

## 建築物實施耐震能力評估及補強方案（公有建築物）

### 壹、前言

臺灣地區位處環太平洋地震帶上，平均每年發生之地震達數千次之多，有感地震超過百次。根據統計 20 世紀初至今，近百個地震在臺灣地區造成人命傷亡及財產損失。而在 88 年 9 月 21 日之集集大地震，規模達 7.3，並造成嚴重之災情，依據行政院主計處統計，約有 2,455 人死亡，50 人失蹤，11,305 人受伤，38,935 戶房屋全倒，45,320 戶房屋半倒。

我國有關建築物之耐震設計規定，於民國 63 年修正發布之建築技術規則建築構造編始有地震力之規定，地震力之計算除考量建築物之載重外並納入不同震區分級（強震區、中震區及弱震區）及結構系統韌性參數，並依建築物高度不同採不同之地震力。民國 71 年 6 月 15 日，參考 1976 年版之美國 UBC（Uniform Building Code）耐震規範精神，因應地震力係數之提昇而調降各地震區之加速度係數，並針對不同用途之建築物，增列用途係數 I，使設計地震力加大。民國 86 年 5 月 1 日對地震力之相關規定做了大幅度之修正，將臺灣地區之震區範圍由原 3 個震區（強震區、中震區及弱震區）分為四個震區（地震一甲區、地震一乙區、地震第二區及地震第三區），地震力之計算增加垂直地震力，動力分析及檢核極限層剪力強度之要求，考量建築基地土壤液化之影響，使用隔減震系統之原則等，並訂定「建築物耐震設計規範及解說」。民國 88 年 12 月 29 日修正建築物耐震設計規範及解說有關「震區水平加速度係數」、「各類地盤水平向正規化加速度反應譜係數與週期之關係」、及「垂直地震力」等規定與解說，以及

臺灣地區震區劃分（臺灣地區之震區劃分由四個震區修正為二個震區：地震甲區及地震乙區）、工址加速度係數及各種地盤平均加速度反應譜等。

民國 93 年 12 月 14 日修正建築技術規則建築構造編與建築物耐震設計規範及解說，依地震危害度分析決定加速度係數，將震區改成現行之微分區，並考量近斷層效應、大地震下建築物不得崩塌之設計、隔減震及被動消能系統之應用等（94 年 7 月 1 日生效）。民國 100 年 7 月 1 日再次修正規範，酌予調整臺北盆地微分區，原 4 分區調整為 3 分區，並修正隔震設計相關規定。

鑑於地震災害所造成災損程度不易預測，建築物耐震能力評估及補強工作為地震防災業務整備重要工作之一，全由政府來做，實非政府之財政所能負擔，且耐震能力評估及補強制度之實施，勢必將部分建築物作強制性之規定，涉人民權利義務，應以法律定之，惟制定費時；又擬考量地震災害發生後，必須持續救災機能運作，提供避難及安置災民等應變工作，期以公有建築物先行執行，結合政府與民間力量辦理，供爾後全面實施之參考，對於私有建築物擬以宣導方式推動，使耐震評估及補強制度之實施阻力降為最低，以保護人民生命財產，提昇公共福祉。

另依據震災災害防救業務計畫第 2 編災害預防、第 1 章減災、第 5 節建築及設施之確保所載：「一、各級政府及設施管理權人對於供公眾使用之建築物、學校、醫療、警察、消防單位等緊急應變之重要設施，及製造、儲存、處理公共危險物品之場所，應強化其耐震(含抗土壤液化)能力，並確保其使用機能。二、內政部應積極推動既有建築物之耐震評估及補強對策，對公有建築物提出施行方案，確實進行管

考…。三、內政部、經濟部、交通部、教育部、科技部、衛生福利部、行政院公共工程委員會及地方政府應積極推動既有建築物及公共設施之耐震評估或補強等措施；對消防救災據點、避難場所及學校校舍等建築物應優先實施。…」是為督促各級機關辦理建築物耐震能力評估及補強工作，爰訂定本方案。

建築物實施耐震能力評估及補強方案於 89 年奉行政院核定，並於 97 年及 103 年部分修正，本方案實施 16 年餘，卓有成效。截至 106 年 8 月底，中央各部會及各直轄市、縣（市）政府完成二萬七千餘件建築物之初步評估、一萬四千餘件詳細評估及五千餘件補強工作。其中為促進耐震評估工作效率，簡化採購程序，內政部營建署自 92 年起，已與相關專業廠商簽約，辦理 8 次各 2 年期之「建築物耐震能力詳細評估工作共同供應契約」，供各機關辦理委託採購。

適用本方案之建築物，原為 86 年 5 月 1 日以前設計建造之公有建築物，因 105 年 2 月 6 日高雄美濃地震造成臺南及高雄地區多處建築物毀損與人命傷亡，但已完成耐震補強之校舍幾乎未發生結構性損壞，再度引發各界對於老舊建築物耐震能力的關注與重視。行政院於同年 2 月 25 日第 3488 次會議指示，基於 921 震災後有關提高耐震設計之規範，實施日期為 88 年 12 月底，因此，不論公私有老舊建築物耐震安檢補強對象，一律修正為 88 年 12 月 31 日以前申請建造者。另為加速推動中央及地方公有建築物耐震評估補強重建工作，行政院已核定前瞻基礎建設計畫-「城鄉建設-公共服務據點整備-公有危險建築補強重建」，計畫執行期程為 106 年 9 月 1 日至 110 年 8 月 31 日止，共計 4 年，預計分年分期辦理 744 棟公有建築物耐震能力詳細評估，900 棟公有建築物耐震補強及 31 棟公有建築物拆除重建工程。是為配

合上開指示，擴大適用範圍，爰於 106 年修正本方案部分規定，並納入公有零售市場類建築物，以強化公有建築物耐震能力評估及補強之推動。

## 貳、目標

- 一、強化防震業務整備，落實震災預防工作，減輕損失。
- 二、加強地震災害預防宣導，提升應變能力，維護生命財產安全。
- 三、推動公有建築物實施耐震能力評估及補強，以為民間表率，蔚成風氣。

## 參、適用本方案之建築物

- 一、民國 88 年 12 月 31 日以前設計建造之下列公有建築物：
  - (一) 地震災害發生後，必須繼續維持機能之重要公有建築物，用途係數  $I=1.5$ 。
    1. 中央、直轄市及縣（市）政府、鄉鎮市（區）公所涉及地震災害緊急應變業務之辦公廳舍。
    2. 消防及警務機關執行公務之建築物。
    3. 供震災避難使用之國中、小學之校舍。
    4. 教學醫院及各級醫院。
    5. 發電廠、自來水廠與緊急供電、供水直接有關之廠房與建築物。
    6. 提供煉製、輸送、儲存多量具有毒性或爆炸性等危險物品之建築物。
    7. 其他經中央各目的事業主管機關認定之建築物。

(二) 公眾使用之公有建築物，用途係數  $I=1.25$ 。

1. 各級政府辦公廳舍（方案參、一、(一)、1 除外）

2. 教育文化類：

① 公立專設幼稚園；各級學校之校舍（方案參、一、(一)、3 之外）。

② 集會堂、活動中心；圖書館、資料館；博物館、美術館、展覽館；寺廟、教堂；體育館。

3. 衛生及社會福利類：各級政府衛生機關及其附屬機關（方案參、一、(一)、4 之外）；長期照顧機構、安養機構、教養場所；監獄；殯儀館。

4. 遊覽交通類：車站、航運站。

5. 商業類：零售市場。

6. 其他經中央各目的事業主管機關認定之建築物。

二、本修正方案公布實施前，已完成補強設計者得沿用原方案；尚未辦理補強設計應適用本修正方案，已完成之耐震初步評估或詳細評估程序不需重複辦理。

三、公有建築物依建築法第 6 條規定認定之，辦公廳舍由各主辦機關依建築物使用執照用途事實認定。

#### 肆、建築物耐震能力評估及補強基準

一、建築物之耐震能力評估分初步評估與詳細評估，初步評估供快速篩選優先評估順序對象之用。經初步評估判定為無疑慮者，得不必進行詳細評估；判定為有疑慮及確有疑慮者，除拆除重建外，應進行詳細評估或耐震設計補強。

二、實施耐震能力詳細評估之建築物，其不需補強或補強後之耐震能力應達下列基準，但建築物耐震設計規範及解說另有規定時，從其規定：

- (一) 建築物之耐震能力以其能抵抗之最大地表加速度表示，其耐震能力應達現行建築物耐震設計規範及解說規定工址回歸期 475 年之設計地震地表加速度乘以用途係數 I。(詳附件壹、四)
- (二) 建築物亦得以性能目標作為耐震能力之檢核標準，確保該建物在工址回歸期 475 年之設計地震力下所需達到之性能水準。
- (三) 進行結構耐震能力評估與補強設計時，應考慮非結構牆之效應，並檢討軟弱層存在之情況。(詳附件參)

三、用途係數  $I=1.5$  之建築物，應檢討其供水、供電及消防設備系統固定處之耐震能力；並應考慮墜落物對建築使用機能之影響。設備系統固定處之耐震能力以其所在樓層加速度檢核之，其耐震能力應達現行建築物耐震設計規範及解說之加速度規定。(詳附件肆)

## 伍、建築物耐震能力評估及補強之實施

- 一、防災機關、學校、醫院及收容避難場所之主管機關，應就該類建築物優先編列預算辦理耐震能力評估及補強工作。
- 二、需辦理補強之建築物，如涉有建築法第 9 條規定之行為者，應依建築法規定辦理。
- 三、建築物耐震能力之初步評估及詳細評估應委由建築師公會或相關專業技師公會、專業機構或學術團體等辦理。

- 四、建築物耐震能力之補強設計，應委由依法登記開業之建築師或相關專業技師辦理，但公有建築物得由該政府機關或公營事業機構內，依法取得建築師或專業技師證書者任之，補強施工應由依法登記開業之營造業辦理。
- 五、各主辦機關於辦理建築物初步評估後得視需要，直接進行耐震補強工作，建築物之詳細評估得併入補強設計中辦理。
- 六、建築物經耐震能力評估後需補強或拆除者，主辦機關應逐年擴大編列預算辦理。尚未補強期間，應考量與其他耐震能力無疑慮之建築物調配使用、降低建築物使用強度、封閉不使用或搬遷等管制作為。
- 七、詳細評估與補強設計應接受審查。該建築物所屬之政府機關、公營事業機構或目的事業主管機關得成立審查委員會，或委託具該項學識及經驗之學術團體研究機構或公會審查，但須遵守利益迴避之原則（詳附件柒）。
- 八、各主辦機關應將建築物初步評估、詳細評估、補強設計及竣工報告等結果送當地主管建築機關納入管理。
- 九、中央目的事業主管機關得依行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點，研提中長程個案計畫爭取預算，辦理所屬建築物耐震能力評估及補強工作，並協助所轄業務之地方政府推動本方案相關工作。

## 陸、分工原則

### 一、中央機關

- (一) 內政部負責有關建築物耐震能力評估及補強制度推動及督導。

(二) 目的事業主管機關負責該管各級建築物耐震能力評估及補強執行計畫之規劃、執行與督導，但醫院及學校如隸屬其他部會者，由該部會負責前述工作事項。

二、直轄市政府及縣（市）政府

(一) 負責轄區建築物實施耐震能力評估及補強執行計畫之規劃、執行。

(二) 邀請相關公會或學術團體，組設諮詢小組，提供建築物所有權人或使用人技術諮詢。

柒、工作項目與經費項目

建築物耐震能力評估及補強經費由各目的事業主管機關與各級政府逐年編列預算支應，辦理下列工作：

項次	採行措施	時程	主（協）辦機關
一	辦理本方案參、一、(一)及(二)之建築物實施耐震能力評估及補強工作： (一)地震災害發生後，必須繼續維持機能之重要建築物，用途係數 I=1.5。 1.中央、直轄市及縣（市）政府、鄉鎮市（區）公所涉及地震災害緊急應變業務之辦公廳舍。	持續辦理	各級政府
	2.消防及警務機關執行公務之建築物。		內政部、直轄市、縣（市）政府
	3.供震災避難使用之國中、小學校舍。		教育部、直轄市、縣（市）政府
	4.教學醫院及各級醫院。		衛生福利部、教育部、退輔會、國防部、直轄市、縣（市）政府
	5.發電廠*、自來水廠與緊急供電、供水直接有關之廠房與建築物。		經濟部、臺北市政府
	6.提供煉製、輸送、儲存多量具有毒性或爆炸性等危險物品之建築物。		經濟部、直轄市、縣（市）政府
	7.其他經中央各目的事業主管機關認定		各目的事業主管機關、直轄市、縣



	之建築物。		(市) 政府
	(二) 公眾使用之公有建築物，用途係數 $I=1.25$ 。		各級政府
	1. 各級政府辦公廳舍 (方案參、一、(一)、1 除外)		
	2. 教育文化類： ① 公立專設幼稚園；各級學校之校舍 (方案參、一、(一)、3 之外)。		教育部、直轄市、縣 (市) 政府
	② 集會堂、活動中心；圖書館、資料館；博物館、美術館、展覽館；寺廟、教堂；體育館。		各目的事業主管機關、直轄市、縣 (市) 政府
	3. 衛生及社會福利類：各級政府衛生機關及其附屬機關 (方案參、一、(一)、4 之外)；長期照顧機構、安養機構、教養場所；監獄；殯儀館。		衛生福利部、內政部、法務部、各目的事業主管機關、直轄市、縣 (市) 政府
	4. 遊覽交通類：車站、航運站。		交通部、直轄市、縣 (市) 政府
	5. 商業類：零售市場。		經濟部、直轄市、縣 (市) 政府
	6. 其他經中央各目的事業主管機關認定之建築物。		各中央目的事業主管、直轄市、縣 (市) 政府
二	成立建築物耐震能力評估與補強諮詢小組機制，提供技術諮詢。	持續辦理	直轄市、縣 (市) 政府 (相關公會團體、學術研究機構)
三	建築物耐震能力評估與補強資料庫之建置與管理。	持續辦理	各目的事業主管機關 直轄市、縣 (市) 政府
四	辦理建築物耐震能力評估及補強講習。	持續辦理	相關公會團體、學術研究機構
五	辦理震災後危險建築物緊急評估動員演練。	持續辦理	直轄市、縣 (市) 政府、相關公會團體
六	提供臺灣地區斷層資料及加強地震資訊宣傳。	持續辦理	經濟部、交通部
七	公告各辦理機關建築物耐震能力評估及補強執行成果。	持續辦理	內政部

備註：\*核一、二、三廠建築物，已完成建築物耐震規範安全評估審查報告，均能符合新頒

建築物耐震規範要求，亦有特別之監督及監控機制，爰核能電廠不列入方案列管

## 捌、預期績效指標及評估標準

績效指標	單位	評估基準（達成目標）									
		106年	107年	108年	109年	110年	111年	112年	113年	114年	合計
建築物耐震能力初步評估	件	150	145	80	25						400
建築物耐震能力詳細評估	件	140	250	500	20						910
建築物耐震補強工程	件	1000	1000	900	450	150	100	80	60	60	3800
耐震補強不具效益建築物拆除	件	25	80	80	15						200

## 玖、管考

- 一、本方案各項目之主辦機關應提供列管建築物清冊，並登載於建築物實施耐震能力評估及補強資訊管理系統，其執行情形與辦理成效，應每半年檢討一次，由內政部組成專案小組加強督導與協調，落實推動。
- 二、各目的事業主管機關及各級政府應擬定本方案各項工作之分年執行計畫於 114 年前執行完畢，並依計畫確實執行，該分年執行計畫及年度執行成果由內政部公開於網站，中央目的事業主管機關應督促地方政府目的事業主管機關辦理本方案相關工作，並協助管考執行進度。個別機關因其特性致未能於 114 年執行完畢者，應敘明理由及改進措施專案報行政院同意。
- 三、遲未完成補強且屬高風險建築物者，內政部將予公告。
- 四、本方案各項目推行之績效評核，列為各該機關施政績效重要考核之參考，承辦人員並依成績優劣予以獎懲。

## 拾、預期成效

- 一、期就本方案之落實，減輕地震災害損失，降低災後復建之社會成本。
- 二、在相關法令制度尚未臻致完備之前，期藉本方案之實施，供爾後法令之制定及全面實施之參考。

**附件：**

壹、本方案參所指定年度（民國 100 年 7 月 1 日、94 年 7 月 1 日、86 年 5 月 1 日、民國 71 年 6 月 15 日）之意義

一、我國建築物之設計係依建築技術規則，於民國 63 年修正發布之建築技術規則建築構造編始有地震力之規定，以為建築物耐震設計之依據；地震力之計算除考量建築物之靜載重外並納入不同震區分級（強震區、中震區及弱震區）及結構系統韌性參數，並依建築物週期不同採不同之震力係數。

二、民國 71 年 6 月 15 日，參考 1976 年版之美國 UBC（Uniform Building Code）耐震規範精神，修訂建築技術規則。此次修訂，重新釐定震力係數，並針對不同用途之建築物（如震災發生需維持機能之建築物及供公眾使用之建築物等），增列用途係數 I，使設計地震力加大。

三、民國 86 年 5 月 1 日修正發布之建築技術規則，對地震力之相關規定做了大幅度之修正，將臺灣地區之震區範圍由原三個震區（強震區、中震區及弱震區）分為四個震區（地震一甲區、地震一乙區、地震第二區及地震第三區），地震力之計算增加垂直地震力，不規則建築物需進行動力分析及檢核極限層剪力強度，考量建築基地土壤液化之影響，使用隔減震系統之原則等，並訂定「建築物耐震設計規範及解說」。及民國 88 年 12 月 29 日修正建築物耐震設計規範及解說有關「震區水平加速度係數」、「各類地盤水平向正規化加速度反應譜係數與週期之關係」、及「垂直地震力」等規定與解說，以及臺灣地區震區劃分（臺灣地區之震區劃分由四個震區修正為二個震區：地震甲區及地震乙

區)、工址加速度係數及各種地盤平均加速度反應譜等。

四、民國 94 年 7 月 1 日實施之建築物耐震設計規範，對地震力相關規定做了大幅度修正，將臺灣地區之震區範圍改以地震微分區型式劃分，台北盆地亦微分為四區。地震力之計算，除了 86 年規範新增之項目外，增加隔、減震系統之設計等規定與解說。設計地震由 PGA 配合正規化設計反應譜定義，改以直接規定短、長週期譜加速度值來定義。其規定之設計地震地表加速度係以有效最大地表加速度(EPA)表示，定義為短週期譜加速度  $S_{DS}$  之 0.4 倍，即  $EPA=0.4 \times S_{DS}$ 。

五、民國 100 年 7 月 1 日修正建築物耐震設計規範及解說，酌予調整臺北盆地微分區，原 4 分區調整為 3 分區，並修正隔震設計相關規定。

## 貳、臺灣地區震區之劃分

依據現行「建築物耐震設計規範及解說」。

### 參、非結構牆與軟弱層效應檢討之解說

- 一、非結構牆係指結構性剪力牆之外的 1B 以上完整磚牆、RC 牆、或校舍之三面窗台。但具開口之非結構牆由評估者自行考量。
- 二、檢討弱層效應時，不得有任一層之極限層剪力強度與其設計層剪力的比值低於其上層所得比值 80% 者。
- 三、檢討軟層效應時，參考建築物耐震設計規範 2.17 極限層剪力強度之檢核一節說明，其建築物任意相鄰兩層，下層與上層之有效總磚量(完整 RC 牆及 1B 以上磚牆)斷面比值不得低於 80%。

#### 肆、功能性設備物耐震相關條文解說

地震發生後必須繼續維持機能之重要建築物除了要有足夠的結構強度外，也必須要注意建築中功能性設備物的耐震力，否則該建築仍無法在震後發揮預期的使用機能。美國 FEMA 356 [1]對於重要建築在地震後要維持繼續工作的性能者，在表 11-1 中有列出一系列需要檢視耐震力的非結構物清單，可做為參考，其中的各個項目大概可分成兩類：功能性機電設備與裝修材。

功能性機電設備所含項目要以系統型式分析，如發電系統、供水系統、排水系統、空調系統、電梯系統、通訊系統等[2]，意指欲求某一功能在地震後能持續運作，必須該設備系統中易受損壞的各個子設備都有適當的耐震能力方可。比如：供電系統至少包含有日用油槽、蓄電池、發電機（冷卻水塔）、電盤等項目；供水系統至少有抽水馬達、屋頂水槽、水管等項目[3]。

由於國內習慣上對於設備物耐震能力鮮有注意，在進行耐震改修時若要達成全面提升設備物耐震力，會有極大的困難。因此新修訂之方案內，先將設備系統中最重要（供電、供水系統）及最易受損的系統（消防系統、電梯系統）[4,5]納入改善範圍，以求將可能的損壞影響降到最低。至於建築物中其他重要設備物，如電腦系統、特殊設備系統等，應參考建築使用單位的意見，一併納入耐震補強範圍內。

裝修材主要考量的項目在於物品墜落或翻倒時會對建築使用者的安全有威脅及是否會影響逃生通道的順暢。一般以重量在 50 公斤以上的單一物品便被視為需要考量其耐震性，尤其以逃生通道上的可能墜落物威脅最大，因此這些物品的懸掛固定系統要

加以檢討及補強。分析這些物品之耐震固定強度時不可計入摩擦力的作用，因為地震時摩擦力可能會減弱或不存在。若有設在功能性設備物上方的墜落物更應檢討其固定能力，以免因其墜落造成功能性設備的損壞。

輕鋼架天花板是極容易在地震中損壞墜落的一項建築內裝材，其耐震工法可參考 ASTM E580。對於面積大或懸吊長度過長的輕鋼架天花板，宜特別檢討是否設有足夠的耐震斜撐，以及在高低天花板交接處有足夠的補強。

為提升補強設計之可行性，建議非結構物耐震設計可以只針對建築技術規範中加速度的相關規定進行檢核；但是所檢討之設備系統若有通過伸縮縫的管線，且內容物會在管線破裂時造成淹水或有毒物溢出時，都應該加裝適當的柔性管，以避免在地震中因伸縮縫位移過大拉斷。

對於不同功能性設備物的固定，可參考文獻 6 中對於醫院設備的固定建議作法，再依據現地狀況修正。

## 伍、建築物耐震能力詳細評估

國內外已發展數種建築物耐震能力詳細評估法，利用建築物載重狀況、結構材料強度、斷面配筋、構件非線性行為模擬等，搭配結構的損傷控制或性能目標來獲得建築物之耐震能力。國內發展的強度韌性法、SERC B 及 TEASPA 等，適用於鋼筋混凝土建築物，並經內政部營建署認可為建築物耐震能力詳細評估工作共同供應契約之評估法；國外發展的容量震譜法及位移係數法等，亦多為工程界採用，可針對各種構造建築物擇定合宜的性能表現

以評估其耐震能力。

#### 一、強度韌性法

我國工程界過去常用的耐震能力詳細評估工具為內政部建築研究所與臺灣大學蔡益超教授團隊所開發的強度韌性法 [9]；強度韌性法基本上屬於彈性分析，以估計的韌性作為評估建物耐震能力之依據，但難以確實估計建物的非線性變形，較無法真實反映建物的耐震能力，目前在工程界已不常用。

#### 二、SERC B (Seismic Evaluation of RC Building)

民國 94 年，內政部建築研究所與臺灣大學蔡益超教授團隊引進 ATC-40 建議的非線性側推分析及容量震譜法，建議一套結構元件非線性鉸性質，開發視窗化程式 SERCB 耐震詳評法 [10,11]，以視窗程式協助工程師進行非線性側推分析及耐震評估，目前最新的版本為 102 年 7 月 V5.0 版。

#### 三、TEASPA (Taiwan Earthquake Assessment for Structures by Pushover Analysis)

民國 98 年，財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心引進 ATC-40 建議的非線性側推分析及容量震譜法，建議一套結構元件非線性鉸性質，開發「鋼筋混凝土建築物耐震能力詳細評估分析方法（推垮分析）」，工程界稱之為 NCREE 耐震詳評方法，主要運用於校舍結構的耐震評估補強，國震中心將評估方法結合校舍補強目標、補強工法介紹及示範例說明，出版「校舍結構耐震評估與補強技術手冊」[12]供工程界參考，103 年修正出版第 3 版並將該詳評方法名為 TEASPA。

#### 四、容量震譜法 (Capacity-Spectrum Method)



ATC-40 建議容量震譜法作為耐震詳評方法[13]，目前廣為工程界採用，前述之 SERCB 及 TEASPA 皆屬於容量震譜法之一種；運用非線性側推分析，建立結構的非線性容量曲線（結構基底剪力與屋頂位移關係曲線），再利用性能點的割線勁度等效系統，將容量曲線轉換成單自由度的容量震譜，配合設計規範的高阻尼反應譜，尋找結構的性能目標地表加速度，與 475 年設計地震 PGA 比較，若性能目標地表加速度較高，則表示結構有足夠的耐震能力，反之，則結構需進行補強或拆除；容量震譜法因基於基本力學模型，不需設定經驗參數，沒有地區限制，容易引進我國使用，其缺點是於低矮型建物過於保守，對於高層建築或不對稱結構較為不精確。

#### 五、位移係數法（Coefficient Method）

FEMA 356 建議位移係數法作為耐震詳評方法[1]，計算 475 年設計地震產生的結構彈性位移，並利用經驗參數放大至非彈性位移，再與結構的性能需求位移比較，若性能需求位移較大，則表示結構有足夠的耐震能力，反之，則結構需進行補強或拆除；位移係數法較為簡易，對於高層建築或不對稱結構較為不精確，而其缺點是其採用的經驗參數與結構所在地區有關，若於我國使用須重新校正經驗參數；位移係數法在 FEMA 440 報告中已加以修正，並於設計規範 ASCE41-06 採用為耐震詳評方法。

#### 陸、建築物耐震能力補強技術

一、公有建築物耐震能力評估與補強工作推動多年，於 99 年 3 月 4

日高雄甲仙發生芮氏規模 6.4 之地震，深度為 22.6 公里，最大震度達 6 級，以當時同樣距離震央約 30 公里之二所學校為例，已完成校舍耐震補強之玉井工商校舍幾無任何損壞，然而玉井國中因未能及早完成耐震補強造成 3 棟校舍嚴重受損，最終拆除重建[14]。102 年 3 月 27 日、6 月 2 日及 10 月 31 日發生芮氏規模 6 以上之地震，由國震中心勘查結果顯示，已完成耐震補強之校舍未出現結構性損壞；另在 105 年 2 月 6 日高雄美濃發生之芮氏規模 6.6 地震，已完成補強之 58 棟校舍均無結構性破壞，尚待評估或補強的 85 棟校舍，則有 18 棟發生結構性破壞[15]，表示耐震補強之推動已有成效，且應積極趕辦。

二、所謂耐震補強，即是針對耐震能力不足的建築物，做最適當的整體加勁或構件修補，以提高結構體的強度、韌性並防止過大變形，使之符合現行最新的規範。目前既有建築物耐震補強採取的方式大致可分為：(1)結構構件補強、(2)結構系統調整與改善、(3)輸入地震力減少等三大類。國內常見的傳統補強工法大致有以下五種：(1)擴大既有柱體之斷面積、(2)於既有柱旁增設 RC 翼牆、(3)於梁柱框架內增設 RC 牆體、(4)於梁柱構件包覆鋼板、(5)於梁柱構件包覆碳纖維貼片 (CFRP) 等，然各種補強方法有其特色，須充分考量耐震補強建築物之使用需求，於提升耐震能力之同時，兼顧經濟性與施工性等。[12]

- (一) 擴柱補強：在原有柱體外增加鋼筋混凝土斷面，可同時補強強度與韌性，容易施工，基礎容易增設；缺點為柱體增大，影響建築外觀，相接的門窗須改設。
  - (二) 翼牆補強：在原有柱體兩側或單側增設 RC 牆體，可同時補強強度與韌性，但翼牆會影響採光，常需增設基礎。
  - (三) 剪力牆補強：在兩柱間增設完整 RC 牆體，可顯著的提升結構的耐震能力，但是比翼牆更影響採光，基礎施作不易。
  - (四) 鋼板包覆補強：在梁柱外側包覆鋼板，可顯著提升結構的韌性容量，不影響原有基礎，不改變原結構外觀；但對結構強度助益不大，需要較精細的施工。
  - (五) 碳纖維貼片包覆補強：在梁柱外側包覆碳纖維貼片，可顯著提升結構的韌性容量，不影響原有基礎，不改變原結構外觀；但對結構強度助益不大，需要更精細的施工。
- 三、醫院類建築物，礙於施工期間無額外服務空間可使用，但服務亦不能中斷，因此其耐震補強必須在影響最小的情形下進行，增設鋼框架斜撐為一可行方式，於工廠內依所需尺寸訂製組裝後，再運送至現場安裝，避免於現場進行敲除而產生噪音與粉塵，且相較於濕式工法，其環境整潔較容易維護。此外，與傷患救治功能相關之醫療設備及供水、供電等設備系統之耐震性能亦須於辦理耐震補強時一併考量。

## 柒、詳細評估與補強設計審查須考慮之利益迴避原則

- 一、機關不得委託審查機構審查該審查機構所辦理之「建築物耐震能力評估案件」或「建築物耐震補強設計案件」。
- 二、執行詳細評估與補強設計之設計者（建築師、結構工程技師、土木工程技師）或設計單位負責人，若為某審查機構之理（董、監）事、職員或其有利益關係，則不得委託該審查機構辦理審查業務。
- 三、審查機構之審查委員如有下列情形之一者，應迴避該審查工作：
  - （一）就該審查案件涉及本人、配偶、三親等以內血親或姻親，或共同生活之家屬之利益者。
  - （二）本人或其配偶與受審單位或其負責人間現有或三年內曾有僱傭、委任或代理關係者。
  - （三）委員認為本人或機關認其有不能公正執行職務之慮。

## 捌、執行情形

- 一、為供各部會及各縣市政府簡化採購程序，以辦理建築物耐震能力評估工作，內政部營建署分別於 92 年至 106 年 8 度與專業廠商訂定 2 年期「建築物耐震能力詳細評估工作」共同供應契約。
- 二、各相關部會及直轄市、縣(市)政府已列管 27,927 件建築物需辦理初步評估，已辦理 27,659 件，經初評後有疑慮須進行詳細評估列管者計 15,093 件，已完成 14,569 件，經詳評後須進行補強數量共計件 9,425 件（尚不包括尚未辦理詳評之案件），其中已補強 5,700 件，另已拆除建築物 2,008 件，刻正辦理補強（拆除）施工中建築物計 73 件，後續相關建築物耐震能力評估補強未完

成工作，持續辦理中，累計投入 414 億元以上（尚不包括拆除重建部分）。

單位	列管案件數	完成初評件數	列管詳評件數	完成詳評件數	須補強件數	已補強件數	須拆除件數	已拆除件數
教育部	3848	3836	1933	1931	1084	1061	206	200
經濟部	1456	1456	154	154	86	81	13	13
交通部	775	772	403	392	212	118	4	4
內政部	280	272	158	139	84	43	4	4
衛生福利部	232	232	167	162	86	56	3	0
國防部	61	61	21	21	12	3	0	0
財政部	226	209	102	101	50	28	2	1
法務部	590	585	423	411	211	50	0	0
文化部	28	27	18	18	10	8	1	1
外交部	2	2	0	0	0	0	0	0
蒙藏委員會	1	1	1	1	1	1	0	0
國家發展委員會	2	2	0	0	0	0	0	0
國軍退除役官兵輔導委員會	472	472	207	207	93	56	3	3
行政院原子能委員會	126	126	20	20	4	3	0	0
科技部	10	10	4	4	1	1	0	0
行政院農業委員會	191	191	89	86	54	41	1	1
勞動部	26	26	18	8	3	3	0	0
行政院環境保護署	1	1	0	0	0	0	0	0
行政院海岸巡防署	6	6	6	6	2	0	0	0
金融監督管理委員會	1	1	1	1	1	1	0	0
國家通訊傳播委員會	6	6	2	2	2	1	0	0
臺北市府	1853	1840	1254	1237	892	839	48	39

高雄市政府	1775	1764	1026	1010	629	261	250	237
金門縣政府	185	188	44	44	4	3	26	26
連江縣政府	108	108	57	57	9	4	34	34
基隆市政府	347	338	179	174	103	64	43	41
宜蘭縣政府	645	606	272	270	170	122	31	25
新北市府	2116	2112	1384	1376	968	398	164	155
桃園市政府	1283	1283	585	569	412	244	62	57
新竹市政府	291	291	137	137	86	50	32	30
新竹縣政府	531	531	256	253	153	92	65	64
苗栗縣政府	734	707	410	403	281	111	81	78
臺中市政府	1603	1588	1169	1167	800	408	213	209
彰化縣政府	1142	1142	677	635	474	255	85	83
南投縣政府	690	648	515	494	322	178	104	104
雲林縣政府	1003	995	691	483	357	144	65	65
嘉義市政府	139	139	75	75	40	21	29	29
嘉義縣政府	686	664	355	353	237	126	90	89
臺南市政府	1574	1573	968	916	630	344	202	201
屏東縣政府	1007	995	508	460	289	122	124	116
花蓮縣政府	806	791	336	335	280	199	27	27
臺東縣政府	798	798	388	380	262	149	53	53
澎湖縣政府	271	267	80	77	31	11	20	19
合計	27,927	27,659	15,093	14,569	9,425	5,700	2,085	2,008

備註：

- 一、建築物初步評估一件為 6000 -8000 元，詳細評估經費為個別建築物總樓地板面積計算而得，據各機關資料推估，平均約為 30 萬至 60 萬之間，補強經費平均約 630 萬元。建築物耐震能力評估、補強及拆除重建經費應由各目的事業主管機關與各級政府逐年編列預算支應。
- 二、列管詳評件數指完成初步評估後尚有疑慮者，尚不包括未進行初評後續可能需辦理詳評者；須補強、拆除件數僅指經詳評後認為有必要進行耐震補強或拆除之數量。
- 三、內政部自 90 年起補助各縣（市）政府辦理警務、消防、防災中心、社政、民政及收容避難處所等重要公有建築物之耐震能力評估工作。

四、資料來源：內政部營建署，建築物實施耐震能力評估及補強資訊管理系統，  
<http://cpabm.cpami.gov.tw/k-inx/> 統計至 106 年 9 月 18 日。

	初步評估		詳細評估		補強工程		拆除	
	列管數	完成數 (率)	列管數	完成數 (率)	列管數	完成數 (率)	列管數	完成數 (率)
中央 機關	8,340	8,294 (99.4%)	3,727	3,664 (98.3%)	1,996	1,555 (77.9%)	237	227 (95.8%)
地方 機關	19,587	19,365 (98.9%)	11,366	10,905 (95.9%)	7,429	4,145 (55.8%)	1,848	1,781 (96.4%)
合計	27,927	27,659 (99%)	15,093	14,569 (96.5%)	9,425	5,700 (60.5%)	2,085	2,008 (96.3%)

三、由執行情形可知，列管案件經耐震能力初步評估後約有 54% 案件耐震能力有疑慮，經詳細評估後，約有 64% 案件應補強，14% 案件建議拆除，因此須補強或拆除之建築物，約佔列管案件之 41%。

## 玖、檢討事項及解決方法

### 一、檢討事項：

各級政府所轄公有建築物數量眾多，且辦理耐震能力評估及補強經費龐大，無法一次編足，致執行數量有限，仍有眾多建築物須待辦理。

### 二、解決方法：

由於尚待辦理詳細評估及補強之建築物數量眾多，各目的事業主管機關及各級政府應積極逐年擴大編列預算，並應排列優先執行順序，將所列管尚未辦理耐震能力詳細評估及補強之建築物辦理完成。

## 拾、預期效益

### 一、直接效益

推動公有建築物耐震能力評估工作，使耐震能力不足且安全疑慮較高之公有建築物優先進行結構補強，除保障建築內人員生命安全，減輕傷亡外，該耐震補強所需經費約為拆除重建經費之 11% [14]，減少政府財政壓力，且透過耐震補強手段強化結構安全，可降低政府因公有建築物損壞或倒塌，須於震後極短期內籌措經費進行復建之龐大財務壓力。

### 二、社會效益

提升公有建築物之耐震能力，可確保地震災害發生後，持續發揮公有建築物之機能（如災害應變指揮中心、救災機關、避難收容場所、醫療機構、維生廠站、社福機構、交通設施等），以救濟大眾，減輕地震災害損失，降低災後復建民間動員投入救災之人力、物資及財務成本及復建期間產業停頓減少營業利潤等社會成本。

另藉由全面推動公有建築物之耐震能力評估及補強工作，可促進國內此方面技術之發展，專業人才之養成，亦可增加本國勞工就業機會，有助減緩失業率並促進產業發展。再者，以耐震補強取代拆除重建，有助廢棄物及二氧化碳減量，促進地球資源永續發展。

## 拾壹、建築物耐震能力評估工作經費補助原則

- 一、目的：內政部針對所轄業務，視年度預算編列情形，補助各直轄市、縣（市）政府推動建築物耐震能力評估工作、災害後危



險建築物緊急評估人員動員演練，以供各部會協助地方政府推動耐震整備工作之參考。

## 二、補助項目：

- (一) 優先就內政部所轄業務補助各直轄市、縣(市)政府用途係數  $I=1.5$  之公有建築物耐震能力詳細評估工作，但直轄市、縣(市)政府如已完成者，得酌情補助  $I=1.25$  之公有建築物耐震能力詳細評估工作。
- (二) 補助各直轄市、縣(市)政府辦理災害後危險建築物緊急評估人員動員演練。

## 三、補助基準：

- (一) 初步評估：每件初步評估費用 6,000 元，規模 3,000 平方公尺(含)以上初步評估費用 8,000 元。
- (二) 詳細評估：按建築物總樓地板面積計算，每件建築物詳細評估費用補助額度不超過 60 萬元為原則。
- (三) 緊急評估人員動員演練費用：緊急評估人員每人動員費用為 500 元，相關動員演練作業費用補助額度不超過 20 萬元。
- (四) 直轄市、縣(市)政府就內政部補助款部分編列相對配合款支應。

四、補助經費申請方法：各直轄市、縣(市)政府須提出需求計畫至內政部依「建築物實施耐震能力評估相關經費補助及執行管考要點」審核。

五、各直轄市、縣(市)政府之執行成果為核定補助額度之參據。

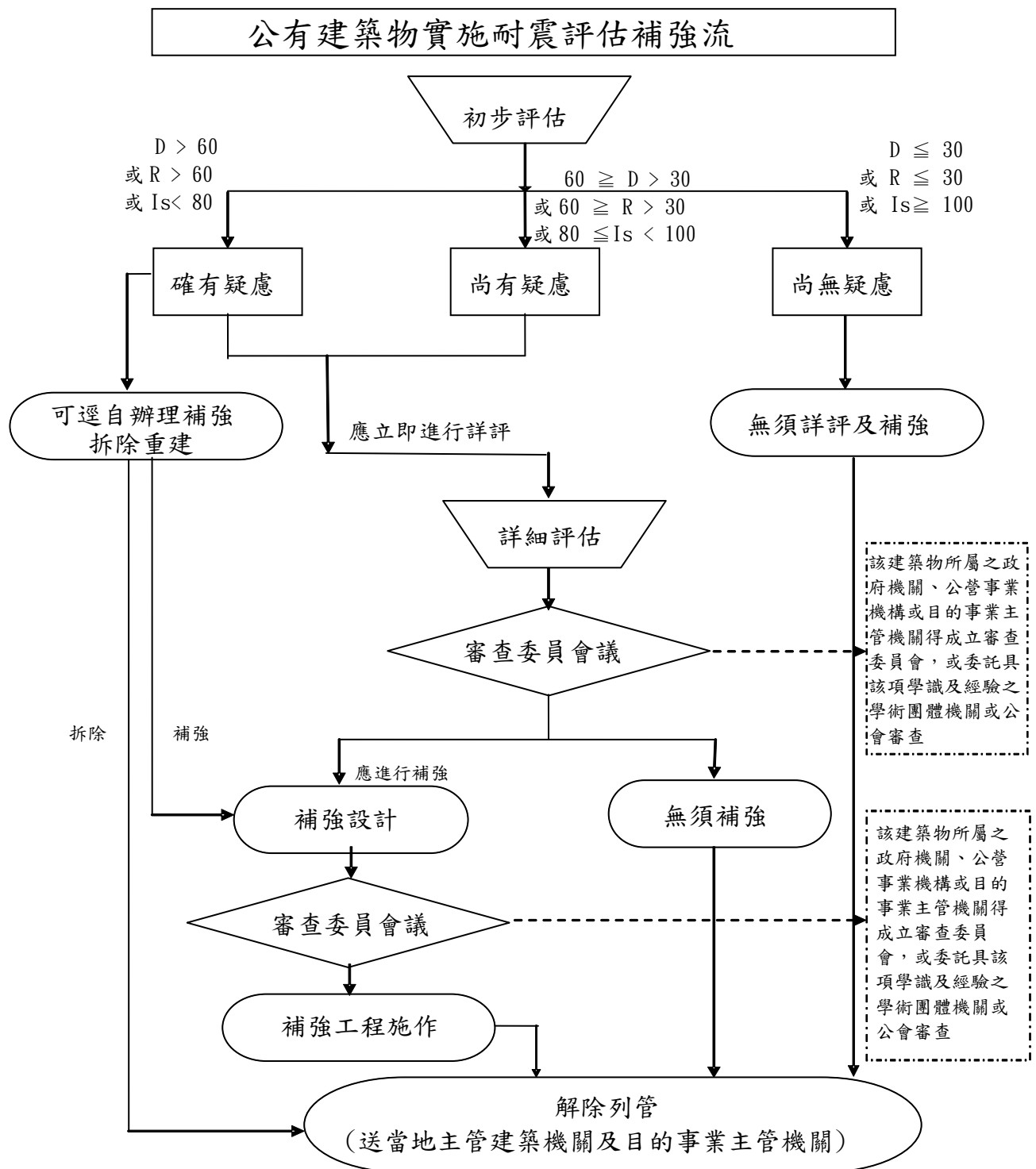
拾貳、參考文獻：

- 1.FEMA(2000), Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings, FEMA 356, Washington D.C., USA.
- 2.郭耕杖 (2001), 醫院建築功能性設施耐震評估, 成功大學建築系碩士論文, 臺南市。
- 3.姚昭智、賴榮平、林其璋、洪李陵 (1999), 建築設備耐震規範條文與解說之研訂, 內政部建築研究所。
- 4.黃喬俊 (2003), 消防撒水系統耐震問題研究, 成功大學建築系碩士論文, 臺南市。
- 5.沈德厚 (2003), 電梯平衡配重系統脫軌機制研究, 成功大學建築系碩士論文, 臺南市。
- 6.Rojahn, C.(2004), Recommended U.S.-Italy Collaborative Guidelines for Bracing and Anchoring Nonstructural Components in Italian Hospitals, ATC 51-2, Applied Technology Council, CA, USA.
- 7.莊佳璋 (2001), 臺南地區急救責任醫院救護設備之防震措施評估, 行政院衛生署。
- 8.莊佳璋 (2004), 區域級責任醫院非結構物耐震能力改善計畫, 行政院衛生署。
- 9.何明錦、蔡益超、陳清泉 (1999), 鋼筋混凝土建築物耐震能力評估法及推廣, 內政部建築研究所。
- 10.蔡益超、宋裕祺、謝尚賢 (2012), 鋼筋混凝土建築物耐震能力評估手冊-視窗化輔助分析系統 SERCB Win2012, 內政部建築研究所。
- 11.林建宏、宋裕祺 (2012), 鋼筋混凝土建築物耐震能力評估平台

-SERCB 補強模組之開發與建築物評估補強案例編撰，內政部建築研究所。

- 12.鍾立來等（2009），校舍結構耐震評估與補強技術手冊第二版，國家地震工程研究中心。
- 13.Applied Technology Council (ATC)(1996), Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, Vol. 1, ATC-40, Redwood City, CA, USA.
- 14.教育部（2012），102 至 105 年度國中小校舍耐震能力評估、補強及設施設備改善計畫。
- 15.教育部（2016），公立國中小校舍耐震能力及設施設備改善計畫（106-108 年度）。

拾參、建築物耐震能力評估及補強流程：



- 註：1. 危險度評分 (D)：鋼筋混凝土造建築物耐震能力初步評估表之危險度評分總計 (內政部建築研究所 88 年版及後續更新版)  
 2. 危險度總評估分數 (R)：住宅性能評估實施辦法第 3 條附表 2-1 既有住宅結構安全性能之評估內容、權重、評估基準及評分表之危險度總評估分數 (或 PSERCB)  
 3. 耐震指標 (Is)：校舍耐震能力初步評估表