

私有建築物耐震階段性補強 作業技術講習會 (高雄場)

補強施工注意事項

委託機關：內政部營建署

執行單位：財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心

簡報者：翔威工程顧問有限公司 涂耀賢 技師

109.11.28

www.narlabs.org.tw

一. 輔導流程

二. 案例介紹及私有住宅補強施工

2.1 施工前置作業及假設工程

2.2 剪力牆

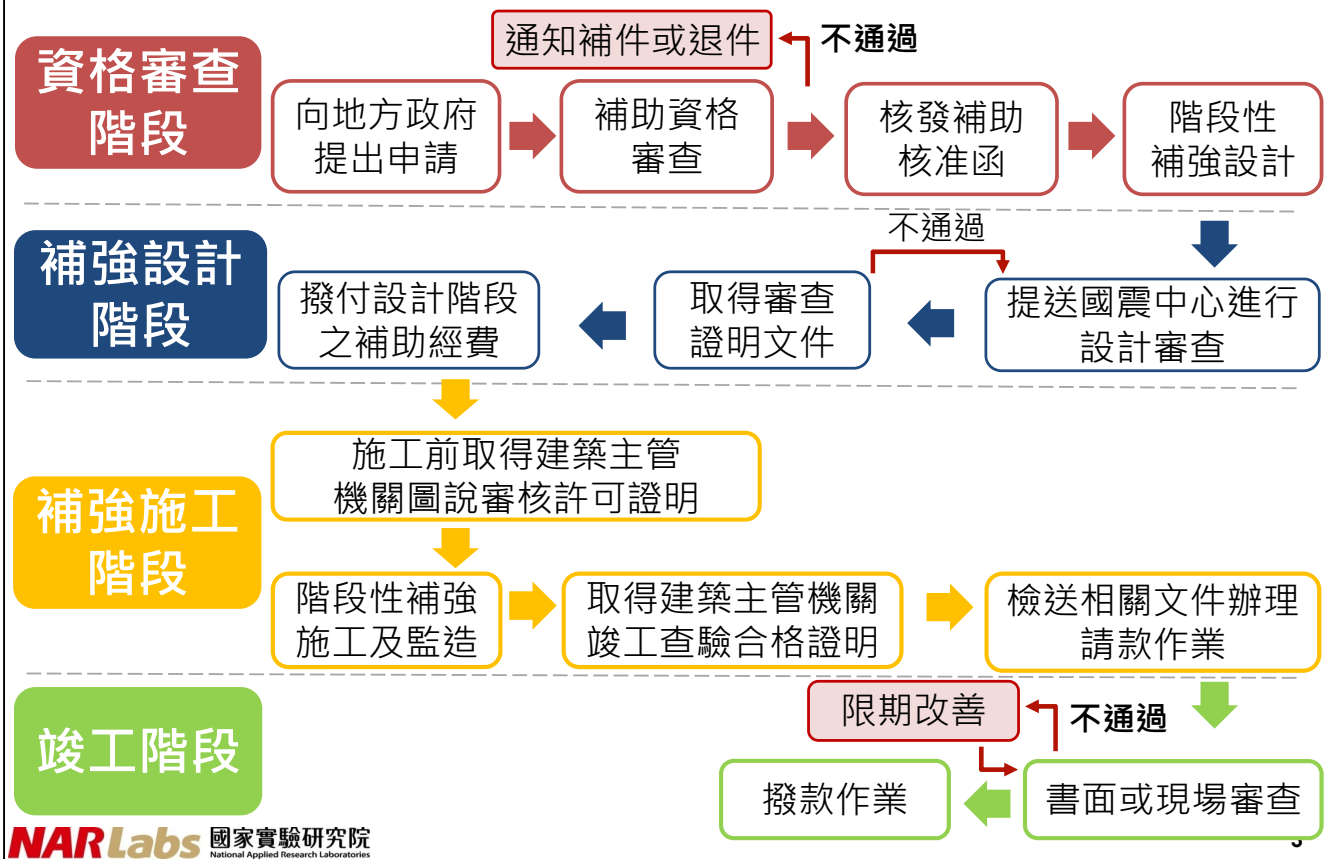
2.3 擴柱修復工法

2.4 外加構架

三. 工期與經費

四. 結論

階段性補強行政作業流程



示範案例說明會

會議時間	107年3月2日(星期五) 下午7 時
討論事項	關於貴社區作為補強設計之意願，本次會議全體住戶表示皆有意願參與補強設計。
決議事項	- 會議記錄完成後，將發函給花蓮縣政府建設處及管委會，再請管委會將住戶補強設計之同意書回函至本中心。 - 社區出席住戶共30人，同意參加作為本計畫設計示範案例。



補強工程說明會

會議時間	107年6月2日(星期六) 下午10 時30分
討論事項	1. 正門兩道開口剪力牆因周圍採光性已足夠，無開口之必要，與會住戶全數提議改為無開口剪力牆，提升剪力牆強度。 2. 因對稱性及安全性而選定剪力牆補強的位置是必要的，若因此影響停車使用性問題，將交由住戶間自行協調。
決議事項	1. 同意將開口剪力牆置換為無開口剪力牆。 2. 請於本會議結束後，將全數區分所有權人參與補強工



細部設計說明會

會議時間	107年10月10日(星期二) 下午10 時30分
討論事項	1. 新增RC牆厚20公分，不會超出柱斷面寬度。 2. 植筋說明。 3. 2樓平台有漏水問題，已針對樓板做修復並施作防水。
決議事項	1. 本次會議社區出席住戶共23人，皆同意參加本案細部設計成果。 2. 原則採用階段性補強A方案，全數區分所有權人同意書，寄回本院國家地震工程研究中心。



示範案例之同意書

階段性補強設計示範案例同意書

立同意書人_____同意

建築物參加內政部營建署推動「安家固計畫-106年執行計畫」單棟大樓階段性補強設計示範例。

本人同意採用第一階段補強設計方案，第一階段補強設計目標為排除結構物軟弱層破壞機制。由經驗顯示，軟弱層破壞為大多震損結構物倒塌之主因，若能排除軟弱層破壞機制則可有效降低建築物倒塌之機率，然而，第一階段補強完成後，僅能保證設計地震來臨時能排除軟弱層破壞機制，仍有可能造成其他破壞模式產生，甚至有可能倒塌(倒塌機率已大幅降低)。

本人已知悉階段性補強計畫內容，且本同意書僅限於「單棟大樓階段性補強設計示範例」使用，禁止移作他用。

此致

國家實驗研究院國家地震工程研究中心

立同意書人：(簽章)

身分證統一編號：

連絡電話：

聯絡地址：

中華民國 年 月 日

私有建築物耐震階段性補強委託規劃設計及監造技術服務契約

立契約人 甲方：(私有建物代表人) (以下簡稱甲方)
乙方：(規劃設計及監造單位) (以下簡稱乙方)

茲為辦理【】案(以下簡稱本案)，甲乙雙方同意共同遵守訂立本委託契約。

第一條

- 一、契約文件之一切規定得互為補充，如仍有不明確之處，由甲乙雙方依公平合理原則協議解決。
- 二、除另有規定外，契約自簽訂完成之日起生效。
- 三、階段性補強設計監造作業，應委託依法登記開業建築師或執業之土木技師、結構技師辦理。
- 四、乙方執行本案業務之主要人員(符合前款規定之專業人士)，應取得國家地震工程研究中心舉辦「私有建築物耐震階段性補強作業技術講習會」之研習並取得參訓證明。
- 五、契約正本2份，甲方及乙方各執1份，並由雙方各依規定貼用印花稅票，副本____份，如有誤繕，以正本為準。

第二條 履約標的(由甲方於招標時參照本條之附件載明)

本契約委託辦理標的物為_____ (地址：OOOOOO)，

委託辦理範圍為耐震階段性補強規劃設計及監造服務事宜。

◆ 階段性補強目標：

☐階段性補強A

階段補強A主要為降低補強目標層以下各層發生軟弱層集中式破壞風險之補強設計，應達下列基準二者之一：

- 1.基準一：目標層以下各層之極限層剪力強度與其設計層剪力的比值不低於其上一層者之80%；且該層之側向勁度不低於其上一層者之70%。
- 2.基準二：設計方法應採模型分析法。目標層以下之各層其極限層剪力強度不得低於其上一層者之90%；且該層側向勁度不得低於其上一層者之70%。

第1頁，共12頁

階段性補強設計審查作業流程

1.階段性補強設計審查會通知公文

2.建築物結構耐震補強設計審查注意事項 (供審查委員參考)

3.建築物結構耐震補強設計審查表

4.審查重點及結果彙整表

(若採側推分析者)

5.階段性補強設計審查公文

(由國震中心核發)

完成階段性
補強設計

補強設計單位函文
至國震中心送審

國震中心安排
技術審查時程

技術
審查

不通過

書面審查/複審

通過

通過

國震中心進行
行政審查

國震中心核發
通過公文

*如遇變更階段性補強設計，尚須函文至國震中心重新審查

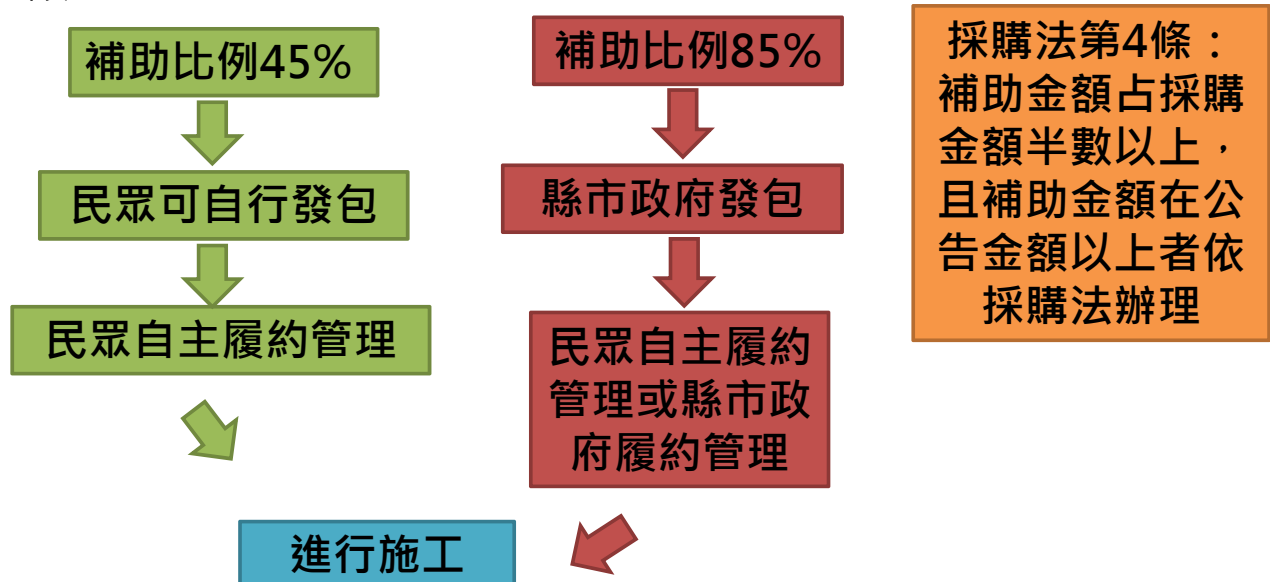
補強工程設計審查

為確保私有建築物階段性補強之品質，應於甲方(業主)與乙方(承攬廠商)中間增加一個專業第三方的角色，即為**審查委員**。審查委員之目的在於專業技術的審查監督與甲、乙雙方之間的溝通協商橋梁，以利階段性補強作業之進行。



發包作業

依據建築物結構快篩及階段性補強經費補助執行作業要點：經執行機關認定耐震能力具**潛在危險疑慮**之建築物，補助上限得提高為新臺幣**四百五十萬元**，並以不超過總補強費用**百分之八十五**為限。



精簡版工程契約範本

依據109年5月18日之專家學者諮詢會議，研議修正契約範本之相關內容。

私有建築物耐震階段性補強委託規劃設計及監造技術服務契約

立契約人 甲方：(私有建物代表人) (以下簡稱甲方)
乙方：(規劃設計及監造單位) (以下簡稱乙方)
茲為辦理【 】案 (以下簡稱本案)，甲乙雙方同意共同遵守訂立本委託契約。

第一條

- 一、 契約文件之一切規定得互為補充，如仍有不明確之處，由甲乙雙方依公平合理原則協議解決。
- 二、 除另有規定外，契約自簽訂完成之日起生效。
- 三、 階段性補強設計監造作業，應委託依法登記開業建築師或執業之土木技師、結構技師辦理。
- 四、 乙方執行本案業務之主要人員(符合前款規定之專業人士)，應取得國家地震工程研究中心舉辦「私有建築物耐震階段性補強作業技術講習會」之研習並取得參訓證明。

私有建築物耐震階段性補強工程契約精簡版範本

立契約人：

甲方：
乙方：

私有建物代表人代表 (以下簡稱甲方) 及施作廠商 (以下簡稱乙方) 雙方同意甲方訂定之規定訂定本契約，共同遵守，其條款如下：

第1條 契約文件及效力

(一) 契約包括下列文件：

1. 契約本文、附件及其變更或補充。
2. 依契約所提出之履約文件或資料。

(二) 定義及解釋：

1. 契約文件，包括以書面、電子數位資料原件或複製品。
2. 監造單位，指受甲方委託執行監造作業之技術服務廠商。
3. 圖說，指甲方依契約提供乙方之全部圖樣及其所附資料。

(三) 契約所含各種文件之內容如有不一致之處，除另有規定外，依下列原則處理：

1. 文件經甲方審定之日期較新者優於審定日期較舊者。
2. 大比例尺圖者優於小比例尺圖者。

一. 輔導流程

二. 私有住宅補強施工

2.1 案例介紹及假設工程

2.2 剪力牆

2.3 擴柱修復工法

2.4 外加構架

三. 工期與經費

四. 結論

案例一 建築物現況概述(花蓮縣，已竣工)

- 樓層：地上6層
- 樓地板面積：3,663.13 m²
- 施作層：1F (531.44 m²)
- 補強方案：階段性補強A
- 設計監造：翔威工程顧問有限公司
- 施工廠商：永信土木包工業
- 決標日期：108年6月11日
- 總補強決算費：1,732,532元整
- 變更設計一次、追加經費 8 萬元、
追加工期6天
- 竣工日期：108年9月3日



案例一：假設工程

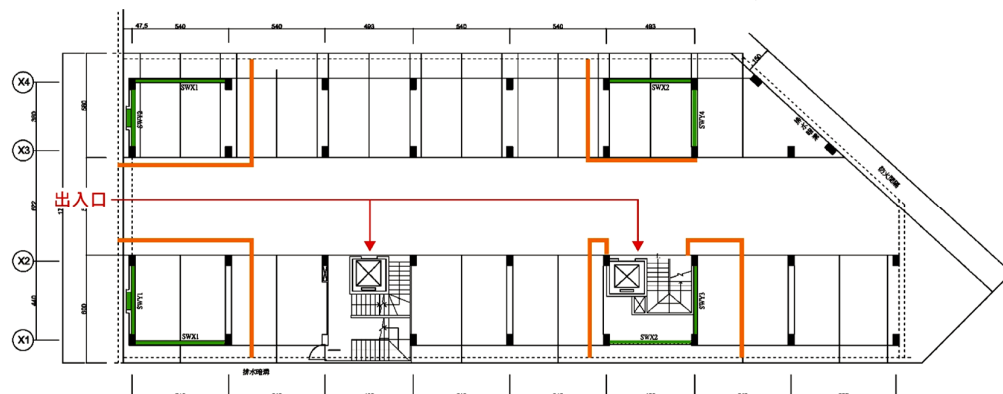


施工前



施工中

補強施工圍籬及動線

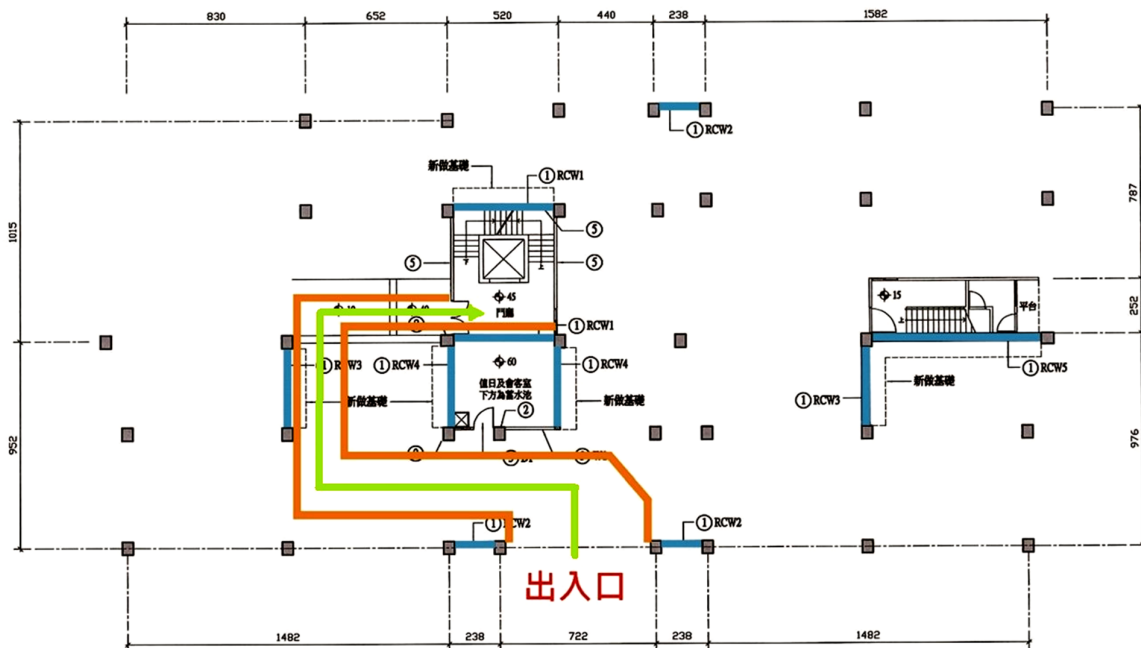


案例二 建築物現況概述(花蓮縣，已竣工)

- 樓層：地上6層(含一夾層)、地下1層
- 樓地板面積：4899.33 m²
- 施作層：1F(690.5 m²)
- 補強方案：階段性補強A
- 設計監造：永安土木技師事務所
江文卿土木技師事務所
- 施工廠商：永信土木包工業
- 決標日期：108年6月25日
- 總補強決算費：3,090,311元整
- 開工日期：108年9月16日
- 變更設計兩次
- 竣工日期：109年1月21日



案例二：假設工程



居民動線 施工圍籬 剪力牆補強

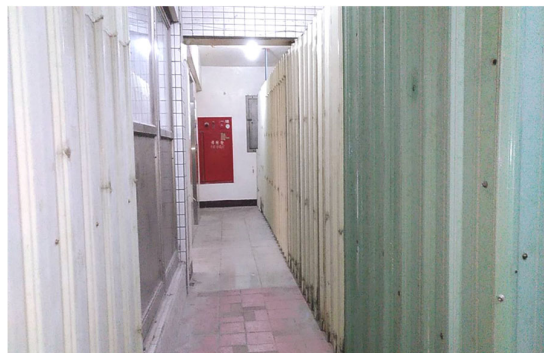
補強施工圍籬及動線

案例二：假設工程

施工前

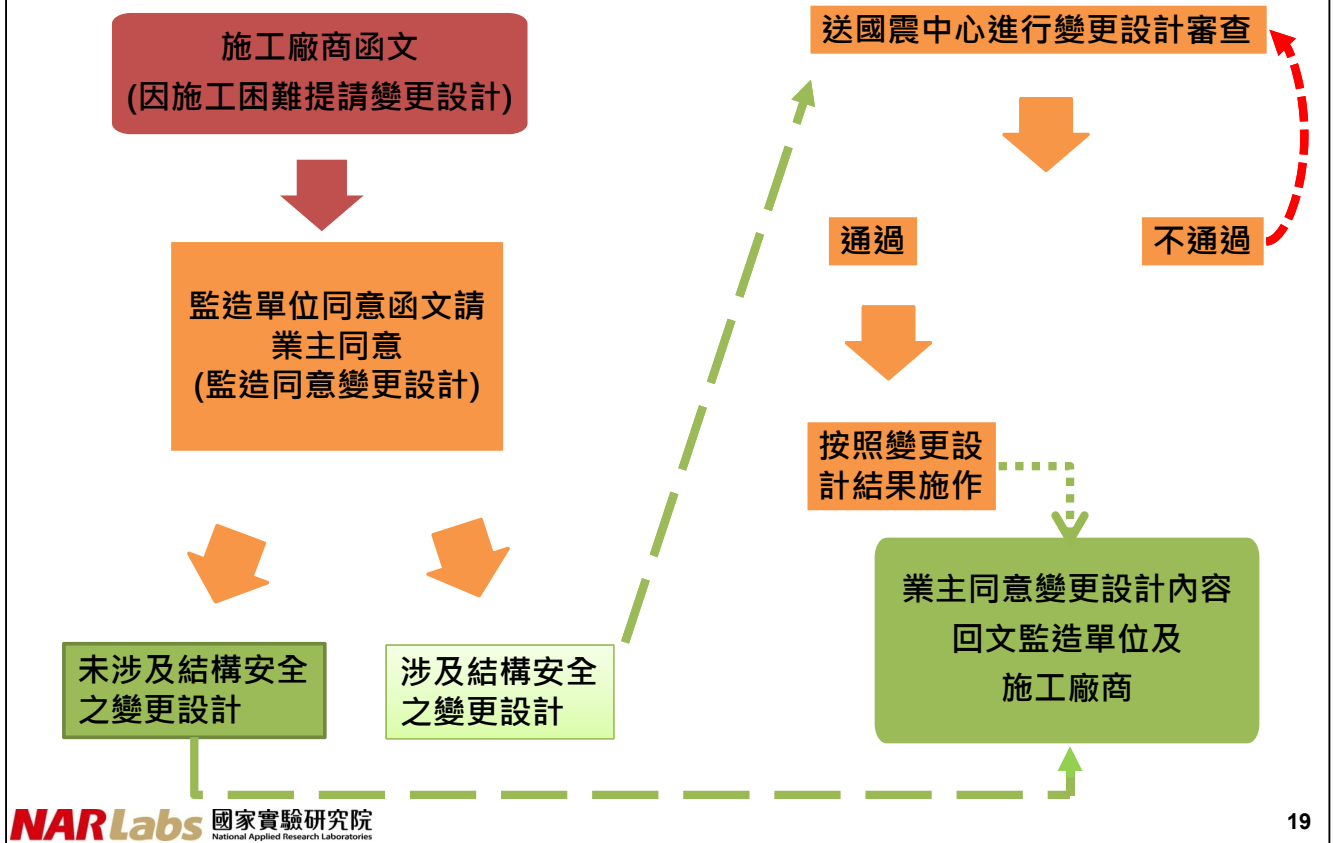


施工中



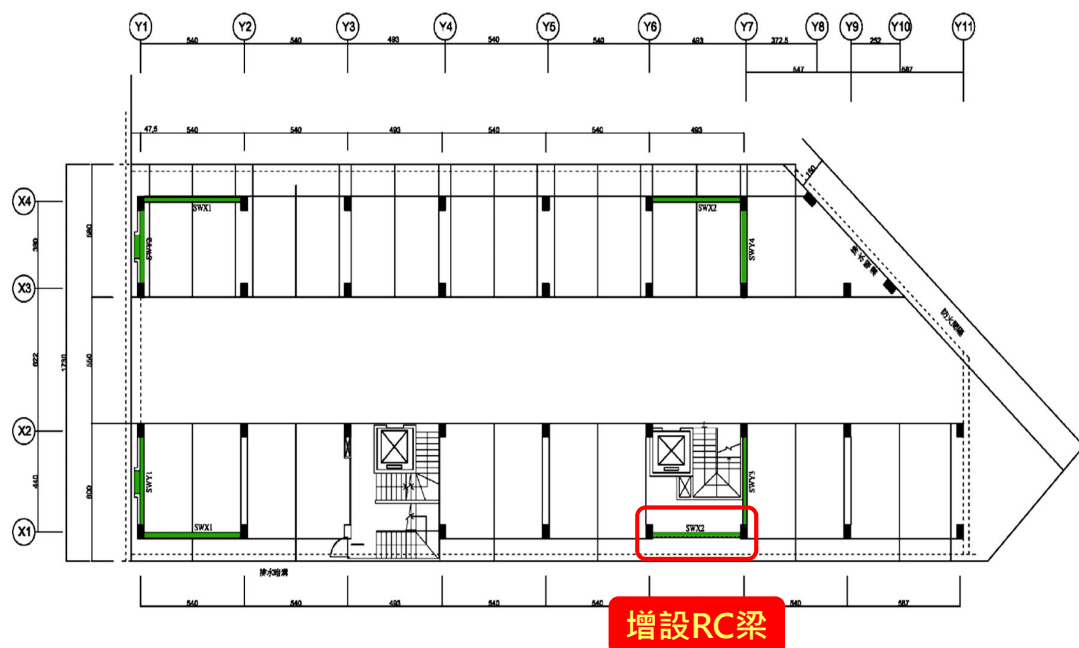
1. 施假設工程
2. 變變更設計

變更設計程序



19

案例一：變更設計之內容

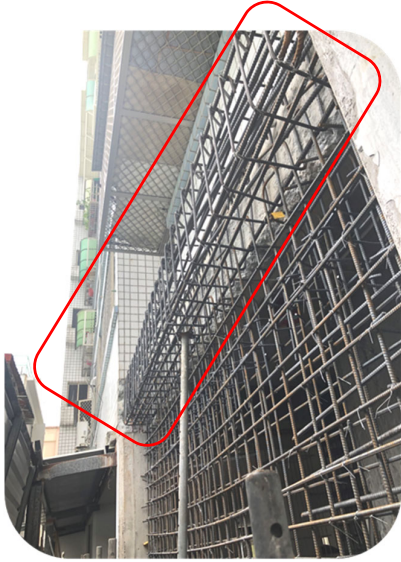


補強施工位置

20

案例一：變更設計之內容

目的：為使剪力牆有效抵抗地震力，剪力牆需有**四面圍束之系統**，故**增設RC梁以改善整體結構系統**，使地震力可有效傳遞。



組立鋼筋



組立模板



灌漿

案例二：變更設計之內容

設計及施工過程概述：

1. 既有柱因剪力強度不足而震損；修復補強方式乃參考擴柱補強工法，**增加箍筋量及混凝土面積**。(不另做基礎)
2. 原設計之剪力牆位置位於警衛室後方兩側，因**搬遷現場電表將衍生額外費用**，因此進行**第一次變更設計(僅變更補強位置，尺寸及配筋不變)**，以降低衍生之施工成本。
3. 施工時發現，擬增設剪力牆之邊界柱**縱向鋼筋排列過於緊密(搭接段)**，造成**無法順利進行鑽孔及植筋作業**，現進行**第二次變更設計**。

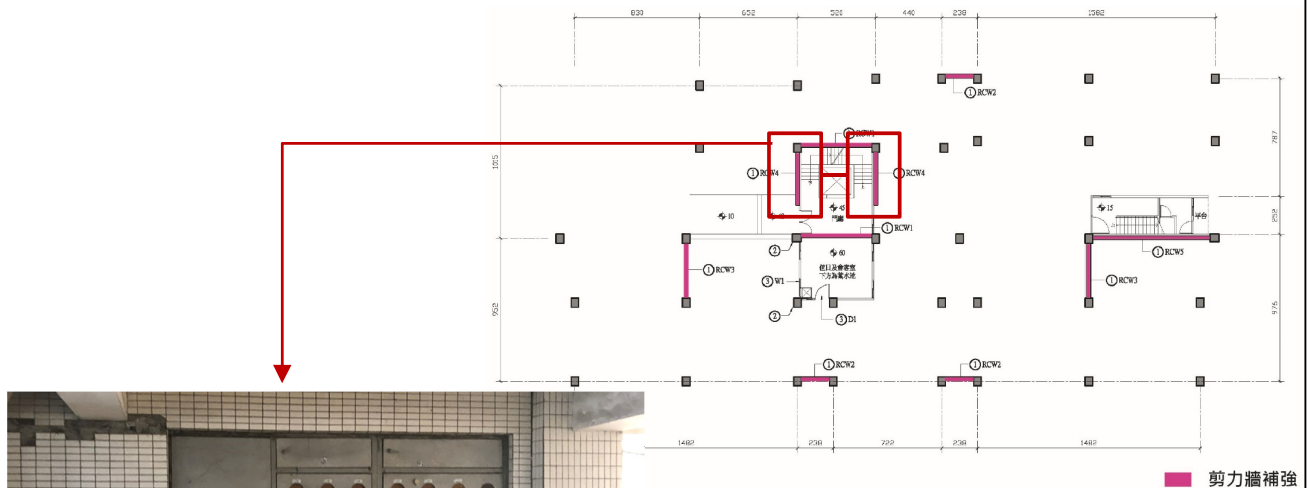


施工前



施工中

案例二：變更設計之內容第一次變更設計

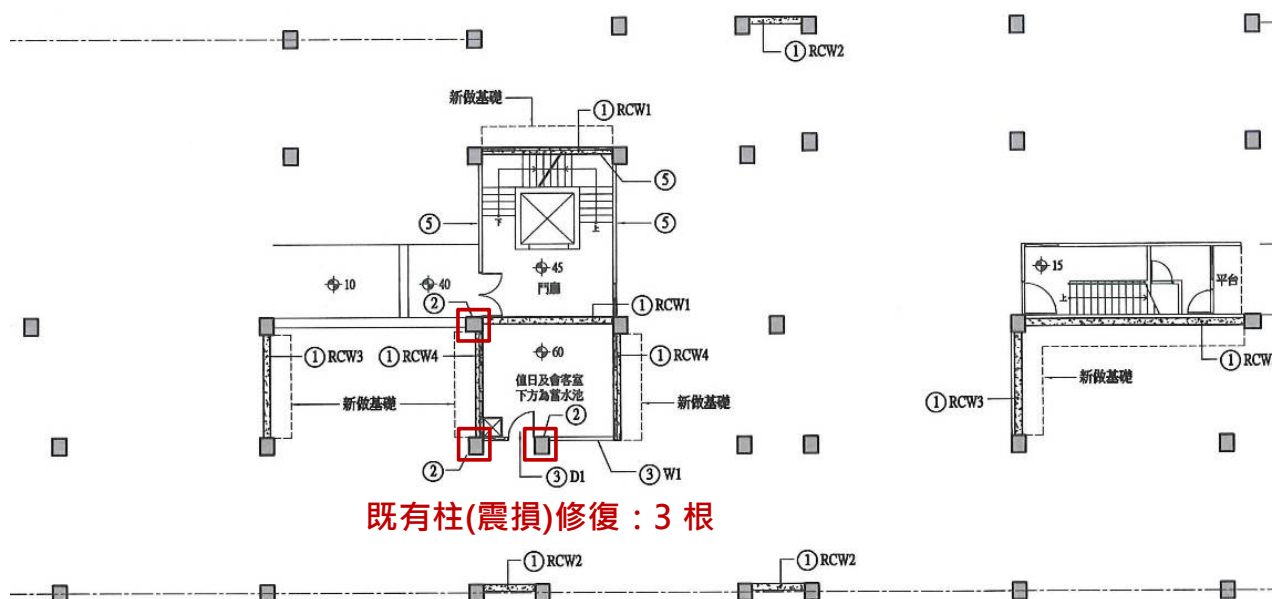


原補強施工位置

大量電錶

案例二：變更設計之內容第二次變更設計

- **案例二：既有柱修復**



補強施工位置

案例二：變更設計之內容第二次變更設計

施工前



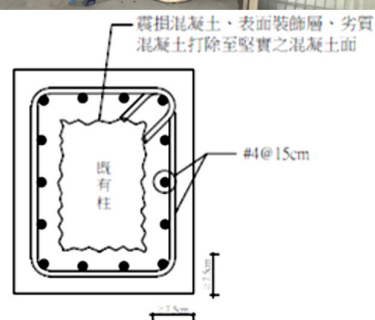
施工中



剪力破壞



25~30cm



- 一. 輔導流程
- 二. 私有住宅補強施工
 - 2.1 案例介紹及施工前置作業
 - 2.2 剪力牆**
 - 2.3 擴柱修復工法
 - 2.4 外加構架
- 三. 工期與經費
- 四. 結論

案例一：RC剪力牆補強工法



在既有框架內加設整片鋼筋混凝土牆或
將原有牆體置換為鋼筋混凝土牆

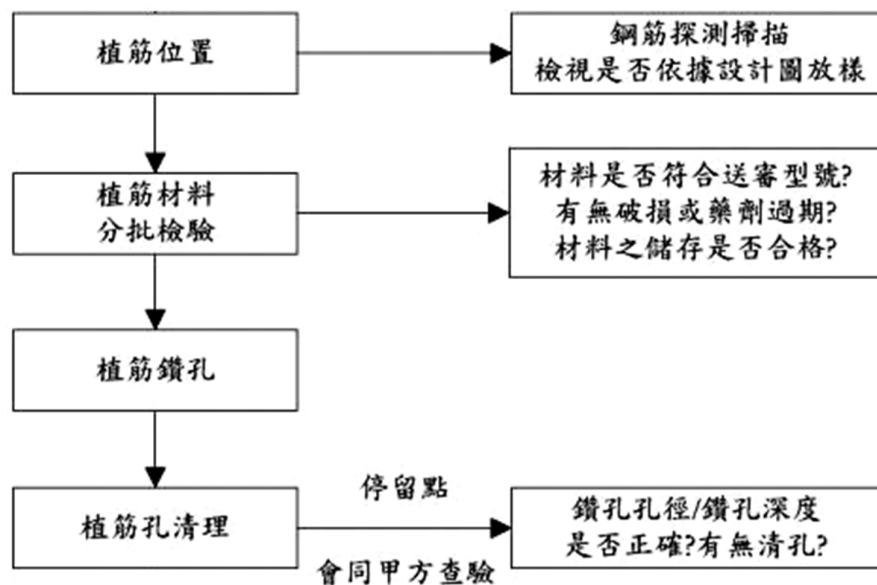


案例一：RC剪力牆補強工法



RC牆補強施工範圍內原有結構體表面
打毛至6mm粗糙度、剔除原表面粉飾水泥

植筋施工-流程



案例一：RC剪力牆補強工法-鑽孔



1. 鑽孔位置：須按照設計圖指定之位置施做。
2. 為避免鑽到原有鋼筋，黏結式錨栓鑽孔前應使用鋼筋探測器或可行之方法確認原結構之鋼筋位置，並繪製預定鑽孔位置於原混凝土表面，經由與工程司會勘核可後方可施工。

植筋前先進行鋼筋位置探測，並標示位置

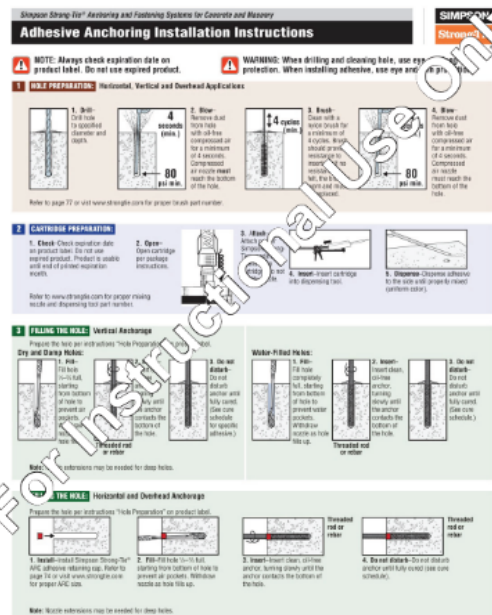
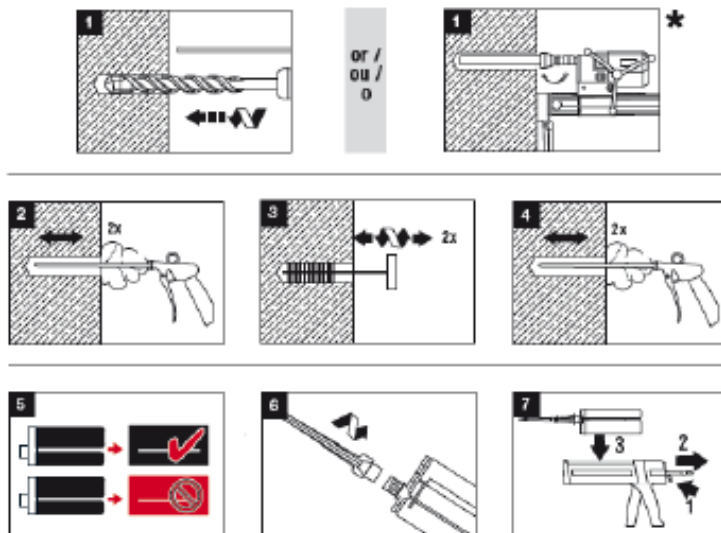


案例一：RC剪力牆補強工法-清孔



1. 鑽孔完畢後應原廠安裝指示書 (Manufacturer's Printed Installation Instructions, MPII)徹底以**高壓空氣及毛刷**清除孔內灰屑，清除過程中應注意避免造成空氣汙染。
2. 鑽孔完畢後應徹底以**高壓空氣及鋼刷**清除孔內灰屑，清除過程中應注意避免造成空氣汙染。

原廠安裝指示書(MPII)



清孔工具



RC剪力牆補強工法-清孔之重要性



RC剪力牆補強工法-清孔之重要性



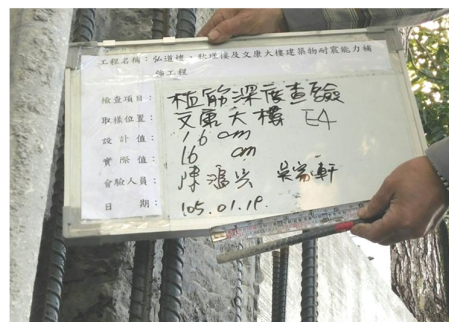
RC剪力牆補強工法-清孔之重要性-未確實清孔



案例一：RC剪力牆補強工法-鑽孔深度查驗



1. 鑽孔深度：依照設計圖指定之深度施做，由於各廠牌間黏結式錨栓藥劑成分不同且既有結構物之混凝土強度亦有差異，承包商施工前應會同監造單位須進行施工前拉拔試驗，並提出書面文件及試驗相片以供確認。



植筋參考深度

fy (kgf/cm ²)	fc' kgf/cm ²	#3	#4	#5	#6	#7	#8
		D10 (mm)	D13 (mm)	D16 (mm)	D19 (mm)	D22 (mm)	D25 (mm)
2800	100	153	215	288			
	125	137	192	257			
	150	125	175	235			
	175	115	162	217			
4200	100	229	322	432	522	605	692
	125	205	288	386	467	541	619
	150	187	263	353	426	494	565
	175	173	243	326	394	457	523

1. 本表所列為耐震補強工程中之植筋深度，相關計算乃依據ESR-3298表7之數據。
2. ESR-3298表7之數據僅適用於混凝土強度介於175kgf/cm²~560kgf/cm²。
3. 本表針對混凝土強度低於175kgf/cm²之情況，假設植筋握強是以 $(fc'/175)^{0.5}$ 折減。
4. 本表相關數據之應用仍需與原廠進行確認。

案例一：RC剪力牆補強工法-打設植筋膠

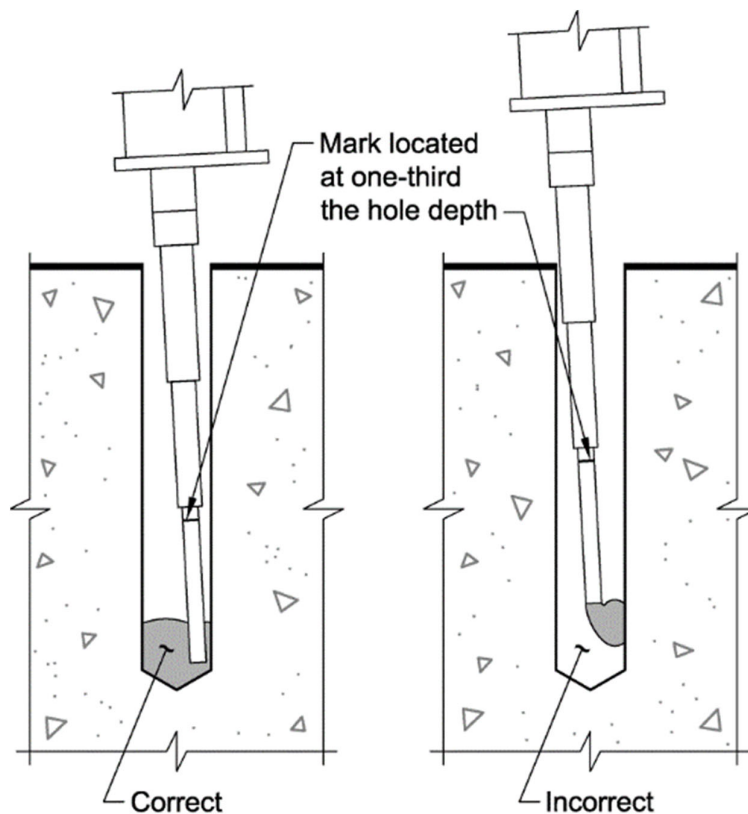


1. 將植筋藥劑裝入注射器中，再將混合器安裝完成。若鑽孔深度超過混合器長度時，可加裝 延長管使用。
2. 注射時深入孔底緩緩將植筋膠打入孔內，依刻度邊打邊退，直到注入至少六分滿為止，再 將準備好之鋼筋慢慢旋入孔內，直至底部且可目視藥劑外溢。
3. 植筋施作完成後，應靜置避免擾動或調整鋼筋，待超過藥劑膠凝時間，即可硬化完成進行負載或施工。
4. 待施工完成後，必須經業主或監造人員檢驗合格，完成記錄備核。

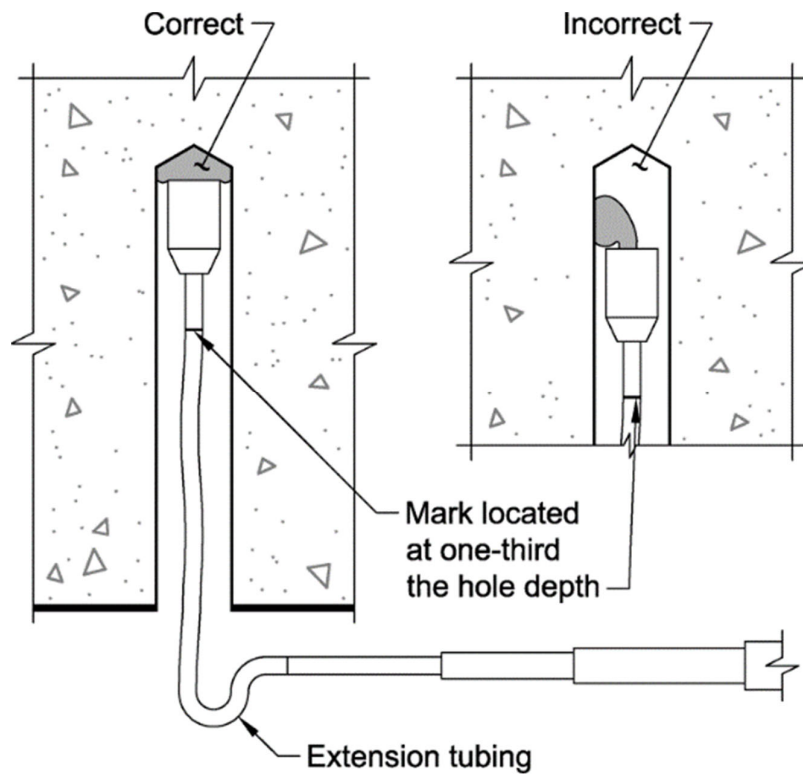
先擠出混合不良之植筋膠



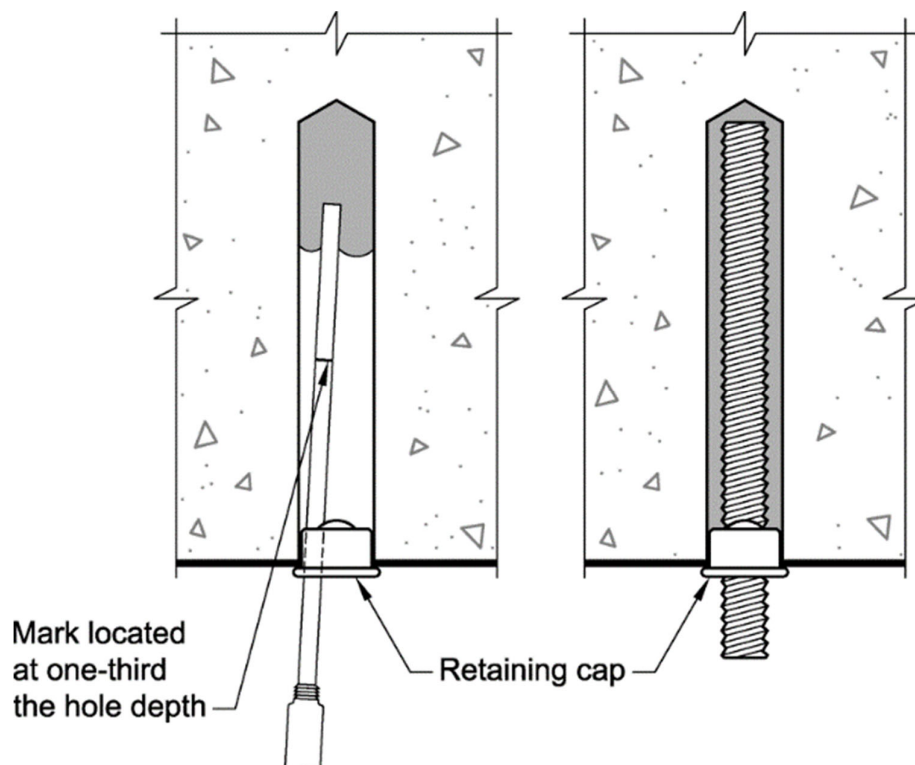
向下植筋-要從孔之最內部開始灌



向上植筋-要從孔之最內部開始灌(活塞式)



向上植筋-要從孔之最內部開始灌(固定蓋式)



固定蓋

防止水平或向上植筋時，植筋膠流出同時固定錨栓位置。



植筋施工之品質管理

- 由通過TAF或經監造單位認可之試驗單位
- 試驗方法
 - ASTM E488 Standard Test Methods for Strength of Anchors in Concrete Elements
 - 中國國家標準CNS13975 A3370帷幕牆混凝土錨件強度試驗法
- **施工前拉拔試驗：**
依設計之埋深安裝黏結式錨栓，以**1.25fy** 為拉拔力，各號數在工地試作**3支**。
- **施工後安裝品質試驗：**
測試拉力為**1.0fy**，**每樓層各種尺寸每100支抽驗1支**，且**不得少於3支**。若為補強工程，因黏結式錨栓之品質對補強成果之影響極大，建議每一補強構件至少要抽驗1支。測試過程中若出現失敗樣本，則同一批樣本改以25%比例進行安全測試，若全部合格，則該批黏結式錨栓視為合格，原有之失敗黏結式錨栓由承包商無償補做；若25%之樣本中有任一支不合格，則該批黏結式錨栓全部測試，若出現有任何不合格，黏結式錨栓視同失效，後續依監造單位指示辦理補救措施。

案例一：RC剪力牆補強工法-植入鋼筋



1. 將鋼筋慢慢旋入孔內至底部，且可目視藥劑外溢，不可將鋼筋直接插入，以避免鋼筋與孔壁間殘留空隙。
2. 施作後之硬化過程中，應避免碰觸且不得矯正鋼筋，待硬化完成後，始可進行負載或後續之施工。

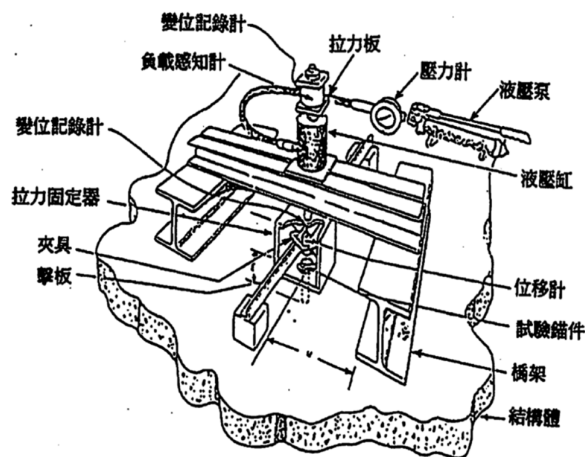
案例一：RC剪力牆補強工法-拉拔試驗



1. 施工完成後，須會同監造單位進行現場拉拔試驗，並提送完整紀錄供核備。

植筋拉拔強度試驗方法

- ASTM E488 Standard Test Methods for Strength of Anchors in Concrete Elements (ASTM, 2018)
- 中國國家標準CNS13975 A3370帷幕牆混凝土錨件強度試驗法 (CNS, 1997)。



施工前拉拔試驗-採用符合ASTM E488之裝置

千斤頂 壓力計

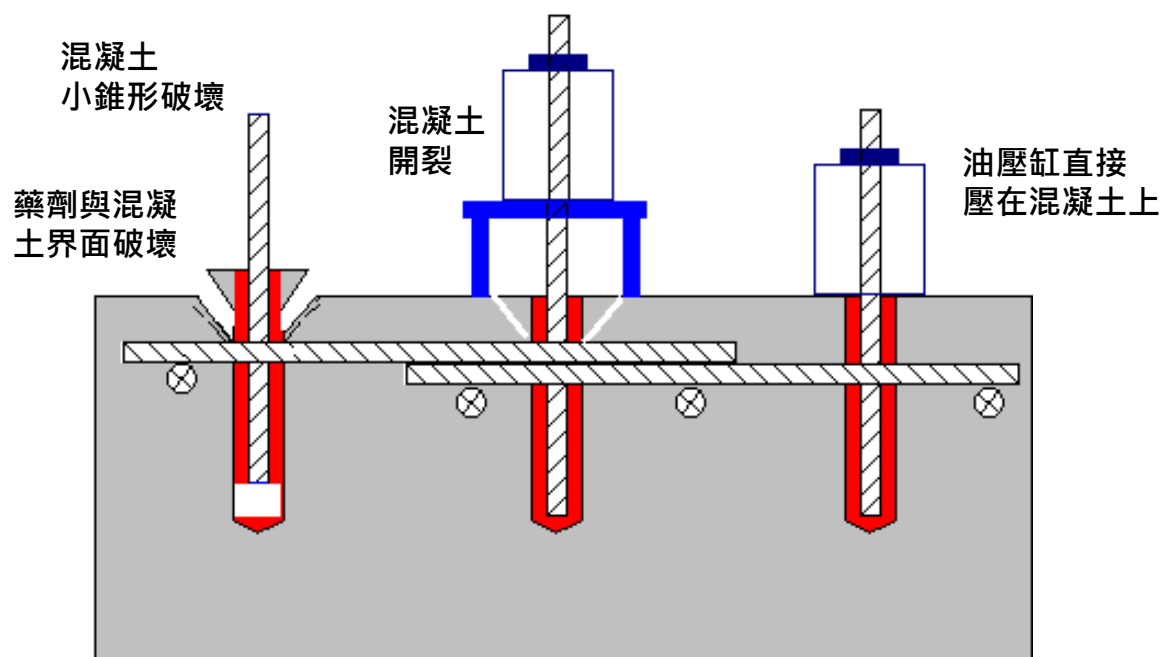
支架



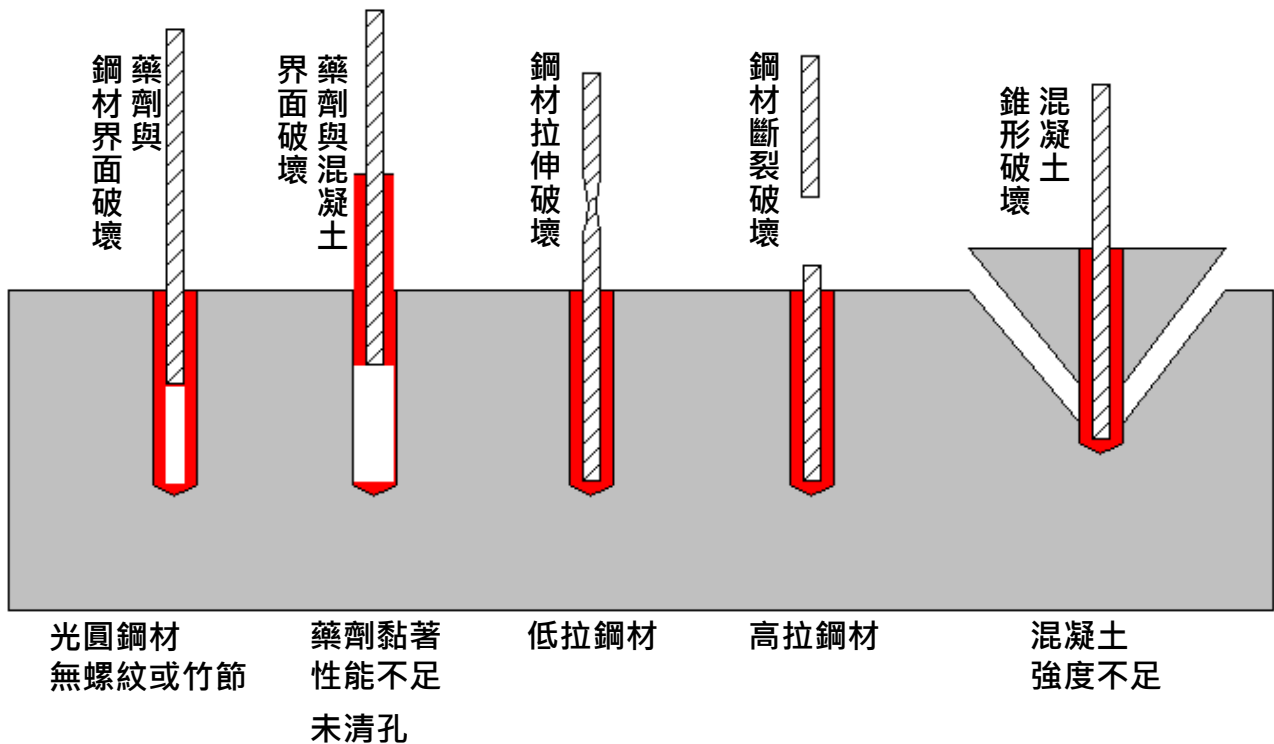
施工前拉拔試驗



植筋拉拔常見破壞模式(鋼筋混凝土)

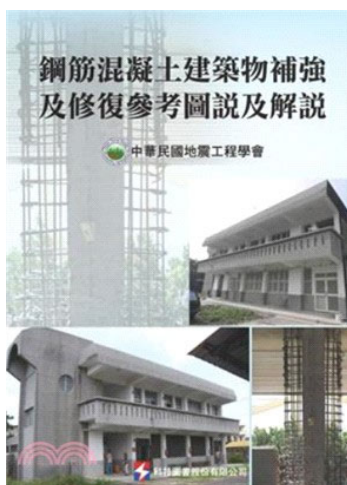


植筋拉拔常見破壞模式 (純混凝土)



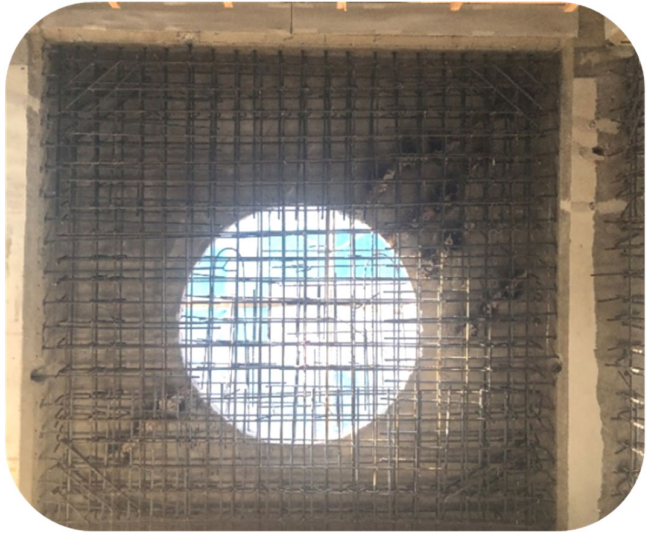
植筋參考圖說

中華民國地震工程學會-鋼筋混凝土建築物補強及修復參考圖說及解說



植筋施工 一、材料 1. 植筋鋼筋 植筋鋼筋應在加工廠預先加工成所需長度，內應預留至少10mm。 2. 植筋膠 植筋膠應採用雙組份、低黏度、高強度、高模量之植筋膠，其性能應符合下列規定： (1) 植筋膠之黏度：≤175kg/cm² (2) 植筋膠之模量：≥175kg/cm² (3) 植筋膠之強度：≥175kg/cm² (4) 植筋膠之模量：≥175kg/cm² (5) 植筋膠之強度：≥175kg/cm² 二、植筋施工 1. 植筋位置之確定 植筋位置應根據設計圖樣之規定，並應考慮下列因素： (1) 植筋之位置應避開原有鋼筋之位置。 (2) 植筋之位置應避開原有構件之接縫。 (3) 植筋之位置應避開原有構件之孔洞。 (4) 植筋之位置應避開原有構件之凸出部分。 (5) 植筋之位置應避開原有構件之凹入部分。 2. 植筋之施工 植筋之施工應採用下列方法： (1) 植筋之長度應根據設計圖樣之規定，並應考慮下列因素： (2) 植筋之長度應根據設計圖樣之規定，並應考慮下列因素： (3) 植筋之長度應根據設計圖樣之規定，並應考慮下列因素： (4) 植筋之長度應根據設計圖樣之規定，並應考慮下列因素： (5) 植筋之長度應根據設計圖樣之規定，並應考慮下列因素：	二、植筋鋼筋之加工 植筋鋼筋之加工應符合下列規定： (1) 植筋鋼筋之長度應根據設計圖樣之規定，並應考慮下列因素： (2) 植筋鋼筋之長度應根據設計圖樣之規定，並應考慮下列因素： (3) 植筋鋼筋之長度應根據設計圖樣之規定，並應考慮下列因素： (4) 植筋鋼筋之長度應根據設計圖樣之規定，並應考慮下列因素： (5) 植筋鋼筋之長度應根據設計圖樣之規定，並應考慮下列因素： 三、植筋鋼筋之檢驗 植筋鋼筋之檢驗應符合下列規定： (1) 植筋鋼筋之長度應根據設計圖樣之規定，並應考慮下列因素： (2) 植筋鋼筋之長度應根據設計圖樣之規定，並應考慮下列因素： (3) 植筋鋼筋之長度應根據設計圖樣之規定，並應考慮下列因素： (4) 植筋鋼筋之長度應根據設計圖樣之規定，並應考慮下列因素： (5) 植筋鋼筋之長度應根據設計圖樣之規定，並應考慮下列因素：
--	---

案例一：RC剪力牆補強工法-鋼筋綁紮



新增的鋼筋混凝土牆採用雙層雙向4號鋼筋，
以間距15公分排列。

案例一：RC剪力牆補強工法-模板組立



案例一：RC剪力牆補強工法-模板支撐



灌漿前所有**螺桿**再次檢查是否有鬆脫、以及側向支撐是否**牢固**。

案例一：RC剪力牆補強工法-澆置混凝土



澆置混凝土時確實使用震動機進行搗實。

案例一：RC剪力牆補強工法-拆模



拆模後若有螺桿或鐵釘須拆除避免人員受傷。

案例一：RC剪力牆補強工法-混凝土養護及清潔



拆模後進行場地清潔以及混凝土養護。

案例一：RC剪力牆補強工法-泥作作業



案例一：RC剪力牆補強工法-批土及油漆作業



案例一：RC剪力牆補強工法-完工



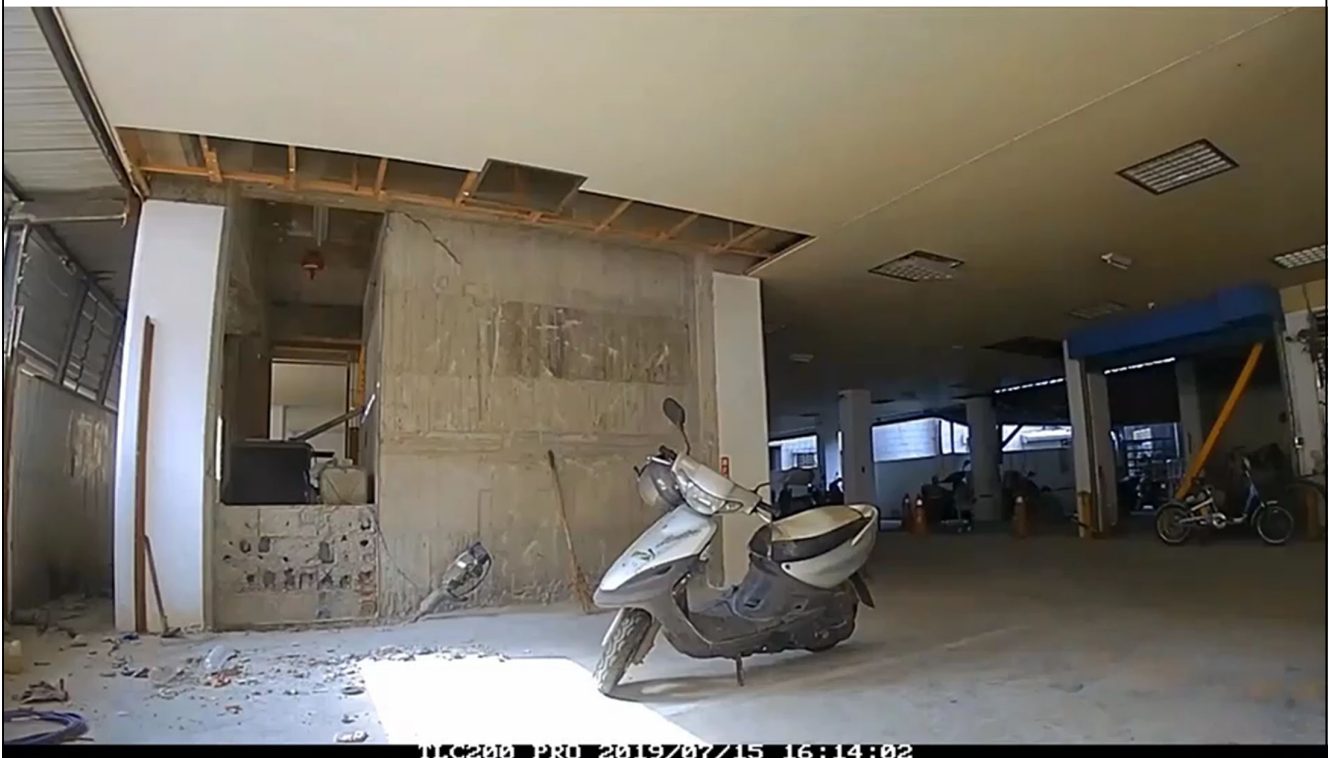
施工前



施工後

完工後也不影響民眾停車空間，並提升建物安全性。

案例一：RC剪力牆補強工法-縮時攝影



- 一. 輔導流程
- 二. 案例介紹及私有住宅補強施工
 - 2.1 案例介紹及施工前置作業
 - 2.2 剪力牆
 - 2.3 擴柱修復工法
 - 2.4 外加構架
- 三. 工期與經費
- 四. 結論

案例二：擴柱修復工法

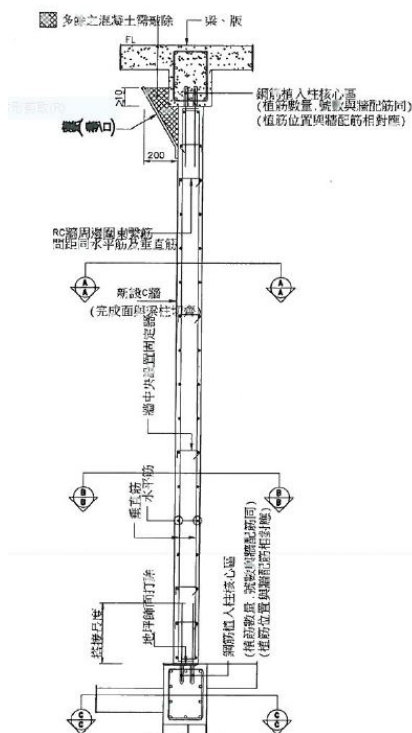
施工狀況

既有柱面打除後因柱筋過於密集，導致鑽孔不易。



解決辦法

左側使用擴柱方式，以牆筋彎鉤進入擴柱範圍；右側植筋改由#5鋼筋植入。



RCW1-1
立面圖

案例二：擴柱修復工法-縮時攝影



- 一. 輔導流程
- 二. 案例介紹及私有住宅補強施工
 - 2.1 施工前置作業
 - 2.2 剪力牆
 - 2.3 擴柱修復工法
 - 2.4 外加構架
- 三. 工期與經費
- 四. 結論

案例三：外加構架-前後對照圖

前

後



案例三：外加構架-前後對照圖

前

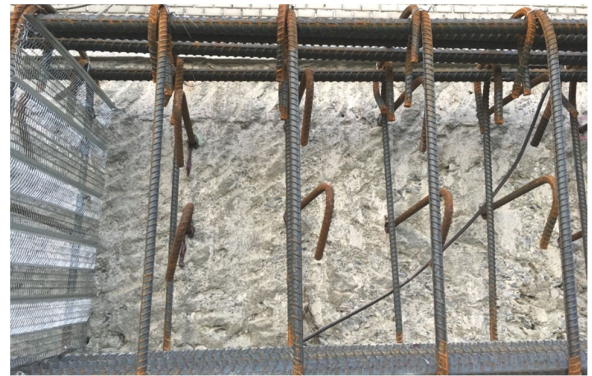
後



案例三：外加構架



因工序問題先進行鋼筋綁紮，才鑽孔、清孔、植筋。



案例三：外加構架



因工序問題先進行鋼筋綁紮，才鑽孔、清孔、植筋。



案例三：外加構架



新增柱之主筋以植筋方式植入。

案例三：外加構架



梁筋綁紮(箍筋倒裝施作)

案例三：外加構架



澆置混凝土預留喇叭口，以便混凝土澆置。

案例二：外加構架-縮時攝影



- 一. 輔導流程
- 二. 私有住宅補強施工
 - 2.1 施工前置作業
 - 2.2 剪力牆
 - 2.3 擴柱修復工法
 - 2.4 外加構架
- 三. 工期與經費
- 四. 結論

三. 工期與經費

示範 案例	補強 目標	工期	工程經費	施作層 面積(m^2)	每 m^2 單價
一	階段性補強A	51天	1,481,800 (決算金額)	531	2789
二	階段性補強A	71天	2,550,311 (決算金額)	691	3693
三	階段性補強A	129天	1,754,635 (決算金額)	330	5317

- 一. 輔導流程
- 二. 私有住宅補強施工
 - 2.1 施工前置作業
 - 2.2 剪力牆
 - 2.3 擴住修復工法
 - 2.4 外加構架
- 三. 工期與經費
- 四. 結論

四、結論：耐震補強工程的施工特性及優點

1. 施工工期短，能快速、直接達到防災效果。
2. 施工量少、工項多及界面複雜。
3. 設計方法簡單，工程師能快速設計、檢核。
4. 施工費用每戶平均便宜民眾可接受，且政府有補助。
5. 階段性補強已有規範及作業要點的支持。

國家地震工程研究中心
階段性補強專案辦公室

聯絡窗口-張先生

電話：02-6630-0239

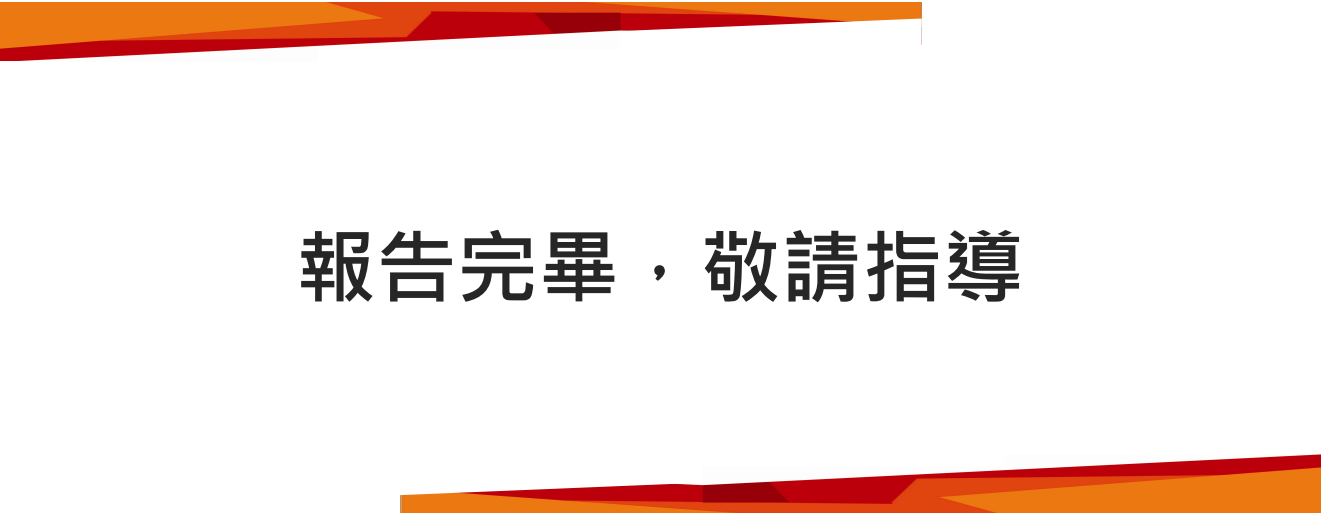
E-mail：1906045@narlabs.org.tw



營建署耐震A+
守護你的家粉專



私有建築物耐震
階段性補強資訊網



報告完畢，敬請指導