



# 建築研究簡訊

ARCHITECTURE & BUILDING RESEARCH NEWSLETTER (ABRI-0001)

發行：內政部建築研究所  
 中華民國八十二年五月創刊  
 刊頭題字：吳伯雄 監修人：黃主文  
 創刊人：張世典 發行人：蕭江碧  
 編輯：建築研究簡訊編輯委員會  
 地址：北市敦化南路2段333號13樓  
 第二十六期 電話：27362389  
 傳真：23780355  
 中華民國八十九年元月本期出刊 10,000 份  
 郵政北台字第 4691 號登記為雜誌交寄

收件人：

小姐 啓  
先生

國內郵資已付  
 北區  
 直轄第 91 支局  
 許可  
 北台字第 9653 號  
 雜誌

## 九二一集集大地震建築物震害與都市防災調查

88年9月21日凌晨1時47分，於南投縣集集鎮附近發生芮氏規模7.3的淺層強烈地震，使中部及北部地區數以萬計的房屋遭受損傷，且因多處道路、橋樑破壞，致使眾多居民受困、救援工作艱難。本所於地震發生後，隨即派員並會同專家學者趕赴各災區勘查，並即籌劃建築物震害及都市防救災之調查作業。(調查報告摘要詳第三版)

建築物震害之調查作業係以鄉鎮市為單位，將調查區域劃分為18個分區，邀集國內13所大專院校總計動員師生千餘人次參與。調查項目分為基本資料、損害資料及軟弱層破壞描述等三部份，並訂定建築物受損程度判別基準，配合拍攝相片解說，完成蒐集之受損建築物資料共計8799棟(筆)。調查工作完成後，將蒐集所得之資料進一步建置成電腦資料庫，便於立即顯示統計分析結果；另一方面，



亦將各建築物位置標示於1/5000之電子地圖上，以瞭解震災建築物之分佈情況，及與斷層間之關係。本次調查已完成初步報告書，其內容為建築物之損壞情形、特性、數量及分佈概況，並建議建築防震對策相關法規制度與後續研究方向。

另一方面，本所基於多年推動都市防災研究，為記錄災情以為改進，乃於集集震後推動「921集集震災都市防災調查研究」計畫，對於台中縣、南投縣十處災情嚴重地區協助進行調查。針對都市中道路系統及防救災相關公共設施，在災害期間防災應變能力如何，並對各災區及我國未來都市防災建設，研提建議。經由調查研究發現，都市防災建設首應確保足夠的都市開放空間，以供防災救援、避難之用；其次，每個都市應在行政院函頒「災害防救方案」，所建構基本防災架構下之「地區防災計畫」中擬定全市性的「都市計畫防災綱要計畫」，指定防救道路及防救據點，強化防震及救災避難功能，同時公告民眾周知，經由防災演習，事先建立救災體系與都市防災空間系統之相互關係，以增進災害防救應變秩序與績效。(曹源暉、蔡綽芳)

### 中日工程技術研討會

第二十屆中日工程技術研討會及座談會於88年12月1日至3日分別在台大第二活動中心國際會議廳及本所會議室舉辦。本屆研討會共有二個主題，第一主題由日本設計公司結構設計群總經理大越俊男先生主講「阪神震災復建相關法令措施與成效以及其後的防震對策」，研討有關日本既有建築物的防震診斷及阪神震災後設計規範與構造技術之變遷。第二主題另由該公司環境設備部經理佐藤信孝先生主講「綠建築技術」，針對「建築計畫方面綠建築(與環境共生)技術的導入及其成果的評價」進行研討，主要內容包括日本建築領域中有關環境共生的因應狀況、環境共生技術的分類、實例及評價等。關於本研討會主講內容，摘要於本刊第二版。

研討會資料為日翻中論文集(附日文原稿)，讀者若需論文資料，請將34x25cm<sup>2</sup>(可裝入A4大小)之回函信封填上收件人姓名、住址、郵遞區號寄本所索取，送完為止。(鄒本駒)

### 綠建築鋼構造推廣研討會

為積極推動建築與環境共生共榮之理念，並推廣興建鋼構造建築，本所與財團法人中華建築中心爰於88年12月8-9日、15-16日、21-22日，分別假台北、台中及高雄各舉辦二日之「綠建築鋼構造推廣研討會」，研討內容包括(一)綠建築鋼構造之發展與應用、(二)鋼構造建築規劃設計、(三)鋼構造建築結構安全設計與構材規範、(四)建築細部設計與介面整合原則、(五)施工監造、查驗與實務作業探討(六)施工作業與施工圖說審查作業原則、(七)施工監造查驗實務及施工品質試驗等，符合九二一震災後建築業界普遍希望加強研習鋼構造之實質需求。本次研討會各界反應十分熱烈，除各區報名均呈爆滿外，另為擴大推廣效果，並於台北區另增開乙場，以容納後續報名人員，總計參與研討會人員約一千餘人，預期可加強培育鋼構造專業人才，提升國內鋼構造建築之設計與施工技術水準，以維護鋼構造建築物之使用安全。(呂文弘)

### 九二一集集地震與建築物耐震技術研討會

921集集大地震造成台灣中部及北部地區嚴重災情，不僅民眾聞震色變，亦使台灣建築工程品質備受考驗。在大地震過後，許多專業團體及大專院校相繼投入與地震相關之調查與研究工作，本所亦動員相當人力進行災區建築物之震害調查，初步調查報告並已完成付梓。

有鑑於災後重建工作需投入相當多的人力物力，非政府單方面所能完成，因此本所除了增印「鋼筋混凝土建築物耐震能力評估法」，及「鋼筋混凝土建築物之修復與補強技術彙編」等研究報告(詳四版摘要)供業界參考應用外，並積極籌辦本次研討會，邀請土木技師、結構技師、建築師等公會全聯會與中華建築中心共同主辦，室內設計裝修公會、建築投資商業公會、台大應力所、中興土木系、成大建築系、高雄科學技術學院與大漢技術學院協辦，於88年12月中、下旬分別於北、中、南、東舉辦四個場次，召集各專業技師、建築師、相關業者及

政府單位等共750人次參與。會中除了報告建築物震害與都市防救災之調查成果外，並邀請專家學者藉由相關課題之介紹，探討建築物之耐震規劃與防震對策、近斷層建築結構之耐震設計、既有建築物耐震能力之評估準則、鋼筋混凝土建築物之修復補強技術，以及建築基地土壤液化與沈陷等問題。

在震災調查作業告一段落之後，真正災後重建工作才正要開始，除了倒塌或嚴重破壞的建築物正逐步拆除外，對於輕度與中度破壞的建築物，如何進行有效的修復與補強工作，並且克服民眾的心理障礙才是當務之急；而輕微受損與其他老舊建築物之耐震能力評估亦需刻不容緩的全面推展，針對耐震能力不足的建築物，應予以適當提升其耐震能力，以降低下一次地震發生時之損害程度。因此本研討會之目的，除了希望能提昇國內建築物之設計品質與耐震能力外，同時經由專業人員之參與，能協助災區早日完成建築重建之工作。(曹源暉)

### 本所榮獲內政部88年度自行研究計畫獎項

行政院為鼓勵公務人員配合國家發展需要，隨時檢討業務現況，提出具體可行之建議，供作施政參用，訂頒「各級行政機關研究發展實施辦法」，辦理年度自行研究成果綜合評獎作業，本部並配合訂定「內政部辦理年度研究發展成果綜合評獎作業要點」，就各單位提報之自行研究成果予以評獎。

八十八年度本所共提報24計畫參與評選，其中十二項計畫分別榮獲：最優等獎一名、優等獎一名、甲等獎二名、乙等獎三名、佳作五名，日前於本部國父紀念月會中，由黃部長親自頒獎，其中前三名者(如下表)，並函送行政院參加傑出研究獎綜合評選，以爭取佳績。(方志雄)

得獎別	計畫名稱	得獎人
最優等獎	建築使用管理制度之探討-以B1組為例	廖慧燕
優等獎	山坡地住宅使用管理維護相關防災制度及法令研究	陳建忠 蔡綽芳 陳伯勳
甲等獎	建築環境無障礙細部設施基準初步探討	黃耀榮

### 88年第三季台灣房地產景氣動向季報

本所延續「房地產景氣動向季報」發佈制度，協同國立政治大學台灣房地產研究中心，進行房地產景氣指標編製工作。並於88年12月30日舉辦學者專家座談會，進行景氣指標結果的判讀。目前完成民國88年第三季景氣指標，顯示7月至9月房地產景氣對策訊號分別呈現藍燈、黃藍燈與綠燈；在景氣指標方面，同步指標與落後指標仍無好轉，但領先指標則略微上升，顯示在各界努力下，房地產景氣有逐漸回穩的趨勢。在廠商意願調查方面，對第三季的反應仍認為景氣呈現衰退，但對未來的預期仍不表悲觀。然而，由於此次調查資料尚未納入921地震的影響，因此對整體房地產景氣趨勢，仍需採取較為謹慎的態度。本案第三階段工作為88年第四季至89年第三季，工作重點除繼續編製與發佈房地產景氣之外，也將針對過去工作中陸續發覺的問題進行檢討，以建構更為完善合宜的分析架構，進而確立國內房地產景氣發佈制度。(花敬群)

中日工程技術研討會論文摘要

綠建築技術

為加速推動綠建築，汲取日本興建綠建築之設計、技術等實務經驗，本所「第二十屆中日工程技術研討會—綠建築技術」已於88年12月2日上午舉行...

一. 在日本關於地球環境問題的動向

1997年12月在聯合國世界氣候會議的京都會議中(COP3)，關於日本的CO2削減目標，訂為由西元2008至2012年的平均值，較1990年減少6%...

Table with 3 columns: 產業部門, 民生部門, 交通部門. Lists various energy-saving measures and goals for each sector.

關於國家及產業界的對應方面，則由日本國內政府、民間各種團體提出對策，其中建設省即以地

球溫暖化對策推進大綱為基礎；在促進交通順暢化的交通部門，及著重住宅隔熱化的民生部門中，強力推動地球溫暖化防止對策外...

二. 關懷環境的設計手法

由建築的基地開始，檢討到設計、施工、廢棄，在生命週期方面，將來自各階段的要求(環境影響、成本影響等)...

(一)以社會、業界、學會的動向進行推廣：(1)百年建築(建築學會)、(2)政府機關之公共綠建築(建設省)...

(二)日本設計的對應方法：(1)環境管理系統(ISO14001)

(2)環境技術查核表/地球環境委員會(公司內部組織)、(3)實踐環境共生—由建築物開始拓展至都市/省能源建築等...

三. 計劃實例

介紹關懷環境的相關設計實例、技術及評價。(一) Passage Garden 涉谷(投資育成大樓)：使用遮陽與太陽發電兼用之垂直百葉...

阪神震災復建相關法令措施與成效以及其後之耐震對策

921集集大地震後，阪神震災日本復原迅速，及確保既有建築物的耐震安全，震後日本制訂了「建築物耐震改修促進法」...

一、政府建築方面

1995年1月阪神大震災時，許多政府建築受災，以致災害對策活動及行政服務遭遇重大阻礙。1995年11月建築審議會針對「官公廳設施應有的地震防災機能」...

結構體的耐震安全性目標則設定為I類、II類、III類。其用途係數設定如下：I類—I=1.5、II類—I=1.25、III類—I=1.0...

非結構構材的耐震安全性目標則設定為A類及B類。檢討項目有(1)層間變形追縱性能、(2)地震時慣性力安全性...

至於免震構造，原則上適用於大地震時特須維持機能及保全之設施。其基準有(1)災害應急對策活動之必要設施...

表1 設施的耐震安全性之分類

Table with 4 columns: 分類, 對象設施, 結構體, 建築非結構構材, 建築設備. Lists various facilities and their seismic safety classifications.

· 災對法—災害對策基本法(1961年法律第223號)
· 大震法—大規模地震對策特別措置法(1978年法律第73號)
(\*1)大地震後在相當期限內，有必要確保部分設備機能者，則採用甲類
(\*2)考量危險物品的危險程度及數量等因素，大地震後部分設備機能不須要持續者則採用乙類。

表2 耐震安全性的目標

Table with 2 columns: 分類, 耐震安全性的目標. Details the goals for different seismic safety categories.

二、民間建築方面

民間建築自1985年以後經濟泡沫化時期開始逐漸採用免震構造及制震構造。其原因出自於對地震的恐怖以及因建築物區隔化宣傳之效果...

三、免震構造方面

1995年兵庫縣南部地震後，在不景氣的情況下仍然有大量採用的情形。其中以集合住宅及辦公室居多，原因是售屋者為提高房屋價值...

四、制震構造方面

兵庫縣南部地震後高層建築物近半數是採用制震構造，其中半數又是採用履時型阻尼器。因履時阻尼器是屬於損傷集中型控制構造...

五、CFT(混凝土充填鋼管)柱構造

CFT柱構造件數歷年變化情形不大，每年約有5件。其中辦公室佔大半，共同住宅也有採用。

六、超高層集合住宅

簷高60m以上的超高層集合住宅在泡沫經濟下，每年竣工件數仍有20件左右。其中RC構造最多，約佔2/3；其次是SRC構造，約佔1/4。

## 九二一集集大地震建築物震害調查報告

## 壹、建築物震害基本調查結果

921集集大地震建築物震害調查作業係邀集中央、中原、中華技院、中興、北科大、台大、台科大、成大、交大、高雄第一科大、逢甲、雲科大及朝陽等13所大學院校師生參與，以受損較顯著之建築物為對象，共完成8799棟資料，並將損害情形點繪於1/5000地理資訊地圖，以瞭解其分布及與斷層之關係。初步結果依構造類別而言，受損建築以鋼筋混凝土造(52%)最多，其次為磚造(24%)及土造(13%)，而鋼筋混凝土受損建築物中92%為設有騎樓，或挑高底層，或二樓上懸臂之構造型式。

以興建期間統計，63年以前占42%，64~71年間占24%，72~78年間占14%，79~86年間占14%，86年以後占6%。從上述統計中發現，早期土造及磚造較不具耐震能力，建築損害是無可避免的，至於鋼筋混凝土建築雖為後期建築主流，但因其施工品質較不易掌握，致受損比率偏高，尤其以有騎樓及挑高底層者最多。63年以前建築技術規則並無耐震規定，63年以後，陸續將新的耐震設計規定增列於技術規則中；受損建築比率，似有依耐震規定增強而減少之趨勢，但並不明顯，顯示問題出自設計施工是否依規範落實，值得探討。

另從損壞的程度分析，本次調查係以震害較明顯者為對象，故調查資料中完全毀壞(全倒或嚴重傾斜須拆除重建)占41%，嚴重破壞(應進一步評定需拆除或可補強)者占22%，中度破壞(指有少數構件損壞需補修)者占18%，輕度破壞(不傷及受力結構，需作補修)者占19%。此外，從建築震害分布圖觀察發現，大部分受損建築分布在車籠埔及雙冬(尤其是車籠埔)斷層兩側各約六公里範圍內，此外離震央斷層較遠，受損明顯之埔里、員林及台北地區，可能之原因或為盆地土壤效應或為土壤液化所致，應進一步研討。

## 貳、建築震害原因

本次地震中建築物倒塌的主要原因可歸納為三類：第一類為震度太大，且震央於內陸淺層，第二類為建築物的基地特性、斷層、土壤液化及盆地效應，第三類為建築物本身的體質。大體而言，上述第一及第二類因素屬於自然原因，第三類原因則涉及人為因素。建築物之耐震能力與其本身體質關係密切，影響建築物體質之因素，除因早期建築防震技術與知識不足，致使結構耐震能力較低外，包括：鑽探不實、施工不當、營建材料、工法與管理制度不良，以及使用者對建築物內部結構、隔間增改建之程度與維護管理等。至於建築物受損原因，除設計不良，致不符耐震需求外，尚包括相鄰建物碰撞、軟弱層結構、短柱效應、平面立面不規則、高寬比太大及結構系統欠佳等問題，施工方面則有鋼筋搭接長度不足、箍筋彎鉤不足、鋼筋量及混凝土強度不足、鋼筋混凝土保護層不足或過厚等問題。另在建築工程管理部份，營造業之技師未善盡工程施工技術之責、建築師未盡監造責任。在使用管理方面，住宅變更為營業場所，尤其一樓底層破壞原結構尺寸及隔間；頂樓違規加蓋，增加承載負擔，均為造成震害普遍的原因，應予以注意改善。

## 參、因應對策

國內建築法規與建築技術規則歷經數次修訂，對於建築物之耐震能力已有大幅提昇，並與美、日等先進國家之水準同步；此次震災後，建築相關法規與技術規則或尚有檢討改進之處，惟如何從根本上強化設計人、監造人與建照審核之責任，落實營造廠商之施工管理與品質管制，並改善國人任意更動建築物內部結構、隔間與不當使用之行為，維護建築物耐震能力，當為政府與全體國人未來因應地震發生，減少地震傷亡與財產損失重要努力方向。

## 一、管理法規制度

(一)土地利用方面：限制近斷層地區土地之建築使用；落實地質調查，限制液化地區建築；山坡

地應避免高層建築及大量開挖使用。

(二)規劃設計方面：實施行政與技術分立政策，強化權責分工；建立建築規劃設計專業責任保險制度；加強學校及公有建築規劃設計之審查；加強建築結構簽證及結構外審制度；結構分析用電腦程式納入審查。

(三)施工監造方面：加強營造業管理，並引進保險制度；落實施工監造責任，由業主委託公正第三者實施建築施工查核。

(四)使用管理方面：加強建築物裝修作業管理，及施工查核工作；查辦違規使用及違章建築；強化民眾對住宅正確使用維護知識。

(五)其他：加強建築投資業管理及營建流程管制；合理提高政府及學校等公共建築之預算與單價；引進第三機構，加強公共安全查核；落實地質鑽探作業，釐清土壤液化區土地；儘速增修訂營建相關法規。

## 二、建築技術相關規劃部份

(一)檢討耐震設計規定：活動斷層禁限建應合理規劃，於近斷層區增訂耐震設計規範；檢討調整震區劃分及設計地表加速度係數；修訂加強磚造與混凝土工程之設計及施工規範；制訂建築物隔震消能系統規範；制訂建築設備耐震規範；增訂耐震設計理念宣示性條文。

(二)探討高層建築技術：高層建築應採用鋼骨結構興建；一定高度以上建築物，禁用會降低耐震能力之夾層屋、樓中樓、騎樓、開放空間等。

## 三、其他

制定相關法律，推動現有建築物耐震評估補強；土壤液化區之建築應審慎規定辦理；改善現有學校建築物設計與施工；推廣鋼筋續接器，規範檢測其使用性能；加強施工的品管及施工人員在職訓練；建議推廣鋼骨結構；鑑識結構系統耐震能力較差之建築，提供住戶注意改善。(謝舜傑)

## 九二一集集大地震都市防災調查報告

## 壹、集集震災都市防災調查之背景及意義

一般所謂「都市防災」是指對應於都市災前預防、災害搶救應變及災後復建各階段中，應進行各項「都市計畫防災規劃」、「都市基盤防災建設」及「都市防救災管理工作」。就都市計畫的角度而言，即是經由都市計畫及公共設施建設過程，增進都市計畫及公共設施都市防災功能，並促進計畫設施與防救災管理工作相結合。

本調查工作具備兩項意義，首先，對災區道路系統及相關公共設施因應防救災狀況調查分析，提出重建計劃中都市防災規劃建議作為重建參考；其次，比較將借以檢討日本防救設施項目、標準，研修我國防救設施設置參考基準。本計畫主要由中興、華梵、中央、警察、文化、長榮、北科大、台科大及成功九個大學院校組成調查團隊，針對豐原、東勢、大里、霧峰、中寮、草屯、埔里、集集、竹山十處災情嚴重地區進行調查，總計調查避難據點237處、防救據點41處、醫療救護據點40處、大型外援據點17處，本所進一步彙總災區經驗如后：

## 貳、調查檢討與分析

## 一、避難據點分析

(一)避難據點選擇特性，居民對於避難據點的選擇以：A.靠近自宅，可以就近處理救援及賠償事宜、B.地勢空曠、有安全感、C.環境熟悉有歸屬感，互相照應、D.治安良好，為優先考量。

(二)各區避難人口，避難人口總數超過十萬人，各災區露宿避難人數佔總災區人口數自2%至39%，平均為15%左右；避難據點面積佔災區總面積在0.3%至24.9%之間，平均為2%左右。

(三)據點類型，各類型避難人口分佈比例，依次為學校(37.46%)、公園綠地廣場(22.37%)、機關及軍事用地(11.63%)、道路(5.34%)、停車場(4.64%)、寺廟(4.10%)、活動中心等。而道路

實際避難人數應遠超過調查人數。

## (四)避難據點規模、密度與服務範圍

1.據點規模平均2~3公頃，大約容納兩個里的居民避難(約6000~8000人)。

2.服務範圍，約為500~600m，根據竹山災區避難聚點調查，服務範圍在500m內的避難據點佔所有據點的55%。

3.帳棚形式之避難密度為3.3~4m<sup>2</sup>/人，較日本以防火避難目的之防災公園密度2m<sup>2</sup>/人高。

## (五)未來配合指定之避難據點應加強設施設備

災時演繹出新的空間形式包括：1.服務中心、2.物資集散場地、3.治安維護中心、4.醫療心理輔導場所、5.烹調場所、6.曬衣場所、7.居民聚會場所。相關設備為：1.臨時水電、2.衛生及盥洗設施、3.消防用水、4.廣播設備、5.緊急電源、6.收音機、電視、通訊用之公用電話、7.夜間照明。

## (六)避難據點空間使用時序變化

64%的避難點於9月21日即有避難者進駐；而避難二週以後，因學校復課及丹恩颱風外圍環流影響，是避難形式的轉捩點；避難據點位置及使用型態開始轉移，大里市慢速壘球場(9600m<sup>2</sup>)在10月2日已轉變為臨時住宅用地。

## 二、防救指揮中心及醫療救護中心

(一)成立台中、南投縣級指揮總中心，災區公所及其他消防、警政單位，損毀而無法使用者有14棟，損毀率30%。

(二)地區性醫療診所區位有過度集中現象，損毀無法使用者有11棟，損毀率28%。

(三)未來應檢討防救據點區位配置，並連接足夠服務水準之緊急防救道路，以避免集中災害風險及提高救災時效；同時應提高建築物構造及室內裝修耐震能力，規劃外部彈性開放空間，及

配備緊急供電、供水、通訊系統。

## 三、每一災區應配備可供直升機起降之大型外援據點

本次災區所選定外援據點之開放空間規模，自2公頃(埔里國中)至180公頃(東勢河濱公園)。複合作為臨時指揮中心、直昇機起降、軍隊駐紮、外援搶救團體、醫療中心、搶救機械駐紮或避難據點，並隨災害時序轉變使用內容。

## 四、防救路徑及維生系統

(一)各災區緊急聯外道路多數因斷層通過造成道路本身或聯外橋樑破壞，均需仰賴直昇機運補。

(二)道路破壞及復原狀況，以豐原為例，路面破壞(12處)、地滑或隆起(8處)、建築物倒塌(14處)以及橋樑破壞(3處)。修復期間約在0到8天之間，與美國北嶺震災修復期間相近。

(三)未來都市主要防救道路及聯外道路、橋樑應提高防震等級；同時同一災區應具備替代聯外道路及次要救援道路。自來水、瓦斯、電力、電信應強化管線耐震能力，瓦斯管線分區遮斷裝置，避免都市大火及大樓悶燒。

## 參、都市計劃防災規劃建議

一、事先建立防救活動體系及防救空間系統之相互關係，以增進防救秩序提升防救績效。

二、各都市應擬定全市性防災綱要規劃，釐定全市性防災區劃、防救路徑及防救據點，以整合指導各項擴大計畫、通盤檢討或都市更新之防災規劃。

三、都市計畫內容應具備完整之防災空間系統及防災區劃，並確保各都市開放空間數量、規模及救災避難動線、防救避難據點及分區組織等。

四、大都會區仍應重視防制災害期間都市大火。

五、落實都市計劃中防災規劃之概念，訂定防救據點規劃設計規範。

六、建立鄰里居民災害自救組織，加強民眾災害第一時間自救能力與知識。(蔡綽芳、陳伯勳)

## 鋼筋混凝土建築物耐震能力評估法

## 一、前言

由於建築技術的提昇，耐震設計法規的更新，相對的既有建築物因過去的考量因素不足，或材料老化等，以致部份耐震能力不足，有易受地震傷害的情形，如何評估、補強以增進建築結構安全，一直為業界共同關切的課題。

## 二、既有建築物耐震評估法之研發

建築物耐震能力有差異的原因可能為先後期設計時採用的規範不同，設計地震力因而不同；或係建築物的韌性設計彼此不同；也可能係材料強度老化，與設計時採用的標稱設計強度不同；抑為建築物結構系統配置的不規則性程度不同等。對於現有建築物，如能在大地震發生前進行耐震能力評估，其耐震能力太低者，及早補強或拆除，實為降低大地震造成人命傷亡與財產損失的有效手段。

有鑑於既有建築物耐震能力評估法研發之急迫性與必要性，本所於籌備期間即投入相關研究，先後於八十年、八十五年完成兩個版本的耐震評估手冊。本報告在八十八年度以協同辦理的方式，由本所主任秘書何明錦為計畫主持人，台大蔡益超教授等為共同主持人，以改進原有的耐震評估技術。

## 三、評估程序

本報告之耐震能力評估法，適用於台灣地區現有鋼筋混凝土建築物耐震能力之評估。評估方法分為兩種層次，即初步評估與詳細評估。初步評估供快速篩選之用，以填表格計分與簡單計算兩種方式為之。初步評估判定無疑慮者，可不必進行詳細評估，判定為有疑慮及甚有疑慮者，除非決定拆除或重建，應進行耐震能力詳細評估，其結果並可供補強參考之用。

本耐震能力評估法，僅適用於鋼筋混凝土建築物之耐震能力評估，其他鋼造建築物、鋼骨鋼筋混凝土造建築物等並不適用。鋼筋混凝土建築物抵抗地震力之結構系統，可包括梁柱剛構架、剪力牆及磚造或 RC 造非結構牆。

本報告重點於第二章說明鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估，並就評估表之內容加以說明。第三章為鋼筋混凝土建築物耐震能力詳細評估，將說明其理論架構與程序。第四章為電子計算機程式構造，說明計算之流程，主、副程式之功能，輸入檔與輸出檔之內容。最後並以實例分析，示範如何評估一棟實際的建築物。電子計算機程式則列於附錄，較新修訂版可於 <http://abri.gov.tw/dn.htm> 下載，供有興趣者參考，並提供改進意見。

## 四、初步評估

耐震能力初步評估表，係有 18 個項目，評估的項目包括設計年度、地盤種類、地下室面積比、基礎型式、基地土壤承載力、牆量指標、軟弱層顯注性等，依各項目之重要性有不同的配分，配分之總和為 100 分。危險度評分若大於 60 分，則表示該建築物的耐震能力確有疑慮，若介於 30 分至 60 分之間，表示其耐震能力有疑慮，若低於 30 分，則表示目前的耐震能力尚無疑慮。

## 五、詳細評估法

詳細評估法乃根據建築物實際構材之尺寸及配筋，計算其強度與韌性，並配合建築物彈性地震分析，計算建築物各樓層上半層與下半層之耐震能力，即破壞時之地表加速度  $A_c$ 。詳細評估法除可求得建築物耐震能力外，並可從評估結果瞭解造成耐震能力不足之原因，以做為將來補強時之參考。

## 六、詳細評估法之架構

建築物係以其強度與韌性來抵抗地震，先用強度來抵抗，俟地表加速度增大令其降伏後，再用韌性抵抗更大的地表加速度。當韌性用盡時，建築物就會破壞，其對應的地表加速度就是耐震能力  $A_c$ 。

本評估法首先要利用 ETABS 程式進行地表加速度為 0.1g 時之彈性地震分析，求得梁、柱構材的內力，以供後續評估之用。其後要針對各單一梁柱構材或柱構材，根據其實際尺寸計算所得的彎矩強度、剪力強度及韌性，配合彈性地震分析所得之內力，判定該構材將來破壞時到底係彎矩破壞，還是剪力破壞，以及破壞時對應的韌性比。

分析時於建築物各半層切一個斷面，就會切到該半層的所有的柱子。每根柱子的上面或下面，就會碰到一個梁柱接頭的節點。由該節點可進一步研判柱先破壞或梁先破壞，並進一步求得破壞時該柱承擔的剪力及其對應的韌性比。由於各柱承擔的剪力與韌性比不同，因此要進一步求整個半層綜合的剪力強度與韌性比。根據各半層的剪力強度與 0.1g 彈性地震分析層剪力，就可算得該半層的降伏地表加速度。根據該半層的綜合韌性比，就可求得結構系統地震力折減係數  $F_u$ ，乘以降伏地表加速度後，就可得該半層的耐震能力  $A_c$ 。

## 七、結語

在 921 集集地震後，造成甚多老舊建築損壞，於非震災地區，在社會大眾對既有建築物耐震能力多所顧慮之際，謹就本所成果提供業界卓參，若民眾對既有建築構造安全評估的需求有進一步疑問時，應洽有證照並具實務經驗的專業技師或建築師進行評估。(李台光)

## 鋼筋混凝土建築物修復補強技術

## 一、前言

國內外鋼筋混凝土建築物於地震中遭受損害之情況屢見不鮮，國內鋼筋混凝土建築更高達九成以上；本次集集大地震後，眾多鋼筋混凝土建築物受損，除了傾倒毀壞者必須拆除外，中度或輕度損害之建築物多可修復補強。至於部份損害較嚴重的建築物，在詳細評估後亦有可能修復補強，若逕予拆除，將造成財產重大的損失與社會資源的浪費。另外，由於早期對建築耐震知識與技術不足，在法規的更新下，許多既有建築物的耐震能力在詳細評估後，仍需予補強以提昇其耐震能力。

台灣地區位處環太平洋地震帶上，對既有建築物的耐震能力補強或震後受損建築物之修復補強，乃時有所需。因此，本所以協辦方式，由何主任秘書明錦為計畫主持人，邀請吳傳威教授、彭添富教授為協同主持人，並由蕭興台博士、王淑娟博士、鄒本駒副研究員、楊慕忠技師等共同參與研究，參考美、日等先進國家對震害建築之修復補強工法，於 87 年 6 月完成「鋼筋混凝土建築物之修復與補強技術彙編」成果報告，曾經業界索閱印行，為擴大宣導，謹藉本文摘其大要，提供相關業者參考。

## 二、修復與補強技術之內涵

本報告主要係針對有明顯損壞現象，或經評估診斷為有欠安全或耐震能力不足的鋼筋混凝土建築物，提供一較完整、安全、適當且有效的修復補強方法，以使專案設計及施工人員有方便且合理之資料可參考。因此本研究重點包括：

• 彙整國內外常用的永久性與臨時性之修復補強工法，分項說明其適用時機、工法特性、施工方式及設計應注意事項，並繪製簡易參考圖說，供修

復補強設計參考使用。

• 彙整修復補強工法使用材料之特性及檢驗程序。

(一) 在修復與補強材料方面：除一般新建工程常用之鋼材(含鋼筋、鋼骨、鋼鍵)與混凝土(含砂漿)外，特別介紹補強修復材料特性與用法。包括：(1) 填補用之材料：如灌注裂縫的環氧樹脂，修補大塊混凝土用的樹脂砂漿等。(2) 粘結用之修補材料：如貼片補強用環氧樹脂，化學螺栓之固結劑與植入鋼筋用的鋼筋膏等。(3) 主要受受力之補強材料：如鋼筋、混凝土、鋼板、鋼索及複合材料等。

(二) 在修復與補強工法方面：基本上先將「修復」與「補強」分開考量，修復乃使結構回復原有的強度、防止持續惡化；補強則須有效提高結構物之強度或韌性，以加強其耐震能力。兩者處理方式可分為以下四種類型：

(1) 結構元件之修復工法：常見的處理方法，包括裂縫灌注環氧樹脂工法、敲除鬆動混凝土再以樹脂砂漿修復工法、局部構件敲除重作工法，與鋼材防蝕之陰極處理工法。

(2) 結構元件補強工法：為增加梁之剪力，可用加設箍筋工法或帶狀鋼板補強工法；對於梁之正負彎矩不足，可分別於梁之中央及兩端點以加貼(固)鋼板或具抗拉性之複合材料補強；如欲同時加強梁之抗剪力與抗彎矩，則可採用 U 型鋼板或以 RC 擴大梁斷面等工法。在柱方面，可以增加 RC 斷面或以鋼板圍封灌漿方式補強柱之軸力、彎矩與剪力；或以高抗拉強度之複合材料圍束柱周圍，增加其韌性。在樓版方面，可以鋼板補強其正負彎矩之不足，採用 RC 樓版加厚或加設小型鋼梁以補強其剪力及彎矩。就承重

牆而言，一般係採 RC 加厚補強工法。

(3) 結構系統改善之補強工法：係通盤考量整體結構系統耐震之安全性，常用的工法有加設剪力牆、型鋼斜撐、RC 翼牆，或加設外側構架，增設中間柱，加設附屬鋼構架等工法。

(4) 結構系統加設隔震消能設備補強工法：如斜撐加設三角形鋼板消能器、加設黏彈性阻尼器，或於基礎與上部構造間加裝鉛心橡膠支承墊，或配合其他消能器補強。

## 三、結語

各種補強工法均有其適用時機，應確實瞭解工法特性與施工細部，同時參照其注意事項謹慎施工。不當的施作有時並不能達到修復補強的效果，甚至會破壞原有結構系統或傷及結構材料。因此，補強修復作業，在技術上較一般建築物興建更複雜，必須以更審慎的態度來處理。

建築物能否有效的修復補強，猶如醫師對患者之診斷、下藥與醫治；必須慎選有經驗的專業人員，能對欲處理建築物的現況細心勘察，做若干項項檢測，依據檢測結果進行分析評估，再提出適當的修復補強措施建議，施工中並能隨時督導並檢查其補強效果。為避免個別作業的盲點，補強措施建議最好先經由第三者諮詢評斷，提高其可行性。

本次建築震害之大，為台灣地區百年來首見，對受災戶之震撼不可言喻，受損建築物之拆除甚為普遍，與 95 年阪神地震日本之處理方式一能修補則儘量修補一以重資源與環保之理念迥異，值得吾人深省。國內砂石短缺，資源匱乏，補強修復技術如能有效應用，當不失為快速、省錢的復建途徑，希望本報告有助於強震災區之復興重建。(葉祥海)

內政部建築研究所「建築研究簡訊」編輯委員會

主任委員：蕭江碧

編輯委員：丁育群、何明錦、黃萬鎰、陳建忠、葉祥海、陳瑞鈴、李盛義、鄭崇武、何昇璉、黃耀榮、毛榮

本期編輯：葉祥海、曹源暉、吳淑玲、吳應萍、鄭惠娟

本刊係屬贈閱，如擬索閱，敬請來電告知收件人姓名、地址、工作單位及職稱，或傳真(02)23774998，本所將納入下期寄贈名單。

■文責聲明：本簡訊各篇文稿之撰稿、校對均由本所同仁(註明於文末括弧內)擔任，並由各該組室之委員負責審稿，有關文責部份依規定由各該撰稿人負責。

■本所 WWW 網路系統位址為 <http://abri.gov.tw/>

■本所政風檢舉信箱：台北郵政 96-421 號信箱

■本所行政革新信箱：台北郵政 57-123 號信箱

政風檢舉電話：(02)2737-4767

電子郵箱地址：mailto:mailbox@abri.gov.tw