

內政部營建署

106 年度『單棟大樓階段性補強技術手冊及
示範案例規劃設計監造』委託技術服務案

結案報告書

財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心

計畫主持人：

黃世建 博士

NAR Labs
國家實驗研究院

中華民國一一〇年六月一日

106 年度「單棟大樓階段性補強技術手冊及示範例規畫設計監

造」委託技術服務案期初報告審查意見回復

與會單位意見或建議	研究單位回應
<p>朱慶倫組長：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本案係為延續初步評估及詳細評估的後續作為，請國震中心加強說明評估結果 R 值與階段性補強的關係。 2. 建議國震中心估算階段性補強 3 個階段所需要的經費，俾利後續與重建費用做比較。 3. 階段性補強技術手冊建議採用較簡明的圖文說明，以利民眾閱讀。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫補強前採用 PSERCB 初評分數 R 值作為篩選依據，補強設計不限訂單一方法，若採第一階段補強，僅需排除軟弱層破壞機制即可，無需再用初評 R 值來解除列管，若採用第二或第三階段補強，則需以詳細評估工具確認補強後耐震能力，其合格基準為耐震容量大於需求，即比值 (CDR>1.0)，前述排除軟或層破壞機制的評估工具，可以輔以初評方法為之。 2. 感謝委員建議，關於補強費用，以教育部校舍補強工程為例，工程預算為 4000 元/平方公尺，實際發包金額平均約為 2300 元/平方公尺，應用到私有住宅的費用計算上，會較為複雜，國震中心會對此再做詳細的評估。第二階段及第三階段的費用可以參考校舍的數據，但會有些變異，而第一階段只有涉及一到兩個樓層，預算會較 4000 元/平方公尺再高一些。日本的補強工程費用計算方法是：強度每增加 100 頓，花費新台幣 30 萬，本中心會依照此做法並將費用盡量壓在新台幣 30 萬以下，故階段性補強相關費用之編列本中心會再進行研議。 3. 感謝委員建議，本計畫第四階段

與會單位意見或建議	研究單位回應
	<p>工作項目為完成階段性補強技術手冊，屆時將包含民眾精簡版及專業技術版兩種版本。</p>
<p>張矩墉委員：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 依第一次專家學者座談會建管組高組長之發言可知原規劃分階段來施作補強是基於可能會需要申請變使後取得全體同意，有較大之困難，似乎都有解決之道，那分階段是否仍有必要請國震中心再思考，畢竟一次施工就是一次對生活的干擾與不便，建議工程施作上可以一次到位。 2. 即便無法申請變使，建議對補強的程序審核仍宜有一定的管理，尤其對權利義務和責任的釐清與劃分要先有規劃。 3. 一棟老舊建築物可能容許改善或主客觀綜合考量只能做到第1階段補強，有些案例則可容許做到第3階段，應視其可能性給予不同程度的補強，所以不一定每個案例最後都能完成3階段的補強。 4. 示範案例的流程應考量初步規劃後和居民討論取得同意的階段，否則如何說服居民同意，因為補強後可能對其使用產生很大的改變，會使其喪失意願。 5. 報告書 P.183 的案例未來會有許多實務上的問題要面對，建議團隊中應有一定經驗的建築師協助，將有利後續推動。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 「階段性補強」字面上有兩種涵義，一種是時間性的分段，即「分階段的補強」，一階段完成後會有下個階段，最後才是完整的成果，這部分對私有供公眾使用建築物可以要求；另一種是空間上的區分，即「部分(局部)補強」，對私有建築物而言很可能做完第一階段即是最後的階段，也可能僅對部分樓層施做補強，故三個階段的補強作業可以獨立操作，並非三個階段都要執行，可以只選擇做第一階段、只做第二階段，或直接施作第三階段，住戶可依照經費、補強效益或住戶同意比例等因素決定實施哪一種階段的補強。第一階段補強之施工會盡量在公共空間處理，以不影響住戶生活為主。 2. 關於補強責任的歸屬，在行政院既有建築物耐震能力提升方案有明確訂定「若補強補到耐震安全標準且已施作工程，責任由補強設計的工程師承擔。」但第一階段補強很難要求第一階段的工程師承擔全部責任，應由承攬的專業者與原始的設計者共同承擔，屆時若出問題責任須再分辨。責任的歸屬並不好訂定，曾請教日本在私有住宅補強方面的專家，東京大學 Nakano 教授及東北大學 Maeda 教授，指出日本並無訂定權利義務與責任的

與會單位意見或建議	研究單位回應
	<p>關係，現階段採取案件發生後一件一件解決，大部分補強後效果都很好，沒有出現太多的案件，本研究會研議各階段補強性能目標作為工程師執行階段性補強之依據。</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 三個階段的補強作業可以獨立操作，並非三個階段都要執行，可以只選擇做第一階段、只做第二階段，或直接施作第三階段，住戶可依照經費、補強效益或住戶同意比例等因素決定實施哪一階段的補強。 4. 感謝委員建議，補強造成使用上的改變在設計圖面完成後，會再召開說明會，住戶於同意書上簽核過後視為正式文件。 5. 感謝委員建議，報告書 P.183 之 RC 牆位置影響到客廳的使用空間，該構想有與本計畫合作建築師討論過，未善盡規劃之處會於報告中說明。本設計示範例僅供參考，實務規劃上仍應依據現況作妥善設計，並取得住戶之同意。
<p>巫垂晃委員：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 以樓層剪力強度檢討結構弱層、樓層勁度檢討結構軟弱層係考慮柱量比、牆量比及高度比來定義，並未考量牆量分配造成之扭轉效應及結構分析得出之極限層剪力檢核，請國震中心說明。 2. 1F 店面（如超商）已完成變使用者，在法律上已經取得合法地位，然而以目前機制無法篩檢出來亦是階段補強的死角，建議政府應該建立第 2 套機制（由建管 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 第一階段補強在軟層與弱層的檢核，在此只是簡單提出柱壁量及樓層高度的關係，主要是希望這樣的方法會吸引專業者願意來操作，第一階段補強並不會限定方法，所有初評方法如 PSERCB 及 NCERR 方法皆可使用，讓第一階段補強具有專業者之工程判斷，並非由承包商直接施作。

與會單位意見或建議	研究單位回應
<p>取得資料)，否則問題還是會存在。</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 階段性補強若涉及變更使用執照費用，建議可獨立拆出來，另第2階段及第3階段費用該如何編列？請國震中心考量。 4. 破壞形式（軟弱層）建議國震中心做必要的試驗為佐證。 5. 高軸力柱之行為採用 P-M 塑鉸（內定塑鉸）並未有 P-V 塑鉸，且 FEMA 定義塑鉸是否可用或需修正，請國震中心說明之。 6. 階段性補強若採用框架式或斜撐時，請於手冊上增加此項之計算及評估方式。 7. 對於單跨、懸臂等高危險群建築物，不一定為軟弱層，是否應納入階段性補強的優先順序。 8. 建議將街屋、開放空間（細長柱）等建築物納入示範案例。 9. 採階段性補強（尤其第1階段）是否與側推分析結果做比較，以確認第1階段補強之效果，不致造成倒塌的風險所採用簡易分析方法的正確性。 10. 階段性補強是否可採兩階段即可，以免造成太多擾民程序。 11. 階段性補強與地震保險、貸款二者掛勾時，請於報告書敘明其安全性及必要性，以免造成難度增加及產生困擾。 	<ol style="list-style-type: none"> 2. 感謝委員建議，將建請營建署針對申請變更完成之業者，因改變結構導致軟弱底層之現象，研議相關篩選機制。 3. 感謝委員建議，若涉及申請變更使用執照，各階段之變更使用執照費用須各自獨立計算。 4. 感謝委員建議，關於各類型破壞實驗，國震中心今年有兩個七層樓的軟弱層實驗，6月將在台南實驗室有補強案例實驗，10月有軟弱層評估實驗，希望透過此方式提升評估及補強的技術。 5. PM 非線性鉸考慮了軸力變化下的撓曲行為。剪力的部分目前受限於分析軟體尚無 PV 非線性鉸。本研究將另研議解決方式，並於後續研究成果提出討論。 6. 目前國震中心有出版鋼結構物耐震能力初評報告，將參考該報告中鋼柱、鋼斜撐的抗側力強度、尺寸、斷面及接合型式等，研議後會放入本研究手冊供工程師參考。 7. 感謝委員建議，本計畫會再研議。 8. 感謝委員建議，本計畫會將細長柱類型之建築物納入示範案例。 9. 為了降低排除軟弱層的設計成本與簽證責任，第一階段不會與側推分析結果做比較，第二階段及第三階段會與側推分析結果做比較。 10. 三個階段的補強作業可以獨立操作，並非三個階段都要執行，可以只選擇做第一階段、只做第二階段，或直接施作第三階段，

與會單位意見或建議	研究單位回應
	<p>住戶可依照經費、補強效益或住戶同意比例等因素決定實施哪一階段的補強。</p> <p>11. 感謝委員建議，房屋基金的構想很好，但社會共識要到相當的程度才能共同完成，將一起努力朝此方向前進，而補強是降低房屋的風險，銀行保險理賠的貸款觀念需要再進行推廣教育。</p>
<p>中華民國全國建築師公會謝國璋委員：</p> <p>建築物平面及立面不規則的型式，如受外力易產生扭轉破壞，此應於結構設計時予以考量針對節點施作補強，但後續設計不夠周全，施工亦不嚴謹。建議於此研究案例，加強對顯著不規則建物之評估補強。</p>	<p>感謝委員建議，本計畫研議不規則建築物之評估補強技術。</p>
<p>中華民國結構工程技師公會全國聯合會賴宏嘉委員：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 階段性補強之第 1 階段軟弱層檢討涉及結構調整之詳實性，惟私有建物內有許多裝修與違建，若遇相關民眾不配合之情況，建議國震中心提供適度變通性作業之指引或流程。 2. 關於補強是否不具效益，其目前係以重建費用去比擬，卻完全不考量建物是否已達使用年限，造成補強後沒有多少年即可能都更重建，造成資源之浪費。 3. 目前階段性補強對於海砂屋之風險與效益似乎尚未提供，將使補強工程參與者之法務風險提高。 4. 階段性補強對於損害責任應為有限責任，不應過度擴大，所以 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 若遇到私人空間無法進入調查，面臨調查詳實性之問題，牽涉到權利義務時，合約的訂定就非常重，在執行前便須說明清楚 475 年地震來襲時各階段補強可接受的損壞程度，當無法作詳實的調查須藉由工程師的判斷做適度假設時，也須在合約中明訂，並附上圖說，面對法律時才有依據。但公共空間為開放空間必定可以詳實調查。 2. 關於考量到耐用年限及海砂屋後，是否還有補強的價值，這部分所有權人會比設計者更加要求，設計者須照實告知，而決定權仍在所有權人。

與會單位意見或建議	研究單位回應
<p>建議於手冊中闡明於前言，減輕參與者之法務責任。畢竟參與階段性補強是在降低生命財產之損害風險，實不應負擔相關之事業責任。</p>	<p>3. 若需補強之建築物存在氯離子過高的問題，此部分須經工程師判斷，對桿件裂化程度作適當折減，目前國震中心尚無海砂屋做階段性補強之相關研究，此部分需再研議。</p> <p>4. 感謝委員建議，本計畫會在手冊加以論述階段性補強相關注意事項，並且於同意書中明確列出僅能達到之效果，作為司法程序評判之參考。</p>
<p>中華民國土木技師公會全國聯合會 林景棋委員：</p> <p>1. 獨立挑高柱(高腳柱)勁度不佳，不管以擴柱、翼牆或其他補強工法效益有限，是否考慮增列中間層水平過梁之補強工法，主要在縮短長柱之無支撐長度，減少挫曲等破壞模式。</p> <p>除花蓮地區 1F 弱層特性外，私有供公眾使用建築物亦多有底層局部 1F 挑高之情形，建議示範案例也增加挑高長柱軟層之補強設計及工程。</p> <p>2. 就未來政策執行面部分，建議如下：</p> <p>(1) 考量階段性補強，無法一次補足耐震強度，建議推動耐震補強法制化，以保障民眾安全及專業人員執業之權益，階段性補強應立法為宜。</p> <p>(2) 雖然第 1 階段補強費用負擔較輕，參考日本補助補強工費用和減稅，建議本案應有</p>	<p>1. 感謝委員建議，本計畫會將高腳柱類型之建築物納入示範案例，至於是否會有實際案例，會再與本團隊詳加討論。</p> <p>2. 感謝委員建議，將建請營建署研議耐震補強法制化之相關內容。本計畫示範案例有全額補助補強設計費，但工程費僅為定額補助，不過全面推動時要全額補助會涉及國家經費的使用，仍會有立法上的抗爭，此層面較為複雜。</p> <p>3. 三個階段的補強作業可以獨立操作，並非三個階段都要執行，可以只選擇做第一階段、只做第二階段，或直接施作第三階段，住戶可依照經費、補強效益或住戶同意比例等因素決定實施哪一階段的補強。</p>

與會單位意見或建議	研究單位回應
<p>強制性，並建議政府補助階段性補強設計及工程費用。</p> <p>3. 第 1 階段補強針對 $R > 50$ 有高震損風險建築物(軟弱層)補強，立意良好。但第 2 階段及第 3 階段補強是否具效益有待評估。以危老宅已達補強不具效益重建之標準，建議優先推動執行第 1 階段補強，至於是否進入第 2 階段及第 3 階段，建議考量補強效益、經費或住戶同意比例等因素，則不一定需要推動。</p>	
<p>本部建築研究所李台光副研究員：</p> <p>1. 本案所建議之補強工法多為濕式施作方式，較不適合私有建築物採用，建議增列補充乾式補強工法供選擇。</p> <p>2. 階段性補強第 2 階段及第 3 階段，需採用側推分析，對於高軸力 RC 柱塑性鉸參數，僅建議採用 ETABS 2016 之 P-M3 曲線，建議可提供其他選項參考。</p> <p>3. 本案以耐震指標(Seismic Index)檢核 2016 臺南及 2018 花蓮地震後建築震害的相關性發現，有許多案例的耐震指標偏低(小於 1)，卻無發生明顯震害的情形，請國震中心說明原因。</p> <p>4. 為避免 RC 底層柱承受過高之軸力，產生耐震性能不佳的情況，建議補強後之 RC 底層柱軸力比限制在 30% 以下。</p>	<p>1. 感謝委員建議，有關濕式工法不適用於住宅，應盡量採用乾式工法，國震中心將朝此方向努力。</p> <p>2. 感謝委員建議，側推分析的方法並非單一，在此只是建議 ETABS 2016 版本有此特性可以使用，本計劃並無限制評估方法及分析軟體，像是 SERCB 方法有考慮軸力的變化也可以使用。</p> <p>3. 由於驗證的標準是以設計地震為基準，但建築物本身有兩個主軸方向，I_s 考量是以弱軸為主，但當地震來襲是在強軸方向，雖然弱軸 I_s 很低，但仍可能出現小害，故會出現此現象。</p> <p>4. 感謝委員建議，補強後照理來講增加豎向構材，即可降低軸力比，但是降低的程度較難界定，此部分需再研議。</p>
<p>高文婷組長：</p> <p>1. 有關變使相關規定，皆由地方政府自行訂定，中央無規定。</p>	

與會單位意見或建議	研究單位回應
<p>2. 中央僅明定應辦變使之規定，建議國震中心提出階段性補強工法之擴柱、增設翼牆或剪力牆等，並與地方政府協商納入免辦變使相關規定中。</p> <p>3. 本案係為於重建或全面補強的整合、規劃期間，進行局部性補強措施，建議進行階段性補強後，可直接進入全面補強或重建。</p>	<p>1. 感謝委員補充說明，將修改專家諮詢會議案由二、議題二之結論為：</p> <p>依據公寓大廈管理條例第 11 條「共用部分及其相關設施之拆除、重大修繕或改良，應依區分所有權人會議之決議為之」，其中，區分所有權人會議之定義依公寓大廈管理條例第 31 條所示「區分所有權人會議之決議，應有區分所有權人及其區分所有權比例合計三分之二以上出席，以出席人數及其區分所有權比例占出席人數區分所有權四分之三以上同意行之」。若補強範圍涉及專有部分，應取得專有部分的區分所有權人同意。</p> <p>以公寓大廈為例，若要辦理變更使用執照，對內可依區分所有權人會議之決議為主，但該會議決議所得文件為會議紀錄，其用途及性質與建築法第 30 條所定之土地權利證明文件不同，應不得互相取代。</p> <p>建築法第 74 條申請變使時，只提到「申請變更使用執照，應備具申請書並檢附左列各件，其中有三款：一、建築物之原使用執照或謄本。二、變更用途之說明書。三、變更供公眾使用者，其結構計算書及建築物室內裝修及設備圖說。」中央法規並沒有提到土地同意書及建築同意書，目前各地方政府辦理變更使用執照，應檢附的房屋所有</p>

與會單位意見或建議	研究單位回應
	<p>權人的同意書，要參考各地方政府自治條例之規定。</p> <p>若地方政府規定要求提出房屋所有權人的同意書，此時須全數人同意，若無法取得全數人同意，而建築法是土地法的特別法，所以如果建築法沒有特別明定，可回歸適用土地法，土地法第 34-1 條「共有土地或建築改良物，其處分、變更及設定地上權、農育權、不動產役權或典權，應以共有人過半數及其應有部分合計過半數之同意行之。」故若無法取得全數人同意，可則依土地法取得半數人同意。</p> <p>2. 本中心將彙整一定規模以下變更建築面積之補強工法，協助營建署及各地方政府研商納入免辦變使作業。</p> <p>3. 本計畫提出之階段性補強分為三個階段，對私有住宅而言，很可能做完第一階段補強即完成，不一定會有下一階段補強，僅為局部之補強。會分成三個階段，是因為第一階段的目的是為降低設計費用，僅透過柱量比來消除軟弱層，故無法保證不會倒塌，亦無法要求設計師負起責任，因為需做全面的分析以後才可確認是否會倒塌，故衍生出第二階段—防止倒塌，相對的費用也會提高。三個階段的補強作業可以獨立操作，並非三個階段都要執行，可以只選擇做第一階段、只做第二階段，或直接施作第三階段，住戶可依照經費、補強效益</p>

與會單位意見或建議	研究單位回應
	或住戶同意比例等因素決定實施哪一階段的補強。
<p>陳威成科長：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究結果將作為建築法第 77-1 條增訂結構改善辦法及耐震規範修正之參考，非常重要。 2. 階段性補強後，其耐震初評 PSERCB 或國震初評法 Is 對應之分數，其對應之詳評 SERCB 或 TEASPA 之耐震能力，建議能有相關分析。 3. 針對補強設計人員擔心之責任問題，建議就階段性補強可能避免之破壞、或僅能達到之效果、或可增加之剪力、或在地表加速度多少時可避免如何損壞等加以論述，以作為未來不幸進入司法程序評判之參考。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 若階段性補強能夠立法，將對後續推動很有幫助，本研究將盡全力配合。 2. 感謝委員建議，當階段性補強的案例件數足夠，便能夠將現況結果、NCREE 方法初評 Is 值與 TEASPA 結果作比對，後續將會朝此方向努力。 3. 感謝委員建議，本計畫會在手冊加以論述階段性補強相關注意事項，並且於同意書中明確列出僅能達到之效果，作為司法程序評判之參考。

106 年度「單棟大樓階段性補強技術手冊及示範例規畫設計監

造」委託技術服務案期中報告審查意見回復

與會單位意見或建議	研究單位回應
<p>王亭復委員：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 文獻回顧相當完整，惟耐震評估及補強應始自 1974 美國標準局 NBA 及 ATC-2-1974 之 An Evaluation of Response Spectrum Approach to Seismic Design of Buildings，且有重大改變的 ASCE/SEI 41-13 未予列入。又美國 FEMA P-806 之附錄 A，更提供分析軟體（Open Source 含分析、補強、繪圖等）。 2. 有關 2-2 節需要階段性補強之要求似嫌較歷年美國規範如 ATC-3-78, SEAOC-80, SEAOC-88(首度以表列出現), UBC, IBC, ASCE 7, ASCE 41 等各次版本之規定均較為嚴苛，且於初步評估時之層極限剪力要與設計層剪力比，較費時、費力。建議比照 ASCE 7 標準之判定為弱層及軟層即須進行詳細評估分析。 3. 有關第三章：無論 ATC-2、ASCE 31、FEMA 356、ASCE/SEI 41 之耐震詳細評估均容有：線性（靜、動力）分析，非線性（靜力、動力）分析，除非線性動力分析外，均對於結構系統有所限制要求，建議宜予說明，尤其本章所列之二種評估系統 TEASPA 及 SERCB 軟體均屬非線性靜力側推分析，僅取第 1 模態，若在多 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，文獻部分本中心會再加強。 2. 有關階段性補強的目標是否用強度比來做就好，這是我們最原始的初衷。但在開過幾次專諮會議後，有些專家有不同的意見，認為單單只用強度比，似乎太過簡化。因此本手冊根據規範提出以極限層剪力強度與設計層剪力需求比做檢核，如階段性補強 A 的基準一。另外，本手冊也保留用檢討上下層之極限層剪力強度比的做法，如階段性補強 A 的基準二。 3. 感謝委員建議，TEASPA 4.0 可以考慮多模態 MPA 分析方式，但仍需要跟 IDA 結果多做驗證，目前仍處於研究階段，未來手冊改版會納入考量。至於哪些建築物須用動力分析，已在耐震設計規範第八章修訂草案提出建議，目前提送營建署另案審查中。

與會單位意見或建議	研究單位回應
<p>模態狀態下與非線性動力分析各層剪力及相對變位均顯相當差距，因此建議依 ASCE/SEI 41、FEMA 440 及 FEMA P440A 說明 TEASPA 適用範圍及如何補強或改進。</p> <p>4. 有關第四章柱之破壞模型請依剪力大小(如 V_{mn}、V_n)予說明何種情況時會是剪力破壞、撓剪破壞及撓曲破壞，並建議增列箍筋內柱混凝土壓碎破壞模型分析。</p> <p>5. 除撓剪破壞之剪力破壞 Δ_s、軸向破壞 Δ_a 及撓曲破壞 Δ_f 外，是否增列柱外圍混凝土剝落前之變位 Δ_{spall}、主筋挫曲變位 $\Delta_{bb}(U.W,Seattle)$、及彎曲容量折低 20% 時之變位 Δ_f 等計算公式及柱心混凝土壓碎前變位 $\Delta_u(NZSEE)$。</p>	<p>4. 圖 4.1、4.5、4.6 分別說明剪力破壞、撓剪破壞及撓曲破壞的發生條件。本手冊也建議柱上下兩端設定撓曲非線性鉸、中間設定剪力非線性鉸，若該柱屬於剪力破壞，則會由中間的剪力非線性鉸控制，柱行為參照圖 4.1；若該柱屬於撓剪破壞，則會先於柱中間發生剪力開裂，接著於柱上下兩端的撓曲非線性鉸達到撓曲強度，之後會延著撓曲平台延展，達撓剪破壞點後，強度就開始衰減，直到軸向承载力喪失，柱行為參照圖 4.5。若該柱屬於撓曲破壞(圖 4.6)，本手冊仍用撓剪非線性鉸模擬(圖 4.5)，為保守的模擬方式。</p> <p>至於箍筋內柱混凝土壓碎破壞模型分析，目前本手冊對斷面全採用非圍束混凝土的強度，用於模擬箍筋內柱混凝土的行為，是保守的做法。</p> <p>5. 感謝委員建議，柱外圍混凝土剝落前之變位 Δ_{spall}、主筋挫曲變位 $\Delta_{bb}(U.W,Seattle)$、及彎曲容量折低 20% 時之變位 Δ_f 等計算公式及柱心混凝土壓碎前變位 $\Delta_u(NZSEE)$，這些變位本中心已另有研究持續進行實驗驗證與比對，尚未成熟到可以放入手冊供工程師使用，未來若有具體成果</p>

與會單位意見或建議	研究單位回應
<p>6. 4.2.1 節之(4.1)及(4.2)式之柱混凝土開裂強度 V_{cr} 僅適用於 RC 短柱及牆，且 f_c' 要在 210 kgf/cm^2 才適用，一般混凝土柱並不適用。又(4.4)式中之計算柱保護層混凝土開裂變位 Δf_{cr} 之有效慣性矩 I_{eff} 是否適用依軸力大小折減有待商榷，且圖 4.1、4.7 若由原點至 (V_n, Δ_n) 或圖 4.5 之 (V_{mn}, Δ_{mn}) 連線斜率隨軸力大小折減則較合宜。</p> <p>7. 公式(4.11)之後段混凝土剪力強度應限於柱心混凝土主張應力大於 $1.6(f_c')^{0.5}$ 才成立。</p> <p>8. 4.3 節 TEASPA 之驗證案例分析，最好與非線性動力分析 (NDP) 結果相比較其差異大小以為參考基準。目前可用 NDP 軟體可選擇：SAP 2000 Advance Ultimate, STAAD ProNonLinear, PERFORM, ANSYS, IDARC, 3D-BASIS, ...。至少亦可採用 FEMA 440、FEMAP-440A 驗證</p>	<p>可研議列為下一版本內容。</p> <p>6. 關於第 6 點回覆如下：</p> <p>(1) 式(4.1)及式(4.2)係觀察鋼筋混凝土剪力牆試驗之開裂行為而得，原用於評估核能電廠剪力牆此等以剪力主控結構桿件之開裂強度。考量非韌性配筋柱亦屬於剪力主控桿件，本手冊以此兩式評估其開裂強度，經與實驗曲線比較後，尚屬合理且準確，相關研究成果已發表於期刊論文。</p> <p>(2) 同意委員所言。本手冊採用 ASCE/SEI 41-13 之建議，勁度折減係指原點與強度之連線。開裂點位於此直線段，以相同之勁度計算側向變形量，由實驗觀察可知，柱發生開裂後，會出現勁度軟化轉折之現象，須採計因剪力裂縫擴張引致之剪力變形，故有不同之斜率。</p> <p>7. 式(4-11)為 ASCE/SEI 41-13 之剪力計算公式，本手冊用以評估強度點之剪力強度，此時，柱已發生開裂，其主張應力已超過 $1.6\sqrt{f_c'}$。</p> <p>8. 感謝委員寶貴建議。本中心同仁亦有研發新式非線性動力分析方法應用於耐震評估技術，囿於選取地震歷時合理性及分析耗時較久等技術門檻，目前尚未推展國內工程應用。待相關技術瓶頸獲得突破後，將會舉辦相關講習課程以推廣國內工程使用。鑑於目前 NDA 技術發展多屬於學</p>

與會單位意見或建議	研究單位回應
<p>過且使用並推薦之 SPO2IDA (Static Pushover 2 IDA, Vamvatsikos and Cornell, Stanford U., 開放軟體)做比較。</p> <p>9. 第五章可用於初評時之軟層及弱層分析，惟用於初評尚嫌複雜。補強後之詳評則至少採用 TEASPA 或 MPA、MMPA、SPO2IDA 評估法。初評之弱層剪力可僅考慮構材斷面剪力強度和與上層或上三層平均值比較，如 MIDAS 即有提供初評計算弱層軟體。軟層之相對側向剛度除柱及牆(含 RC、磚、空心磚)撓曲剛度外，仍應考慮剪力剛度 (Design of Multistory RC Building for Earthquake Motion — PCA 1961, Blume, Newmark, Corning)，再與上層或上三層平均值相比較而決定。1960 年代的武藤清側向相對剛度「D」method 亦即日本耐震規範-1963 以手算「D」值等均應亦可簡便應用。</p> <p>10. 花蓮富臨門社區及吉興華廈均已超過 5 樓或 20 公尺以上建築物，且經初評為軟、弱層建築物，須詳細評估，因此應依建築物耐震設計規範第三章(3.1.2)應進行動力反應譜分析求取各振態質量參與係數，並至少達 90%，以決定評估方法。</p>	<p>術研討階段，眼下在尚未取得實務應用價值之前，建議暫不宜貿然突進。</p> <p>9. 感謝委員建議，第五章簡易分析法僅是給工程師參考的方法之一，有很多初評的方法都可以來做，像 PSERCB 本身對於構件的強度發展係數、單位面積抗側力強度都有定義，只要扣緊第二章強度、勁度檢核即可，而 PCA 1961 及其他方法亦可，並不受限第五章建議之方法。</p> <p>10. 花蓮富臨門及吉興華廈社區僅作階段性補強 A，並未進行詳細評估，故無需進行動力分析之問題。</p>
<p>張矩墉委員：</p> <p>1. 建議與住戶溝通清楚，把補強標準具體化，例如若再發生一次 0206 花蓮地震，房子會不會壞、有沒有時間逃生。</p>	<p>1. 感謝委員建議，和民眾溝通時將會將補強標準解釋清楚。</p>

與會單位意見或建議	研究單位回應
2. 階段性補強最好能夠銜接得上完整補強。	2. 日本的階段性補強是屬於時序上的階段性補強，先設計到完整補強的程​​度，再分階段補強；另一種是空間上的局部補強，當有顯著的軟弱層現象時，可在允許的範圍內做空間上的補強，暫時解決極大的風險。本手冊建議的階段性補強包含時序上及空間上的階段性補強概念。
3. 報告書 312 頁、圖 7.41 頁案例 A，於騎樓處擴柱到 140cm*140cm，有超越建築線之虞，也意味著地下沒有基礎，且須維持騎樓法定寬度，須多加注意。	3. 感謝委員建議，本案例為虛擬設計示範例，僅供說明階段性補強程序。實務上，設計者仍應依現況及現行法令規定進行設計。
4. 報告書 383 頁所示電梯核心牆補強中的電梯，執行上可能會遇到法規問題，例如住宅內部小型電梯不能使用在公共場合，且升降機並非尺寸可以就能施作，還有 OH、機房等問題須考量，建議若非必要，可將電梯取消。	4. 感謝委員建議，本案例為虛擬設計示範例，僅供說明階段性補強程序。實務上，設計者仍應依現況及現行法令規定進行設計。
5. 富臨門案補強位置有一處在樓梯，牆加厚可能會影響到樓梯的寬度，須多加注意。	5. 該位置現況存在既有磚牆，施作上為將既有磚牆視為模板再往外側澆置 RC 牆，並未影響到內部樓梯寬度。
6. 富臨門案單價分析中有編列 RC 牆之基礎補強工程費用，但圖面上並未標示。	6. 感謝委員建議，已於圖面上做修改。
7. 吉興華廈案之地梁是否有要補強？	7. 吉興華廈之基礎為筏式基礎，初步判斷為不需要基礎補強，植筋將會植到筏基地梁。
8. 吉興華廈案中新施作的 SWX2 牆，可能會有增加建築面積的問題，須和花蓮縣建管單位研議。	8. SWX2 並沒有增加樓板，僅增加梁做邊界條件的束制，故不會增加建築面積，會再和花蓮縣政府建管單位確認。
9. 富臨門、吉興華廈兩案之間的預算上有差距，以混凝土單價為例	9. 感謝委員建議，目前兩案單價已調整為一致。

與會單位意見或建議	研究單位回應
<p>差距 500 元，請再確認。</p> <p>10. 富臨門、吉興華廈兩案皆含震後復原費用，但僅寫一式之數量，建議寫詳細清楚。</p>	<p>10. 感謝委員指教，裂縫修復是以樓層數編列，目前僅做一樓之裂縫修復。</p>
<p>巫垂晃委員：</p> <p>1. 簡易分析法並未考量牆量分配造成之偏心、扭轉、不對稱效應，雖然能排除樓層剪力強度，但可能引致扭轉，請國震中心研議。</p> <p>2. 建議比較簡易分析法及完整分析之差異，簡易分析可能為求保守造成付出更多補強工程成本，請考量是否符合使用需求。</p> <p>3. 富臨門、吉興華廈兩案補強後，勁度大增，引入太大地震力，會造成基礎、地下室、相鄰構件破壞，須提醒設計者這部份轉嫁的風險。</p> <p>4. 富臨門案有沒有考慮基礎檢核，應該要計算及補強，須追加費用。</p> <p>5. 475 年地震不倒塌，可能引致其層倒塌，責任如何釐清？</p> <p>6. 許多高樓層建築物屬 Multiple Mode，主控模態可能是 High Frequency Mode，但現階段補強採用 First mode，First mode 是否能適用高模態建築物？請說明。</p>	<p>1. 感謝委員建議，不對稱效應會在手冊中提醒工程師，配置時要考慮對稱、扭轉問題。</p> <p>2. 簡易分析可能會提高補強成本，但可適用於現況資料無法完整取得而採用的簡化作法，故仍提供此作法給工程師選擇。</p> <p>3. 感謝委員建議，會提醒設計者這部分的問題。</p> <p>4. 感謝委員提醒，富臨門案新增 RC 牆補強處皆有設計新作基礎，並已編列基礎補強費用。</p> <p>5. 依據耐震設計規範第 8.5 節(草案)排除軟弱層破壞之補強，主要降低在地震下因軟弱層集中式破壞而崩塌的風險。但在等效最大地表加速度(EPA)為 $0.4S_{DS}$ 之震度作用下，結構仍有可能因垂直構件喪失承载力而崩塌，故目標建築物仍應儘速完成整體耐震評估及補強工作為宜。</p> <p>6. 參照現行耐震設計規範關於靜力分析及動力分析之相關規定，若目標建築物屬耐震設計規範 3.1 節所規定，且其地面以上樓層之第一模態有效震態質量比小於 60%者，則應以非線性動力歷時分析或其他經認可之方法，</p>

與會單位意見或建議	研究單位回應
<p>7. 補強後改為梁消能，如各層都放梁塑鉸，行為應該會顯著不一樣。</p> <p>8. 不對稱結構存在扭轉效應，國震中心之方法(尤其簡易分析方法)並沒有完全考慮扭轉效應，不對稱結構不適用此方法，需要清楚告知評估者。</p> <p>9. 簡易設計法與 PSERCB 的關係，牽涉危老政策推動，建議提出差異性供參考。</p> <p>10. 無材料強度，如何選用？若無圖面，如何分析？請說明。</p> <p>11. 日本的階段性補強是一次分析到位，但分階段執行補強，且會和住戶合約協商，經費及補強程度，並告知破壞程度。</p>	<p>其他類型的建築物得採非線性靜力分析方法。本中心建議之非線性側推分析所使用之豎向力分配方式，以側推方向之主控模態進行側力之豎向分配，各樓層側力作用於該樓層之質心點，並非僅限於 First mode。</p> <p>7. 階段性補強僅檢討目標樓層的行為，因此，僅放該層柱、梁構件的非線性鉸。若工程師有其他樓層的構件詳細參數，並設定非線性鉸，更能反映結構真實行為。</p> <p>8. 感謝委員建議，本手冊中會註明指簡易分析法只適用於對稱規則之 RC 建築物。</p> <p>9. 本手冊建議的簡易設計法依據耐震設計規範第 8.5 節(草案)排除軟弱層破壞之補強，僅檢討排除軟層及弱層的合格基準，不再以初評指標檢討。工程師若要以 PSERCB 再檢討補強後分數，樂觀其成。</p> <p>10. 簡易分析可適用於現況資料無法完整取得而採用的簡化作法。</p> <p>11. 感謝委員建議。日本的階段性補強是屬於時序上的階段性補強，先設計到完整補強的程度，再分階段補強；另一種是空間上的局部補強，當有顯著的軟弱層現象時，可在允許的範圍內做空間上的補強，暫時解決極大的風險。本手冊建議的階段性補強包含時序上及空間上的階段性補強概念，仍會告知使用這補強後破</p>

與會單位意見或建議	研究單位回應
	壞程度。
<p>柯鎮洋委員：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建議在報告書 29 頁針對民間建築寫定建議值，例如 $f_c'=280 \text{ kg/cm}^2$；$f_y=2800 \text{ kgf/cm}^2$。 2. 建議在報告書 29-39 頁把公約寫清楚鋼筋掃描及鑽心試驗三梁三柱之規定，並且量化，例如用 600 平方公尺為基準作說明。 3. 富臨門社區建議包商管理費須提高到 10%，及增加營業稅 5% 之項目。 4. 吉興華廈角柱承载力請再確認。 5. 吉興華廈圖說標記及文字說明請再修改。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，材料強度將參考校舍補強作業的慣例，寫進手冊，給工程師參考。 2. 感謝委員建議，鋼筋掃描及鑽心試驗規定將參考校舍補強作業的慣例，寫進手冊，給工程師參考。 3. 感謝委員指正，已修改預算書。 4. 感謝委員建議，所有一樓及二樓的梁、柱、牆非線性鉸皆已納入考慮，分析結果顯示樓層極限剪力強度由角柱及剪力牆之強度主控。 5. 感謝委員建議，已修正。

106 年度「單棟大樓階段性補強技術手冊及示範例規畫設計監

造」委託技術服務案期末報告審查意見回復

與會單位意見或建議	受託單位(國震中心)回應
一、朱慶倫 主持人	
(一)本手冊四個示範例是否都有管委會?	感謝委員意見。四個示範例皆有管委會。
(二)示範例之工程發包由地方政府代辦或主辦該如何決定?	感謝委員意見。案例1至3皆由花蓮縣政府代辦公告招標，決標後由管委會擔任合約甲方，並進行後續履約管理；案例5則由台南市政府主辦招標，並擔任合約甲方，及進行後續履約管理。
(三)變更使用執照的申請程序，各地方政府有何相關規定?	感謝委員意見。本手冊輔導示範案例期間，已促成台北市、桃園市、台中市、台南市、花蓮縣及宜蘭縣等地方政府將耐震補強列入一定規模以下免辦變更使用執照的作業辦法中。
二、張矩墉 委員	
(一) 民眾精簡版手冊中，未提及階段性補強是過度性的措施，完成後仍需進行完整補強或是重建，容易造成民眾誤解，建議於手冊第三章加以補充。	感謝委員建議。已於民眾精簡版手冊中補充以下文字： 建築物進行耐震階段性補強後，破壞應可分散於其它樓層而不至於發生集中式破壞。但因耐震階段性補強未進行整體結構之耐震詳細評估，無法定義其崩塌地表加速度，故目標建築物仍應儘速完成整體耐震

與會單位意見或建議	受託單位(國震中心)回應
	評估及補強工作為宜。
(二)民眾精簡版手冊及摺頁如何推廣，建議補充說明。	感謝委員意見。此計劃中只是將民眾精簡版手冊社及及製作完成，但於後續的計劃已有印製及發送至各縣市政府、公會及相關的輔導團隊來進行推廣，之後也根據補助的調整進行改版，於私有建築物耐震階段性補強專案辦公室的網站中也將手冊及摺頁放入，供大眾瀏覽。
(三)關於第4案示範例，已取得設計同意書卻未進行施作原因為何，請說明。	感謝委員意見。第4案示範例於設計完成後，民眾對於設計的方案及預算仍有其於考量，且當時的補助費用較低，所以民眾想再觀望，但於後續計劃的案件中已重新申請補助，目前已經發包施工。
三、巫垂晃 委員	
(一)公共空間位置是否可進行補強應事先檢討，尤其是軟弱層嚴重之建物?	感謝委員意見。個案進行輔導時，皆會考慮公共空間進行補強的可行性。
(二)補強工法是否應考慮對於消防及逃生動線的影響?	感謝委員意見。補強工法原則上不應影響消防設施及阻斷逃生動線。
(三)TEASPA側推分析無下降段之處理方式?	感謝委員意見。有關TEASPA側推分析下降段的處理原則可參閱官網的說明。
(四)完成階段性補強後，是否應設立期限去完成後續完整補強，以及政府的補助情況?	感謝委員建議。將與營建署討論後續規劃。

與會單位意見或建議	受託單位(國震中心)回應
(五)扭轉效應之影響是否應考慮多模態;再者,主控模態非單一模態,其分析誤差較大,如何確保安全?	感謝委員建議。顯著不規則形結構物的補強較複雜,得採用高階的分析方式,例如非線性動力歷時分析。
(六)模型分析法及簡易設計法,建議安全起見採模型分析法為主,否則過度簡化誤差較大。	感謝委員建議。本手冊提供技術方法供專業技師參考,工程師得依專業判斷擇符合個案需求的評估與設計技術。
(七)氣離子過高之建築物其補強方式及後續管理,如何納入經費?	感謝委員意見。如此類建物的補強經費過高,不符合經濟效益者,得建議民眾拆除重建。
(八)補強造成的空間減少以最低為原則,採平均分散為原則,再者應盡量避免變更原結構系統為原則。	感謝委員意見。
(九)階段性補強是否建立監測系統確認補強效果?	感謝委員意見。目前私有建築物耐震階段性補強專案辦公室,已著手試辦規劃補強建物安裝結構監測系統,來監測及分析補強的有效性
(十)階段性補強是否可列入公安申報解列條件?	感謝委員建議,會將此建議提供予營建署作為後續政策規畫之參考。
四、藍朝卿委員	
針對階段性補強,各縣市政府建管處對於免辦理變更使用執照之規定是否有一致的要求?	感謝委員建議,會將此建議提供予營建署作為後續政策規畫之參考。
五、中華民國全國建築師公會 江支川建築師	
(一)判斷建築物是否需進行補強,	感謝意見。兩套程式皆可做為階段

與會單位意見或建議	受託單位(國震中心)回應
TEASPA及PSERCB程式何者方便容易執行?	性補強的設計工具。
(二)建築物判定“不安全”才需進行補強，但目前的準則中與現行法規層間變位角不可大於0.005是否有明顯關聯？建築物之型態及劣化程度是否應納入考量，成為判斷因子？	感謝意見。階段性補強的準則以檢討軟弱層為主，並未檢討層間變位角。諸如不規則或具耐久性問題等建築物的補強設計較為複雜，得採用較高階的分析方式進行考量。
(三)耐震補強時如未讓原設計者參與時，將來因地震造成之損毀，其責任歸屬應如何決定？	感謝意見。耐震階段性補強施作者僅需確保補強後有降低軟弱層集中式破壞之風險，其餘非預期之破壞模式的責任歸屬不應歸咎於補強設計者。
(四)施工補強後，如何再確認該建築物的耐震能力?(補強前後的差異)	感謝意見。因階段性補強未進行整體結構之耐震詳細評估，無法定義其崩塌地表加速度，僅能確認補強後有降低軟弱層集中式破壞之風險。
六、中華民國結構工程技師公會全國聯合會 王炤烈技師	
(一)階段性補強非完整補強，例如第1、2案例僅補強一樓軟弱層，雖可克服倒塌情況，但尚未達到法規中耐震之標準，相關責任問題是否應於報告中提出？	感謝意見。耐震階段性補強施作者僅需確保補強後有降低軟弱層集中式破壞之風險，其餘非預期之破壞模式的責任歸屬不應歸咎於補強設計者。
(二)階段性補強常會涉及行政作業，例如消防等相關問題，行政上法律有何配套措施？	感謝意見。階段性補強的相關配套法令，目前已有台北市、桃園市、台中市、台南市、花蓮縣及宜蘭縣等地

與會單位意見或建議	受託單位(國震中心)回應
	方政府將耐震補強列入一定規模以下免辦變更使用執照的作業辦法中。
七、中華民國土木技師公會全國聯合會 陳哲生技師	
(一)建議各縣市政府使管科之整建維護相關政策納入本案推廣，並可結合外牆拉皮補助的管委會，應要求先處理階段性補強為先。	感謝建議，會將此建議提供予營建署作為後續政策規畫之參考。
(二)目前公安申報的要求包含(1)單一所有權人(2)民國88年12月31日前之建築執照(3)總樓地板面積大於1000平方公尺以上。根據上述本案推動多為住宅(非單一所有權人)，若需用於公安申報監管其後續完整補強，應於公安申報再闢專法補充。	感謝建議，會將此建議提供予營建署作為後續政策規畫之參考。
(三)本案監造階段，因有政府預算補助，建議國震中心成立人力庫現場重點查核，除有關預算上的變更設計由國震中心會議主導。	感謝意見。本專案辦公室已成立人力庫，於後續推廣計畫中辦理補強工程訪視。
(四)建議完成階段性補強之住宅，可於大門前設立標示牌。	感謝意見。本專案辦公室已於後續推廣計畫中著手設計告示牌。
(五)目前各縣市政府都在進行結構危險度"快篩"，若不及格的建物再進行"初評"，如果仍不及格，建議政府發函告知住戶，其建物應進行危老、都更或補強三擇	感謝意見。將建請營建署討論後續規劃。

與會單位意見或建議	受託單位(國震中心)回應
一。	
八、建築研究所 李台光博士	
(一) 示範例缺少住商混合大樓。	感謝意見。將於後續推廣計畫中努力尋求住商混合之案例。
(二) 目前示範例皆採傳統工法，建議可採用乾式工法，如鋼斜撐、包鋼板等等。	感謝意見。本手冊也有採納乾式補強工法，可供後續推廣計畫參考。
(三) 經費的比例為階段性補強之優勢，建議可寫入民眾精簡版手冊。	感謝意見。目前案例數量有限，補強單價僅供參考，待未來案例數量增加後才可提供具參考性質的經費比較。
(四) 示範例補強後是否對房價有所影響？	感謝意見。補強僅是影響房價的眾多因素之一，難以斷定補強後對房價之影響性。

目錄

目錄.....	I
表目錄.....	XXVI
圖目錄.....	XXVI
壹、 專案簡介.....	1
一、 專案目標.....	1
二、 執行方法與步驟.....	1
貳、 執行成果.....	2
一、 第 1 階段執行成果.....	2
二、 第 2 階段執行成果.....	2
三、 第 3 階段執行成果.....	3
四、 第 4 階段執行成果.....	7
附件 A 單棟大樓階段性補強技術手冊(民眾精簡版)	
附件 B 單棟大樓階段性補強技術手冊(評估與設計技術篇)	
附件 C 單棟大樓階段性補強技術手冊(施工及監造篇)	

表目錄

表 1 專家學者研討座談會概況整理.....	3
表 2 示範案例資料總表.....	5
表 3 示範案例說明會場次及同意書彙整總表.....	6
表 4 各示範案例建築執照.....	11
表 5 各示範案例驗收日期及監造成果.....	11

圖目錄

圖 1 執行步驟流程示意圖.....	1
圖 2 第一次專家學者座談會議照片.....	3
圖 3 單棟大樓耐震階段性補技術手冊(評估與設計技術篇).....	4
圖 4 第二次專家學者座談會議照片.....	5
圖 5 單棟大樓耐震階段性補技術手冊民眾精簡版.....	7
圖 6 單棟大樓耐震階段性補技術手冊專業技術版.....	8
圖 7 宣導文宣摺頁正面.....	9
圖 8 宣導文宣摺頁反面.....	9
圖 9 因疫情因素暫緩辦理專家學者研討座談會議.....	10

壹、專案簡介

一、專案目標

本案目的在辦理安家固園計畫 - 106 年執行計畫之「政府主動輔導單棟大樓補強暨階段性補強」配套措施之示範案例，以加強社會大眾對耐震補強的瞭解及操作。

本專案預定達成下列目標：

- (一) 進行私有建築物階段性補強之研究，並製作單棟大樓階段性補強技術手冊及針對各補強工法繪製標準示範案例圖說（將提供 2 件模擬之階段性補強設計範例）。
- (一) 以階段性補強工法建立 10 棟（幢）公寓大廈示範案例（示範案例規劃設計監造費用僅編列提供總樓地板面積計 10,000 平方公尺之規模，故示範案例辦理件數得依據實際示範案例案件規模調整辦理件數）。

二、執行方法與步驟

國家地震工程研究中心(以下簡稱國震中心)將計畫工作項目分為四大區塊，分別為手冊開發(評估與設計技術篇)、設計示範例、工程示範例、及手冊開發(施工及監造篇)。如圖 1 所示。

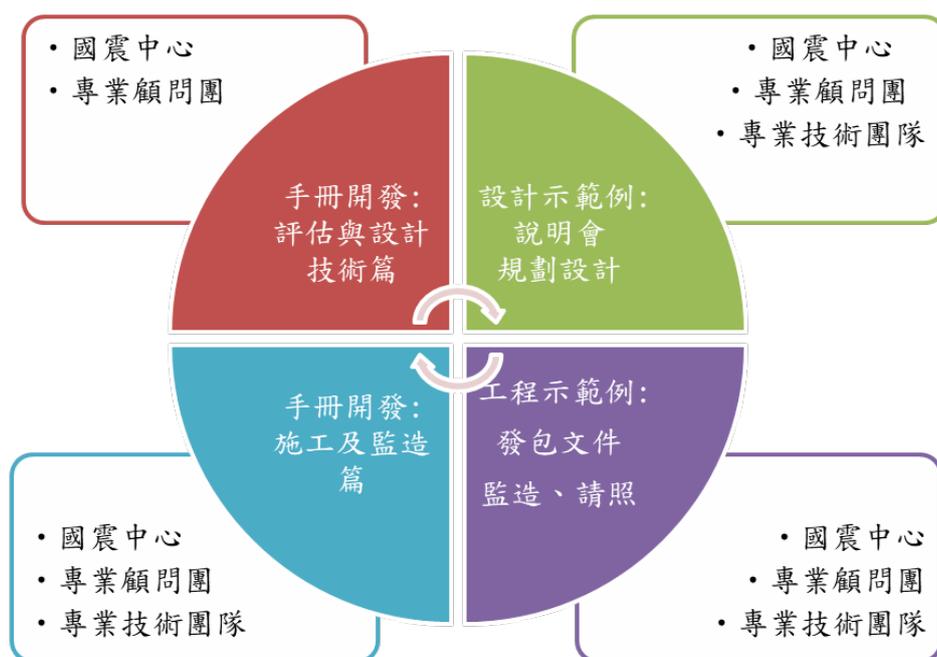


圖 1 執行步驟流程示意圖

貳、執行成果

本案工作期程共分 4 個階段，第 1 階段須於自簽約次日起之 10 日曆天內提出工作計畫書 10 份及電子檔 1 份函送貴署；第 2 階段須於自前項工作計畫書核定函文到次日起 90 日曆天內提出期初報告書 35 份及電子檔 1 份函送貴署；第 3 階段須於自前項期初報告書審查核定函文到次日起 270 日曆天內提出期中報告書 35 份及電子檔 1 份函送貴署；已自前項期中報告書審查核定函文到次日起 180 日曆天內提出期末報告書 35 份及電子檔 1 份函送貴署。

一、第 1 階段執行成果

第 1 階段之工作計畫書於 106 年 11 月 10 日函文貴署，並於 106 年 11 月 14 日營署管字 1060108248 號函獲貴署同意備查。

二、第 2 階段執行成果

本階段工作重點為手冊開發(評估與設計技術篇)，主要由國震中心研究團隊執行，並與專業顧問團合作，召開專家諮詢會議，確認階段性補強的技術問題，包括確認階段性補強的目標、耐震評估工具、關鍵構件行為模擬技術等。

(一)相關國內外耐震評估、補強及階段性補強相關文獻資料收集及完成單棟建築物階段性補強工法及技術相關研究。

第 2 階段收集國內外有關耐震評估與補強的文獻大多以整幢結構耐震補強為主，少有針對階段性補強之相關文獻。由美濃地震勘災經驗發現，軟弱底層結構經簡易的臨時支撐，也可達到防止倒塌的補強功能。其詳細的文獻內容請參閱附件 B 第 2.1 節。

關於單棟建築物階段性補強工法及技術相關研究，國震中心經研究後提供詳細評估、關鍵構件背骨曲獻模型、簡易補強設計法及補強工法設計與參考圖說供參考。其詳細的文獻內容請參閱附件 B 第三至五章。

(二)配合階段性補強工法及技術召開 1 場專家學者研討座談會議，每場次邀集專家學者計 5 人次進行與談。

第 2 階段工作期間國震中心於 107 年 1 月 22 日舉辦第一次專家學者研討座談會，相關的會議資訊彙整如表 1 所示。

本次專家學者研討座談會的議題討論重點為建築物耐震能力階段性補強之技術性問題及住宅建築階段性補強示範案例之建管法令相關議題，會議的照片如圖 2 所示。

表 1 專家學者研討座談會概況整理

場次	日期	地點	主持人
1	107 年 1 月 22 日	國震中心 R401 會議室	國震中心 黃世建主任
2	107 年 5 月 30 日	國震中心 R401 會議室	國震中心 鍾立來副主任



圖 2 第一次專家學者座談會議照片

三、第 3 階段執行成果

本階段工作重點為完成手冊之評估與設計技術篇，及開發補強設計示範例。主要由國震中心研究團隊完成手冊之評估與設計技術篇，並召開專家諮詢會議確認手冊內容。

同時將由專業技術團隊偕同縣市政府向候選案例清單之各區分所有權人補強設計意願徵詢說明會，先取得同意列為補強設計示範例後，即會委託技術團隊內的技師進行現場檢測作業與規劃設計，每一件設計案例將提供整幢補強與階段性補強兩方案。

後續再協同案例所在縣市政府辦理補強工程意願徵詢說明會，由區分所有權人挑選合意的補強方案，展開補強細部設計，並通過專業審查。接著繪製補強工程發包圖說，交由同意進行補強工程示範案例所在的縣市政府辦理工程發包。

(三)完成「單棟大樓階段性補強技術手冊」(評估與設計技術篇)。

本計畫已依約完成單棟大樓階段性補強技術手冊(評估與設計技術篇)，手冊封面如圖 3 所示，完整內容請參考附件 B。

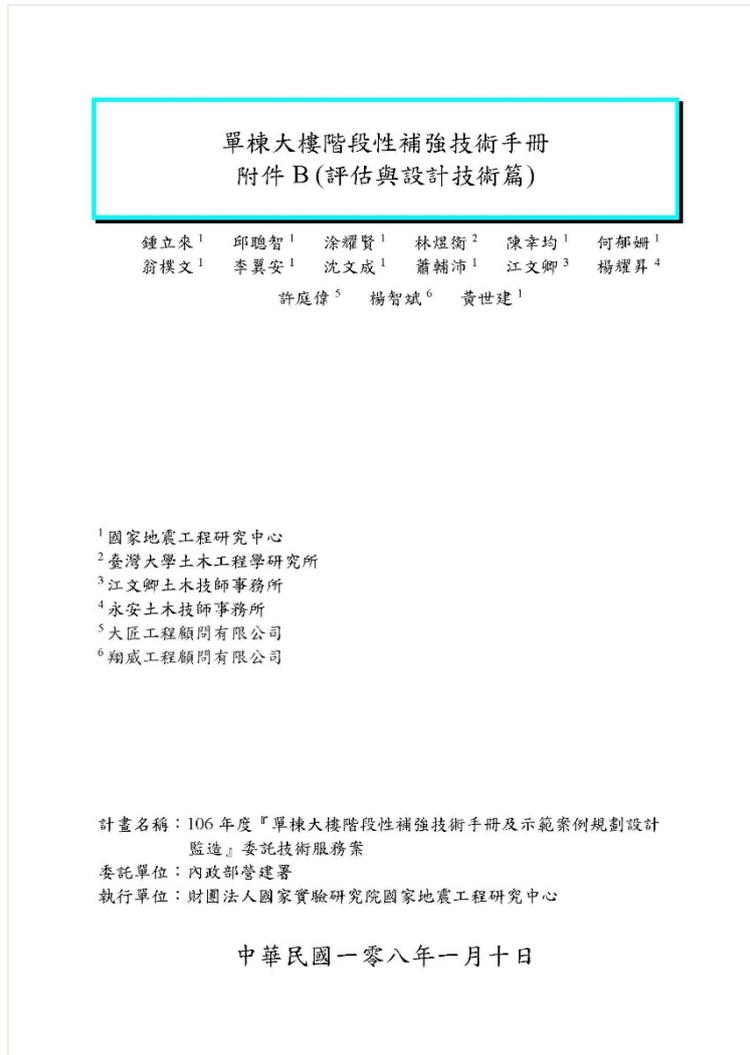


圖 3 單棟大樓耐震階段性補技術手冊(評估與設計技術篇)

(四)配合階段性補強工法及技術召開 1 場專家學者研討座談會議，每場次邀集專家學者計 5 人次進行與談。

第 3 階段工作期間國震中心於 107 年 5 月 30 日舉辦第二次專家學者研討座談會，相關的會議資訊彙整如表 1 所示。

本次專家學者研討座談會的議題討論重點為建築物耐震評估與補強之性能目標(階段性補強合格標準)、考慮軸力變化之詳細評估方法(軸力彎矩互制塑鉸 P-M)及結構耐震補強主要以提升結構安全為主，變更使用面積在一定比例以下，能否排除建築物使用類組及變更使用辦法第 8 條之規定，會議的照片如圖 4 所示。



圖 4 第二次專家學者座談會議照片

(五)與依法登記開業之建築師或相關專業技師合作，並充分與示範案例之各區分所有權人溝通協商，預計完成 10 棟（幢）公寓大廈示範案例現場檢測、規劃及設計（示範案例件數將依據實際案件規模調整辦理件數）。

第 3 階段收錄五件補強設計案例，分別座落於花蓮縣 3 件、臺北市 1 件及台南市 1 件。五件設計案例總樓地板面積加總為 26,467 m²，滿足合約要求之 10,000 m²。其中案例一~案例三為底層做為停車使用之開放空間，二樓以上為住家使用，為典型的軟弱底層建築。案例四為 13 層集合式住宅大樓，案例五則為 7 層店舖式住宅大廈，其底層為店舖，二樓以上為住家。各案例詳細資料詳見表 2。

表 2 示範案例資料總表

案例編號	縣市	類型	樓地板面積 (m ²)	樓層數 (地上)	樓層數 (地下)
案例一	花蓮縣	大樓	3,663.13	6	0
案例二	花蓮縣	大樓	4899.33	6(含一夾層)	1
案例三	花蓮縣	大樓	2304.74	6	0
案例四	台北市	大樓	12920.71	13	3
案例五	台南市	大樓	2679.56	7	1

(六)偕同 10 棟 (幢) 公寓大廈示範案例所在地之縣市政府向示範案例各區分所有權人進行協商與輔導說明會，預計辦理 10 場說明會，並確認後續辦理階段性補強工程發包案件 (示範案例件數得依據實際案件規模調整辦理件數；說明會場次依據示範案例件數調整，並依實際辦理說明會場次計價；階段性補強工程發包案件需取得各區分所有權人同意後為之，辦理件數得視實際情況調整)。本中心辦理 10 場說明會完成後，次日起 30 日曆天函送工程招標文件予確認辦理階段性補強工程發包示範案例所在地之縣市政府，並副知貴署。

第 3 階段依契約要求，各案例應分別召開設計意願及施工意願兩場說明會，故應至少舉辦 10 場說明會。於篩選出標的物後，首先請承攬技師完成初步設計後，即召開規劃設計意願說明會，當取得全數區分所有權人願意參與細部設計之同意書，才進入細部設計階段；待細部設計完成後，即召開補強工程意願說明會，當取得全數區分所有權人願意補強工程施作之同意書，該案才會進行後續發包作業。

本計畫已召開 13 場說明會，各案例說明會之時間及說明會內容彙整如表 3 所示。其中，新北市及高雄市兩案因無法取得區分所有權人共識，故未成案，另外，花蓮縣案例一及案例二，由於補強工程意願說明會舉辦後，該兩案經過審查後審查委員建議預算及圖說需更改，故經承攬技師細部設計後，額外再度召開細部設計說明會，並已取得全數區分所有權人的施工意願同意書。確認同意施工有 4 個案例(案例一~案例三及案例五)。

表 3 示範案例說明會場次及同意書彙整總表

案例編號	縣市	規劃設計意願說明會	設計同意書	補強工程意願說明會	施工同意書	細部設計說明會	細部設計同意書
案例一	花蓮縣	107/03/02	已取得	107/06/02	已取得	107/10/10	已取得
案例二	花蓮縣	107/02/28	已取得	107/05/19	已取得	108/01/24	已取得
案例三	花蓮縣	107/04/11	已取得	107/12/19	已取得	-	-
案例四	台北市	107/03/14	已取得	-	-	-	-
案例五	台南市	107/05/05	已取得	108/1/28	已取得	-	-
未成案	新北市	107/04/17	-	-	-	-	-
未成案	高雄市	107/05/05	-	-	-	-	-

四、第 4 階段執行成果

本階段工作重點為完成手冊之施工與監造篇，及完成補強工程示範範例。將由專業技術團隊執行補強工程監造作業，記錄與蒐集施工過程的文件或照片，並完成請照作業。施工過程的相關紀錄，交由國震中心研究團隊整理後列入手冊之施工與監造篇，並召開專家學者諮詢會議確認手冊內容。

(一)完成階段性補強技術手冊民眾精簡版(附件 A)及專業技術版(附件 B 及附件 C)

本計畫已依約完成單棟大樓階段性補強技術手冊民眾精簡版及專業技術版兩種版本，精簡版手冊封面如圖 5 所示，專業版手冊封面圖 6 所示，完整內容請參考附件 A、附件 B、附件 C。



圖 5 單棟大樓耐震階段性補技術手冊民眾精簡版

單棟大樓階段性補強技術手冊
附件 B(評估與設計技術篇)

鍾立榮¹ 邱聰智¹ 涂耀賢¹ 林煜銜² 陳幸均¹ 何郁嫻¹
翁樸文¹ 李真安¹ 沈文成¹ 蕭輔沛¹ 江文卿³ 楊耀昇⁴
許庭偉⁵ 楊智斌⁶ 黃世建¹

¹國家地震工程研究中心
²臺灣大學土木工程學研究所
³江文卿土木技師事務所
⁴永安土木技師事務所
⁵大匠工程顧問有限公司
⁶翔威工程顧問有限公司

計畫名稱：106 年度「單棟大樓階段性補強技術手冊及示範案例規劃設計
監造」委託技術服務案
委託單位：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

中華民國一零八年一月十日

圖 6 單棟大樓耐震階段性補技術手冊專業技術版

(二)完成「耐震能力初步評估」、「耐震能力詳細評估」、「階段性補強」及「耐震補強」之說明及宣導文宣摺頁。

本計畫已於技術手冊(附件 B)中說明以初步評估及詳細評估技術進行階段性補強設計及耐震補強設計，可供專業技術人員執業參考。此外，本計畫也設計出宣導文宣摺頁之內容，可讓民眾簡易了解階段性補強資訊。文宣摺頁內容如圖 7、圖 8。

當建築物耐震不足，需要改善時 可先採取階段性補強

私有建築物耐震階段性補強

什麼是階段性補強
階段性補強乃在排除建築物結構破壞，透過少許的經費，即可大幅降低建築物因地震來襲所造成倒塌的風險，確保生命安全。

補助私有建築物：
公寓、住宅大樓、住商混合大樓、學校大樓、醫院大樓、政府大樓、三合一建築。

補助申請資格：
建築物資格：
● 耐震能力初步評估結果震度應分大於3.0者。
● 耐震能力評估結果為須補強或重建者。
申請人代表：
● 已成立管理組織之主任委員或管理負責人為申請人。
● 未成立管理組織者依規定推派一人代表為申請人。

補助申請方式：
請於公告受理期間檢具指定之申請文件，向建築物座落所在地之直轄市、縣市政府提出申請。

補助項目：
耐震評估費：分為初步評估與詳細評估，補助金額及補助比率規定如下：
● 初步評估：全案補助最高3,000元，3,000元以上至8,000元。
● 詳細評估：補助最高60萬元。

補助範圍：至106年12月31日107年經估「新市危險及老舊建築物加強補強條例」規定辦理。

階段性補強作業流程：

三大好處：快速、安全、省錢

階段性補強A方案
目的：針對軟弱層與作業前震補強。
優點：
● 利用適當的公共空間進行耐震補強，例如樓梯間、外牆、供電柱等，降低住戶居住空間的影響。
● 處置耐震補強的工期短，僅需2-3個月。
● 施工期間仍可居住，減少搬遷安置問題。
● 補強經費相對節省。

階段性補強B方案
目的：不只補救軟弱層，更能達到法規標準耐震力的八成以上。
優點：
● 補強範圍較廣，保障更多。
● 補強後整體耐震能力較A方案強。

方案	階段性補強A	階段性補強B
耐震補強	原有一層，補強作用層樓地板面積為528m ² 計算。	原有一~二層，補強作用層樓地板面積為2112m ² 計算。
補強作用層樓地板面積	528m ² (約160坪)	2112m ² (約640坪)
補強經費總算*	528x0.4(萬元/m ²)=211萬元	2112x0.22(萬元/m ²)=465萬元
補助計算	樓層樓面積(218-500)/50=0.56取1 110萬元+40萬元=150萬元 211x45%=95萬元(未超過120萬元)	465x45%=209萬元
可申請補助	95萬元	209萬元

*補強經費總算以8層樓層為例，每層約528m²(160坪)

● 補強經費單價僅供參考，實際個案應依專業人士設計為主。

地震來了

您了解自家房屋的耐震能力嗎？
選購時請用對方法！可以轉危為安！

私有建築物耐震階段性補強
好康報你知

圖 7 宣導文宣摺頁正面

向地震災害記取教訓

常見的建築地震災害

大樓結構剛度不佳
民國88年以東興建的建築，剛度不均勻，結構層份易率先破壞，不規則結構易倒塌。
 1999集集地震 攝影：蔡英宏

結構不規則倒塌
建築結構平面不勻稱時，角部容易集中應力產生挫折，如屋頂的三角屋架、物頂、型等不規則平面的轉折點，易產生破壞。
 2016美濃地震 攝影：社社堂

2016美濃地震 攝影：王仁成

先天不良，後天失調

軟弱層倒塌
房屋因軟弱層或公共空間減小等現象，造成相對弱層，受地震力時易發生脆性倒塌破壞。
 1999集集地震 攝影：蔡英宏

屋頂加重屋蓋
屋頂加蓋屋蓋，又在屋頂增加屋蓋，增加建築物重量，造成底部結構超過設計耐震力，地震時容易造成底部破壞。
 1999集集地震 攝影：蔡英宏

有補沒補兩樣情

某市場(無補強)
 厚邊屋架(有補強)

某市場與聯建建築比較
某市場(無補強)：震害明顯，房屋倒塌。
聯建(有補強)：結構未倒塌，地震後因震害明顯房屋倒塌。
 某市場(無補強) 聯建(有補強)

適當補強 可降低損害

2016美濃地震
某公有市場地震後開放空間，二層為居住或辦公室，地震後應完全倒塌。
 2016美濃地震 攝影：社社堂

某公有市場於2016美濃地震前已進行聯建補強，地震時未發生房屋倒塌。
 2016美濃地震 攝影：社社堂

有吃有行氣
有補有保庇

相關連結

內政部建築司
建築管理司
建築技術發展處
工程研究中心

相關聯絡電話

內政部建築司
電話：(02)16420-0337

內政部建築司
電話：(02)8771-2245

服務時間：周一至周五 9:00-18:00

圖 8 宣導文宣摺頁反面

(三)配合階段性補強工法及技術召開 1 場專家學者研討座談會議，每場次邀集專家學者計 5 人次進行與談。

本計畫第 4 階段任務原定須辦理一場專諮會議，因自 110 年 5 月 15 日起雙北地區提升為 COVID-19 三級警戒區，全國疫情警戒第三級至 110 年 7 月 26 日。因此截至本計畫期限 110 年 6 月 30 日前，為配合防疫措施，都無法辦理專家學者研討座談會議。經函文洽詢貴署，貴署於 110 年 6 月 25 日，發文字號：營署管字第 1101125310 號，同意暫緩辦理會議。來文如圖 9 所示。

電子公文

檔 號：
保存年限：

內政部營建署 函

地址：105404臺北市松山區八德路2
段342號

聯絡人：葉政鑫

聯絡電話：87712870

電子郵件：piconano@cpami.gov.tw

傳真：02-87712876

受文者：財團法人國家實驗研究院國
家地震工程研究中心

發文日期：中華民國110年6月25日

發文字號：營署管字第1101125310號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：

主旨：有關貴中心辦理106年度「單棟大樓階段性補強技術手冊
及示範案例規劃設計監造」委託技術服務案(106營署A-0
67)之專家學者研討座談會議1案，詳如說明，請查照。

說明：自110年5月15日起雙北地區提升為COVID-19三級警戒
區，為配合防疫措施，請貴中心暫緩辦理旨揭委託案之
專家學者研討座談會議。

正本：財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心

副本：本署管理組

國震中心 110/06/25



1100602234

第1頁，共1頁

圖 9 因疫情因素暫緩辦理專家學者研討座談會議
(四)與依法登記開業之建築師或相關專業技師合作，依建築法相關規
定於示範案例開工前取得建造執照或雜項執照等。

示範案例皆由依法登記開業之建築師或專業技師合作，其補強規模皆未涉及建築法第九條之規定，無辦理建築執照之需求；另檢討辦理變更使用執照，案例一至案例三由花蓮縣政府以專簽方式免辦理變更使用執照如表 3，其詳細內容請參閱附件 C 第 9.1.7 節。案例四僅為設計示範案例，未施工，因此無辦理變更需求；案例五則由台南市政府辦理發包，暫不辦理變更使用執照，後續市府已著手進行一定規模以下免辦變更使用執照的修法作業，惟於本案竣工結案前仍未完成法制作業。

表 4 各示範案例建築執照

	設計監造單位	建築執照	變更使用執照
案例一	翔威工程顧問有限公司	無	花蓮縣政府專簽免辦理變更使用執照
案例二	永安土木技師事務所 江文卿土木技師事務所	無	花蓮縣政府專簽免辦理變更使用執照
案例三	歐陽昇建築師事務所 鹿島工程技術顧問股份有限公司	無	花蓮縣政府專簽免辦理變更使用執照
案例四	大匠工程顧問有限公司	無	為設計示範案例，未施工
案例五	大匠工程顧問有限公司	無	暫不辦理變更使用執照

(五)依法登記開業之相關專業技師合作，完成示範案例之現場監造作業，配合現場施工查驗作業及完工驗收作業，並依建築法相關規定取得使用執照等。

各示範案例皆配合依法登記開業之建築師或相關專業技師合作，並配合現場監造作業進行現場施工查驗作業及完工驗收作業，最後彙整成監造成果報告書光碟，請詳見電子附錄 3-1 至電子附錄 3-4，各示範案例驗收日期及監造成果如表 5 所示。

有關取得使用執照問題，如前項所述。

表 5 各示範案例驗收日期及監造成果

	設計監造單位	完工驗收日期	監造成果報告書
案例一	翔威工程顧問有限公司	108.11.15	附錄3-1
案例二	永安土木技師事務所 江文卿土木技師事務所	109.02.21	附錄3-2
案例三	歐陽昇建築師事務所 鹿島工程技術顧問股份有限公司	110.04.15	附錄3-3
案例四	大匠工程顧問有限公司	-	-
案例五	大匠工程顧問有限公司	109.08.10	附錄3-4