

內政部建築研究所



研究計畫成果報告

九二一震後建築物修復補強技術彙編及探討

計畫主持人：葉組長祥海

共同主持人：蕭興臺博士

吳傳威博士

游本志博士

研究單位：

委託單位：內政部建築研究所

計畫編號：

執行期程：九十一年三月至九十一年十二月

中 華 民 國 九 十 一 年 十 二 月

內政部建築研究所研究計畫成果報告

九二一震後建築物修復補強技術彙編及探討

計畫主持人：葉組長祥海

共同主持人：蕭興臺 博士

吳傳威 博士

游本志 博士

研究人員：劉文欽 博士後研究員

研究助理：林國楨

詹清淵

張義宏

研究單位：

委託單位：內政部建築研究所

計畫編號：

執行期程：九十一年三月至九十一年十二月

九二一震後建築物修復補強技術彙編及探討

葉祥海* 蕭興臺** 吳傳威*** 游本志**

摘 要

民國八十八年九月二十一日凌晨，台灣地區發生芮氏規模 7.3 級強烈地震（以下簡稱九二一強震），造成嚴重人員傷亡及財產損失。為儘速恢復災區震前社會秩序及生活環境，包括政府及民間組織等均投入許多心力並積極展開重建或修復工作。

事實上，九二一震後迄今已逾三年，期間在災區多數震損建築物均已進行修復補強規劃或施工完成，然限於震後緊急搶修等時間緊迫性、整體重建體制與相關法令制訂之所需期程、專業領域認知與整合不一等因素，致使震後災區出現各種型式不一修復補強工法。基於工程永續經營及專業技術之考量觀點下，震後實際採用於台灣地區의各種修復補強工法，實有必要加以彙編並作適當的整理與探討，一方面可提供作為日後工程實務界相關修復補強作業之參考依據，另一方面亦可汲取優秀專業技術經驗或就部分未經證實可靠的結構修復補強工法提出初步評估建議，以提供後續學術研究的方向。

* 內政部建築研究所工程技術組組長

** 私立中國技術學院土木系副教授

*** 國立臺北科技大學土木系副教授

目 錄

第一章 緒論.....	01
1-1 緣起與目的.....	01
1-2 文獻回顧.....	03
第二章 研究內容與方法.....	05
2-1 研究方法.....	05
2-2 研究範圍與內容.....	06
第三章 資料收集.....	08
3-1 資料收集過程.....	08
3-2 資料收集成果.....	09
第四章 修復與補強工法力學行為及施工可行性初步評估.....	13
4-1 鋼筋混凝土構件基本力學行為概述.....	13
4-1-1 鋼筋混凝土版的基本力學行為與細節需求.....	13
4-1-2 鋼筋混凝土樑之基本力學行為及細節需求.....	14
4-1-3 鋼筋混凝土柱之基本力學行為及細節需求.....	15
4-1-4 鋼筋混凝土牆之基本力學行為及細節需求.....	16
4-2 植筋的探討.....	17
4-3 貼片補強的探討（鋼鈹或複合纖維材料貼片）.....	20
第五章 九二一震後修復補強工法力學行為初步探討.....	23
5-1 結構元件修復補強工法.....	23
5-1-1 樑構件修復補強工法分析與探討.....	23
5-1-2 柱構件修復補強工法分析與探討.....	57
5-1-3 版構件修復補強工法分析與探討.....	88
5-1-4 牆構件修復補強工法分析與探討.....	91
5-2 結構系統改善補強工法.....	103
5-2-1 加設剪力牆補強工法.....	103
5-2-2 加設翼牆補強工法.....	115
5-2-3 加設斜撐補強工法.....	127

5-2-4 加設外側構架補強工法.....	130
5-2-5 加設中間柱補強工法.....	134
5-2-6 加設附屬鋼構架補強工法.....	138
第六章 結論與建議.....	142
6-1 研究發現.....	142
6-2 結語.....	144
◎參考文獻◎.....	146

表 目 錄

表 3-1 (a)	內政部建築研究所—「九二一震後建築物修復補強技術彙編與探討」資料收集統計表 1.....	10
表 3-1 (b)	內政部建築研究所—「九二一震後建築物修復補強技術彙編與探討」資料收集統計表 2.....	11
表 3-1 (c)	內政部建築研究所—「九二一震後建築物修復補強技術彙編與探討」資料收集統計表 3.....	12

圖 目 錄

圖 4-1	鋼筋混凝土版鋼筋配置細節需求.....	13
圖 4-2	鋼筋混凝土樑鋼筋配置細節需求.....	14
圖 4-3	鋼筋混凝土柱鋼筋配置細節需求.....	15
圖 4-4	鋼筋混凝土牆鋼筋配置細節需求.....	16
圖 4-5	撓曲構件補強之植筋.....	18
圖 4-6	新增剪力牆設計之植筋.....	19
圖 4-7	樑 U 型貼片剪力補強.....	21
圖 4-8	樑 U 型貼片彎矩補強.....	21
圖 4-9	既有 RC 牆貼片補強.....	22
圖 4-10	RC 柱貼片補強.....	22

第一章 緒論

1-1 緣起與目的

民國八十八年九月二十一日凌晨，台灣中部地區發生芮氏規模 7.3 之強烈地震（以下簡稱九二一強震），造成嚴重人員傷亡及上萬棟建築及土木結構物不同程度的傷害，其中倒塌或明顯不堪使用者必須拆除重建，並無太大的爭議，然而有更多則是被判定可以補修或補強的。為儘速恢復災區社會秩序及生活環境的安全，包括政府及民間組織等均投入許多心力並積極展開重建或修復工作。一時之間，維修補強的工程案件數量大增，成為新興的熱門工作，也儼然形成營建業不景氣下的一項異數。

受創的建築結構是否經過補強就真的可以安全無虞，的確是許多人的疑慮，甚至包括土木建築工程本行人員。內行者可能係由於結構補強在設計及施工方面與傳統工法的差異甚大，且不確定因素又多，而導致對其效果的疑慮。外行人則主要是對「補」過的東西有排斥感，可稱之為「非原裝貨」心裡。其實，補強的工法甚多，各有其使用的時機，亦有甚多已證實確實有效，如經具備補強專業知識及技術的設計者完整的評估與設計、第三者的審查，再加上多留意施工程序及細節，猶如治病的對症下藥，在技術層面上應是有很大的機會足以確保其效果。只是有部份民眾或公務部門單位因對結構補強的陌生而相信了似是而非的補強建議，又加上非結構因素之干擾，以致使用了不適當的工法或不完整的施工內容，花了大量經費卻實際未必安全。

九二一震後迄今即將屆滿三年，期間在災區許多震損的建築物均已進行重建或修復補強規劃，部份且已施工完成。然而，在眾多投入

的設計與施工人員當中，有不少可能並未真正瞭解結構補強的內涵與實質要義，加上限於震後緊急搶修時間的緊迫性、整體重建體制與相關法令規範制訂之期程不足、專業領域認知與整合不一等因素，致使震後災區出現各種型式的修復補強規劃與工法。基於工程永續經營及專業技術考量之觀點，對於九二一震後實際採用於台灣地區的各种修復補強工法，不論其是否正確或有暇疵，實有必要加以彙整並作適當的探討。

本所在九二一震前曾編撰「鋼筋混凝土建築物之修復與補強技術彙編」[2]，彙整了國內外各種修復及補強工法，並就各種工法之目的、使用時機、及施工應注意事項等提出說明，且提供初步參考設計圖說。該報告於九二一震後在業界幾乎人手一冊，對於當時迫切需求的維修補強工作與技術確實提供了參考作用。因此隨即又補充編撰了「鋼筋混凝土建築物之修復與補強技術彙編（二）」[3]，再供業界參考。有鑑於「技術彙編」類屬之研究報告對於業界確有正面的功效，本所故再執行本計畫，針對九二一震後實際採用於台灣地區的各种修復補強工法，予以彙整，並就其設計本意及可能之疑義與影響進行探討，再提出初步評估與建議。一方面可提供作為日後工程實務界相關修復補強作業之參考，另一方面亦可藉此汲取優秀的專業技術經驗。對於部分未經證實可靠的結構修復補強工法亦予以列出，提供後續學術研究的方向。

1-2 文獻回顧

建築結構修復與補強的課題，多年來國內與國外皆有大量的研究資源投入其中。內政部建築研究所（以下簡稱建研所）本身在 921 震前即有”學校建築常見之損壞現象及修復補強策略探討”[1]、”建築結構修復補強技術彙編”、”鋼筋混凝土建築物之修復與補強技術彙編”[2] 及 921 震後”鋼筋混凝土建築物之修復與補強技術彙編（二）”[3]等有關建築結構之修復補強研究報告。

近年來由於先進的歐美、日本，甚至中東地區相繼發生了毀滅性的大地震災難，為因應災後各項重建與復建工作所需，亦相對累積了許多實務的經驗。此外，凡是處於地震帶之國家地區，無不戰戰兢兢，引為殷鑒，並亟思防制之道。是以相關之文獻記錄資料快速累積。不過，綜觀這些文獻，尤其是與修復補強相關者，大多仍屬於零星的個案介紹或設計工法的施工記錄，甚少更進一步深入分析與探討。內容比較完整者，如文獻[5]乃為美國混凝土協會(ACI)針對混合結構物修復補強召開之研討會論文集，惟其內容範圍偏重在實驗成果。另外，鄰國日本方面的文獻資料則較為豐富與完整，例如文獻[6~15]則不但包含了許多修復補強工法的實例，也頗為完整的說明了各種工法的特質及施工方式，有些甚至包含單價。

至於國內方面，九二一震後以建築物修復補強工法為探討主題之資料亦相當豐富。其中包含學術期刊、研討會報告或實務案例介紹 [16~24]、及學術研究論文[25~32]等。然因九二一震後建築物震損數量眾多，相對採行之修復補強工法亦隨建物損壞程度、專業設計單位、時間緊迫性與經費預算、業主或住戶需求及政府法令與政策規劃等，諸多人、時、地因素考量下，出現了各種不同型式的設計成果。整體而言，

九二一震後相關建築物修復補強工法分析與探討資料雖屬豐富，惟缺乏系統性整合與進一步深入評估及探討，尚無法完整提供後續工程實務設計參考或學術研究方向。

第二章 研究方法與內容

2-1 研究方法

九二一震後，為儘速恢復災區居民生活秩序及居住環境之安全，政府相關單位及民間公益組織等皆積極展開與協助各項災後重建工作。一般私有建築屋主或集合住宅的住戶們，也分別在自謀財源或政府補助的情況下，盡力解決建築安全問題。對於其中需要修復補強的震損建築物，通常在經業主或住戶同意採用之修復補強方式後，即委由專業技師進行規劃與細部設計，再行發包施工，期望能有效恢復建物震前使用機能及結構安全。較幸運者，找到了較專業之補強技術團隊進行整體規劃設計，成效尚屬可期；有些委託了並未真正瞭解結構補強實質要義的技師或建築師設計，則結果堪虞。

為瞭解九二一震後台灣地區實際所採用的各種修復補強工法，以探討其可能之疑義，本計畫首先須儘量蒐集相關資料。除了本所既有資料及資訊，另外經由正式或非正式管道，透過政府或民間組織之各承辦或設計單位，廣泛蒐集災區各震損建物實際採用結構修復補強工法之相關設計資料。其次，針對所蒐集之各種結構修復補強工法原始設計資料，依照結構力學原理與現行規範，初步探討各種修復補強工法設計的合宜性，其重點包括不可靠度分析、實際施工細節與施工可行性探討，再根據目前市場資料以評估各種修復補強工法之成本與經濟效益等。同時並將原始設計圖說原狀予以重繪複製。

最後，綜合整理前述之成果並彙編成研究報告，以供日後工程實務界相關修復補強作業之參考，並提供後續學術研究之方向。

2-2 研究範圍與內容

建築結構物受損後，基本上有「修補」、「修復」及「補強」等處理方式。其中修補主要僅係對非結構體部份之損傷而言，其目的多在於對建築外觀或內部裝修飾材之復原修整，並無補強效果。修復作業則主要針對結構元件，一般目的以維持構件之現有強度為主，並防止其繼續劣化。至於補強則包括對於結構元件或整體結構系統進行補強，使其能恢復受損前強度或進而有效提昇構件或整體結構物之強度或韌性。

就學理或實務應用整體考量而言，結構系統改善補強的處理方式，應最具總體補強效益，其主要效果在於可改變結構系統力量的傳遞路徑，改善結構行為。惟應用此種方式，力量之傳達途徑必須連續，不可中斷，且最終必須確實傳達至基礎。其缺點為建築物的外觀與使用機能可能會受到一些程度的影響。如若不能或不允許改變原有結構系統，則針對個別構件之補強，亦可提升結構安全性，惟其補強效果一般已不若結構系統改善的補強方式來得有效及完整。而在實務工程界應用上，結構系統與結構元件之補強方式往往互相配合使用，以達最佳之補強效果。此外，補強規劃與工法應用之本意原應在於尋求一個最佳化的成效，但是經常由於一些非結構因素的干擾，相對產生了不少的限制與妥協，此可謂結構補強的無奈但也是現實。

事實上，經初步資料收集與訪查結果得知，九二一震後實際採行於災區的震損建築物修復補強實際個案與工法相當豐富，包括結構體修復與補強設計、非結構體修復與補強設計、結構系統改善、擋土牆及基礎補強、地質改良、建築裝修飾材復原及公共設施與系統之維修、更新等。基於本計畫期程的限制及人力、經費考量，本次主要研究範圍僅包含集合式住宅與學校校舍兩大類建築體。在歸屬方面前者多屬私有，後者則

多為公有，經費來源不同，在使用機能方面亦有甚大的差異。

至於本計畫研究內容方面中，經由廣泛蒐集及統計分類後，主要著重於建築物結構體修復補強工法，其中包含結構元件修復補強工法及結構系統改善補強工法等兩類。前者如對樑、柱、版、牆等構件之修復補強工法，後者則以原建物新增柱、樑、剪力牆、翼牆等，即對結構系統已產生局部或明顯改變之補強設計，進行初步力學分析與探討。

第三章 資料收集

3-1 資料收集過程

本計畫所規劃之資料蒐集方法主要需請各主管機關單位提供九二一震後建築物修復補強設計之相關資料。基於計畫執行之時程急迫性與資料的正當性與完整性，本所乃正式函請（建研工字第 0910001603 號函）相關單位提供現有保存之原設計資料。經計畫執行人員進一步溝通與聯繫後，包括南投縣政府、台中市政府、台中縣政府及財團法人臺灣營建研究院等均提供大量相關資料，其中前二者除提供極多寶貴資料外，更提供許多難得的實際執行經驗。

此外，除自各縣市政府承辦單位積極蒐集有關資料外，為獲取更詳細之內容，特請各地方政府承辦單位轉寄本計畫相關說明與需求，至其轄內實際執行維修補強工程案之各專業設計單位。目前雖已獲得部分設計單位提供相關原設計資料，惟因公文及行政作業程序關係，仍有部分原設計資料未能於本計畫執行期限內蒐集完成彙整，將留待後續研究計畫繼續追蹤執行。

3-2 資料收集成果

由各相關單位所提供之資料內容初步歸納，多數案例乃由財團法人九二一震災重建基金會（以下簡稱九二一重建基金會）所規劃及推動者。其中包括由財團法人臺灣營建研究院（以下簡稱臺灣營建研究院）負責承辦之「築巢專案 - 協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫」中之案例、由各震損集合住宅自辦，縣市政府負責審查之案例、由九二一重建基金會補助部分經費之「築巢專案 - 補助受損集合住宅辦理修繕補強方案」之案例、由南投縣政府委託大興工程管理顧問股份有限公司設計之「南投縣各鄉鎮市中小學校舍結構補強專案」、以及部分台北縣市機關學校所提供之校舍修復補強案之設計圖說等，共計三類原始設計資料，其中包含 27 棟集合式住宅（築巢專案）及 49 間學校共計 75 棟校舍，整體現有已蒐集之資料及相關概況說明詳如下表 3-1 所示。

表3-1 (a) 內政部建築研究所 - 「九二一」震後建築物修復補強技術彙編與探討」資料收集統計表1

資料提供單位	聯絡電話	相關資料說明				備註
		專案名稱	建築物類別	資料種類	建物地點	
南投縣政府 (共計13件案例)	049-2226724	通力圖書	集合式住宅	第二階段成果報告書	南投市	(B2E/16F)
		家天下		設計圖說、預算書	埔里鎮	(B1E/11F)
		凱撒綠景大地		設計圖說、預算書、第二階段報告書	南投市	(B1E/3F、10F、11F)
		文化天地		設計圖說、預算書、第二階段報告書	埔里鎮	(B1E/13F)
		上毅世家		設計圖說、預算書	名間鄉	(B1E/12F)
		信義園宅		設計圖說、預算書	埔里鎮	(B1E/17F)
		秀山佳園一期		設計圖說、預算書、第二階段報告書	華北鎮	(B1E/7F)
		蘭園		設計圖說、預算書、第二階段報告書	竹山鎮	(B1E/5F)
		菩提園		設計圖說、預算書、第二階段報告書	埔里鎮	(B2E/8F)
		鎮寶大樓		設計圖說、預算書、第二階段報告書	埔里鎮	(B2E/15F)
		秋元吉第		設計圖說、預算書、第二階段報告書	竹山鎮	(B1E/8F)
		永基大樓		設計圖說、預算書、第二階段報告書	竹山鎮	(B1E/7F)
		彩虹大地		設計圖說、預算書	埔里鎮	(B1E/12F)
		安居樂業		申請說明資料(含預算書、施工相片)		(B2E/14F)
		台中市政府 (共計15件案例)		04-22289111 轉1831	富甲千城A區	集合式住宅
富甲千城B區	補強修復竣工報告(含預算書及施工照片)		(B2E/13F)			
長億城櫻翠區	九二一地震損壞修復計畫書		(B2E/17F)			
長億城陽光區	九二一地震損壞修復計畫書		(B2E/17F)			
長億城綠茵區	九二一地震損壞修復計畫書		(B3E/21F)			
長億城香榭區	九二一地震損壞修復計畫書		(B3E/21F)			
南京大廈	九二一地震損壞修復計畫書		(B1E/14F)			
非凡比	(資料申請調閱中)		(B3E/19F)			
東宮亞里大樓	預算書		(B1E/13F)			
惠宇桂冠	(資料申請調閱中)		(B2E/12F)			
靜園A區	(資料申請調閱中)		(B3E/17F)			

表 3-1 (b) 內政部建築研究所—「九二一震後建築物修復技術彙編與探討」資料收集統計表 2

資料提供單位	聯絡電話	相關資料說明						備註
		專案名稱	建物名稱	建築物類別	資料種類	建物地點		
台中市政府 (共計15件案例)	04-22289111 轉1831	第壹專案—協助受 損集合式住宅擬定 修繕補強計畫	東光社區二期	集合式住宅	預算書 (資料申請調閱中)	台中市	(B1F/12F)	
			德昌中華				(B1F/12F)	
			廣三大帝國				(B1F/12F)	
彰化縣政府 (共計2件案例)	04-7222151 轉0543	第貳專案—協助受 損集合式住宅擬定 修繕補強計畫	桂林園	集合式住宅	(資料申請調閱中) (資料申請調閱中)	彰化市	(B1F/10F)	
台中縣政府	04-25263100 轉2569	第參專案—協助受 損集合式住宅擬定 修繕補強計畫		集合式住宅	(資料申請調閱中)	台中縣各鄉鎮	台中縣政府轉函文至各相 關集合住宅專業設計單 位	
大興工程管理顧 問股份有限公司 (共計4件案例)	04-23767258	南投縣各鄉鎮市中 小學校舍結構補強 工程		校舍	設計圖說、預算書	南投縣各鄉鎮	(B1F/1~4F)	
				八德大樓	集合式住宅	設計圖說、預算書、第二階段報告書	霧峰鄉	(B1F/12F)
				富貴大樓		設計圖說、預算書、第二階段報告書	太平市	(B1F/11F)
				忠埔啟茂大樓		設計圖說、預算書、第二階段報告書	埔里鎮	(B1F/15F)
臺灣營建研究院	02-29121323 轉312	第肆專案—協助受 損集合式住宅擬定 修繕補強計畫		集合式住宅	(資料無法提供)			
大南迪斯唐工程 顧問公司		第伍專案—協助受 損集合式住宅擬定 修繕補強計畫	太平新天下	集合式住宅	設計圖說、預算書、第二階段報告書		健研所發文，原專業設計 單位提供所有設計資料電 子檔	

表3-1(c) 內政部建築研究所—「九二一震後建築物修復補強技術彙編與探討」資料收集統計表3

資料提供單位	聯絡電話	相關資料說明					備註
		專案名稱	建物名稱	建築物類別	資料種類	建物地點	
台北市立中正高級中學、凱臣工程顧問股份有限公司		台北市立中正高級中學九十二年度磁鐵樓及藝德樓修復與結構補強工程(第二次)	磁鐵樓、藝德樓	校舍	設計圖說	台北市	
台北市立英商國民小學、摩登大建築師事務所	02-27923909	台北市信義區英商國民小學校舍補強及整修工程	志孝樓、莊敬樓、信義樓	校舍	設計圖說	台北市	
國立瑞芳高級工業職業學校		331地震災害復建工部(二)春暉樓、機械科實習工廠結構安全補強工程	春暉樓、機械科實習工廠	校舍	部分設計圖說	台北縣	
國立政治大學、張宏章建築師事務所		國立政治大學莊九會九二一震災補強及整修工程	莊九會	校舍	設計圖說	台北市	

第四章 修復與補強工法力學行為及施工可行性初步評估

4-1 鋼筋混凝土構件基本力學行為概述

鋼筋混凝土構件（版、樑、柱、牆）之理論，係經完整之學理推演與試驗證實，而得到目前被廣泛採用的鋼筋混凝土結構系統。本節限於篇幅不擬重複贅述鋼筋混凝土的詳細力學理論，但有必要將鋼筋混凝土的基本力學行為作一適當的說明，以作為初步評估相關結構補強設計的可靠度（或不可靠度）。以下依版、樑、柱、牆等四種鋼筋混凝土構件的基本力學行為作一簡單說明，並於說明中探討既有構造物在結構物補強設計及施工中不易克服之處，最後再以本研究計畫執行期間所蒐集到九二一震後實際採用於災區震損建築物之修復補強設計工法案例，探討其可靠或不可靠之處，以作為後續研究及實務設計上參考之用。

4-1-1 鋼筋混凝土版的基本力學行為與細節需求

鋼筋混凝土版的鋼筋配置細節需求如圖 4-1 所示。

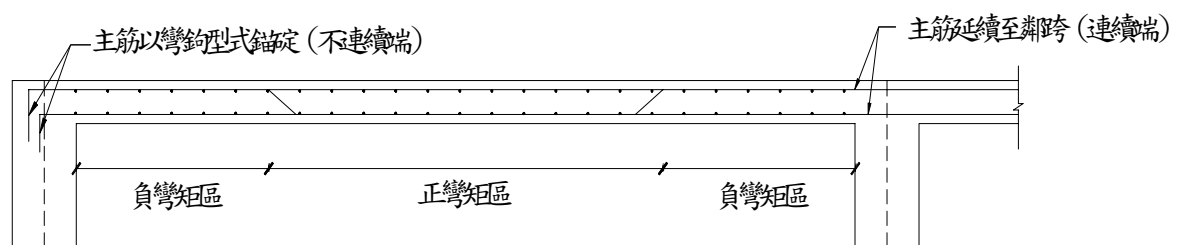


圖 4-1 鋼筋混凝土版鋼筋配置細節需求

其基本力學行為包括：

- * 屬於撓曲構材，樓版平面內尚需傳遞地震橫力。
- * 剪力由混凝土本身直接承受（一般無剪力鋼筋設計）。
- * 負彎矩鋼筋需延續至鄰跨或以彎鉤型式錨錠。
- * 正彎矩鋼筋需延伸足夠發展長度。

4-1-2 鋼筋混凝土樑之基本力學行為及細節需求

鋼筋混凝土樑之鋼筋配置細節需求如圖 4-2 所示。

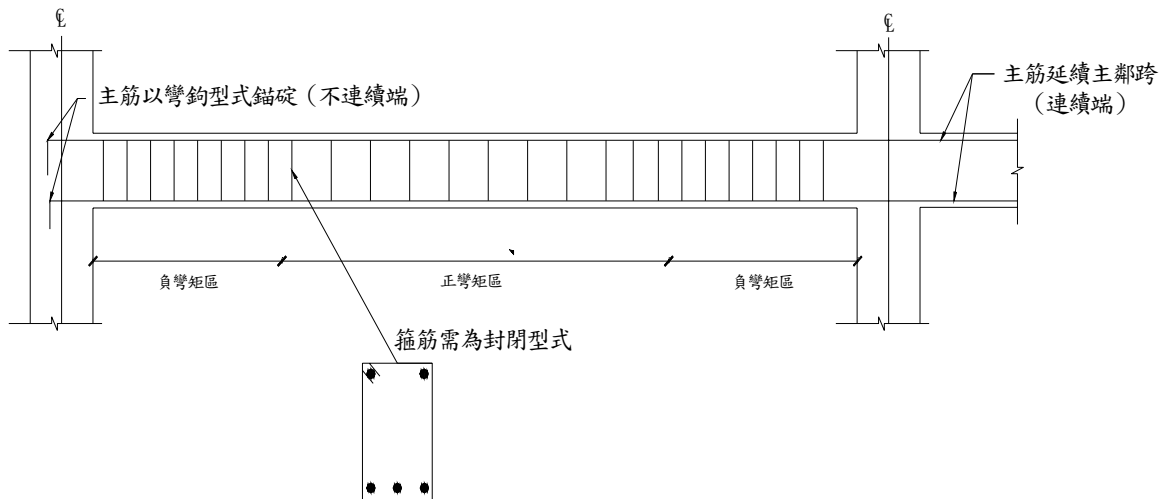


圖 4-2 鋼筋混凝土樑鋼筋配置細節需求

其基本力學行為包括：

- * 屬於撓曲構材，承受垂直力與地震橫力。
- * 剪力由混凝土 (V_c) 與箍筋 (V_s) 共同承擔，箍筋需為封閉形式。
- * 樑兩端皆為正負彎矩區 (地震反覆載重)，中央為正彎矩區，故兩端主筋皆須延伸至鄰跨 (連續樑) 或以彎鉤型式錨錠 (不連續端)。
- * 樑中央正彎矩鋼筋需延伸足夠發展長度。

4-1-3 鋼筋混凝土柱之基本力學行為及細節需求

鋼筋混凝土柱之鋼筋配置細節需求如圖 4-3 所示。

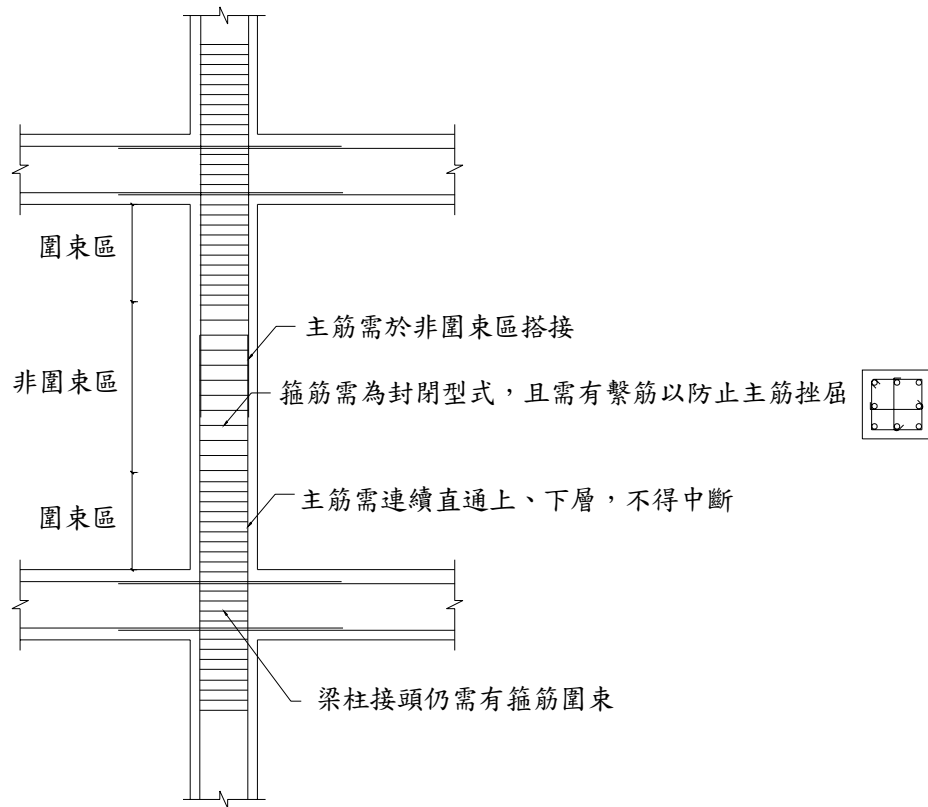


圖 4-3 鋼筋混凝土柱鋼筋配置細節需求

其基本力學行為包括：

- * 屬於軸力與撓曲共同作用構材，承受垂直力與地震橫力。
- * 剪力由混凝土 (V_c) 與箍筋、繫筋 (V_s) 共同承擔，箍筋需為封閉形式，另需有繫筋以防止主筋挫屈。
- * 柱主筋需連續直通上下層，若有搭接需在非圍束區內搭接。
- * 樑柱接頭區仍需有圍束箍筋。

4-1-4 鋼筋混凝土牆之基本力學行為及細節需求

鋼筋混凝土牆之鋼筋配置細節需求如圖 4-4 所示。

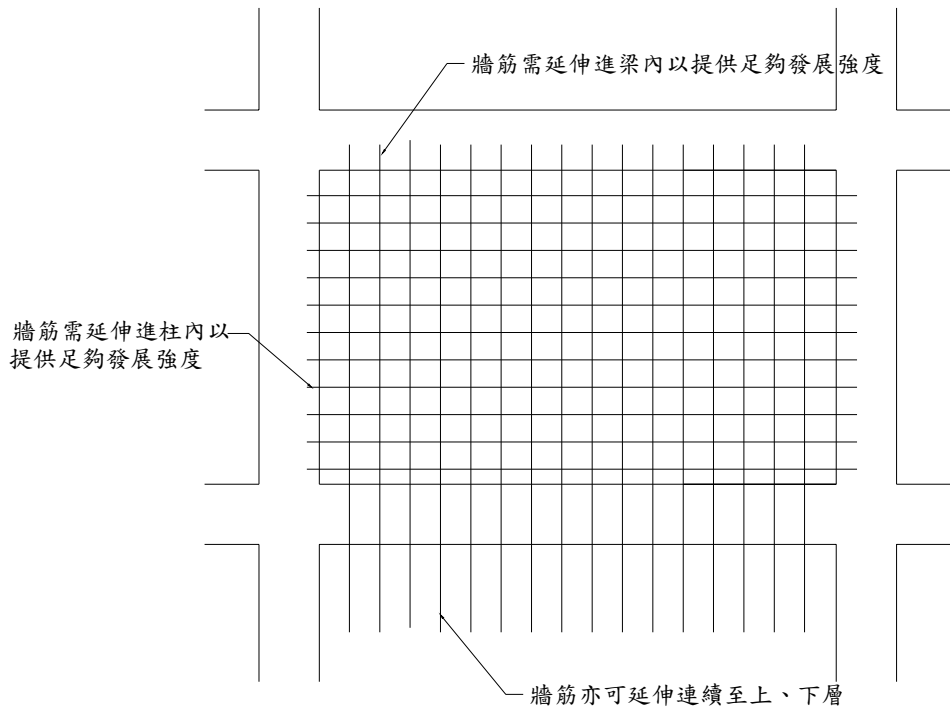


圖 4-4 鋼筋混凝土牆鋼筋配置細節需求

其基本力學行為包括：

- * 主要為抵抗地震橫力構材，亦可分擔部分垂直力。
- * 剪力由混凝土 V_c 與牆雙向主筋共同承擔。
- * 牆主筋需延伸至樑或柱內以提供足夠發展強度，亦可連續延伸上、下樓層。
- * 剪力牆需注意兩端構材（兩端柱）之設計。

4-2 植筋的探討

一般鋼筋混凝土構件的補強，植筋是最常採用也最常被誤用的一種修復補強方法。在既有鋼筋混凝土構造物增加新的構件或延伸（補強），為了兩者間界面的連續性，植筋似乎成了目前最常被採用的萬靈丹。然而，仔細思考鋼筋混凝土學的基本力學行為與細節需求，植筋的採用似有必要作更進一步審慎的考量。

事實上，新舊混凝土間的界面，在混凝土施工規範有明確的處理方式。若新舊混凝土的介面依循規範所定的處理方式，如連接面打毛濕潤等，則通常可視為一體澆置的混凝土。若以混凝土主要承擔之壓應力而言，此界面大致上不會存在明顯的弱面。故在補強作業上，新混凝土並不是問題，新增鋼筋的處理細節才是應特別注意的重點。

一般的補強設計，目前植筋之考慮係以植入深度足夠，使植筋在舊混凝土表面之拉拔應力達到 f_y 的程度，即視為可有效續接新舊結構物間的界面。但若在補強設計時對於界面鋼筋之細節需求僅止於此，則對應於新建結構體的鋼筋設計，又何必規定主筋必須延伸至鄰跨或彎鉤錨錠等設計需求，兩者間似有可商榷的空間。更何況植筋除植入深度外，另有植筋膠結劑品質與施工品質問題，以及植筋間距可能造成拉拔破壞錐體重疊等問題，為何要求反而更低？

茲舉一例如圖 4-5 所示，對於撓曲構件（樑或版）之補續，一般補強工程設計之植筋若僅需在舊混凝土面使植筋達到 f_y ，即認為有效（圖 4-5 左），則全部新建工程的鋼筋配置細節如採用類似補強設計似亦屬可行（圖 4-5 右）。而若新建工程的鋼筋配置細節必須要有彎鉤或延伸至鄰跨，則顯然補強設計的植筋使用，似有其不足之處，實有再深入研究之

必要。一般人或許認為「補強」是權宜之計，與「新建」在立足點上有其先天的差異性，不宜相提並論。然而，在目前維修補強工程案例如此廣泛，且大家對其成效之期盼又是如此殷切的情況下，諸如此類的疑慮，確有需要再深入探討以予澄清。

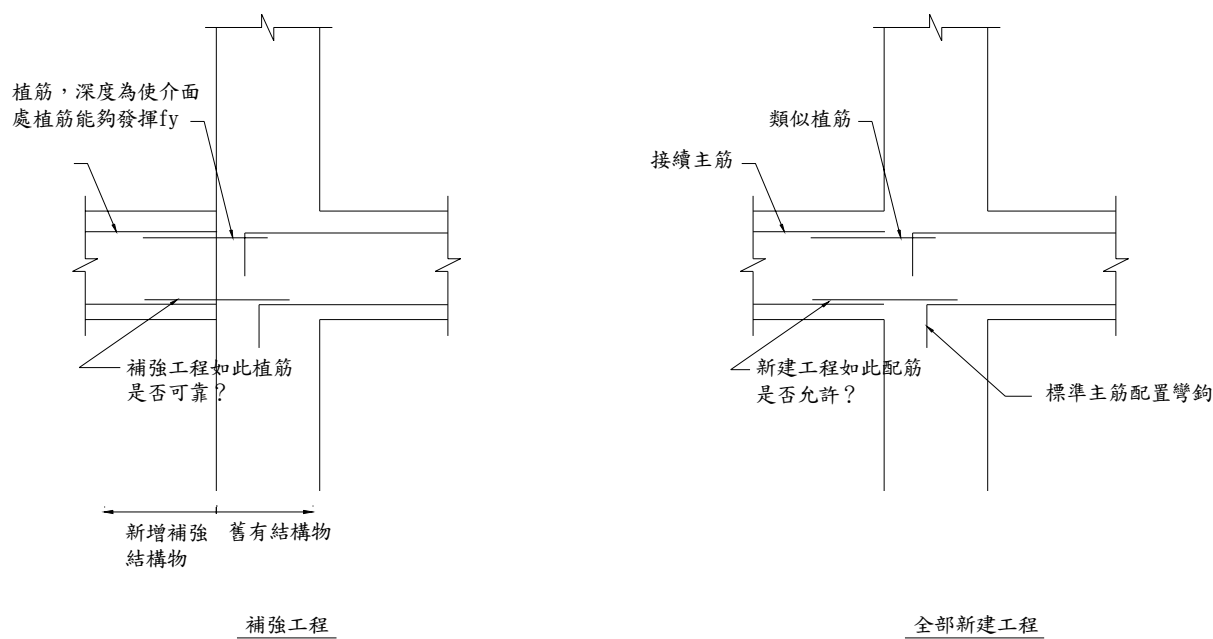


圖 4-5 撓曲構件補強之植筋

由前例所示，主鋼筋的延伸連續，若單純靠植筋似乎並不十分可靠。不過，在另一方面，若植筋的配置是剪力摩擦筋的行為，則此植筋的補強設計，顯然較具可靠度。例如圖 4-6 所示之新增剪力牆設計，不論是補強工程或新建工程，植筋之功能在提供剪力摩擦方面多於拉力，基本上其結構行為應屬可靠。惟需注意剪力摩擦筋的設計在一體澆置與分兩次澆置的摩擦係數 μ 值並不相同（一體澆置 $\mu=1.4$ ，新舊兩次澆置 $\mu=1.0$ ）。

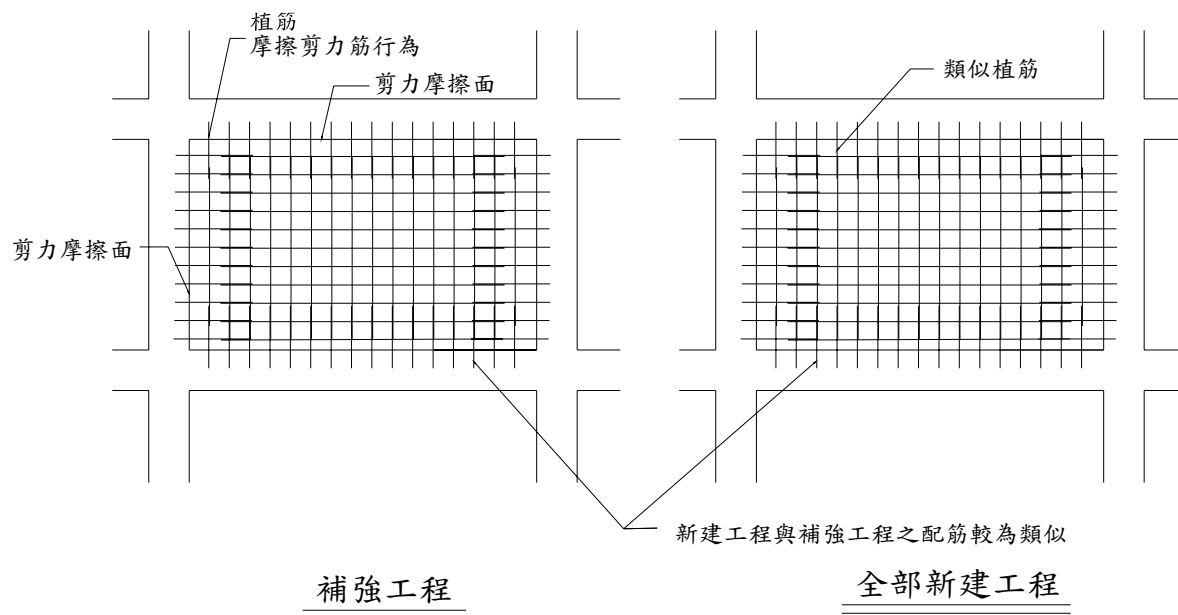


圖 4-6 新增剪力牆設計之植筋

4-3 貼片補強的探討 (鋼板或複合纖維材料貼片)

鋼筋混凝土構件包覆鋼板或複合材料之工法通常稱為「貼片補強」，目前在鋼筋混凝土結構補強上被大量採用。基本上，其補強設計之理念，均將外加貼片（鋼板或複合材料）視為鋼筋，據以作為補強設計的計算依據。但在鋼筋混凝土學理中，鋼筋係假設必須完全被混凝土所握持，因此計算所需鋼筋量之配置細節必須符合相關規範規定。例如主筋的錨碇長度或延伸連續、封閉型的箍筋等，否則鋼筋混凝土學的設計算式將不具實質意義。

相對於此，在貼片補強中，諸如不具封閉型設計的樑鋼板剪力補強，或不具主筋連續性性能的柱鋼板補強等，若仍將鋼板視同鋼筋，並據以計算補強成效，實有違鋼筋混凝土規範的基本精神。更何況貼片與混凝土界面所使用之粘著材料（如環氧樹脂或無收縮砂漿等）之品質與施工品管等，更是其實際行為與成敗之關鍵因素，不應忽視。

以下圖中數例所示皆為常見的貼片補強設計方法，設計時多半將外加貼片視同鋼筋作為計算依據，但卻忽略了鋼筋的基本配置細節，其可靠度顯然有待釐清。如圖 4-7 所示之樑 U 型貼片剪力補強工法，鋼板貼片若僅以化學錨栓固定，屬非封閉型式，其補強效果尚有待確認。若採用貫穿螺栓使成封閉型式，在學理上較符合鋼筋混凝土箍筋設計，而其成效也確已經實驗證實【32~33】。

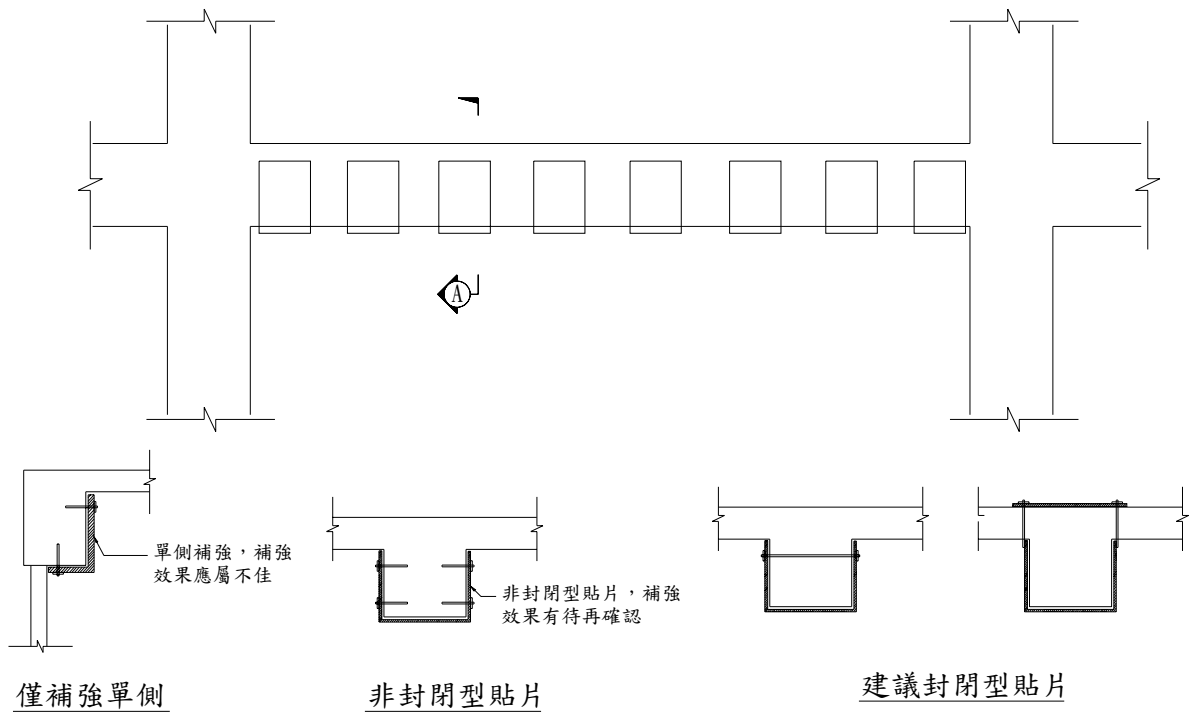


圖 4-7 樑 U 型貼片剪力補強

如圖 4-8 所示之樑 U 型貼片彎矩補強工法，鋼板貼片並未延伸至樑柱接頭內，在學理上與鋼筋混凝土正彎矩主筋設計並未完全相符。

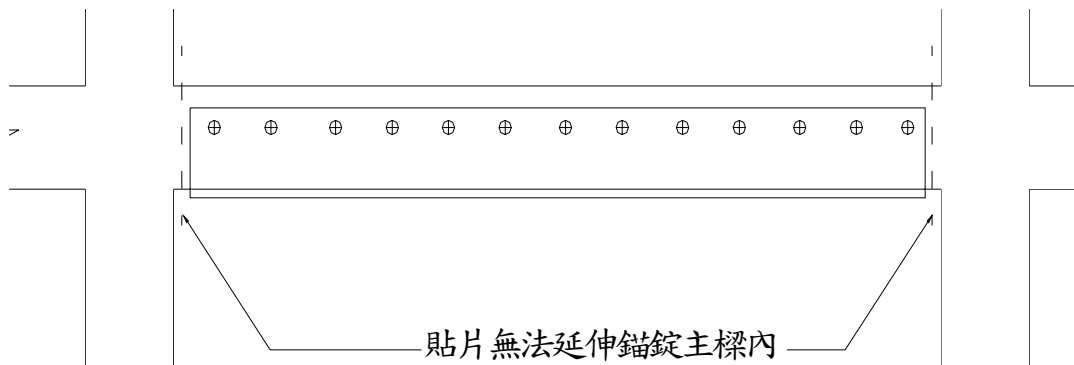


圖 4-8 樑 U 型貼片彎矩補強

如圖 4-9 所示之既有 RC 牆貼片補強工法。依據實驗證實，RC 牆貼片確實可增加抗橫力強度，然而，貼片本身並未延伸至與樑或柱交接之剪力摩擦面內，在學理上與鋼筋混凝土牆之主筋設計並不完全相符，地震橫力是否會傳達到牆內仍有疑慮。

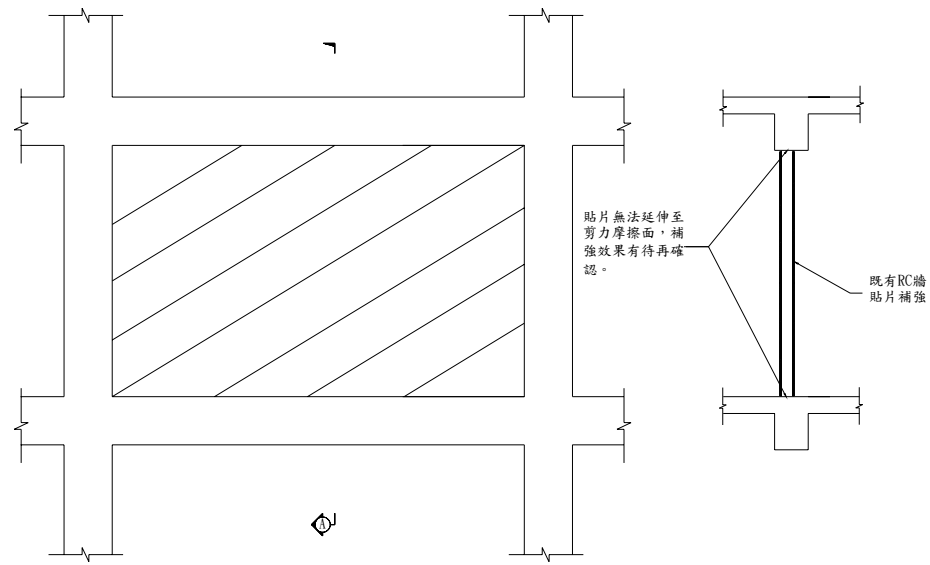


圖 4-9 既有 RC 牆貼片補強

如圖 4-10 所示之 RC 柱貼片補強工法。不論其為鋼板或複合纖維貼片，其圍束之效果確已經實驗證實。然上下層之連續性則為最大之疑慮，在學理上與鋼筋混凝土柱之主筋連續設計並不完全相符，其彎矩之補強效果尚有待確認。

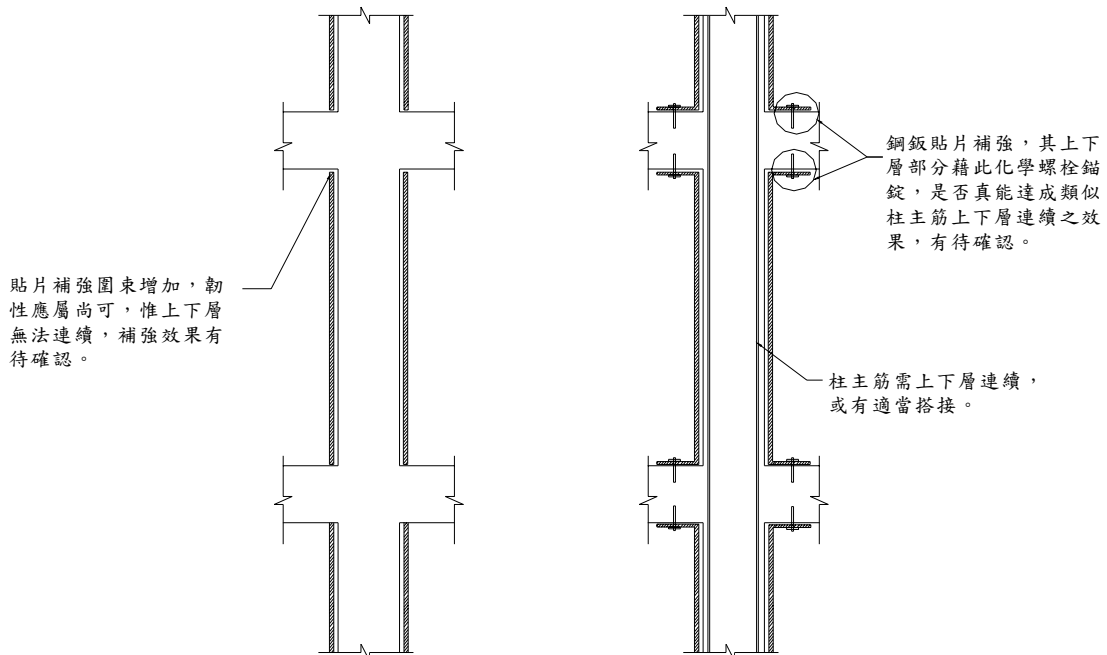


圖 4-10 RC 柱貼片補強

第五章 九二一震後修復補強工法力學行為初步探討

本計畫經向各方廣泛蒐集九二一地震震損建築物之修復補強設計案例，將實際所採行之修復補強工法歸納彙整並試行分類，原則上分成結構元件修復補強工法及結構系統改善補強工法兩大類。其中各類所包含之細項工法，或由於因地制宜之考量，或由於業主之特殊需求、甚或由於非結構因素之干擾，雖工法之名義相同，其設計細部卻有差異。為免枝節過細，本文所錄以較具代表性者為主，惟對於差異較大者則予分述。

本節之內容主要針對所蒐集之各種結構修復補強工法原始設計資料，儘量按照固定格式，依據結構力學原理與現行規範，初步探討各種修復補強工法設計的合宜性，其重點包括可靠度分析、工法可能之疑義與改善方式、及實際施工細節與施工可行性探討等。其中部分內容如設計原意之討論，原則上係依據原始圖說或計算書所述推估；原始資料未述者則依照該工法一般應用時機補充。其後則根據原設計資料檢附之單價分析、或目前市場資料，評估各種修復補強工法之成本與經濟效益等。最後，本報告為使參閱者能有更具體之印象，特將原始設計圖說依原狀重新繪製，保留所有優缺點，以便與文字方面的評估探討相對照。換言之，本報告於本節表列各種修復補強工法之圖說，並未全然經學理證實可靠，非必然正確，讀者宜自行參酌。

5-1 結構原件修復補強工法

5-1-1 樑構件修復補強工法分析與探討

(一) 樑 U 型鋼板補強工法案例

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。
2. 建物類別：集合式住宅 (B1/17F)。

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，針對樑構件近柱端範圍內 ($L=1500\text{mm}$) 採 U 型鋼鈹補強方式，其中鋼鈹與柱端保有約 50 mm 距離，但無任何錨錠或加勁鈹設計，故初步推估應為補強樑構件剪力強度不足之設計。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

原設計補強鋼鈹於近柱端留有約 5cm 間距，可避免鋼鈹因變形而損及柱面，或因密接擠壓而間接造成鋼鈹出現局部膠結剝離現象，故其設計應屬可靠。另樑兩側補強鋼鈹設有 M12@225mm 化學錨栓，因無法與鋼鈹形成完整封閉型式，故將其視為有效箍筋以提昇原樑構件不足剪力強度之可靠度有待進一步確認。

(c) 建議改善方式：

建議可改採以貫穿螺栓取代化學錨栓之方式，以使補強鋼鈹後能形成有效封閉型式，充分發揮近似箍筋圍束作用，並提高原樑構件剪力補強效應之可靠度。

(d) 對建築物服務性之影響：

樑構件表面因施作補強鋼鈹之影響，故施工完成後原樑構件斷面將略微增加，另其外觀亦有局部明顯變化，如增加鋼鈹表面之化學螺栓接頭。

4. 施工可行性探討

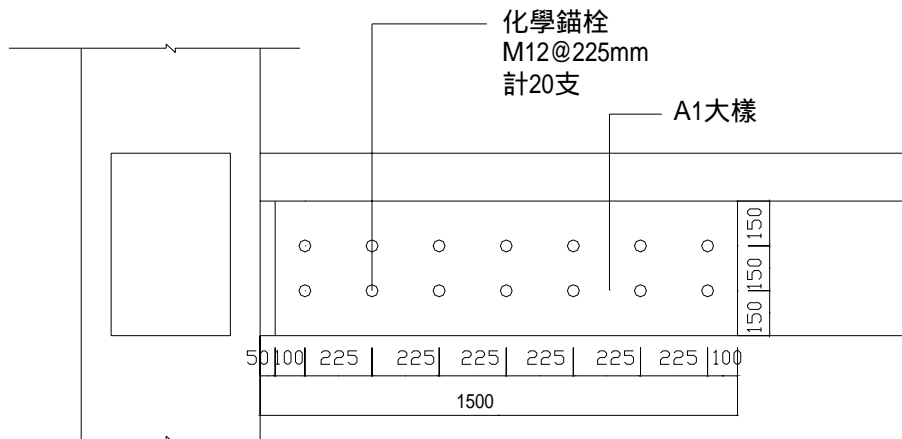
原設計化學錨栓施做位置採於樑腹中間附近，應已考量一般慣見樑構件中分佈於上下端主筋範圍，避免施做過程破壞樑主筋；然為求慎重起見，實際施做時仍應先以鋼筋掃瞄檢測施做區域，尤需注意垂直向箍筋配置範圍與間距，以使化學錨栓施做過程在不

影響原構件鋼筋配置下順利完成。

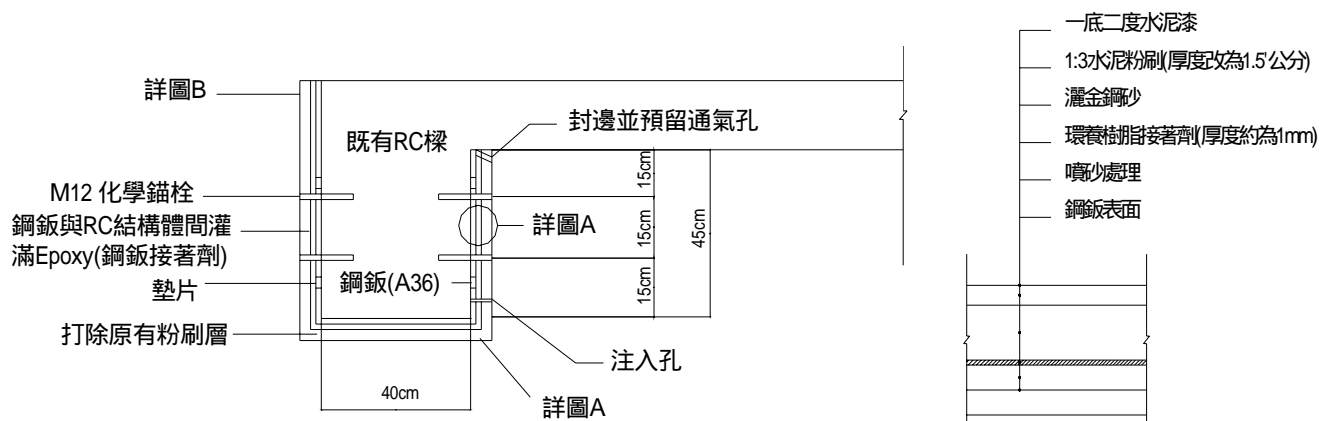
5. 參考單價分析表

單位：元

號數	62	工程項目	樑兩側包覆鋼板補強				單位	m ²
工料名稱	說明	單位	數量	單價	複價	備註		
鋼板fy=2500kg/cm ² 加工		kg	121.50	15.0	1,822.5			
裂縫灌注環氧樹脂		m	0.45	800.0	360.0			
灌注環氧樹脂		kg	10.00	220.0	2,200.0	裂縫灌注EPOXY另計		
鋼板噴砂處理		m ²	1.00	200.0	200.0			
表面塗刷EPOXY		m ²	1.00	220.0	220.0			
安裝組立工資		式	1.00	1,200.0	1,200.0			
打除原有裝修層(粉刷層)		m ²	1.00	110.0	110.0			
表面研磨		工	0.25	1,400.0	350.0			
表面清潔整理(小工)		工	0.25	1,400.0	350.0			
廢方處理及運棄		m ³	0.05	850.0	42.5			
零星工料		式	1.00	45.0	45.0			
每 m ² 單價計					6,900.0			



SB6(40*60)樑段鋼版補強示意圖 L=1600mm



A1大樣樑鋼板補強標準圖

詳圖"A"

RC樑鋼板補強施工步驟：

1. 水電開關先行移走與重新分配
2. 同高壓水刀或打磨機打除樑之磁磚與粉刷層
3. 樑裂縫先以遞增壓力注射裂縫工法灌注Epoxy補強
4. RC結構體起砂處及崩裂處去除後先以Epoxy塗刷，在以輕質環氧樹脂砂漿修補平齊
5. 鋼板應依現場尺寸在工廠裁製，內面不可有污染，外側防銹處理後假固定，假固定不得作為化學錨栓位置
6. 鋼板貼附並以化學錨栓固定，化學錨栓間距如圖示
7. 鋼板焊接採用自動潛弧焊或電熱熔渣焊
8. 鋼板與混凝土空隙，須在3~5mm左右，並以環氧樹脂灌滿，不可有空隙
9. 鋼板與錨栓四周以Epoxy風塞劑封邊處理，以防高壓力灌注爆裂漏漿，並於高處預留排氣孔
10. 鋼板與現場RC樑間由底部高壓灌注Epoxy鋼板接著劑，直至排氣孔溢出為止
11. 隔日檢核鋼板內Epoxy鋼板接著劑灌注程度，若有不足者則須在補足至灌滿為止
12. 注入孔，通氣孔由承包商繪製施工詳圖經監造單位審核同意後始得施工
13. 完工須附責任施工證明書及原廠供料證明

(二) 樑單側鋼板補強法案例 1

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B1/8F)。

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，補強鋼板貼付於原樑構件兩端斜剪裂縫較顯著處，且僅施作於單側，故研判設計原意應僅單獨針對防止樑構件剪力裂縫延伸及惡化。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

補強鋼板另以化學錨栓植入原樑構件，若鋼板與原樑構件間環氧樹脂膠結作用良好，則應可防止裂縫延伸及惡化。

(c) 建議改善方式：

考量貼付單側鋼板亦可能增加樑構件自重，及改變原樑構件均質與對稱性，故若單純針對防止樑裂縫延伸與惡化，建議可考量以裂縫灌注環氧樹脂方式，應能達成原設計目的。

(d) 對建築物服務性之影響：

因僅部分樑表面施作貼覆鋼板，故其整體外觀變化並不明顯。

4. 施工可行性探討

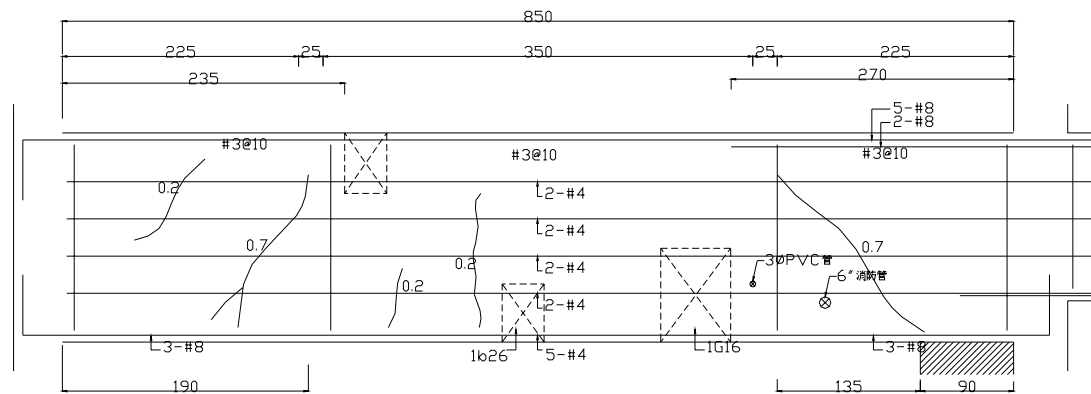
(a) 化學錨栓施作時，仍需謹慎避免破壞原構件鋼筋或水電管線。

(b) 另補強鋼板之化學錨栓孔可考慮視實際鑽孔位置後，再於現場點銲或切割開孔。

5. 參考單價分析表

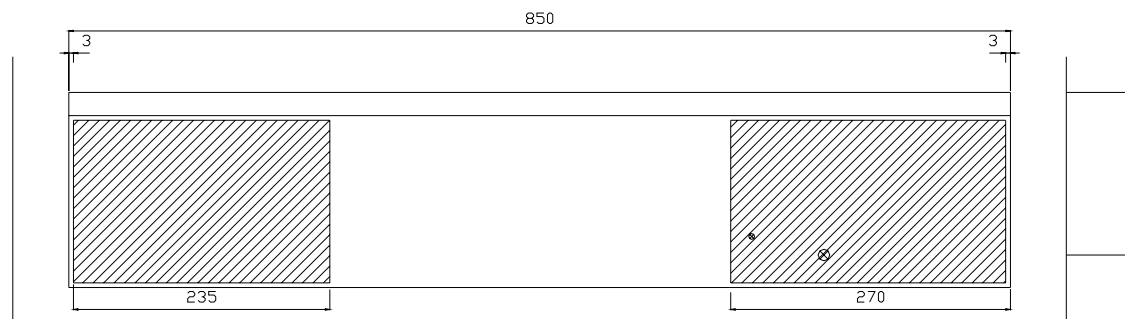
單位：元

編號	1-2	工程項目	梁鋼板 PL6 補強 (內灌 EPOXY)				單位	m ²
工 料 項 目			說明	單位	數量	單價	複價	備註
鋼板 fy=2500kg/cm ²				kg	47.10	15.0	706.5	6mm 厚
灌注環氧樹脂				kg	12.00	250.0	3,000.0	(不含裂縫灌注)
鋼板噴砂處理				m ²	1.00	800.0	800.0	
一底二度防鏽漆				m ²	1.00	100.0	100.0	
安裝組立工資				式	1.00	2,600.0	2,600.0	化學錨栓另計
零星工料 (含垃圾清運)				式	1.00	793.5	793.5	
粉刷層敲除				工	0.40	2,000.0	800.0	
每 m ² 單 價 計							8,800.0	



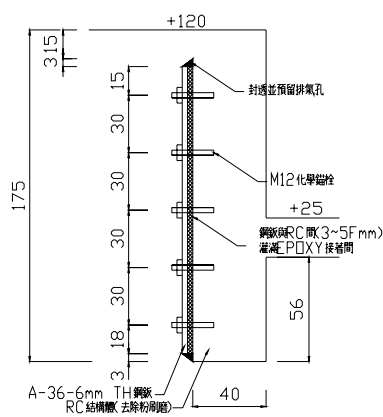
1B8(40x175)

裂縫位置大小示意圖



1B8(40x175)

樑側鋼板補強側視圖



1B8樑側鋼板補強剖面圖

樑鋼板補強施工步驟：

1. 將穿樑之管線暫時改管，並將粉刷層敲至R.C結構體
2. 樑裂縫先行以環氧樹脂(EPOXY)灌注補強
3. RC結構體起砂處及崩裂去除後，先以環氧樹脂(EPOXY)界面接著劑塗刷，再以環氧樹脂(EPOXY)輕質膠膏修齊補
4. A-36-6mm TH鋼板噴砂防銹，一底漆一中塗漆防銹處理
5. 鋼板貼付與化學錨栓固定，錨栓水平中心距@301±2.5公分，邊距@15±2.5公分
6. 鋼板四周環氧樹脂(EPOXY)封塞劑封塞以防高壓灌注爆裂漏漿，並於高處預留排氣孔
7. 以環氧樹脂(EPOXY)接著劑由底部高壓灌注至鋼板內，至由排氣孔溢出為止
8. 隔日檢查鋼板內環氧樹脂灌注程度，再予以補足灌滿
9. 最後塗一面漆防銹(顏色配合現場為準)

註：1. 化學錨栓鑽孔時應避開樑主筋
2. 樑裂縫寬度大於等於0.3mm均須灌注EPOXY

(三) 樑單側鋼板補強工法案例 2

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B1/8F)

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，補強鋼板貼付於原樑構件兩端斜剪裂縫較顯著處，且僅施作於單側，故研判設計原意應僅單獨針對防止樑構件剪力裂縫延伸及惡化。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

補強鋼板另以化學錨栓植入原樑構件，若鋼板與原樑構件間環氧樹脂膠結作用良好，則應可防止裂縫延伸及惡化。

(c) 建議改善方式：

考量貼付單側鋼板亦可能增加樑構件自重，及改變原樑構件均質與對稱性，故若單純針對防止樑裂縫延伸與惡化，建議可考量以裂縫灌注環氧樹脂方式，應能達成原設計目的。

(d) 對建築物服務性之影響：

因僅部分樑表面施作貼覆鋼板，故其整體外觀變化並不明顯。

4. 施工可行性探討

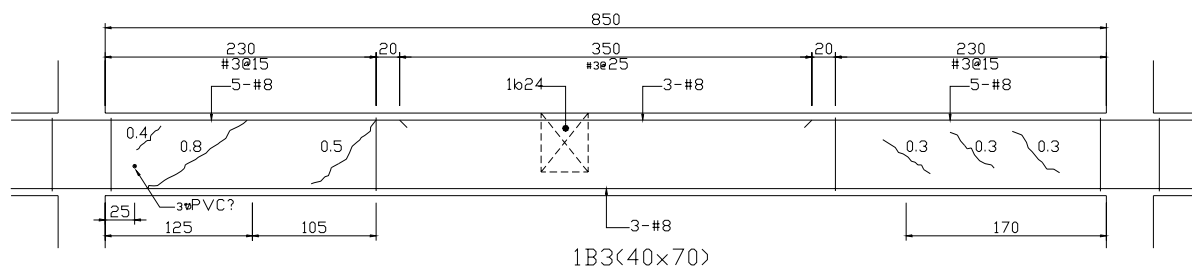
(a) 化學錨栓施作時，需謹慎避免破壞原構件鋼筋或水電管線。

(b) 另補強鋼板之化學錨栓孔可考慮視實際鑽孔位置後，再於現場點鐸或切割開孔。

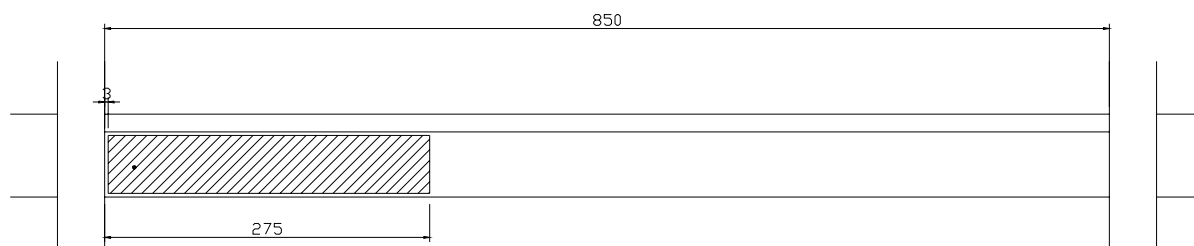
5.參考單價分析表

單位：元

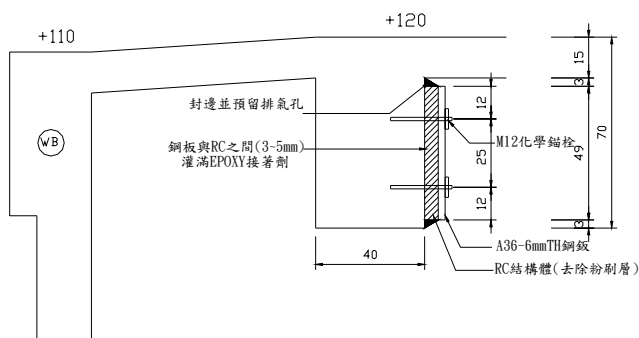
編號	1-2	工程項目	梁鋼板PL6補強(內灌EPOXY)				單位	m ²
工料項目			說明	單位	數量	單價	複價	備註
鋼板 fy=2500kg/cm ²				kg	47.10	15.0	706.5	6mm厚
灌注環氧樹脂				kg	12.00	250.0	3,000.0	(不含裂縫灌注)
鋼板噴砂處理				m ²	1.00	800.0	800.0	
一底二度防鏽漆				m ²	1.00	100.0	100.0	
安裝組立工資				式	1.00	2,600.0	2,600.0	化學錨栓另計
零星工料(含垃圾清運)				式	1.00	793.5	793.5	
粉刷層敲除				工	0.40	2,000.0	800.0	
每 m ² 單價計							8,800.0	



1B3(40×70)
裂縫位置大小示意圖



1B3(40×70)
樑側鋼板補強側視圖



1B3樑兩側鋼板補強剖面圖

樑鋼板補強施工步驟：

1. 將穿樑之管線暫時改管，並將粉刷層敲除至RC結構體。
2. 樑裂縫先行以環氧樹脂(EPOXY)灌注補強。
3. RC結構體起砂處及崩裂部份去除後，先以環氧樹脂(EPOXY)界面接著劑塗刷，再以環氧樹脂(EPOXY)輕質膠膏修補齊。
4. A36-6mm TH 鋼板噴砂防銹，一底漆一中塗漆防銹處理。
5. 鋼板貼付與化學錨栓固定，錨栓水平中心距@ 30 ± 2.5 公分，邊距@ 15 ± 2.5 公分。
6. 鋼板四周環氧樹脂(EPOXY)封塞劑封塞以防高壓灌注爆裂漏漿，並於高處育流排氣孔。
7. 以環氧樹脂(EPOXY)接著劑由底部高壓灌注至鋼板內，至由排氣孔溢出為止。
8. 隔日檢查鋼板內環氧樹脂灌注程度，再予以補足灌滿。
9. 最後塗一面漆防銹(顏色配合現場為準)

註：1. 化學錨栓鑽孔時應避開樑主筋。

2. 樑裂縫寬度大於等於0.3mm 均須灌注EPOXY。

3. 穿樑管線暫時改管之施作方式，得由承包商於施作前七天提交監造單位審查核可方得施作，其前提為不得影響管線之原有功能且復原之材質及規格與原有相同。

化學錨栓承載力.混凝土強度.錨栓尺寸等設計值表如下：

承 載 力 錨 栓	破壞 拉力	Zsw安全拉力(kg)		Qsw安全剪力(kg)		施工標準 (mm)	
	fc'= 4000psi	fc'= 3000psi	fc'= 4000psi	fc'= 3000psi	fc'= 4000psi	孔徑	孔深
M12	4424	996	1165	858	903	14	110
M16	7370	1941	1941	1516	1594	18	125

註：未特別註明單位之尺寸，其單位均為公分

(四) 樑兩側鋼板補強工法案例

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B1/12F)

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

原設計補強鋼板僅施做於樑兩端 $L/4$ 處，且近柱端未見有錨錠或加勁鋼板設計，故初步推估應屬樑構件剪力強度不足之鋼板補強設計。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

原設計補強鋼板於近柱端留有約 5cm 間距，可避免鋼板因變形而損及柱面，或因密接擠壓而間接造成鋼板出現局部膠結剝離現象，故其設計應屬可靠。另化學錨栓與補強鋼板因無法完全達成封閉型式，而充分發揮類似箍筋作用，故其整體圍束效應可靠度有待進一步確認。

(c) 建議改善方式：

建議可改採以貫穿螺栓取代化學錨栓之方式，以使補強鋼板後能形成有效封閉型式，充分發揮近似箍筋圍束作用，並提高原樑構件剪力補強效應之可靠度。

(d) 對建築物服務性之影響：

因僅部分樑兩側表面施作貼覆鋼板，故其整體外觀變化並不明顯。

4. 施工可行性探討

(a) 樑兩側貼付鋼板補強方式，可視為對原建物使用空間影響較小之補強方式之一。

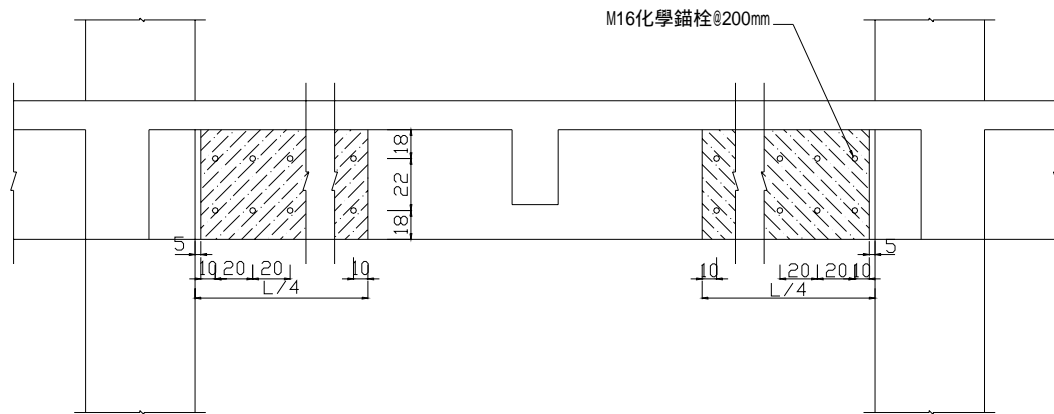
(b) 化學錨栓施作時，需謹慎避免破壞原構件鋼筋或水電管線。

(c) 另補強鋼板之化學螺栓孔可考慮視實際鑽孔位置後，再於現場點銲或切割開孔。

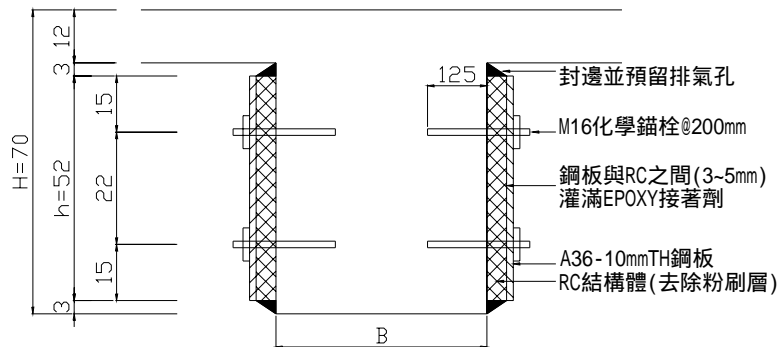
5. 參考單價分析表

單位：元

項次	3	工程項目	梁兩側包覆鋼板				單位	m ²
工料項目			說明	單位	數量	單價	複價	備註
鋼板fy=2500kg/cm ² 加工				kg	47.00	15.0	705.0	
裂縫灌注環氧樹脂				m	0.45	985.0	443.25	
灌注環氧樹脂				kg	10.00	220.0	2,200.0	裂縫灌注EPOXY另計
鋼板噴砂處理				m ²	1.00	200.0	200.0	
表面塗刷EPOXY				m ²	1.00	220.0	220.0	
鋼絲網粉刷				m ²	1.00	400.0	400.0	
安裝組立工資				式	1.00	1,200.0	1,200.0	
打除原有立面裝修表層(粉刷層)				m ²	1.00	110.0	110.0	
表面研磨			小工	工	0.05	1,400.0	70.0	
表面清潔整理			小工	工	0.02	1,400.0	28.0	
廢方處理及運棄				m ³	0.05	850.0	42.5	
						每 m ² 單價計	5,680.0	



梁腰部貼覆側面鋼板補強立面示意圖



梁兩側鋼板補強剖面圖

梁鋼板補強施工步驟：

1. 將粉刷層敲除至RC結構體
2. 樑柱裂縫先行以灌注環氧樹脂 (EPOXY) 補強
3. RC結構體起砂處及崩裂去除後，先以環氧樹脂 (EPOXY) 界面接著劑塗刷，再以環氧樹脂 (EPOXY) 輕質膠膏修齊補
4. 以鋼筋探測器標示主筋及箍筋位置及錨栓鑽孔位置
5. 鋼板四周以環氧樹脂 (EPOXY) 封塞劑封塞以防高壓灌注爆裂漏漿，並於高處預留排氣孔
6. 以環氧樹脂 (EPOXY) 接著劑由底部高壓灌注至鋼板內，至由排氣孔溢出為止
7. 隔日檢查鋼板內環氧樹脂灌注程度 (因EPOXY會滲入內部蜂窩及洞內)，再予以補足灌滿
8. 鋼板表面塗刷一道EPOXY
9. 1:3水泥砂漿 (加鐵絲網)
10. 表面水泥漆或貼磁磚

鋼板補強施工應注意事項：

1. 水電閥關插先行移走與重新裝配
2. 用高壓水刀或打磨機打除現有磁磚及粉刷層
3. 若混凝土有裂縫，應將裂縫灌注環氧樹脂後再安裝鋼板
4. 混凝土表面先用樹脂砂漿噴平
5. 鋼板應依現場尺寸在工廠裁製，內面不可有油污染外側防銹處理後先假固定，而假固定位置不得作為化學錨釘位置
6. 鋼板與結構體間交接處以環氧樹脂封塞處理，並預留注入口及透氣孔
7. 鋼板與混凝土面之空隙，須在5m/m左右，並以環氧樹脂灌滿，不可有空隙
8. 鋼板外露部份須砂漿處理，以粉刷1:3水泥砂漿
9. 裝修表層 (貼磁磚或粉刷水泥漆) 應依設計圖之規處理，若無特別指定，則依原裝修表層回復
10. 完工須附責任施工證明書及原廠供料證明
11. 鋼板接著劑，封塞劑物理性質

	比重	抗壓強度 (kg/cm ²)	抗彎強度 (kg/cm ²)	抗拉強度 (kg/cm ²)	抗張、剪斷接著強度 (kg/cm ²)
鋼板接著劑	1.0±0.1	500	400	300	90
封塞劑	1.4±0.1	500	150	100	90

(五) 樑兩側鋼板補強工法案例

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B1/13F)

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，補強鋼板施做於樑兩側長 L 範圍，近柱端未見有錨錠或加勁鋼板設計，故初步推估應為提昇樑構件剪力強度不足之補強設計。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

原設計補強鋼板於近柱端密接而未留有適當間距，鋼板可能因變形而損及柱面，或因密接擠壓而間接造成鋼板出現局部膠結剝離現象，故其設計應屬不可靠。另因補強鋼板及化學錨栓無法完全達成封閉型式，而充分發揮類似箍筋作用，故其整體圍束效應可靠度亦有待進一步確認。

(c) 建議改善方式：

建議可改採以貫穿螺栓取代化學錨栓之方式，以使補強鋼板後能形成有效封閉型式。另樑兩側補強鋼板近柱端部分建議可保留約 5cm 間距，以使補強鋼板有足夠變形空間。

(d) 對建築物服務性之影響：

樑兩側表面施作貼覆鋼板，除施工完成後原樑構件斷面將略微增加外，因鋼板表面另施作化學錨栓，故其外觀上亦有局部變化，如新增之化學錨栓接頭。

4. 施工可行性探討

(a) 樑兩側貼付鋼板補強方式，可視為對原建物使用空間影響較小

之補強方式之一。

(b) 化學錨栓施作時，需謹慎避免破壞原構件鋼筋或水電管線。

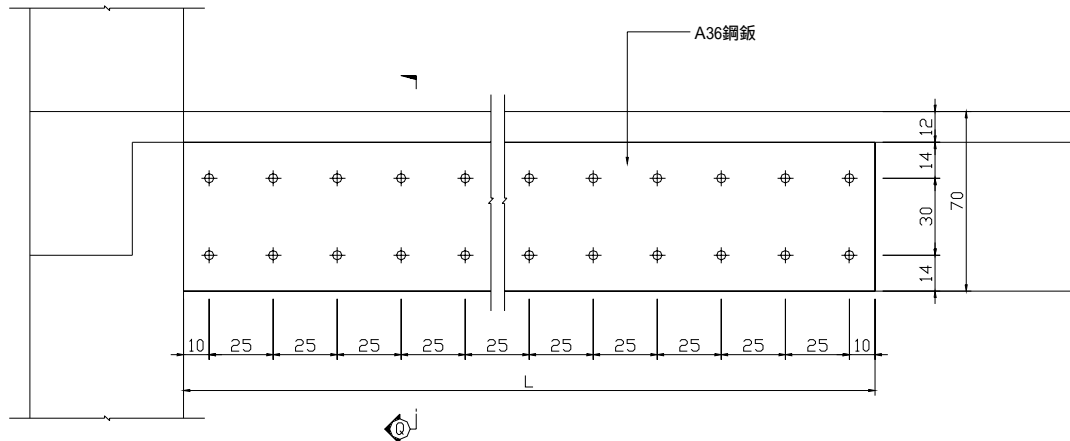
(c) 另補強鋼板之化學錨栓孔可考慮視實際鑽孔位置後，再於現場點銲或切割開孔。

5. 參考單價分析表

單位：元

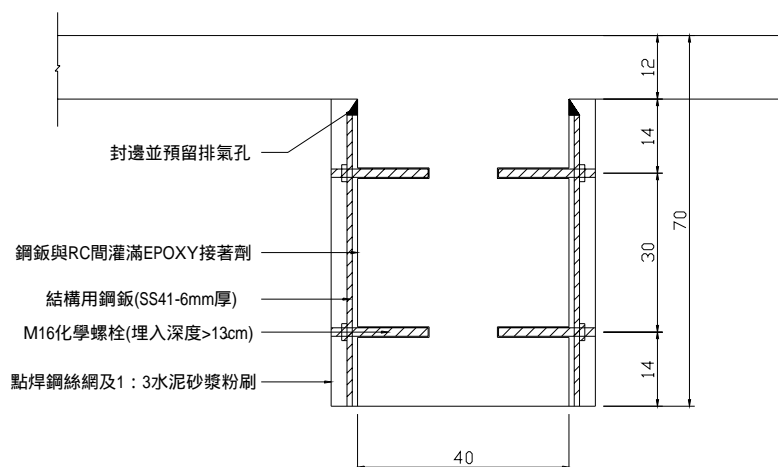
項次	01	工程項目	結構柱梁鋼板補強				單位	M ²
工料項目			說明	單位	數量	單價	複價	備註
		管線拆除		式	1.00	150.0	150.0	
		粉飾面層打除		M ²	1.00	300.0	300.0	
		結構用鋼板貼覆及安裝焊接 工料		M ²	1.00	4,500.0	4,500.0	(6mm厚)
		化學錨栓	M16	式	1.00	2,500.0	2,500.0	
		封塞鋼板及錨栓週邊		式	1.00	500.0	500.0	
		鋼板及 RC 界面灌注 EPOXY 接著劑		M ²	1.00	3,100.0	3,100.0	
		點焊鋼絲網及 1:3 水泥砂漿 粉刷		M ²	1.00	600.0	600.0	
		廢棄物運棄		式	1.00	150.0	150.0	

零星工料		式	1.00	100.0	100.0	
每 M ² 單價計					11,900.0	



梁鋼板補強立面示意圖

SCALE:1:5 UNIT:CM



SEC Q-Q

SCALE:1:5 UNIT:CM

RC鋼板補強施工步驟：

- 1.水電開關先行移走與重新裝配
- 2.水泥粉刷層去除至RC結構體
- 3.裂縫處先以注射裂縫工法灌注EPOXY補強
- 4.RC結構體起砂處及崩裂處去除後，先以EPOXY均勻塗佈，再以輕質環氧樹脂砂漿修補平齊
- 5.鋼板貼附並以化學錨栓固定，化學錨栓間距如圖示
- 6.鋼板與混凝土面之空隙，須在5mm左右，並以環氧樹脂灌滿，不可有空隙
- 7.鋼板及錨栓四周以EPOXY封塞劑封邊處理，以防高壓力灌注爆裂漏漿，並須於高處預留排氣孔
- 8.鋼板與現有RC梁間由底部高壓灌注EPOXY鋼板接著劑，直至排氣孔溢出
- 9.隔日檢核鋼板內EPOXY鋼板接著劑灌注程度，若有不足者，則須再補足至灌滿程度
- 10.鋼板外露部分須先"點焊鋼絲網"，再粉刷1：3水泥砂漿
- 11.裝修表層(貼磁磚或粉刷水泥漆)則依原裝修表層回復
- 12.完工須附責任施工證明書及原廠供料證明

(六) RC 樑兩側 U 型帶狀鋼板補強工法案例

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B1/15F)

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，本工法係採 U 型帶狀鋼板補強設計，且樑兩端補強鋼板與柱面留有 3 公分間距，故初步推估應為提昇樑構件剪力強度不足之補強設計。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

原設計除採 U 型帶狀補強鋼板設計外，其樑構件兩側間補強鋼板並以貫穿螺栓方式錨錠，依據 4-3 節內容所述，補強鋼板與貫穿螺栓設計可形成有效封閉形式，故其圍束作用及提昇原樑構件剪力強度之效用應屬可靠。

(c) 建議改善方式：無。

(d) 對建築物服務性之影響：

樑構件表面因施作貼覆 U 型帶狀鋼板，除施工完成後原樑構件斷面將略微增加外，由於鋼板表面另施作貫穿螺栓，故其外觀上亦有局部變化，如新增之貫穿螺栓接頭。

4. 施工可行性探討

(a) 樑兩側貼付 U 型鋼板補強方式，可視為對原建物使用空間影響較小之補強方式之一；惟實際施做過程中，於鋼板與原 RC 樑表面間灌注環氧樹脂膠結層時，需注意帶狀鋼板間封邊是否確實，以避免出現環氧樹脂滲出或灌注不實等施工缺失現象發生。

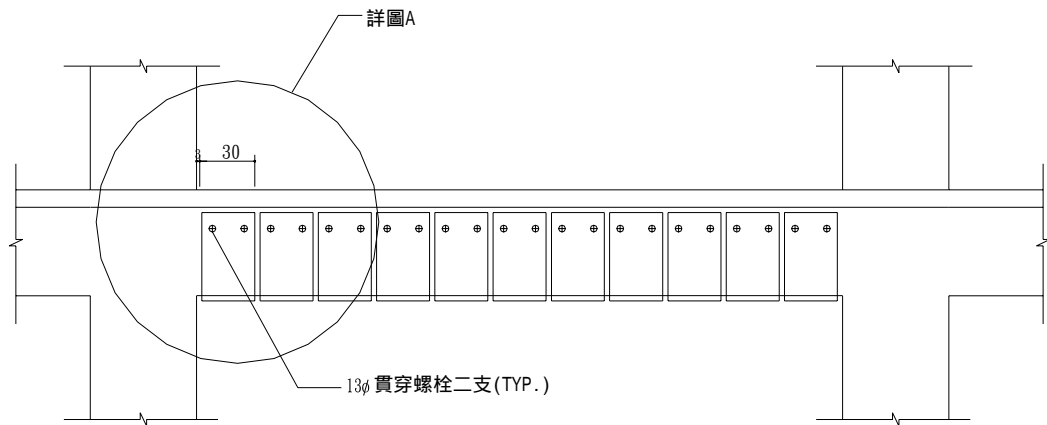
(b) 貫穿螺栓施作時，需謹慎避免破壞原構件鋼筋或水電管線。

(c) 另補強鋼板之貫穿螺栓孔可考慮視實際鑽孔位置後，再於現場點銲或切割開孔。

5. 參考單價分析表

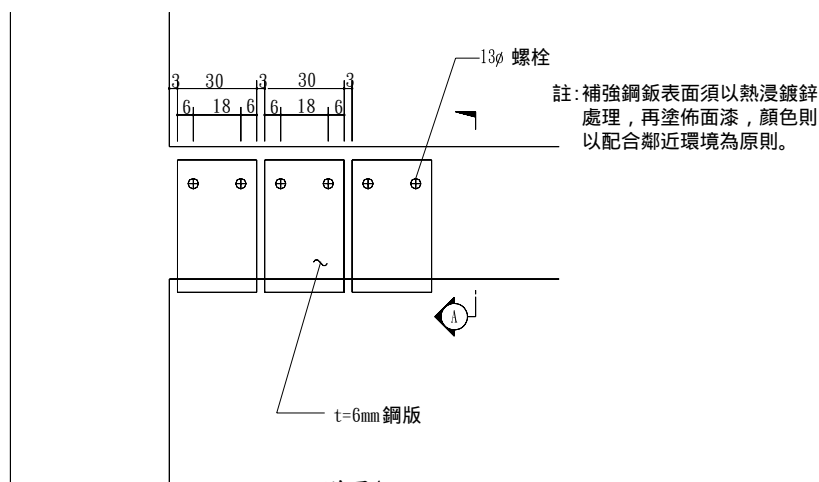
單位：元

項次	A-1.3	工程項目	RC 梁 U 型帶狀鋼板補強				單位: m
工 料 名 稱			單位	數量	單價	複 價	備 註
1.		鋼板(尺寸詳圖)	Kg	63.6	26.0	1,653.2	含安裝組立
2.		M13 貫穿螺栓	支	6.00	180.0	1,080.0	含鑽孔
3.		環氧樹脂灌注	Kg	4.05	332.0	1,344.6	
4.		敲除粉刷層	m ²	1.50	150.0	225.0	含清潔表面
5.		防銹油(噴)漆	式	1.00	100.0	100.0	顏色配合週邊環境
6.		零星工料	式	1.00	877.2	877.2	含鋼板表面施做鋼絲網及水泥砂漿修飾、週邊損壞復原等
每	m	單	價	計	5,280.0		



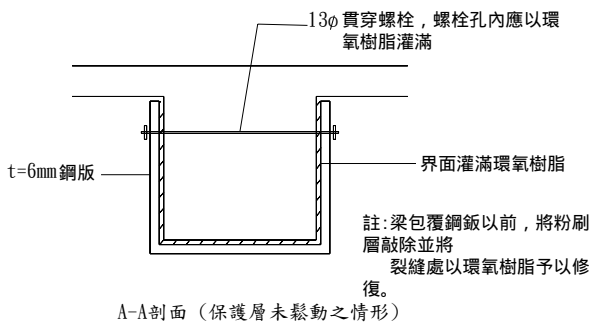
立面圖

Scale: N.T.S Unit: cm



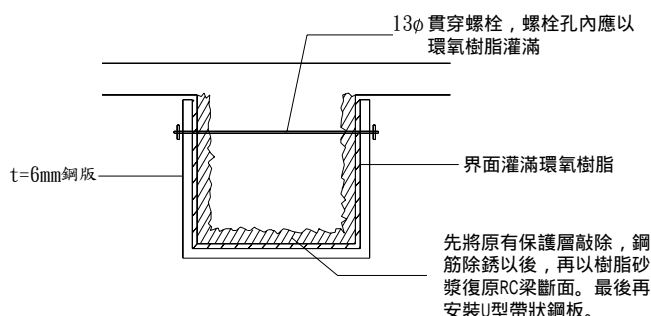
詳圖A

Scale: N.T.S Unit: cm



A-A剖面 (保護層未鬆動之情形)

Scale: N.T.S Unit: cm



A-A剖面 (保護層已鬆動之情形)

Scale: N.T.S Unit: cm

施工步驟:

1. 原有RC梁裂縫部分灌注環氧樹脂, 將梁粉刷層敲除、鑽孔並清理表面至無粉塵為止, 若保護層混凝土有鬆動之情形時, 則應將鬆動部分敲除。
2. 鬆動部分混凝土以樹脂砂漿修復後, 組立安裝鋼板及螺栓鎖緊固定。
3. 鋼板與RC梁介面以環氧樹脂灌注填滿。
4. 表面採外包夾版復原。

補強工法三 RC梁U型帶狀鋼板補強

(七) 格子樑正彎矩 CFRP 補強工法案例

1. 案例出處：台北市某高中校舍修復與結構補強工程。
2. 建物類別：校舍。
3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，主要補強纖維係施做於樑底，故推估原設計目的主要以提昇樑正彎矩強度不足之複合纖維貼片彎矩補強工法。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

本工法設計貼付纖維材料可分為 U 型固定纖維及主要補強纖維，其中前者作為輔助固定作用，故於兩向格子樑交會處並未連貫（參考原設計圖 A-A SECTION）；另主要補強纖維則施作於樑底下方，且於兩向格子樑相交處仍採連續施作方式，故推估達到初步樑正彎矩強度提昇作用之可靠度較高。惟原設計主要補強纖維兩端截斷處採每隔 10cm 切斷一片之漸層方式處理，可否充分發揮其端部錨錠作用以提昇樑正彎矩強度，則有待進一步確認。

(c) 建議改善方式：

原設計可於樑底主要補強纖維兩端加設 U 型錨錠纖維，經研究證實此纖維的補強可以鋼筋混凝土撓曲理論，視纖維為外加鋼筋加以計算【2】。

(d) 對建築物服務性之影響：

樑構件表面施作複合纖維貼覆，因其增加之厚度或體積有限，故對整體建物服務性之影響較不顯著。惟若樑構件表面有特殊飾材時，應一併考量其復原規劃。

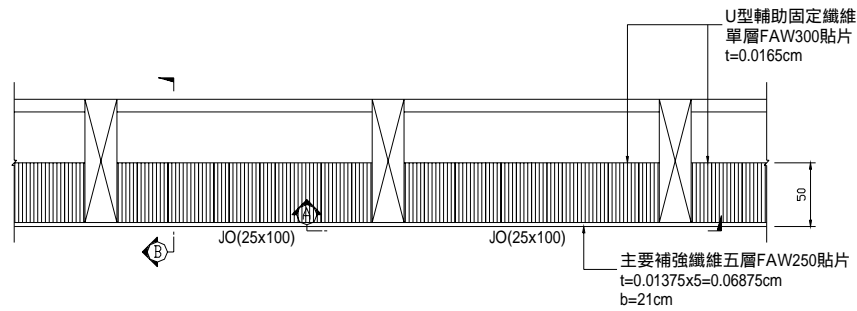
4. 施工可行性探討

- (a) 樑中央底部貼付纖維複合材料補強方式，可視為對原建物使用空間影響較小之補強方式之一。
- (b) 纖維複合材料的貼片補強，對原鋼筋混凝土樑之表面光滑度及折角圓滑度相當敏感，故事前的準備工作應特別注意處理。
- (c) 纖維貼片的鋪設過程中以橡皮刮刀將氣泡確實去除，以確保複合材料補強效果。

5. 參考單價分析表

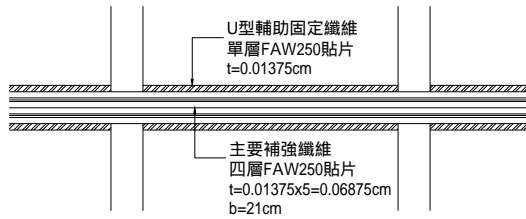
單位：元

項次	4	工程項目	RC 柱碳纖維包覆補強			單位：m ²	
			單位	數量	單價	複價	備註
1.		敲除鬆動混凝土	式	1.00	200.0	200.0	
2.		裂縫壓力灌注環氧脂	式	1.00	700.0	700.0	
3.		樹脂砂漿修補(工、材)	式	1.00	700.0	700.0	
4.		表面研磨高壓空氣吹淨	m ²	1.00	200.0	200.0	
5.		碳纖維包裹	式	1.00	5000.0	5000.0	
6.		零星損耗	式	1.00	200.0	200.0	(含所需材料檢驗費用及週邊損壞復原等)
每 m ²			單價計			7,000.0	



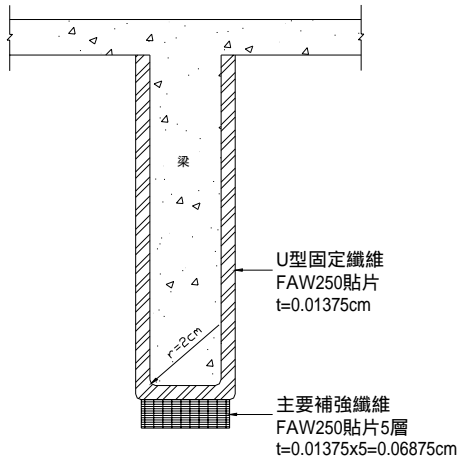
正彎矩CFRP貼片補強示意圖

SCALE : N.T.S



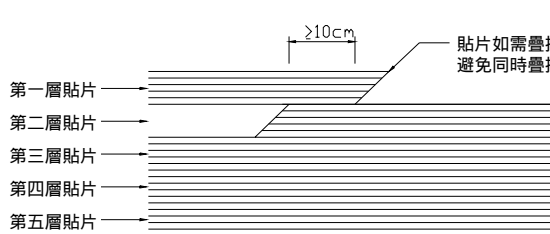
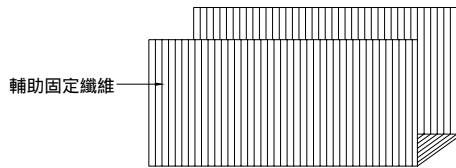
A-A SECTION

SCALE : N.T.S



B-B SECTION

SCALE : N.T.S



材料規格：
1. CFRP貼片補強用貼片採用碳纖維，
張力強度 $FP > 35500 \text{ kg/cm}^2$ ，
張力模數 $EP = 236665 \text{ kg/cm}^2$ ，
貼片厚度 0.01375 cm ，
單位面積重量 250 g/cm^2

貼片續接示意圖

SCALE : N.T.S

施工步驟：

(a) 事前整修部份：

1. 敲除混凝土表面粉刷層及劣質部份
2. 以樹脂砂漿將混凝土表面補平
3. 以砂輪機將表面磨平光滑
4. 若補強構件有折角，凸角須作圓滑去角處理，使成圓滑($r=2\text{cm}$)，若為凹角則須以樹脂砂漿作填角處理，使成圓滑($r=3\text{cm}$)

(b) 黏貼纖維材料：

1. 以丙酮清洗以處理過之混凝土表面
2. 塗刷底膠(底劑)
3. 依設計方向鋪設纖維布及塗刷環氧樹脂
4. 重覆2、1.至符於設計層數及方向

注意事項：

1. 纖維貼片的鋪設過程中，應確實將纖維浸透樹脂，且須於鋪設過程中以橡皮刮刀將氣泡確實去除，以確保複合材料補強效果
2. 纖維複合材料的貼片補強，對原鋼筋混凝土樑之表面光滑度及折角圓滑度相當敏感，故事前的準備工作應特別注意處理

(八) 格子樑負彎矩 CFRP 補強工法案例

1. 案例出處：台北市某高中校舍修復與結構補強工程。
2. 建物類別：校舍。
3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，主要補強纖維係施做於樑頂，故推估原設計目的主要以提昇樑負彎矩強度不足之複合纖維貼片彎矩補強工法。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

纖維複合材料的補強與鋼板相同，在適當的地方需有錨碇措施，其補強貼片方能有效的發揮效用。至於本設計中樑頂主要補強纖維兩端截斷處，係採每隔 10cm 切斷一片之漸層方式處理，惟其延伸長度是否足夠及可否充分發揮端部錨碇作用，進而實質有效提昇樑負彎矩強度，則應作進一步計算或確認。

(c) 建議改善方式：

由於本工法無法採前述於樑頂主要補強纖維兩端加設 U 型錨碇纖維方式（因為樓版阻隔），亦無法如鋼板端部施作錨碇螺栓固定方式（因可能破壞纖維），故原設計採延伸長度與漸層截斷設計方式應為目前可適用方式之一。

(d) 對建築物服務性之影響：

樑構件表面施作複合纖維貼覆，因其增加之厚度或體積有限，故對整體建物服務性之影響較不顯著。惟若樑構件表面有特殊飾材時，應一併考量其復原規劃。

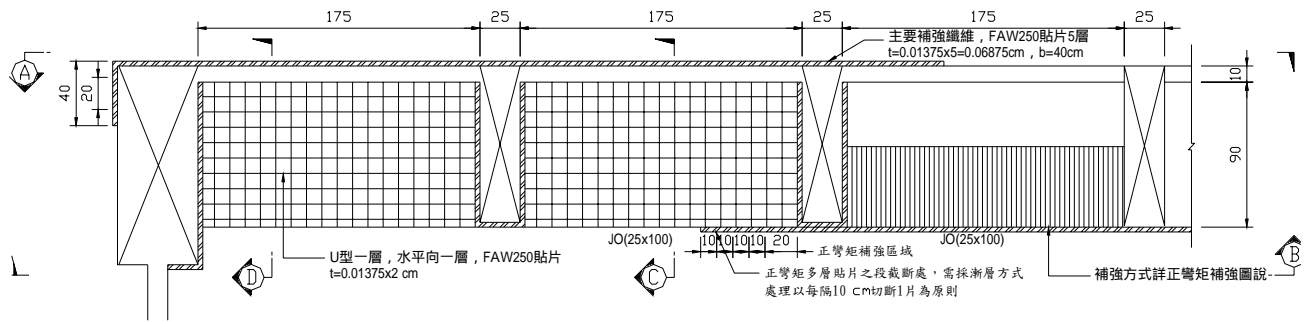
4. 施工可行性探討

- (a) 樑中央底部貼付纖維複合材料補強方式，可視為對原建物使用空間影響較小之補強方式之一。
- (b) 纖維複合材料的貼片補強，對原鋼筋混凝土樑之表面光滑度及折角圓滑度相當敏感，故事前的準備工作應特別注意處理。
- (c) 纖維貼片的鋪設過程中以橡皮刮刀將氣泡確實去除，以確保複合材料補強效果。

5. 參考單價分析表

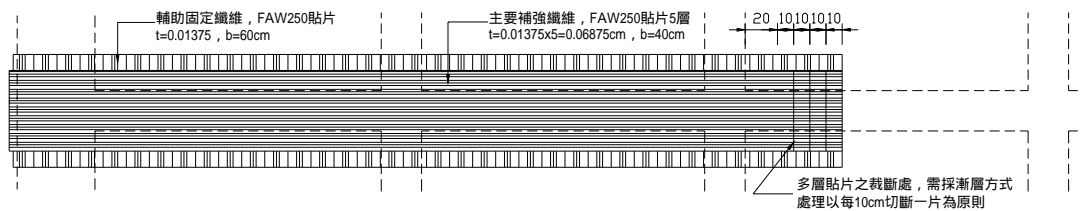
單位：元

項次	4	工程項目	RC 柱碳纖維包覆補強				單位：m ²
工 料 名 稱			單位	數量	單價	複價	備 註
1.		敲除鬆動混凝土	式	1.00	200.0	200.0	
2.		裂縫壓力灌注環氧脂	式	1.00	700.0	700.0	
3.		樹脂砂漿修補(工、材)	式	1.00	700.0	700.0	
4.		表面研磨高壓空氣吹淨	m ²	1.00	200.0	200.0	
5.		碳纖維包裹	式	1.00	5000.0	5000.0	
6.		零星損耗	式	1.00	200.0	200.0	(含所需材料檢驗費用及週邊損壞復原等)
每 m ²			單 價 計			7,000.0	



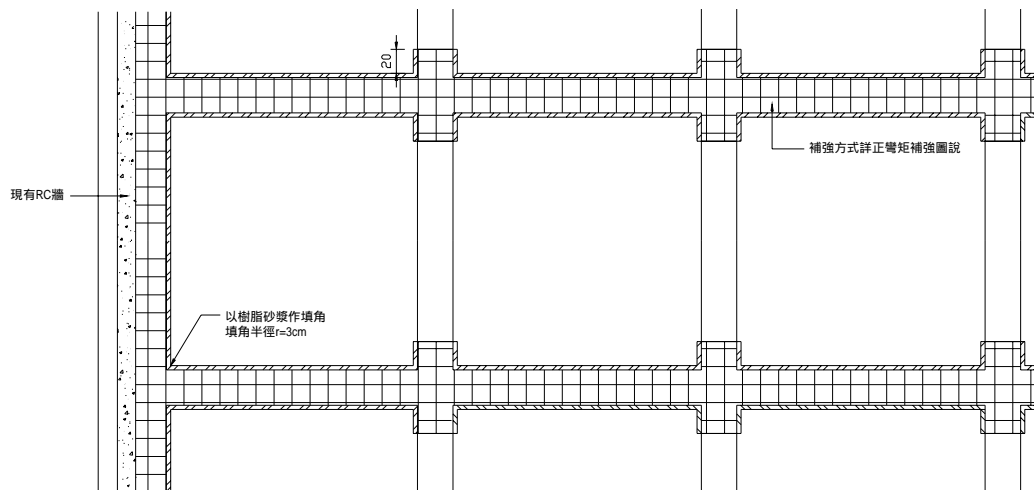
詳圖一 CFRP端部補強詳圖

SCALE : N.T.S



A-A SECTION

SCALE : N.T.S



B-B SECTION

SCALE : N.T.S

施工步驟：

(a) 事前整修部份：

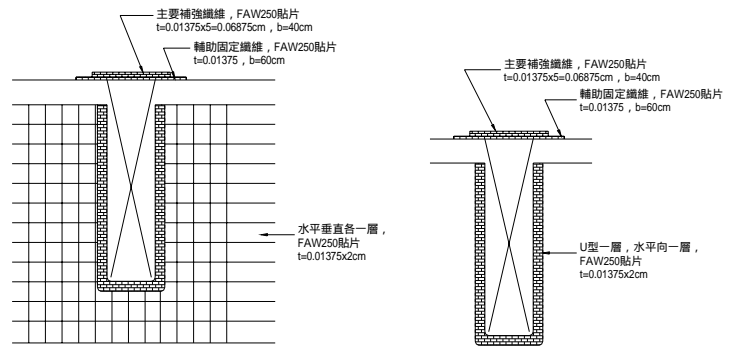
1. 敲除混凝土表面粉刷層及劣質部份
2. 以樹脂砂漿將混凝土表面補平
3. 以砂輪機將表面磨平光滑
4. 若補強構件有折角，凸角須作圓滑去角處理，使成圓滑($r=2\text{cm}$)，若為凹角則須以樹脂砂漿作填角處理，使成圓滑($r=3\text{cm}$)

(b) 黏貼纖維材料：

1. 以丙酮清洗以處理過之混凝土表面
2. 塗刷底膠(底劑)
3. 依設計方向鋪設纖維布及塗刷環氧樹脂
4. 重覆2、1.至符合設計層數及方向

注意事項：

1. 纖維貼片的鋪設過程中，應確實將纖維浸透樹脂，且須於鋪設過程中以橡皮刮刀將氣泡確實去除，以確保複合材料補強效果
2. 纖維複合材料的貼片補強，對原鋼筋混凝土樑之表面光滑度及折角圓滑度相當敏感，故事前的準備工作應特別注意處理



D-D SECTION

SCALE : N.T.S

C-C SECTION

SCALE : N.T.S

(九) 樑擴大斷面補強工法案例 1

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B1/11F)。

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，原樑斷面採新增主筋及箍筋方式擴大斷面，並於最後完成面包覆 PL6mm U 型鋼鈹 (封模用)，故推估原設計主要為提昇原樑不足之彎矩及剪力強度。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

原設計新增樑主筋端部採錨錠於擴大柱斷面內方式，若其主筋錨錠細節符於 RC 相關規範要求 (原設計未說明施工細節)，則其提昇原樑構件彎矩強度之功效應屬可靠。又新增樑箍筋係採植筋於原樑或版內 10cm~25cm，未能連貫與形成封閉型式，故其提昇原樑構件剪力強度及圍束作用之成效應屬不可靠。

(c) 建議改善方式：

新增樑箍筋施作方式建議宜以完整封閉型式為考量，如包覆樑面及樓版穿孔方式；另新增 U 型鋼鈹若僅作為新增混凝土澆置時封模用，建議可改採木模以減輕結構體重量，若 U 型鋼鈹視為結構補強的一部份，則鋼鈹之黏結細節應再詳細設計。

(d) 對建築物服務性之影響：

若僅部分樑加大斷面，在外觀上將甚為明顯。此外，因建築物之樑下淨高減少，對整體使用空間亦將有顯著影響。

4. 施工可行性探討

(a) 原設計新增雙 L 型箍筋搭接及細部施做方式未明確說明。

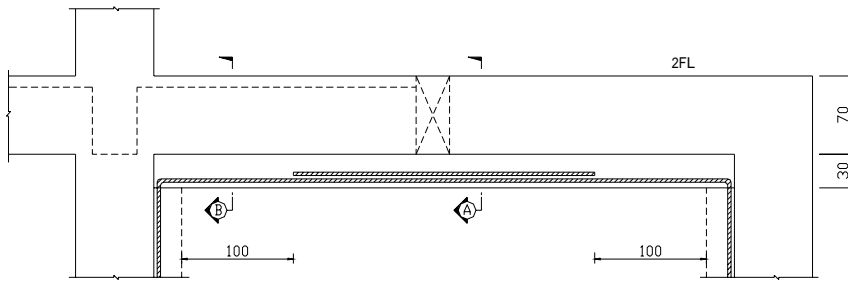
- (b) 施工步驟第 4、5 項未於原設計圖中明確標示及說明，實際施工時恐引致施工廠商與監造人員疑慮或爭議，建議可於設計圖中加註標示或說明。
- (c) 新增樑底主筋其端部錨錠於柱內部分，原設計圖並未提供相關細部設計圖，建議應詳加檢核及加註說明施工細節或步驟，以提供承包商施工依據。
- (d) U 型鋼鈹應配合現場化學錨栓實際植入位置後，再選擇適當開孔位置。另澆置混凝土時，U 型鋼鈹僅靠化學錨栓固定於原樑構件，其支撐力量是否足夠、及右側較長化學錨栓是否隨混凝土澆置重量增加，而導致封模鋼鈹變位或有其他施工安全疑慮等，施工時應特別注意。

5. 參考單價分析表

單位：元

項次	13	工程項目	樑擴大斷面補強				單位：m
工料名稱		單位	數量	單價	複價	備註	
1.	210Kg/cm ² 混凝土	m ³	0.46	2,100.0	966.0	含澆置搗實	
2.	鋼筋	Kg	63.98	16.0	1,023.7	含彎紮組立	
3.	PL6mm 鋼鈹	m ²	2.70	1,200.0	3,240.0	含組立	
4.	M-20 化學錨栓料工	支	20.00	250.0	5,000.0		
5.	植筋(#5)	支	18.00	200.0	3,600.0	含鑽孔及藥劑	
6.	混凝土保護層敲除	m ³	0.05	5,000.0	250.0	含清潔表面及清除運棄	
8.	披土、打磨及刷水泥漆	m ²	1.70	110.0	187.0	或用原裝修材復原	
9.	零星工料	式	1.00	333.3	333.3		
每 m 單價計					14,600.0		

編號③ 補強方式：梁擴大斷面與柱寬(70cm)，梁深加深(30cm)

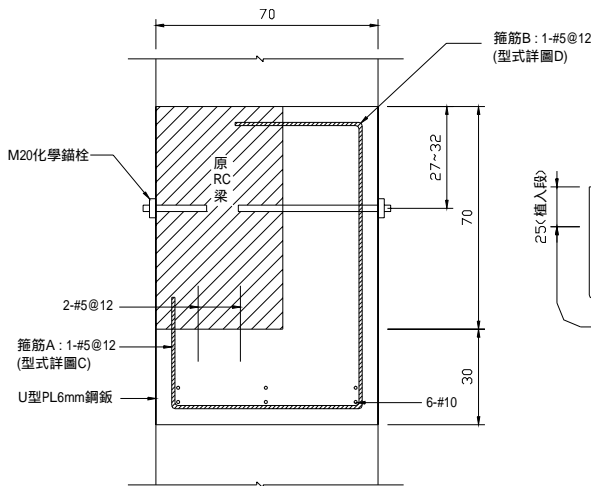


二層 梁G1,G7 擴大施工示意圖

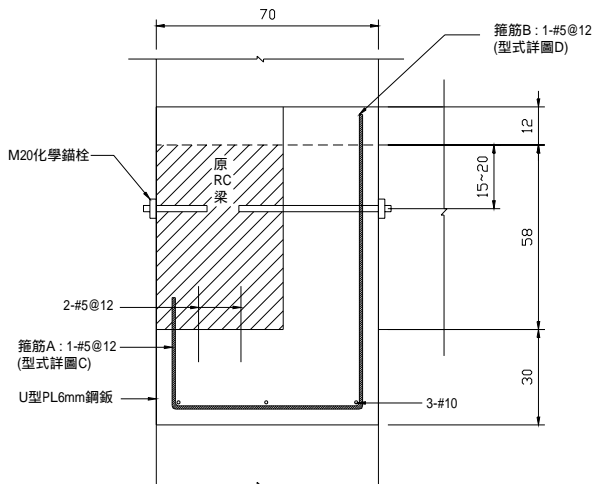
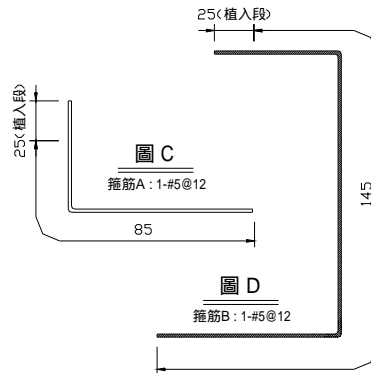
SCALE: 1/4

施工步驟：

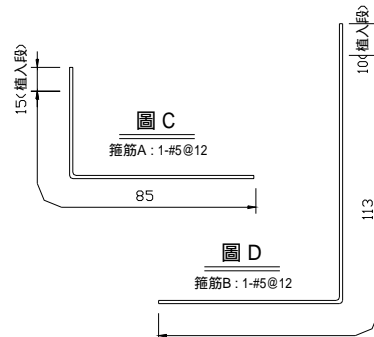
1. 欲將擴大梁之粉刷層敲除且打毛保護層，並於相鄰柱端樓板上開口，以供灌注混凝土。
2. 以鋼筋探測機測出梁主、箍筋位置。
3. 避開梁之主、箍筋位置，每隔10cm植入一排M20化學錨栓，供鋼板封模支撐固定用。
4. 同化學錨栓植入方式，於梁之適當位置植入2-#4@20cm，供新舊梁面剪力連結用。
5. 同化學錨栓植入方式，於版或梁之適當位置植入箍筋1-#4@15cm~25cm。
6. 按圖面配置主筋，並將主筋鑄定入相鄰擴大柱內之遠端。
7. 以PL6mm鋼板封模，並於上方樓版開口處注入280kg/cm³混凝土(最大粒徑Dmax3/8)。
8. PL6mm鋼板與原混凝土面間若縫隙大於4mm以上，可先以無收縮水泥砂漿填充孔隙後再以EPOXY灌注填縫。若縫隙小於4mm，則直接以EPOXY填縫。
9. 於鋼板面上點焊鋼絲網(網目不得大於2.5cmx2.5cm)
10. 以1:3水泥砂漿粉刷後，恢復原外觀。
11. 本工程施工接縫處若無法平整時，容許10mm以下之誤差。



A-A SECTION(中央區)



B-B SECTION(端部區)



(十) 樑擴大斷面補強工法案例 2

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B1/11F)。

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，原樑構件兩側採新增主筋及箍筋，再以澆置新增混凝土方式擴大原樑斷面，初步推估應為樑剪力及彎矩強度補強設計。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

新增樑主筋 (#8) 兩端分別採植入原柱構件方式，依據 4-1-2 節及 4-2 節內容所述，其可否視為標準主筋配置細節、及完整發揮應有樑主筋強度與行為之可靠度有待進一步確認。另原設計新增樑箍筋部份未明確交代施工細節或施工大樣圖，故其可否擔負如一般樑封閉式箍筋行為之可靠度亦有待釐清。

(c) 建議改善方式：

新增樑主筋建議可配合兩端柱構件已擴大斷面設計，直接延伸及彎勾錨入新增柱擴大斷面內，同時藉由新增柱橫向箍筋或繫筋圍束作用，應可提昇樑構件主筋標準彎勾配置之可靠度。另新增樑箍筋部份，建議可貫穿原樑構件並形成封閉型配置，以提高圍束作用之可靠度。

(d) 對建築物服務性之影響：

由於原樑構件已加大斷面，故在外觀上將甚為明顯。此外，因建築物之樑下淨高減少，對整體使用空間亦將有顯著影響。

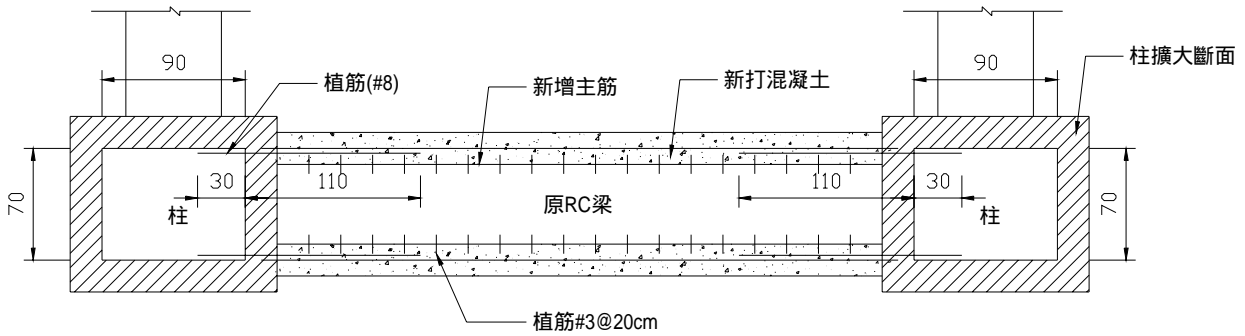
4. 施工可行性探討

- (a) 原設計圖說中施工步驟僅述及幾項概念性施工觀念，並未詳細說明施工流程或應注意事項。
- (b) 由於新增樑斷面空間有限，新混凝土澆置時將較一般新建工程困難度高，故實際施工過程中需特別注意澆置位置、順序及搗實動作。
- (c) 本工法鋼筋植筋根數眾多，實際施工過程中應需注意避免破壞舊有樑構件鋼筋配置或管線。
- (d) 本工法屬傳統混凝土修復補強工法之一，施工過程中對現有構件周邊配置及裝修材可能造成程度不一損壞，故應一併考量其復原規劃與設計。另新增混凝土澆置完成後，因構材斷面明顯增加，對建物使用空間與機能之影響亦應審慎評估。

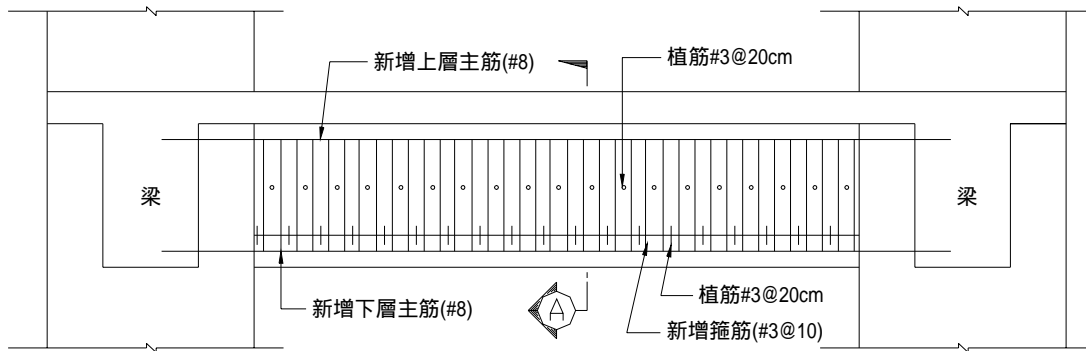
5. 參考單價分析表

單位：元

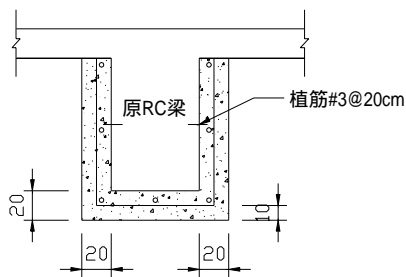
項次	4	工程項目	擴大梁補強				單位：m
			單位	數量	單價	複價	備註
1.		210Kg/cm ² 混凝土	m ³	0.25	2100.0	525.0	含澆置搗實
2.		鋼筋	Kg	63.98	16.0	1023.7	含彎紮組立
3.		清水模板	m ²	500.0	850.0	850.0	含組立及拆模
4.		植筋(#3)	支	15.0	150.0	2250.0	含鑽孔及藥劑
5.		混凝土保護層敲除	m ³	0.05	5000.0	240.0	含清潔表面及清除運棄
6.		梁腹鑽孔	處	10.0	150.0	1500.0	供樑主筋貫穿
7.		披土、打磨及刷水泥漆	m ²	1.70	110.0	187.0	或用原裝修材復原
8.		零星工料	式	1.00	324.5	324.5	
每 m 單價計						6900.0	



平面圖



立面圖



A-A剖面圖

擴梁補強工法示意圖

施工步驟：

1. 敲除鋼筋混凝土柱粉刷層及鬆動混凝土
2. 增設主筋植筋
3. 配置補強主筋及橫箍
4. 封模澆灌3000psi混凝土
5. 拆模養護

6.1 : 3水泥砂漿粉刷後復原

註：地下層擴梁位置詳圖S-4(B1-B7)

(十一) 樑擴大斷面補強工法案例 3

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B1/12F)。

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，原樑構件兩側採新增主筋及箍筋，再以澆置新增混凝土方式擴大原樑斷面，初步推估應為樑剪力及彎矩強度補強設計。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

新增樑主筋 (#10) 兩端分別延伸與錨錠至原柱構件擴大斷面內，依 4-1-2 節內容所述，對新增主筋能有效發揮應力及行為方面應屬可靠度。

(c) 建議改善方式：無。

(d) 對建築物服務性之影響：

原樑構件因斷面明顯增加，故對使用空間及外觀將有顯著影響。此外，建築物之樑下淨高亦將減少。

4. 施工可行性探討

(a) 本工法施工細節較一般新建工程繁複，尤應需注意新增主筋、箍筋之搭接、錨錠及彎勾細節。

(b) 另由於新增樑斷面空間有限，新混凝土澆置時將較一般新建工程困難度高，故實際施工過程中需特別注意澆置位置、順序及搗實動作。

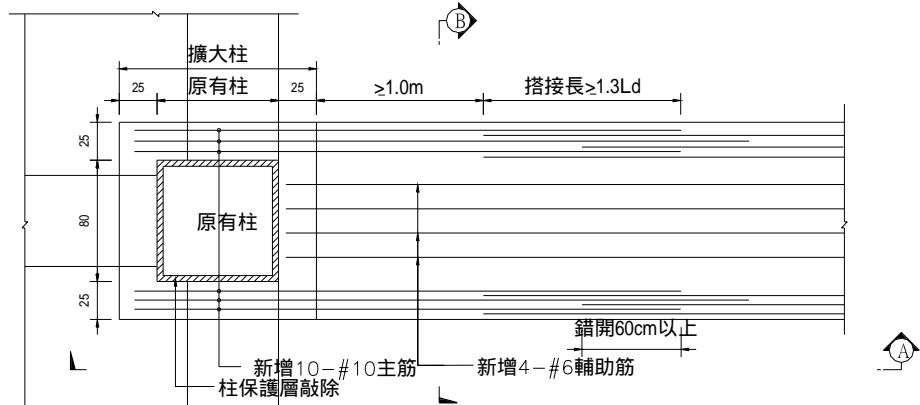
(c) 又因本工法屬傳統混凝土修復補強工法之一，施工過程中對現有構件周邊配置及裝修材可能造成程度不一損壞，故應一併考

量其復原規劃與設計。另新增混凝土澆置完成後，因構材斷面明顯增加，對建物使用空間與機能之影響亦應審慎評估。

5. 參考單價分析表

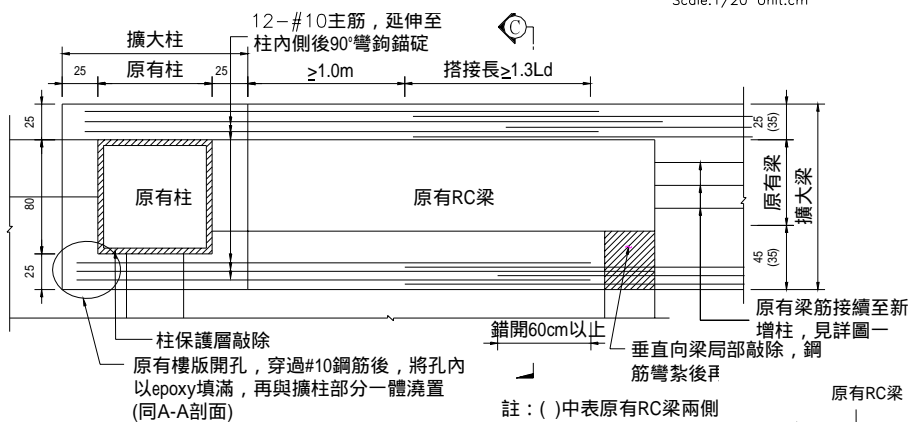
單位：元

項次	17	工程項目	擴大RC 樑斷面補強 (110cm×80cm)				單位：m
工 料 名 稱		單位	數量	單價	複價	備 註	
1.	210Kg/cm ²	混凝土	m ³	0.66	1850.0	1221.0	含澆置搗實
2.		鋼筋	Kg	178.05	15.0	2670.8	含彎紮組立
3.		模板	m ²	2.70	450.0	1215.0	含組立及拆模
4.		植筋(#4)	支	10.00	140.0	1400.0	含鑽孔及藥劑
5.		混凝土粉刷層敲除	m ³	0.07	2000.0	132.0	含清潔表面及清除運棄
6.		梁腹鑽孔	處	0.00	100.0	0.0	供樑主筋貫穿
7.		樓板鑽孔	處	13.33	70.0	933.3	供樑箍筋貫穿
8.		表面飾材復原	m ²	2.70	400.0	1080.0	需配合現況採原飾材修復方式(如磁磚或水泥漆)
9.		零星工料	式	1.00	947.8	947.8	含週邊損壞復原
每 m 單 價 計					9,600.0		



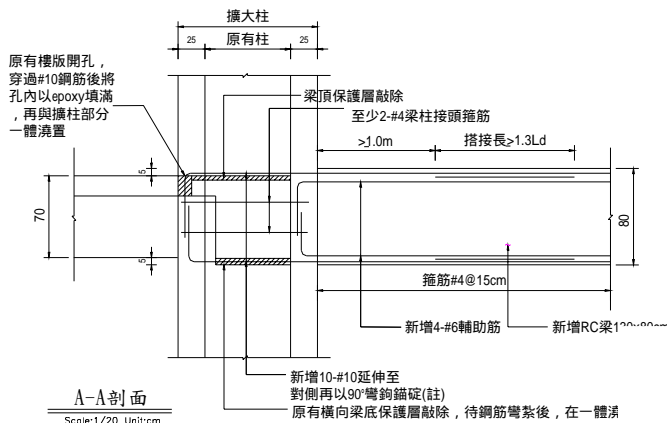
新增RC梁與擴大柱接合平面詳圖(B1)

Scale:1/20 Unit:cm



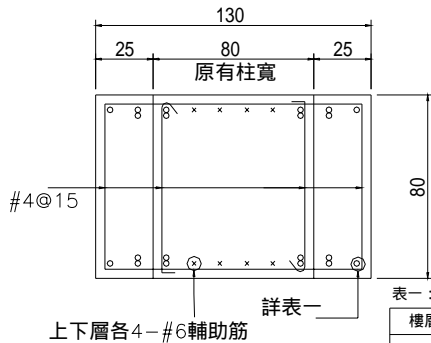
擴大梁斷面平面詳圖(B2)

Scale:1/20 Unit:cm



A-A剖面

Scale:1/20 Unit:cm



B-B剖面

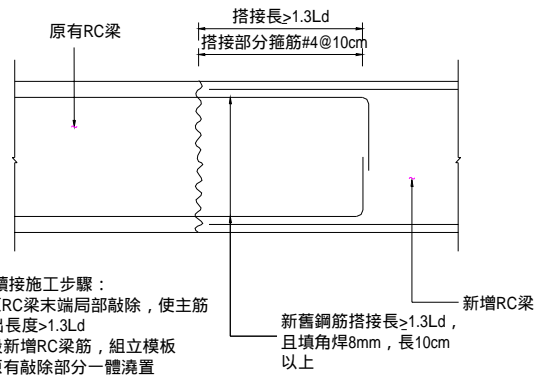
Scale:1/10 Unit:cm

表一：B1主筋

樓層	鋼筋量
9F~RF	上下層各6-#8
5F~8F	上下層各10-#8
2F~4F	上下層各10-#10

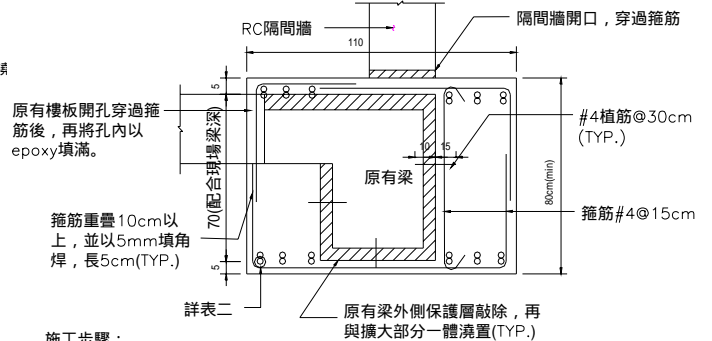
鋼筋續接施工步驟：

- 1.將原RC梁末端局部敲除，使主筋露出長度>1.3Ld
- 2.排設新增RC梁筋，組立模板
- 3.與原有敲除部分一體澆置



詳圖一

Scale:1/20 Unit:cm



詳表二

- 施工步驟：
- 1.將原RC梁表面保護層敲除，三面植筋(擴大部份)。
 - 2.樓板開孔穿過#10主筋及#4箍筋(擴大部份)，孔內以epoxy填滿。
 - 3.彎紮組立鋼筋，封模。
 - 4.與擴大柱或新增柱一體澆置混凝土。

表二：B2主筋

樓層	鋼筋量
9F~RF	上下層各6-#8
5F~8F	上下層各10-#8
2F~4F	上下層各12-#10

C-C剖面

Scale:1/10 Unit:cm

5-1-2 柱構件修復補強工法分析與探討

(一) 柱圍封鋼板補強工法案例 1

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。
2. 建物類別：集合式住宅 (B1/12F)。
3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，原矩形鋼筋混凝土柱表面採圍封鋼板補強設計，初步推估藉此以有效增加原柱構件之圍束效應及韌性。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

經有關學術研究證實，柱構件採圍封鋼板補強應能有效提昇原柱構件圍束強度，惟因一般補強鋼板於樑柱接頭處僅能如本工法設計圖說所述，採延伸鋼板或加勁鋼板及配置錨錠螺栓方式，無法有效貫穿連續，故其力學傳遞行為之完整性亦尚待進一步確認。因此基於保守觀念，圍封補強鋼板雖可增加柱之圍束作用，即原柱混凝土強度可予以適度提高，對提昇原柱構件剪力強度之效用應屬可靠；但就提昇原柱構件軸力及彎矩承載強度而言，因缺乏具體有效實驗或理論證明，其效用亦相對不可靠。

(c) 建議改善方式：

若純屬柱圍束效應補強，則建議鋼板與柱頂及柱底保留 5cm 間隙。若屬柱軸力與彎矩補強，則柱頂與柱底之鋼板錨錠細節，目前並無法證實有效，設計時宜再仔細思考。

(d) 對建築物服務性之影響：

原柱構件因施作補強鋼板，施工完成後其斷面將較原來增加些微厚度；另實際施工過程中，因考量補強鋼板施工動線，原柱構件周邊使用設施或空間可能需短暫破壞、遷移及復原，故設計者需特別考量與評估。

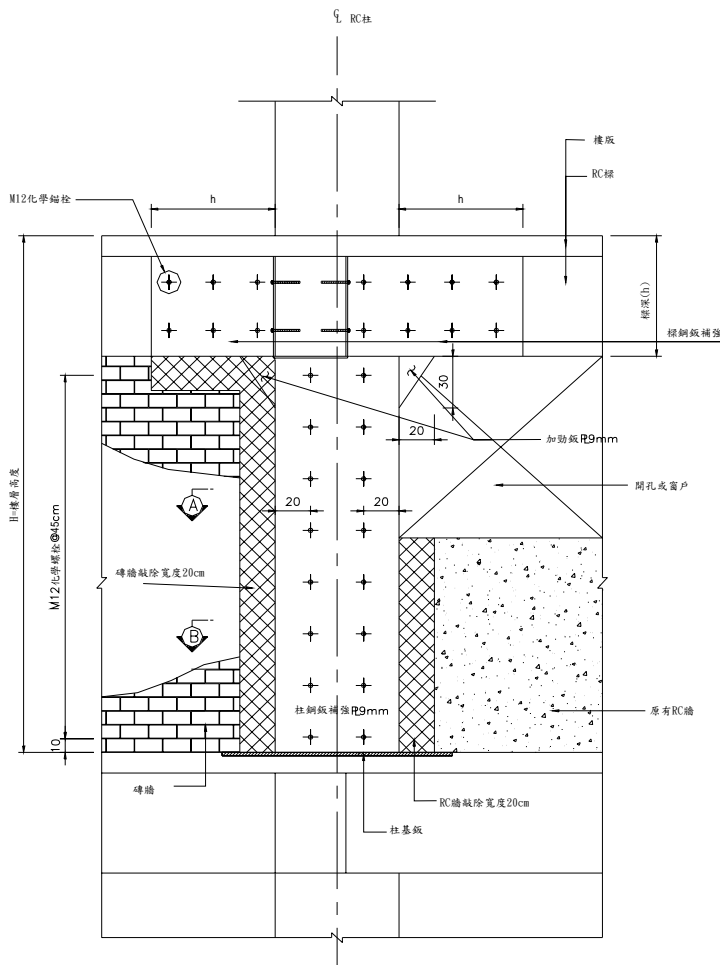
4. 施工可行性探討

- (a) 柱鋼版化學錨栓施做過程中，因一般柱構件主筋平均配置於柱四面，加以柱箍筋與繫筋間距較小，故化學錨栓實際可施做範圍相當有限，尤以現場施做前應先搭配以鋼筋探測器或其他方式以確認柱構件鋼筋位置，以避免施做過程中不慎破壞柱鋼筋。
- (b) 原設計已考量梁柱構件周邊附屬結構如門窗、既有 RC 牆、既有磚牆等施做與復原方式（剖面 A-A、剖面 B-B、剖面 C-C），故其周邊損壞範圍應可完善修復。
- (c) 另柱端上方樑柱接頭處鋼板補強部份，未見有細部施工詳圖，建議應增加補充，以提供承包商施工依據。

5. 參考單價分析表

單位：元

B-1	工程項目	RC 柱鋼板補強			單位	M ²	
		說明	單位	數量	單價	複價	備註
	管線拆除及遷移份用		M ²	1.00	150.00	150.0	
	柱面粉刷層打除		M ²	1.00	650.00	650.0	
	裂縫 Epoxy 注入修復		M	0.30	1,300.00	390.0	
	結構用鋼板及鐵工安裝焊接工料		M ²	1.00	4,500.00	4,500.0	
	M12 進口化學錨栓及螺桿施作		套	5.00	510.00	2,550.0	
	封塞鋼板周邊及螺帽處		式	1.00	410.00	410.0	
	鋼板與 RC 柱界面灌注 Epoxy 接著劑		M ²	1.00	3,200.00	3,200.0	
	二道 Epoxy 防鏽漆處理		M ²	1.00	1,500.00	1,500.0	
	管式鷹架費用		式	1.00	30.00	30.0	
	廢棄物運棄		式	1.00	350.00	350.0	
	工具損耗及其他		式	1.00	110.00	110.0	
					每 M ² 單價計	13,840.0	

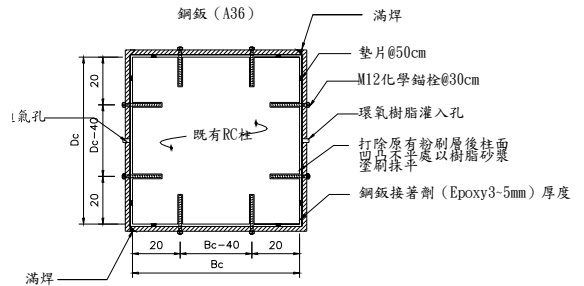


矩型柱鋼板補強工法詳圖

Scale:1/30 Unit:cm

柱鋼板補強施工步驟：

1. 水電開關先行移走與重新裝配。
2. 用高壓水刀或打磨機打除現有磁磚及粉刷層。
3. 若混凝土有裂縫，先將裂縫灌注環氧樹脂後再安裝鋼板。
4. 混凝土表面以樹脂砂漿填平。
5. 鋼板應依現場尺寸在工廠裁製，內面不可有油污，外側防銹處理後先行假固定，而假固定位置不得作為化學錨釘位置。

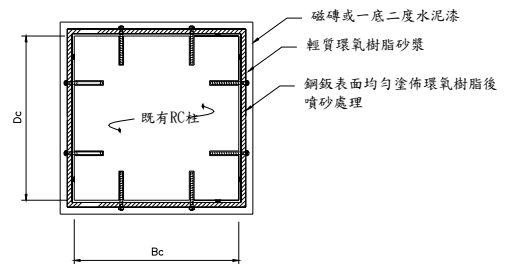


柱鋼板補強標準斷面圖

Scale:1/20 Unit:cm

說明：

1. Bc與Dc為原有RC柱尺寸。



柱鋼板補強完成面處理

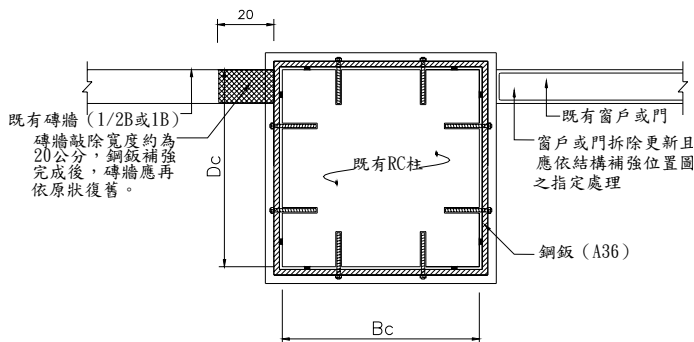
Scale:1/20 Unit:cm

6. 鋼板焊接位置採用自動潛弧焊接或電熱渣渣焊接。
7. 鋼板與結構間交接處以環氧樹脂封塞處理，並預留注入孔及透氣孔。
8. 鋼板與混凝土面之空隙，需在5mm左右，並以環氧樹脂灌滿，不可有空隙。
9. 鋼板表面須塗佈環氧樹脂並噴砂處理，接著以1:3水泥砂漿粉刷。
10. 裝修表層（貼磁磚或粉刷水泥漆）依照設計圖之規定處理，若無特別指定，則依原裝修表層恢復。
11. 完工需附責任施工證明書及原廠工料證明。

化學錨栓設計值（採用HILTI或MUNGO-MVA或同等品）

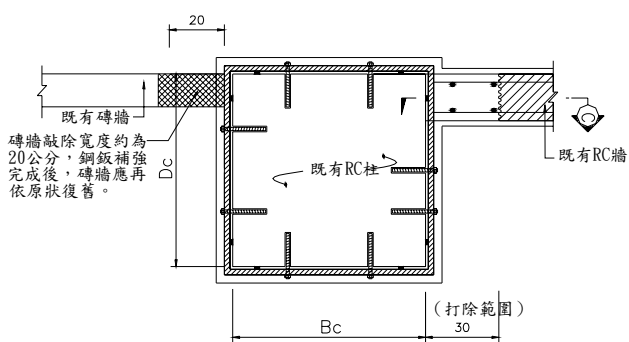
1. 本工程所使用之化學錨栓參考值係針對混凝土設計強度為 $f'c=210\text{kg/cm}^2$ 。
2. 承包商所使用化學錨栓之設計強度不得低於下表所列之值。
3. 若設計圖未特別規定施工之孔深，則其最小孔深不得低於下表所列之值。

螺桿尺寸	安全拉力 (kg)				安全剪力 (kg)			施工標準 (mm)	
	4000psi	3000psi	4000psi	5000psi	3000psi	4000psi	5000psi	孔徑	孔深
M10	3,315	747	873	1,000	668	702	737	12	90
M12	4,424	996	1,165	1,333	858	903	947	14	110
M16	7,370	1,660	1,941	2,222	1,516	1,516	1,673	18	125
M20	11,058	2,490	2,912	3,333	2,575	2,708	2,841	25	170
M24	15,847	3,569	4,173	4,778	3,548	3,731	3,914	28	210
M33	36,560	8,220	9,620	11,040	6,095	6,414	6,737	40	300
M39	53,870	12,330	14,430	16,560	8,908	9,374	9,846	48	350



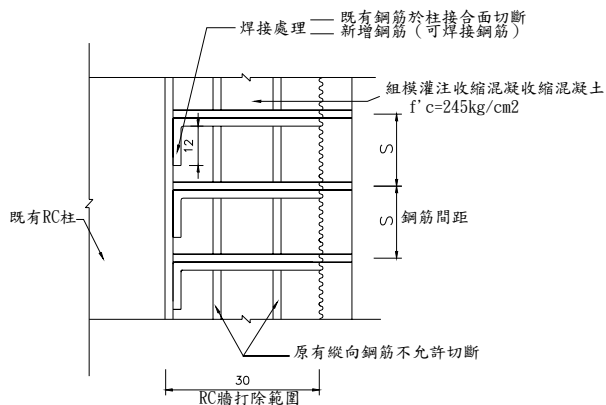
剖面A-A

Scale:1/20 Unit:cm



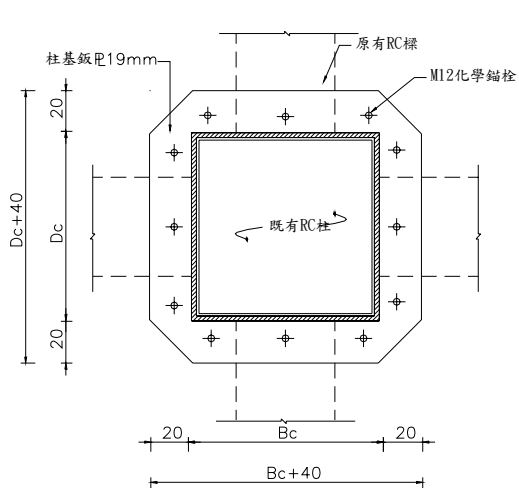
剖面B-B

Scale:1/20 Unit:cm



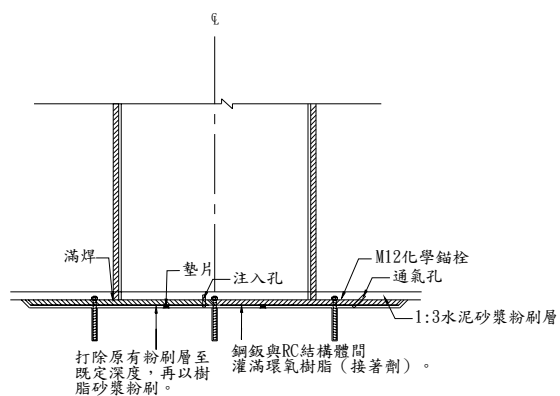
剖面C-C

Scale:N.T.S Unit:cm



矩形柱基版詳圖

Scale:1/20 Unit:cm



柱基版施工詳圖

Scale:1/20 Unit:cm

(二) 柱圍封鋼鈹補強工法案例 2

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B1/5F)。

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，圍封補強鋼鈹僅施做於柱構件部分，且未延伸或錨錠至樑柱接頭，初步推估應為有效增加原柱構件之圍束效應及韌性。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

鋼筋混凝土柱構件採圍封鋼鈹補強設計，經有關學術試驗證實，應能有效增加構件韌性；惟若僅為柱構件韌性補強，則補強之鋼鈹應與柱上下端樑、版構件保有足夠空隙，以使韌性(柱端產生塑性鉸)得以充分發揮。

(c) 建議改善方式：

補強鋼鈹於柱上下端樑、版構件部分應留有 3~5 公分間距。

(d) 對建築物服務性之影響：

原柱構件因施作補強鋼鈹，施工完成後其斷面將較原來增加些微厚度；另實際施工過程中，因考量補強鋼鈹施工動線，原柱構件周邊使用設施或空間可能需短暫破壞、遷移及復原，故設計者需特別考量與評估。

4. 施工可行性探討

(a) 原設計施工步驟未進一步說明化學錨栓施做方式，然因一般柱構件主筋平均配置於柱四面，加以柱箍筋與繫筋間距較小，故化學錨栓實際可施做範圍相當有限，尤以現場施做前應先搭配

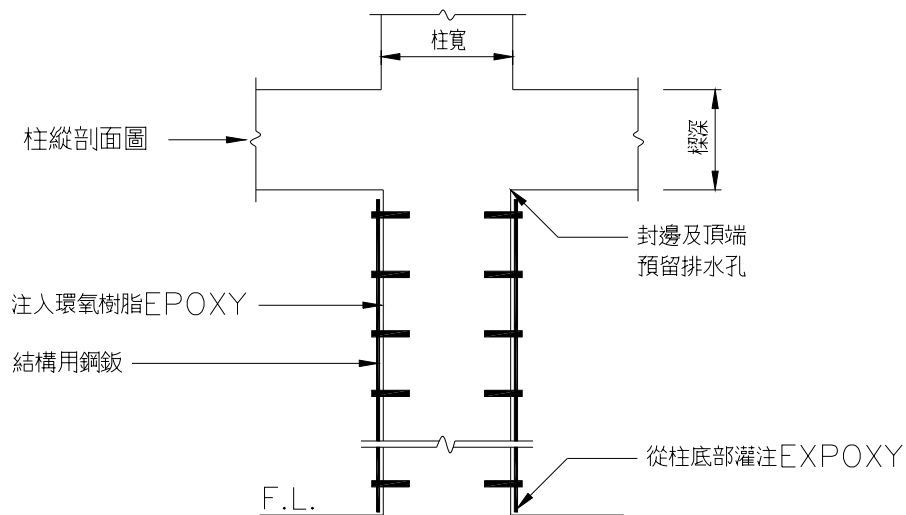
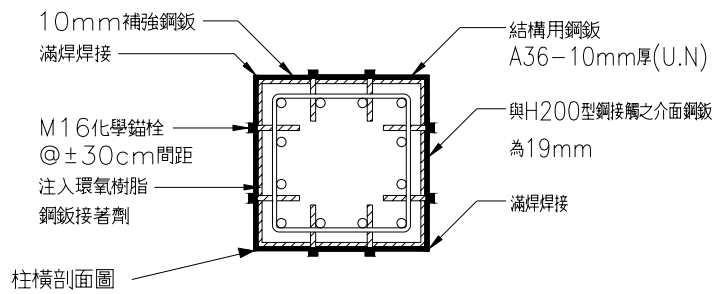
以鋼筋探測器或其他方式以確認柱構件鋼筋位置，以避免施做過程中不慎破壞柱鋼筋。

- (b) 原設計未考量梁柱構件周邊附屬結構如門窗、既有 RC 牆、既有磚牆等施做與復原方式，故實際施做過程中可能造成施工爭議。

5. 參考單價分析表

單位：元

號數	B-3	工程項目	19mm 鋼板補強			單位	m ²		
工		料	項	目	單位	數量	單價	複價	備註
		R.C.混凝土保護層打除工	m ²	1.00	300.0	300.0			
		TH=19m/m 鋼版料工(含材料、鑽孔、裁剪、按裝、電焊工資)	m ²	1.00	7,880.0	7,880.0			
		M-16 化學錨栓料工	支	9.00	220.0	1,980.0			
		EPOXY 封填料工	m ²	1.00	430.0	430.0			
		EPOXY 灌注工	m ²	1.00	3,250.0	3,250.0			
		運什費	m ²	1.00	1,190.0	1,190.0			
		防火被覆補強鋼及鐵件	m ²	1.00	900.0	900.0			
		加鍍鋅(30um)	m ²	1.00	250.0	250.0			
		工料損耗	式	1.00	20.0	20.0			
每	m ²	單	價	計	16,200.0				



1
S2-02 R.C.柱鋼板補牆詳圖
 NO SCALE

※ 施工步驟：

1. 水電開關插座先行移走或重新裝配。
2. 外貼磁磚及水泥粉刷層去除至RC結構體。
3. RC柱體鬆動及碎裂處去除後，先以EPOXY界面劑塗佈。
4. 再以EPOXY膏漿修補平整。
5. 鋼板貼附。
6. 鋼板及錨栓四周以封塞劑封塞，防灌注爆裂。
7. 灌注EPOXY鋼板接著劑至全面充滿，由低處灌注，直至由排氣口溢出止。
8. 檢核鋼板內EPOXY飽滿度；會滲入蜂窩及毛細孔洞，再補灌滿。
9. 鋼板表面二度加鍍鋅防鏽處理，防火漆處理。
10. 磁磚復原。

(三) 柱圍封鋼板補強工法案例 3

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B2/16F)。

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

原設計圖說僅就現況與補強方式作簡單示意圖，如依圖說內容與施工步驟說明，初步推估應為提昇原柱構件圍束效應及韌性之補強設計。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

由於原設計圖說缺少相關細部詳圖，且圖說內容亦未明確標示各部名稱或施作方式，故本處暫無法作進一步說明。此外，柱構件鄰接之樑構件因柱斷面增加而減少樑構件淨跨長度，是否導致短樑效應或力學行為改變等亦需審慎評估。

(c) 建議改善方式：

建議原設計圖說各部名稱應詳盡標示，並補充完整所需立面圖與細部圖說，如樑柱接頭、柱上下端細部施工說明圖等，以為實際施工之參考依據。

(d) 對建築物服務性之影響：

原柱構件因施作補強鋼板，故其單面增加約 25cm 厚度，對原柱構件周邊使用空間必有顯著改變與影響，設計者需特別考量或評估。

4. 施工可行性探討

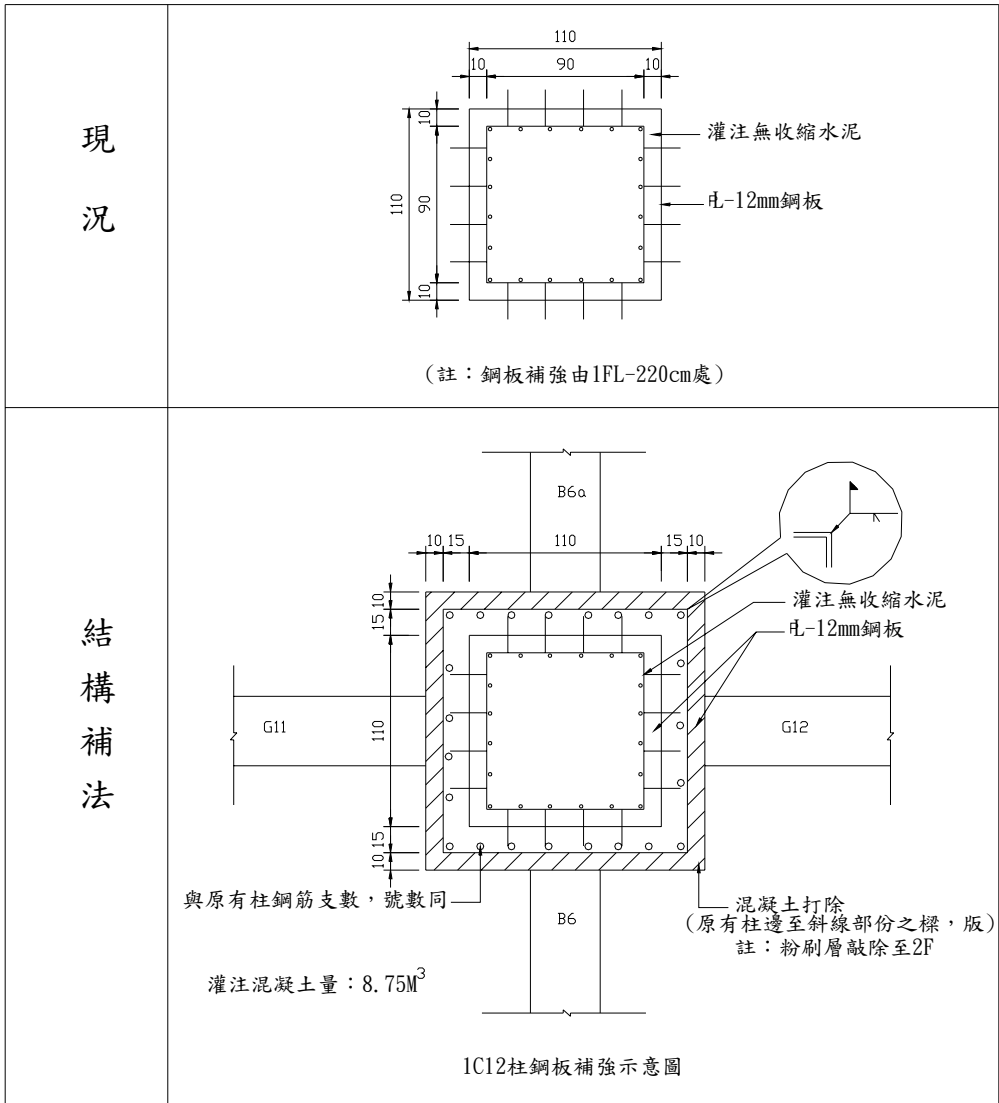
依原設計圖說內容，諸多施工細節均未明確標示，如而新舊補強鋼板介面處理、新增柱鋼筋配置與施工步驟、樑柱接頭鋼板施工

細節等，對整體施工可行性有顯著負面影響。

5. 參考單價分析表

單位：元

項次	項目名稱與規格	單位	數量	單價	複價	備註
1.3	樑柱鋼板補強	式	1.0			
1.3.1	鋼板料 t=6mm	m ²	326.0	1,178	384,028	含安裝組立
1.3.2	鋼板料 t=9mm	m ²	355.0	1,766	626,930	含安裝組立
1.3.3	鋼板料 t=12mm	m ²	69.0	2,355	162,495	含安裝組立
1.3.4	化學錨栓（直徑 16mm）	支	6944.0	160	1,111,040	
1.3.5	防銹漆	m ²	750.0	200	150,000	
1.3.6	環氧樹脂灌補	m	980.0	1,100	1,078,000	
	小計				3,512,493	
鋼板平均每 m ² 單價					4,683	



圍封鋼板施工步驟：

1. 敲除混凝土柱粉刷層及鬆動混凝土
2. 灌補樹脂砂漿
3. 安裝組立圍封鋼板
4. 施作封邊劑
5. 鋼板與混凝土介面灌注環氧樹脂
6. 鋼板表面防銹處理

註：1. 結構補強由1C12至FC(底版處)

2. 除特別規定外，圖面上所有材料之規格詳



一般說明

單位：cm

(四) 柱圍封鋼板補強工法案例 4

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B2/15F)。

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

原設計採於柱構件四面施作圍封鋼板，並於柱端上下側設有延伸鋼板與化學螺栓錨錠，故初步推估藉此以有效增加原柱構件之圍束效應及韌性。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

經有關學術研究證實，柱構件採圍封鋼板補強應能有效提昇原柱構件圍束強度，惟因一般補強鋼板於樑柱接頭處僅能如本工法設計圖說所示，採延伸鋼板或加勁鋼板及配置錨錠螺栓方式，無法有效貫穿連續，故其力學傳遞行為之完整性亦尚待進一步確認。因此基於保守觀念，圍封補強鋼板雖可增加柱之圍束作用，即原柱混凝土強度可予以適度提高，對提昇原柱構件剪力強度之效用應屬可靠；但就提昇原柱構件軸力及彎矩承載強度而言，因缺乏具體有效實驗或理論證明，其效用亦相對不可靠。

(c) 建議改善方式：

若純屬柱圍束效應補強，則建議鋼板與柱頂及柱底保留 5cm 間隙。若屬柱軸力與彎矩補強，則柱頂與柱底之鋼板錨錠細節，目前並無法證實有效，設計時宜再仔細思考。

(d) 對建築物服務性之影響：

原柱構件因施作補強鋼板，施工完成後其斷面將較原來增加些微厚度；另實際施工過程中，因考量補強鋼板施工動線，原柱構件周邊使用設施或空間可能需短暫破壞、遷移及復原，故設

計者需特別考量與評估。

4. 施工可行性探討

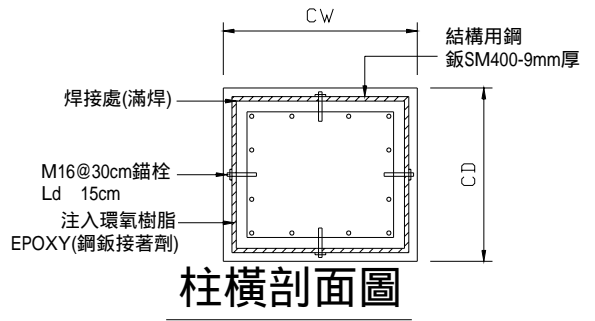
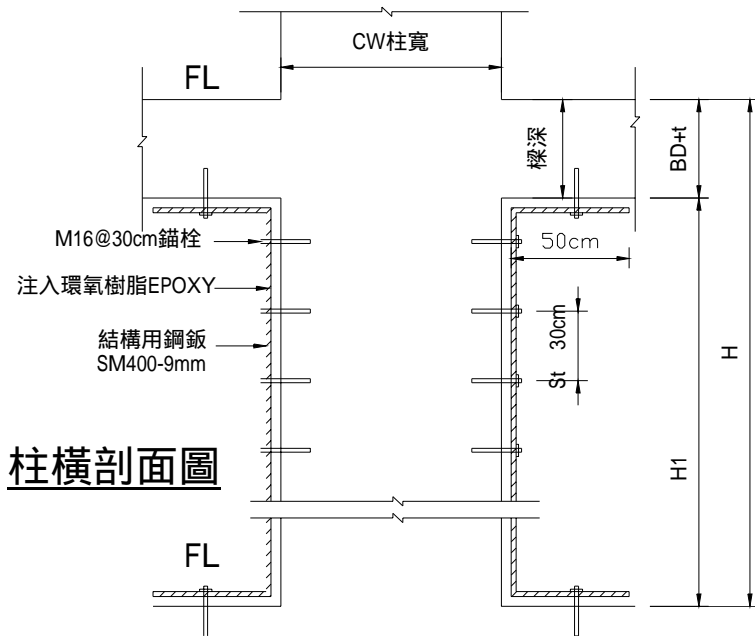
(a) 原設計施工步驟中化學錨栓施做方式，因一般柱構件主筋平均配置於柱四面，加以柱箍筋與繫筋間距較小，故化學錨栓實際可施做範圍相當有限，尤以現場施做前應先搭配以鋼筋探測器或其他方式以確認柱構件鋼筋位置，以避免施做過程中不慎破壞柱鋼筋。

(b) 另考量梁柱構件周邊附屬結構如門窗、既有 RC 牆、既有磚牆等施做與復原方式，故實際施做過程中應特別予以注意。

5. 參考單價分析表

單位：元

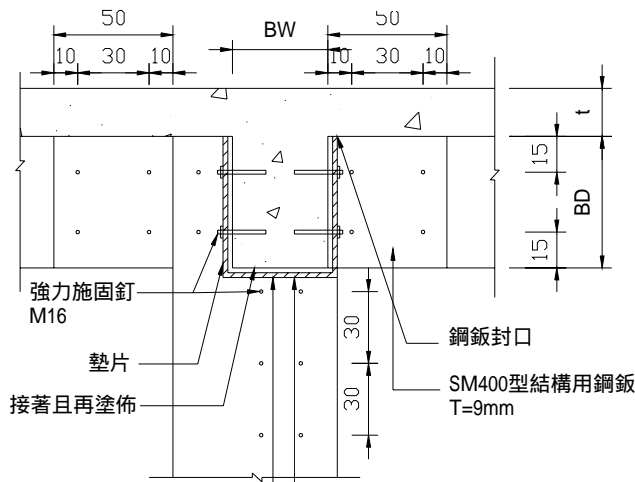
項次	九	工程項目	柱鋼板補強 T=9mm			單位	m ²	
			說明	單位	數量			單價
1.		原有水泥粉刷面打除		工	0.15	1,800.0	270.0	
2.		凹凸不平面及不良處打除 並以樹脂砂漿修補平齊		m ²	1.00	250.0	250.0	
3.		SM400-9mm 鋼板		kg	70.65	18.0	1,271.7	中鋼 SM400 級 鋼板
4.		鋼板去油污及鑽孔彎折加工		m ²	1.00	420.0	420.0	
5.		吊裝焊接安裝費		kg	70.65	28.0	1,978.2	全滲透滿焊施工
6.		化學錨栓及螺桿施工(M16)		套	12.00	140.0	1,680.0	
7.		封塞劑施工(工、料)		m ²	1.00	500.0	500.0	
8.		鋼板與 R.C 間灌注 EPOXY 鋼板接著劑		m ²	1.00	2,500.0	2,500.0	
9.		鋼版面二道 EPOXY 防銹處理		m ²	1.00	510.0	510.0	
10.		施工架設		m ²	1.00	125.0	125.0	
11.		機具、料搬運耗損		式	1.00	200.0	200.0	
12.		R.C 牆外飾材料(1:2 水泥 粉刷油水泥漆)		m ²	1.00	400.0	400.0	
每 m ² 單價計							10,104.9	



鋼板補強(柱)

施工步驟：

1. 水電管線路先行移走或重新裝配
2. 水泥粉刷層去除至RC結構體
3. RC柱體起砂處及崩裂處清除後，先以EPOXY塗刷，再以EPOXY塗刷輕質補強膠膏修補平齊



柱尺寸表：

樓層數	柱編號	BW	BD	CW	CD	H	D1	備註
(B1)	C36	40	70-15=55	90	90	305	55	

4. 鋼板貼覆
5. 鋼板四周以EPOXY封塞，防高壓爆裂
6. EPOXY鋼板接著劑灌注至全面充滿(由底部高壓灌注)
7. 隔日檢核鋼板內EPOXY灌注程度(因EPOXY會滲入柱內部/蜂窩極小洞)再予以補足灌滿
8. 鋼板表面二度防銹處理
9. 廠牌僅供參考

梁柱銜接處斷面圖

(五) 樑柱接頭區圍封鋼板補強工法案例

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B1/12F)。

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

本工法係針對樑柱接頭區鋼板延伸、加勁與錨錠作進一步圖示說明，初步推估應為提供柱圍封鋼板於樑柱接頭區之參考圖說依據。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

經有關學術研究證實，柱構件採圍封鋼板補強應能有效提昇原柱構件圍束強度，惟於樑柱接頭區採圖示說明方式延伸、加勁及錨錠設計方式，仍無法有效貫穿連續，故其力學傳遞行為之完整性亦尚待進一步確認。

(c) 建議改善方式：

對樑柱構架系統之樑柱接頭，採全面鋼板包覆設計方式目前尚無具體驗證成效，設計時宜再仔細考量。

(d) 對建築物服務性之影響：

樑柱接頭區採圖示說明方式施作補強鋼板，因新增加勁鋼板及化學錨栓，故外觀上將有明顯改變。此外，樑柱接頭區亦可能因增加施作鋼板補強而改變原剛性區域範圍，設計者應特別注意與考量。

4. 施工可行性探討

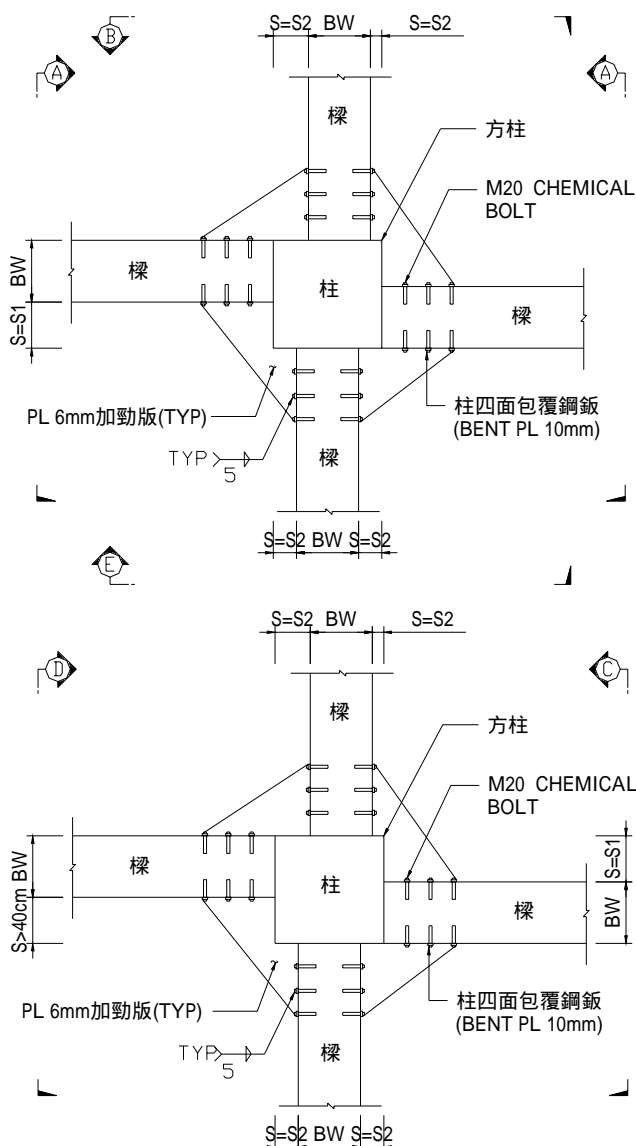
(a) 一般而言，由於原樑柱接頭區鋼筋配置較為繁雜，尤以本工法施作化學錨栓時應特別注意及避免破壞原鋼筋配置。

(b) 另本工法於補強鋼板與版底間留有 4cm 間距設計，故對其施工動線及灌注環氧樹脂過程將更為便利。

5. 參考單價分析

單位：元

項次	2	工程項目	梁柱接頭包覆鋼板補強(內灌 EPOXY)				單位	m ²
工料項目			說明	單位	數量	單價	複價	備註
鋼板 fy=2500kg/cm ² 加工				kg	140.00	15.0	2,100.0	
灌注環氧樹脂				kg	12.00	220.0	2,640.0	
鋼板噴砂處理				m ²	1.00		200.0	
表面塗刷 EPOXY				m ²	1.00		220.0	
鋼私網粉刷				m ²	1.00		400.0	
安裝組立工資				式	1.00		1,950.0	化學錨栓另計
打除原有立面裝修表層(粉刷層)				m ²	1.00		110.0	
表綿研磨			小工	工	0.05	1,400.0	70.0	
表面清潔整理			小工	工	0.02	1,400.0	28.0	
零星工料				工	1.00		82.0	
						每 m ² 單價計	7,800.0	



樑柱接頭區鋼板補強上視圖

施工步驟：

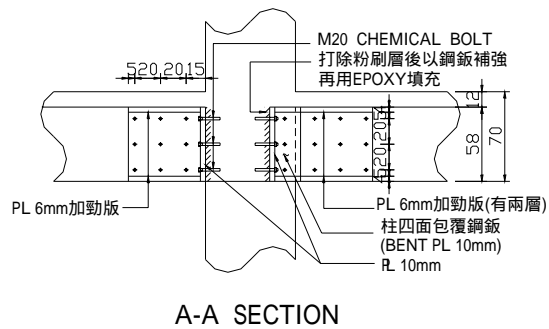
- <1>鋼板預製 加工 組立
- <2>打除原有結構表面之粉刷層
- <3>M20 CHEMICAL BOLT 安裝施工
- <4>包覆鋼板(包括二層加勁版)
- <5>包覆鋼板若有鋼板彎折之施工原則(如圖所示)
 - 1 S1 40公分
 - 2 40公分>S2 10公分
 - 3 10公分>S3
 - 4 WB: 樑寬
- <6>灌注EPOXY
- <7>養護
- <8>完成

鋼板補強施工應注意事項：

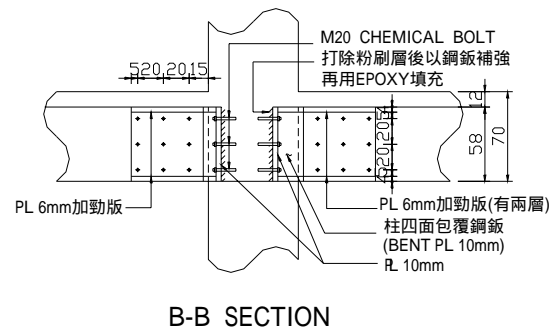
- 1.水電開關插先行移走與重新裝配
- 2.用高壓水刀或打磨機打除現有磁磚及粉刷層
- 3.若混凝土有裂縫，應將裂縫灌注環氧樹脂後再安裝鋼板
- 4.混凝土表面先用樹脂砂漿噴平
- 5.鋼板應依現場尺寸在工廠裁製，內面不可有油污，外側防銹處理後先假固定，而假固定位置不得作為化學錨釘位置
- 6.鋼板與結構體間交接處以環氧樹脂封塞處理，並預留注入孔及透氣孔
- 7.鋼板與混凝土面之空隙，須在5mm左右，並以環氧樹脂灌滿，不可有空隙
- 8.鋼板外露部份須砂漿處理，以粉刷1:3水泥砂漿
- 9.裝修表面(貼磁磚或粉刷水泥漆)應依設計圖之規處理，若無特別指定，則依原裝修表面層回復
- 10.完工須附責任施工證明書及原廠供料證明

11. 鋼板接著劑 封塞劑物理性質：

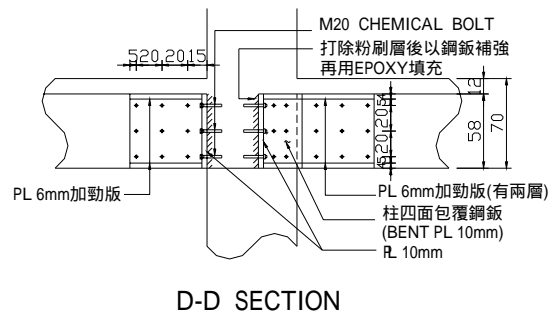
	比重	抗壓強度 (kg/cm ²)	抗壓強度 (kg/cm ²)	抗彎強度 (kg/cm ²)	抗張 剪斷接著強度 (kg/cm ²)
鋼板接著劑	1.0±0.1	500	400	300	90
封塞劑	1.4±0.1	500	150	100	90



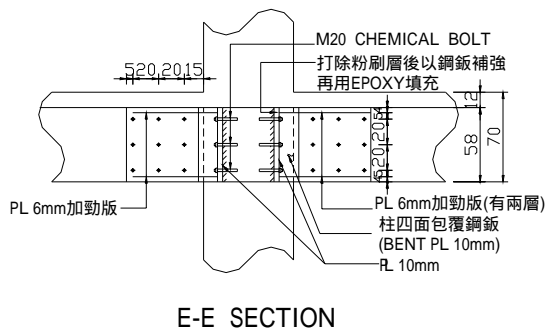
A-A SECTION



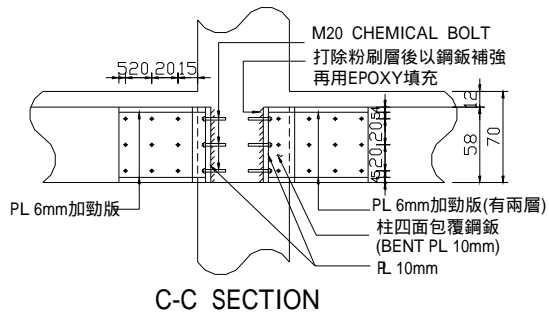
B-B SECTION



D-D SECTION



E-E SECTION



C-C SECTION

(六) 柱包覆碳纖維網補強工法案例 1

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B1/12F)。

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，本工法採柱構件包覆碳纖維網補強方式，初步推估用以提昇柱構件圍束效應及剪力強度。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

經有關學理試驗證實，圍封式碳纖維網將可發揮有效圍束作用，故本工法對原 RC 柱構件採包覆碳纖維網補強方式，就提昇原構件圍束及剪力強度方面應屬可靠。另因補強之碳纖維網無法配合延續及貫穿上下接層之樑柱接頭或樓版，故柱頂及柱底之撓曲強度無法有效提升，亦即只增加柱之韌性而不會增加柱之撓曲強度(即塑性剪力)。

(c) 建議改善方式：無。

(d) 對建築物服務性之影響：

柱包覆碳纖維網補強工法，其所增加的柱尺寸最少，亦即最不影響使用空間，故對建築物服務性之影響亦相對降低。惟若柱構件表面有特殊飾材時，應一併考量其復原規劃。

4. 施工可行性探討

(a) 原柱斷面若為矩形，其四個角落須作圓弧處理，否則會明顯影響複合材料補強材料效果。

(b) 纖維材料鋪設過程中，應確實將纖維浸透樹脂，且須以橡皮刮刀將氣泡確實去除，以確保複合材料補強效果。又原設計未說

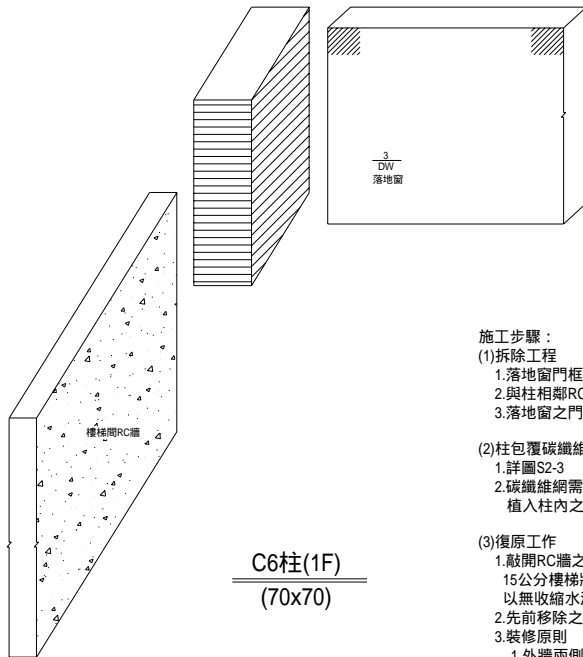
明碳纖維網細部施工細節，如設計層數、疊接長度等，建議應補充說明或圖示，以避免實際施工時可能造成工程爭議。

(c) 另施工步驟述及「碳纖維網需避開與柱相鄰之 RC 牆植入柱內之鋼筋」，建議可補充更具體明確之細部示意圖說，以為施工參考依據。

5. 參考單價分析表

單位：元

項次	1	工程項目	柱包覆高強度碳纖維網(三層)補強				單位	m ²
工	料	項	說明	單位	數量	單價	複價	備註
		打除原有利面裝修表層(粉刷層)			1.00		110.00	
		素面研磨	小工	工	0.05	1,400.0	70.0	
		表面整理清理	小工	工	0.02	1,400.0	28.0	
		Epoxy 底劑塗料		kg	0.40	220.0	88.0	
		Epoxy 膏漿整平材料	填凹陷	kg	1.60	220.0	352.0	
		碳纖網底劑塗料		kg	0.45	220.0	99.0	
		碳纖網專用 Epoxy 材料		kg	2.70	400.0	1,080.0	
		碳纖維網		kg	2.00	1,000.0	2,000.0	
		表面整理 Epoxy 塗料		kg	0.30	220.0	66.0	
		石英砂		kg	2.00	3.0	6.0	
		施工工資	技術工	工	0.27	2,000.0	540.0	
		機具損耗	零星工	式	1.00	271.0	271.0	滾壓脫泡·滾輪塗刷
		搭設鷹架		m ²	1.00	90.0	90.0	(含租金)
每 m ² 單價計							4,800.0	



C6柱(1F)
(70x70)

施工步驟：

(1) 拆除工程

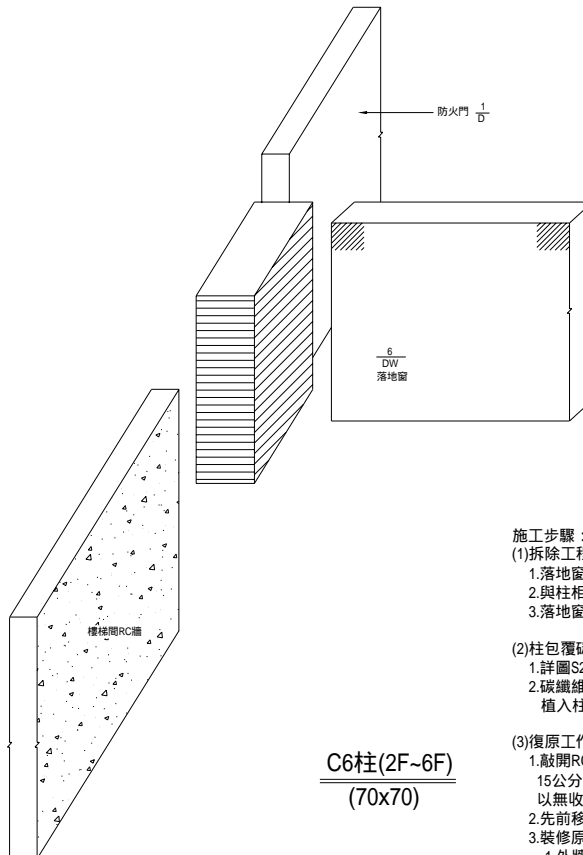
1. 落地窗門框拆除
2. 與柱相鄰RC牆敲除開約30公分寬
3. 落地窗之門扇務必妥善保管、保護

(2) 柱包覆碳纖維網補強工程

1. 詳圖S2-3
2. 碳纖維網需避開與柱相臨RC牆
植入柱內之鋼筋(#3@15cm)

(3) 復原工作

1. 敲開RC牆之復原工程
15公分樓梯牆之施工缺口(約30cm寬度)
以無收縮水泥灌注填滿
2. 先前移除之落地窗安裝回復
3. 裝修原則
 - 1 外牆兩側1：2防水水泥砂漿粉刷
 - 2 內牆兩側1：3水泥砂漿粉刷



C6柱(2F~6F)
(70x70)

施工步驟：

(1) 拆除工程

1. 落地窗門框拆除
2. 與柱相鄰RC牆敲除開約30公分寬
3. 落地窗之門扇務必妥善保管、保護

(2) 柱包覆碳纖維網補強工程

1. 詳圖S2-3
2. 碳纖維網需避開與柱相臨RC牆
植入柱內之鋼筋(#3@15cm)

(3) 復原工作

1. 敲開RC牆之復原工程
15公分樓梯牆之施工缺口(約30cm寬度)
以無收縮水泥灌注填滿
2. 先前移除之落地窗安裝回復
3. 裝修原則
 - 1 外牆兩側1：2防水水泥砂漿粉刷
 - 2 內牆兩側1：3水泥砂漿粉刷

(七) 柱包覆碳纖維網補強工法案例 2

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B1/12F)。

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，本工法採柱構件包覆碳纖維網補強方式，初步推估用以提昇柱構件圍束效應及剪力強度。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

經有關學理試驗證實，圍封式碳纖維網將可發揮有效圍束作用，故本工法對原 RC 柱構件採包覆碳纖維網補強方式，就提昇原構件圍束及剪力強度方面應屬可靠。另因補強之碳纖維網無法配合延續及貫穿上下接層之樑柱接頭或樓版，故柱頂及柱底之撓曲強度無法有效提升，亦即只增加柱之韌性而不會增加柱之撓曲強度(即塑性剪力)。

(c) 建議改善方式：無。

(d) 對建築物服務性之影響：

柱包覆碳纖維網補強工法，其所增加的柱尺寸最少，亦即最不影響使用空間，故對建築物服務性之影響亦相對降低。惟若柱構件表面有特殊飾材時，應一併考量其復原規劃。

4. 施工可行性探討

(a) 原設計考量柱斷面為矩形，其四個角落需作圓弧處理，否則會明顯影響複合材料補強材料效果。

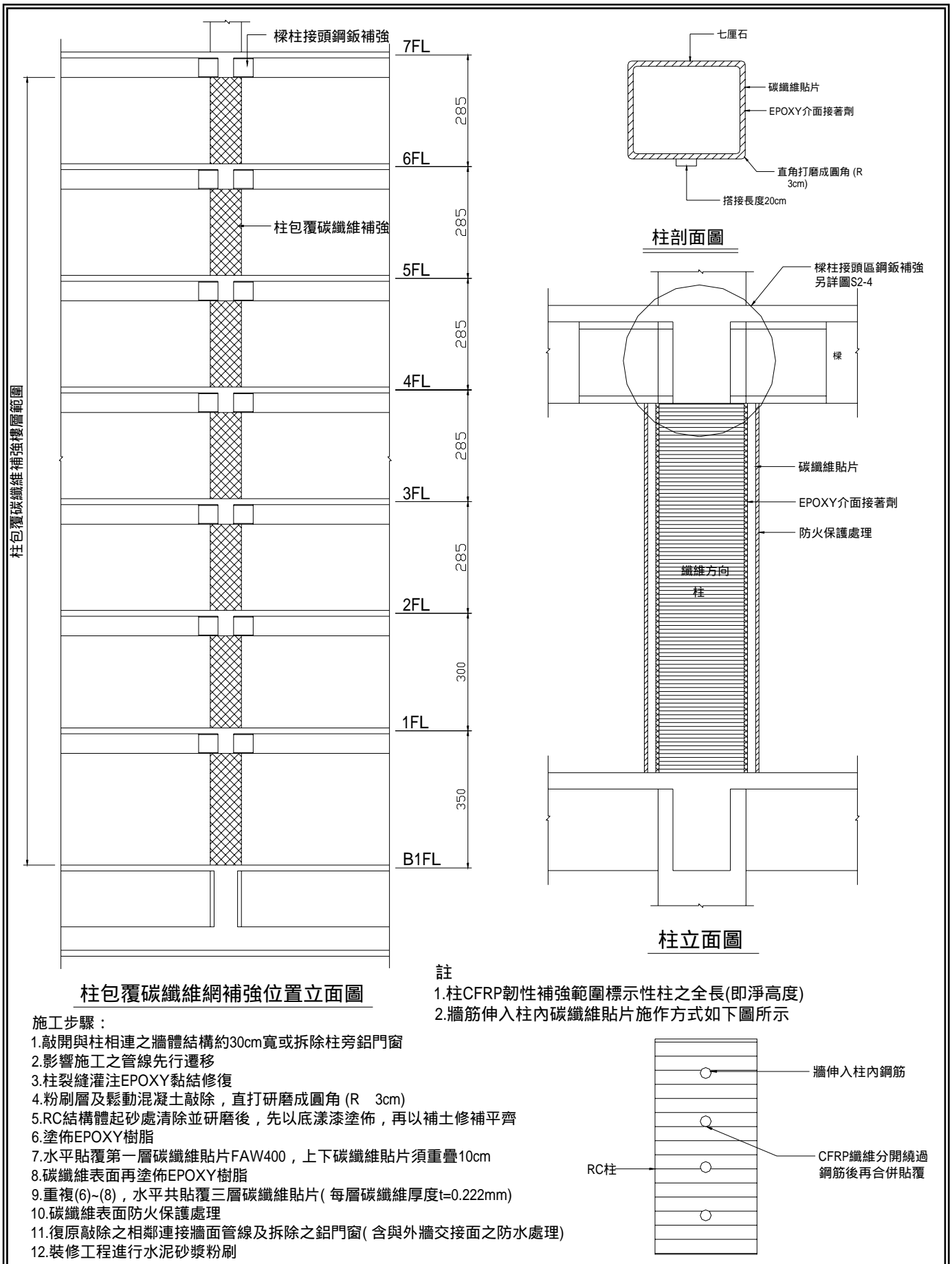
(b) 又施工步驟中已明確說明纖維材料施作方式，包括碳纖維設計層數、疊接長度、牆筋植入柱內之細部施工示意圖、表面防火

處理等，應可提供實際施工所需之參考依據。

5. 參考單價分析表

單價：元

項次	1	工程項目	柱包覆高強度碳纖維網(三層)補強				單位	m ²
工	料	項	說明	單位	數量	單價	複價	備註
		打除原有利面裝修表層(粉刷層)			1.00	110.0	110.0	
		素面研磨	小工	工	0.05	1,400.0	70.0	
		表面整理清理	小工	工	0.02	1,400.0	28.0	
		Epoxy 底劑塗料		kg	0.40	220.0	88.0	
		Epoxy 膏漿整平材料	填凹陷	kg	1.60	220.0	352.0	
		碳纖網底劑塗料		kg	0.45	220.0	99.0	
		碳纖網專用Epoxy 材料		kg	2.70	400.0	1,080.0	
		碳纖維網		kg	2.00	1,000.0	2,000.0	
		表面整理Epoxy 塗料		kg	0.30	220.0	66.0	
		石英砂		kg	2.00	3.0	6.0	
		施工工資	技術工	工	0.27	2,000.0	540.0	
		機具損耗	零星工	式	1.00	271.0	271.0	滾壓脫泡·滾輪塗刷
		搭設鷹架		m ²	1.00	90.0	90.0	(含租金)
每 m ² 單價計							4,800.0	



(八) 柱擴大斷面補強工法案例 1

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B1/11F)。

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，本工法採柱構件增設鋼筋及斷面加大補強方式，初步推估用以提昇柱構件不足之軸力、彎矩及剪力強度。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

原設計中新增柱主筋自基礎版植筋開始，並於上下樓層處採局部樓版敲除及鋼筋貫穿直通方式，故其鋼筋連續性應屬有效，對提昇整體構件軸力及彎矩強度之可靠度相對增加。另新增柱主筋外部亦增設有橫向圍束箍筋，應可同時提昇柱構件剪力強度。

(c) 建議改善方式：

建議可增加施作繫筋，並補充說明樑柱接頭箍筋施作細節。

(d) 對建築物服務性之影響：

因原柱構件已加大斷面，故在外觀上將甚為明顯，且因原柱構件體積增加，對整體使用空間亦將有顯著影響。

4. 施工可行性探討

(a) 由於新增柱斷面空間有限，新灌混凝土澆置時將較一般新建工程困難度高，故實際施工過程中需特別注意澆置位置、順序及搗實動作。

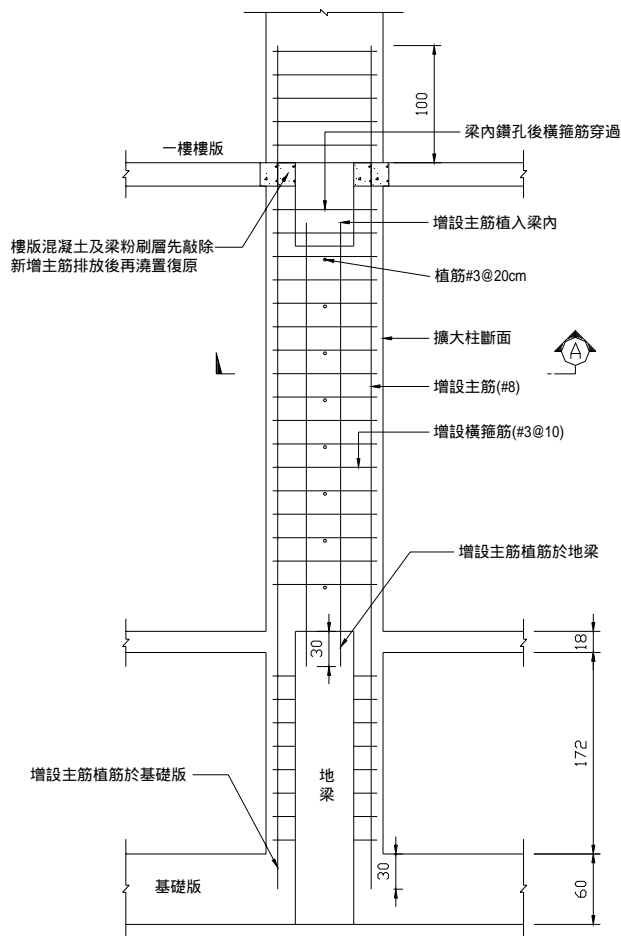
(b) 整體而言，本工法屬傳統混凝土補強工法之一，施工過程中對現有構件周邊配置及裝修材可能造成程度不一損壞，故應一併

考量其復原規劃與設計。另新增混凝土澆置完成後，因構材斷面明顯增加，對建物使用空間與機能之影響亦應審慎評估。

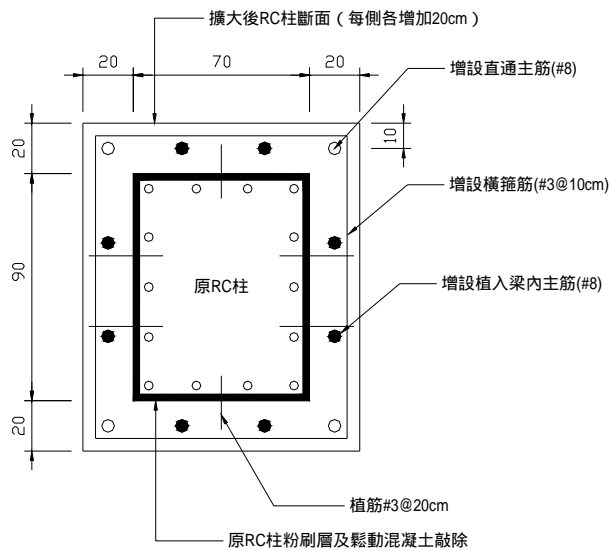
5. 參考單價分析表

單位：元

項次	項目	單位	數量	單價	複價	備註
1	RC 牆打除運棄	M ²	448	500	224,000	
2	植筋	根	9,000	130	1,170,000	
3	鋼筋組立及加工	T	40	14,500	580,000	
4	普通模板	M ²	2,200	350	770,000	
5	3000psi 預拌混凝土	M ³	180	1,350	243,000	
6	牆面 1:3 水泥砂漿粉刷復原	M ²	2,200	250	550,000	
7	牆面刷水泥漆	M ²	2,200	80	176,000	
8	牆面 EPOXY 膠膏修補	M	3,000	950	2,850,000	
小計					6,563,000	
每 m ² 單價計					5,967	以模板面積平均



立面圖



A-A剖面圖

擴柱補強工法示意圖

施工步驟：

1. 敲除鋼筋混凝土柱粉刷層及鬆動混凝土
2. 增設主筋直通處樓版及梁粉刷層打除
3. 增設主筋植筋
4. 配置補強主筋及橫筋
5. 封模澆灌300psi混凝土
6. 拆模養護
- 7.1 : 3水泥砂漿粉刷後復原

註：地下層擴柱位置詳圖S-2(C1-C14)

(九) 柱擴大斷面補強工法案例 2

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B1/11F)。

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，本工法採柱構件單面增設鋼筋及斷面加大補強方式，初步推估用以提昇柱構件不足之軸力、彎矩及剪力強度。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

原設計中新增柱主筋於上下樓層處採局部樓版敲除及鋼筋貫穿直通方式 (施工步驟 5)，故其鋼筋連續性應屬有效，對提昇整體構件軸力及彎矩強度之可靠度相對增加。另新增柱主筋外部亦增設有橫向圍束箍筋與 U 型封模用鋼板 (6mm)，應可同時提昇柱構件剪力強度。然因新舊柱間之複合程度 (如應變一致) 仍無法有效確認，是以經本工法設計後雙柱能否視為一體、並作為分析及計算依據等，實有待進一步評估與確認。

(c) 建議改善方式：

建議可增加施作繫筋，並補充說明樑柱接頭箍筋施作細節。

(d) 對建築物服務性之影響：

因原柱構件已單側加大斷面，故在外觀上將甚為明顯，且因原柱構件體積增加，對整體使用空間亦將有顯著影響。

4. 施工可行性探討

(a) 由於新增柱斷面空間有限，新灌混凝土澆置時將較一般新建工程困難度高，故實際施工過程中需特別注意澆置位置、順序及

搗實動作。

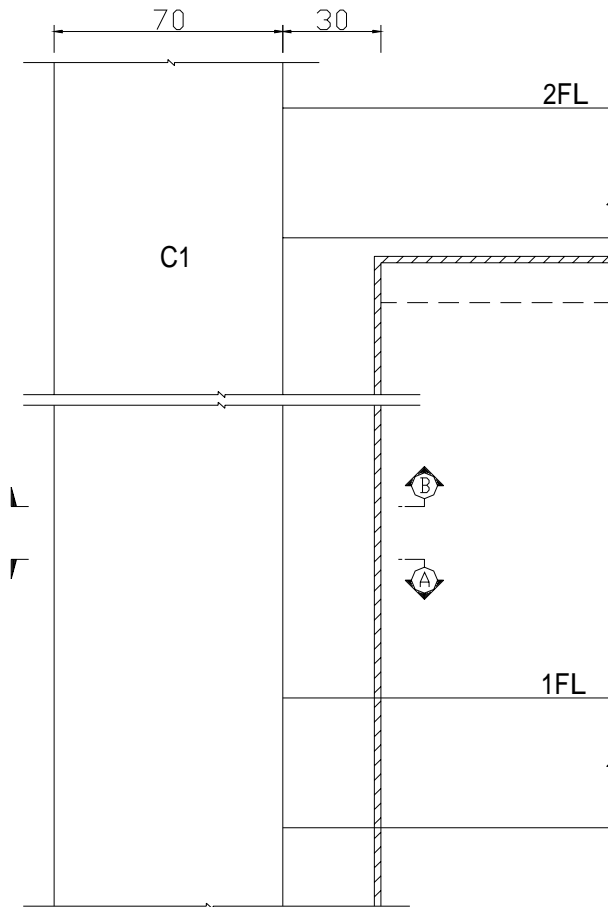
- (b) 化學錨栓及植筋施做過程中，因一般柱構件鋼筋配置較緊密，加以柱箍筋與繫筋間距較小，故實際可施做範圍相當有限，尤以現場施做前應先搭配以鋼筋探測器或其他方式以確認柱構件鋼筋位置，以避免施做過程中不慎破壞柱鋼筋或管線。

5. 參考單價分析表

單位：元

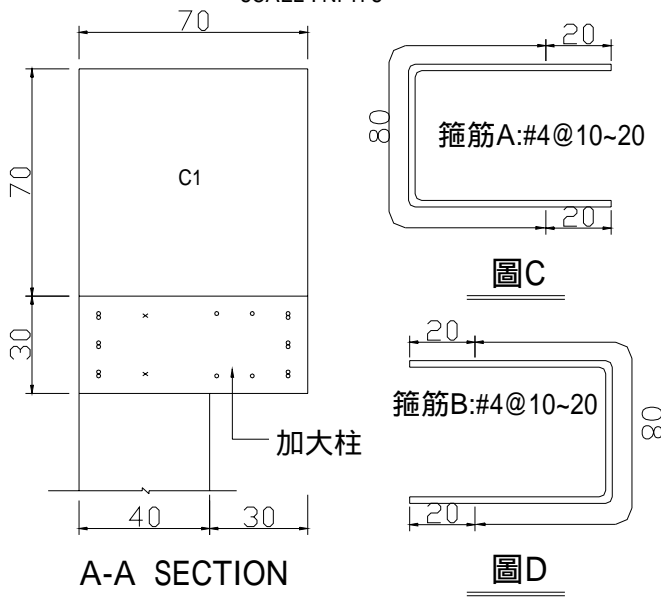
項次	3	工程項目	柱擴大斷面補強				單位: m
	工料名稱	單位	數量	單價	複價	備註	
1.	210Kg/cm ² 混凝土	m ³	0.59	2,100.0	1,239.0	含澆置搗實	
2.	鋼筋	Kg	119.96	16.0	2,399.4	含彎紮組立	
3.	清水模板	m ²	4.40	450.0	1,800.0	含組立及拆模	
4.	植筋(#3)	支	15.56	150.0	3,112.0	含鑽孔及藥劑	
5.	植筋(#8)	支	0.83	250.0	207.5	含鑽孔及藥劑	
6.	混凝土保護層敲除	m ³	0.10	3,000.0	500.0	含清潔表面及清除運棄	
7.	樓板鑽孔	處	4.00	100.0	333.0	供柱走筋貫穿	
8.	披土、打磨及刷水泥漆	m ²	3.60	110.0	396.0	或用原裝修材復原	
9.	零星工料	式	1.00	424.6	916.6		
每 m 單價計					9,200.0		

編號②補強方式：柱單面加大30cm



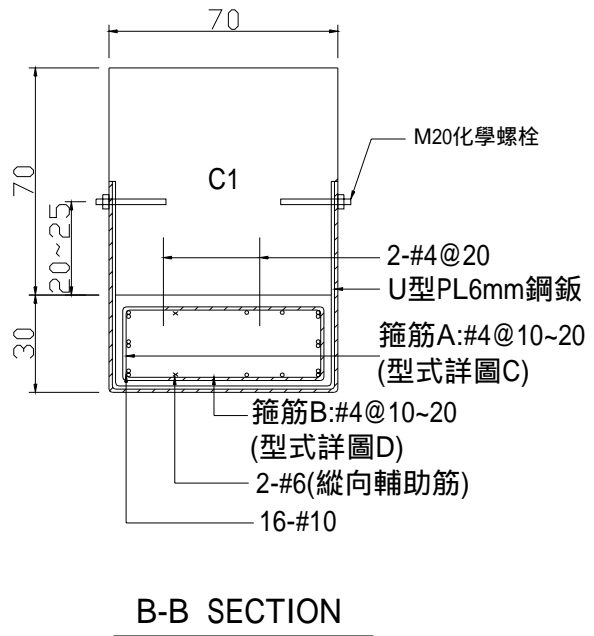
壹層 柱C1 加大施工示意圖

SCALE : N. T. S



施工步驟：

1. 將欲擴大柱之粉刷層敲除且打毛保護層，並將擴大範圍內樓版之混凝土敲除，且其包覆範圍內之梁亦敲除粉刷層及打毛保護層。
2. 以鋼筋探測機測出柱主、箍筋位置。
3. 避開柱之主、箍筋位置，每隔10cm植入一排M20化學錨栓，供鋼板封模支撐固定用。
4. 同化學錨栓植入方式，於柱適當位置植入2-#4@20cm，提供新舊柱面剪力連結。
5. 按圖面配置主筋及箍筋，若主筋位置位於梁範圍內時，需於梁上植筋，若主筋位置位於樓版處，則將主筋直通樓版，且將柱頂主筋錨定入擴大梁之頂部。
6. 以PL6mm鋼板封模，並由樓版開口處注入280kg/cm³混凝土(最大粒徑Dmax3/8")
7. PL6mm鋼板與原混凝土面間若縫隙大於4mm以上，可先以無收縮水泥砂漿填充孔隙後再以EPOXY灌注填縫。若縫隙小於4mm，則直接以EPOXY填縫。
8. 於鋼板面上點焊鋼絲網(網目不得大於2.5cmx2.5cm)。
9. 以1：3水泥砂漿粉刷候，恢復原外觀。
10. 本工程施工接縫處若無法平整時，容許10mm以下之誤差。



(十) 柱擴大斷面補強工法案例 3

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B1/12F)。

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，本工法採柱構件增設鋼筋及斷面加大補強方式，初步推估用以提昇柱構件不足之軸力、彎矩及剪力強度。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

原設計中新增柱主筋自基礎版植筋開始，並於上下樓層處採局部樓版敲除及鋼筋貫穿直通方式，故其鋼筋連續性應屬有效，對提昇整體構件軸力及彎矩強度之可靠度相對增加。另新增柱主筋外部亦增設有橫向圍束箍筋，應可同時提昇柱構件剪力強度。

(c) 建議改善方式：無。

(d) 對建築物服務性之影響：

因原柱構件已加大斷面，故在外觀上將甚為明顯，且因原柱構件體積增加，對整體使用空間亦將有顯著影響。

4. 施工可行性探討

(a) 由於新增柱斷面空間有限，新灌混凝土澆置時將較一般新建工程困難度高，故實際施工過程中需特別注意澆置位置、順序及搗實動作。

(b) 整體而言，本工法屬傳統混凝土補強工法之一，施工過程中對現有構件周邊配置及裝修材可能造成程度不一損壞，故應一併考量其復原規劃與設計。另新增混凝土澆置完成後，因構材斷

面明顯增加，對建物使用空間與機能之影響亦應審慎評估。

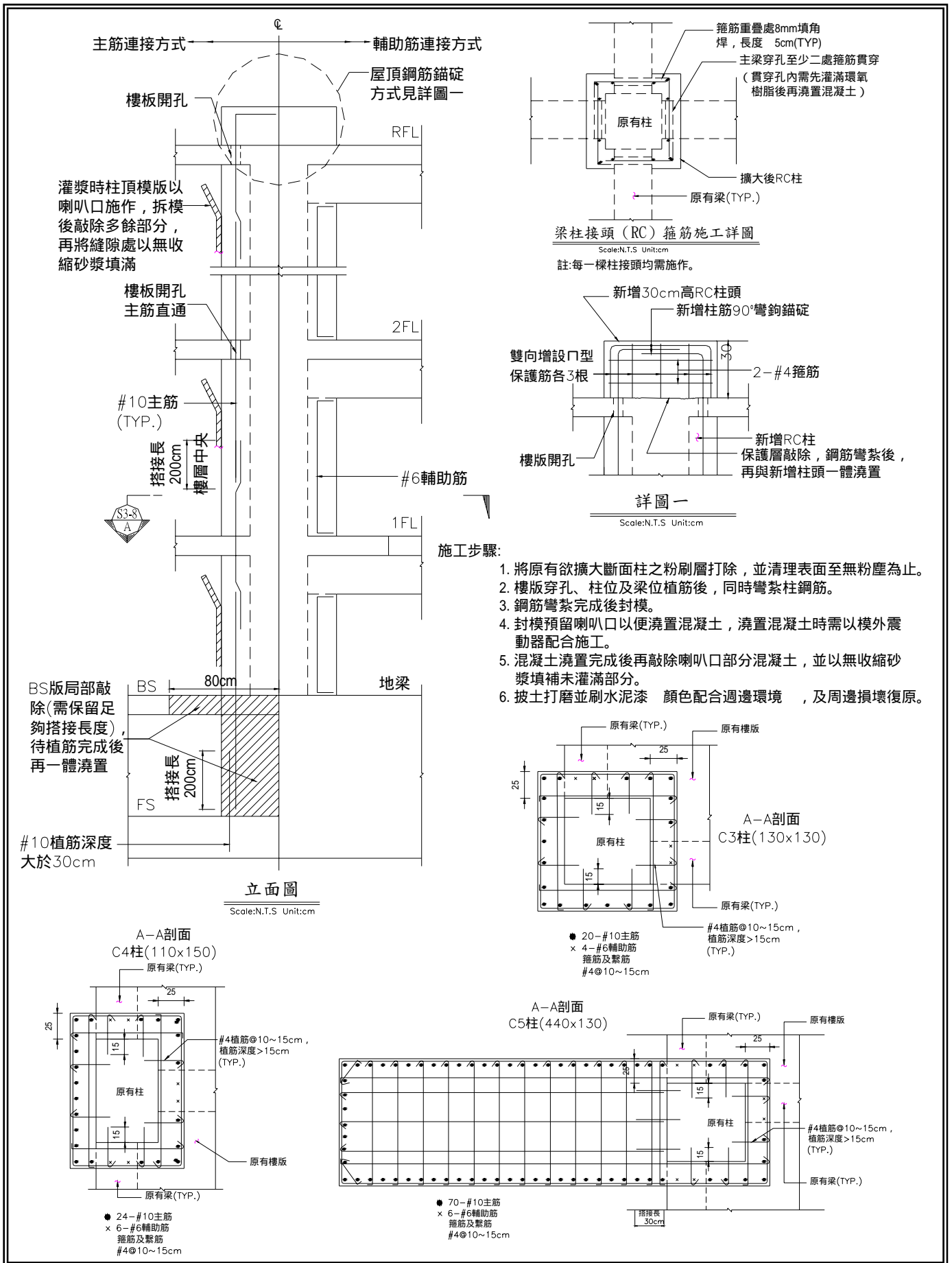
5. 參考單價分析表

單位：元

項次	15a	工程項目	擴大RC柱斷面補強(130cm×130cm)				單位：m
工料名稱		單位	數量	單價	複價	備註	
1.	210Kg/cm ²	混凝土	m ³	1.05	1850.0	1942.5	含澆置搗實
2.		鋼筋	Kg	328.89	15.0	4933.4	含彎紮組立
3.		模板	m ²	5.20	450.0	2340.0	含組立及拆模
4.		植筋 (#4#6)	支	65.11	120.0	7813.3	含鑽孔及藥劑
5.		植筋(#8)	支	0.43	300.0	128.2	含鑽孔及藥劑
6.		混凝土粉刷層敲除	m ³	0.10	2000.0	192.0	含清潔表面及清除運棄
7.		梁腹鑽孔	處	1.11	100.0	111.1	供柱樑接頭箍筋貫穿
8.		樓板鑽孔	處	5.56	70.0	388.9	供柱走筋貫穿
9.		表面飾材復原	m ²	5.20	400.0	2080.0	需配合現況採原飾材修復方式(如磁磚或水泥漆)
10.		零星工料	式	1.00	1070.5	1070.5	含週邊損壞復原
每 m 單價計						21,000.0	

單位：元

項次	16a	工程項目	擴大RC柱斷面(130cm×130cm)基礎補強				單位：處
工料名稱		單位	數量	單價	複價	備註	
1.	210Kg/cm ²	混凝土	m ³	5.66	1850.0	10461.8	含澆置搗實
2.		原有地坪敲除	m ³	0.66	2500.0	1653.8	含清除運棄
3.		鋼筋	kg	493.34	15.0	7400.1	預留搭接長30cm
4.		挖方	m ³	5.66	800.0	4524.0	
5.		棄方	m ³	5.66	300.0	1696.5	含運棄
6.		鋼切切除	式	1.00	200.0	200.0	含運棄
7.		零星工料	式	1.00	1363.9	1363.9	含週邊損壞復原
每處單價計						21,000.0	



5-1-3 版構件修復補強工法分析與探討

(一) 案例 1

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。
2. 建物類別：集合式住宅 (B1/11F)。
3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，原樓版底部採新增 #4@單層雙向鋼筋補強方式，以增厚原樓版厚度，初步推估用以提昇原樓版強度及勁度（剪力彎矩補強）。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

使用將鋼筋混凝土樓板加厚的方式補強，若新舊混凝土介面間不產生相對滑動，則補強後之樓板可以總厚度檢討其強度及勁度，對樓版彎矩及剪力強度提昇亦屬可靠。惟樓版增厚同時增加自重，且樓版周邊樑構件有效深度亦將減少，對建物結構力學行為需予以整體考量及評估。

(c) 建議改善方式：補充詳細施工步驟。

(d) 對建築物服務性之影響：

原樓版經補強施工完成後，其厚度將較原來增加，故其外觀及樓層淨高將有明顯影響。又原地下室管線多設於樓版下方，故必要時需暫時遷移或改設管線。

4. 施工可行性探討

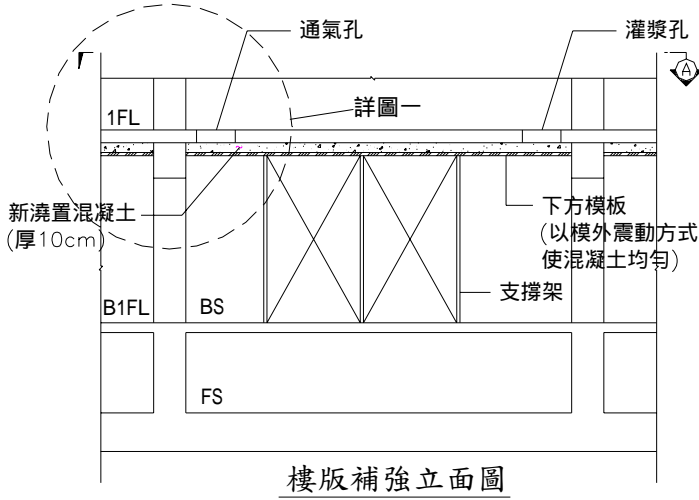
- (a) 本工法鋼筋植筋根數眾多，實際施工過程中應需注意避免破壞舊有樑構件鋼筋配置或管線。
- (b) 由於地下室樓版管線配置較多，實際施工時需避免破壞現有管線，或採遷移及另設方式，以維持原使用機能。

(c) 整體而言，本工法實際施工過程中對現有構件周邊配置及裝修材可能造成程度不一損壞，故應一併考量其復原規劃與設計。

5. 參考單價分析表

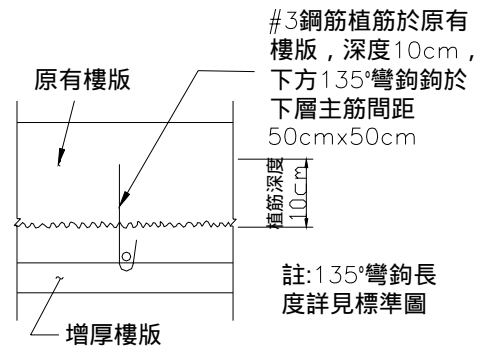
單位：元

項次	13	工程項目	1F 樓版補強				單位: m ²
工料名稱		單位	數量	單價	複價	備註	
1.	210Kg/cm ²	混凝土	m ³	0.10	3,000.0	300.0	含澆置搗實
2.		鋼筋	Kg	15.31	20.0	306.2	含彎紮組立
3.		清水模板	m ²	1.10	700.0	770.0	含組立、拆模與搭架
4.		原有樓板敲除(開孔灌漿)	m ²	0.10	200.0	20.0	含清除運棄
5.		臨時支撐	式	1.00	300.0	300.0	
6.		批土打磨刷水泥漆	m ²	1.10	110.0	121.0	
7.		零星工料	式	1.00	1,882.8	1,882.8	(含鑽孔、植筋、管線及週邊損壞復原)
每 m ² 單價計					3,700.0		



樓版補強立面圖

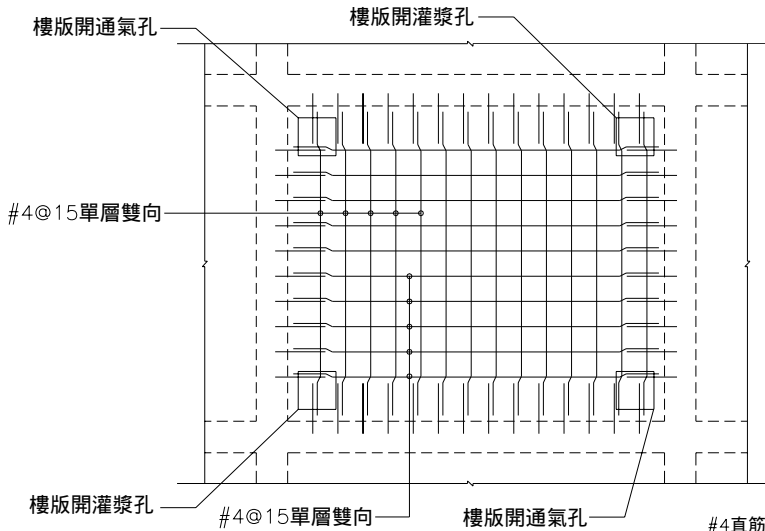
Scale:N.T.S Unit:cm



詳圖二

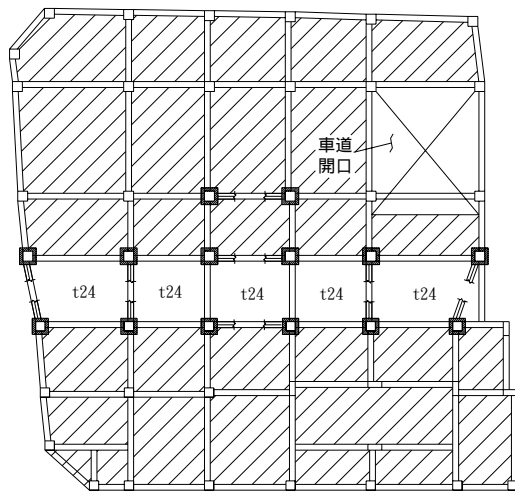
Scale:N.T.S Unit:cm

註：補強區域除t24樓版外，其他樓版一律增厚10cm補強。



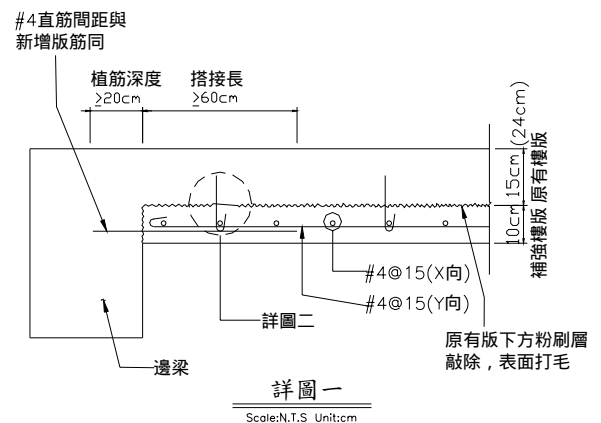
A-A剖面

Scale:N.T.S Unit:cm



1F結構平面圖

註：t24樓版厚度=24cm
其他樓版厚t=15cm



詳圖一

Scale:N.T.S Unit:cm

- 1.需確認地下室頂版及梁裂縫灌注環氧樹脂全面施作後，再進行本項工程。
- 2.灌漿須從對角孔輪流灌漿，並從通氣孔溢流為止。
- 3.灌漿時須以外模震動器從B1模板震動搗實。
- 4.21天後方得拆除底模。

1F樓版補強詳圖

5-1-4 牆構件修復補強工法分析與探討

(一) RC 牆貼覆碳纖維補強工法案例

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。
2. 建物類別：集合式住宅 (B1/11F)。
3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，原 RC 牆採單面貼覆碳纖維網方式補強，然因缺少相關施工說明及原設計資料 (如報告書)，故無法進一步推估設計原意。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

RC 牆採單側貼覆碳纖維補強工法實務上較為少見，且由於相關學理試驗尚未完全證實其效應，故本處建議設計者應謹慎評估其適用性。另牆與周邊框架 (樑柱) 之力量傳遞並未檢討補強，宜再考量。

(c) 建議改善方式：

如設計原意係提昇原 RC 牆強度，建議可於牆面兩側同時採貼覆碳纖維補強方式。又貼片補強後之牆，其力量仍需傳遞至周邊樑柱內，其直接剪力或剪力摩擦筋部分，建議應同時檢討。

(d) 對建築物服務性之影響：

RC 牆單面包覆碳纖維網補強工法，因其增加厚度極小，且對現有使用空間及外觀變化有限，故對建築物服務性之影響亦相對降低。

4. 施工可行性探討

(a) 纖維材料鋪設過程中，應確實將纖維浸透樹脂，且須以橡皮刮

刀將氣泡確實去除，以確保複合材料補強效果。又原設計未說明碳纖維網細部施工細節，如設計層數、疊接長度等，建議應補充說明或圖示，以避免實際施工時可能造成工程爭議。

- (b) 一般而言，碳纖維貼片對貼覆面平滑度優劣相當敏感，甚至為整體施作成敗之重要指標之一，故實際施作過程中應依相關施工規範或步驟之要求，確實執行。

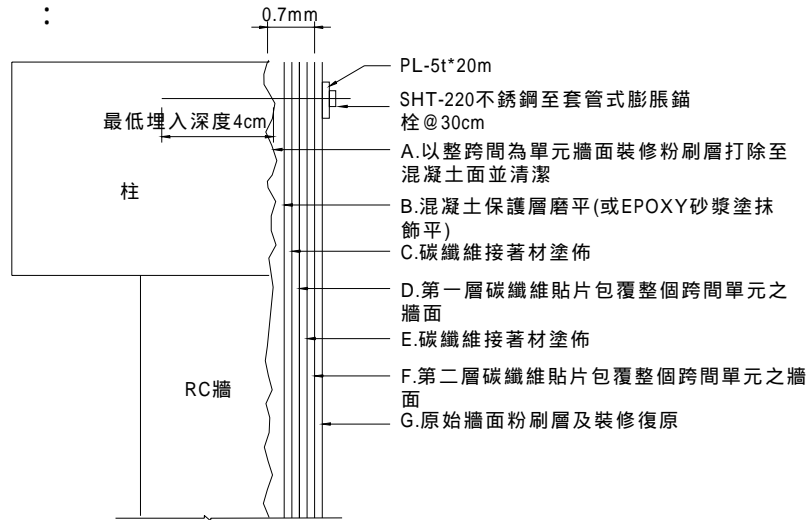
5. 參考單價分析表

單位：元

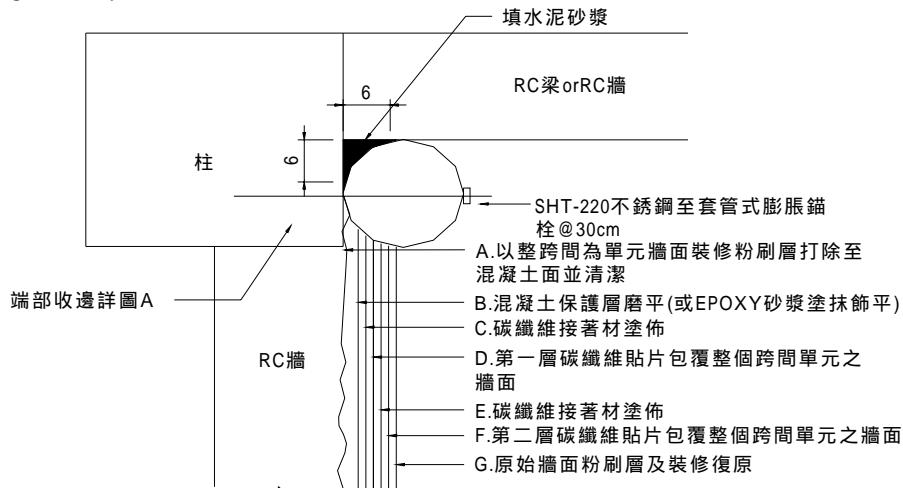
項次	4	工程項目	RC 牆貼覆碳纖維補強工法				單位: m ²
工 料 名 稱			單位	數量	單價	複價	備註
1.		敲除鬆動混凝土	式	1.00	200.0	200.0	
2.		裂縫壓力灌注環氧樹脂	式	1.00	700.0	700.0	
3.		樹脂砂漿修補(工、材)	式	1.00	700.0	700.0	
4.		表面研磨高壓空氣吹淨	m ²	1.00	200.0	200.0	
5.		碳纖維包裹	式	1.00	5,000.0	5,000.0	
6.		表面飾材復原	式	1.00	600.0	600.0	
7.		零星損耗	式	1.00	200.0	200.0	
			每 m ² 單 價 計			7,600.0	

編號④補強方式：牆單面貼覆碳纖維補強

CASE :

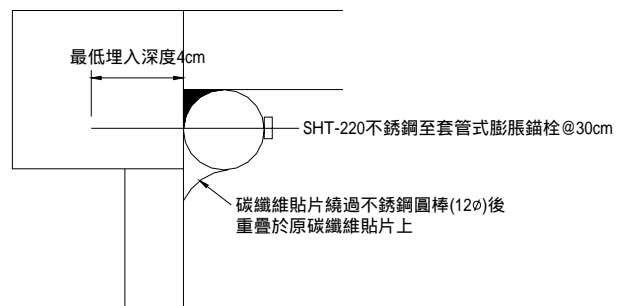


CASE :



施工步驟：

- 1.將欲貼覆碳纖維之牆面粉刷層敲除，審視原牆面
混凝土有無裂縫先行EPOXY裂縫灌注
- 2.將混凝土保護層磨平並清理乾淨，若表面坑洞過
大時，以EPOXY砂漿塗抹飾平
- 3.貼覆碳纖維貼片(雙向)，若有開口時需另加45°
斜向貼片
- 4.以1：3水泥砂漿粉刷後，恢復原外觀



原有RC牆單面貼覆碳纖維施工補強示意圖

SCALE : N.T.S

詳圖 A

(二) 增設 25cm 厚 RC 牆補強工法案例

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。
2. 建物類別：集合式住宅 (B1/11F)。
3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，樑柱構架間以植筋及搭接新增牆雙向雙排鋼筋 (#4@20cm) 方式增設 RC 牆，因其具抗橫力作用，且將明顯改變原建物結構特質 (如勁度與週期)，故初步推估應可達到改善建物基本結構系統之補強效益。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

一般而言，混凝土結構牆 (或稱耐震壁、剪力牆) 主要為抵抗地震橫力構材，亦可分擔部分垂直力。就本設計工法而言，其中植筋設計可視為剪力摩擦筋一種，故其傳遞地震橫力之行為應屬可靠。另端構材部分，本設計僅概略標示不銹鋼蓋板收邊位置，而未進一步說明其端構件是否需補強，故其可靠度無法評估。此外，新增 RC 牆設計如需充分發揮似耐震壁抗震效應，則應考慮整體配置連慣性，尤應注意力流分佈能否順利延伸及傳遞至建物基礎。

(c) 建議改善方式：

補充圖示或說明施工細節，如標示新增 RC 牆厚度、新設鋼筋錨錠與搭接長度、不銹鋼蓋板收邊細部施工圖說與施工步驟等。又新增 25cm 厚 RC 牆後，造成原有柱 (端構材) 是否需補強、樑是否變成短樑而需補強等疑慮，亦應一併考量。

(d) 對建築物服務性之影響：

增本工法因屬新增 RC 結構體，對現有建物外觀與使用性具一

定程度之影響。

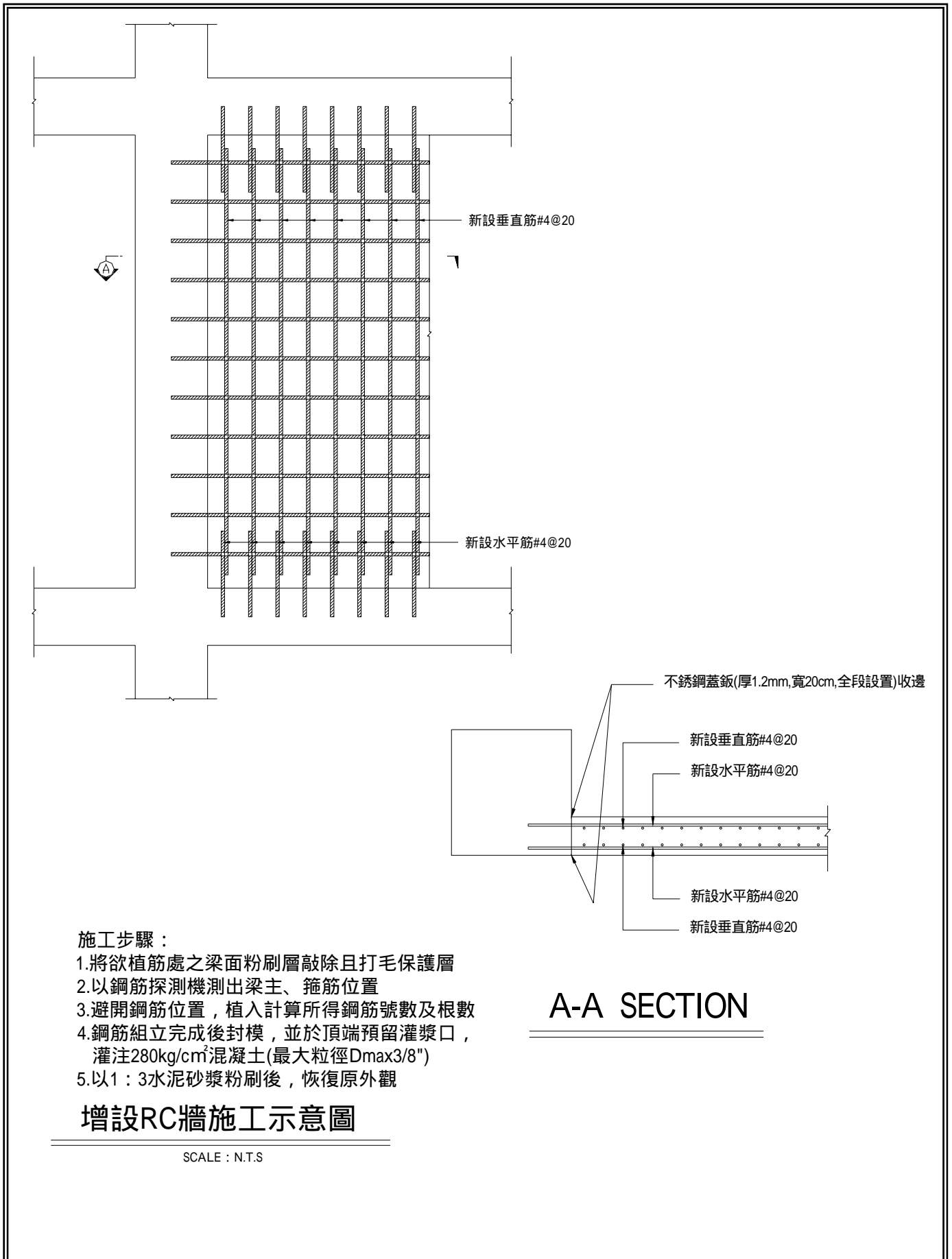
4. 施工可行性探討

- (a) 本工法鋼筋植筋根數眾多，實際施工過程中應需注意避免破壞舊有樑柱構件之鋼筋配置與內部管線。
- (b) 另實際施工過程中，因施工動線所需對周邊附屬設備或空間可能造成局部影響，施工時應予以特別考量。

5. 參考單價分析表

單位：元

項次	5	工程項目	增設 25cm 厚 RC 牆				單位：m ²
	工	料	單	數	單	複	備
	名	稱	位	量	價	價	註
1.	210Kg/cm ²	混凝土	m ³	0.28	2,100.0	588.0	含澆置搗實
2.	鋼筋		Kg	38.65	16.0	624.0	含彎紮組立
3.	清水	模板	m ²	2.00	500.0	1,000.0	含組立及拆模
4.	植筋(#4)		支	8.89	200.0	1,778.0	含鑽孔及藥劑
5.	原有	磚牆敲除	m ²	1.00	200.0	200.0	含清除運棄
6.	混凝土	敲除	m ³	0.05	5,000.0	250.0	多餘部分及保護層
7.	披土、粉光及刷水泥漆		m ²	2.00	110.0	220.0	或用原裝修材復原
8.	零星	工料	式	1.00	490.0	490.0	
每 m ² 單價計						5,150.0	



(三) RC 牆增厚補強工法案例

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。
2. 建物類別：集合式住宅 (B1/17F)。
3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，原樑柱構架間 RC 牆採單側新增鋼筋與澆置新混凝土方式，以增加原 RC 牆整體厚度，初步推估用以提昇原牆抗橫力強度。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

一般混凝土結構牆（或稱耐震壁、剪力牆）主要為抵抗地震橫力構材，亦可分擔部分垂直力。就本設計工法而言，新增牆鋼筋採植筋方式植入原樑柱構架中，新舊混凝土介面並以 U 型鋼筋植筋方式連接，故整體植筋可視為剪力摩擦筋一種，其傳遞地震橫力之行為應屬可靠。另端構材部分，本設計係採植筋於原構架兩端柱構件方式，然依 4-2 節所述，植筋方式能否完全取代一般鋼筋錨錠延伸及彎鉤配置，其效應可否等同端構材設計原意之可靠度尚待澄清及證實。此外，原 RC 牆增厚方式需考量整體連慣性與力學性質改變等特性，尤應注意力流分佈能否順利延伸及傳遞至建物基礎。

(c) 建議改善方式：

補充圖示或說明施工細節，如標示新增 RC 牆厚度、新設鋼筋錨錠與搭接長度、不銹鋼蓋板收邊細部施工圖說與施工步驟等。又新增 25cm 厚 RC 牆後，造成原有柱（端構材）是否需補強、樑是否變成短樑而需補強等疑慮，亦應一併考量。

(d) 對建築物服務性之影響：

原 RC 牆增後補強方式，因牆面厚度增加，對現有建物外觀與使用性具一定程度之影響。

4. 施工可行性探討

- (a) 本工法鋼筋植筋根數眾多，實際施工過程補充圖示或說明施工細節，如標示新增 RC 牆厚度、新設鋼筋錨錠與搭接長度、不

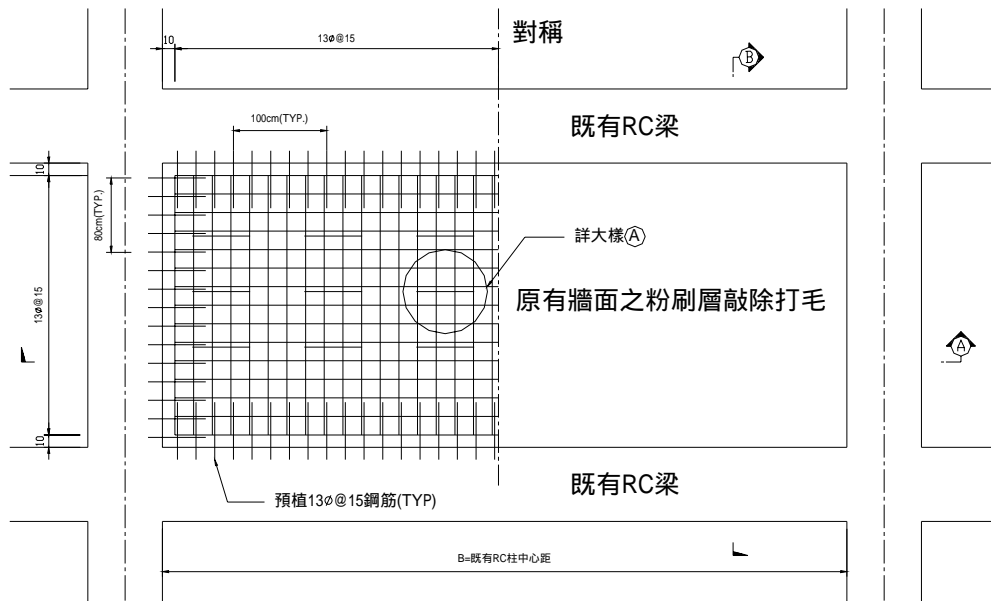
銹鋼蓋板收邊細部施工圖說與施工步驟等。又新增 25cm 厚 RC 牆後，造成原有柱（端構材）是否需補強、樑是否變成短樑而需補強等疑慮，亦應一併考量。中應需注意避免破壞舊有樑構件鋼筋配置或管線。又實際澆置混凝土時，因牆厚較小及鋼筋配置限制，混凝土澆置困難度亦相對提高，需特別留意。

(b) 另實際施工過程中，因施工動線所需對周邊附屬設備或空間可能造成局部影響，施工時應予以特別考量。

5. 參考單價分析表

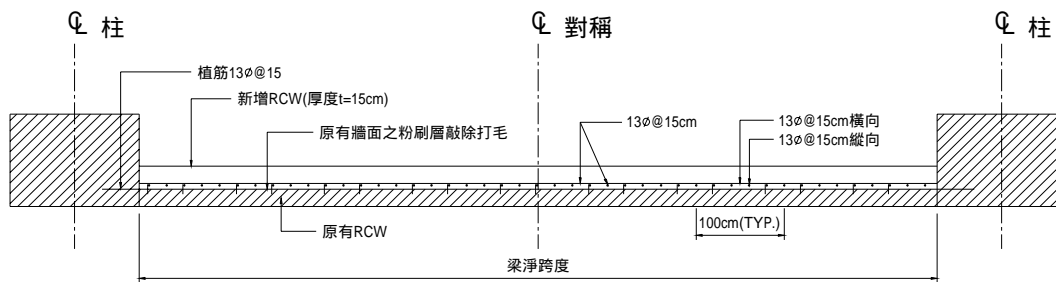
單位：元

項次	項 目	單位	數量	單價	複價	備註
1-3	增設鋼筋混凝土牆工程					
1	放樣	式	1	5,000	5,000	
2	原有牆與樑、柱接合面粉刷層打除	m ²	72	110	7,920	
3	灌注不收縮水泥砂漿(25~20cm)	m	88	1,150	101,200	
4	灌注不收縮水泥砂漿(15~12cm)	m	33	820	27,060	
5	280kg/cm ² 混凝土(含搗築)	m ³	134	1,900	254,600	
6	模板加工及組立	m ²	1,039	400	415,600	
7	普通鋼筋加工及組立	kg	19,743	17	335,631	
8	植筋(22φ)	支	62	240	14,880	
9	植筋(13φ)	支	5,519	55	303,545	
10	植筋(10φ)	支	1,723	30	51,690	
11	螺旋箍筋(6φ)	m	515	65	33,475	
12	1:3 水泥砂漿粉刷+水泥漆(一底二度)	m ²	758	360	272,880	
13	1:3 水泥砂漿粉刷貼 10*10 磁磚	m ²	48	720	34,560	
14	地下室外緣柱增設柱翼	處	7	18,500	129,500	
15	超音波鋼筋探測費用	式	1	10,000	10,000	
16	新舊混凝土牆體以U型鋼筋連結接著劑	處	20	100	2,000	
17	零星工料費(含打鑿修付費)	式	1	10,000	10,000	
18	施工損毀復原及修復費	式	1	10,000	10,000	
19	運雜費	式	1	10,459	10,459	
小 計					2,030,000	
平均每 m ² 單價 (以模版面積推估)					3,908	



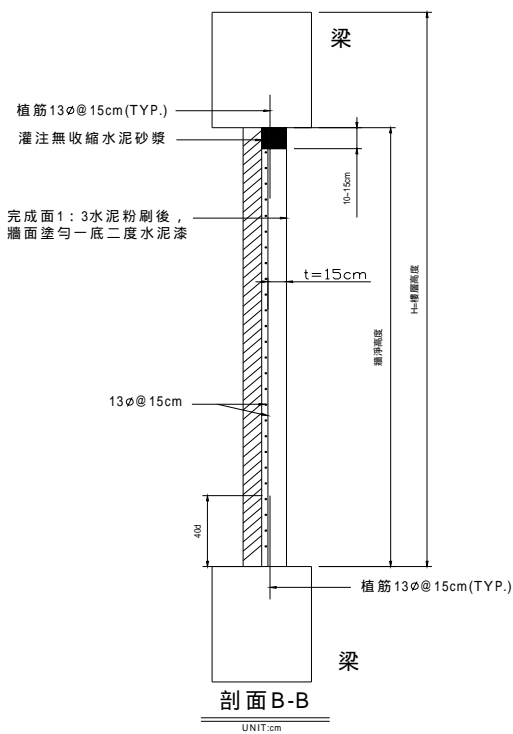
RC牆增厚補牆詳圖

UNIT:cm



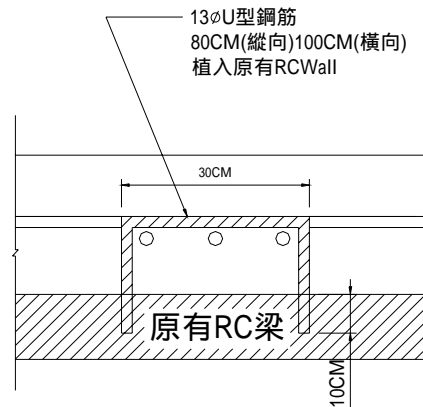
剖面A-A

UNIT:cm



剖面B-B

UNIT:cm



A大樣詳圖

施工步驟：

1. 敲除原有RCW牆面之粉刷層，牆面再打毛處理。
2. 以超音波鋼筋探測器量測梁、柱鋼筋位置。
3. 梁、柱鑽孔(直徑16mm)高壓空氣吹淨。
4. 灌注鋼筋接著劑，並植入13mm鋼筋。
5. 鋼筋接著劑硬化固定後，依圖示間距施作鋼筋(#4@15單排雙向)。
6. 模板組立灌注280kg/cm³混凝土。
7. 以U型鋼筋連結。
8. RC牆與上端梁留10~15cm高度，並以灌注無收縮水泥砂漿填滿。
9. 牆面1: 3水泥砂漿粉刷及一底二度水泥漆。
10. 完工驗收須附鋼筋接著劑原廠供料證明。

(四) RC 牆修復工法

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。
2. 建物類別：集合式住宅 (B1/17F)。
3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，本工法雖於樑柱構架間以植筋及搭接新增牆雙向雙排鋼筋 ($10\phi@15\text{cm}$) 方式，及周邊螺旋箍筋設計，增設混凝土牆，然因新增鋼筋號數較小 (#3) 及新增牆厚僅 15cm，故初步推估應屬非結構牆修復設計。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

本工法初步推估雖屬非結構牆修復設計，惟因鋼筋配置與周邊螺旋箍筋設計已與一般結構牆 (耐震壁) 相似，甚至已具有部分結構牆效益，如提昇原建物抗衡力強度，改變原建物結構特性 (如勁度與週期) 等，故設計者應審慎進一步評估和總體考量。

(c) 建議改善方式：無。

(d) 對建築物服務性之影響：

增設 RC 牆補強方式，因屬新增 RC 結構體，對現有建物外觀與使用性具一定程度之影響。

4. 施工可行性探討

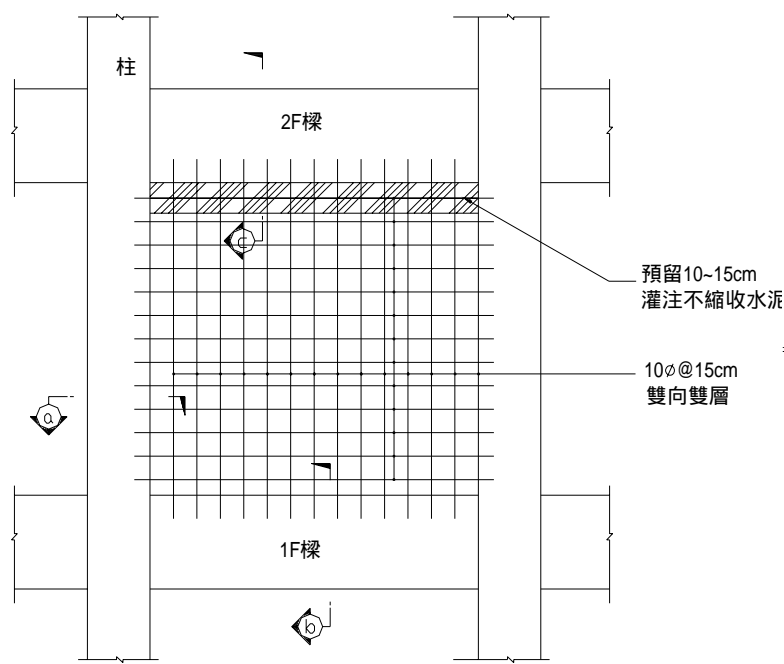
- (a) 本工法鋼筋植筋根數眾多，實際施工過程中應需注意避免破壞舊有樑構件鋼筋配置或管線。
- (b) 實際施工過程中，因施工動線所需對周邊附屬設備或空間可能造成局部影響，施工時應予以特別考量。
- (c) 另施工步驟 5 內容與原設計圖說鋼筋似有標示方式不一致及對

應鋼筋號數不符之疑慮（#4 應為 13φ）。

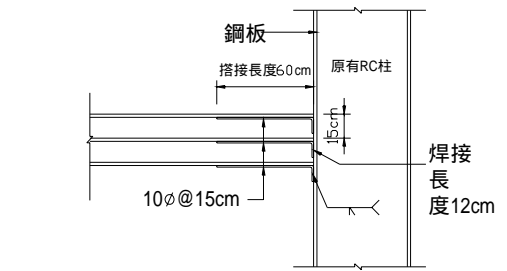
5. 參考單價分析表

單位：元

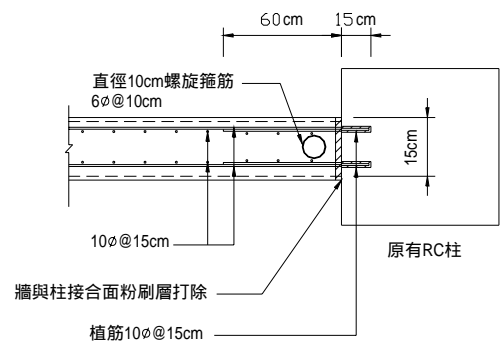
項次	5	工程項目	RC 牆修復				單位: m ²
		工 料 名 稱	單位	數量	單價	複價	備 註
1.		210Kg/cm ² 混凝土	m ³	0.28	2,100.0	588.0	含澆置搗實
2.		鋼筋	Kg	38.65	16.0	624.0	含彎紮組立
3.		清水模板	m ²	2.00	500.0	1,000.0	含組立及拆模
4.		植筋(#3)	支	8.89	150.0	1,333.5	含鑽孔及藥劑
5.		原有磚牆敲除	m ²	1.00	200.0	200.0	含清除運棄
6.		混凝土敲除	m ³	0.05	5,000.0	250.0	多餘部分及保護層
7.		披土、粉光及刷水泥漆	m ²	2.00	110.0	220.0	或用原裝修材復原
8.		零星工料	式	1.00	484.0	484.0	
			每 m ²	單 價 計	4,700.0		



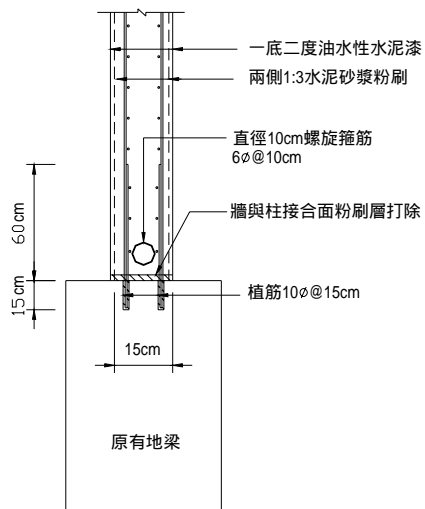
牆筋與柱.樑.地樑植筋補強接合示意圖
RCW 15-3 牆完全封閉之配筋



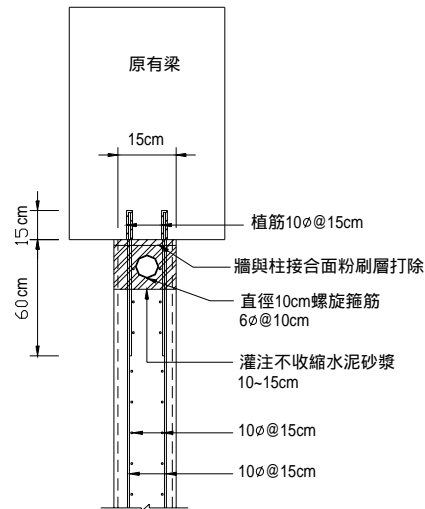
15cmRC牆與RC柱包鋼板時接合詳圖



a-a剖面圖



b-b剖面圖



c-c剖面圖

RCW15-2~15-4修復施工步驟：

1. 敲除原有RCW牆面之粉刷層，牆面再打毛處理
2. 以超音波鋼筋探測器量測梁、柱鋼筋位置
3. 梁、柱鑽孔(直徑13mm)高壓空氣吹淨
4. 灌注鋼筋接著劑，並植入10mm鋼筋
5. 鋼筋接著劑硬化固定後，依圖示間距施作鋼筋(#4@15單排雙向)
6. 模板組立灌注280kg/cm²混凝土
7. RC牆與上端梁留10~15cm高度，並以灌注無收縮水泥殺漿填滿
8. 牆面1：3水泥砂漿粉刷及內側一底二度水泥漆，外側貼10x10磁磚
9. 完工驗收須附鋼筋接著劑原廠供料證明

5-2 結構系統改善補強工法

5-2-1 加設剪力牆補強工法

(一) 案例 1

1. 案例出處：南投縣各鄉鎮市中小學校舍結構補強工程。
2. 建物類別：校舍。
3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，樑柱構架間以植筋及搭接新增牆雙向雙排鋼筋方式，增設混凝土耐震壁，因其具抗橫力作用，且將明顯改變原建物結構特質（如勁度與週期），故初步推估應可達到改善建物基本結構系統之補強效益。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

混凝土結構牆（或稱耐震壁、剪力牆）主要為抵抗地震橫力構材，亦可分擔部分垂直力。就本設計工法而言，其中植筋設計可視為剪力摩擦筋一種，故其傳遞地震橫力之行為應屬可靠。另端構材部分，本設計係採植筋於原構架兩端柱構件方式，然依 4-2 節所述，植筋方式能否完全取代一般鋼筋錨錠延伸及彎鉤配置，其可靠度尚待澄清及證實。此外，剪力牆設計亦應考慮整體建物結構連慣性，尤應注意力流分佈能否順利延伸及傳遞至建物基礎。

(c) 建議改善方式：無。

(d) 對建築物服務性之影響：

加設剪力牆補強方式，因屬新增 RC 結構體，對現有建物外觀與使用性具一定程度之影響。

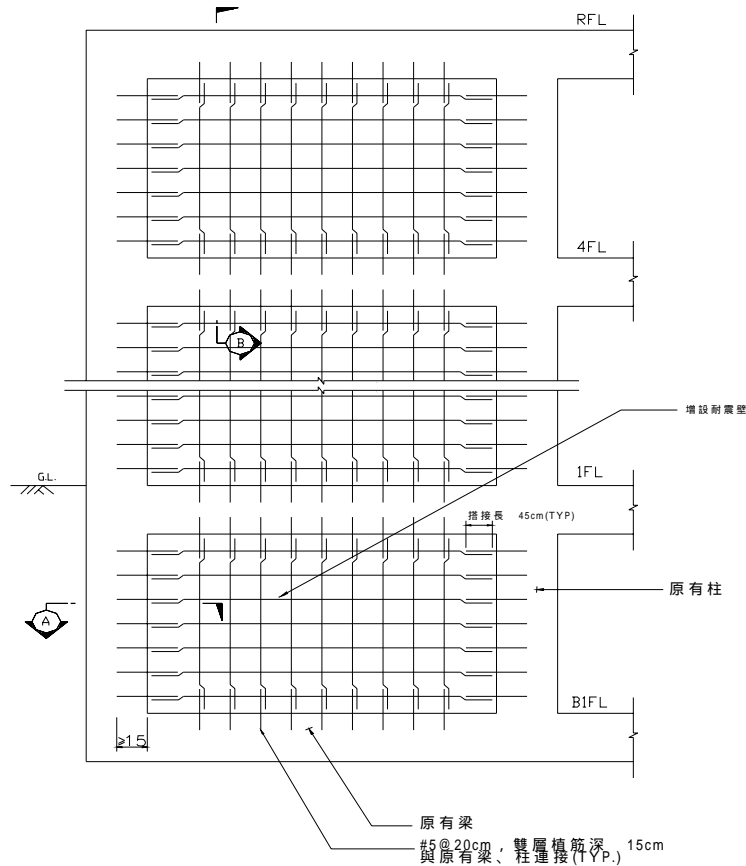
4. 施工可行性探討

- (a) 本工法鋼筋植筋根數眾多，實際施工過程中應需注意避免破壞舊有樑構件鋼筋配置或管線。又實際澆置混凝土時，因牆厚較小及鋼筋配置限制，混凝土澆置困難度亦相對提高，需特別留意。
- (b) 本工法施工過程中對現有構件周邊配置及裝修材可能造成程度不一損壞，故應一併考量其復原規劃與設計。另新增混凝土耐震壁施作完成後，因牆厚可能增加，對建物使用空間與機能之影響亦應審慎評估。

5. 參考單價分析表

單位：元

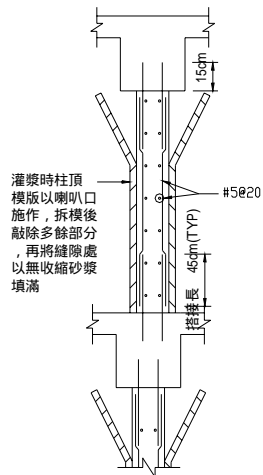
項次	5	工程項目	增設耐震壁(植筋型, 25cm 厚)				單位: m ²
	工	料	單	數	單	複	備
	名	稱	位	量	價	價	註
1.	210Kg/cm ²	混凝土	m ³	0.28	2,100.0	588.0	含澆置搗實
2.	鋼筋		Kg	38.65	16.0	624.0	含彎紮組立
3.	清水	模板	m ²	2.00	500.0	1,000.0	含組立及拆模
4.	植筋(#5)		支	8.89	200.0	1,778.0	含鑽孔及藥劑
5.	原有	磚牆敲除	m ²	1.00	200.0	200.0	含清除運棄
6.	混凝土	敲除	m ³	0.05	5,000.0	250.0	多餘部分及保護層
7.	披土、粉光及刷水泥漆		m ²	2.00	110.0	220.0	或用原裝修材復原
8.	零星	工料	式	1.00	490.0	490.0	
每 m ² 單價計						5,150.0	



施工步驟:

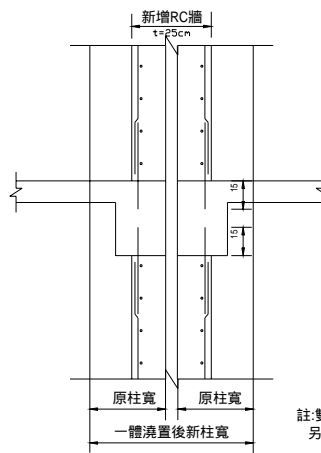
1. 將欲增設耐震壁位置梁、柱粉層敲除、鑽孔並清理表面至無粉塵為止，若有隔間牆時，則須將隔間牆敲除，完成後，申報勘驗。
2. 植筋，鋼筋彎紮。
3. 鋼筋彎紮完成後申報勘驗，待勘驗通過後再行封模。
4. 封模預留喇叭口以便澆置混凝土，澆置混凝土時需以模外震動器配合施工。
5. 混凝土澆置完成後再敲除喇叭口部份混凝土，並以無收縮砂漿填補未灌滿部分。
6. 披土打磨並刷水泥漆 顏色配合週邊環境 及週邊損壞復原。

立面圖



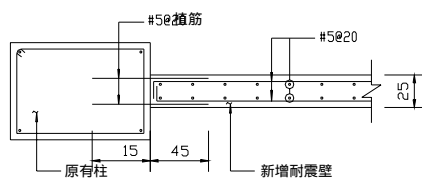
A - A 剖面圖

Scale: NTS Unit/cm



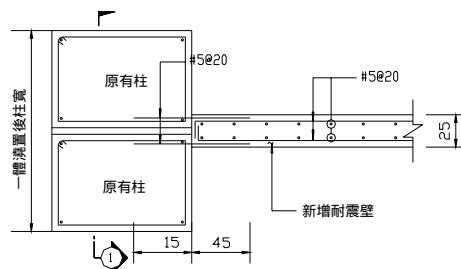
1 - 1 剖面圖

Scale: NTS Unit/cm



A - A 剖面圖(一般狀況)

Scale: NTS Unit/cm



A - A 剖面圖(雙柱、雙梁擴大合一狀況)

Scale: NTS Unit/cm

(二) 案例 2

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B1/12F)。

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，樑柱構架間以植筋及搭接新增牆雙向雙排鋼筋方式，增設混凝土耐震壁，因其具抗橫力作用，且將明顯改變原建物結構特質（如勁度與週期），故初步推估應可達到改善建物基本結構系統之補強效益。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

混凝土結構牆（或稱耐震壁、剪力牆）主要為抵抗地震橫力構材，亦可分擔部分垂直力。就本設計工法而言，其中植筋設計可視為剪力摩擦筋一種，故其傳遞地震橫力之行為應屬可靠。另端構材部分，本設計係採植筋於原構架兩端柱構件方式，然依 4-2 節所述，植筋方式能否完全取代一般鋼筋錨錠延伸及彎鉤配置，其可靠度尚待澄清及證實。此外，剪力牆設計亦應考慮整體建物結構連慣性，尤應注意力流分佈能否順利延伸及傳遞至建物基礎。

(c) 建議改善方式：補充施工步驟。

(d) 對建築物服務性之影響：

加設剪力牆補強方式，因屬新增 RC 結構體，對現有建物外觀與使用性具一定程度之影響。

4. 施工可行性探討

(a) 原設計圖說內未見施工步驟一項說明，承商無施工參考依據。

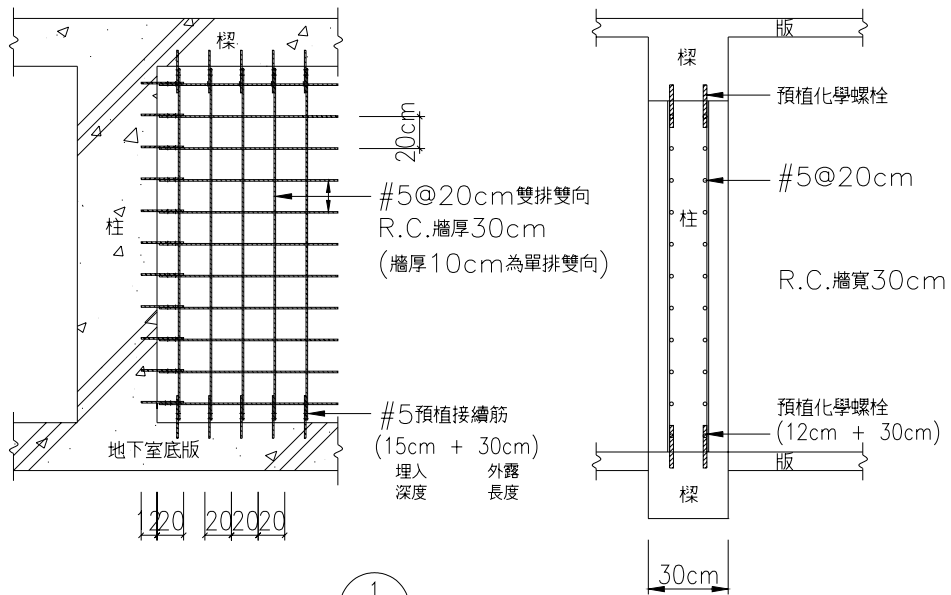
(b) 本工法鋼筋植筋根數眾多，實際施工過程中應需注意避免破壞舊有樑構件鋼筋配置或管線。又實際澆置混凝土時，因牆厚較小及鋼筋配置限制，混凝土澆置困難度亦相對提高，需特別留意。

(c) 本工法施工過程中對現有構件周邊配置及裝修材可能造成程度不一損壞，故應一併考量其復原規劃與設計。另新增混凝土耐震壁施作完成後，因牆厚可能增加，對建物使用空間與機能之影響亦應審慎評估。

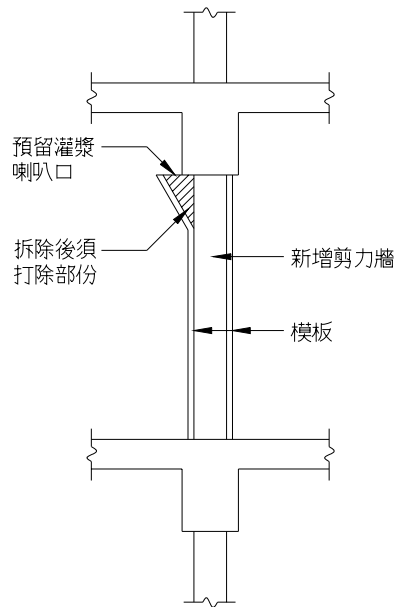
5. 參考單價分析表

單位：元

項次	12	工程項目	加設剪力牆			單位：m ²	
	工	料	單	數	單	備	
	名	名	位	量	價	註	
	稱	稱			複		
					價		
1.	210Kg/cm ²	混凝土	m ³	0.35	2,100.0	735.0	含澆置搗實
2.	鋼筋		Kg	38.65	16.0	624.0	含彎紮組立
3.	清水	模板	m ²	2.00	500.0	1,000.0	含組立及拆模
4.	植筋(#5)		支	8.89	200.0	1,778.0	含鑽孔及藥劑
5.	原有	磚牆	m ²	1.00	200.0	200.0	含清除運棄
6.	混凝土	敲除	m ³	0.05	5,000.0	250.0	多餘部分及保護層
7.	披土、	粉光及	m ²	2.00	110.0	220.0	或用原裝修材復原
8.	零星	工料	式	1.00	493.0	493.0	
每 m ² 單 價 計					5,300.0		



1
S2-01 剪力牆施工詳圖
NO SCALE UNIT=cm



2
S2-01 剪力牆澆置詳圖
NO SCALE

(三) 案例 3

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B1/11F)。

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，樑柱構架間以植筋及搭接新增牆雙向雙排鋼筋方式，增設混凝土耐震壁，因其具抗橫力作用，且將明顯改變原建物結構特質（如勁度與週期），故初步推估應可達到改善建物基本結構系統之補強效益。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

混凝土結構牆（或稱耐震壁、剪力牆）主要為抵抗地震橫力構材，亦可分擔部分垂直力。就本設計工法而言，其中植筋設計可視為剪力摩擦筋一種，故其傳遞地震橫力之行為應屬可靠。另端構材部分，本設計係採植筋於原構架兩端柱構件方式，然依 4-2 節所述，植筋方式能否完全取代一般鋼筋錨錠延伸及彎鉤配置，其可靠度尚待澄清及證實。此外，剪力牆設計亦應考慮整體建物結構連慣性，尤應注意力流分佈能否順利延伸及傳遞至建物基礎。

(c) 建議改善方式：無。

(d) 對建築物服務性之影響：

加設剪力牆補強方式，因屬新增 RC 結構體，對現有建物外觀與使用性具一定程度之影響。

4. 施工可行性探討

(a) 原設計圖說內未見混凝土澆置位置與方式說明一項，對實際施

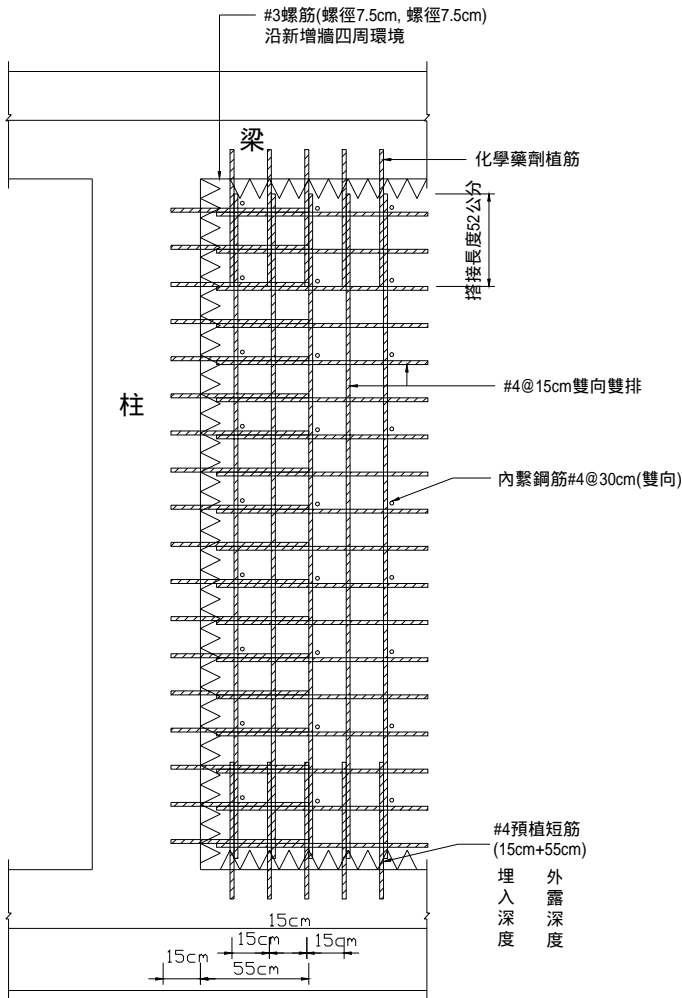
作過程可能造成承商施作困擾。

- (b) 本工法鋼筋植筋根數眾多，實際施工過程中應需注意避免破壞舊有樑構件鋼筋配置或管線。又實際澆置混凝土時，因牆厚較小及鋼筋配置限制，混凝土澆置困難度亦相對提高，需特別留意。
- (c) 施工過程中對現有構件周邊配置及裝修材可能造成程度不一損壞，故應一併考量其復原規劃與設計。另新增混凝土耐震壁施作完成後，因牆厚可能增加，對建物使用空間與機能之影響亦應審慎評估。

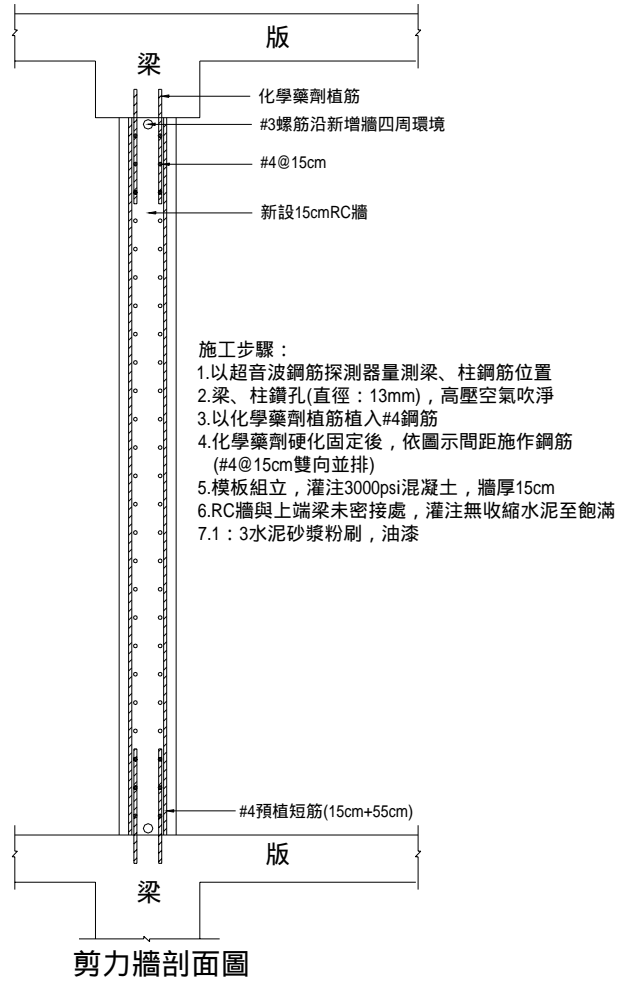
5. 參考單價分析表

單位：元

項次	項目	單位	數量	單價	複價	備註
1.3	增設剪力牆					
1	RC 牆打除運棄	M ²	448	500	224,000	
2	植筋	根	9,000	130	1,170,000	
3	鋼筋組立及加工	T	40	14,500	580,000	
4	普通模板	M ²	2,200	350	770,000	
5	3000psi 預拌混凝土	M ³	180	1,350	243,000	
6	牆面 1:3 水泥砂漿粉刷復原	M ²	2200	250	550,000	
7	牆面刷水泥漆	M ²	2,200	80	176,000	
8	牆面 EPOXY 膠膏修補	M	3,000	950	2,850,000	
小 計					6,563,000	
平均每 m ² 單價 (以模版面積推估)					5,966	



一般增設剪力牆正立面圖



(四) 案例 4

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。

2. 建物類別：集合式住宅 (B2/16F)。

3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，原樑柱構架間 RC 牆採於單側新增鋼筋與澆置新混凝土方式，以增加原 RC 牆整體厚度，初步推估用以提昇牆之勁度及強度，進而可提升總體結構物之耐震強度。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

本工法主要藉著所增設的剪力牆本身之抗剪強度及側向勁度，以改善整個結構系統，並減輕樑、柱構件之負擔，故其傳遞地震橫力及提昇建物耐震能力之行為應屬可靠，惟新舊混凝土介面間採打設鋼釘 (L=50mm@30cm) 方式，其完整傳遞剪力摩擦效應之可靠度有待評估。另端構材部分，本設計係採植筋於原構架兩端柱構件方式，然依 4-2 節所述，植筋方式能否完全取代一般鋼筋錨錠延伸及彎鉤配置，其效應可否等同端構材設計原意之可靠度尚待澄清及證實。此外，原 RC 牆增厚方式仍需考量整體連慣性與力學性質改變等特性，尤應注意力流分佈能否順利延伸及傳遞至建物基礎。

(c) 建議改善方式：新舊混凝土打設鋼釘方式，建議改採植筋方式。

(d) 對建築物服務性之影響：

本工法補強方式因新增牆體及牆面厚度增加，對現有建物外觀與使用性具一定程度之影響。

4. 施工可行性探討

(a) 本工法植筋根數眾多，實際施工過程中應需注意避免破壞舊有樑構件鋼筋配置或管線。又實際澆置混凝土時，因牆厚較小及

鋼筋配置限制，混凝土澆置困難度亦相對提高，需特別留意。

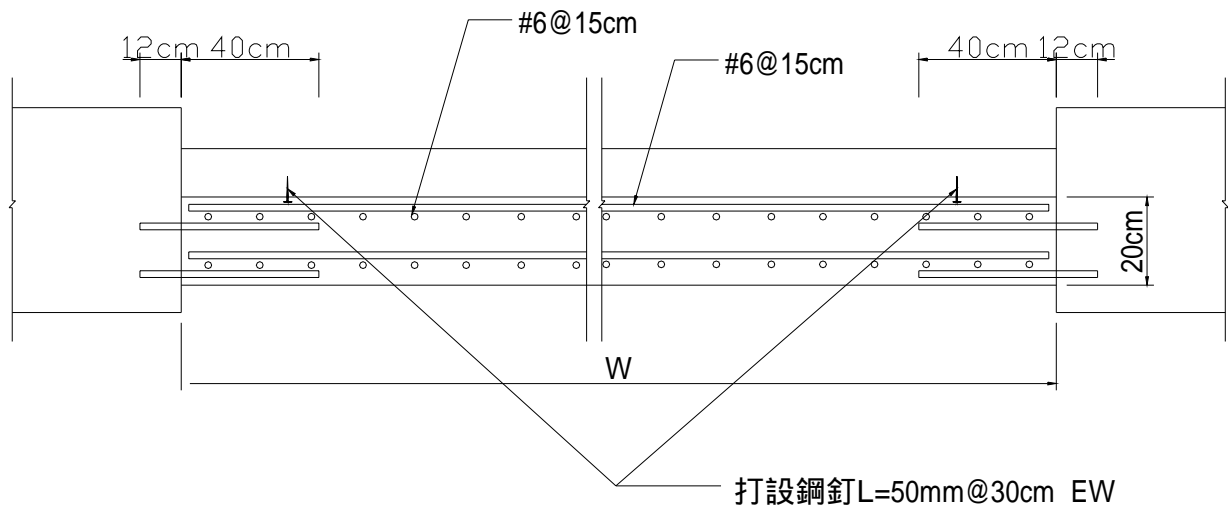
(b) 實際施工過程中，因施工動線所需對周邊附屬設備或空間可能造成局部影響，施工時應予以特別考量。

(c) 另原 RC 牆僅採單側增加厚度方式施作，對現有牆面兩側使用空間影響不完全相同，施作前應先與使用單位充分溝通與說明，以避免引致糾紛或爭議。

5. 參考單價分析表

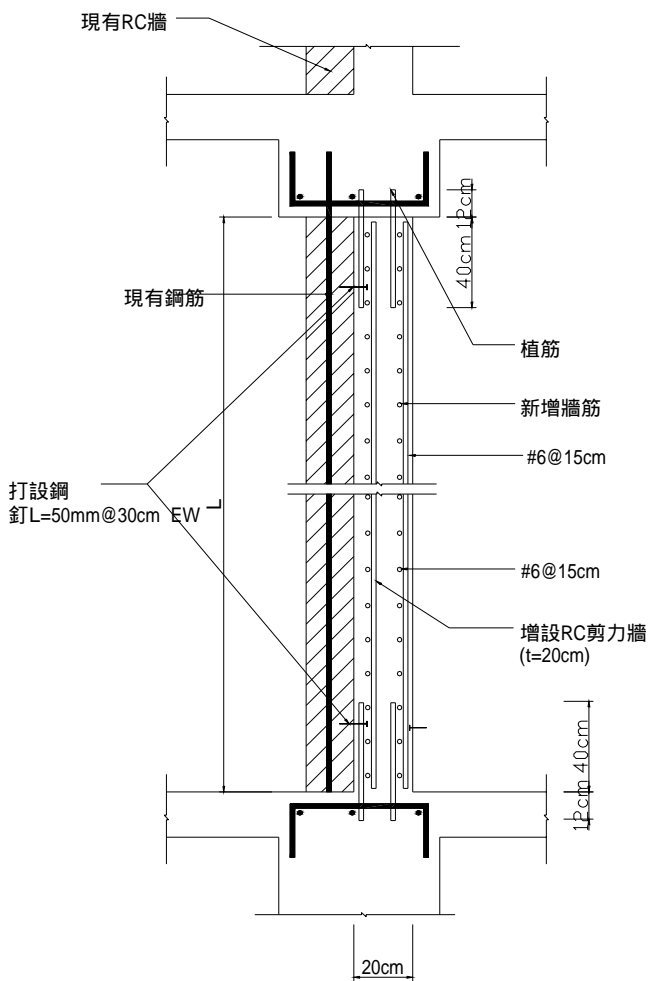
單位：元

編號	17	工程項目	剪力牆 (W10.65XL3.6XT0.2)			單位	處
工料名稱		說明	單位	數量	單價	總價	附註
1.	鋼筋加工及組立		kg	2,896.77	14	40,555	
2.	植筋		支	380.00	200	76,000	
3.	模版		m ²	76.68	240	18,403	
4.	混凝土	210kg/cm ²	m ³	8.05	1,400	11,270	
5.	1:3 水泥砂漿粉刷	.	m ²	76.68	300	23,004	
6.	敲除舊牆		m ²	4.60	2,500	11,500	
7.	零星工料	含鋼釘等	式	1.00	5,422	5,422	
每處單價計						186,154	



Ⓐ 增設剪力牆剖面圖(斷面A-A)

Scale : N.T.S



增設RC剪力牆剖面圖

Scale : N.T.S

增設RC剪力牆施工步驟：

- (1) 敲除粉刷層及鬆動混凝土
- (2) 打設鋼釘以加強新舊混凝土界面粘著性
- (3) 鋼筋混凝土樑柱四週植筋
- (4) 鋪設鋼筋，並搭接綁紮牢固
- (5) 封模並預留混凝土灌漿口
- (6) 灌注混凝土($f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$)
- (7) 拆模養生
- (8) 表層1：3水泥粉漿粉光

其他注意事項

詳施工規範第四章：增設RC剪力牆規範

(註)：如原有混凝土牆裂縫已達A級損壞時，則予以敲除，或改設為剪力牆即可，不必保留及打設鋼釘。

5-2-2 加設翼牆補強工法

(一) 案例 1

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。
2. 建物類別：集合式住宅 (B2/8F)。
3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，原已以鋼板補強柱構件之兩側採鋼筋焊接及搭接方式，增設混凝土翼牆，因其具抗橫力作用，且將明顯改變原建物結構特質（如勁度與週期），故初步推估應可達到改善建物基本結構系統之補強效益。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

以增設翼牆的方式進行結構補強規劃，經研究證實為一有效的補強方法【2】，惟考量力學傳遞連慣性，應注意力流分佈能否順利延伸及傳遞至建物基礎。另增設翼牆之後，會使樑之淨跨度減少，若樑之抗剪能力不足，則容易發生剪力破壞的情形。因此在評估設置翼牆後結構耐震能力時，必須將此點列入考慮範圍內。此外，因原柱構件已以鋼板補強，本工法新增鋼筋採於該處採焊接於鋼板表面方式接續，然因缺乏相關正式學理試驗報告，故對其施作方式仍持保留態度。又因焊接過程中因溫度急遽變化，對原柱構件鋼板表面可能造成局部應力變化。

(c) 建議改善方式：無。

(d) 對建築物服務性之影響：

因原柱構件兩側已新增混凝土牆構件，故對現有建物外觀與使用空間產生明顯變化。

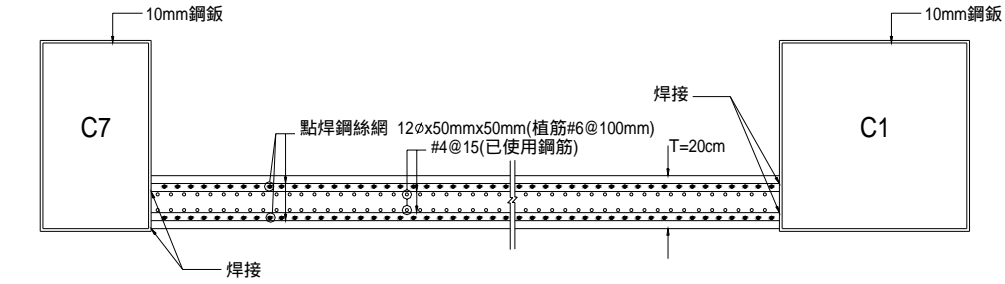
4. 施工可行性探討

- (a) 一般而言，加設混凝土翼牆主要係減少對現有使用空間之影響（如柱與柱間無法增設剪力牆、一樓店面騎樓設計等），惟實際施作完成後，仍對現有建物產生部分外觀改變與使用空間限制，需予以審慎評估及考量。
- (b) 原設計圖說未附註完整施工步驟，可能導致施工困擾或疑慮；另柱構件表面新增鋼筋焊接部分未見細部詳圖與說明，實際施作時恐將無法進一步規範施作標準。

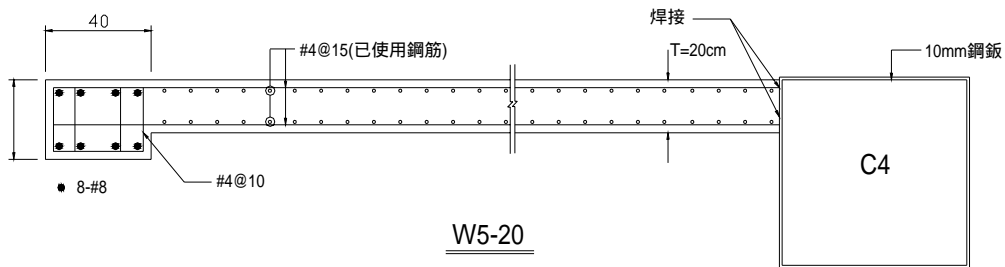
5. 參考單價分析表

單位：元

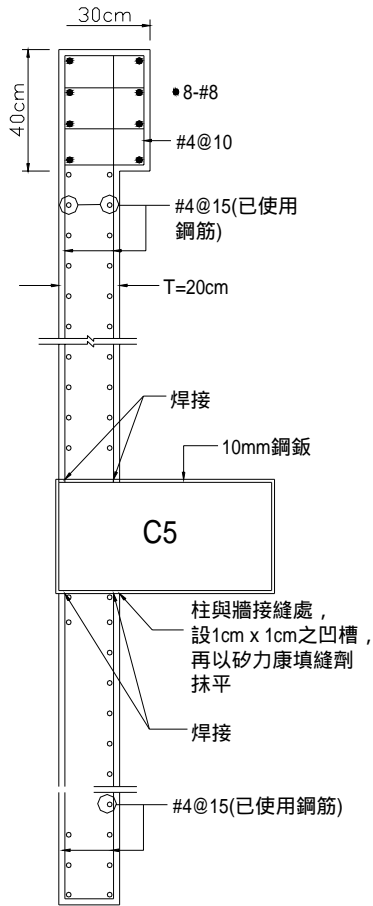
項目	工程項目及說明	單位	數量	單價	複價	備註
a	壹層新設剪力牆 W1					
	配置點焊鋼絲網	kg	71.0	15	1,065	
	植筋 #6	kg	107.0	9	963	
	清水模版組立及拆模	m ²	2.0	330	660	
	澆灌 Fc210 混凝土	m ³	0.2	1,260	252	
	1:2 防水水泥砂漿打底	m ²	2.0	305	610	
	貼磁磚或洗石子	m ²	2.0	1,000	2,000	
	周圍結構體補修	式	1.0	100	100	
	工具耗損	式	1.0	93	93	
	小 計	m ²			5,743	



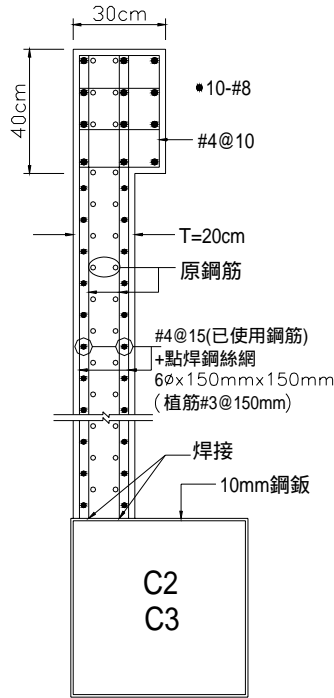
W1-20



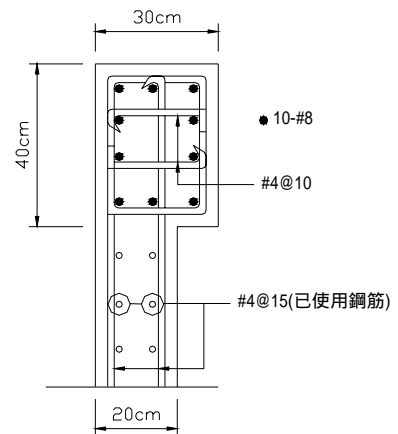
W5-20



W3-20



W2-20



撓曲鋼筋配置示意圖

說明：1.點焊鋼絲網 $F_y=5000\text{kg}/\text{cm}^2$

2.各剪力牆之位置詳S1-1至S1-6

3.剪力牆端部構件30cm*40cm之主筋，遇RC梁須植筋於RC梁內，植筋前須用鋼筋偵測器偵測鋼筋位置，以避免破壞鋼筋，遇梁鋼板時須將牆部構件30cm*40cm之主筋以8mm填角焊固定，詳大樣圖

4.本工程使用混凝土之抗壓強度 $F_c'=210\text{kg}/\text{cm}^2$

(二) 案例 2

1. 案例出處：南投縣各鄉鎮市中小學校舍結構補強工程。
2. 建物類別：校舍。
3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，原柱構件之側邊採鋼筋包覆柱斷面、植筋及搭接方式增設混凝土翼牆，因其具抗橫力作用，且將明顯改變原建物結構特質（如勁度與週期），故初步推估應可達到改善建物基本結構系統之補強效益。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

以增設翼牆的方式進行結構補強規劃，經研究證實為一有效的補強方法【2】，又本工法新增翼牆垂直向鋼筋採貫通樑及樓版方式延續，故其應力傳遞應屬可靠。惟考量整體建物力學傳遞連慣性，應注意力流分佈能否順利延伸及傳遞至建物基礎。另增設翼牆之後，會使樑之淨跨度減少，若樑之抗剪能力不足，則容易發生剪力破壞的情形。因此在評估設置翼牆後結構耐震能力時，必須將此點列入考慮範圍內。此外，原設計中距柱遠端似未考量端構材設計，故其實際效益有待進一步釐清。

(c) 建議改善方式：翼牆遠端增設端構材設計。

(d) 對建築物服務性之影響：

因原柱構件兩側已新增混凝土牆構件，故對現有建物外觀與使用空間、設施等產生明顯變化與影響。

4. 施工可行性探討

- (a) 原設計翼牆厚度與柱同寬，故實際施作完成後，對現有建物勢必產生明顯外觀改變與使用空間限制，需予以審慎評估及考

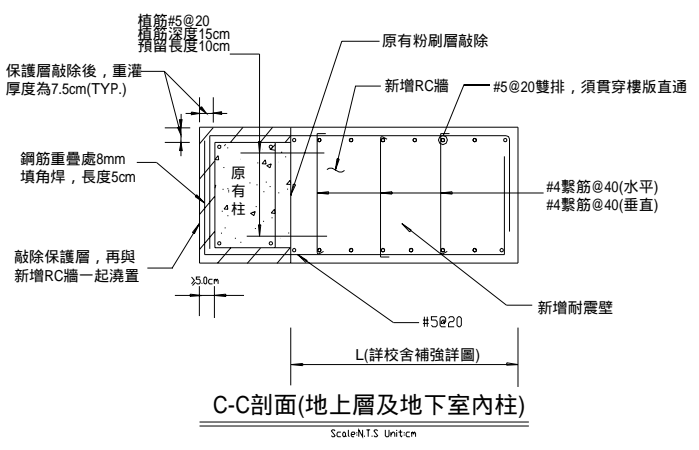
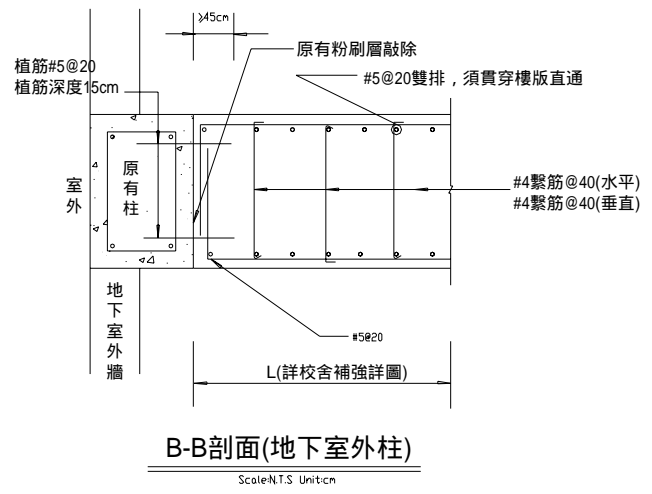
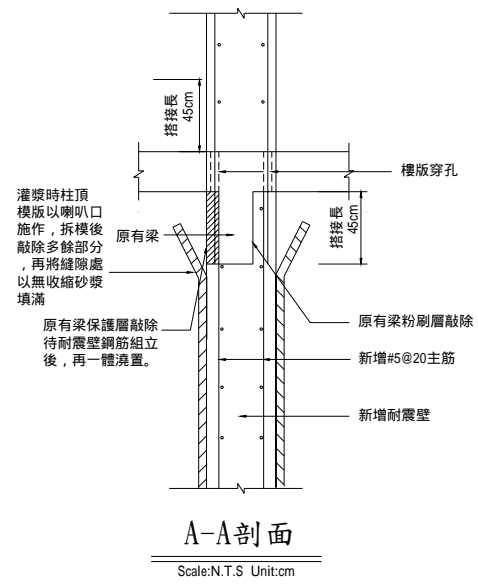
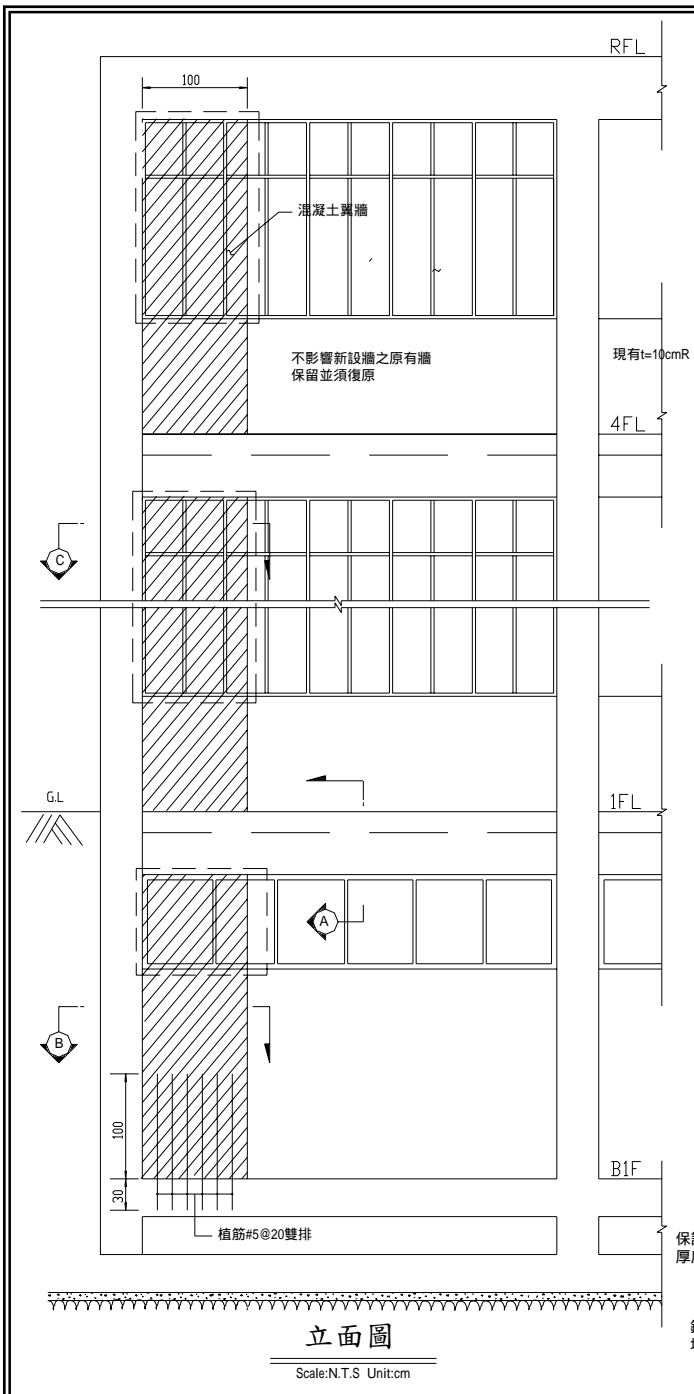
量。

(b) 由於學校建築配置較著重使用空間考量與限制，故對柱間距較小之校舍或其他建築物，應避免使用此種補強方法。

5. 參考單價分析表

單位：元

項次	7	工程項目	增設翼牆(保護層敲除型層,與柱同寬)				單位:m ²
工料名稱		單位	數量	單價	複價	備註	
1.	210Kg/cm ²	混凝土	m ³	0.66	2,100.0	1,386.0	含澆置搗實
2.		鋼筋	Kg	80.86	16.0	1,293.8	含彎紮組立
3.		清水模板	m ²	2.00	500.0	1,000.0	含組立及拆模
4.		植筋(#5)	支	10.69	200.0	2,138.0	含鑽孔及藥劑
5.		原有磚牆敲除	m ²	1.00	200.0	200.0	含清除運棄
6.		混凝土敲除	m ³	0.09	5,000.0	450.0	多餘部分及保護層,含清潔表面
7.		樓版鑽孔	處	2.78	100.0	278.0	供主筋貫穿
8.		披土、打磨及刷水泥漆	m ²	2.00	110.0	220.0	或用原裝修材復原
9.		零星工料	式	1.00	694.2	694.2	
每 m ² 單價計						7,660.0	



- 施工步驟:**
1. 將欲增設耐震壁位置梁、柱粉刷層敲除、鑽孔並清理表面至無粉塵為止，若有隔間牆時，則須將隔間牆敲除完成後，申報勘驗。
 2. 梁柱植筋、鋼筋彎紮。
 3. 鋼筋彎紮完成後申報勘驗，待勘驗通過後再行封模。
 4. 封模預留喇叭口以便澆置混凝土，澆置混凝土時需以模外震動器配合施工。
 5. 混凝土澆置完成後再敲除喇叭口部份混凝土，並以無收縮砂漿填補未灌滿部分。
 6. 披土打磨並刷水泥漆 顏色配合週邊環境 及週邊損壞復原

增設混凝土翼牆詳圖

(三) 案例 3

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。
2. 建物類別：集合式住宅 (B1/15F)。
3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，原柱構件（已擴大柱斷面補強）之側邊採鋼筋錨錠及搭接方式增設混凝土翼牆，因其具抗橫力作用，且將明顯改變原建物結構特質（如勁度與週期），故初步推估應可達到改善建物基本結構系統之補強效益。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

以增設翼牆的方式進行結構補強規劃，經研究證實為一有效的補強方法【2】，又本工法新增翼牆垂直向鋼筋採貫通樑及樓版方式延續，且新增水平向鋼筋均錨錠於原柱擴大斷面內，故其應力傳遞應屬可靠。惟考量整體建物力學傳遞連慣性，應注意力流分佈能否順利延伸及傳遞至建物基礎。另增設翼牆之後，會使樑之淨跨度減少，若樑之抗剪能力不足，則容易發生剪力破壞的情形，因此在評估設置翼牆後結構耐震能力時，必須將此點列入考慮範圍內。

(c) 建議改善方式：無。

(d) 對建築物服務性之影響：

因原柱構件兩側已新增混凝土牆構件，故對現有建物外觀與使用空間、設施等產生明顯變化與影響。

4. 施工可行性探討

- (a) 原設計翼牆厚度與樑同寬，故實際施作完成後，對現有建物勢必產生明顯外觀改變與使用空間限制，需予以審慎評估及考

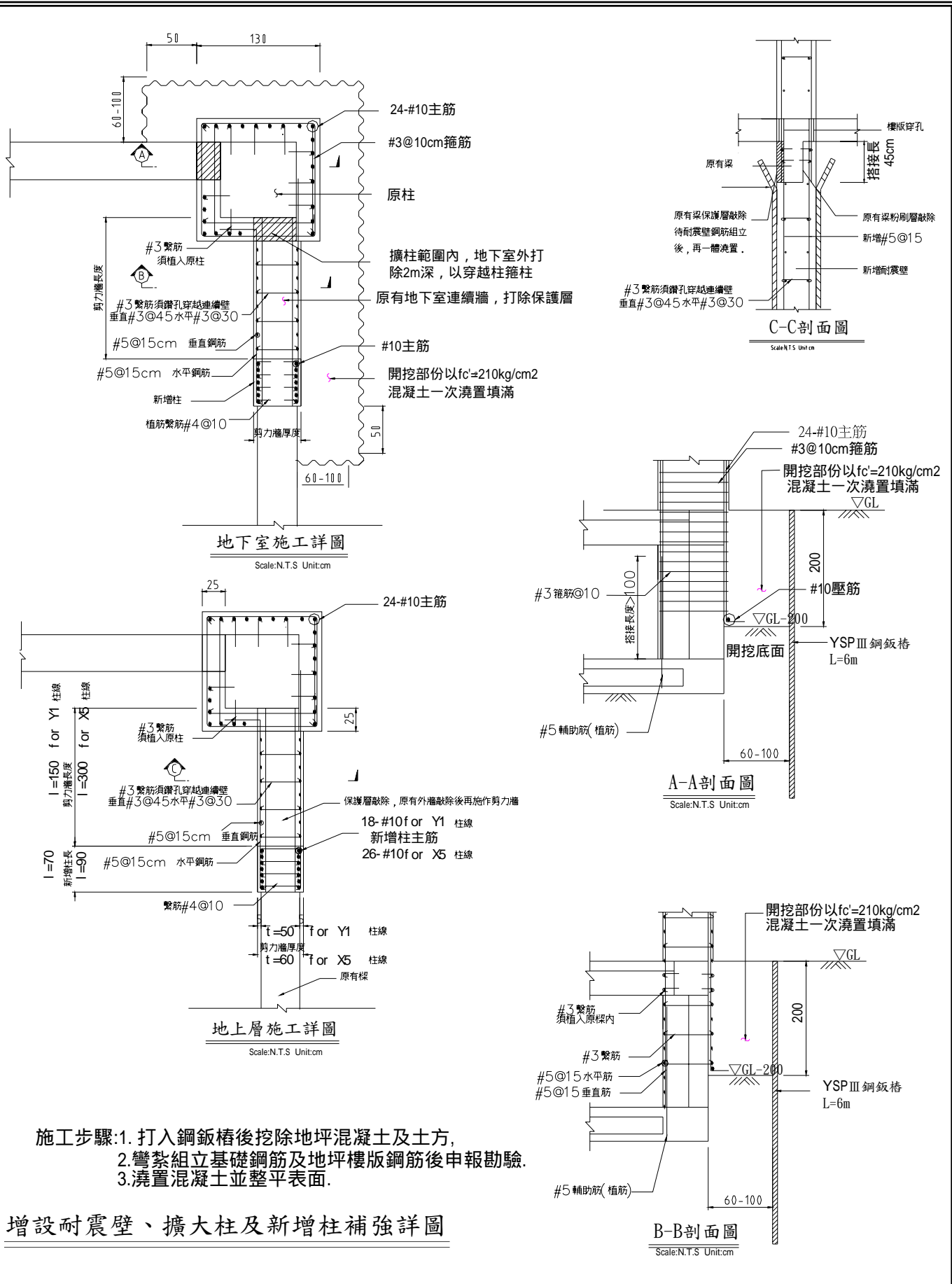
量。

(b) 實際施工過程中，因施工動線所需對周邊附屬設備或空間可能造成局部影響，施工時應予以特別考量。

5. 參考單價分析表（僅提供新增耐震壁部分）

單位：元

項次	A-1.7	工程項目	新增耐震壁(t=50cm)				單位: m ²
工料名稱			單位	數量	單價	複價	備註
1.		210Kg/cm ² 混凝土	m ³	0.50	1,980.0	990.0	含澆置搗實
2.		鋼筋	Kg	65.68	16.5	1,083.7	含彎紮組立
3.		模板	m ²	2.00	400.0	800.0	含組立及拆模
4.		原有牆體敲除	m ²	1.00	900.0	900.0	含清除運棄
5.		混凝土敲除	m ³	0.05	4,949.4	247.5	多餘部分及保護層,含清潔表面
6.		樓版鑽孔	處	2.78	100.0	278.0	供主筋貫穿
7.		批土、粉光及刷水泥漆	m ²	2.00	250.0	500.0	或用原裝修材復原
8.		零星工料	式	1.00	250.8	250.8	含週邊損壞復原
每 m ² 單價計						5,050.0	



- 施工步驟: 1. 打入鋼板樁後挖除地坪混凝土及土方,
2. 彎紮組立基礎鋼筋及地坪樓版鋼筋後申報勘驗.
3. 澆置混凝土並整平表面.

增設耐震壁、擴大柱及新增柱補強詳圖

(四) 案例 4

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。
2. 建物類別：集合式住宅 (B1/11F)。
3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，原柱構件（已擴大柱斷面補強）之側邊採鋼筋錨錠及搭接方式增設混凝土翼牆，因其具抗橫力作用，且將明顯改變原建物結構特質（如勁度與週期），故初步推估應可達到改善建物基本結構系統之補強效益。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

以增設翼牆的方式進行結構補強規劃，經研究證實為一有效的補強方法【2】。惟增設翼牆之後，會使樑之淨跨度減少，若樑之抗剪能力不足，則容易發生剪力破壞的情形，因此在評估設置翼牆後結構耐震能力時，必須將此點列入考慮範圍內。

(c) 建議改善方式：無。

(d) 對建築物服務性之影響：

因原柱構件兩側已新增混凝土牆構件，故對現有建物外觀與使用空間、設施等產生明顯變化與影響。

4. 施工可行性探討

(a) 增設翼牆施作完成後，對現有建物勢必產生明顯外觀改變與使用空間限制，需予以審慎評估及考量。

(b) 實際施工過程中，因施工動線所需對周邊附屬設備或空間可能造成局部影響，施工時應予以特別考量。

(c) 原設計水平向鋼筋號數標示前後不一（示意圖：#4@10cm，斷面 A：#6@12cm）。

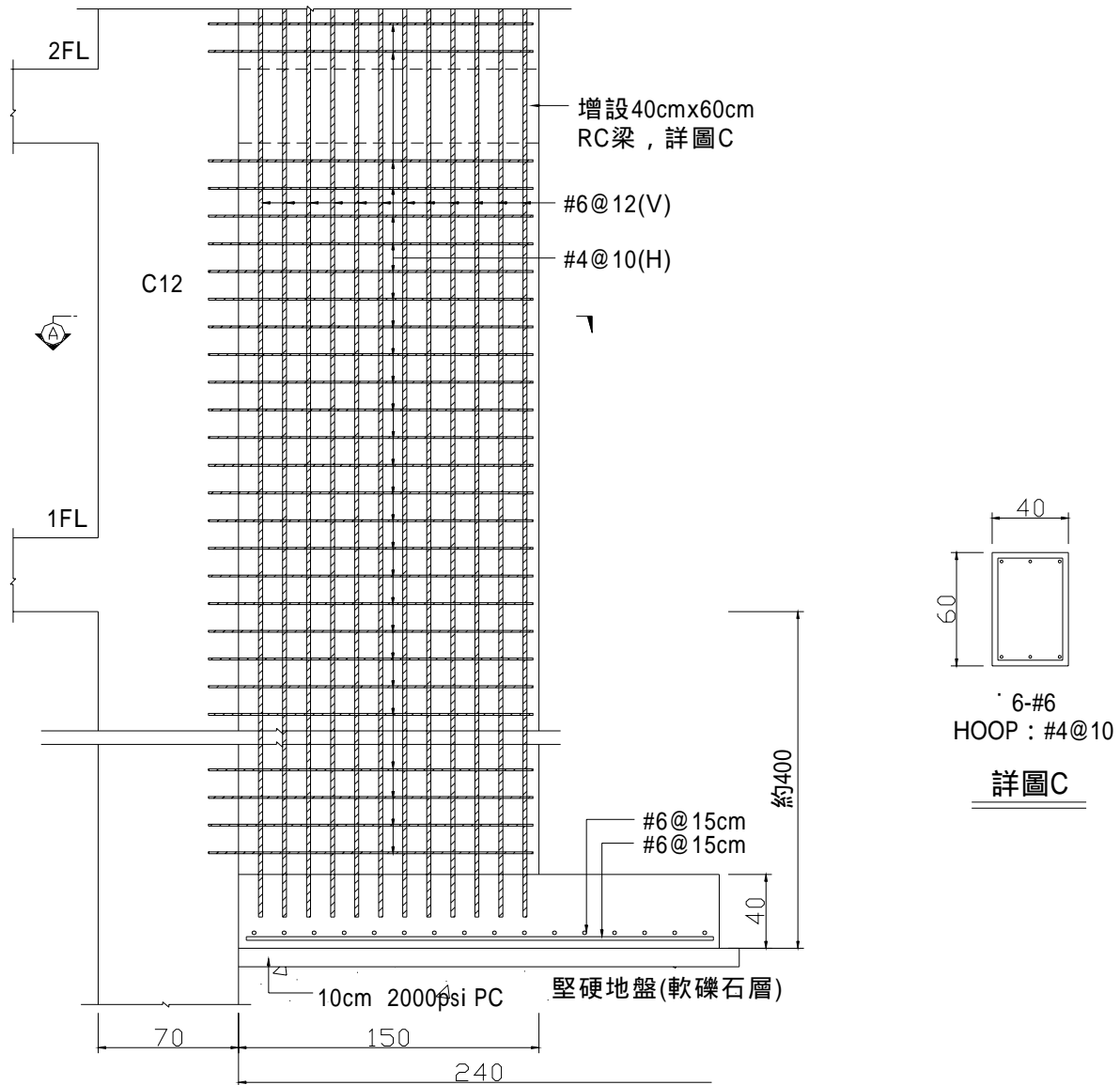
5. 參考單價分析表

單位：元

項次	7	工程項目	加設翼牆				單位:m ²
工料名稱			單位	數量	單價	複價	備註
1.		210Kg/cm ² 混凝土	m ³	0.66	2,100.0	1,386.0	含澆置搗實
2.		鋼筋	Kg	80.86	16.0	1,293.8	含彎紮組立
3.		清水模板	m ²	2.00	500.0	1,000.0	含組立及拆模
4.		植筋(#4#6)	支	10.69	200.0	2,138.0	含鑽孔及藥劑
5.		原有磚牆敲除	m ²	1.00	200.0	200.0	含清除運棄
6.		混凝土敲除	m ³	0.09	5,000.0	450.0	
7.		樓版鑽孔	處	2.78	100.0	278.0	供主筋貫穿
8.		披土、打磨及刷水泥漆	m ²	2.00	110.0	220.0	或用原裝修材復原
9.		零星工料	式	1.00	694.2	694.2	
			每 m ²	單價計		7,660.0	

編號 ① 補強方式：柱加30cm厚翼牆

編號 ⑥ 補強方式：增設翼牆基礎

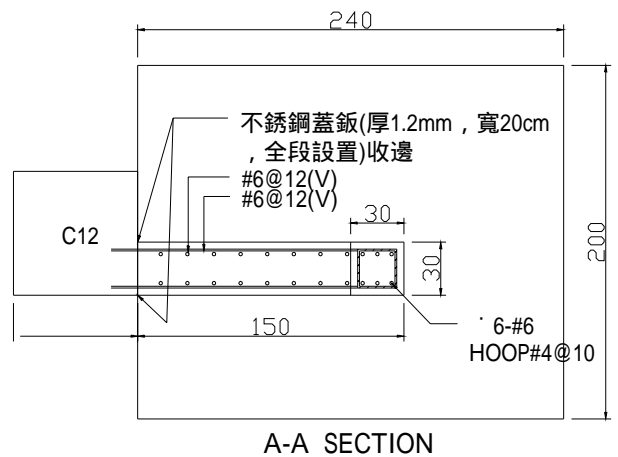


壹層 柱C12 加設翼牆施工示意圖

SCALE: N.T.S

施工步驟：

1. 將欲植筋處之梁面粉刷層敲除且打毛保層。
2. 以鋼筋探測機測出梁主、箍筋位置。
3. 避開鋼筋位置，植入計算所得鋼筋號數及根數。
4. 鋼筋組立完成後封模，並於頂端預留灌漿口，灌注 280kg/cm² 混凝土(最大粒徑Dmax3/8")。
5. 以1：3水泥砂漿粉刷後，恢復原外觀。



5-2-3 加設斜撐補強工法

(一) 案例

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。
2. 建物類別：集合式住宅 (B2/16F)。
3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

本工法與增設耐震壁的結果相似，但主要是藉著新設置之斜撐承擔系統額外之側向力，以提高結構系統橫向之抗剪能力，並增加側向勁度。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

由於考量原構架加設鋼框斜撐後，結構體在斜撐附近之勁度增大，會導致應力皆集中於此處，尤其是在斜撐與混凝土樑柱接合處經常是結構系統之新弱點。因此與斜撐相連接之樑柱，必須針對彎矩及剪力強度加以檢核。另外，亦必須檢核與斜撐相連接之基礎，是否因外力集中，而產生傾覆或基礎上揚。

(c) 建議改善方式：

增設之斜撐必須自增設之樓層起，一直設置至基礎部分為止，以確保剪力能夠順利傳遞至基礎。

(d) 對建築物服務性之影響：

本工法係於原樑柱構架間新增鋼框斜撐構架，故對現有建物外觀與使用空間、設施等產生明顯變化與影響。

4. 施工可行性探討

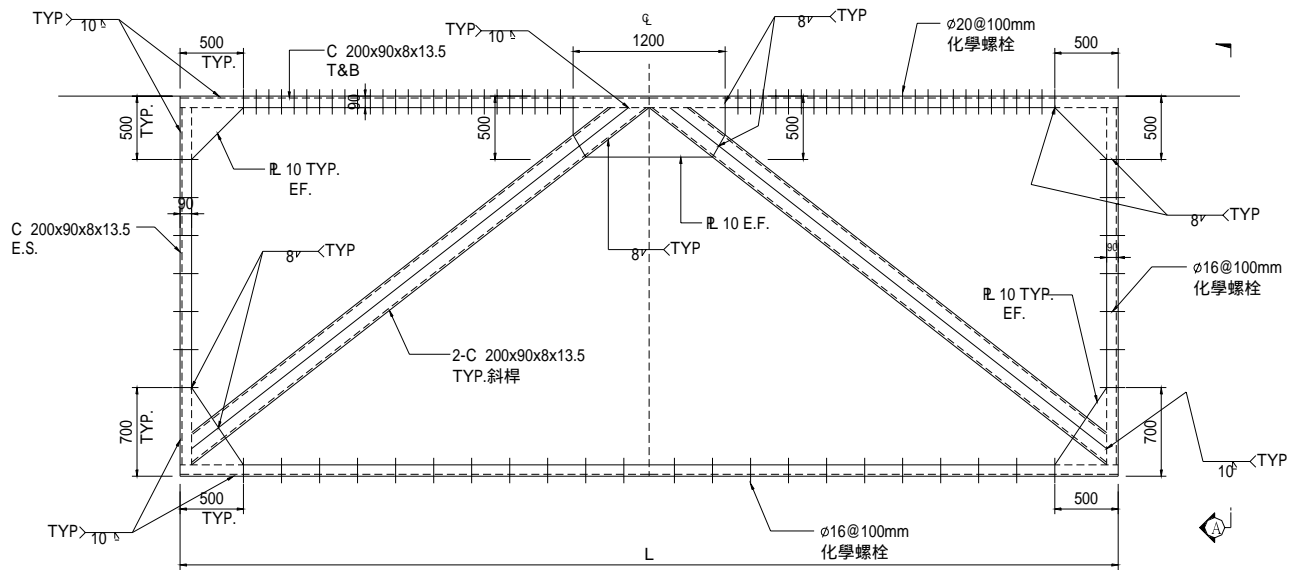
- (a) 本工法鋼筋化學錨栓施作次數頻繁，故實際施工過程中應需注意避免破壞舊有樑柱構件鋼筋配置或管線。

(b) 本工法無論就對現有建物外觀及使用空間、機能等影響顯著，故設計時應謹慎評估與考量。

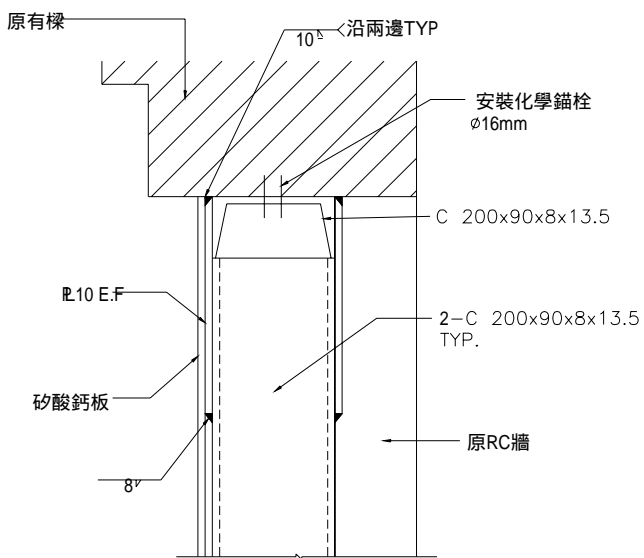
5. 參考單價分析表

單位：元

編號	29	工程項目	鋼框剪力牆 B1KX1				單位	處
工料名稱		說明	單位	數量	單價	總價	附註	
1.	鋼料		kg	1,488.63	11	16,375		
2.	化學錨栓	直徑 20mm	支	94.00	180	16,920		
3.	化學錨栓	直徑 16mm	支	54.00	160	8,640		
4.	技術工		工	1.60	1,800	2,880		
5.	無收縮水泥砂漿灌補	.	樁	1.00	2,500	2,500		
6.	矽酸鈣板	6mm	m ²	65.00	180	11,700	兩面	
7.	零星工料		式	1.00	1,770	1,770		
每處單價計						60,785		

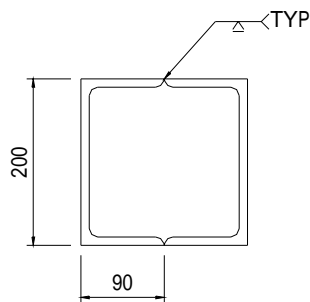


鋼框剪力牆立面圖



斷面圖

Scale:N.T.S



斜桿組合圖

Scale:N.T.S

鋼框剪力強補強施工步驟：

- (1)化學錨栓之施作
- (2)鋼骨斜撐之製作
- (3)接合部以無收縮水泥砂漿灌注
- (4)完成後面封矽酸鈣板，面刷漆，顏色同樓層其他牆面

符號說明：

- (1)C代表槽鋼，本工程槽鋼採用標準截面尺度為H*B*t1*t2=200*90*8*13.5
- (2)P代表鋼板，本工程採用版厚10mm之鋼板
- (3)T&B代表Top and Bottom
- (4)TYP.代表TYPICAL
- (5)E.F.代表Each Face
- (6)E.S.代表Each Side
- (7)本工程所採用之化學錨栓詳圖之說明

備註：

於安裝化學錨栓前，先用鋼筋探測器確認鋼筋之間距後，再行安裝化學錨栓，以避免破壞到主筋。

5-2-4 加設外側構架補強工法

(一) 案例

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。
2. 建物類別：集合式住宅 (B1/8F)。
3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

本工法針對現有建物結構，採增設外側鋼構架連結方式，以有效改善原不良平面配置 (近似 C 型) 之結構行為。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

結構平面配置好壞常攸關整體建物力學行為與力量分配均勻性。對於本棟不良結構配置 (C 型) 而言，藉由新增構架連結方式，實質改善整體結構配置，並以達成力量重新均勻分配為主要目的。又增設之外側鋼構架須具有足夠的強度及勁度，在地震時除承受自身的地震力，且能分擔原結構體之地震力。若設計不當，恐反將造成建物之負擔。另新增構架與原構架間接和部分為本工法設計重點，尤因新舊斷面或使用材料不同，而產生力量分擔與傳遞問題，應需特別考量、分析與計算。

(c) 建議改善方式：無。

(d) 對建築物服務性之影響：

由於本工法係於原建物結構體外側採新增鋼構架連結，對現有建物外觀影響最為明顯，此外因新增鋼構架含柱、樑、斜撐等構件，對原建物使用空間、設施等亦可能產生影響或限制。

4. 施工可行性探討

- (a) 由於新設構架緊鄰原結構體施工，因此在開挖及施工之時，須

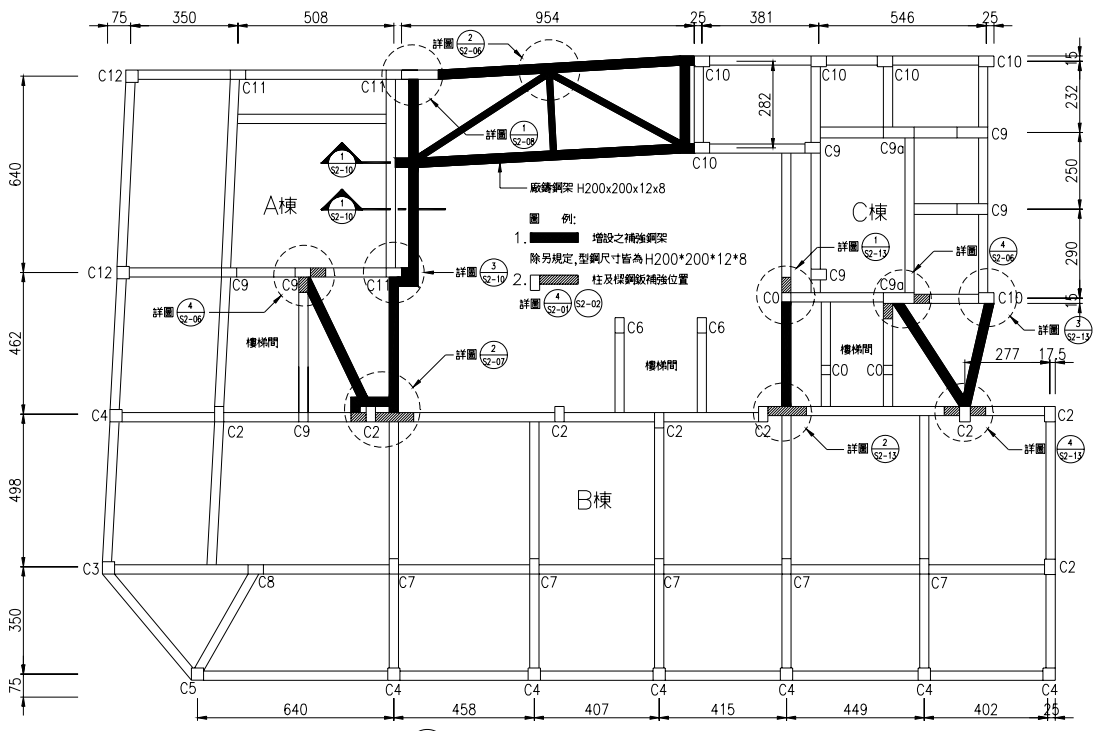
注意勿損及原有樑、柱基礎部分，以免造成整體強度降低。

(b) 鋼構架與原 RC 構件間接頭設計多採化學錨栓方式，實際施工過程中應需注意避免破壞舊有 RC 構件鋼筋配置或管線。

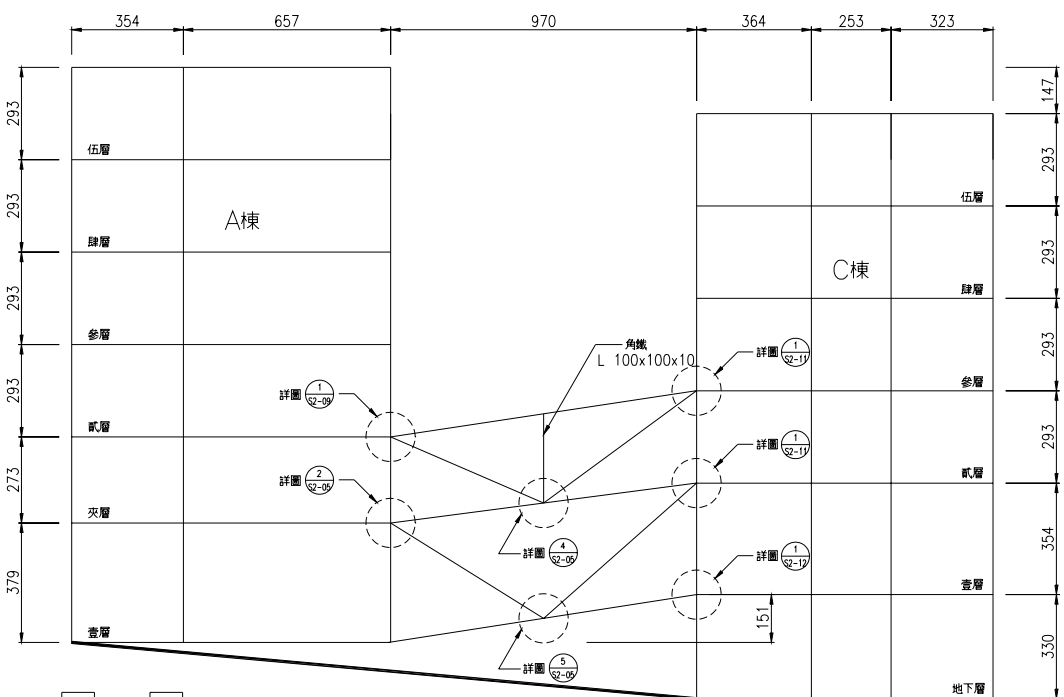
5. 參考單價分析表

單位：元

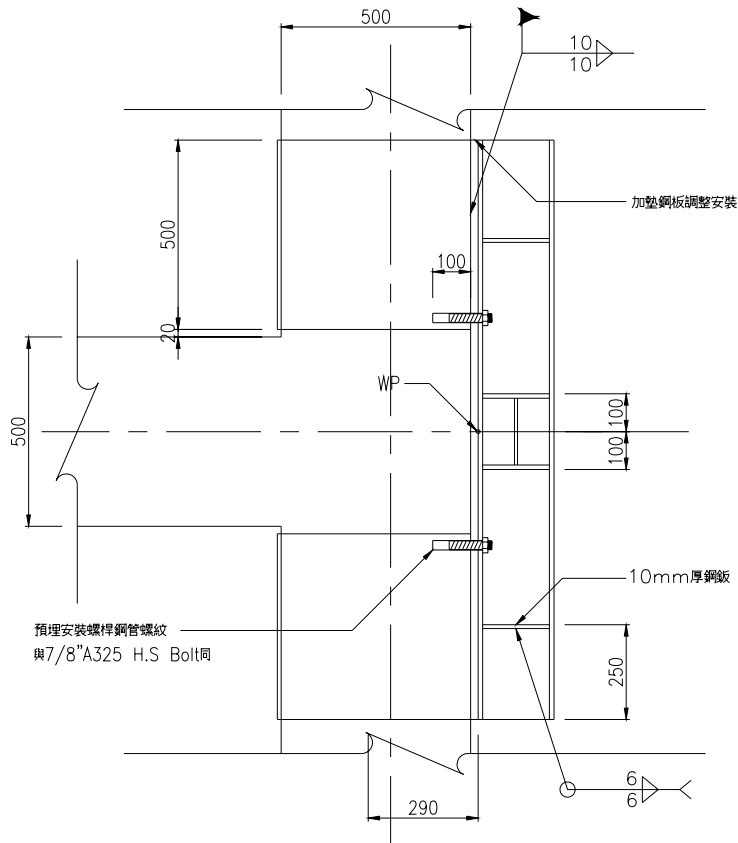
號數	B-1	工程項目	鋼骨製作、組立			單位	T
工料項目	說明		單位	數量	單價	複價	備註
鋼料			噸	1.00	14,600.00	14,600.00	
製作圖			式	1.00	160.00	160.00	
現寸型板及畫線工			工	1.50	1,500.00	2,250.00	
剪裁鋼板工			工	1.00	1,500.00	1,500.00	
材料校正工			工	0.60	1,500.00	900.00	
鍛製及加熱校正工			工	0.60	1,500.00	900.00	
鑽孔及整孔工			工	0.50	1,500.00	750.00	
機械及人工加工			工	0.60	1,500.00	900.00	
拼裝工			工	3.00	1,500.00	4,500.00	
焊裝工			工	1.50	1,500.00	2,250.00	
整修工			工	3.00	1,500.00	4,500.00	
工廠機具費			式	1.00	1,400.00	1,400.00	
焊條、乙炔、氧氣			式	1.00	500.00	500.00	
表面清洗除鏽處理			式	1.00	2,500.00	2,500.00	
第一道加鍍鋅			度	1.00	3,000.00	3,000.00	t=30um
第二道加鍍鋅			度	1.00	3,000.00	3,000.00	t=30um
防火被覆補強網及鐵件			m ²	20.00	900.00	18,000.00	2 小時鏝塗施作
面漆一底二度			m ²	20.00	250.00	5,000.00	
組裝工資			式	1.50	1,500.00	2,250.00	
鋼骨檢查及實驗費			式	1.00	300.00	300.00	
工地焊接			式	1.00	2,750.00	2,750.00	
材料運費及組立吊車費			kg	1,000.00	2.00	2,000.00	
工料損耗			式	1.00	340.00	340.00	
小計						4,114,650	



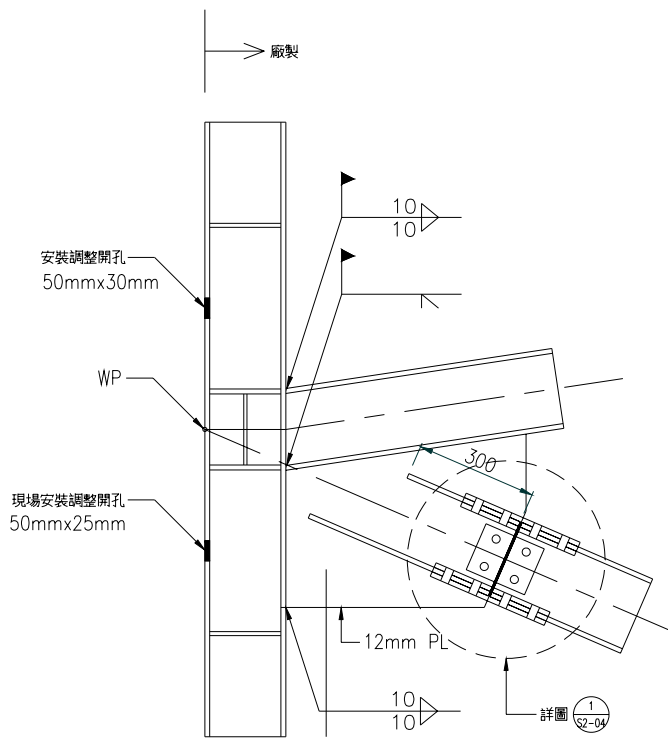
S1-04 貳層結構增設鋼架補強位置平面圖 SCALE=1/100



S1-05 增設補強鋼架立面圖 SCALE=1/100



1
S2-03 標準柱鋼板接頭詳圖
SCALE=1/10 UNIT=mm



2
S2-03 標準柱鋼板接頭詳圖
SCALE=1/10 UNIT=mm

5-2-5 加設中間柱補強工法

(一) 新增 RC 柱補強工法案例

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。
2. 建物類別：集合式住宅 (B1/12F)。
3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

依原設計圖說內容，原樑柱構架間採新增柱構件方式，惟因新增柱設計僅施作至二樓樑底，且端部未採固接方式，而係以滾支承座方式設計（原設計圖中詳圖 A），故初步推估原設計可能僅針對原構架變形控制為考量，且避免端部接頭採固接方式而改變現有構架力學行為。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

由於原設計新增柱僅施作至二樓，且二樓頂部未與原構架連接，故其對現有建物結構力學行為影響不大。另考量新增柱補強工法對現存既有構架系統可能形成顯著影響，如結構週期與行為改變、內力重新分配等，故於規劃本工法時原設計者應審慎分析評估與計算。

(c) 建議改善方式：無。

(d) 對建築物服務性之影響：

由於地下室及一樓構架間新增柱構件，對現有建物外觀及使用空間、設施等可能產生局部影響或限制。

4. 施工可行性探討

- (a) 二樓樑底鋼製支承座與新增柱間接和及施工順序需慎重考量，且化學錨栓施作時避免破壞原樑構件鋼筋配置。

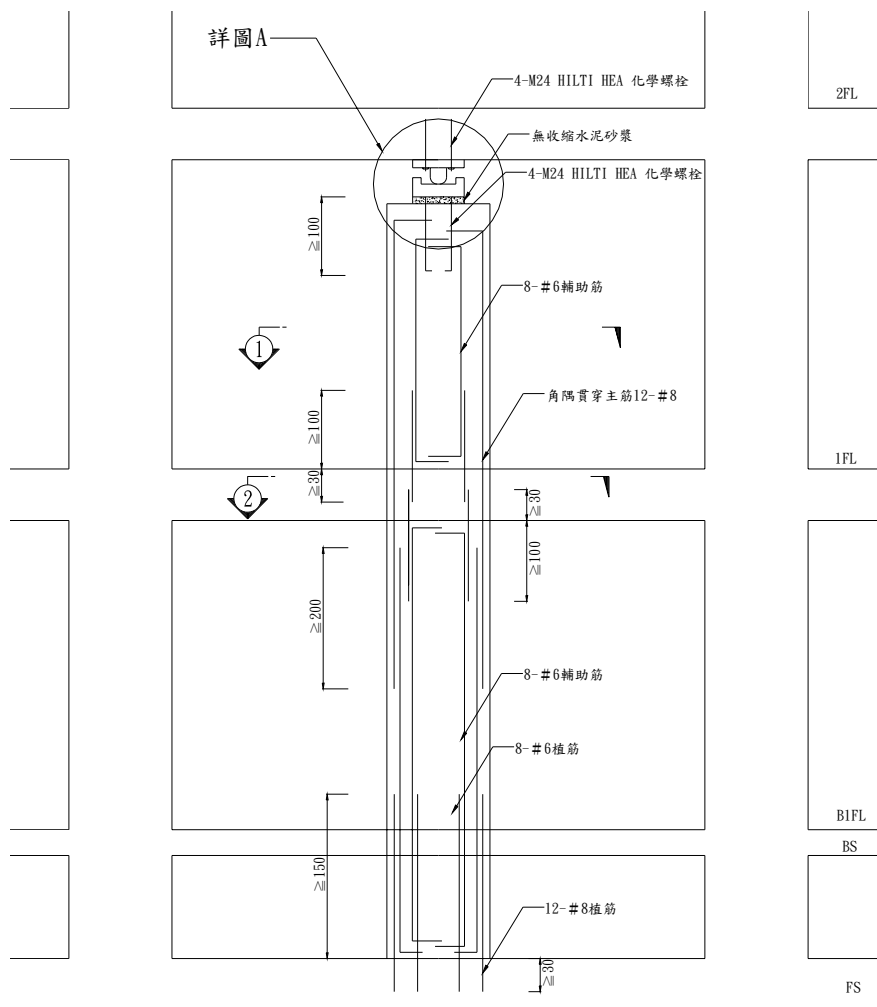
(b) 新增柱主筋自原建物筏基底版植筋開始，並貫通樓版接續，其中筏基底版施作時需注意避免破壞原筏基內可能使用規劃，如污水池、化糞池等。另主筋貫通樓版時，樑柱接頭區箍筋施作動線較受限制，施作過程中亦需謹慎避免破壞該處原鋼筋配置與周邊設備等。

5. 參考單價分析表

單位：元

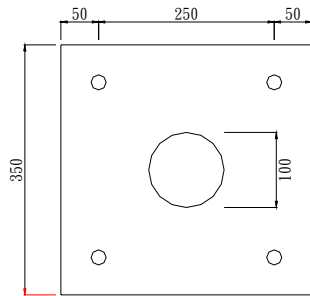
項次	12	工程項目	新增RC柱補強(80cm×70cm)				單位:m
	工	料	單	數	單	複	備
	名	稱	位	量	價	價	註
1.	210Kg/cm ²	混凝土	m ³	0.56	1850.0	1,036.0	含澆置搗實
2.	鋼筋		Kg	149.96	15.0	2249.4	含彎紮組立
3.	模板		m ²	3.00	450.0	1,350.0	含組立及拆模
4.	臨時支撐		式	1.00	300.0	300.0	
5.	原有結構體	敲除	m ³	0.62	3,000.0	1,848.0	含運棄
6.	支撐鋼座		式	1.00	2,600.0	2,600.0	含螺栓及各細部設計施作項
7.	表面飾材(磁磚或油漆)		m ²	3.00	400.0	1,200.0	需配合周邊現況形式
8.	零星工料		式	1.00	1,116.6	1,116.6	含週邊損壞復原
每 m 單價計						11,700.0	

項次	13	工程項目	新增RC柱(80cm×70cm)基礎補強				單位:處
	工	料	單	數	單	複	備
	名	稱	位	量	價	價	註
1.	210Kg/cm ²	混凝土	m ³	3.60	1,850.0	6,660.0	含澆置搗實
2.	原有地坪	敲除	m ³	0.36	2,500.0	900.0	含彎紮組立
3.	鋼筋		kg	224.94	15.0	3,374.1	含組立及拆模
4.	挖方		m ³	3.96	800.0	3,168.0	
5.	棄方		m ³	3.96	300.0	1,188.0	含運棄
6.	鋼切	切除	式	1.00	200.0	200.0	需配合現況採磁磚或水泥漆
7.	零星工料		式	1.00	1,509.9	1,509.9	含週邊損壞復原
每 處 單價計						17,000.0	



大門穿廊新增柱施工詳圖

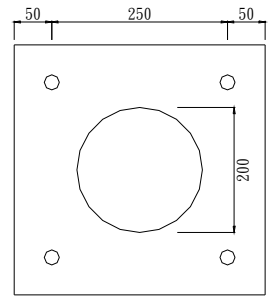
Scale:N.T.S Unit:cm



上支承座詳圖

Scale:N.T.S Unit:mm

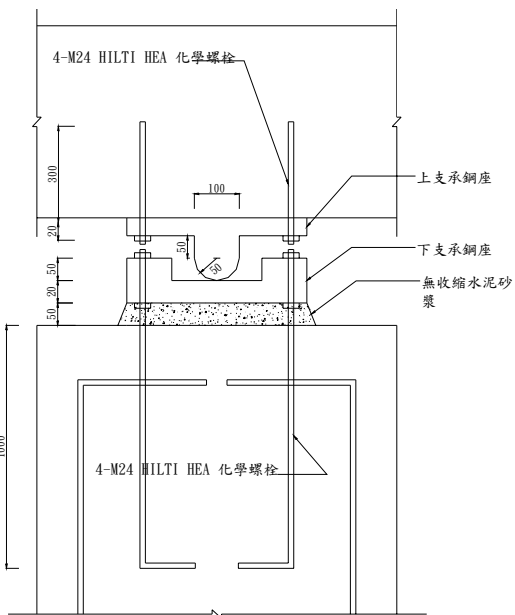
(鍛造一體成型, 完成後鍍鋅, 再運至現場安裝)



下支承座詳圖

Scale:N.T.S Unit:mm

(鍛造一體成型, 完成後鍍鋅, 再運至現場安裝)



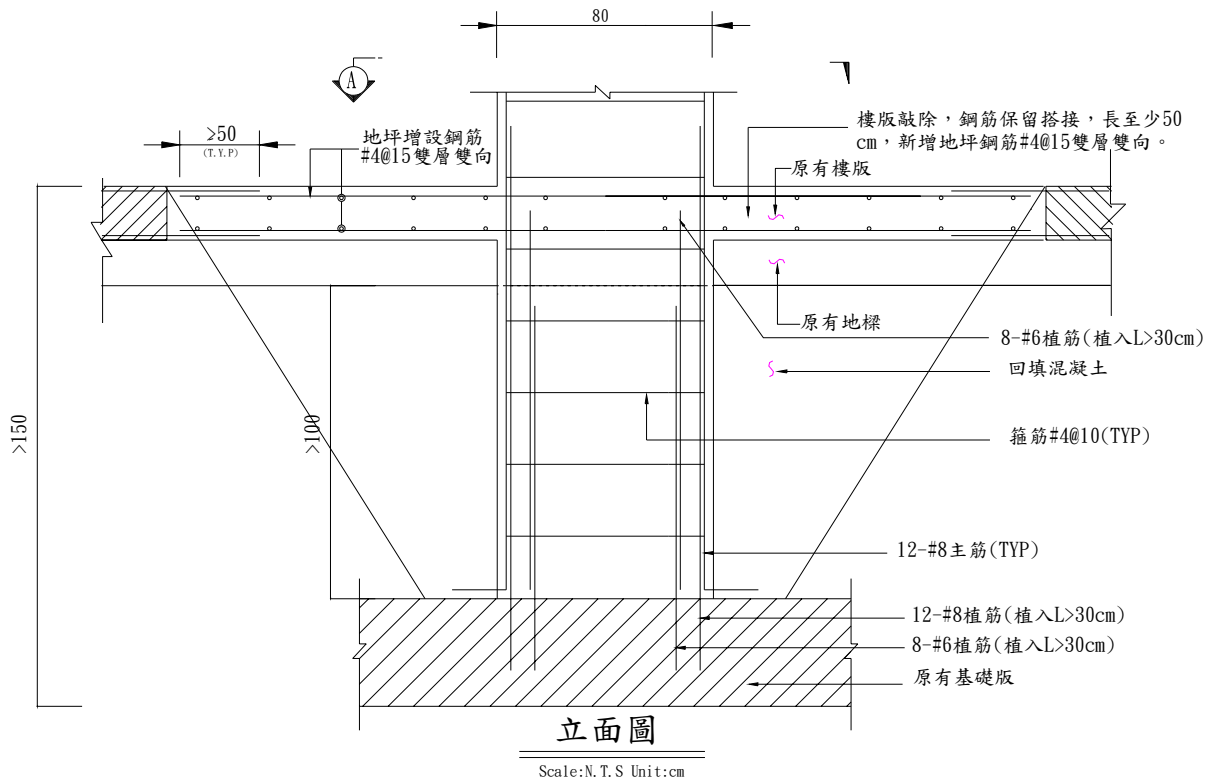
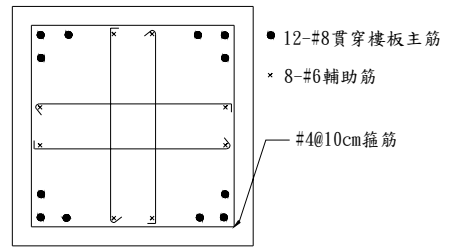
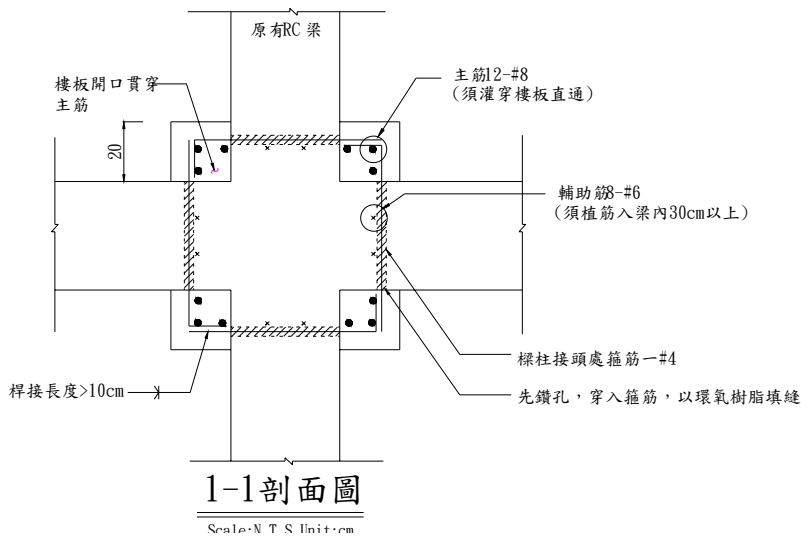
詳圖A

Scale:N.T.S Unit:mm

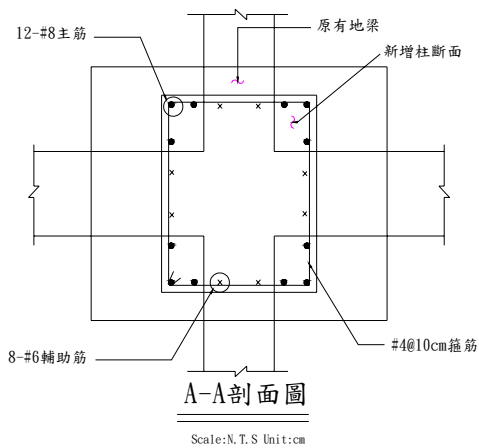
新增 RC 柱補強詳圖

施工步驟:

1. 將原有標粉刷層打除, 並清理表面至無粉塵為止, 完成後申報勘驗。
2. 樓版穿孔梁位植筋後, 同時彎紮柱鋼筋。
3. 鋼筋彎紮完成後申報勘驗, 待勘驗通過後再行封模。
4. 封模預留喇叭口以便澆置混凝土, 澆置混凝土時需以模外震動器配合施工。
5. 混凝土澆置完成後再敲除喇叭口部分混凝土, 並以無收縮砂漿填補未灌滿部分。
6. 週邊損傷復原。



註：輔助筋須延伸至地樑頂部並植筋入地樑30cm。



施工步驟：

1. 依圖說將結構體應打除部份敲除
鑽孔，完成後申報勘驗。
2. 鋼筋組立、植筋後申報勘驗。
3. 澆置混凝土。

新增 RC 柱基礎補強詳圖

5-2-6 加設附屬鋼構架補強工法

(一) 案例

1. 案例出處：築巢專案－協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫。
2. 建物類別：集合式住宅 (B1/8F)。
3. 基本力學初步分析

(a) 設計原意探討：

本工法應係考量樑柱構架系統載重能力不足，或構件有受損的情形，但由於室內使用空間的限制，無法採增設耐震壁，或加設斜撐補強工法，故採本方法予以補強。

(b) 對應 RC 基本力學之說明與可能疑義：

以增設附屬鋼構架的方式補強樑柱結構系統，主要在增加樑柱構件之抗剪及抗彎能力，而對於整體結構之側向勁度而言，並不會像增設剪力牆或斜撐一般會明顯的提高。不過相對由於構件勁度增加，故仍會有地震力集中的現象。因此對於附近相連接的樑柱，必須審慎檢核是否因增設附屬構架後，而出現剪力或撓曲的破壞情形發生。

(c) 建議改善方式：無。

(d) 對建築物服務性之影響：

新增鋼構架除佔有部分使用空間外，對現有建物外觀亦有明顯改變。

4. 施工可行性探討

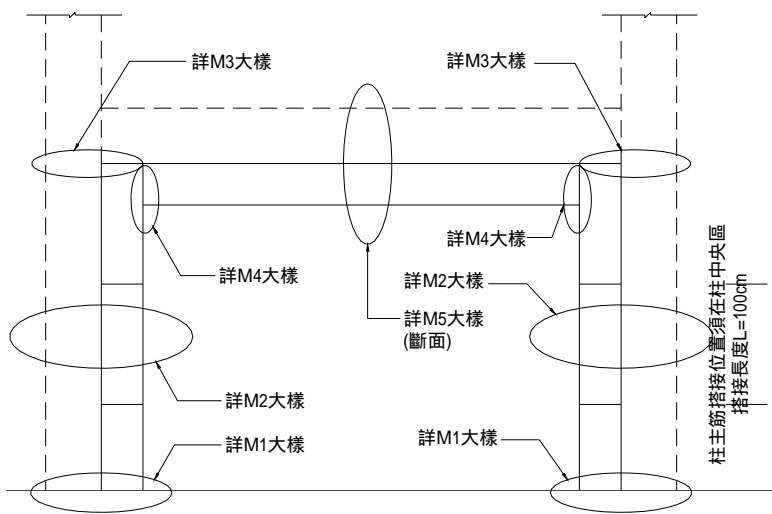
- (a) 本工法主要採鋼骨鋼筋混凝土方式增設門架，其中外圍柱箍筋係以兩個 U 型箍筋焊接，惟原設計圖未進一步說明採何種方式焊接，如預留鋼筋搭接及焊接或對焊等。

(b) 另門架兩側柱底部採植筋及設置底板及化學錨栓固定方式，然因一般樑構件上側主筋排列較緊密，故實際施作時應需注意避免破壞舊有樑構件鋼筋配置或管線。同理，柱構件表面植筋亦需謹慎避免上述現況發生。

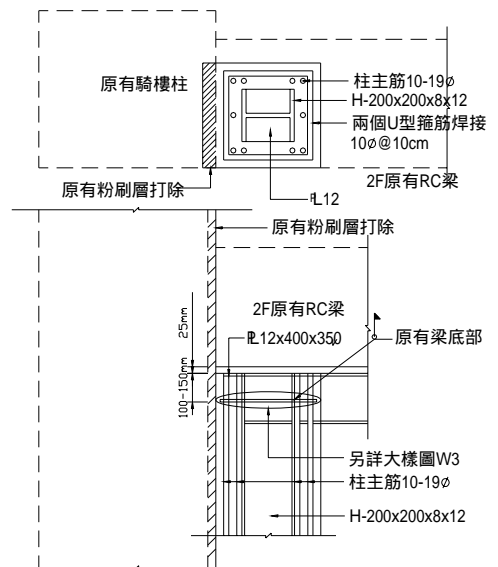
5. 參考單價分析表

單位：元

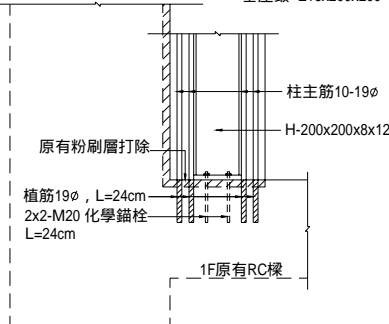
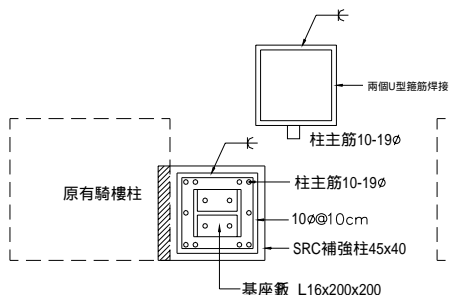
項次	項 目	單位	數量	單價	複價	備註
1-5	增設正面門架補強工程					
1	原有粉刷層打除	m ²	103.00	110.0	11,330.0	
2	鋼骨材料加工及按裝	式	1.00	190,000.0	190,000.0	
3	鋼筋及加工組立	kg	3321.0	17.0	56,457.0	
4	植筋(19ψ)	支	280.00	155.0	43,400.0	
5	植筋(13ψ)	支	405.00	55.0	22,275.0	
6	模板加工及組立	m ²	125.30	400.0	50,120.0	
7	2800kg/cm ² 混凝土(含搗築)	m ³	14.00	1,900.0	26,600.0	
8	空隙以保麗龍填充,兩側以矽利康封邊	m	52.50	500.0	26,250.0	
9	鋼樑底部塗佈環氧樹脂接著劑	kg	21.00	450.0	9,450.0	
10	剪力釘	支	812.00	25.0	20,300.0	
11	翼牆磚牆打除運棄	m ³	6.72	2,250.0	15,120.0	
12	焊接工程	式	1.00	25,000.0	25,000.0	
13	基座鈹(PL-16)	塊	14.00	500.0	7,000.0	
14	聯接鈹(PL-12)	塊	28.00	300.0	8,400.0	
15	聯接鈹(PL-9)	塊	28.00	200.0	5,600.0	
16	高拉力螺栓(M20、F10T)	支	336.00	40.0	13,440.0	
17	鋼樑頂不塗佈防鏽油漆(二度)	m ²	11.00	200.0	2,200.0	
18	斬石子	m ²	32.00	600.0	19,200.0	
19	洗石子	m ²	70.00	600.0	42,000.0	
20	貼 45*95mm 磁磚	m ²	34.00	900.0	30,600.0	
21	零星工料費(含打鑿修補費)	式	1.00	10,000.0	10,000.0	
22	施工損毀復原及修復費	式	1.00	10,000.0	10,000.0	
23	柱接合鈹	kg	231.00	30.0	6,930.0	
24	運雜費	式	1.00	8,328.0	8,328.0	
小 計					660,000.0	
每 m ² 單價計 (以模版面積一半平均計算)					10,535.0	



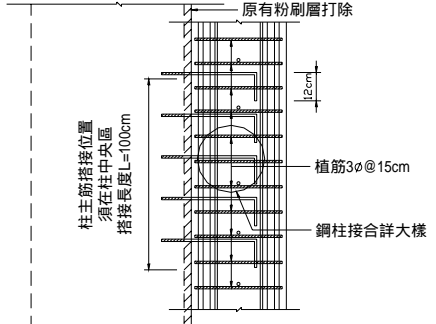
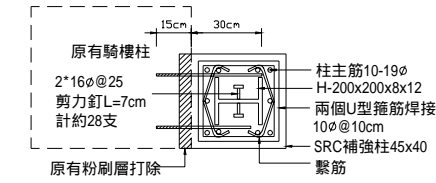
騎樓增設門架示意圖



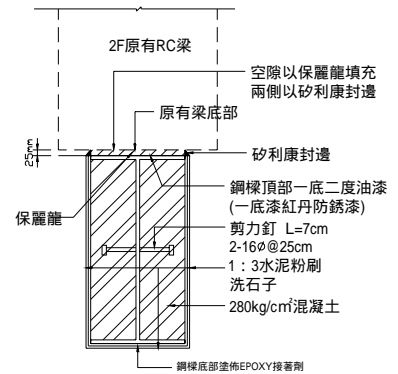
M3大樣詳圖



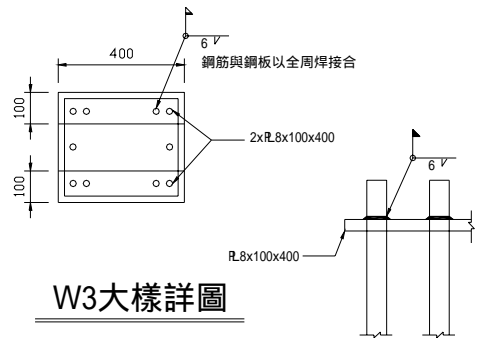
M1大樣詳圖



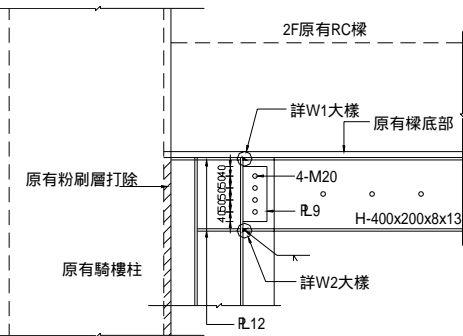
M2大樣詳圖



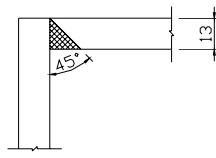
M5大樣詳圖



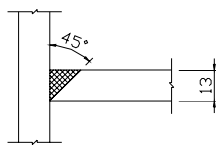
W3大樣詳圖



M4大樣詳圖



W1大樣詳圖



W2大樣詳圖

增設門架補強工程施工步驟：

1. 柱底鈹及鋼樑與原有樑，騎樓柱與新增SRC柱接合處之粉刷層打除
2. 原有樑柱粉刷層打除
3. 安裝之鋼柱及鋼樑需先噴砂處理
4. 鋼筋植筋
5. RC柱主筋箍筋紮置
6. 鋼樑與原有RC樑接合處以保麗龍填充兩側以矽利康封邊灌注環氧樹脂
7. 封模灌注混凝土
8. 外表粉刷，貼磁磚，斬石子，洗石子
9. 門架鋼骨樑，柱製造圖及施工計劃由承包商提出，經監造單位同意後施工

第六章 結論與建議

6-1 研究發現

補強的設計如醫師治病，必須正確的對症下藥，而事前必須縝密的診斷，才能確實掌握病兆，所用處方應使病患回復健康甚至強壯，方為正途。對建築結構之補強而言，事前的結構耐震能力之問題如何評估診斷，並無作業規範，各種補強的設計、工法技術的引用常因人而異。其實際思考的操作模式與技術的應用，乃比原始建築結構設計更為複雜繁複，從事此項工作，除應具有執照的專業技術人員辦理，以示負責外，專業技術人員在建築結構設計、施工監造也應有多年的歷練，並對於建築耐震評估補強須有相當研究實習與資訊，方較能勝任。在蒐集探討本次九二一震後建築物修復補強之工法技術之際，發現仍有諸多課題需予深切關注，謹臚列如下：

1. 本計畫收集案例及相關之說明，謹供業界參考與借鏡，因於實務上尚未有標準的技術規範可循，於實際應用時，專業者應憑藉著學理的基礎、專業上的判斷，與個人之經驗，詳查個案補強、補修之需求，以及施工與技術發展之可行性。
2. 補強的技術工法林林總總，如僅針對個別構件補強，之前仍必須先檢討整體結構系統對於力的傳遞行為是否適當，有無負面的影響。
3. 補強技術工法之應用，須選用國內外常用的基本技術工法；創新的工法技術應經實驗證明確實可行，並能諮詢業界專家學者等有專業經驗者的意見，未經驗證之個人創意，不得貿然引用。
4. 補強之施工品質攸關補強之成效至鉅，施作的過程，含施工中接合、搭合之細部亦甚為重要，必須由有經驗的的工程師隨時隨地負責監工施作。
5. 建築物之補強設計須確實考量其經濟性、耐久性與可行性。適用於橋梁或其他構造物者，未必可以應用於建築結構之補強，建築結構

之構架系統的局部補強，將導致受力之重新分配。此外局部補強對建築空間的使用性、服務性或觀瞻均應同時考量。

6. 在震度較高的地區，與震度較低的地區，相同震損狀況的建築物，所採用的補強方式、工法技術，應有相當的差異，尤其是震度較低地區既受嚴重損害者，即使修復，在下次更高震度時，仍將有更嚴重的破壞之虞。其是否修復，如何補強應特別審慎。
7. 本計畫以技術彙編為主，不去探討從事補強者之行政權責關係，但對一般住戶、業者而言，結構補強的最佳方案，應由專業工程師決定之。住戶、業者當然可以依使用需求而有所建議，但須在不影響補強設計原意的原則下予以調整。簡言之，補強規劃與工法應用之本意在尋求一個最佳方案，非結構專業因素之干擾愈低，限制妥協愈少，則補強之成效較能發揮。

6-2 結語

九二一地震造成臺灣地區嚴重的災情，其中包含許多建築物損壞。由於臺灣地處地震帶，地質斷層密佈，地震發生的機率相較於其他地區頻繁甚多，加上其他天然或人為災害每年亦持續發生，使得震後受損的建築物顯得更加脆弱與危險。基於安全、使用需求、經濟效益及穩定社會秩序等因素，災區受損建築物採用了各種修復補強工法，其效果究竟如何，確有探討的空間。本計畫初期主要目的即希就實際應用於災區之各種修復補強工法作一初步蒐集與彙整，並進一步探討歸納以提供工程界參考及學術界後續之研究方向。而經由實際參訪災區各承辦單位，並積極、廣泛蒐集相關資料後，目前已獲致初步成果。

事實上，由於缺乏經驗及九二一震後初期法令政策的不完備，以致災區包括建物修復補強等之各項作業有如多頭馬車，無法有系統的整合與監督。此外，也由於缺乏正式設計施工規範或準則，常見許多修復補強工法設計案如本文第四章內容所述，出現不可靠的情形。然而，結構補強工作者的苦無設計依據確是事實，導致災區震損建物出現水準參差不齊之各種修復補強工法等失調現象也是事實，本研究則為謀求解決之道所跨出的重要一步。

另一方面，結構物之耐震設計目標目前共識為「小震不壞、中震可修、大震不倒」，新建工程與補強工程皆一體適用。因此，補強後之結構物並非是不能發生損傷的。對於此一現實，從業工程師應對業主明白告知，以免遭受過份之不白之冤。在結構補強尚未有完整設計規範的情況下，就算是具備補強專業知識及技術的設計者亦不免有盲點，本文在此願再次呼籲結構補強專業審查的重要性及必要性，如此對於設計工程師以及業主，都可增加一層保障。

最後，依據本計畫執行的經驗與彙整結果，目前國內安全有疑慮需要補強的結構物數量甚多，而學理證實可靠的補強工法卻明顯不足，實為實務工程界的隱憂與學術界的挑戰，是以如何儘速建立合宜的補強工法規範，應為當前重要課題與本所持續研究、探討之方向。當然，有鑑於實務工程界迫切的需求，相關的學術研究或全尺寸大型試驗宜大量規劃與展開，相信應可提供實務界作為設計參考依據。此外，在研究報告中，對於已證實有效的補強工法除應告知其適用性之外，尚應明確說明其相關注意事項，以免結構工程師的不當延用、甚至擴大解釋與應用，正如醫學研究報告中，除說明治療方法的適用性外，亦會明確告知其正確流程及可能產生之副作用，以免醫生誤用而造成反效果。