

私有建築物耐震弱層補強電子報

第十一期
2023年4月發行



Copyright © 2023 NCREE 私有建築物耐震弱層補強專案辦公室

財團法人國家實驗研究院 國家地震工程研究中心

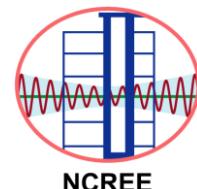
私有建築物耐震弱層補強專案辦公室

<http://privatebuilding.ncree.org.tw/>

地址：10668台北市大安區辛亥路三段200號

電話：(02)6630-0237

傳真：(02)6630-0574





發行人：邱聰智

私有建築物耐震弱層補強專案辦公室-電子報編撰人員

邱聰智	計畫主持人	邱世彬	兼任研究助理
鍾立來	共同主持人	楊承道	兼任研究助理
林敏郎	協同主持人	曹雅筑	兼任研究助理
涂耀賢	協同主持人	周德光	兼任研究助理
許丁友	協同主持人	許芯茹	專案經理
楊元森	協同主持人	林敏沁	專任研究助理
鄭維中	協同主持人	張舒涵	專任研究助理 (電子報編輯)
翁元滔	協同主持人	高 靖	專任研究助理
李牧軒	兼任研究助理	許嘉雯	專任研究助理

營建署委託國家實驗研究院國家地震工程研究中心（以下簡稱國震中心）成立「私有建築物耐震弱層補強專案辦公室」，推廣私有建築物耐震弱層補強計畫，提供技術諮詢和說明會推廣等相關服務。專案辦公室成員如本頁上方內容所示，聯絡方式請參閱p.27，更多弱層補強相關資訊與最新消息可參閱弱層補強資訊網（<http://privatebuilding.ncree.org.tw>）

封面故事

本期電子報之封面為國震中心受營建署委託之111年度『私有建築物耐震弱層補強專案辦公室』委託技術服務案，其中已竣工耐震弱層補強之宜蘭縣案例。本棟建築物採用補強方案A，以RC剪力牆與翼牆來進行補強，已於111年12月竣工，並於112年3月25日辦理現地觀摩活動，詳細內容請參閱p.14。

計畫概述

04 弱層補強計畫說明

最新情報

06 弱層補強執行進度

活動預告

07 現地觀摩活動

08 地震知能工作坊

分享園地

09 近期活動進度報導

10 作業技術講習會

12 工程訪視報導

14 現地觀摩活動

16 設計審查會議辦理情形

18 國資圖展覽

技術資訊

19 工法介紹

本期電子報之內容，主要分五部分，第一部分為計畫概述；第二部分為最新情報；第三部分為活動預告；第四部分為分享園地，內容包含專案辦公室近期活動的報導、作業技術講習會、工程訪視、現地觀摩活動、設計審查會議辦理情形及國資圖展覽；第五部分為技術資訊，內容主要為補強工法介紹。

盼各位讀者透過本期電子報之內容，取得所需資訊，滿載而歸！

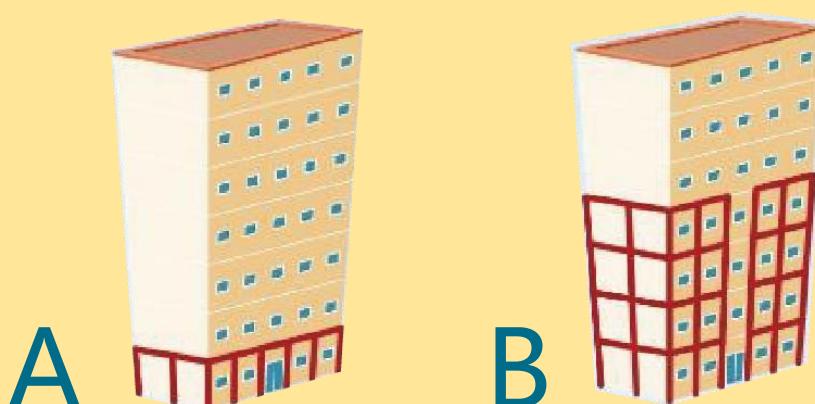
計畫緣起

臺灣地震頻繁，私有建築物推動耐震能力評估與補強、拆除重建困難重重，其因乃由於私有建築通常屬多重私人產權，經費需由所有權人分攤，再加上施工期間有安置問題，因此經常難以達成共識。然而大地震何時會來無法預測，內政部營建署為此訂定「主動輔導辦理建築物耐震能力初步評估及弱層補強經費補助執行作業要點」，推動補助私有建築物弱層補強措施，協助建物所有權人在等待整合全數區分所有權人意見前，能夠有效降低大地震來臨時倒塌之風險。

何為弱層補強

耐震弱層補強是為了讓居民在實施都更拆除重建或完整補強前，需要漫長之等待時期間，能夠盡速提升建築物耐震能力之措施。

弱層補強以其補強基準分為補強方案A、補強方案B及補強方案C，補強方案A目標為解決軟弱層問題（軟腳蝦建築）；補強方案B目標為不僅解決軟弱層問題並同時達到法規標準耐震力的八成以上。補強方案C則針對建築物既有震損、劣化之主要構造（樑、柱、牆、樓地板等）予以修繕。不管是採用補強方案A或補強方案B，在弱層補強後，仍需持續進行全面性補強或都更危老等作業。



撰稿：張舒涵 專案技術員
校稿：許芯茹 專案助理技術師

補助金額與比例規定

(一) 補強方案A、補強方案B

每幢（棟）詳細補助金額（含設計、監造及施工）及補助比率規定如下表所示。

類型	施作層面積	補助金額及補助比率
補強方案A	未滿 500 m^2	補助上限為新臺幣300萬元，並以不超過總補強費用45%為限。
	500 m^2 以上	基本補助上限新臺幣300萬元，以 500 m^2 為基準，每增加 50 m^2 部分，補助增加新臺幣10萬元，不足 50 m^2 者，以 50 m^2 計算。 補助上限不超過新臺幣450萬元，並以不超過總補強費用45%為限。
補強方案B	不限	補助上限為新臺幣450萬元，並以不超過總補強費用45%為限。

*確切資訊請依營建署網頁公告為主。

經耐震能力初步評估結果危險度總分大於45分、耐震能力詳細評估結果為須補強或重建，或經直轄市、縣（市）政府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450萬元，並以不超過總補強費用85%為限。

(二) 補強方案C

經張貼紅黃單或耐震能力初步評估結果危險度總分大於45分之單一所有權人透天住宅，如有因地震受損或樑、柱、牆、樓地板等構造損壞，有修繕之需求者，補助金額依實際修繕金額補助，補助上限為新臺幣50萬元。

撰稿：張舒涵 專案技術員
校稿：許芯茹 專案助理技術師

國家地震工程研究中心(以下簡稱國震中心)至108年起迄今，受內政部營建署委託執行「私有建築物弱層補強專案辦公室」委託技術服務案(以下簡稱本案)，成立耐震弱層補強專案辦公室(以下簡稱專案辦公室)，協助辦理耐震弱層補強之宣導推動，並且建立補強設計審查機制、提供耐震補強專業人員與推動人員之教育訓練、提供民眾耐震弱層補強相關的資訊與協助。期望在下次大地震來臨時，大幅提升全國私有建築物的耐震能力，降低倒塌風險，減少人命與財產之損失。

專案辦公室協助推動私有建築物耐震弱層補強作業，截至112年4月7日止，輔導通過政府補助計畫累計數量為43件(詳圖1所示)，其中包括臺北9件、新北8件、臺中1件、屏東6件、臺南6件、宜蘭2件、花蓮3件、雲林1件、臺東7件。前述案件中，已竣工8件 (花蓮3件、臺南2件、宜蘭1件、臺北1件、臺中1件)；施工中4件 (臺東1件、屏東3件)；通過設計審查10件 (臺北3件、屏東3件、雲林1件、臺南2件、新北1件)；而執行設計中21件 (新北7件、臺北5件、臺東6件、宜蘭1件、臺南2件)。(上述以核定棟數計算。)

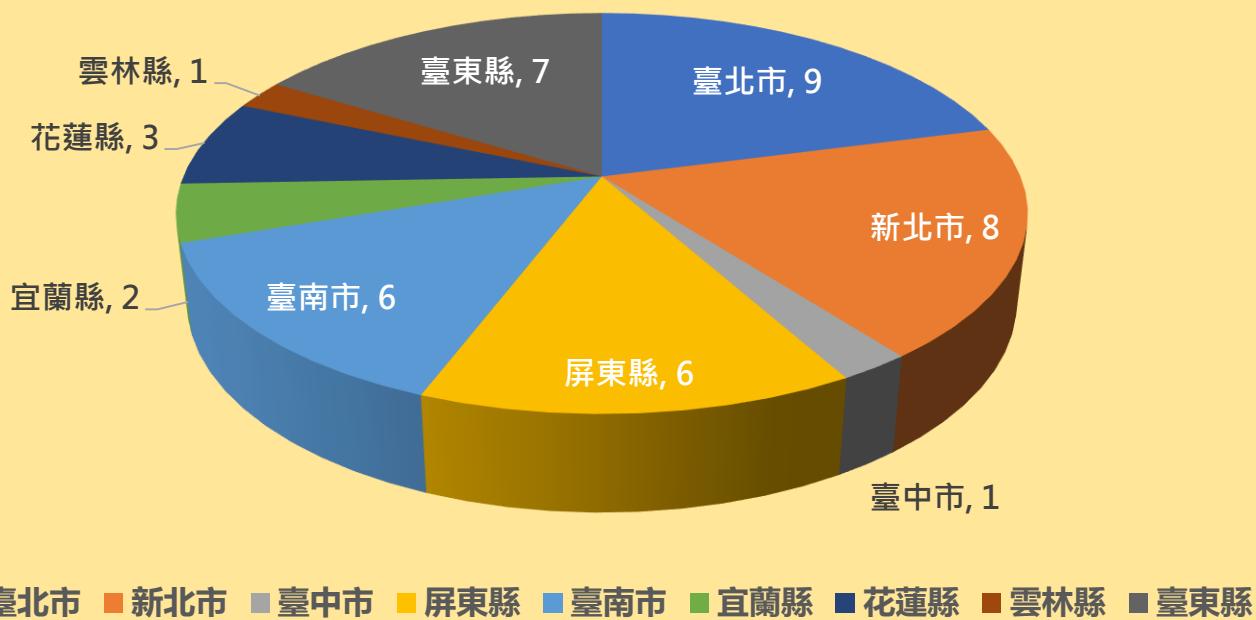


圖1 輔導通過政府補助計畫累計數量

撰稿：許嘉雯 專案助理技術師
校稿：邱世彬 助理工程師

臺中聖○○家現地觀摩活動

為使專業人員熟稔私有建築物耐震弱層補強作業，特辦理現地觀摩活動，邀請專業技師、建築師、施工廠商、公務人員與一般民眾，透過現場案例之活教材，增進與會者對於耐震弱層補強之專業知能及了解其案件施作過程，更透過活動與講師及與會者，一同分享經驗及執行耐震弱層補強之心得，以利推動私有建築物耐震補強工作。

本中心定於112年4月24日於臺中市北區國民運動中心RF多功能教室舉辦現場觀摩說明會，簡報完畢將會由工作人員帶隊至聖○○家觀摩，並邀請此案設計技師—臺中市土木技師公會林理事長育信到場說明案例補強設計要點及施工介紹，親自解答各位的疑問。

日期	時間	課程	主講人	地點	
112年 4月24日 (星期一)	13:30-13:50	報到		臺中市北區國 民運動中心	
	13:50-14:00	致詞	內政部營建署 國家地震工程研究中心		
	14:00-14:40	案例簡介 與設計要點說明	立信工程顧問有限公司 林育信 技師		
	14:40-15:30	案例補強工法介紹 與施工說明			
	15:30-15:40	前往案例現場(觀摩點)			
	15:40-16:30	案例現場觀摩 與實務補強介紹	立信工程顧問有限公司 林育信 技師		
	16:30-	賦歸			

表1 臺中現地觀摩議程

撰稿：許芯茹 專案助理技術師
校稿：邱世彬 助理工程師

來場「震」「麵」對決吧！

為提升大眾對於地震及建物耐震補強之基本知能以及推廣階段性補強，利用國震中心開發之教具，透過義大利麵模擬房屋梁柱，透過地震振動台實際模擬地震發生情形，增進民眾對耐震補強之體驗。

課程分為三部分，「震好遇見你」、「動手做看看」及「耐震大補帖」，先透過地震科普演講及模型積木演示做說明，接著提供手作課程實際演練，以及宣導政府推廣之耐震補強政策，提供一系列完整體驗及學習，讓大眾進一步瞭解地震對於生活帶來的重大影響和應對措施。

今年度專案辦公室將規劃推出5場次工作坊課程，將與松山社區大學、新店崇光社區大學、中正社大與新中和社大等單位一同合作辦理5場次工作坊，更多活動內容與課程資訊，請至「私有建物耐震弱層補強資訊網」。



撰稿：張舒涵 專案技術員
校稿：林敏郎 副研究員

私有建築物耐震弱層補強作業技術講習會

日期	辦理類別	辦理地點
112年2月18日	專業人員-臺北場	國家地震工程研究中心 R101會議室
112年2月22日	推動人員-臺北場	國家地震工程研究中心 R101會議室

私有建築物耐震弱層補強工程訪視

日期	訪視案例	訪視委員
112年2月8日	臺中 聖○○家	中華民國全國建築師公會 劉國隆理事長 國立中興大學土木工程系 李翼安教授 永安土木技師事務所 楊耀昇技師 林建全土木結構技師事務所 林建全技師

私有建築物耐震弱層補強現地觀摩活動

日期	觀摩案例	授課講師
112年3月25日	宜蘭 新○○○地	翔威工程顧問有限公司 楊智斌技師 必盛工程有限公司

耐震軟弱層補強特展

展覽日期	主題	展覽地點
112年3月15日 至 112年6月30日	宅健檢 · 護一生	臺中國立公共資訊圖書館總館 2樓數位美術中心

撰稿：高靖 專案助理技術師
校稿：林敏郎 副研究員

為增進參與弱層補強作業相關人員瞭解計畫內容與提升設計施工品質，各縣市政府人員、建築師、土木技師及結構技師等專業人員、補強施工廠商、專業審查委員與推動人員，皆應參與相關之講習會或教育訓練課程，且定期回訓，以確保參與人員掌握最新弱層補強計畫作業規定。本期計劃將規劃專業人員作業技術講習會與住宅補強推動教育訓練兩類課程。

第一類將針對建築師、土木技師、結構技師、補強施工廠商、專業審查委員、各縣市政府人員辦理專業人員作業技術講習會，課程內容包含私有建築物耐震弱層補強計畫簡介與審查注意事項及弱層補強工法之設計、評估與施工。

第二類將針對建築師、土木技師、結構技師、補強施工廠商、推動師、不動產從業人員等有意願推廣耐震弱層計畫之相關人員，課程內容包含私有建築物耐震弱層補強計畫簡介與補強方案、耐震弱層補強申請與執行流程、計劃推動與輔導技巧等。

專案辦公室自111年11月起已辦理2場次作業技術講習會，參與人數共計188人次，後續會持續辦理作業技術講習會，最新消息將更新在官網。

日期	辦理類別	辦理地點	參與人數
112年2月18日	專業人員	國家地震工程研究中心 R101會議室	98
112年2月22日	推動人員	國家地震工程研究中心 R101會議室	91
總計			189

撰稿：高靖 專案助理技術師
校稿：林敏郎 副研究員

作業技術講習會照片



112.2.18 私有建築物耐震弱層補強作業技術講習會
(專業人員)參與人數**共計98人**



112.2.22 私有建築物耐震弱層補強作業技術講習會
(推動人員)參與人數**共計91人**

112.2.8 臺中案例工程訪視

撰稿：高靖 專案助理技術師
校稿：涂耀賢 博士

目前專案辦公室施工案例共計1例、完成共8例，專案辦公室於112年2月8日辦理臺中案例之工程訪視，該案例為地下1層、地上5層之大樓，經結構分析後採用補強方案B，補強方式共包含貼附式RC構架、增設鋼斜撐、增設鋼柱、增設鋼梁、鋼板包覆及碳纖維包覆。

台中案例於111年11月1日開工，2月底完工，工期共計120天，參觀當日補強結構皆已完成施工，剩餘管線、瓷磚復原工程及屋頂防水工程，因此本次工程訪視共參觀全部補強部分，一樓補強平面圖如圖2所示，議程、出席名單與訪視施工照片如表2及圖3、4所示。

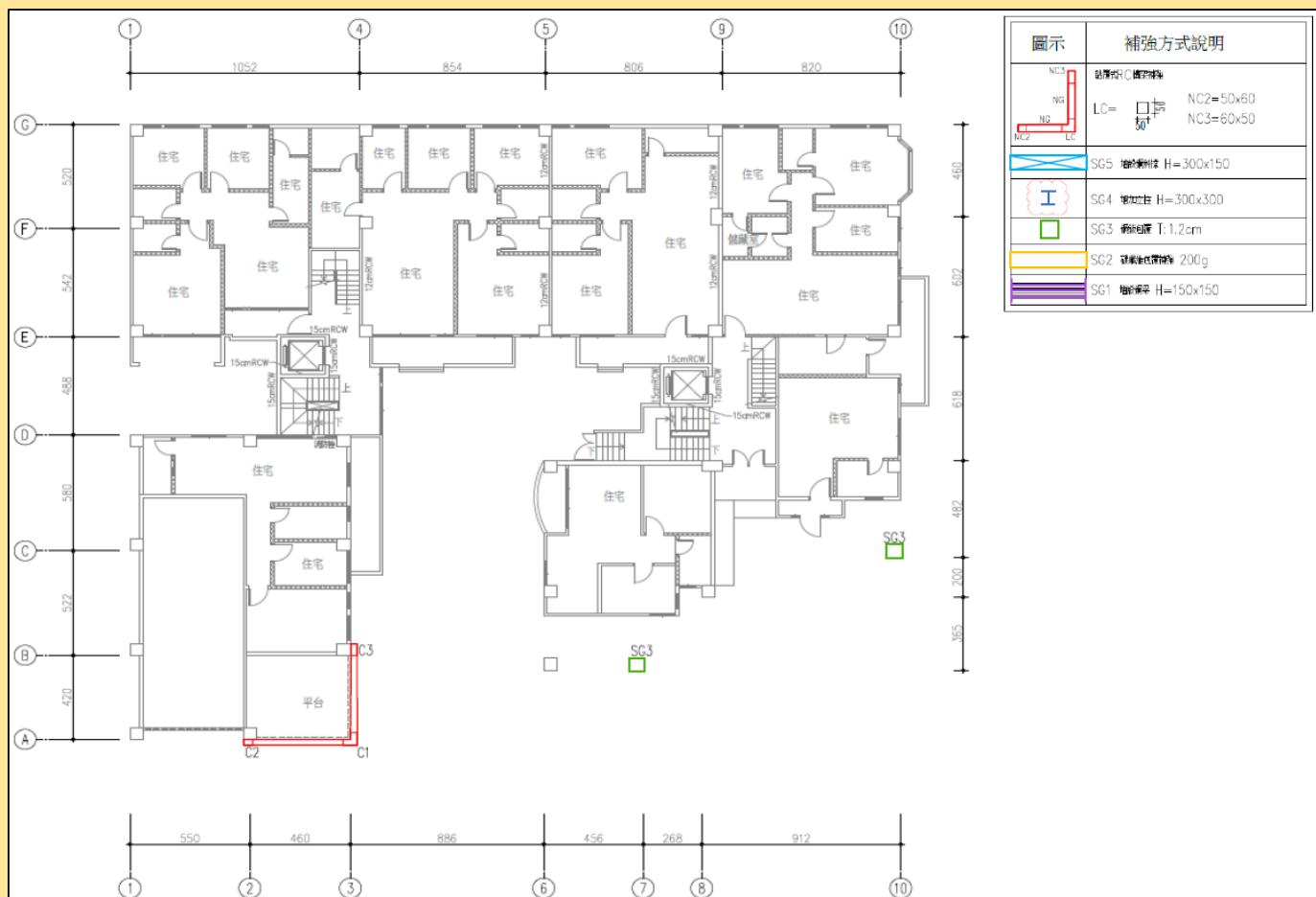


圖2 一樓補強平面圖

撰稿：高靖 專案助理技術師

校稿：涂耀賢 博士

本次訪視期間委員提供以下意見及建議：

1. 本案報告書建議放入屋頂女兒牆垂直防水施作之照片。
2. 本案屋頂原有積水及滲水之問題，提醒後續屋頂防水層的洩水坡度及防水測試請確實施作。
3. 對於民眾積極進行本案耐震弱層補強工程給予高度肯定。

工程訪視結束後委員們對於本案進行補強設計及施工給予肯定。因補強工法之設計，整體的施工動線規劃對住戶影響降至最低程度，住戶代表對本案可以促成，表示感謝，更感謝補強設計及施工參與人員的努力。

時間	事項	主講人
14:00-14:10	開場介紹	邱聰智 博士
14:10-14:30	補強設計及監造說明	立信工程顧問有限公司 林育信技師
14:30-14:50	補強施工說明	鑫峰營造有限公司
14:50-16:10	工程訪視	
16:10-16:40	問答時間	全體委員



出席名單	
委員	中華民國全國建築師公會 劉國隆理事長 國立中興大學土木工程系 李翼安教授 永安土木技師事務所 楊耀昇技師 林建全土木結構技師事務所 林建全技師
市府承辦人	臺中市政府都市發展局 鄭伊嫻 承辦人
臺中案例管委會	臺中案例管委會 顧毓琇小姐、謝祥麟先生
設計監造	立信工程顧問有限公司 林育信技師
施工廠商	鑫峰營造有限公司 賴盛昶先生
國震中心	鍾立來 榮譽顧問 邱聰智 研究員 高靖 專案助理技術師



表2 訪視議程

表3 訪視出席名單

圖3、4 訪視照片

112.3.25 宜蘭現場觀摩說明會

撰稿：許嘉雯 專案助理技術師
校稿：邱世彬 助理工程師

位於宜蘭縣宜蘭市之「新〇〇地」為宜蘭縣第一起私有建築物弱層補強案例，已於111年11月19日竣工，工期總計107天，採用補強方案A方式，補助工程總金額85%，總補助額為450萬元整。

補強位置主要集中在位於1F的停車空間，新增15道剪力牆（如圖5紅框處），優先消除軟弱底層問題。並且於施工期間將施工區域獨立開來，以利對住戶日常生活造成之影響降至最低，不須擔憂施工期間造成的髒亂與環境破壞讓車輛受損或是造成人身安全疑慮。施工期間住戶只需將汽機車停放至周邊停車場或路邊即可，不需要另尋其他住處。

本案由永安土木技師事務所楊耀昇技師設計；施工由必盛工程有限公司負責執行。最初技師在進行設計時，也一併考慮到完工之後汽機車進出社區的動線問題，因此住戶於補強完成後，生活習慣並沒有太大幅度的改變，汽機車仍舊可以從外部直接行駛進入社區停車空間，不用擔心下雨天上下車會淋濕，或是要冒雨更換雨衣等情形。

剪力牆完成之後施工單位一併協助將牆面修飾至與相鄰的既有牆面如出一轍，周邊的花圃與設施（如長椅和路燈）也進行復原與修繕，使整體環境比補強前更舒適美觀。

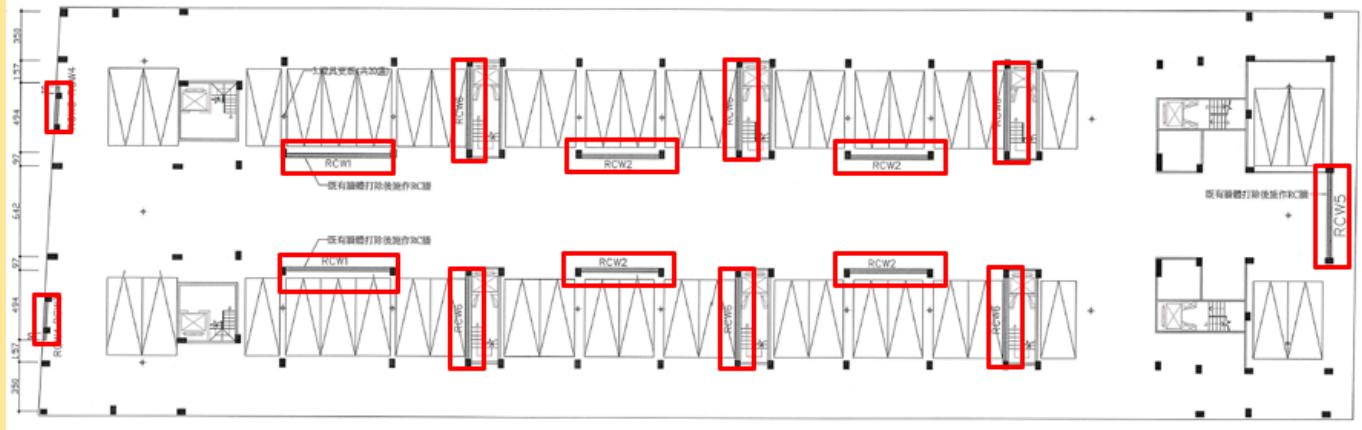


圖5 補強設計平面圖(楊耀昇技師提供)

撰稿：許嘉雯 專案助理技術師
校稿：邱世彬 助理工程師

112年3月25日專案辦公室於宜蘭縣宜蘭市新生國民小學舉辦「現場觀摩說明會-宜蘭場」（如圖6），共計35人次參加本活動，並邀請內政部營建署張專委渝欣及宜蘭縣政府林科長俊榮蒞臨致詞，宜蘭縣政府近日輔導之管理委員會也派員出席一同參加。案例簡介由翔威工程顧問有限公司楊智斌技師為主講人，補強工法與施工說明由必盛工程有限公司許維誌負責人解說，簡報完成之後開放民眾問答，讓大家有機會直接面對面接觸專業人員與學者，能更明白自身需求從而找出適合自己住家的補助方案，活動議程請見表4。

簡報與問答環節完畢後，由主辦方帶領來賓至完工現場觀摩，並由施工廠商詳細說明施工流程（如圖7）。民眾對於書面形式上的案例或許會比較難以想像，但藉由現場觀摩活動親眼見證完工案例，有助於理解整體方案內容與專業人員在設計時之思考面向為何，亦能實際體驗結構補強後對社區環境改善與耐震安全的助益。

時間	課程	主講人
13:50- 14:00	致詞	營建署 張渝欣 專委 宜蘭縣政府 林俊榮 科長 邱聰智 博士
14:00- 14:50	案例簡介 與設計要點說明	林敏沁 專案助理技術師 翔威工程顧問有限公司 楊智斌 技師
14:50- 15:40	案例補強工法介紹 與施工說明	必盛工程有限公司 許維誌 負責人
15:50- 16:40	案例現場觀摩 與實務補強介紹	翔威工程顧問有限公司 楊智斌 技師 必盛工程有限公司 許維誌 負責人

表4 現地觀摩議程



圖6 說明會照片



圖7 現地觀摩照片

撰稿：張舒涵 專案技術員

校稿：涂耀賢 博士

依據「主動輔導辦理建築物耐震能力初步評估及弱層補強經費補助執行作業要點」，第十二條第五項：完成弱層補強設計圖說及預算書，於施工前應提送至本部委託之財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心進行審查作業，經審查通過後，始得向執行機關申請撥付設計階段之補助經費。

承上作業要點，弱層補強專案辦公室為確保設計審查之品質以及審查流程之順暢，建立弱層補強設計審查機制：首先設計單位須於設計完成後函文專案辦公室申請辦理審查，由專案辦公室安排時程與場地，並通知審查委員、設計單位、社區以及地方政府出席，審查通過後由專案辦公室核發審查通過公文。其弱層補強設計審查流程如圖8所示。

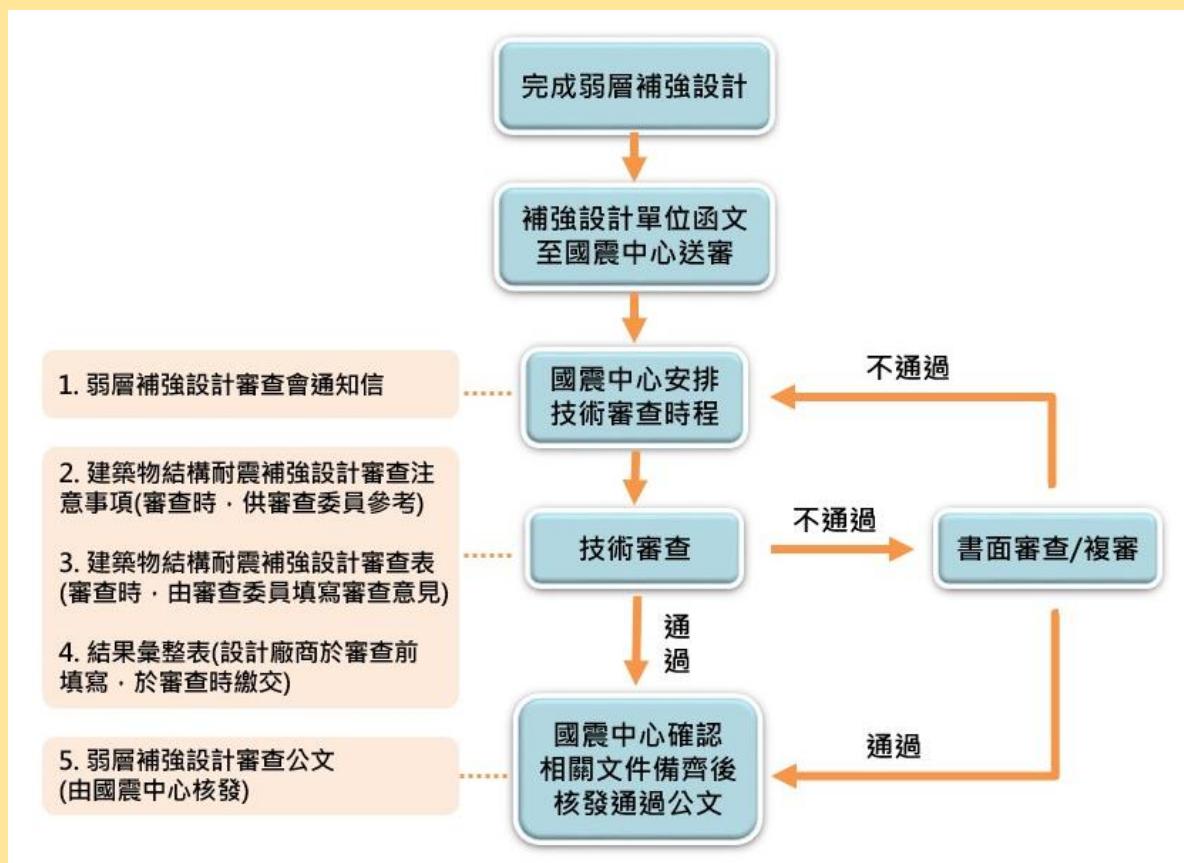


圖8 弱層補強設計審查流程

專案辦公室在收到個案之設計單位函文送審時，協助辦理弱層補強設計審查會議。於審查會議中，審查委員提供之意見能協助確保設計內容更加嚴謹，會議結束後由設計單位逐條回覆委員意見，並請各審查委員意見皆有修正後，最後將由會議召集人確認其補強設計通過審查後，再由專案辦公室核發設計審查通過公文。

專案辦公室自從111年11月本期計畫啟動開始，迄今已辦理6場弱層補強設計審查會議，如下表所示，審查會議相關照片詳圖9所示。

編號	縣市	行政區	辦理審查日期	後續追蹤
1	新北市	新莊區	111年11月22日	辦理發包中
2	臺北市	萬華區 (桂○路)	111年11月25日	辦理發包中
3	臺北市	萬華區 (萬○路)	111年11月25日	辦理發包中
4	臺南市	歸仁區	111年12月2日	辦理發包中
5	新北市	汐止區	112年2月10日	須進行複審
6	新北市	瑞芳區	112年3月30日	須進行書審



圖9 辦理審查會議照片

「宅健檢・護一生」地震科普展

為提高民眾對於地震防災觀念的認識，並介紹如何改善房屋的耐震安全，國震中心與國立公共資訊圖書館（國資圖）攜手合作，於112年3月15日至6月30日，假國資圖2樓數位美術中心舉辦「宅健檢・護一生」地震科普展。

本次展覽共分為五個單元：『來自大地的「震撼教育」』、『先天不良 後天失調，房子你累了嗎？』、『百變造型建築物，震不震？』、『宅的求救訊號，請結構醫生做健檢』及『補強做得好 地震少煩惱』，透過科普模型和志工詳細解說，向民眾介紹一般軟弱層建築常見的原因、歷次災害以及如何改善的補強工法等。此外，展覽還介紹政府推廣的耐震補強政策，提供目前的補強補助方案以及已實際完成的補強案例介紹，包括補強後的耐震考驗等實際案例分析，讓民眾了解耐震補強的改善效益。

透過海報、影片、模型展示以及動手操作等形式，讓所有到訪民眾對於房屋耐震安全有更深入的認識，並鼓勵民眾關心並改善自家的耐震安全。讓我們一起來宣導地震防災觀念，打造更加耐震安心的居住環境。

圖片來源：國資圖 提供

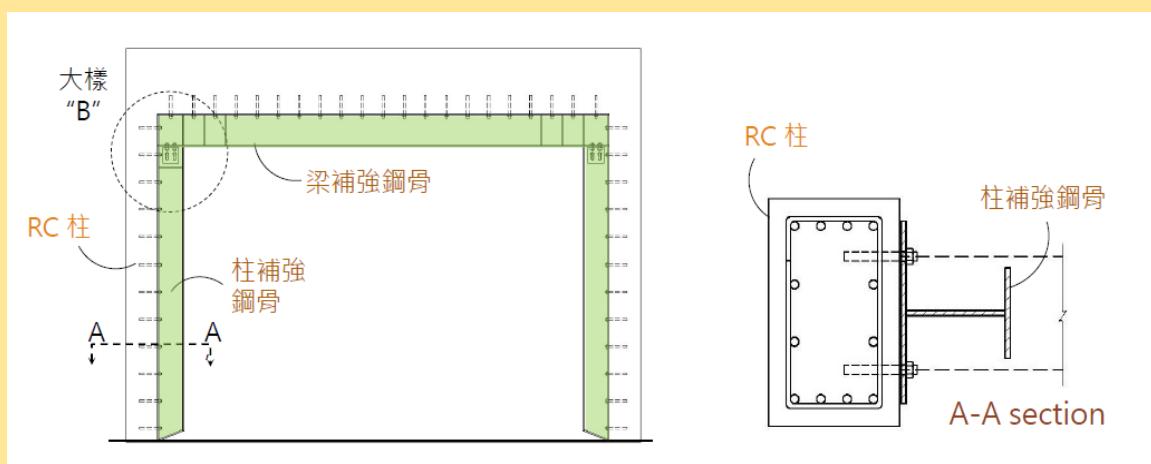


軟補強典型街屋簡易補強工法

工法簡介：

街屋是台灣中南部最常見的建築形式，其構造多採RC或加強磚造，平面形式類似，結構系統之特徵為：垂直街道方向有大量隔戶牆，平行街道方向因應通風採光與動線之建築需求，無法配置完整牆壁，形成耐震弱向，在地震中常發生沿街道方向的軟弱底層破壞，並呈現既有低層RC建物之典型強梁弱柱行為。台灣建築物耐震補強施行現況中，公有建築補強比例遠高於民間建築，主因為民眾之防災意識不足、及補強費用與施工對使用性之妨礙降低業主意願，典型街屋又由於平面類型限制，常用補強工法包括增設RC剪力牆、RC翼牆、鋼骨斜撐框架、擴柱或鋼鈑包覆等，皆因為影響空間使用性或底層柱緊鄰地界而難以施作。國立成功大學建築系杜怡萱教授研究室綜合考量典型街屋結構特性與使用者需求，提出一套簡易補強工法，相較於以結構效能為首要考量的「硬補強」，這套「軟補強」工法期望以低成本、短工期與效益足夠的特性，提高民間業主對耐震補強的意願。

此補強法乃於RC柱斷面內側附加鋼骨構件形成複合斷面及剖面，如圖10-(a).(b)所示。



(a) 補強構件安裝於構架內側

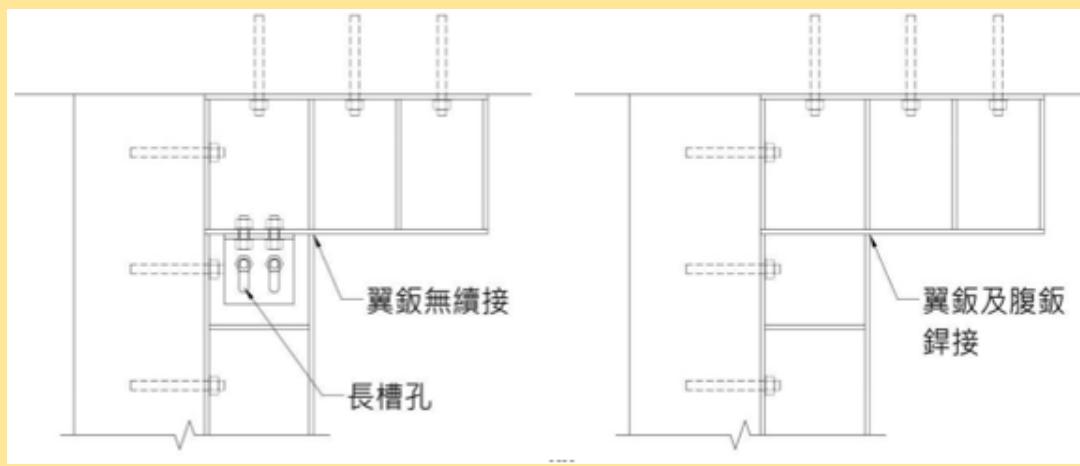
(b) 剖面

圖10 典型街屋底層構架內置型簡易補強工法示意圖

對於底層無沿街向牆壁之典型街屋，能以低成本、短工期之優勢提高民間對於耐震補強之意願。此工法利用鋼構件自重輕、加工、安裝容易之特性，設計將鋼骨構件以化學錨栓附加於構架柱內側面及構架梁下方以補強柱構件壓力側與剪力強度，柱補強鋼骨底部不需連接基礎，並提出兩種可能的鋼骨柱梁接合部形式如下：

1. 第一種為承壓接合(Compression connection)，柱梁補強鋼骨僅接觸不續接，使柱補強鋼骨位於RC柱斷面受彎壓力側時可貢獻壓應力減輕混凝土負擔，位於受彎拉力側時不貢獻拉應力以確保斷面韌性。
2. 第二種為彎矩接合(Moment connection)，將柱、梁補強鋼骨翼鈑及腹鈑鋸接接合，以提高靜不定度與應力重分配之能力。

此補強法的接合部形式承壓與彎矩接合大樣圖如圖11-(a).(b)所示。



(a)承壓接合大樣圖

(b)彎矩接合大樣圖

圖11 補強柱構件接合部形式示意圖

軟補強工法之補強設計邏輯為防止底層崩塌，補強對象主要針對底層無沿街向牆壁的典型街屋，其特點如下：

- 不需開挖基礎，現場干擾最小化，大幅降低成本
- 乾式施工不用灌漿、大幅縮短工期
- 可負擔的價格
- 可於構架內部施作，不影響鄰房，無基地境界線問題

工法特色：

1. 本補強工法之強度提升效果佳，主要針對補強需求較低的低層軟弱底層典型街屋，基本上可適用於降低目標各層發生軟弱層集中式破壞如補強方案A、B、C皆可適用。
2. 本補強工法針對典型低層街屋特有建築平面類型設計，特點為不需開挖基礎、乾式施工，省去一般補強工程因開挖基礎所需耗費之成本及時間。
3. 本補強法於設計時已考慮其安裝順序及施工便利性，柱梁補強鋼骨尺寸不需與RC構架四周完全密合，只需貼合柱內側面與梁底面，安裝時不需打除RC保護層，亦不需破壞地板，安裝後仍可保留內部空間之通透性。
4. 此方法之補強效果已經過足尺構架側推試驗之驗證，補強後構架相較補強前之初始勁度與側向強度皆有顯著提升。
5. 此方法之補強亦提出適用TEASPA之補強構件側推分析模式，並經低層街屋案例補強前後側推分析驗證，針對二樓以上有沿街向牆之軟弱底層街屋，補強後側向強度與性能地表加速度皆有顯著提升，若無法藉由增加補強構架數量來提高耐震性能，此時將補強構架往上延伸至二樓較為有效。

補強施工完成後構架如圖12-(a).(b)所示。



(a) 補強構架



(b) 彎矩接合補強構架

圖12 軟補強施工完成圖

超高性能混凝土UHPC修繕/補強工法

➤ 工法簡介：

超高性能混凝土(Ultra-High Performance Concrete, 簡稱UHPC)為近年國際間大幅應用的一種新型纖維混凝土材料，其具有緻密且均質的水泥基體，且內含短纖維，可避免與控制材料裂縫生成，並具卓越之力學與耐久性能。UHPC的抗壓強度約為傳統混凝土的4倍以上，抗拉強度為50 kgf/cm²以上，極限拉應變可達到2%，約為傳統混凝土的一百倍以上，且透過添加纖維，UHPC能有效避免混凝土壓碎與剝落。UHPC的彈性模數介於30至60 GPa、而撓曲強度於150 kgf/cm²至400 kgf/cm²之間。UHPC藉由內部纖維所提供之橋接效應(Bridging Effect)，使其具備擬應變硬化行為(Pseudo Strain-hardening)，如圖13所示，此為UHPC特有的高韌性與裂縫控制能力之重要原因。

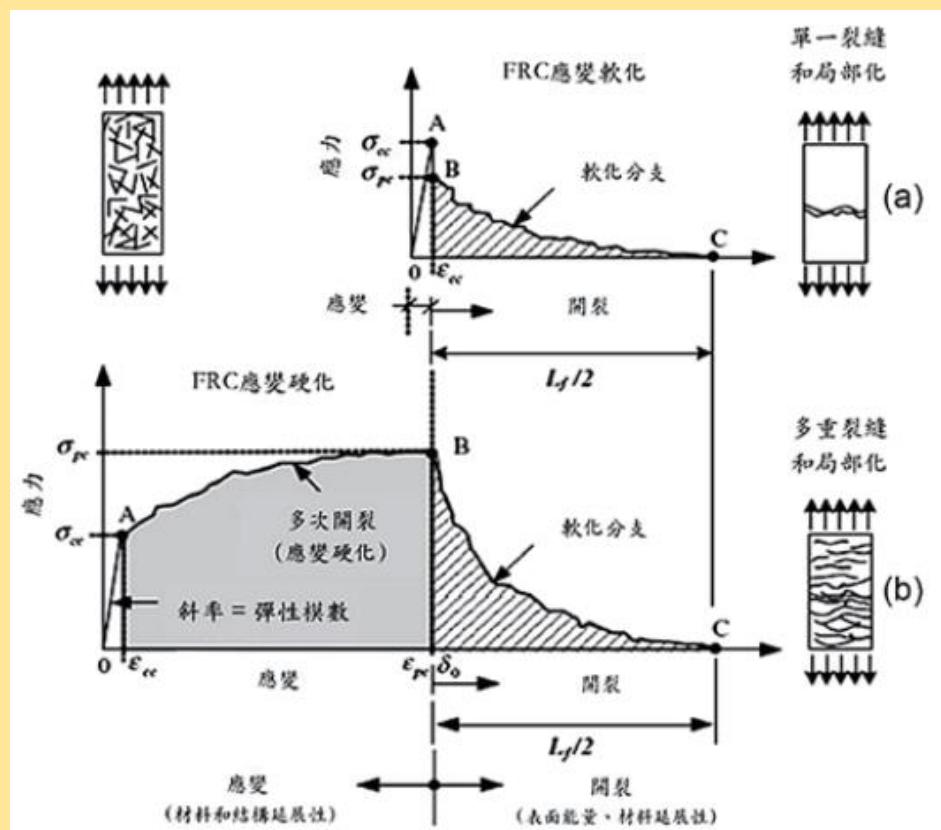


圖13 拉伸應變軟化與硬化行為

超高性能混凝土UHPC修繕/補強工法

➤ 工法簡介：

UHPC可應用範圍極廣，除新建建物以外，也適用於既有建物的修繕與補強，目前國立成功大學洪崇展教授等人已開發既有柱之包覆補強(圖14-16)、磚牆補強(圖17-18)、斜撐構件補強(圖19)、耐震間柱補強(圖20)、梁柱接頭補強等適用工法。其中可用的施工方法包含場鑄(濕式)工法及預鑄版貼附(乾式)工法，前者於現場綁紮鋼筋(網)並澆置UHPC(圖14-15)，後者則為使用預先製成之UHPC預鑄版，於現場組裝，利用化學錨栓安裝於既有構件上，並於間隙澆置環氧樹脂Epoxy或UHPC砂漿(圖16)。

使用UHPC於包覆補強能有效提升構件之勁度、強度、以及極限位移能力。UHPC預鑄版包覆工法可有效防止新舊界面破壞，既有構件之力量能完整傳遞至補強層。當使用鋼筋網取代傳統鋼筋綁紮時，亦能有效控制裂縫發展，將破壞模式從非韌性剪力破壞轉變為具韌性之撓曲行為。而預鑄版乾式工法可簡化施工流程，降低時間成本，且能發揮與場鑄濕式工法相近的耐震性能。

此工法可配合目前營建署推廣之弱層補強方案A、B及C，於既有建物進行補強時，運用較少的機具及人力，進行大範圍施工，同時提升建物耐震能力以及節省人力成本。此外，當方案C針對單一建物修繕或補強時，如有現場施作空間及設計之限制，使用UHPC工法則可在最小限度影響既有空間的條件下，完成修繕與補強作業。後續本辦公室也將針對UHPC補強工法發展參考圖說，以供業界人士及民眾參考。

參考文獻：

- 洪崇展等人「超高性能混凝土(UHPC)材料與結構應用及文獻回顧」2022
洪崇展; 郭家維; 黃丞毅. 超高性能纖維混凝土於非韌性柱包覆補強工法之有效性. 中國土木水利工程學刊, 2020, 32.8: 693-699
戴佑軒.(2020).超高性能混凝土噴漿工法於磚牆補強效用之評估. 成大土木學位論文.
黃正豪.(2022).超高性能混凝土(UHPC)預鑄間柱(牆)於構架之耐震補強. 成大土木學位論文.
周笙展.(2021).超高性能混凝土(UHPC)預鑄斜撐於構架之耐震補強. 成大土木學位論文.
王昱祺.(2021).超高性能混凝土(UHPC)噴漿工法於含磚牆RC構架之耐震補強. 成大土木學位論文.

超高性能混凝土UHPC修繕/補強工法



(a)既有柱體打毛



(b)使用角隅筋搭接



(c)固定鋼筋網



(d)模板組立



(e)補強層澆置UHPC

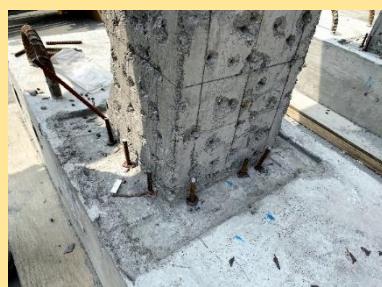


(f)墁平及養護

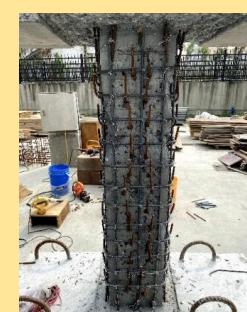
圖14 場鑄補強工法搭配鋼筋網(以柱補強為例)



(a)既有柱體打毛



(b)上下基礎植筋



(c)鋼筋綁繫



(d)模板組立



(e)補強層澆置UHPC



(f)敲除混凝土

圖15 場鑄補強工法搭配現場鋼筋綁繫(以柱補強為例)

超高性能混凝土UHPC修繕/補強工法



(a)鋼筋網綁紮



(b)固定鋼筋網於木模



(c)設置預留孔及凹槽



(d)預鑄版封模澆置UHPC



(e)預鑄版假固定



(f)澆置UHPC



(g)敲除多餘混凝土



(h)自攻螺絲安裝

圖16 預鑄版貼附補強工法(以柱補強為例)

超高性能混凝土UHPC修繕/補強工法



(a) UHPC噴漿施工



(b) 手墁施工



(c) 表面修飾

圖17 磚牆噴漿或手墁補強工法



(a) 安裝預鑄版



(b) Epoxy灌注

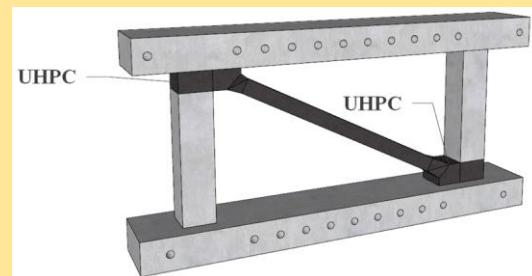
圖18 磚牆之預鑄版貼附補強工法



(a) UHPC斜撐吊掛



(b) 連接段澆置

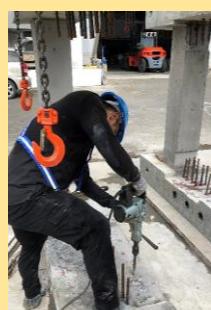


(c) 完工

圖19 既有構架之UHPC斜撐補強



(a) 預鑄UHPC間柱



(b) 構架植筋



(c) 間柱吊裝



(d) 連接段澆置



(e) 完工

圖20 既有構架之UHPC耐震間柱補強

私有建築物弱層補強專案辦公室聯絡資訊

為使民眾更容易瞭解耐震弱層補強之內容，專案辦公室提供相關弱層補強技術與行政補助申請流程等免費諮詢服務，有意願辦理或想瞭解相關事宜之社區，可由專案辦公室派員進行說明。

相關資訊可至私有建築物耐震弱層補強資訊網查詢，歡迎民眾多加利用與專案辦公室聯繫！

服務縣市	負責同仁	服務專線	電子信箱
臺北市、新北市、雲林縣	許芯茹	(02)6630-0239	hjhsu@narlabs.org.tw
彰化縣、嘉義縣、嘉義市、臺南市、高雄市	張舒涵	(02)6630-5189	shuhan@narlabs.org.tw
基隆市、屏東縣、花蓮縣、臺東縣	高靖	(02)6630-5185	chkao@narlabs.org.tw
宜蘭縣、南投縣、金門縣、連江縣、澎湖縣	林敏沁	(02)6630-5186	minchin@narlabs.org.tw
桃園市、新竹縣、新竹市、苗栗縣、臺中市	許嘉雯	(02) 6630-5187	cwhsu@narlabs.org.tw



No.11 APR. 2023

私有建築物耐震弱層補強專案辦公室

NCREE

財團法人國家實驗研究院 國家地震工程研究中心

私有建築物耐震弱層補強專案辦公室

<http://privatebuilding.ncree.org.tw/>

地址：10668台北市大安區辛亥路三段200號

電話：(02)6630-0237

傳真：(02)6630-0574

