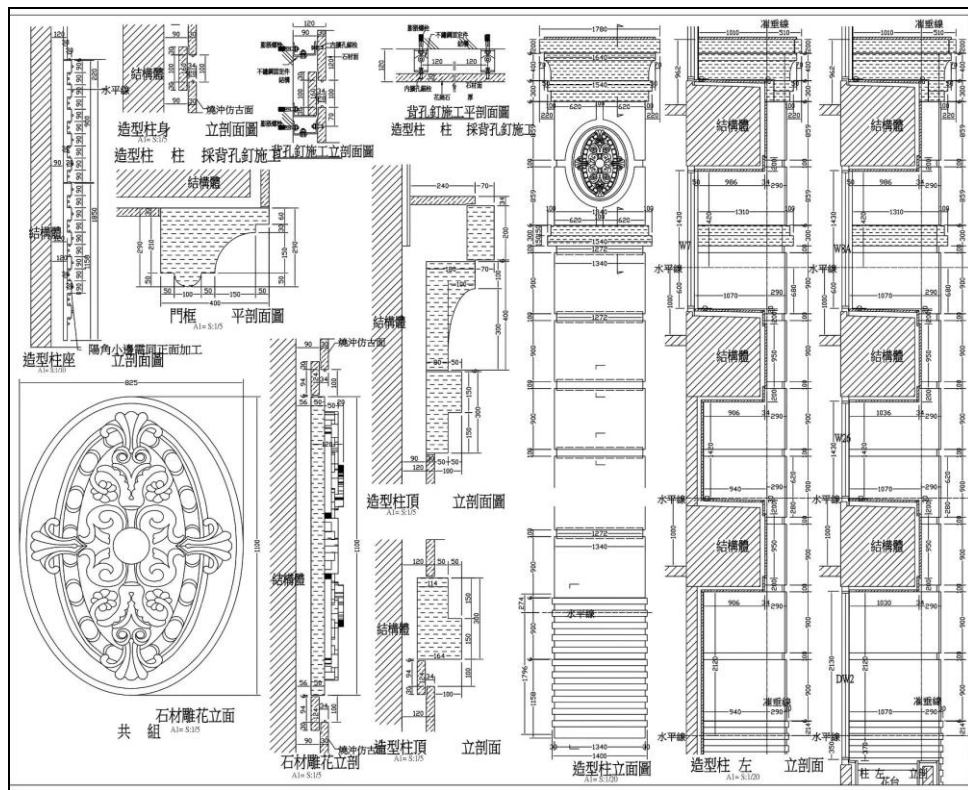
A10 案施工應用現況調查案例參考圖說

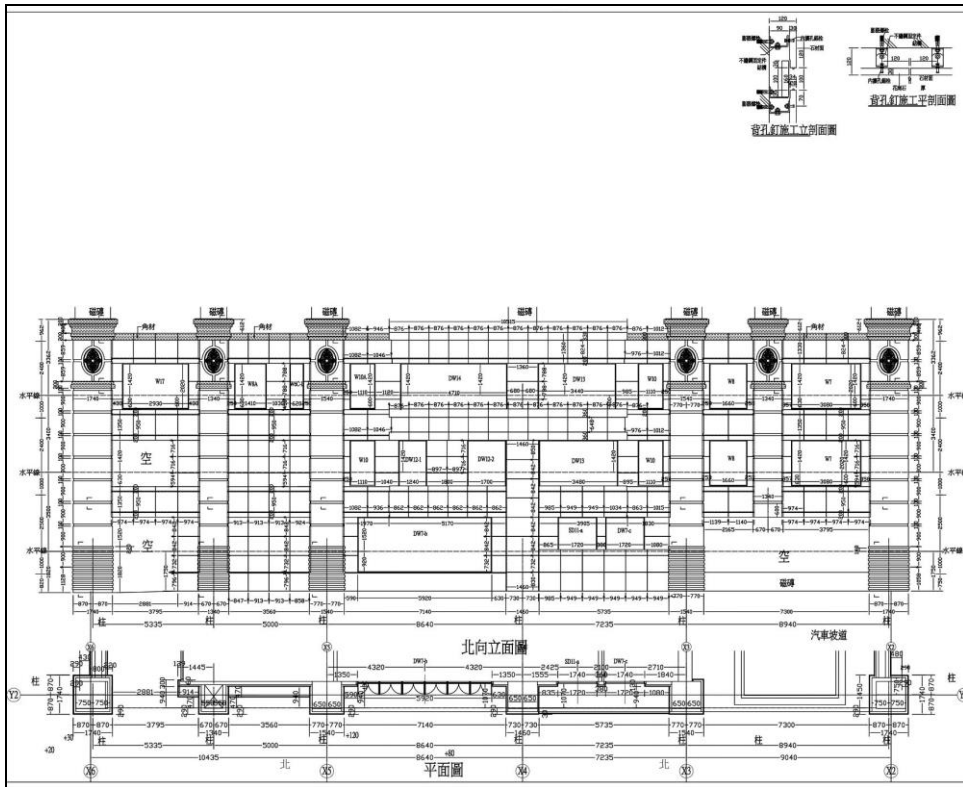
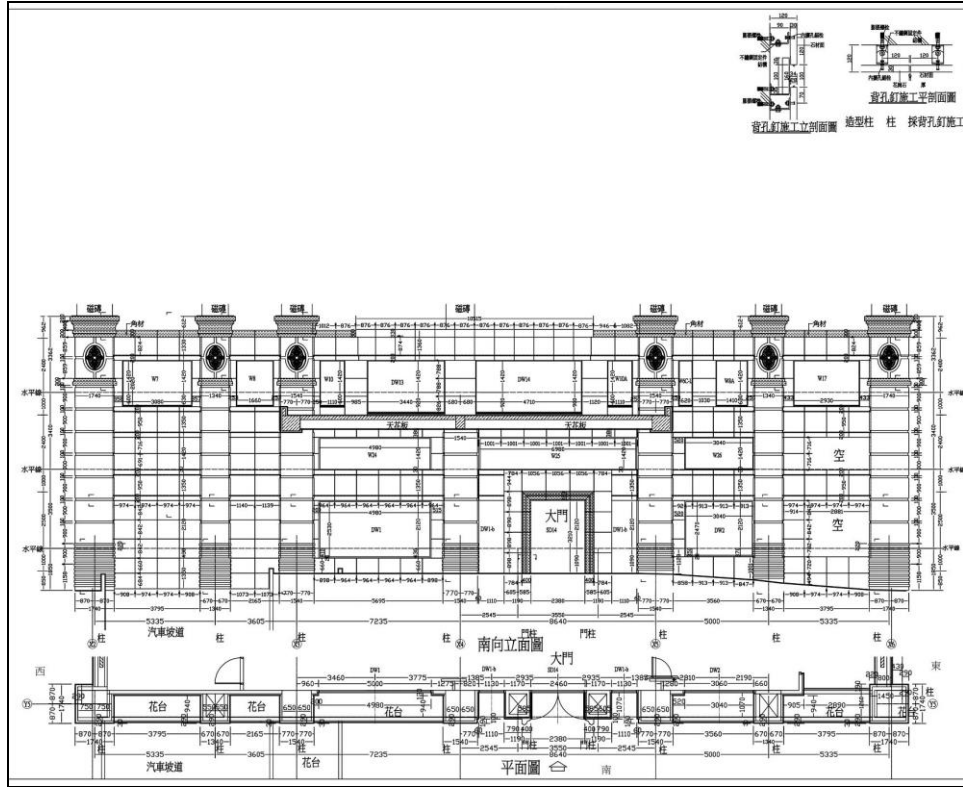


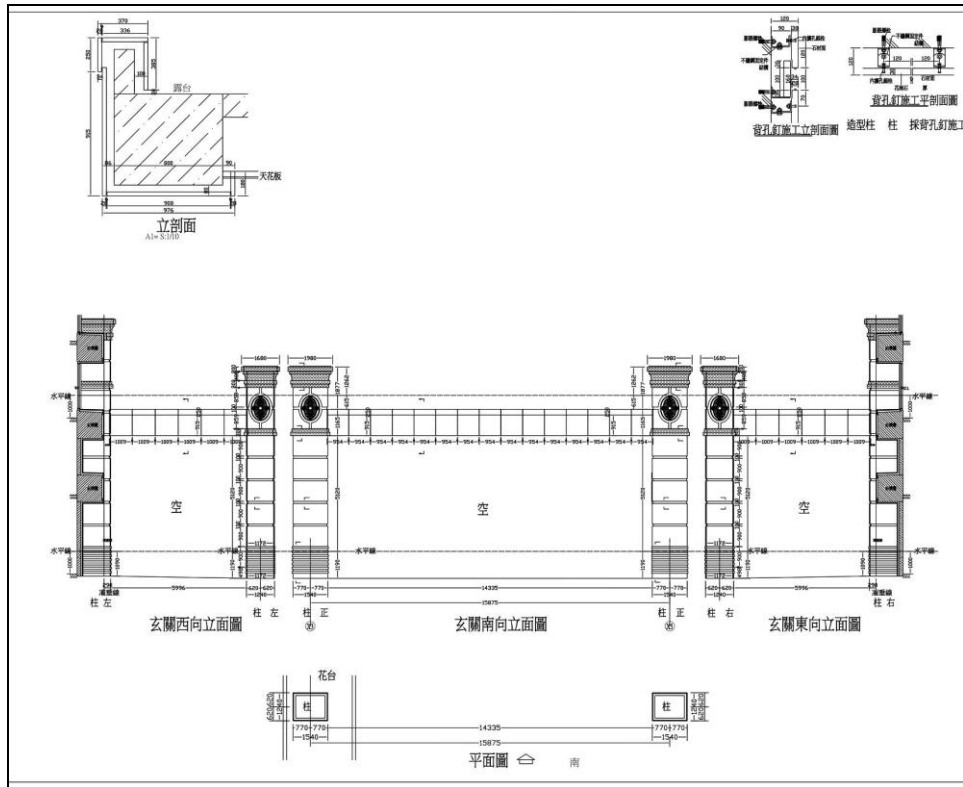




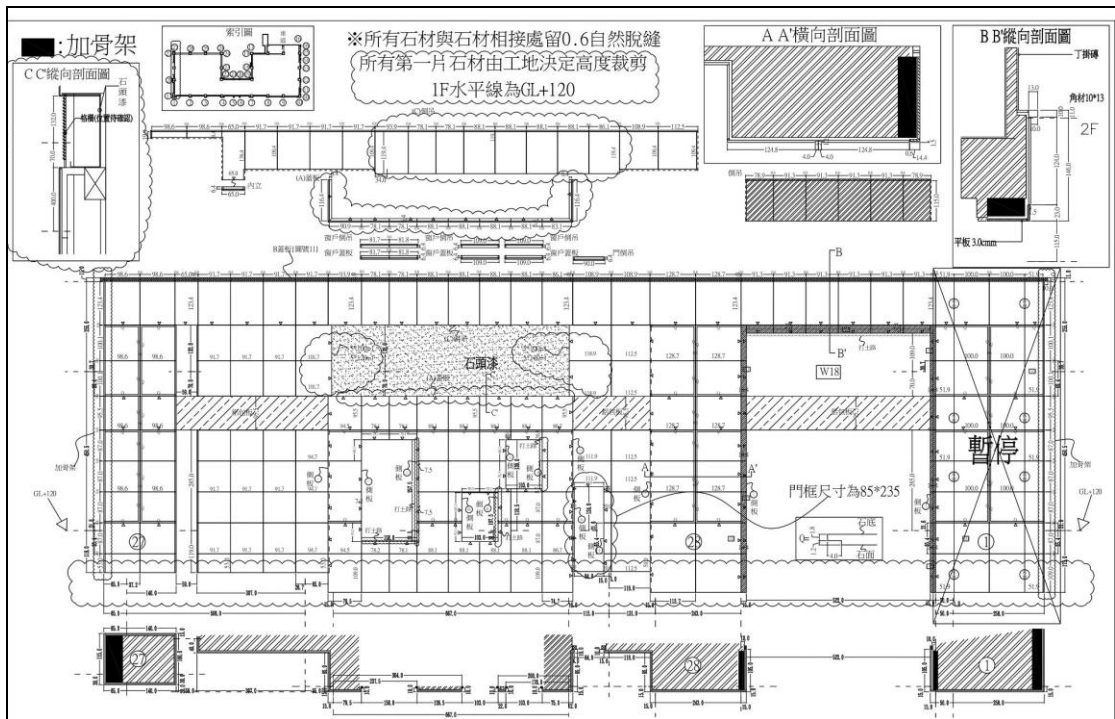
A12 案施工應用現況調查案例參考圖說

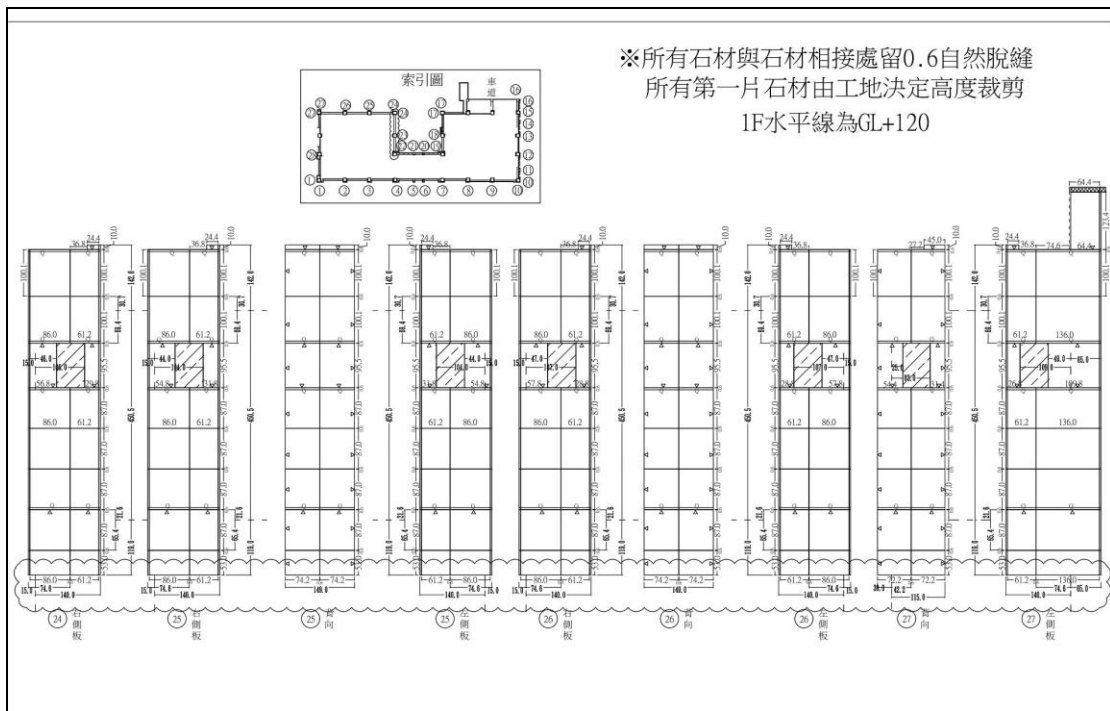
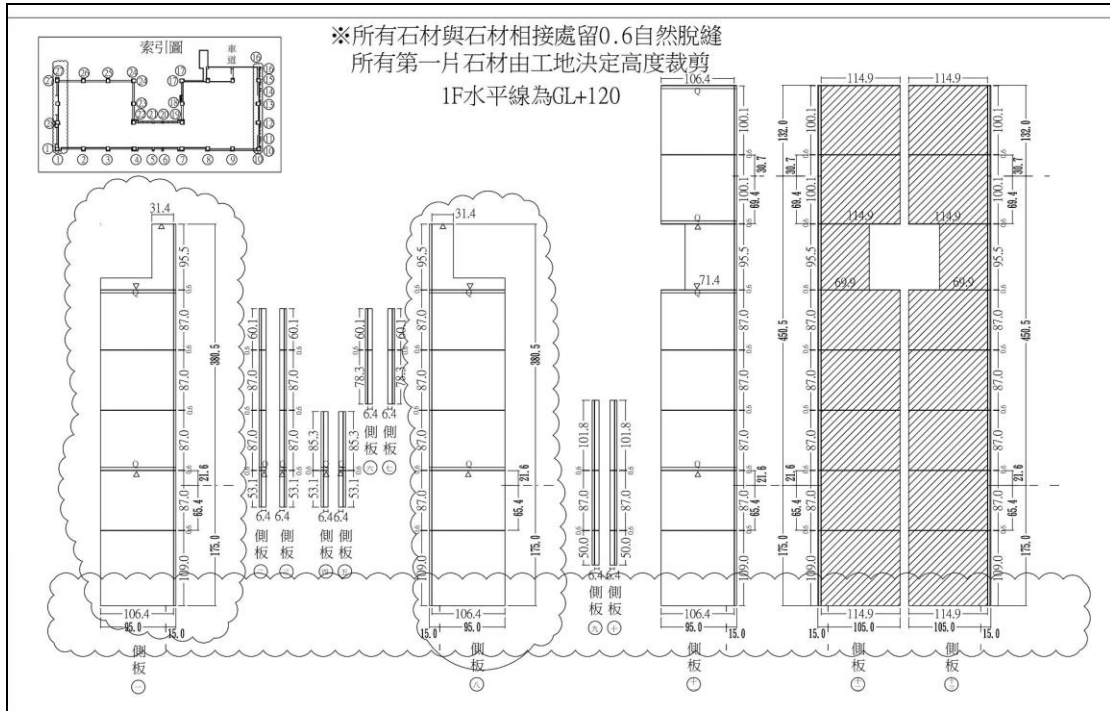


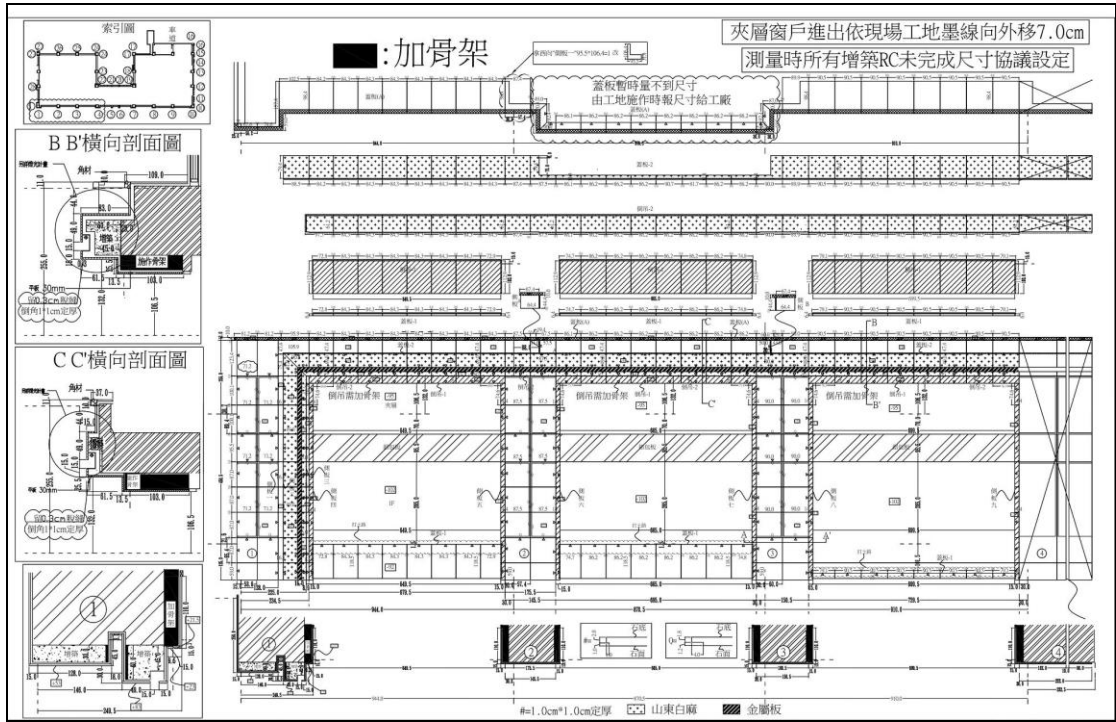




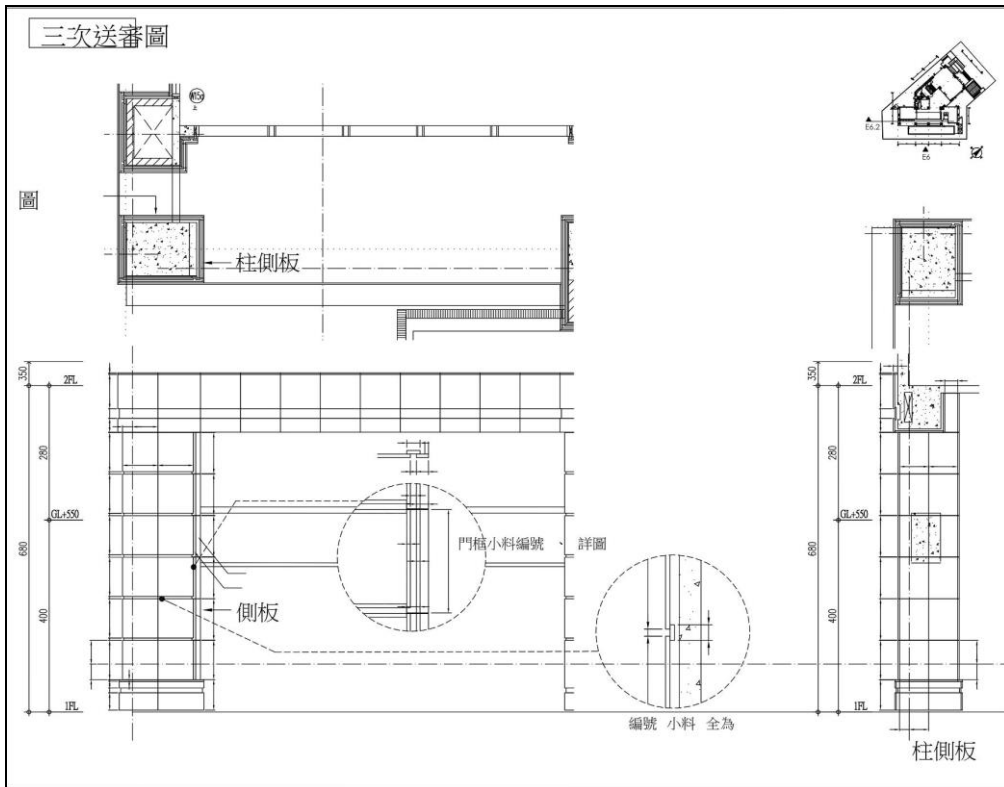
A14 案施工應用現況調查案例參考圖說

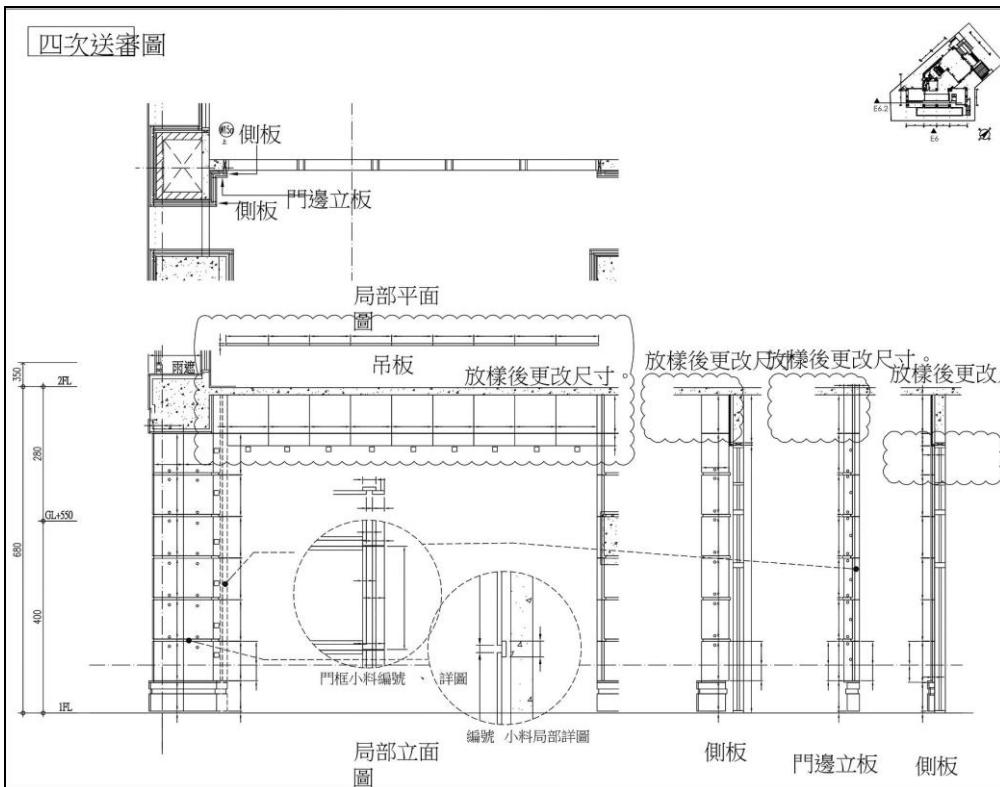
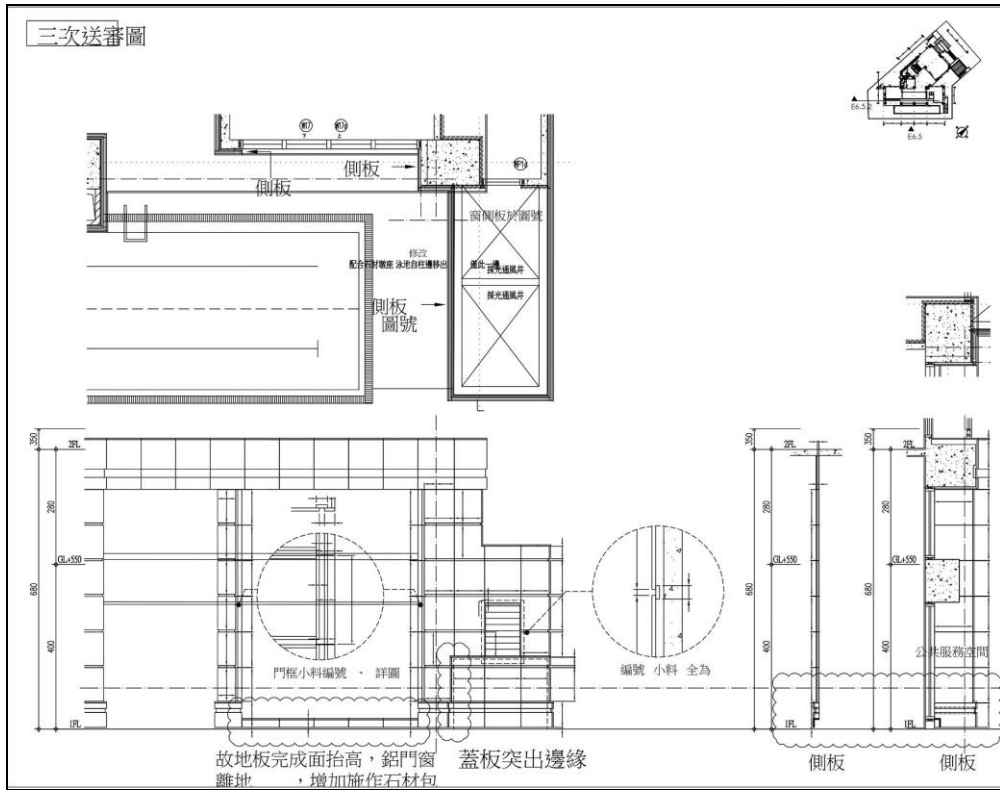


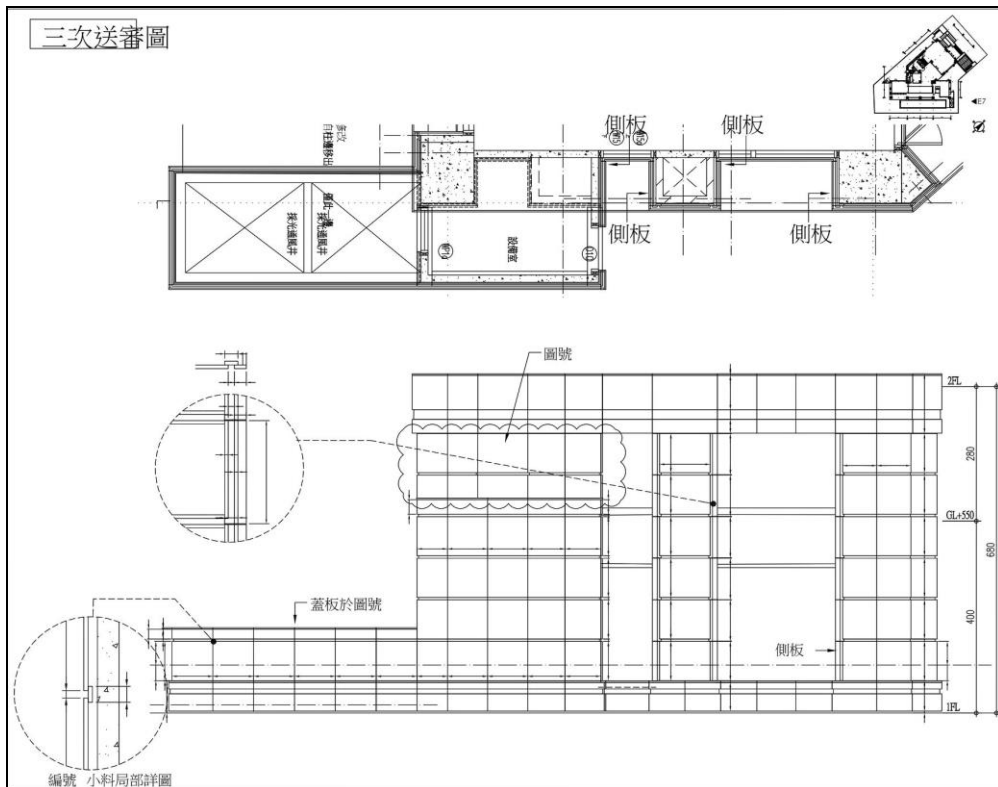
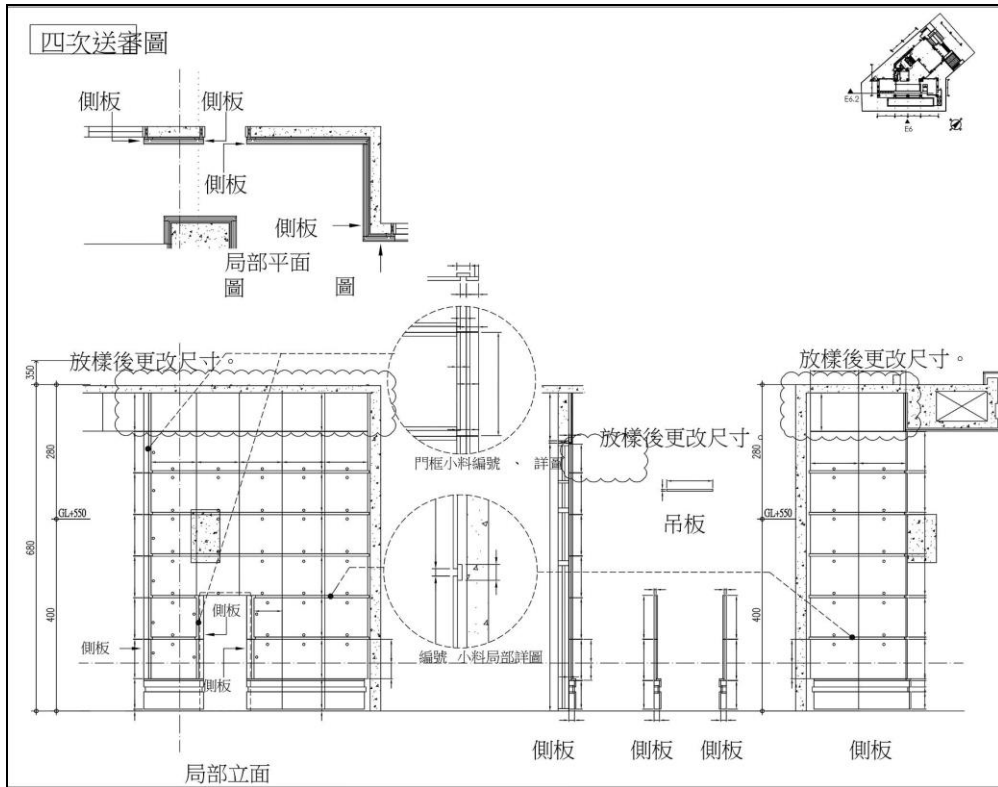


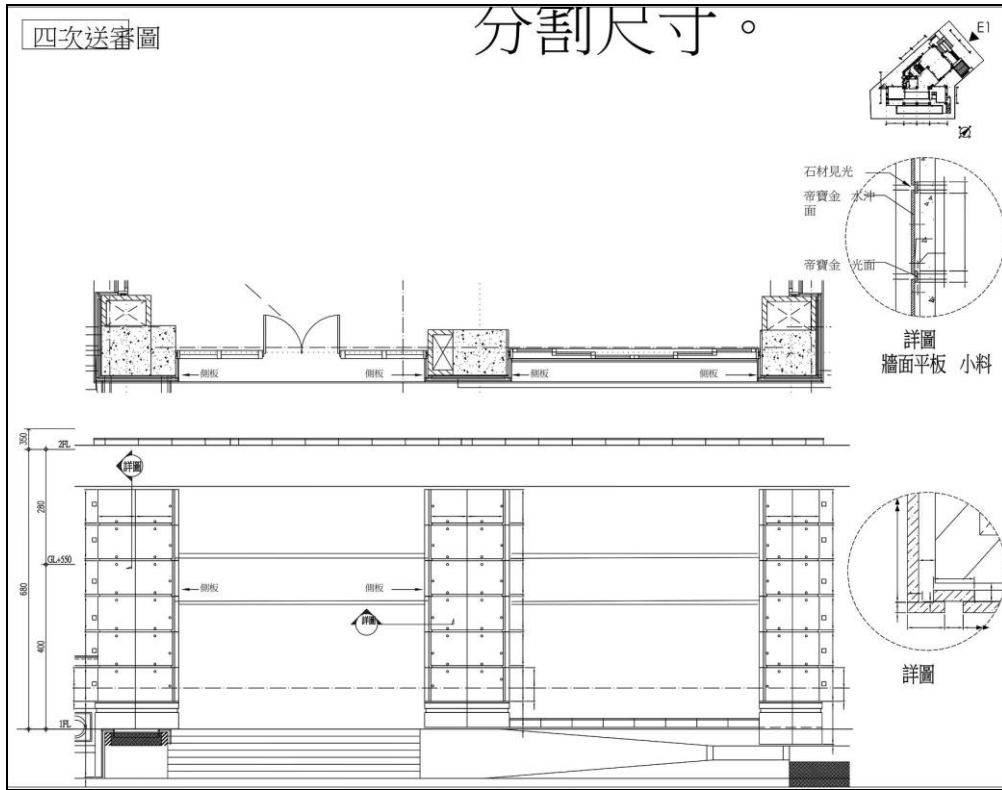


A15 案施工應用現況調查案例參考圖說

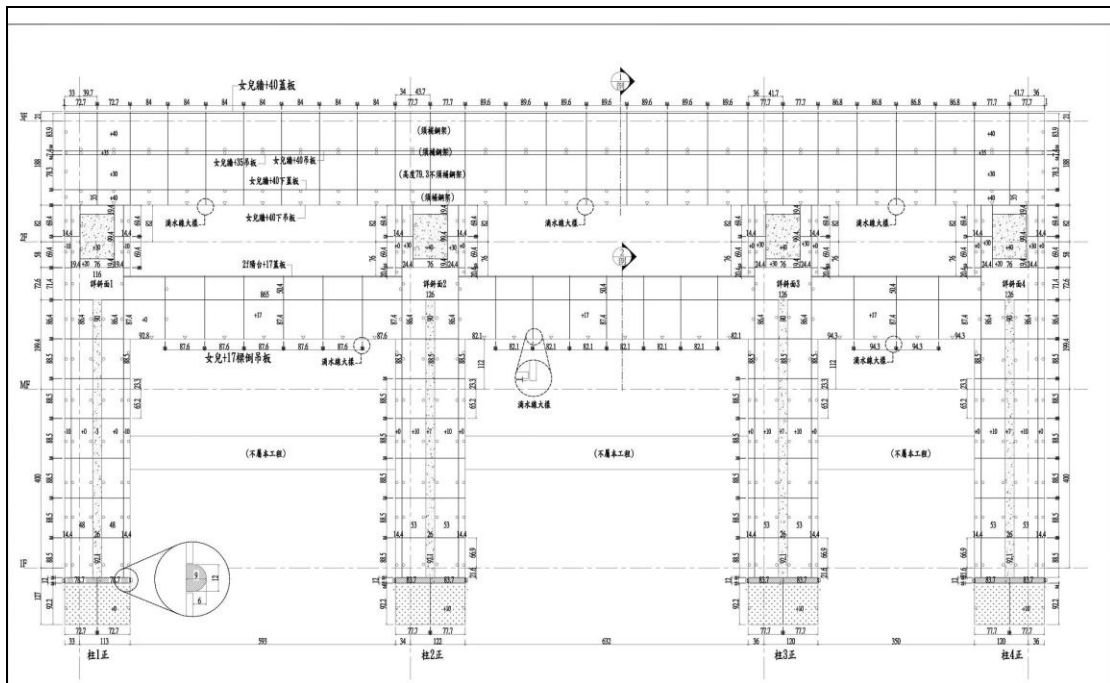




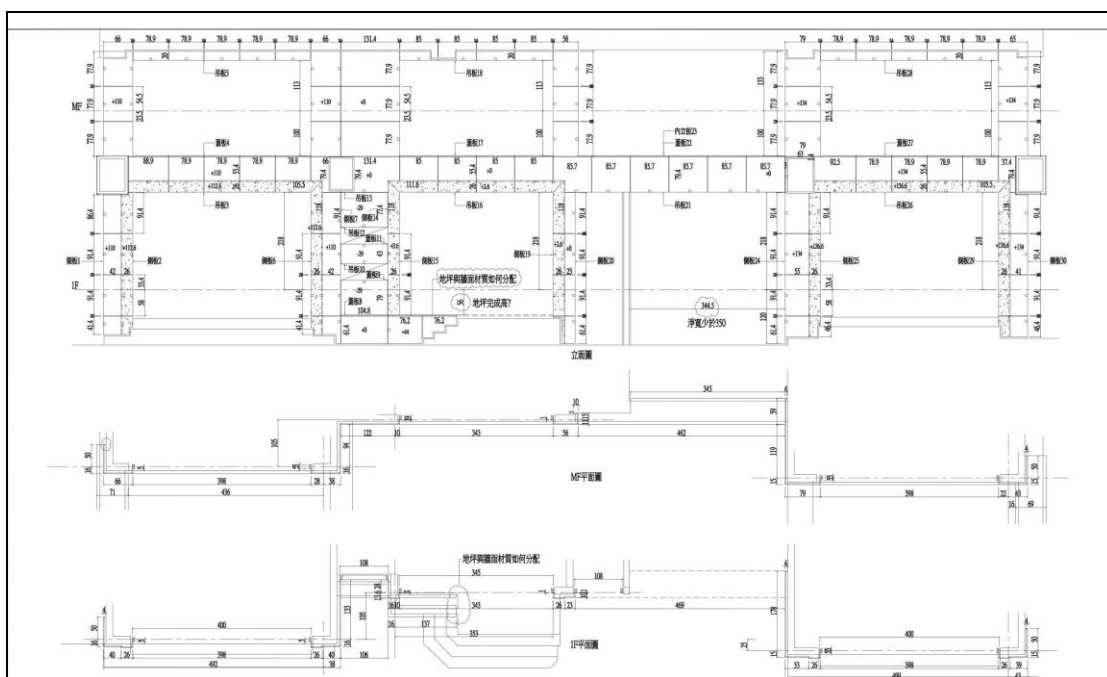
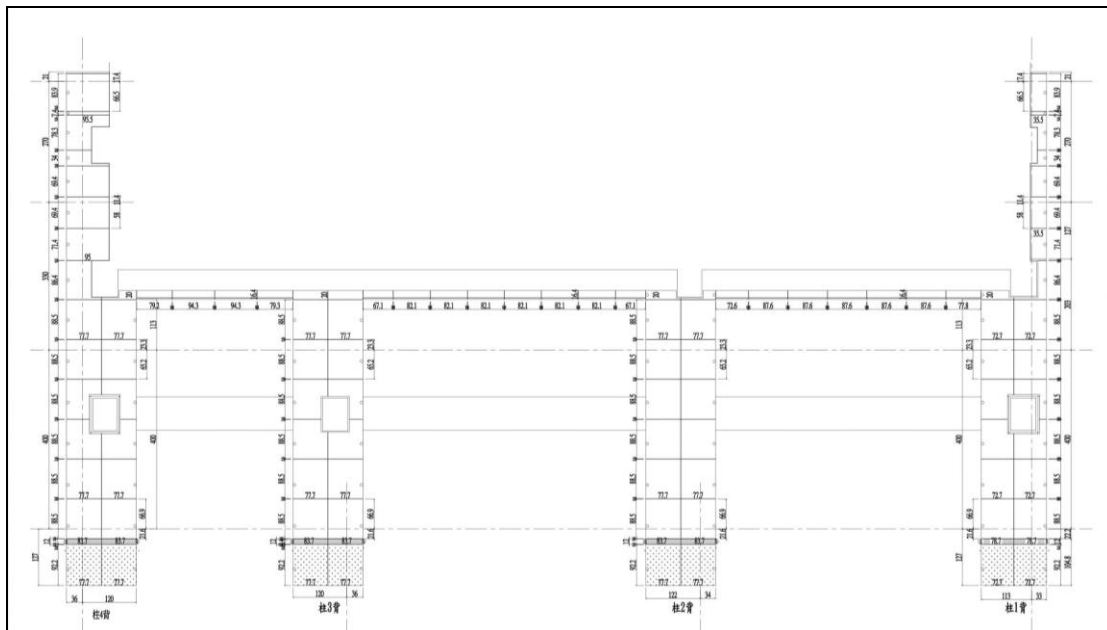


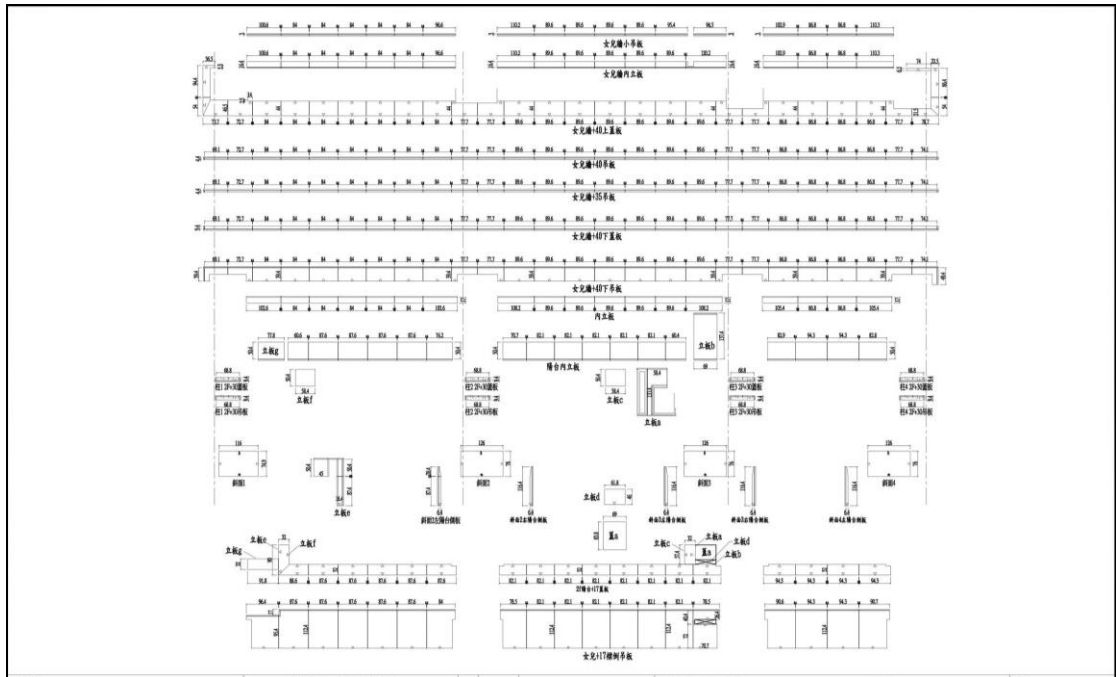
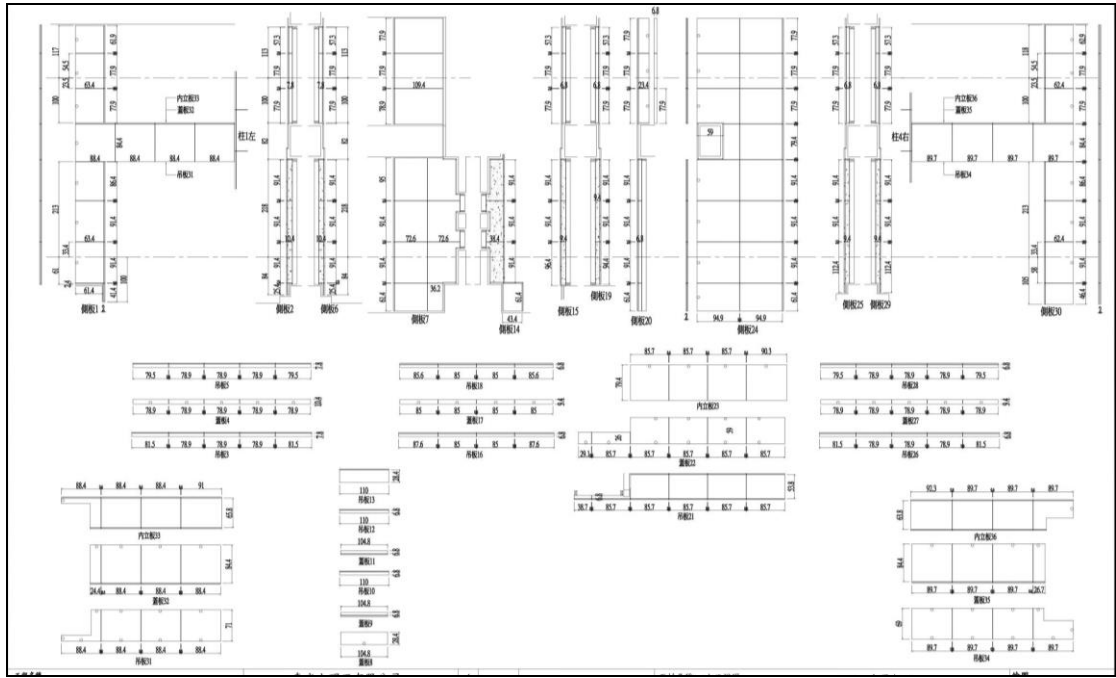


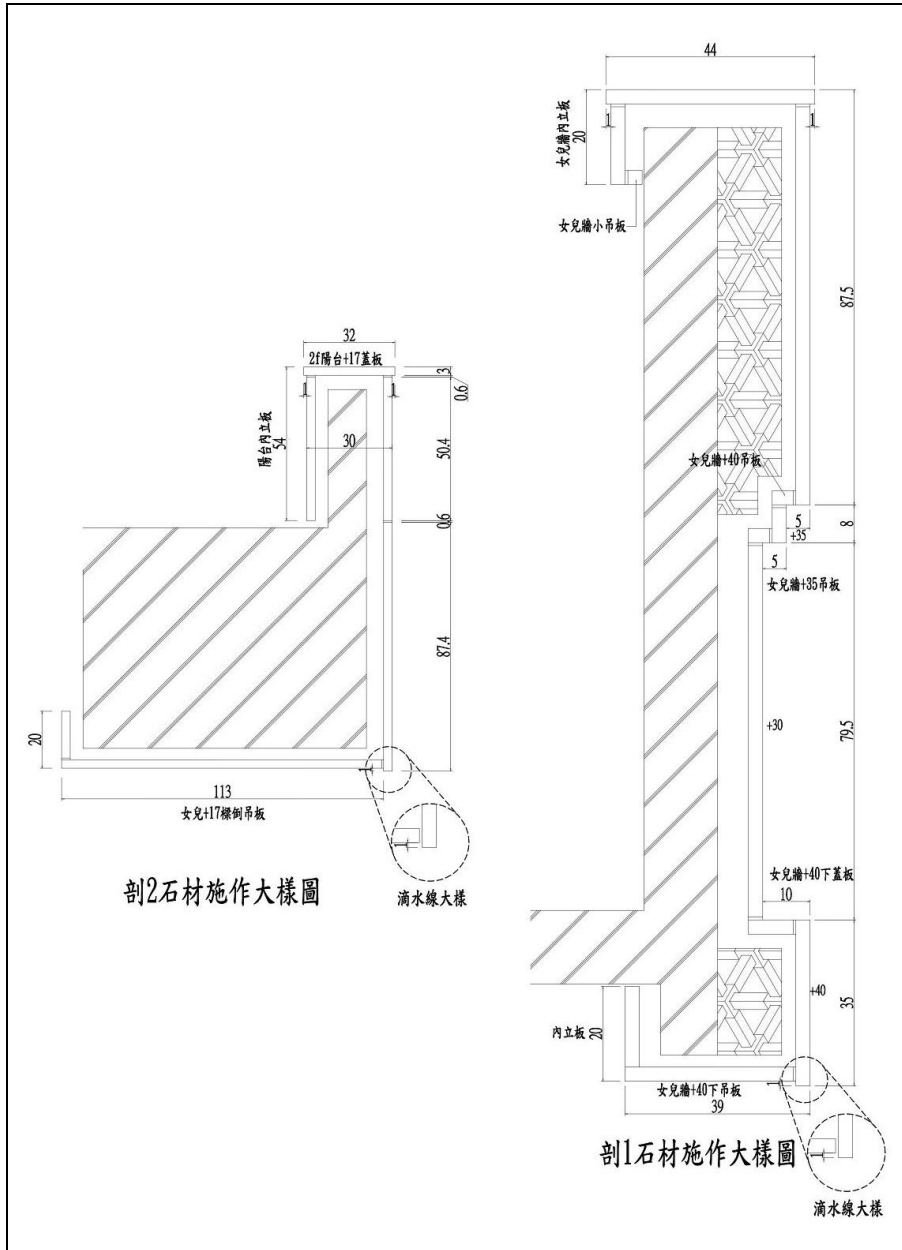
A17 案施工應用現況調查案例參考圖說



建築物外牆石材施工規範研擬







附錄七 外牆石材結構計算書範例

外牆石材結構計算書範例 A

目 錄

壹、石材重量計算	1
貳、地震力及風力計算	1~3
參、垂直力、水平拉力及偏心彎矩計算	4
肆、一次震件及二次震件檢討	5-6
伍、本案採用 3/8" 內迫螺栓及 M10 馬車螺絲 & 石材埋入鑽孔螺栓檢 討:	7-8
陸、3/8" 內迫螺栓強度參考表	9
柒、石材埋入鑽孔螺栓強度參考表	10
捌、附圖	11

壹、 石材重量計算：

每塊石材重(1500*1092*30 含固定鐵件)

$$Wp = 2700\text{kgf/m}^3 * 1.5\text{m} * 1.092\text{m} * 0.03\text{m}$$

$$= 133\text{kgf}$$

貳、地震力及風力計算：

一、水平地震力：

$$Fph = 0.4 * Sds * Ip * (Ap/Rpa) * (1 + 2Hx/Hn) * Wp$$

$$= 0.4 * 0.6 * (1.0/1.75) * (1 + 2 * 1) * Wp$$

$$= 0.42Wp$$

$$= 56\text{kgf}$$

其中：

Sds：工址短期設計水平譜加速度

Ip：構體、構材或設備之用途係數

Ap：構體、構材或設備之共振放大倍數

採用有變形限制之飾版及附件 Ap=1.0, Rp=2.5

Rpa：構體、構材或設備之容許地震反應折減係數

Hx：構體、構材或設備所在樓層 x 距基面之高度

1

Hm: 建築物基面至屋頂之高度

$Rpa=1+(Rp-1)/2=1+(2.5-1)/2=1.75$

$Fph1=1.6*Sds*Ip*Wp$
 $=1.6*0.6Wp$
 $=0.96Wp$

$Fph2=0.3*Sds*Ip*Wp$
 $=0.3*0.6Wp$
 $=0.18Wp$

$Fph=0.42Wp < 0.96Wp$
 $> 0.18Wp$ O.K.

二、垂直地震力

$Fpv=0.5*Fph$ (一般工地或台北盆地)
 $=0.21Wp$
 $=28kgf$

三、風力計算

採用風壓力 $Pw=578 \text{ kgf/m}^2$ (詳 P.3)

風力 $Fw=1136 \text{ kgf}$ (詳 P.3)

風力分析

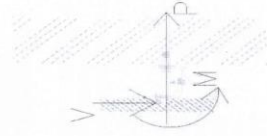
依據『內政部建築物耐風設計規範及解說』：
 第三章 局部構材及外部被覆物之設計風壓

項目	公式	數值
建物高度(m) h=		126
離地面之高度(m) z=		126
地形種類	表2.3節	B
基本設計風速(m/sec) $V_{10}(C)$ =	表2.4節(極圓錐)	37.5
垂直分佈法則指數 α =	表2.2	0.25
物體高度(m) zh=	表2.2	400
用途係數 I =	表2.5節	1
K1=	表2.3(a)	0
K2=	表2.3(b)	0
K3=	表2.3(c)	0
地形係數 Kzt	$Kzt=(1+K1*K2*K3)^2$	1
風速壓地形係數 K(z)	$K(z)=2.774 (z/zg)^2, \alpha: z \leq 5m$	1.556904
	$K(z)=2.774 (z/zg)^2, \alpha: z > 5m$	
風速壓地況係數 K(h)	$K(h)=2.774 (h/zg)^2, \alpha: h > 5m$	1.556904
	$K(h)=2.774 (h/zg)^2, \alpha: h \leq 5m$	
風速壓 q(z)	$q(z)=0.06 K(z)*Kzt* [1*V10(C)]^2$	131.3637
風速壓 q(h)	$q(h)=0.06 K(h)*Kzt* [1*V10(C)]^2$	131.3637
陣風反應因子 G=	$G=1.927(1+1.78QZQ)/(1+1.78VIZ)$	1.78745
外風壓係數(迎風面) Cp=	表圖 3.2	1.82
外風壓係數(背風面) Cp=	表圖 3.2	-1.4
內風壓係數+GCp=	表2.17	1.146
內風壓係數-GCp=	表2.17	-1.146
設計風壓(迎風面) p=	$p=q(z)*Cp-q(h)*(+GCp)$	276.8043
	$p=q(z)*Cp-q(h)*(-GCp)$	577.89
設計風壓(背風面) p=	$p=q(z)*Cp-q(h)*(+GCp)$	-479.271
	$p=q(z)*Cp-q(h)*(-GCp)$	-178.186

*採用風壓= 578 kgf/m² > 577.89 kgf/m²

Fw= 1.2*Pw*1.5*1.092= 1136 kgf

參、垂直力、水平拉力及偏心彎矩計算(採用 6 個固定點)：



(1) 單點垂直力 V :

每塊石材重=133kgf

垂直地震力=28kgf

單點垂直力 $V=(133+28)/6=27\text{kgf}$

(2) 單點水平拉力 P :

風力 $F_w=1136\text{kgf}$

水平地震力=56kgf

石材垂直力產生偏心彎矩

$M=(133+28)*7=1127\text{kgf-cm}$

彎矩產生拉力=1127/89.2=13kgf

故單點水平拉力 $P=(1136+56+13)/6=201\text{kgf}$

4

(3) $L50*50*5-L=50\text{mm}$ ，長度 70mm 單點偏心彎矩 M :

單點偏心彎矩 $M=(133+28)*7/6=188\text{kgf-cm}$

(4) $L50*50*5-L=50\text{mm}$ ，長度 20mm 單點偏心彎矩 M' :

單點偏心彎矩 $M'=(133+28)*2/6=27\text{kgf-cm}$

肆、一次鐵件及二次鐵件檢討：

一、 $50*50*5\text{mm}$ ， $L=50\text{mm}$ ，長度 70mm

(1)、垂直力作用：

$A=5*0.5-0.96=1.54\text{cm}^2$

$f_v=V/A=27/1.54=18\text{kgf/cm}^2$

容許剪應力 $F_v=0.4*f_y=0.4*2100=840\text{kgf/cm}^2$

$R=18/840=0.0214 < 1.0$ O.K.

(2)、水平拉力作用：

$A=5*0.5-0.96=1.54\text{cm}^2$

$f_p=P/A=201/1.54=131\text{kgf/cm}^2$

容許拉應力 $F_b=0.6*f_y=0.6*2100=1260\text{kgf/cm}^2$

$R=131/1260=0.104 < 1.0$ O.K.

(3)、偏心彎矩作用：

$S_x=1/6*b*h^2=1/6*5*0.5^2=0.2083\text{cm}^3$

5

$f_b = M/S_x = 188/0.2083 = 903 \text{ kgf/cm}^2$
 容許彎曲應力 $F_b = 0.75 * f_y = 0.75 * 2100 = 1575 \text{ kgf/cm}^2$
 合成應力 $\Sigma f = \sqrt{(f_b^2 + 3fv^2)} = \sqrt{(903^2 + 3 * 18^2)} = 903.5 \text{ kgf/cm}^2$
 $< 1575 \text{ kgf/cm}^2$ O.K.

二、50*50*5mm，L=50mm，長度20mm

(1)、垂直力作用：
 $A = 5 * 0.5 * 0.96 = 1.54 \text{ cm}^2$
 $f_v = V/A = 27/1.54 = 18 \text{ kgf/cm}^2$
 容許剪應力 $F_v = 0.4 * f_y = 0.4 * 2100 = 840 \text{ kgf/cm}^2$
 $R = 18/840 = 0.0214 < 1.0$ O.K.

(2)、水平拉力作用：
 $A = 5 * 0.5 * 0.96 = 1.54 \text{ cm}^2$
 $f_p = P/A = 201/1.54 = 131 \text{ kgf/cm}^2$
 容許拉應力 $F_b = 0.6 * f_y = 0.6 * 2100 = 1260 \text{ kgf/cm}^2$
 $R = 131/1260 = 0.104 < 1.0$ O.K.

(3)、偏心彎矩作用：
 $S_x = 1/6 * b * h^2 = 1/6 * 5 * 0.5^2 = 0.2083 \text{ cm}^3$
 $f_b = M/S_x = 27/0.2083 = 130 \text{ kgf/cm}^2$
 容許彎曲應力 $F_b = 0.75 * f_y = 0.75 * 2100 = 1575 \text{ kgf/cm}^2$

6

合成應力 $\Sigma f = \sqrt{(f_b^2 + 3fv^2)} = \sqrt{(130^2 + 3 * 18^2)} = 134 \text{ kgf/cm}^2 < 1575 \text{ kgf/cm}^2$ O.K.

伍、本案採用 3/8" 內迫螺絲及 M10 馬車螺絲 & 石材埋入擴孔螺絲檢討 (F.S.=2.5)：

一、6 支 3/8" 內迫螺絲之容許抗剪力 (詳 P9) 為
 $6 * 1627/2.5 = 3902 \text{ kgf} > 133 + 28 = 161 \text{ kgf}$ (垂直力) O.K.

二、6 支 3/8" 內迫螺絲之容許抗拉力 (詳 P9) 為
 $6 * 1627/2.5 = 3902 \text{ kgf} > 1136 + 56 + 13 = 1205 \text{ kgf}$
 (風力+水平地震力+石材偏心彎矩產生之拉力) O.K.

三、M10 馬車螺絲檢討：
 6 支 M10 馬車螺絲之容許抗剪力 (3 點受水平力) 為
 $6 * 0.4 * 2100 * (0.25 * 3.14 * 1^2) = 3956 \text{ kgf} > 1136 + 56 + 13 = 1205 \text{ kgf}$ (風力+水平地震力+石材偏心彎矩產生之拉力) O.K.

7

四、石材埋入擴孔螺絲檢討(6 固定點受力)：

(1)、6 支擴孔螺絲之容許抗剪力(詳 P10)為

$$6 * 771.9 / 2.5 * 0.4 / 0.6 = 1235 \text{kgf} > 133 + 28 = 161 \text{kgf}$$

(垂直力) O.K.。

(2)、6 支擴孔螺絲之容許抗拉力(詳 P10)為

$$6 * 771.9 / 2.5 = 1852 \text{kgf} > 1136 + 56 + 13 = 1205 \text{kgf}$$

(風力+水平地震力+石材偏心彎矩產生之拉力)

O.K.。

外牆石材結構計算書範例 B

一、幾何條件

1. 每片大理石最大尺寸 90 cm x 150 cm
2. 大理石厚度 t = 2cm Q = 60kg/cm²

二、假設載重

1. 大理石淨載重
 $W = 0.9 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} \times 60 \text{ kg/m}^2 = 81 \text{ kg}$
 自重
 $W_D = 60 \text{ kg/m}^2$ (大理石) + 20 kg/m^2 (鐵件) + 10 kg/m^2 (連接件)
 $= 90 \text{ kg/m}^2 = 0.009 \text{ kg/cm}^2$
2. 地震力
 $F_p = ZIC_s W_p = 0.23 \times 1.25 \times 2.0 \times 0.009 = 0.0052 \text{ kg/cm}^2$
3. 風壓力
 設計正風壓力 = 240 kg/m^2
 負風壓力 = $360 \text{ kg/m}^2 = 0.036 \text{ kg/cm}^2$

三、材料應力

1. A36 鋼 $F_u = 1512 \text{ kg/cm}^2$
 $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
2. 焊接(E60) $F_u = 4200 \text{ kg/cm}^2$
3. 容許撓度
 直料： < L / 175
 橫料： < L / 240

四、應力分析

1. 構料分析
 (1) 地震力及風力方向
 $q_E = 0.0052 \text{ kg/cm}^2 \times 150 \text{ cm} = 0.78 \text{ kg/cm}$
 $q_w = 0.036 \text{ kg/cm}^2 \times 150 \text{ cm} = 5.4 \text{ kg/cm}$
 (2) 自重方向
 $W_D = 0.009 \text{ kg/cm}^2 \times 150 \text{ cm} = 1.35 \text{ kg/cm}$
 由附件得
 $\delta_{\max} = 0.1 \text{ cm} < 90 / 240 (0.514 \text{ cm})$ OK
 $M_{\max} = 4318.36 \text{ kg-cm}$
 USE $100 \times 50 \times 20 \times 2.3 \text{ t}$ Z = 6.06 cm³
 $f_b = M_{\max} / Z = 4318.36 / 6.06 = 712.6 \text{ kg/cm}^2$
 $< 0.6 F_y = 1512 \text{ kg/cm}^2$ OK
2. 直料分析
 USE $100 \times 50 \times 20 \times 2.3 \text{ t}$

3. 橫料繫件及接合型式

由附件得
 $H = 516.3 \text{ kg}$ $V = 141.6 \text{ kg}$

Part 1 角鐵
 (1)檢核橫料與 Part 1 鐵件 L100 x 50 x 5t，使用 E60， $F_y=4200\text{kg/cm}^2$ 焊接
 長 100mm， $t = 35\text{mm}$
 $A = [0.707 \times 0.35 \times 10] \times 2$ (左右角鐵) = 4.949 cm^2
 $f_v = 141.6 \text{ kg}$
 $f_t = 516.3 \text{ kg}$
 $f_s = \sqrt{(f_t)^2 + (f_v)^2} = 0.535 \text{ t}$
 $< F_y = 4.949 \times 4200 = 20.79 \text{ t}$ OK
 (2)Check Part 1 角鐵 L100 x 50 x 5 t 角鐵，寬 100 mm， $d=(2.5+2.5/2)=3.75\text{cm}$

Part 2 鐵件
 (1)檢核橫料與 Part 2 鐵件 L50 x 65 x 4t 焊接 長度 40mm，焊接厚度 $t=0.3\text{cm}$
 $W_D = 81 \text{ kg}$ ， $W_H = 0.3W_D = 0.3 \times 81 = 24.3 \text{ kg}$
 $A = [0.707 \times 0.3 \times 4] = 0.85 \text{ cm}^2 \times 2 = 1.7 \text{ cm}^2$ (二側)
 $f_v = 81 / 3 = 27 \text{ kg}$
 $f_t = 24.3 / 3 = 8.1 \text{ kg}$
 $f_s = \sqrt{(f_t)^2 + (f_v)^2} = 28.2 \text{ kg}$
 $< F_v = 4200 \times 1.7 = 7.14 \text{ t}$ OK

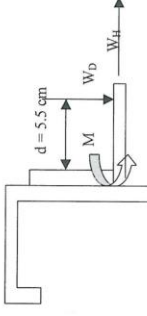
Part 2 鐵件
 $M = V / 2 \times d = 141.6 / 2 \times 3.75 = 265.5 \text{ kg}$
 $Z = 10 \times 0.5^2 / 6 = 0.417 \text{ cm}^3$
 $f_b = M / Z = 265.5 / 0.417 = 636.7 \text{ kg/cm}^2$
 $f_t = H / 2 / A = 516.3 / 2 / (0.5 \times 10) = 51.63 \text{ kg/cm}^2$
 $f_b + f_t = 636.7 + 51.63 = 688.33 \text{ kg/cm}^2$
 $< 0.6F_y = 0.6 \times 2500 = 1500 \text{ kg/cm}^2$ OK

(3)Check M10 膨脹螺栓 ($f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$)
 承受靜載重
 $F_{t\text{-allow}} = 1500 / 5 = 300 \text{ kg}$
 $F_{v\text{-allow}} = 1450 / 5 = 290 \text{ kg}$
 承受動載重
 $F_{t\text{-allow}} = 1500 / 10 = 150 \text{ kg}$
 $F_{v\text{-allow}} = 1450 / 10 = 145 \text{ kg}$
 每一單元大理石(90x150)由二支角鐵支撐
 每支角鐵使用一支 M10 膨脹螺栓
 承受靜載重時
 $V = 141.6 / 2 = 70.8 \text{ kg} < F_{v\text{-allow}} = 1450 / 5 = 290 \text{ kg}$ OK
 承受動載重時
 $V = 141.6 / 2 = 70.8 \text{ kg} < F_{v\text{-allow}} = 1450 / 10 = 145 \text{ kg}$ OK
 $H = 516.3 / 2 = 258.2 \text{ kg} > F_{v\text{-allow}} = 1500 / 10 = 150 \text{ kg}$ NG

若每支角鐵使用一支 M12 膨脹螺栓
 承受靜載重
 $F_{t\text{-allow}} = 2800 / 5 = 560 \text{ kg}$
 $F_{v\text{-allow}} = 3000 / 5 = 600 \text{ kg}$
 承受動載重
 $F_{t\text{-allow}} = 2800 / 10 = 280 \text{ kg}$
 $F_{v\text{-allow}} = 3000 / 10 = 300 \text{ kg}$
 承受靜載重時
 $V = 141.6 / 2 = 70.8 \text{ kg} < F_{v\text{-allow}} = 3000 / 5 = 600 \text{ kg}$ OK
 承受動載重時
 $V = 141.6 / 2 = 70.8 \text{ kg} < F_{v\text{-allow}} = 3000 / 10 = 300 \text{ kg}$ OK
 $H = 516.3 / 2 = 258.2 \text{ kg} < F_{v\text{-allow}} = 2800 / 10 = 280 \text{ kg}$ OK

Part 2 鐵件
 (1)檢核橫料與 Part 2 鐵件 L50 x 65 x 4t 焊接 長度 40mm，焊接厚度 $t=0.3\text{cm}$
 $W_D = 81 \text{ kg}$ ， $W_H = 0.3W_D = 0.3 \times 81 = 24.3 \text{ kg}$
 $A = [0.707 \times 0.3 \times 4] = 0.85 \text{ cm}^2 \times 2 = 1.7 \text{ cm}^2$ (二側)
 $f_v = 81 / 3 = 27 \text{ kg}$
 $f_t = 24.3 / 3 = 8.1 \text{ kg}$
 $f_s = \sqrt{(f_t)^2 + (f_v)^2} = 28.2 \text{ kg}$
 $< F_v = 4200 \times 1.7 = 7.14 \text{ t}$ OK

(2) Check Part 2 鐵件, $F_y=2100\text{kg/cm}^2$



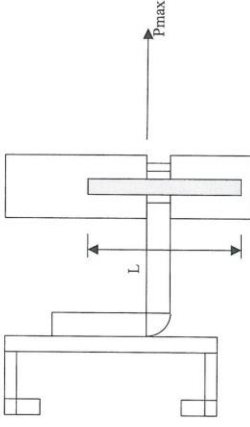
使用 3 支鐵件

$$M = W_h \times d = 81 \times 5.5 = 445.5 \text{ kg-cm}$$

$$Z = 6 \times 0.5^2 / 6 = 0.25 \text{ cm}^3$$

$$f_b = M / Z / 3 = 445.5 / 0.25 / 3 = 594 \text{ kg/cm}^2 < 0.6 \times 2100 = 1260 \quad \text{OK}$$

4. 大理石與鐵件之接合分析



不鏽鋼桿 $d = 4\text{mm}$, $L = 5\text{cm}$

$$P_{\text{max}} \text{ (1) 地震力 } 0.3 \times 81 / 3 = 8.1 \text{ kg} \rightarrow$$

$$\text{(2) 風力 } 0.036 \text{ kg/cm}^2 \times 150\text{cm} \times 90\text{cm} / 3 = 162 \text{ kg (控制)} \rightarrow$$

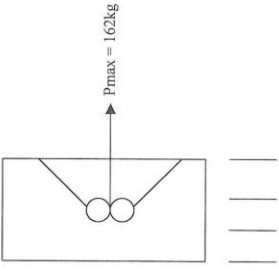
不鏽鋼桿 $A = 3.14159 \times 0.4^2 / 4 = 0.126 \text{ cm}^2$

$$\tau_{\text{max}} = 162 / 0.126 = 1286 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{\text{allow}} = 0.4 f_y = 0.4 \times 2100 = 840 \text{ kg/cm}^2 < 1286 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{NG}$$

使用二支不鏽鋼桿 $\tau_{\text{max}} = 162 / 0.126 / 2 = 643 \text{ kg/cm}^2 < 840 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$

大理石



4mm
8mm

$$A = 2 \times 0.8 \sqrt{2} \times ((5-0.5)/2) = 5.09 \text{ cm}^2$$

$$f_c' = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_r = 2 \sqrt{f_c'} = 20 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{\text{allow}} = 20 \text{ kg/cm}^2 \times 5.09 \text{ cm}^2 = 101.8 \text{ kg} < 162 \text{ kg} \quad \text{NG}$$

設長度為 L , $20 \times A > 162$, $A > 8.1 \text{ cm}^2$
得 $L > 7.7 \text{ cm}$ 取 8 cm

五、結論

1. 大理石牆大規格 $90 \text{ cm} \times 150 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ 。
2. part1 角鐵 $L 100 \times 50 \times 5\text{t}$, 長度 10 cm , 使用 $E60$, $F_y=4200\text{kg/cm}^2$ 焊接
3. part2 鐵件 $L 50 \times 65 \times 4\text{t}$, 長度 40 mm , 每單位大理石使用三組鐵件支撐, 不鏽鋼桿 $d = 4 \text{ mm}$, $L > 8 \text{ cm}$, 每鐵件使用二支不鏽鋼桿。
4. 大理石完成面厚度中心臨 RC 牆面最大不得超過 $3.75 + 5 + 5.5 = 14.25 \text{ cm}$ 。
5. 每組 part1 角鐵採用一支 M12 膨脹螺絲。

外牆石材結構計算書範例 C

結構計算書	
目錄 (P 1~P23)	
一、設計準則	P 1~P 4
二、包柱石材設計	P 5~P 5
三、正向石材板片固定繫件設計”1”	P 6~P14
四、正向石材板片固定繫件設計”2”	P15~P23

1	
一、設計準則	
1. 設計規範(DESIGN CODE)	
a. 內政部頒 “ 中華民國建築技術規則 ” “Chinese Building Code” by R. O. C.	
b. 美國鋼結構施工協會 AISC “ 鋼結構設計規範 ” “Manual of Steel Construction” by American Institute of Steel Construction	
c. 美國鋁製品協會 AA “ 鋁結構設計規範 ”	
2. 主要設計材料強度(MATERIAL STRENGTH)	
a. 不銹鋼板 (AISI SUS 304)	
極限抗拉強度	$F_u = 5200 \text{ kgf/cm}^2$
降伏抗拉強度	$F_y = 2100 \text{ kgf/cm}^2$
容許抗拉強度	$F_t = 0.6 F_y = 1260 \text{ kgf/cm}^2$
容許抗彎強度	$F_b = 0.6 F_y = 1260 \text{ kgf/cm}^2$ (對強軸撓曲)
容許抗剪強度	$F_b = 0.75 F_y = 1575 \text{ kgf/cm}^2$ (對弱軸撓曲)
(根據 AISC ASD page 5-48 F2. l. . . ; solid round and square bars; and solid rectangular section bent about their weaker axes, the allowable stress $F_b = 0.75 F_y$)	
容許抗剪強度	$F_t = 0.4 F_y = 840 \text{ kgf/cm}^2$
楊氏彈性係數	$E = 2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$
Poisson's Ratio	$\nu = 0.3$
b. 不銹鋼馬車螺絲 (SUS304)	
1	

2	<p>極限抗拉強度 $F_u = 5200 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>降伏抗拉強度 $F_y = 2100 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>容許抗拉強度 $F_t = 0.75F_y = 1575 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>容許抗剪強度 $F_v = 0.75F_y / \sqrt{3} = 909 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>c. 鋁構型 (6005-T5)</p> <p>極限抗拉強度 $F_u = 38 \text{ ksi} = 3420 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>降伏抗拉強度 $F_y = 35 \text{ ksi} = 2450 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>楊氏彈性係數 $E = 7 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>Poisson's Ratio $\nu = 0.33$</p> <p>線膨脹係數 $\alpha = 2.34 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$</p> <p>d. 不銹鋼背孔螺栓 M8 不銹鋼背孔螺栓 (使用於30mm厚花崗岩; 參考 Fischer FZP 螺栓) 極限抗拉力 (最小縮深 15mm) $T_u = (1003.7 + 947.3 + 1120.2 + 958.3 + 990.8 + 1079.3 + 1006.0 + 1057.4 + 1128.8 + 1005.2) / 10 = 10297.7 / 10 = 1029.7 \text{ kgf}$ (見 CGS 背孔釘拉拔試驗報告)</p> <p>e. M10(3/8"Φ)不銹鋼內迫式螺栓 (參考新生五金 DR-30 3/8" Φ拉眼螺栓)</p> <p>極限抗剪力 $S_u = 1950 \text{ kgf}$</p> <p>極限抗拉力 $T_u = 1390 \text{ kgf}$</p> <p>M12(1/2"Φ)不銹鋼內迫式螺栓 (參考新生五金 DR-40 1/2" Φ拉眼螺栓)</p> <p>極限抗剪力 $S_u = 3100 \text{ kgf}$</p> <p>極限抗拉力 $T_u = 2320 \text{ kgf}$</p>
---	--

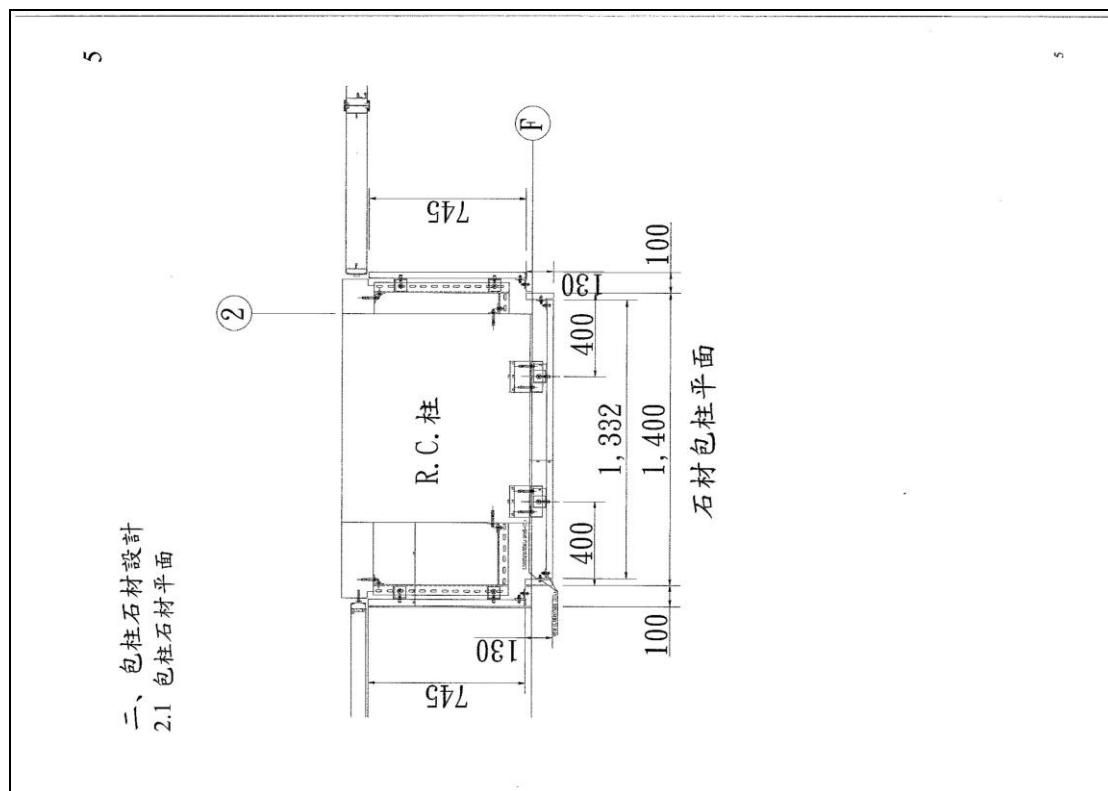
3	<p>3. 設計風壓 (design of wind load)</p> <p>採用 17 級風</p> <p>正風壓 $W = 377 \text{ kgf/m}^2 \rightarrow$</p> <p>負風壓 $W = -377 \text{ kgf/m}^2 \leftarrow$</p>																																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>風名</th> <th>風級</th> <th>風速(m/s)</th> <th>風壓</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>無風</td> <td>0 級</td> <td>0 ~ 1.5</td> <td>< 1 kgf/m²</td> </tr> <tr> <td>輕風</td> <td>2 級</td> <td>1.6 ~ 3.3</td> <td>= 1 kgf/m²</td> </tr> <tr> <td>微風</td> <td>3 級</td> <td>3.4 ~ 5.4</td> <td>1 ~ 3 kgf/m²</td> </tr> <tr> <td>和風</td> <td>4 級</td> <td>5.5 ~ 7.9</td> <td>3 ~ 7 kgf/m²</td> </tr> <tr> <td>清風</td> <td>5 級</td> <td>8.0 ~ 10.7</td> <td>7 ~ 14 kgf/m²</td> </tr> <tr> <td>強風</td> <td>6 級</td> <td>10.8 ~ 13.8</td> <td>14 ~ 23 kgf/m²</td> </tr> <tr> <td>疾風</td> <td>7 級</td> <td>13.9 ~ 17.1</td> <td>23 ~ 35 kgf/m²</td> </tr> <tr> <td>輕度颶風</td> <td>8 級</td> <td>17.2 ~ 20.7</td> <td>35 ~ 52 kgf/m²</td> </tr> <tr> <td>中度颶風</td> <td>9 級</td> <td>20.8 ~ 24.4</td> <td>52 ~ 72 kgf/m²</td> </tr> <tr> <td>強度颶風</td> <td>10 級</td> <td>24.5 ~ 28.4</td> <td>72 ~ 97 kgf/m²</td> </tr> <tr> <td>中風</td> <td>11 級</td> <td>28.5 ~ 32.6</td> <td>97 ~ 128 kgf/m²</td> </tr> <tr> <td>中度颶風</td> <td>12 級</td> <td>32.7 ~ 36.9</td> <td>128 ~ 164 kgf/m²</td> </tr> <tr> <td>強風</td> <td>13 級</td> <td>37.0 ~ 41.4</td> <td>164 ~ 206 kgf/m²</td> </tr> <tr> <td>烈風</td> <td>14 級</td> <td>41.5 ~ 46.1</td> <td>206 ~ 256 kgf/m²</td> </tr> <tr> <td>強烈颶風</td> <td>15 級</td> <td>46.2 ~ 50.9</td> <td>256 ~ 312 kgf/m²</td> </tr> <tr> <td>風</td> <td>16 級</td> <td>51.0 ~ 56.0</td> <td>312 ~ 377 kgf/m²</td> </tr> <tr> <td></td> <td>17 級</td> <td>56.1 ~ 61.2</td> <td>377 ~ 449 kgf/m²</td> </tr> <tr> <td></td> <td>18 級</td> <td>> 61.2</td> <td>> 449 kgf/m²</td> </tr> </tbody> </table>	風名	風級	風速(m/s)	風壓	無風	0 級	0 ~ 1.5	< 1 kgf/m ²	輕風	2 級	1.6 ~ 3.3	= 1 kgf/m ²	微風	3 級	3.4 ~ 5.4	1 ~ 3 kgf/m ²	和風	4 級	5.5 ~ 7.9	3 ~ 7 kgf/m ²	清風	5 級	8.0 ~ 10.7	7 ~ 14 kgf/m ²	強風	6 級	10.8 ~ 13.8	14 ~ 23 kgf/m ²	疾風	7 級	13.9 ~ 17.1	23 ~ 35 kgf/m ²	輕度颶風	8 級	17.2 ~ 20.7	35 ~ 52 kgf/m ²	中度颶風	9 級	20.8 ~ 24.4	52 ~ 72 kgf/m ²	強度颶風	10 級	24.5 ~ 28.4	72 ~ 97 kgf/m ²	中風	11 級	28.5 ~ 32.6	97 ~ 128 kgf/m ²	中度颶風	12 級	32.7 ~ 36.9	128 ~ 164 kgf/m ²	強風	13 級	37.0 ~ 41.4	164 ~ 206 kgf/m ²	烈風	14 級	41.5 ~ 46.1	206 ~ 256 kgf/m ²	強烈颶風	15 級	46.2 ~ 50.9	256 ~ 312 kgf/m ²	風	16 級	51.0 ~ 56.0	312 ~ 377 kgf/m ²		17 級	56.1 ~ 61.2	377 ~ 449 kgf/m ²		18 級	> 61.2	> 449 kgf/m ²
風名	風級	風速(m/s)	風壓																																																																										
無風	0 級	0 ~ 1.5	< 1 kgf/m ²																																																																										
輕風	2 級	1.6 ~ 3.3	= 1 kgf/m ²																																																																										
微風	3 級	3.4 ~ 5.4	1 ~ 3 kgf/m ²																																																																										
和風	4 級	5.5 ~ 7.9	3 ~ 7 kgf/m ²																																																																										
清風	5 級	8.0 ~ 10.7	7 ~ 14 kgf/m ²																																																																										
強風	6 級	10.8 ~ 13.8	14 ~ 23 kgf/m ²																																																																										
疾風	7 級	13.9 ~ 17.1	23 ~ 35 kgf/m ²																																																																										
輕度颶風	8 級	17.2 ~ 20.7	35 ~ 52 kgf/m ²																																																																										
中度颶風	9 級	20.8 ~ 24.4	52 ~ 72 kgf/m ²																																																																										
強度颶風	10 級	24.5 ~ 28.4	72 ~ 97 kgf/m ²																																																																										
中風	11 級	28.5 ~ 32.6	97 ~ 128 kgf/m ²																																																																										
中度颶風	12 級	32.7 ~ 36.9	128 ~ 164 kgf/m ²																																																																										
強風	13 級	37.0 ~ 41.4	164 ~ 206 kgf/m ²																																																																										
烈風	14 級	41.5 ~ 46.1	206 ~ 256 kgf/m ²																																																																										
強烈颶風	15 級	46.2 ~ 50.9	256 ~ 312 kgf/m ²																																																																										
風	16 級	51.0 ~ 56.0	312 ~ 377 kgf/m ²																																																																										
	17 級	56.1 ~ 61.2	377 ~ 449 kgf/m ²																																																																										
	18 級	> 61.2	> 449 kgf/m ²																																																																										

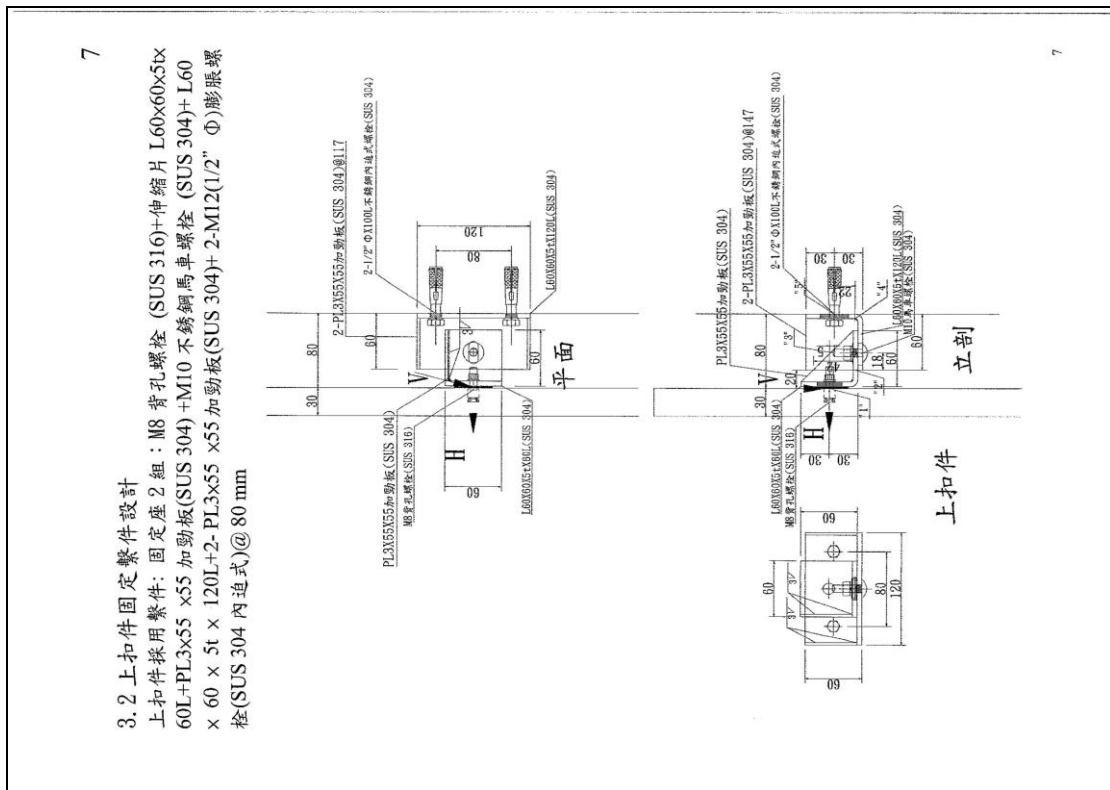
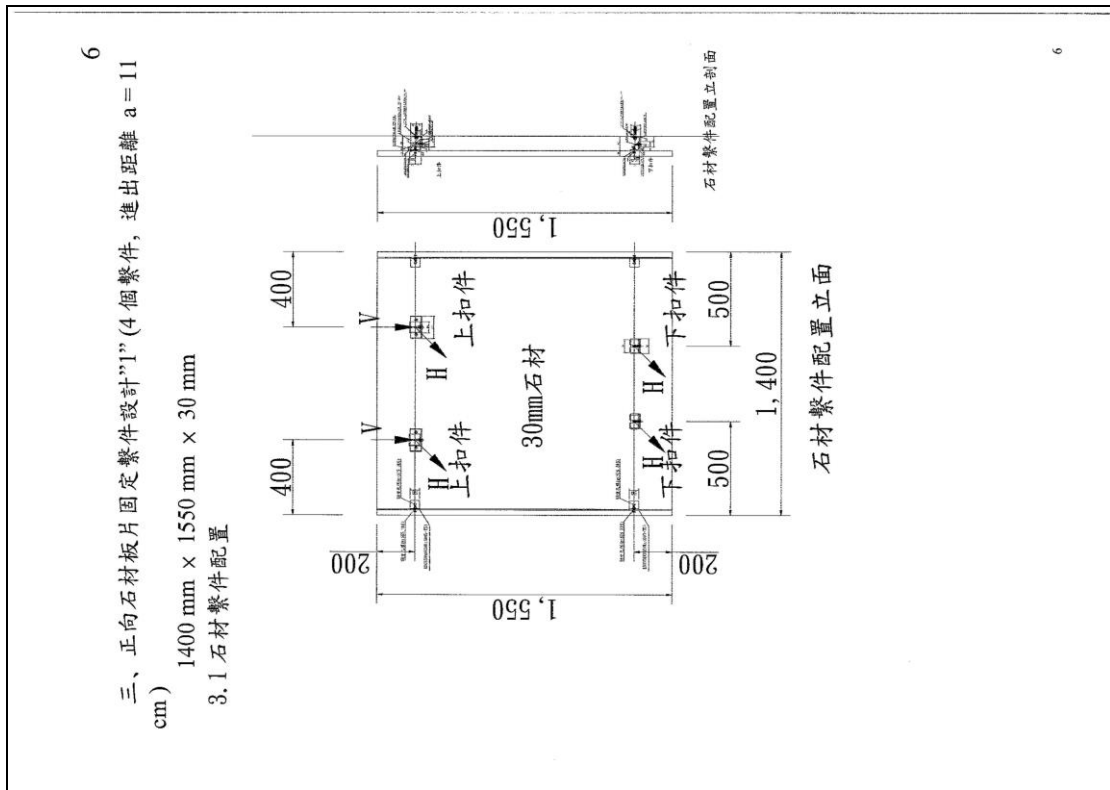
4

4. 設計地震力係數
 地震力：依 6 級震度(intensity)設計,最大 400gal 相當於水平地震力係數 0.4
 地上層水平地震力： $F_{ph} = 0.4 \times W_p \leftarrow \rightarrow$
 垂直地震力 $F_{pv} = 0.2F_{ph} = 0.2W_p \uparrow \downarrow$
 W_p ：構材靜載重。
 地震度分級：0~7 級（見交通部中央氣象局地震震度分級表）

震度分級	地動加速度	人的感受	屋內情形	屋外情形
0	無感	人無感受		
1	微震 0.8~2.5gal	人靜止時可感 微小搖動		
2	輕震 2.5~8gal	大多數人都感 搖晃	電燈等懸掛物有 小搖晃	靜止汽車輕微搖 晃
3	弱震 8~25gal	幾乎所有人都 感搖晃	房屋屋震動,碗盤門 窗發出聲音	靜止汽車明顯搖 動
4	中震 25~80gal	有相當程度之 恐懼感	房屋搖動劇烈,底 座不穩物品傾倒	汽車駕駛人略微 有感,電線明顯搖 晃
5	強震 80~250gal	大多數人會感 到恐懼	部分牆壁有裂痕, 重傢俱可能翻倒	汽車駕駛人明顯 感覺地震
6	列震 250~400gal	搖晃劇烈以致 站立困難	部分建築物受損, 重傢俱翻倒	汽車駕駛人開車 困難,出現噴砂及 噴泥
7	劇震 >400gal	搖晃劇烈以致 無法依意志行 動	部分建築物受損 嚴重	山崩地裂,鐵軌彎 曲,地下管線破壞

註：1g = 980 gal
 石材重量依業主要求以 2 倍計算





<p>8</p>	<p>1. panel dimension : width b = 1400 mm ≒ 140 cm(兩側翼板各 13 cm) height h = 1550 mm ≒ 155 cm thickness of stone = 30 mm = 3 cm 進出距離 a = 100 mm 以 110 mm 計算 = 11 cm 設計正風壓 $W_x = -377 \text{ kgf/cm}^2 = 0.0377 \text{ kgf/cm}^2 \leftarrow$ 設計正風壓 $W_x = +377 \text{ kgf/cm}^2 = 0.0377 \text{ kgf/cm}^2 \rightarrow$ 石材設計自重 $\gamma_d = 2700 \text{ kgf/m}^3 = 0.0027 \text{ kgf/cm}^3$</p> <p>2. design force 自重 $W = (0.0027 \times 3.0 \times (133.2+13 \times 2) \times 155) \times 2 = 400 \text{ kgf} \downarrow$ (以 2 倍自重計算) 固定零件反力 $V = W/2 = 400/2 = 200 \text{ kgf} \downarrow$ 風力 $H = 0.0377 \times 140 \times 155/4 = 205 \text{ kgf} \leftarrow$ 水平地震力 $He = 0.4 \times V = 80 \text{ kgf} \leftarrow$ 垂直地震力 $H_{ev} = 0.2 \times V = 40 \text{ kgf} \downarrow$</p> <p>3. check M8 背孔螺栓 (Fischer FZP M8 SUS 316) Section "1" shear $S = V = 200 \text{ kgf}$ $< Sa1 = F_v \times As = 909 \times \pi \times d^2 / 4$ $= 909 \times \pi \times 0.8^2 / 4 = 457 \text{ kgf}$ (allowable shear force based on stainless steel bolt) O.K. allowable shear stress $F_v = 0.75F_y / \sqrt{3} = 0.75 \times 2100 / \sqrt{3} = 909 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>tension $T = H = 205 \text{ kgf}$ $< Ta1 = F_s \times As = 1575 \times \pi \times d^2 / 4$ $= 1575 \times \pi \times 0.8^2 / 4 = 792 \text{ kgf}$ (allowable tensile force based on stainless steel bolt) O.K. allowable tensile stress $F_s = 0.75F_y = 0.75 \times 2100 = 1575 \text{ kgf/cm}^2$ $< Tu2 = F_u / S.F. = 1029.7 / 3 = 343 \text{ kgf}$ O.K. 現場拉拔試驗平均值 $T_u = 1029.7 \text{ kgf} \cong 3 \times 270 = 810 \text{ kgf}$ O.K. (見 CGS 背孔釘拉拔試驗報告) $T_u = \text{ultimate tensile load}$ $S.F. = \text{safety factor} \cong 3.0$</p>
----------	---

<p>9</p>	<p>4. 校核二次繫件角鐵 L60 x 60 x 5t x 60L+PL3 x 55 x 55 加勁板 (SUS 304) section "2" 自重 $V \downarrow$ bending stress $fb1 = (V \times 2.0) \times y_t / (I_x)$ $= (200 \times 2.0) \times 3.75 / (6.8)$ $= 220.6 \text{ kgf/cm}^2$ $< Fb1 = 0.6F_y = 0.6 \times 2100 = 1260 \text{ kgf/cm}^2$ O.K. $< F_y = 2100 \text{ kgf/cm}^2$ O.K. $A = 0.5 \times 6 + 0.3 \times 4.2 = 4.26 \text{ cm}^2$ $y_b = (3 \times 0.25 + 1.26 \times 2.6) / A = 0.95 \text{ cm}$ $y_t = 4.7 - 0.95 = 3.75 \text{ cm}$ $I_x = 6 \times 0.5^3 / 12 + 3 \times 0.7^2 + 0.3 \times 4.2^3 / 12 + 1.26 \times 1.65^2$ $= 6.8 \text{ cm}^4$</p> <p>自重 $V \downarrow$ + 垂直向地震力 $Ve \downarrow$ bending stress $fb1 = [(V + Ve) \times 2.0] \times y_t / (I_x)$ $= [(200 + 40) \times 2.0] \times 3.75 / (6.8)$ $= 264.7 \text{ kgf/cm}^2$ $< Fb1 = 0.6F_y = 0.6 \times 2100 = 1260 \text{ kgf/cm}^2$ O.K. $< F_y = 2100 \text{ kgf/cm}^2$ O.K.</p> <p>自重 $V \downarrow$ + 水平向風力 $H \leftarrow$ bending stress $fb1 = [H \times (3 - 0.25) + V \times 2.0] \times y_t / (I_x)$ $= [205 \times 2.75 + 200 \times 2.0] \times 3.75 / (6.8)$ $= 531.5 \text{ kgf/cm}^2$ $< Fb1 = 0.6F_y = 0.6 \times 2100 = 1260 \text{ kgf/cm}^2$ O.K. $< F_y = 2100 \text{ kgf/cm}^2$ O.K.</p> <p>5. Check M10 馬車螺栓 (SUS 304) section "3" 自重 $V \downarrow$ + 水平向負風力 \leftarrow Shear per bolt $S = H = 205 \text{ kgf}$ $< Sa = F_v \times A_t = 909 \times 0.523 = 475 \text{ kgf}$ O.K. Allowable shear stress $F_v = 0.75F_y / \sqrt{3} = 909 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>Tension per bolt $T = (H \times 3 + V \times 2.0) / (1.8)$ $= (205 \times 3 + 200 \times 2.0) / (1.8)$ $= 564 \text{ kgf}$</p>
----------	---

11	<p>自重 V ↓ Section "5" Shear per bolt $S = V/2 = 200/2 = 100$ kgf <Sa = Su / 4 = 2320 / 4 = 580 kgf O.K. Tension per bolt $T = (V \times 8) / (2.2 \times 2) = (200 \times 8) / (4.4) = 364$ kgf <Ta = Tu / 4 = 3100 / 4 = 775 kgf O.K. 檢核剪力與拉力合併應力 (S / Sa)² + (T / Ta)² = 0.25 < 1.0 O.K. 自重 V ↓ + 垂直向地震力 Hev ↓ Shear per bolt $S = (V + Hev) / 2 = (200 + 40) / 2 = 120$ kgf <Sa = Su / 4 = 2320 / 4 = 580 kgf O.K. Tension per bolt $T = [(V + Hev) \times 8] / (2.2 \times 2) = [(200 + 40) \times 8] / (4.4) = 436$ kgf <Ta = Tu / 4 = 3100 / 4 = 775 kgf O.K. 檢核剪力與拉力合併應力 (S / Sa)² + (T / Ta)² = 0.36 < 1.0 O.K. 自重 V ↓ + 水平向負風力 Hl ← Section "5" Shear per bolt $S = V/2 = 200/2 = 100$ kgf <Sa = Su / 4 = 2320 / 4 = 580 kgf O.K. Tension per bolt $T = H/2 + [(H \times 0.5 + V \times 8)] / (2.2 \times 2) = 205 / 2 + [(205 \times 0.5 + 200 \times 8)] / (4.4) = 489.4$ kgf <Ta = Tu / 4 = 3100 / 4 = 775 kgf O.K. 檢核剪力與拉力合併應力 (S / Sa)² + (T / Ta)² = 0.43 < 1.0 O.K.</p>	10
10	<p><Ta = Fs × As = 1575 × 0.573 = 902 kgf O.K. Allowable tension stress $F_s = 0.75F_y = 1575$ kgf/cm² 檢核剪力與拉力合併應力 (S / Sa)² + (T / Ta)² = 0.58 < 1.0 O.K. 6. 校核一次繫件 L60 × 60 × 5t × 120L+2-PL3 × 55 × 55 加勁板(不銹鋼 SUS 304) A = 0.5 × 12 + 0.3 × 5.5 × 2 = 9.3 cm² yb = (6 × 0.25 + 3.3 × 3.25) / A = 1.31 cm yt = 6 - yb = 4.69 cm Ix = 12 × 0.5³ / 12 + 6 × 1.06² + 0.3 × 5.5³ / 12 + 2 + 3.3 × 1.94² = 27.6 cm⁴ 自重 V ↓ section "4" bending stress fb1 = [V × 8] × yt / [Ix] = [200 × 8] × 4.69 / (27.6) = 271.9 kgf/cm² <Fb1 = 0.6Fy = 0.6 × 2100 = 1260 kgf/cm² O.K. <Fy = 2100 kgf/cm² O.K. 自重 V ↓ + 垂直向地震力 ↓ bending stress fb1 = [(V + Hev) × 8] × yt / [Ix] = [(200 + 40) × 8] × 4.69 / (27.6) = 326.3 kgf/cm² <Fb1 = 0.6Fy = 0.6 × 2100 = 1260 kgf/cm² O.K. <Fy = 2100 kgf/cm² O.K. 自重 V ↓ + 水平向負風力 ← bending stress fb3 = [H × 3.0 + V × 8] × yt / [Ix] = [205 × 3 + 200 × 8] × 4.69 / (27.6) = 376.4 kgf/cm² <Fb1 = 0.6Fy = 0.6 × 2100 = 1260 kgf/cm² O.K. <Fy = 2100 kgf/cm² O.K. 7. Check 2-M12 (1/2" Φ) 不銹鋼膨脹螺栓(內迫式)@ 80 mm (參考新生五金 type DR-40 1/2" Φ 膨脹螺栓)</p>	10

附錄八 應用現況調查及個案訪視調查紀錄

應用現況調查表-A1 案

工程地點：桃園市	案例代號：A1
完工時間：102 年	建案樓層：16
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input checked="" type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他_____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u>3</u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input checked="" type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他_____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他_____



A1 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A2 案

工程地點：桃園市	案例代號：A2
完工時間：102 年	建案樓層：16
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input checked="" type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他_____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u> 1 </u> 樓至 <u> 3 </u> 樓
●是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input checked="" type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他_____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他_____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他_____



A2 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A3 案

工程地點：嘉義縣	案例代號：A3
完工時間：103 年	建案樓層：3F
建築用途： <input checked="" type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他_____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input checked="" type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u> 1 </u> 樓至 <u> 3 </u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input checked="" type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他_____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他_____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他_____



A3 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A4 案

工程地點：高雄市	案例代號：A4
完工時間：103 年	建案樓層：18F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他 _____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u>3</u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input checked="" type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他 _____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他 _____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他 _____



A4 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A5 案

工程地點：高雄市	案例代號：A5
完工時間：104 年	建案樓層：3F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input checked="" type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他_____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u> </u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input checked="" type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他_____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他_____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他_____



A5 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A6 案

工程地點：高雄市	案例代號：A6
完工時間：105 年	建案樓層：16F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input checked="" type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他_____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 _____ 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input checked="" type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他_____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他_____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他_____



A6 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A7 案

工程地點：高雄市	案例代號：A7
完工時間：105 年	建案樓層：18F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input checked="" type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他 _____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u>3</u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input checked="" type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他 _____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他 _____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他 _____



A7 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A8 案

工程地點：高雄市	案例代號：A8
完工時間：105 年	建案樓層：22F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他_____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input checked="" type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層____樓至____樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input checked="" type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input checked="" type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他_____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他_____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input checked="" type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他_____



A8 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A9 案

工程地點：高雄市	案例代號：A9
完工時間：105 年	建案樓層：19F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他_____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input checked="" type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層____樓至____樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input checked="" type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input checked="" type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他_____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他_____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input checked="" type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他_____



A9 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A10 案

工程地點：台中市	案例代號：A10
完工時間：105 年	建案樓層：12F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input checked="" type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他 _____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u>3</u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input checked="" type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他 _____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他 _____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他 _____



A10 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A11 案

工程地點：高雄市	案例代號：A11
完工時間：104 年	建案樓層：15F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他 _____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u>4</u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他 _____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他 _____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他 _____



A11 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A12 案

工程地點：高雄市	案例代號：A12
完工時間：104 年	建案樓層：29F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他 _____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u>4</u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他 _____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他 _____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他 _____

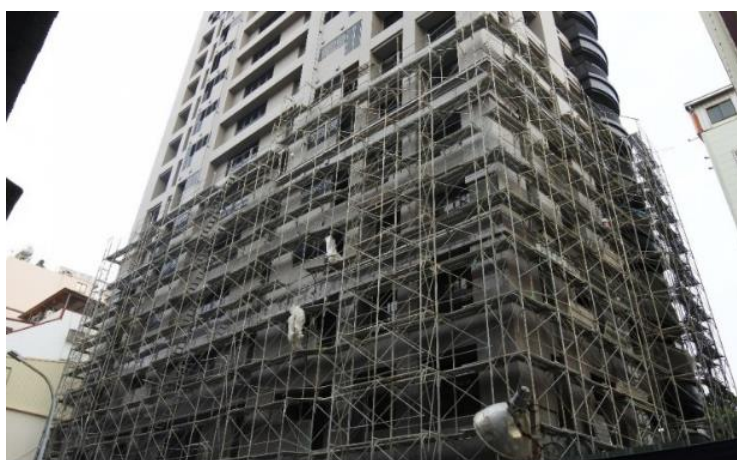


A12 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A13 案

工程地點：高雄市	案例代號：A13
完工時間：106 年	建案樓層：29F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他 _____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u>4</u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他 _____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他 _____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他 _____



A13 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A14 案

工程地點：高雄市	案例代號：A14
完工時間：106 年	建案樓層：24F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他_____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u>2</u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他_____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他_____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他_____

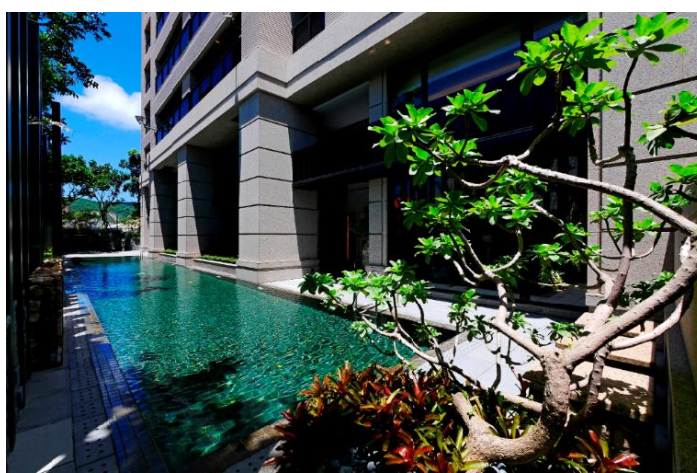


A14 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A15 案

工程地點：高雄市	案例代號：A15
完工時間：103 年	建案樓層：25F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他_____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u>1</u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他_____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他_____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他_____



A15 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A16 案

工程地點：高雄市	案例代號：A16
完工時間：104 年	建案樓層：3
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input checked="" type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他_____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input checked="" type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層_____樓至_____樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他_____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他_____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他_____



A16 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A17 案

工程地點：高雄市	案例代號：A17
完工時間：104 年	建案樓層：15F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input checked="" type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他 _____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u>3</u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他 _____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他 _____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他 _____



A17 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A18 案

工程地點：台中市	案例代號：A18
完工時間：103 年	建案樓層：27F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input checked="" type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他 _____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u>3</u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他 _____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他 _____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他 _____

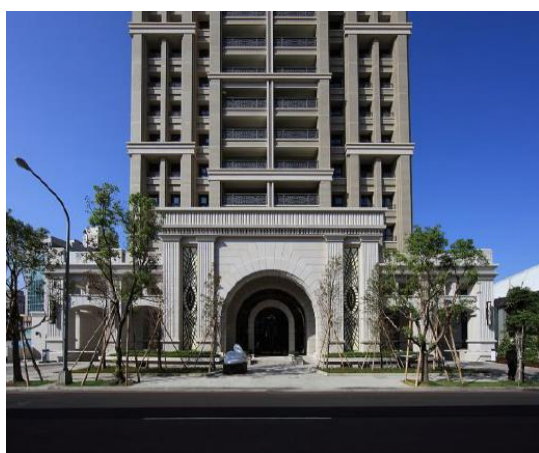


A18 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A19 案

工程地點：台中市	案例代號：A19
完工時間：103 年	建案樓層：27F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他 _____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u>3</u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他 _____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他 _____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他 _____



A19 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-A20 案

工程地點：台中市	案例代號：A20
完工時間：104 年	建案樓層：8F
建築用途： <input checked="" type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他_____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input checked="" type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層____樓至____樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他_____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他_____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他_____



A20 案應用現況照片

(資料來源：廠商提供)

應用現況調查表-B1 案

工程地點：高雄市	案例代號：B1
完工時間：未完工	建案樓層：16F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他_____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u>1</u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input checked="" type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他_____ <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他_____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input checked="" type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他_____



B1 施工現況照片

(資料來源：本研究拍攝)

應用現況調查表-B2 案

工程地點：高雄市	案例代號：B2
完工時間：未完工	建案樓層：5F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input checked="" type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他_____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input checked="" type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層____樓至____樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input checked="" type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他_____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他_____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他_____



B2 施工現況照片

(資料來源：本研究拍攝)

應用現況調查表-B3 案

工程地點：高雄市	案例代號：B3
完工時間：未完工	建案樓層：4F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input checked="" type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他 _____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u>2</u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input checked="" type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他 _____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他 _____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他 _____



B3 施工現況照片

(資料來源：本研究拍攝)

應用現況調查表-B4 案

工程地點：高雄市	案例代號：B4
完工時間：未完工	建案樓層：18F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input checked="" type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他 _____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u>4</u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input checked="" type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他 _____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他 _____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他 _____

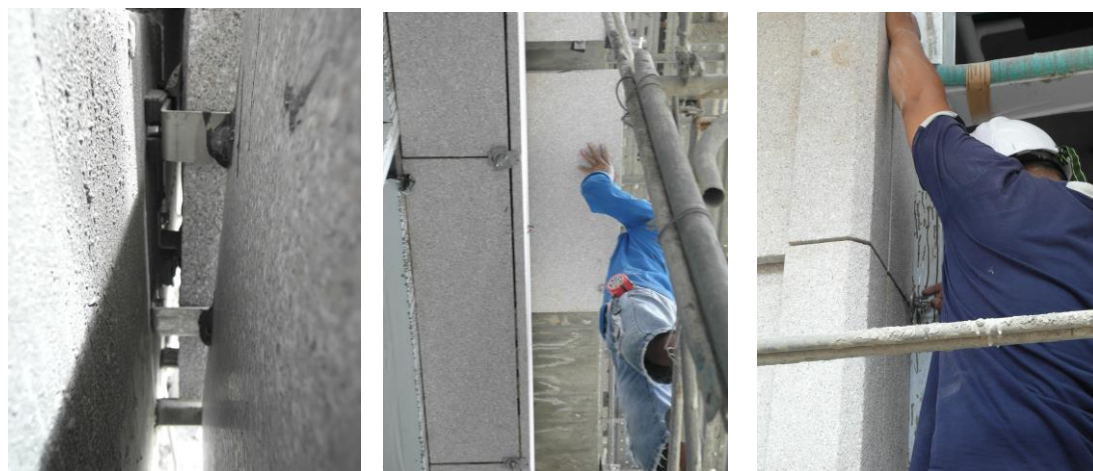


B4 施工現況照片

(資料來源：本研究拍攝)

應用現況調查表-B5 案

工程地點：台中市	案例代號：B5
完工時間：未完工	建案樓層：7F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input checked="" type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他_____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u>1</u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input checked="" type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他_____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他_____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他_____



B5 施工現況照片

(資料來源：本研究拍攝)

應用現況調查表-B6 案

工程地點：高雄市	案例代號：B6
完工時間：未完工	建案樓層：5F
建築用途： <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 商業建築 <input type="checkbox"/> 住商混合 <input checked="" type="checkbox"/> 獨棟/連棟/透天住宅 <input type="checkbox"/> 無電梯公寓(6F 以下) <input type="checkbox"/> 集合住宅(6F 以上) <input type="checkbox"/> 其他_____	石材種類： <input checked="" type="checkbox"/> 花崗石 <input type="checkbox"/> 其他
	石材施作量體： <input type="checkbox"/> 全棟石材建築 <input type="checkbox"/> 外牆石材混合建築 <input checked="" type="checkbox"/> 基座石材建築，施作樓層 <u>1</u> 樓至 <u>1</u> 樓
● 是否有以下相關施工及施工後文件，請勾選，可複選。 <input checked="" type="checkbox"/> 1. 施工現場照片 <input type="checkbox"/> 2. 使用現況照片 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 建築圖說 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 外牆施工圖 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 外牆大樣圖 <input type="checkbox"/> 6. 結構計算書 <input type="checkbox"/> 7. 施工計畫書 <input type="checkbox"/> 8. 繫件配置圖 <input type="checkbox"/> 9. 施工規範 <input type="checkbox"/> 10. 自主檢查表 <input type="checkbox"/> 11. 外牆飾材材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 12. 飾材繫件材料出廠證明(含品質證明、保固及驗收文件) <input type="checkbox"/> 13. 材料基本資料(廠商型錄、廠商資格) <input type="checkbox"/> 14. 其他_____	
石材外牆施作工法及固定方式調查	
1. 本案使用之施作工法為下列何項？ <input checked="" type="checkbox"/> 壁體繫件吊掛石材 (可複選) <input type="checkbox"/> 鋼架吊掛石材 <input type="checkbox"/> 其他_____	2. 本案使用之固定工法為下列何項？ <input type="checkbox"/> 上下插梢鑽孔 (可複選) <input checked="" type="checkbox"/> 上下端部開槽 <input type="checkbox"/> 背栓擴孔 <input type="checkbox"/> 背栓錨碇 <input type="checkbox"/> 其他_____



B6 施工現況照片

(資料來源：本研究拍攝)

附錄九 外牆石材施工檢核表

工程名稱									
檢核樓層		檢核方向		檢核位置		檢核日期			
檢核階段	項次	檢核項目	檢核結果				說明	檢查時機點及規範對應章節	
			是	否		複查結果			
施工前置作業	1	石材之物理性質是否進行右列四項標準試驗。	CNS11321 吸水率及體比重標準試驗	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	各項檢討結果及因應備案： 各項預定完成期程：		廠商應提出石材物理性質試驗報告	時機點：石材進場前 對應章節：2.1.2
			CNS11319 石材抗壓強度標準試驗	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			CNS11322 破壞模數標準試驗	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			CNS13976 石材彎曲強度標準試驗	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	2	表面加工處理之種類及程度，是否依照設計圖所示進行處理。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石材進場前 對應章節：2.1.3	
3	石材側邊隱匿接著部分，是否使用裁切石材面。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石材進場前 對應章節：2.1.3		
4	石材側邊露光部分，如無特別規定時，其表面加工處理是否與轉角表面相同。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石材進場前 對應章節：2.1.3		
5	石材之加工容許誤差是否符合 CNS 6300 A1028 石材之一級品規定。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石材進場前 對應章節：2.1.4		

施工前置作業	6	石材厚度是否符合相關規定或設計要求。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：		廠商應提出外牆石材結構計算書	時機點：石材進場前 對應章節： 2.1.5	
	7	石材面積是否符合相關規定或設計要求。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：		廠商應提出外牆石材結構計算書	時機點：石材進場前 對應章節： 2.1.5	
	8	石材插梢孔/開槽孔/背擴孔開孔尺寸是否符合相關規定或設計要求。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石材安裝前 對應章節： 2.1.6、 2.1.7、2.1.8	
	9	所有金屬支撐系統是否皆採用 SUS 304 不銹鋼或以上等級之材質。	組件(骨架)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：		廠商應提出所有金屬支撐系統材質證明書	時機點：石材安裝前 對應章節： 2.2.1、 2.2.2、 2.2.3、2.2.4
			固定繫件	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			錨碇螺栓	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			插梢鋼棒	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			背擴孔螺栓	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
其他_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
10	金屬支撐系統之設計應是否符合規定之地震力需求及建築物條件。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：		廠商應提出外牆石材結構計算書	時機點：石材安裝前 對應章節： 2.2		
11	金屬支撐系統之結構圖及計算書是否經專業技師簽證認可。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：		廠商應提出外牆石材結構計算書	時機點：石材安裝前 對應章節： 2.2		
12	防水填縫料是否依照設計圖規定辦理，或選用不污染石材之防水填縫料。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：		廠商應提出防水填縫料材質證明書	時機點：材料進場前 對應章節： 2.3		

施工中檢查	1	石材施工基準線是否符合施工圖說。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石材安裝前 對應章節： 3.1-(4)
	2	結構體素面與石材背面之距離是否符合相關規定或設計要求預留石材安裝所需之空間。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：		廠商應提出外牆石材結構計算書	時機點：石材安裝後 對應章節： 3.2.1
	3	金屬支撐系統之組裝是否依核准之施工製造圖及組立圖進行。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：金屬支撐系統安裝後 對應章節： 3.2.2
	4	金屬支撐系統是否組立牢固並保持均勻之垂直面。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：金屬支撐系統安裝後 對應章節： 3.2.2
	5	金屬支撐系統使用銲接銲條之材質是否與支撐系統之金屬材質一致。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：金屬支撐系統安裝前與銲接廠商確認 對應章節： 無
	6	金屬支撐系統之銲接點位是否於銲接完成後確實塗佈防鏽保護層。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：金屬支撐系統安裝後，石材安裝前 對應章節： 3.2.3
	7	插梢鋼棒與固定繫件使用之金屬材質是否一致。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石材安裝前 對應章節： 無

施 工 中 檢 查	8	錨碇螺栓與固定繫件之安裝位置與數量是否依施工圖面指示施作。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石 材安裝後 對應章節： 3.2.3
	9	結構體鑽孔埋設錨碇螺栓時，孔內之混凝土粉屑是否完全清除。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石 材安裝前 對應章節： 3.2.3
	10	鑽孔廢棄不用者，是否使用樹酯水泥砂漿 (Polymer mortar) 予以填滿。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石 材安裝前 對應章節： 3.2.3
	11	石材安裝是否依施工圖面指示施作。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石 材安裝時 對應章節： 3.2.4
	12	安裝之石材表面是否垂直平整。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石 材安裝後 對應章節： 3.2.4
	13	安裝之石材接縫是否準確對齊，且寬度一致。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石 材安裝後 對應章節： 3.2.4

施工中檢查	14	金屬支撐系統之間及金屬系統與石材之間的接合是否有濫用 AB 膠之情況。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程： 抽驗比例： 抽驗數量：	因屬隱蔽處施工，現場監工人員無法檢驗，應依合理抽驗規模，自訂抽驗方法確認施作品質，並叮囑施工者達到要求品質。須註明抽驗比例、數量、位置。	時機點：石材安裝後 對應章節：無
	抽驗位置及抽驗照片紀錄： (彩色相片) 欄位不足可自行增加						
施工中檢查	15	固定繫件是否確實撐托石材。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程： 抽驗比例： 抽驗數量：	因屬隱蔽處施工，現場監工人員無法檢驗，應依合理抽驗規模，自訂抽驗方法確認施作品質，並叮囑施工者達到要求品質。須註明抽驗比例、數量、位置。	時機點：石材安裝後 對應章節：無
	抽驗位置及抽驗照片紀錄： (彩色相片) 欄位不足可自行增加						

16	固定繫件是否確實調整鎖緊。 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			檢討結果及因應備案： 預定完成期程： 抽驗比例： 抽驗數量：	因屬隱蔽處施工，現場監工人員無法檢驗，應依合理抽驗規模，自訂抽驗方法確認其施作品質，並叮囑施工者達到要求品質。並須註明抽驗比例、數量、位置。	時機點：石材安裝時 對應章節：3.2.3
	抽驗位置及抽驗照片紀錄： (彩色相片) 欄位不足可自行增加					
17	插梢鋼棒是否確實埋入石材插梢孔。 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			檢討結果及因應備案： 預定完成期程： 抽驗比例： 抽驗數量：	因屬隱蔽處施工，現場監工人員無法檢驗，應依合理抽驗規模，自訂抽驗方法確認施作品質，並叮囑施工者達到要求品質。須註明抽驗比例、數量、位置。	時機點：石材安裝時 對應章節：無
	抽驗位置及抽驗照片紀錄： (彩色相片) 欄位不足可自行增加					

施工中檢查

<p>施工中檢查</p>	<p>18</p>	<p>石材插梢孔是否確實填充AB膠。</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>檢討結果及因應備案：</p> <p>預定完成期程：</p> <p>抽驗比例：</p> <p>抽驗數量：</p>	<p>因屬隱蔽處施工，現場監工人員無法檢驗，應依合理抽驗規模，自訂抽驗方法確認其施作品質，並叮囑施工者達到要求品質。並須註明抽驗比例、數量、位置。</p>	<p>時機點：石材安裝時 對應章節：無</p>
		<p>抽驗位置及抽驗照片紀錄：</p> <p>(彩色相片) 欄位不足可自行增加</p>					
<p>施工後檢查</p>	<p>1</p>	<p>石材牆面角隅處及收邊處之石材表面是否完整及確實填縫。</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>檢討結果及因應備案：</p> <p>預定完成期程：</p>		<p>時機點：石材安裝後 對應章節：3.2.5</p>
		<p>(彩色相片) 欄位不足可自行增加</p>					

施工後檢查	2	<p>石材牆面角隅處及收邊處是否依造施工詳圖進行安裝及確實使用固定繫件吊掛。</p> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>檢討結果及因應備案： 預定完成期程：</p>	<p>因屬隱蔽處施工，現場監工人員無法檢驗，應依合理抽驗規模，自訂抽驗方法確認其施作品質，並叮囑施工者達到要求品質。並須註明抽驗比例、數量、位置。</p>	<p>時機點：石材安裝後 對應章節：3.2.4</p>
		<p>抽驗位置及抽驗照片紀錄： (彩色相片) 欄位不足可自行增加</p>			
施工後檢查	3	<p>石材倒吊板及懸空側板是否依造施工詳圖進行安裝及確實使用固定繫件吊掛。</p> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>檢討結果及因應備案： 預定完成期程：</p>	<p>因屬隱蔽處施工，現場監工人員無法檢驗，應依合理抽驗規模，自訂抽驗方法確認其施作品質，並叮囑施工者達到要求品質。並須註明抽驗比例、數量、位置。</p>	<p>時機點：石材安裝後 對應章節：3.2.4</p>
		<p>抽驗位置及抽驗照片紀錄： (彩色相片) 欄位不足可自行增加</p>			

施工後檢查	4	伸縮接縫之部位是否預先以發泡塑膠材料充填，再作填縫作業。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石材安裝後 對應章節： 3.2.6
	5	使用防水填縫料是否依照圖說之規定施作。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石材安裝後 對應章節： 2.3
	6	石材間之接縫型式、材料與大小是否依設計圖說規定進行施作。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石材安裝後 對應章節： 3.2.5
	7	是否進行清潔乾淨附著於石材表面之水泥砂漿、塵埃、污物。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石材安裝後 對應章節： 3.2.5
	8	石材間之接縫平整度、缺角、寬度、充填深度等，是否確實修補填縫。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石材安裝後 對應章節： 3.2.5
	9	石材安裝完成後是否使用膠布或合板等加以保護。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石材安裝後 對應章節： 3.5
	10	突出之角隅、門廊等是否使用臨時護角之保護。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石材安裝後 對應章節： 3.5

施工後檢查	11	填縫使用之保護膠帶是否污染石材表面。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石材安裝後 對應章節： 3.5
	12	全部安裝完成是否依工作範圍進行全面整理洗淨。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	檢討結果及因應備案： 預定完成期程：			時機點：石材安裝後 對應章節： 3.6
備註： 1.本表檢核項目共計 42 項，使用單位可依需求自行增列，另核章欄位可依需求自行調整。 2.本表由廠商查填，經監造單位審查後報請機關備查，並於施工各階段時確實執行。								
監造人員		專任工程人員		承造人		工地主任(工地負責人)		

參考書目

1.書籍

- 1-1. 橫田暉生原著，崔征國譯，新建築石材工程設計與施工，詹氏書局，1991年。
- 1-2. 日本建築學會原著，崔征國譯，石材安裝工程標準施工說明書，詹氏書局，1991年。
- 1-3. 石正義，石材工程施工技術，詹氏書局，1995年。
- 1-4. 財團法人石材暨資源產業研究發展中心，石材工程施工工法彙編，1996年。
- 1-5. 財團法人石材暨資源產業研究發展中心，石材工程施工規範彙編，2000年。
- 1-6. 內政部建築研究所，何明錦/吳毓勳/石正義，外牆飾材技術規範之研究(一)石材，2000年。
- 1-7. 台北市建築師公會、台灣物業管理學會，建築物外牆安全診斷專業人員講習訓練-專業診斷人員訓練課程講義，2016。

2.學位論文

- 2-1. 蔡博維，建築物外牆石材施工技術之研究-以現場貼掛石材為對象碩士論文，國立成功大學建築研究所，1993年。
- 2-2. 陳柏宏，台灣地區外牆吊掛石材防災構法之研究-以吊掛節點力學行為探討之碩士論文，國立成功大學建築研究所，1993年。
- 2-3. 張碩芳，彈性填縫材應用於外牆吊掛式石材耐久性能之研究-以動態試驗探討之碩士論文，國立成功大學建築研究所，1996年。
- 2-4. 蘇鴻奇，外牆吊掛石材與繫件接合強度之研究碩士論文，國立成功大學建築研究所，1997年。
- 2-5. 吳烜婷，乾式石材外牆吊掛繫件之應用研究碩士論文，國立成功大學建築研究所，2004年。
- 2-6. 王琇雄，外牆吊掛石材空縫設計之研究碩士論文，國立成功大學建築研究所，2013年。
- 2-7. 蔡佳航，建築物外牆飾材維護管理與檢測方法之研究-以石材為例，中國科技大學建築系碩士論文，2016。

3.相關規範

- 3-1. 公共工程委員會，施工綱要規範第 04400 章-石工。
- 3-2. 公共工程委員會，施工綱要規範第 09751 章-金屬構架花崗石牆面。
- 3-3. 公共工程委員會，施工綱要規範第 03456 章-花崗石帷幕牆。
- 3-4. 內政部營建署，混凝土結構設計規範。
- 3-5. 中華民國國家標準，CNS 6300 A 1023 石材。
- 3-6. 德國標準化學會，DIN EN 12372 天然石材試驗方法-集中載重下之抗彎強度試驗。
- 3-7. 德國標準化學會，DIN EN 13161 天然石材試驗方法-均佈載重下之彎曲強度試驗。
- 3-8. 德國標準化學會，DIN EN 1926 天然石材試驗方法-抗壓強度標準試驗。
- 3-9. 德國標準化學會，DIN EN 1925 天然石材試驗方法-吸水率標準試驗。
- 3-10. 德國標準化學會，DIN EN 1936 天然石材試驗方法-體比重標準試驗。
- 3-11. 美國材料和試驗協會，ASTM C880 石材抗彎強度標準試驗。
- 3-12. 美國材料和試驗協會，ASTM C99 破壞模數標準試驗。
- 3-13. 美國材料和試驗協會，ASTM C170 石材抗壓強度標準試驗。
- 3-14. 美國材料和試驗協會，ASTM C97 吸水率及體比重標準試驗。
- 3-15. 美國材料和試驗協會，ASTM C615 花崗石尺寸標準規範。
- 3-16. 美國混凝土學會，ACI 318RM-14 結構混凝土建築規範解說。
- 3-17. 北京地方標準，DB11 T512-2007 北京市建築裝飾工程石材應用技術規程。
- 3-18. 美國營建規範協會、加拿大建築規範協會，Master Format 第 04 40 00 節石材組裝。
- 3-19. 中國國家標準，GBT 21086-2007 中國國家標準：建築幕牆。
- 3-20. 日本建築學會，建築工事標準仕様書・同解説 JASS 9 張り石工事，2009。
- 3-21. 日本工業標準，JIS A5003-95 石材。

建築物外牆石材施工規範研擬

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路3段200號13樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：翁佳樑、楊詩弘、林家儀

出版年月：106年12月

版次：第1版

ISBN：978-986-05-4321-6（平裝）