

# 隔震建築應用與使用管理 通俗化手冊之研擬

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 95 年 12 月

095301070000G2018

# 隔震建築應用與使用管理 通俗化手冊之研擬

主持人：陶其駿

協同主持人：厲妮妮

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 95 年 12 月

## 目次

表次 .....	V
圖次 .....	VII
照片次 .....	IX
摘要 .....	XI
第一章 緒論 .....	1
第一節 研究緣起與背景 .....	1
第二節 研究範圍與內容 .....	2
第三節 預期成果 .....	3
第二章 隔震建築的介紹 .....	5
第一節 隔震建築的原理 .....	5
第二節 隔震建築的發展 .....	7
第三節 一般耐震、隔震與消能建築的差異 .....	8
第四節 隔震元件的種類 .....	11
第五節 隔震建築的隔震層 .....	14
第六節 隔震建築的地震搖動 .....	17
第七節 隔震建築的耐震性能 .....	18
第八節 隔震建築的優點與缺點 .....	19
第九節 橡膠隔震元件的耐久性 .....	23
第三章 隔震建築的規劃 .....	25
第一節 隔震建築規劃的考慮因素 .....	25
第二節 隔震建築的構造類型 .....	26
第三節 隔震建築與建築用途 .....	29
第四節 隔震建築與地盤條件 .....	31
第五節 隔震建築與基地四周 .....	32
第六節 隔震建築與樓層數規模 .....	34
第七節 隔震元件與上部結構的力量傳遞 .....	35
第八節 隔震建築的經濟效益 .....	37

<b>第四章</b>	<b>隔震建築的設計</b> .....	<b>39</b>
	第一節 隔震建築的設計依據 .....	39
	第二節 隔震系統設計的基本要求 .....	39
	第三節 隔震建築的設計流程 .....	40
	第四節 隔震元件的測試試驗 .....	41
	第五節 隔震層的配管設計.....	42
	第六節 隔震層的樓（電）梯設計 .....	43
	第七節 隔震建築與週邊構造之接合設計 .....	45
	第八節 隔震層的防火設計.....	46
	第九節 隔震建築的設計審查 .....	46
	第十節 隔震建築建造執照的申請 .....	47
<b>第五章</b>	<b>隔震建築的施工</b> .....	<b>49</b>
	第一節 隔震建築的施工計畫 .....	49
	第二節 隔震建築的施工工期 .....	50
	第三節 隔震建築的施工承攬契約 .....	51
	第四節 隔震建築施工的自主檢查 .....	51
	第五節 隔震元件的施工搬運 .....	52
	第六節 隔震元件的施工防護 .....	53
	第七節 隔震元件的損傷判斷 .....	53
	第八節 隔震元件的更換計畫 .....	55
	第九節 隔震建築的竣工檢查 .....	56
	第十節 隔震元件的更換作業 .....	59
	第十一節 隔震建築施工的震後處置 .....	61
<b>第六章</b>	<b>隔震建築的維護管理</b> .....	<b>63</b>
	第一節 隔震建築維護管理的目的 .....	63
	第二節 隔震建築維護管理的適用法源 .....	64
	第三節 隔震建築與維護管理契約 .....	65
	第四節 隔震建築物維護管理的檢查分類與時機 .....	66

第五節	隔震建築維護管理的檢查項目與性能要求 .....	68
第六節	隔震建築維護管理的機制 .....	70
第七節	隔震建築維護管理的費用 .....	72
第八節	維護管理檢查結果的保管 .....	73
第九節	隔震層的水氣防治.....	73
第七章	國內隔震建築的應用現況.....	75
第一節	國內隔震建築應用現況之調查與探討 .....	75
第二節	國內隔震建築之應用案例 .....	82
第八章	結論與建議.....	107
第一節	結論.....	107
第二節	建議.....	109
附錄	歷次審查之會議紀錄.....	113
參考書目	.....	123



## 表 次

表 2-1	1906 年以後台灣地區具代表性的地震災害 .....	6
表 2-2	中央氣象局之地震震度分級表 .....	19
表 5-1	自主檢查之檢查項目與注意事項表 .....	52
表 5-2	缺陷分類與修補方法 .....	54
表 5-3	竣工檢查的項目與內容 .....	57
表 6-1	維護管理的檢查與功能檢查的內容 .....	68
表 6-2	隔震建築維護管理之檢查項目與內容 .....	69
表 7-1	國內隔震建築之應用實績 .....	76





## 圖 次

圖 2-1	隔震建築的示意圖 .....	7
圖 2-2	一般耐震、隔震與消能建築之圖例 .....	10
圖 2-3	積層橡膠隔震元件的基本構造 .....	12
圖 2-4	鉛心橡膠隔震元件的基本構造 .....	13
圖 2-5	摩擦單擺隔震元件的基本構造 .....	14
圖 2-6	隔震層概念圖 .....	16
圖 2-7	隔震建築的優點 .....	21
圖 3-1	基礎隔震示意圖 .....	27
圖 3-2	中間層隔震示意圖 .....	29
圖 3-3	適合採用隔震建築的建築物 .....	31
圖 3-4	設計隔震建築物，應考慮避免地震時建築搖晃所產生 的碰撞.....	33
圖 3-5	高層隔震建築應考慮將隔震元件配置於建築物四周 .....	35
圖 3-6	隔震元件的配置 .....	36
圖 4-1	基礎隔震的樓梯與電梯間剖面示意圖 .....	44
圖 4-2	中間隔震時的電梯間剖面圖 .....	44
圖 5-1	隔震元件外觀損傷，可能損及應有功能 .....	55
圖 5-2	隔震元件之更換步驟 .....	60
圖 6-1	隔震建築物四周應預留足夠之活動間距 .....	64
圖 6-2	設計隔震建築物，應考慮避免地震時建築搖晃所產生 的碰撞.....	64
圖 6-3	隔震建築相關維護管理機制之建議 .....	71
圖 7-1	國內隔震建築案例之竣工統計 .....	78
圖 7-2	國內隔震建築案例依主要用途區分 .....	78
圖 7-3	國內隔震建築案例，其隔震裝置使用情形 .....	79
圖 7-4	國內隔震建築案例依構造種類區分 .....	80
圖 7-5	國內隔震建築案例依建築物樓層數區分 .....	80

圖 7-6	慈濟醫院—台中分院透視圖 .....	84
圖 7-7	富邦大衛營領袖特區大樓透視圖 .....	98
圖 7-8	興益發國家交響樂透視圖 .....	99
圖 7-9	興富發浪漫紐約登峰大廈透視圖 .....	100
圖 7-10	興富發黃金新象透視圖 .....	101
圖 7-11	大隱藍海大樓透視圖 .....	102
圖 7-12	興富發百達馥麗大樓透視圖 .....	103
圖 7-13	首泰地天泰大樓透視圖 .....	104
圖 7-14	興富發高雄住宅大樓透視圖 .....	105

## 照 片 次

照片 2-1	豐山國小是國內首先採用隔震建築的學校 .....	8
照片 2-2	隔震層的情況 .....	15
照片 2-3	隔震層的出入口，僅供維修時進出 .....	15
照片 2-4	在高密度建築物區之隔震建築，與鄰屋之間仍需預 留變位空間 .....	22
照片 2-5	隔震層管線需特別規劃處理 .....	22
照片 3-1	隔震部與非隔震部間之出入口，採用無高低差的膨 脹接頭與銜接板 .....	25
照片 3-2	貫通隔震層的設備配管必須採用可彎型的構造 .....	26
照片 3-3	上部結構與下部結構間須預留適度水平及垂直變位 空間 .....	26
照片 3-4	以植栽方式預留適度水平變位空間 .....	33
照片 4-1	連結上部結構與下部結構的配管，須加以支撐固定 .....	43
照片 4-2	膨脹接頭的外觀 .....	45
照片 5-1	以鍍鋅鐵板作為隔震元件防護之案例 .....	53
照片 5-2	隔震元件之水平距離量測 .....	57
照片 5-3	隔震元件之垂直距離量測 .....	57
照片 5-4	利用事先標示之固定點，檢查隔震元件螺絲有無鬆 動 .....	59
照片 5-5	進行檢查時，應固定同一量測點 .....	59
照片 5-6	地震後永久變形之監測 .....	62
照片 5-7	隔震元件之傾斜度量測 .....	62
照片 6-1	目視隔震元件外觀有無損傷 .....	67
照片 6-2	設置測試元件有助於長期隔震性能之掌握 .....	67
照片 6-3	隔震元件之水平度量測 .....	69
照片 6-4	檢查隔震元件上下變位情形 .....	70
照片 6-5	檢查隔震元件之表面平整度 .....	70

照片 6-6	需注意隔震層常有水氣的入侵 .....	74
照片 7-1	慈濟醫院—台北分院全景 .....	82
照片 7-2	慈濟醫院—花蓮分院急診中心全景 .....	83
照片 7-3	谷關陸軍營區指揮部大樓全景 .....	85
照片 7-4	內政部建研所材料實驗大樓全景 .....	86
照片 7-5	台北市地政及災害應變中心聯合辦公大樓全景 .....	87
照片 7-6	三重市過田錦田里民活動中心全景 .....	88
照片 7-7	大里市向學段廠房全景 .....	89
照片 7-8	南投縣仁愛鄉新生村農業產銷中心全景 .....	90
照片 7-9	嘉義縣豐山國小全景 .....	91
照片 7-10	國研院實驗動物中心南科中心新建情形 .....	92
照片 7-11	彰化銀行資訊大樓全景 .....	93
照片 7-12	康翔奈米傑座商業大樓全景 .....	94
照片 7-13	公館捷運站聯合開發大樓全景 .....	95
照片 7-14	天母康翔建設別墅住宅全景 .....	96
照片 7-15	大溪康莊路別墅全景 .....	97

## 摘 要

關鍵詞：隔震建築、隔震元件、現況調查

### 一、研究緣起

隔震建築儼然已成為國內新建建築提昇銷售率之賣點；目前國內隔震建築之發展，依據本研究調查結果顯示，截至 2006 年底為止，大約有 15 棟左右隔震建築之工程實績，並預計於 2008 年底可望出現 29 棟以上之案例，尚屬初步應用之階段。

由於國人對於隔震建築之耐震特性與隔震元件基本原理之瞭解，以及對於隔震系統維護管理工作之重要性、隔震系統與建物週邊工作空間之維持，以及檢查與更換隔震元件通道留設等重要觀念之建立，多年來仍然欠缺具體可取得之參考資訊及對於問題之正確認知。目前，國內在坊間房地產銷售業者誇大渲染，例如：「第三代首選超耐震建築」、「113%高抗震超奢華建築」、「世界級隔震專家共同合作」與「NASA 航太科技隔震建築」等廣告詞之下，應從教育國人正確之防震知識著手，讓消費者能真正瞭解建築物可能呈現之耐震性能，並正視隔震建築維護管理之重要性，以期使隔震建築能穩定且有效地維持耐震性，以確保大眾之居住安全。

本研究主要以實用性之原則，藉由簡單易懂之文字與圖表、照片內容，撰擬「隔震建築應用與使用管理通俗化手冊」之草案（詳見報告書第二章至第六章之內容），希望能導正民眾對於隔震建築「應用」之正確觀念，及正視隔震建築「使用管理」之重要性。以提供民眾及建築投資業界，獲得正確隔震建築應用與使用管理之資訊。提供房地產記者或媒體，輔以因應相關採訪或報導內容之具體書面參據。本研究另亦透過國內隔震建築應用實地之調查作業，有效掌握國內隔震建築發展之現況，以回饋本文之適

用性與合理性。

## 二、研究方法及過程

藉由實地現況調查之手法，直接瞭解國內隔震建築之應用現況，藉以有效掌握包括隔震建築工程之實績數量、隔震元件之應用發展趨勢與維護管理現況，蒐集隔震建築應用之案例照片，研訂「隔震建築應用與使用管理通俗化手冊」，並探求推動隔震建築發展亟待克服之問題所在，研提相關策略建議。

## 三、重要發現

目前隔震元件於高層建築（50 公尺以上）之使用比例，在國內為 37.9% 左右，期間亦出少數應用於 30 樓以上超高層建築之案例；隔震建築之使用用途，以住宅 48.3% 居多，其次為政府機關 17.2%、醫院與事務所各為 10.3%；依構造種類區分，以鋼筋混凝土造 82.8% 居多；依隔震元件種類區分，鉛心橡膠隔震元件(LRB) 佔 90.2%，為較常被採用的隔震元件，未來仍為營建市場之主力，滾動式隔震器則未見實際案例。

隔震元件之檢測與維護管理計畫，應能確實反映隔震元件使用之整體過程，且於設計或施工階段，即應該著手規劃檢測與維護管理之工作，並保存相關之檢測與管理紀錄。並確實要求必需在有經驗之專業技師監督下，進行修復與更換作業。以確保建築於使用年限內，元件能夠符合設計原意，防止因經年變化所造成之建築功能不良，避免於災害(地震、火災、水災)發生時，造成非預期之行為與破壞，並要求於災害發生後，能迅速回復建築物之使用功能。

#### 四、主要建議事項

立即可行之建議—儘速印行「隔震建築應用與使用管理通俗化手冊」

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：建築師公會、土木技師公會、結構工程技師公會

本研究所編擬完成之「隔震建築應用與使用管理通俗化手冊」草案（詳見報告書第二章至第六章之內容），已具體涵蓋隔震建築之原理、規劃、設計、施工、維護管理與實例介紹等階段之內容，並已依實用性之手法，利用簡單的文字、圖表與照片等資料，撰轉寫手冊草案之內容，為目前國內對於隔震建築應用發展之介紹，較為完整之參考資料；，希望能儘速邀集政府建管機關、建築師及專業技師公會團體，協助將本案手冊草案之文稿資料，再予最後之充實與修訂，寄望在獲致相關共識後，印行「應用與使用管理通俗化手冊」或「認識隔震建築」手冊，以提供民眾、建築投資業界與房地產媒體，做為掌握國內隔震建築發展與獲得正確資訊的參據。

立即可行之建議—將隔震建築強制納入特殊結構之委託審查

主辦機關：各直轄市、縣（市）政府建管單位

協辦機關：內政部營建署

為避免不當或錯誤設計之持續發生，並彌補國人對於隔震建築設計經驗之不足，建議將隔震建築之設計審查，強制納入建築法規定委託或指定審查之機制，不應再模糊地要求工務機關，主動針對此類建築做結構行為屬「特殊」或「安全顧慮」與否之認定。

立即可行建議—將隔震建築維護管理計畫納入結構外審之項目

主辦機關：各直轄市、縣（市）政府建管單位

協辦機關：各特殊結構委託審查之機關

建築物耐震設計規範規定隔震元件之檢測與維護計畫，應由「設計者」所提出，因此特殊結構審查機關應就其所提計畫，併同其結構設計之可行性，予以審查；再由各直轄市、縣（市）政府建管單位，應於核發使用執照前，確認設計者是否確實完成所有裝置之最終檢查，並審核其維護計畫是否完成審查。

立即可行建議—將隔震元件納為公寓大廈管理條例之設施設備

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：各直轄市、縣（市）政府建管單位

建議以行政命令方式，函釋隔震裝置為公寓大廈管理條例第五十七條所稱「附屬設施設備」，並請建管機關確實監督並會同起造人，提供設施設備之使用手冊、書圖等資料，以及進行檢測、功能確認與移交作業，以獲取未來執行維護與檢測作業之起始資料。

立即可行建議—於建築使用執照附表載明隔震元件之使用

主辦機關：各直轄市、縣（市）政府建管單位

協辦機關：內政部營建署

建議於直轄市、縣（市）政府建築管理規則中，明定使用執照附表「注意事項」，應載明隔震裝置之種類、數量及位置，並要求於產權轉移及房屋銷售時列入交代，俾供承購戶知悉。

中長期性建議—儘速訂定隔震元件性能評定之試驗標準與機制

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所、各指定之評定專業機構

現行建築物耐震設計規範對於隔震元件所規定之實體試驗，必須使用二個與原設計相同型式與尺寸的元件進行試驗，但由於規範尚未建立一套對於隔震元件品質評定之客觀標準，因此為確保元件能發揮預定隔震功能與穩定性，建議將有關隔震元件之品



質評定與試驗標準，納於建築技術規則總則編第四條規定建築新技術新工法新設備及新材料認可之機制，以合理評估其耐震性能，並減少無謂之重複試驗數量。

中長期性建議—將隔震系統防火保護納入建築物公安檢查之簽證項目

主辦機關：內政部營建署、內政部消防署

協辦機關：內政部建築研究所

由於隔震元件支撐建築物所有之垂直載重，其防火需求愈形重要；有關隔震系統防火性能之定期檢查，建議應納入現行「建築物公共安全檢查簽證及申報辦法」之簽證項目，以落實公眾居住之安全。

## ABSTRACT

**Keywords: Seismic isolation buildings, Seismic isolation, Investigation**

### **1.Purpose**

Conservative estimate of the adoption rate is around 20% to 80%. But under the myth of advertising phrase such as ‘113% high seismic resistant’, ‘world class seismic resistance expert cooperating’, ‘peer review by Earthquake research center of Taiwan University’, ‘NASA aerospace technology seismic resistance building’, the status of domestic maintenance of response controlled buildings is not well understood. So it is necessary to investigate the status of application and probe the problem.

Because of the safety of apply response controlled or isolated buildings rely on the performance of isolate and response control instrument, examine and maintenance must be sustained to ensue the performance is achieved. The status of the development and maintenance for response controlled or isolated buildings are unfamiliar, it is necessary to investigate and understand the status of application, and to provide suggestion about strategy of maintenance management for Ta Pingling MRT office of our ministry (response controlled building) and laboratory facility and office at Chingmei (isolated building), which could be adopted in the plan of response controlled and isolated building.

### **2.Method and Steps**

Through site investigation to understand domestic apply status of response controlled or isolated buildings, and to secure volume of projects, usage of isolator, status of development and maintenance, to probe urgent problem, and propose related strategy.

### **3.Main Finding**

So far, the energy dissipation installed on high-rise building in our country is around 31%, and isolators installed in high-rise building are less than that. The response control building are mostly residential building, the rest are office, school and government. Hysteretic damping and viscous damping are still main production in the market. Friction damping is less used, probably because it against market requirement. While isolate building is used mainly on residential building, then medical institution,

office and government. Lead Rubber Bearing is used adopted mechanism. Roll isolators has no case.

The maintenance and examine plan for isolators and control devices should reflect the process in isolators and control devices usage, and should start planning maintenance and examine in installation and remain examine record. The repair and replacement work must supervised under experienced engineer, to insure instrument could satisfy design requirement in life-cycle of building, preventing function fault caused by weather and disaster (earthquake, storm, fire, flood), which may cause unanticipated behavior, and regain rapidly building performance.

#### **4. Major suggestion**

**Short term Suggestion** – introduce maintenance management plan of response controlled buildings and isolate building into peer review

Major Office : county and city building enforcement office

Associate Office : special structure review agency

It is required by regulation that examine and maintenance plan should be provide by designer. So special structure review agency should review the feasibility of plan, and county and city building enforcement office should ensure designer has finish all the final examine before issue building permit.

**Short term Suggestion** – introduce response controlled and isolate instrument as facility-instrument defined in apartment management stipulation

Major Office : Construction and Planning Agency of Ministry of Interior

Associate Office : county and city building enforcement office

Announce isolate instrument as attached facility of apartment administration law section 57, and advise administrative office supervise and join owner provide data include manual, drawing, specification of instrument to get original data to maintenance and examine.

**Short term Suggestion** – Building permit should attach with information the usage of seismic isolator

Major Office : county and city building enforcement office

Associate Office : Construction and Planning Agency of Ministry of Interior

The kind, amount and installation position should be attach to building permit, and announce in ‘notice item’ in the administrative regulation.

**Long-term suggestion** - isolation story should be adopted in building public safety examine item

Major Office : Construction and Planning Agency of Ministry of Interior

Associate Office : Architecture and Building Research Institute Ministry of Interior

Because isolator support all vertical load, fire protection becomes more and more important. Constant examine of isolation story should be adopted in building public safety examine and certify application rule as certification item to ensure residential safety of public.

# 第一章 緒論

## 第一節 研究緣起與背景

台灣位處環太平洋地震帶，致地震發生之機率頻繁；過去，許多人因為地震而失去了寶貴的生命，也因此使得建築物之耐震技術得以精進，進而守護居民的生命與財產。隔震建築在地震發生時，能夠抑制搖晃的程度，降低一般人對地震的恐懼，對於台灣這般屬地震頻繁的地區來說，無疑是現行最值得採用的耐震技術。隔震建築之結構系統，於 1994、1995 年美國加州、日本阪神等之震害經驗，已證實具有良好之抗震性能，可降低建築嚴重受損效益，已成為國際建築耐震技術發展之新趨勢。

隔震建築儼然已成為國內新建建築提昇銷售率之賣點；目前國內隔震建築之發展，依據本研究調查之結果顯示，由於國內建築業界保守，大多尚未熟識建築隔震之技術與優點，截至 2006 年底為止，大約僅有 15 棟左右隔震建築之工程實績，並預計於 2008 年底可望出現 29 棟以上之案例，仍有相當大之發展空間與潛力，有待進一步推廣。

由於國人對於隔震建築之耐震特性與隔震元件基本原理之瞭解，以及對於隔震系統維護管理工作之重要性、隔震系統與建物週邊工作空間之維持，以及檢查與更換隔震元件通道留設等重要觀念之建立，多年來仍然欠缺具體可取得之參考資訊及對於問題之正確認知。目前，國內在坊間房地產銷售業者誇大渲染，例如：「第三代首選超耐震建築」、「113% 高抗震超奢華建築」、「世界級隔震專家共同合作」與「NASA 航太科技隔震建築」等廣告詞之下，應從教育國人正確之防震知識著手，讓消費者能真正瞭解建築物可能呈現之耐震性能，並正視隔震建築維護管理之重要性，以期使隔震建築能穩定且有效地維持耐震性，並為社會大眾所接受。

本研究主要以實用性之原則，藉由簡單易懂之文字與圖表、照片內容，撰擬「隔震建築應用與使用管理通俗化手冊」之草案（詳見報告書第二至六章之內容），希望能導正民眾對於隔震建築「應用」之正確觀念，及正視隔震建築「使用管理」之重要性。以提供民眾及建築投資業界，獲得正確隔震建築應用與使用管理之資訊。提供房地產記者或媒體，輔以因應相關採訪或報導內容之具體書面參據。本研究另亦透過國內隔震建築應用實地之調查作業，有效掌握國內隔震建築發展之現況，以回饋本文之適用性與合理性。

## 第二節 研究範圍與內容

本文內容主要如下：

- 第一章：緒論。本文研究緣起、目的、內容與預期成果之介紹。
- 第二章：隔震建築的介紹：將說明隔震建築的原理、隔震建築的發展、一般耐震、隔震與消能建築的差異、隔震元件的種類、隔震層的介紹、隔震建築的耐震性能、隔震建築之優劣點與隔震元件的耐久性介紹。
- 第三章：隔震建築的規劃：隔震建築規劃的考慮因素、隔震建築的構造類型、隔震建築的建築用途、隔震建築的地盤條件、隔震建築的樓層規模與隔震建築的經濟效益。
- 第四章：隔震建築的設計：隔震建築的設計依據、隔震建築設計的基本要求、隔震建築設計的流程、隔震元件的測試試驗、隔震層的配管設計、隔震層的樓（電）梯設計、隔震層的防火設計、隔震建築的設計審查與隔震建築建造執照的申請。
- 第五章：隔震建築的施工：隔震建築的施工計畫、隔震建築的施工工期、隔震建築的施工承攬契約、隔震元件的施工防護、隔震元件的損傷判斷、隔震元件的更換計畫、隔震建築的竣工檢

查與隔震建築施工的震後處理。

第六章：隔震建築的維護管理：隔震建築維護管理的目的、維護管理的是用法源、維護管理的檢查分類與時機、維護管理的檢查項目、維護管理的機制、維護管理的費用與檢查結果的保管等；本章藉由對隔震建築維護管理之注意事項，分就「技術」與「制度」面進行探討，並研提相關對策與建議，以期對於國內隔震建築維護管理機制之推動，有所助益。

第七章：隔震建築之案例介紹：國內隔震建築之實績、國內隔震建築物介紹與隔震建築構造應用現況之調查。藉由最直接的方式，瞭解國內隔震建築之應用現況，並藉以分別掌握其工程實績之數量、隔震裝置之應用趨勢，並探討現況亟待克服之問題所在。

第八章：結論與建議。本文結論與建議之說明。

### 第三節 預期成果

- 一、完成隔震建築構造應用與使用管理之現況調查，藉以瞭解國內發展隔震建築之應用現況，探討隔震建築應用未來可能之發展趨勢，並研提相關對策與建議。
- 二、探討國內隔震建築於維護管理階段之問題所在，並針對其維護管理之機制，提出對策與建議。
- 三、完成國內隔震建築發展計 29 棟應用案例之詳細介紹，以及建築現況照片之蒐集。
- 四、完成「隔震建築應用與使用管理通俗化手冊」草案之研擬，其內容包含隔震建築之介紹、規劃、設計、施工、維護管理、實例介紹（詳見報告書第二章至第六章之內容）。

- 五、希望藉由此簡單之文字與圖表內容，對於隔震建築原理與觀念進行介紹，以導正社會大眾或建築投資業界，對隔震建築使用之正確知識，未來可資房地產記者或媒體，輔以做為相關採訪或報導內容之具體參據。
- 六、所完成的應用與使用管理手冊，可提供本所位於景美之建築材料實驗中心（隔震建築），做為後續相關隔震系統進行檢測與維護管理策略之主要參據。



## 第二章 隔震建築的介紹

### 第一節 隔震建築的原理

台灣地區位處環太平洋地震帶，而導致地震發生之機率頻繁，依據中央氣象局提供自 1994 年至 2006 年 11 月底之統計資料顯示，台灣本島或近海區域發生超過規模 6.0 以上的地震次數，高達 49 次之多，平均每年發生 3.8 次，因而造成國人生命與財產之莫大損失，而一些具有代表性之地震狀況與生命財產之損害情形，詳如表 2-1 所示。因此，我們必須開始思考，當下一次大地震來襲時，應該如何建造一座可兼具安全性及使用機能的建築，因而再次引起人們對隔震建築的廣泛討論與重視。由於地盤震動的結果，建築物就會隨之震動，因此開始有人認為若能將建築物與地面以特殊方式隔離的話，這樣也許就可以大幅減低建築物的震動，而隔震建築的原始構想，也就於是誕生了。

目前，國內外常見隔震建築之型態，大多採基礎隔震的方式建造，主要是考量將建築物之基礎與上部結構物隔開，並且在其間放置鉛心橡膠元件。而隔震元件為一種水平向勁度非常柔軟之裝置，可使得上部結構物於水平方向，產生位移大且速度緩慢的搖動，而不同於地震引致地面之劇烈搖動，以大幅地降低地震震動傳遞於上部結構物的作用力。另外，由於鉛心橡膠元件在垂直方向之支撐力與勁度較為堅硬，因此可穩定的支撐上部結構物，所以隔震建築物對於抵抗垂直方向之地震力，與一般耐震建築物無所不同。

當地震災害來臨時，不僅隔震建築之結構體，可受到保護，同時亦可防止建築物內部裝潢、家具、設備機器與物品等的破損，以確保建築物整體的安全性與功能性；因此，對於具備特殊用途且於震後必須持續發揮使用功能的建築而言，建築物的隔震化，亦為建築構造不錯的選擇。

表 2-1 1906 年以後台灣地區具代表性的地震災害

發震時間	震央位置	地震規模 ( $M_L$ )	死傷人數		房屋毀損	
			死 (人)	傷 (人)	全毀 (棟)	半毀 (棟)
1906/03/17	梅山	7.1	1,258	2,385	6,769	3,633
1906/04/14	鹽水港	6.6	15	84	1,794	2,116
1909/04/15	台北	7.3	9	51	122	252
1916/08/28	南投	6.8	16	159	614	954
1920/06/05	花蓮港海上	8.3	5	20	273	277
1927/08/25	新營附近	6.5	11	63	214	225
1935/04/21	新竹—台中	7.1	3,276	12,053	17,907	11,405
1935/07/17	後龍溪河口（新 竹—台中餘震）	6.2	44	391	1,734	1,850
1941/12/17	嘉義中埔附近	7.1	358	733	4,520	6,910
1946/12/05	新化東南方	6.1	74	482	1,954	2,084
1951/10/22	花蓮東南方（海）	7.3	68	856		2,382
	花蓮東北方（海）	7.1				
1951/11/25	台東西北方	7.3	17	326	1,016	582
1957/02/24	花蓮東南方（海）	7.3	11	12	44	64
1959/08/15	恆春東南方（海）	7.1	16	85	1,214	1,375
1964/01/18	台南東北東 43 公 里（白河地震）	6.3	106	653	10,924	30,041
1966/03/13	花蓮外海	7.8	4	11	24	14
1972/04/24	花蓮瑞穗東北東 4 公里	6.9	5	17	50	98
1986/11/15	花蓮東南方（海）	6.8	13	45	37	33
1999/09/21	集集-日月潭西方 9 公里	7.3	2,415	11,305	51,711	53,768
2002/03/31	花蓮秀林東方 44.3 公里	6.8	5	280		
2006/12/26	屏東恆春西南 22.8 公里	6.7	2	42	3	

（資料來源：1.台灣大地震——1935 年中部大震災紀實，森宣雄、吳瑞雲著，遠流出版公司，1996 年；2.地震測報中心網站，<http://scman.cwb.gov.tw/eqv5/10eq/10eq-index.htm>，2006 年 11 月 7 日；3.消防署網站，<http://www.nfa.gov.tw>）

## 圖 2-1 隔震建築的示意圖

(資料來源：本研究繪製)

### 第二節 隔震建築的發展

1970 年首先由法國將積層橡膠隔震元件，應用於學校建築與核能發電廠；自 1980 年起美國與紐西蘭等國，亦紛紛開始利用相同之構想，著手興建隔震建築；日本在歐美各國積極推動隔震建築的研究發展與實務應用，也開始從事隔震建築之相關研究，並於 1983 年產生首棟採用積層橡膠隔震元件之隔震住宅，在日本經歷阪神淡路地震的震害教訓後，隔震建築更逐漸受到大眾的重視，依據日本免震構造協會(JSSI) 截至 2006 年 10 月統計資料顯示，目前日本已有 4,600 棟以上隔震建築之案例。目前隔震建築已為成熟的結構耐震方法之一，在國外過去歷次之震害經驗中，亦已證實隔震系統確能有效降低地震力對建築物之摧毀力。

反觀國內隔震建築之發展現況，藉由日本及美國於震災中驗證隔震建築的耐震效能，加上國內學者也著手關於隔震建築設計之研究，由內政部建築研究所於 2006 年所做之調查研究，於 2002 年興建完成位於嘉義縣阿里山鄉豐山國民小學之學校教室，應該為國內首棟之隔震建築（照片 2-1）。截至 2006 年 12 月為止，國內目前大約有十五棟左右屬隔震建築之工程實績，預計於 2009 年底前可望出現二十九棟以上之應用案例，目前尚屬初步應用階段。與日本相同，國內亦在建商大肆宣傳下，國人漸漸提高對於隔震建築之接受度，再加上政府機關、消防救災單位與醫療機構的帶動，使得國內隔震建築之發展，仍呈現穩定成長之趨勢；惟目前國內建築工程業界，對於隔震建築之設計能力、施工技術，甚至於維護管理之經驗十分陌生，以及隔震元件之生產與試驗，屬無法完全擺脫國外技術之配合，以致於國內對於此種新

型抗震構造應用之推動，仍有許多有待各界共同克服之瓶頸。

### 照片 2-1 豐山國小是國內首先採用隔震建築的學校

(資料來源：豐山國小陳弘宜老師提供)

### 第三節 一般耐震、隔震與消能建築的差異

「一般耐震建築」設計的需求，主要考量當遭遇大地震之時，建築物不應發生崩塌之破壞，但允許柱、梁、牆與斜撐等構件產生損傷，以吸收過量之地震能量，且無法同時充分地降低建築物之變形量與加速度；此外，亦許可建築物於震災後不需發揮建築原有的功能。但是，歷經多次震害教訓後，大家開始瞭解除了要求建築不致崩毀外，對許多建築物而言，震災後使用功能之充分維持，對於建築物防災需求來說，亦是非常重要的課題（圖 2-2(a)）。

「隔震建築」為將整個建築物座落於隔震元件上，並利用設置隔震元件所形成之特殊軟層，將大部分之變形與能量吸收，集中於此隔震層之中；當地震來臨時，建築物的振動週期，可與地震週期錯開，防止共振現象發生，以隔絕地面運動對建築物上部的直接作用，並藉由延長建築物的振動周期，將地震引起地面的急速搖晃，轉變成對建築物產生緩慢且振幅較大的搖晃，以保護上部結構不受地震力的破壞。因此，當遭遇大地震時，隔震建築可同時降低變形量與加速度，使建築物不致崩毀，並且在震災後仍能維持建築物的使用功能（圖 2-2(b)）。

「消能建築」為藉由安裝於建築結構特定部位的消能元件，吸收傳遞至建築結構之地震能量，以降低地震力對整體建築物的影響，控制建築物對地震之反應，減少結構構件之損壞。因此，經由適當之設計，當建築物遭遇大地震時，建築物將不致崩毀，建築物在震災後仍

可維持建築物的使用功能（圖 2-2(c)）。

## 圖 2-2 一般耐震、隔震與消能建築之圖例

（資料來源：本研究繪製）

### 第四節 隔震元件的種類

一般而言，隔震元件的種類可分為橡膠式、滑動式與其他型式之隔震元件。橡膠式隔震元件包括有積層橡膠隔震元件(Laminated Rubber Bearing, RB)、鉛心橡膠隔震元件(Lead-Rubber Bearing, LRB)與高阻尼橡膠隔震元件(High Damping Rubber Bearing, HDRB)等。在此將針對目前使用較為普遍，並被公認較為可靠、簡單、發展成熟的三種隔震元件，即積層橡膠隔震元件、鉛心橡膠隔震元件及摩擦單擺系統(Friction Pendulum System, FPS)，做進一步的介紹：

#### 一、積層橡膠隔震元件：

此種隔震元件，係以一層橡膠一層鋼板膠結組合而成，如圖 2-3 所示；橡膠層提供側向韌性，鋼板則可降低橡膠層之膨脹變形，並提高垂直承載之能力，而不影響水平勁度；外圍再被覆橡膠層，以保護鋼板及橡膠層，並避免紫外線侵襲及氧化。於積層橡膠隔震元件上、下端部各有一片厚鋼板，以結合膠隔震元件連接上、下部結構。

積層橡膠隔震元件的特色如下：(1)材料性質：橡膠為一種高分子化合物，能承受巨大的變形而不損壞，堅韌而具有吸收振動能量的能力；(2)產生製造：橡膠與鋼板材料之來源充足，且製造所需材料不多，由於元件之構造簡單，適合大量加工製造，並容易於因應不同設計需求而調整尺寸；(3)實務應用：由於隔震元件的水平勁度低，容易因側向變位太大而造成不穩定，故在應用上常需另外配置適當之消能元件；(4)維護檢查：由於拆裝容易，且

材料之耐久性行為穩定，隔震元件的力學行為可靠。一般而言，在正常操作環境之下，幾乎無需進行經常性的維修工作。

### 圖 2-3 積層橡膠隔震元件的基本構造

(資料來源：本研究繪製)

#### 二、鉛心橡膠隔震元件：

鉛心橡膠隔震元件的構造型態，與積層橡膠隔震元件類似，不同之處在於中央核心部位，注入高純度的鉛金屬，詳細構造如圖2-4所示。在垂直方向部分，與積層橡膠隔震元件一樣，由於鋼板束制了橡膠的橫向伸展，因此可提升隔震元件的垂直勁度，以穩定支撐上部結構的重量；在水平方向部分，由於具有適當的柔軟性，可有效延長整體結構系統的週期，再利用鉛心在降伏後具高阻尼的特性，可提供類似金屬消能元件的功能。鉛為具有極佳遲滯消能能力及耐久性之材料，並能承受長期的反覆荷重，且取得容易，價錢便宜。

鉛心橡膠隔震元件除具備積層橡膠隔震元件的優點外，亦具有以下之特性：(1)隨著隔震元件的變形，鉛心也產生塑性變形，藉以吸收地震能量，降低建築物在地震中的加速反應，並減少水平變位；(2)由於鉛心的灌入，提供較大的側向勁度而有類似錨定的效果，使得此種隔震元件具有優越的抵抗常態載重之能力。

### 圖 2-4 鉛心橡膠隔震元件的基本構造

(資料來源：本研究繪製)

#### 三、摩擦單擺隔震元件：

摩擦單擺隔震元件為結合滑動與幾何回復力之摩擦隔震系統，係利用一個關節式之滑動器(slides)，在不鏽鋼之球面內滑動，

滑動器與不銹鋼球面之接觸面，係以低摩擦之複合材料被覆，通常以被覆鐵弗龍處理，而滑動器另一側為不銹鋼被覆之球面，並安置於以低摩擦複合材料被覆之凹形球座面之內；此隔震元件允許上部結構沿球形滑動界面任意方向來回滑動，有如單擺的小角度擺動，如圖2-5所示。

摩擦單擺隔震元件的特色如下：(1)適用於各類型的結構，垂直勁度高，承載能力大，且隔震元件淨高需求不大，於設計與安裝上容易配合，較無穩定性的問題；(2)所有滑動界為低摩擦、低磨損，且對溫度變化不敏感之材質，因此隔震效果不受溫度影響，防蝕性與耐久性佳；(3)上部結構的擺動週期，僅與滑動界面的曲率半徑有關，而與建築物之重量無關，設計容易並可視需要改變建築物的週期，以達到隔震的目的；(4)可輕易利用隔震元件的尺寸設計，以控制建築物於強震作用下的最大相對位移；(5)構造簡單，價格低廉，裝設和維修都很容易；(6)摩擦單擺隔震元件之摩擦機制，可提供消散地震能量的能力，因此無需再增加額外的消能元件；(7)當建築物因地震作用沿滑動曲面略為上揚時，部分動能即轉換成位能，建築物因受重力的作用，可回復至原位，如此可解決平面滑動式隔震元件無法自動復位的問題；(8)隔震元件之水平勁度與摩擦力，與載重成正比，因此剪力中心與質心重合，可降低建築物之扭轉效應。

### 圖 2-5 摩擦單擺隔震元件的基本構造

(資料來源：本研究繪製)

## 第五節 隔震建築的隔震層

隔震層係指位於隔震建築中，裝設隔震元件及相關消能元件之特定樓層。因此，隔震層必須確保提供水平移動的空間，以及維持實施

檢查的空間與高度，因此隔震層的高度，大多小於一個樓層的高度。目前國內建築法規規定：隔震層若不為居室或其他用途使用，得不計入樓地板面積與建築物層數。

### 照片 2-2 隔震層的情況

(資料來源：本研究拍攝)

一般而言，隔震層應採用密閉的空間，除必要之維修人員出入口外，不得設置其他出入口，人員不可以任意進入，也不可放置可燃物。但是，另一方面，為了確保維護的方便性與隔震元件更換的方便性，一般都會在隔震層設置通路，並確保一定空間。隔震層必須確保足夠的高度，以利維護及隔震材更換的順利實施，因此在決定隔震層之高度時，必須考量所使用的隔震元件之高度、配置計畫、更換方法與配管計畫等因素。

### 照片 2-3 隔震層的出入口，僅供維修時進出

(資料來源：本研究拍攝)

隔震層上部構造受制於上部結構，而出現較大而緩慢的搖動；隔震層下部構造，則受制於下部結構，搖動幅度將比上部結構小。由於地震時會在隔震層的上下構造間，發生較大的相對變形，因此對於可活動之部分，必須設置較大的間距，並採用可因應變形的細部構造。在平面動線之規劃上，要特別注意儘量避免人員接近該間距之內，以免發生人員不慎掉入，或是變形時夾住人員的意外發生。

### 圖 2-6 隔震層概念圖

(資料來源：本研究繪製)

當隔震層不為其他用途使用時，雖然可視為基礎的一部分，但由



於隔震元件必須確保穩定地支撐所有建築物，所以仍建議應提供適當之防火保護。但隔震層供居住或其他用途使用時，或是隔震層設在中間樓層之時，隔震材料即定位為主要之結構構件，也就是等同柱子，因此隔震系統必須具有足夠之防火時效，以及適當之防火保護。

此外，由於積層橡膠隔震元件的水平勁度，將隨著溫度之下降而變硬，例如：若以常溫 25°C 之環境，直徑為 177mm 之天然橡膠隔震元件為基準，當 10°C 時水平勁度將增加約 5%，建築物的自然週期可能低於設計值，因此對於溫度變化之工址環境，有時須再考慮隔震層的溫度管理。

### 第六節 隔震建築的地震搖動

隔震建築係利用水平方向具有柔軟性的隔震元件，一般用以連結建築物與基地，因此就算是隔震建築，也無法避免因地震而產生之搖動。雖然大地震會使得地面產生激烈且急速的搖動，但是隔震建築的搖動方式，則是於隔震層之上部結構產生緩慢且幅度較大的搖動；一般而言，上部結構將依從著隔震層的水平向變形，而出現近似平行移動方式的搖晃，使得位處在隔震建築內部的人員，幾乎感受不到大地震的激烈搖動。

隔震元件除了可延長上部結構的震動週期外，亦可協助吸收部份的地震能量，而對於地震能量之吸收，主要是利用設置於隔震層的消能元件（或稱之為阻尼器），以吸收傳遞至隔震層的地震能量，如此可使上部結構的層間變形反應，或是樓版之加速度反應，都較一般耐震建築明顯降低許多，且各樓層的變形量與加速度值，亦大致呈現相同之反應。若隔震建築能另行安裝地震測量儀器，以記錄地震時所發生之搖晃反應，則可藉此實際驗證隔震建築降低地震受力之成效。

## 第七節 隔震建築的耐震性能

地震發生時，可能對於建築物造成之損害程度，可依據建築物各樓層於水平方向的變形量（亦即各樓層柱子的傾斜量）與加速度反應，做出某種程度的預測。當各樓層間的變形量增加時，此類未設置隔震元件之一般建築，不但可能會發生梁、柱、牆壁與樓版等的損害，對於隨之變形的帷幕牆、電梯、門與窗戶等，也可能發生嚴重的損壞。當建築物承受較大之加速度，將可能造成書架、電腦、家具等非屬固定於建築的物品，發生傾倒之損壞，而對於一些不耐搖晃的機器與設備等，也可能因此而遭受損壞。此外，這些損害還可能引起如火災等之二次災害，我們在九二一地震的震害教訓中，亦已應證此種災害的發生。

目前依內政部發布「建築物耐震設計規範」進行設計之一般耐震建築，雖然可以在大地震發生時，確保屋內人員的生命安全，但是當遭遇震災之後，對於建築物本身或是附屬於建築物之部分構體、非結構構材與儀器設備等部分，所需進行之修繕或是補修之費用，卻是需要負擔相當高額費用支出。也就是說，即使採用建築物耐震設計規範所設計與建造的一般耐震建築物，當地震來臨所造成的經濟損失，仍然非常地嚴重。

由於一般建築之耐震技術，無法同時有效地降低建築樓層之變形量與加速度；但是，隔震建築卻可利用其隔震元件之設置，來避免地震時的地表搖晃，直接傳遞至上部結構的建築構造，可以同時大幅地降低建築物的變形量與加速度。一般而言，經由適當設計之原則下，若採用隔震元件的隔震建築，對於震度 5 左右的強震而言，幾乎可避免遭受破壞，對於震度 6~7 的超級大地震，則可能只發生輕微之損害，而與一般耐震建築相較，可迅速恢復建築物之功能，而不需進行較大規模之整修。

表 2-2 中央氣象局之地震震度分級表

震度分級	地動加速度範圍	人的感受	屋內情形	屋外情形
3 弱震	8~25gal	幾乎所有的人都感覺搖晃，有的人會有恐懼感。	房屋震動，碗盤門窗發出聲音，懸掛物搖擺。	靜止的汽車明顯搖動，電線略有搖晃。
4 中震	25~80gal	有相當程度的恐懼感，部分的人會尋求躲避的地方，睡眠中的人幾乎都會驚醒。	房屋搖動甚烈，底座不穩物品傾倒，較重傢俱移動，可能有輕微災害。	汽車駕駛人略微有感，電線明顯搖晃，步行中的人也感到搖晃。
5 強震	80~250gal	大多數人會感到驚嚇恐慌。	部分牆壁產生裂痕，重傢俱可能翻倒。	汽車駕駛人明顯感覺地震，有些牌坊煙囪傾倒。
6 烈震	250~400gal	搖晃劇烈以致站立困難。	部分建築物受損，重傢俱翻倒，門窗扭曲變形。	汽車駕駛人開車困難，出現噴沙泥現象。
7 劇震	400gal 以上	搖晃劇烈以致無法依意志行動。	部分建築物受損嚴重或倒塌，幾乎所有傢俱都大幅移位或摔落地面。	山崩地裂，鐵軌彎曲，地下管線破壞。

註：一個重力加速度  $1g=980gal$ ,  $1gal=1cm/sec^2$

(資料來源：交通部中央氣象局網站 <http://scman.cwb.gov.tw/eqv5/eq100/100/035.HTM>)

## 第八節 隔震建築的優點與缺點

### 2-8-1 隔震建築之優點

- 一、當地震發生時，由於隔震層上部結構所承受之加速度反應，明顯比一般耐震建築來得小；然而，上部結構各樓層所承受之作用力，為各樓層加速度值乘上樓層質量之積，因此各樓層加速度反應值較小，即表示地震時建築物承受的地震力較低，可提昇建築物於地震時之安全性。一般而言，隔震建築若經由適當之設計，可降低上部結構 1/5 至 1/3 之地震受力。
- 二、當地震發生時，由於隔震層上部結構所承受之加速度反應較

小，使得作用於機械、設備與家具的作用力較小，可減少其發生移動或傾倒的情形，對於居住者所造成的危險風險也降低。

- 三、當地震發生時，由於隔震建築上部結構各樓層之層間變形幅度很小，因此能夠減少附屬於建築物之結構物部分構體與非結構構材的受損，例如：隔間牆的破損與倒塌、預鑄帷幕牆的變形損傷、窗戶掉落與玻璃破裂，以及天花板的墜落等；而且相關結構構材的組裝方法，也可較為簡略，可確保生命財產之安全與建築物功能之維持。
- 四、由於地震時隔震建築物承受的加速度較低，上部結構各樓層之層間變形較小，可降低因感受地震所造成使用者的心理恐懼與不舒適感，並提升居住環境的舒適性與安全性。
- 五、由於隔震建築承受的地震力較一般建築為小，經由適當之設計下，可考量酌予降低柱子與大梁的斷面需求，以及對於居住空間中牆與斜撐之設置，如此可降低主體結構的建造費用，並使室內空間設計的自由度，得以充分之發揮。
- 六、由於地震時隔震建築上部結構產生的層間水平變位，較一般耐震建築更小，所以對於附掛於建築外部之帷幕牆，其因應變形之能力需求亦小，有利於較經濟的建築設計。
- 七、由於隔震建築所承擔之地震事故風險較小，配合「住宅地震保險制度」之實施，或許未來可享保險費之節費方案，以及優惠之房屋貸款措施。
- 八、利用隔震元件實施既有建築耐震能力之補強，可降低對於室內人員與環境於施工過程之衝擊。

圖 2-7 隔震建築的優點

(資料來源：本研究繪製)

### 2-8-2 隔震建築之缺點

- 一、隔震建築基座的設計，必須為雙重之堅固構造，以利隔震元件之安裝與力量之傳遞，因此於地座部分所使用鋼筋與混凝土之用量，將較一般建築構造為多，工程複雜度也較高，以致建築初期之建設成本偏高。
- 二、由於積層橡膠隔震元件之價格仍高，既使隔震建築承受的地震力較一般建築為小，可考量降低上部結構構件的斷面需求，而減少結構體所需之費用，但就整體建築物之總造價而言，在一定規模以下之建築，其花費反而可能增加。
- 三、隔震建築之設計與分析時間較長，設計所需花費人員與物力亦高。
- 四、當遭遇地震時，雖然隔震建築上部結構各樓層間之變形很小，但由於建築物震動週期延長之故，使得隔震層上部結構與下部結構間之相對變位增加，在基地上須預留足夠之空間，以供上部結構之最大變位需求，但是此法在都會區及建築物密度較高的地區，在實務上確有執行困難之處。

照片 2-4 在高密度建築物區之隔震建築，與鄰屋之間仍需預留變位空間

(資料來源：本研究拍攝)

- 五、對於通過隔震層之設備管線、樓(電)梯與升降梯等部分，為考慮吸收建築物與地盤間的相對變位，必須對於其相關界面之銜接，進行特別之規劃與處理。

照片 2-5 隔震層管線需特別規劃處理

(資料來源：本研究拍攝)

六、為確認隔震元件在地震來臨時能確實運作，必須定期進行特別之保養與檢查，同時確認基坑部分有無阻礙建築物變位的障礙物，並改善可能對於隔震元件壽命產生不良影響的環境因素。

### 第九節 橡膠隔震元件的耐久性

橡膠隔震元件剛開始使用於建築物之時，因為對其耐久性能之討論，究竟應該以哪個時點的哪一種狀態，做為判斷隔震元件壽命的依據，尚未有明確規定，所以還抱持著未能確定的態度，因此建議能另外設置測試元件，以利進行定期性能的評估。此後經歷過了約十年，依據這段時間的調查與研究，推估其耐久性應該可達數十年甚至一百年；目前對於橡膠隔震元件耐久性的判斷，主要是考量其力學特性的經年變化與高溫潛變之特性。

- 一、老化行為：橡膠老化主要是因為橡膠材質的氧化劣化所造成，目前國外有對於已使用經過數十年或百年以上天然橡膠的類似產品，進行調查與研究，依據相關結果報告顯示，橡膠劣化僅限於表面的部分，內部並沒有變化，這似乎可佐證橡膠隔震元件對於建築物之長期支撐，應該不會有任何問題。依據一些有關橡膠高溫短期加速劣化之試驗，數十年後水平勁度的變化率約為 10% 左右，對於測試元件近十年實際測量水平勁度之報告指出，其變化率為 1 至 7%。
- 二、高溫潛變特性：由於建築物經年累月的負載，造成積層橡膠的厚度產生變化，而出現下沉的現象，即稱之為高溫潛變。由一些有關積層橡膠加上與實際建築物同樣負載之長期試驗，報告指出積層橡膠十年後之潛變量僅為數 mm 之多，或是對於約經過十年的

實際設置元件進行測量結果也是數 mm。由此推測數十年後所產生的潛變量亦為數公釐之譜，因此若僅是這樣的變化量，在使用上應該不會造成問題，直到最近也未見任何受潛變影響之報告。除非，是因為某些特殊原因而導致潛變過大，使得建築物發生傾斜之問題時，將可判斷其已達使用年限。

三、其他耐久性：包括耐臭氧性、耐油性、耐水性等問題，但是，積層橡膠是由橡膠層包覆著，再加上使用之工作環境，並未見足以影響這些特性變化的情形，到目前為止也沒有出現任何問題。最近發現隔震層有霧氣凝結之現象，將可能引致隔震元件金屬部分的生鏽，因此應注意防鏽處理的問題。

當然這樣以加速實驗所得的劣化推測數值，仍僅供使用者參考，並非絕對；事實上，影響劣化的主要因素，除了前述種種複雜的變因外，在實際應用上卻是各自交互影響，因此無法僅靠單純的分析就下定論。由於在國內隔震領域中積層橡膠隔震元件的應用才剛起步，尚未累積足夠的資料，今後為了能夠更明確掌握積層橡膠隔震元件的使用壽命，應該持續追蹤各隔震建築的使用，以瞭解積層橡膠隔震元件特性變化的情形，對於詳細的劣化資料之累積，應透過有計畫且有組織的適當方法進行保養維護，以確實掌握積層橡膠隔震元件特性變化的情形。

## 第三章 隔震建築的規劃

### 第一節 隔震建築規劃的考慮因素

由於隔震建築具有隔震層之特殊軟層，所以在規劃上也不同於一般耐震建築，因此必須注意下述重點：

- 一、建築物的配置規劃上，必須特別注意隔震層變形間隙的確保，以及貫通隔震層的樓梯或電梯間之平面計畫。
- 二、考慮隔震部與非隔震部間的調合，對於提供人員利用的出入口處，必須採用無高低差的膨脹接頭與銜接板，必要時須加裝扶手，以保護人員的安全，避免受到地震時發生膨脹接頭與銜接板移動造成傷害（照片 3-1）。
- 三、所有貫穿隔震層的水管、電管、瓦斯管與設備配管等，必須採用可撓型的特殊構造（照片 3-2）。
- 四、配合上部結構與下部結構之相對變位，在隔震層需要預留足夠之活動空間，以供上部結構之最大變位需求（照片 3-3）。
- 五、隔震建築為基礎隔震時，所增加地基地下開挖及擋土支撐的工程複雜度與成本。

照片 3-1 隔震部與非隔震部間之出入口，採用無高低差的膨脹接頭與銜接板  
（資料來源：本研究拍攝）

照片 3-2 貫通隔震層的設備配管必須採用可彎型的構造  
（資料來源：本研究拍攝）



### 照片 3-3 上部結構與下部結構間須預留適度水平及垂直變位空間

(資料來源：本研究拍攝)

## 第二節 隔震建築的構造類型

隔震建築的構造類型，可依建築物中隔震層的位置，而分為「基礎隔震」與「中間層隔震」：

### 一、基礎隔震：

主要是將隔震層設置於建築物最下層的基礎部分（請參考圖 3-1），將建築物與地盤完全的隔離，減少地震力傳至建築物上，大部分的隔震建築是屬於這一類。雖然利用基礎隔震之方式，可使得全部建築物都達到隔震的效果，可是在建築物的下方，還必須在設置一層構造主體，以利隔震元件之固定與力量傳遞。因此，基礎隔震之構造方式，其相關構造主體的數量、開挖量、施工工期等，都會隨之增加。當基礎隔震之建築，設有地下室之時，必須在建築物的周邊區域，配置如同城郭建築中壕溝形式的地下外牆，為了讓地下外牆之構造，能充分協助隔震層發揮隔震的效能，尚必須將其設計為大地震時亦不致毀壞的構造體，有時牆厚可達1公尺左右。

雖然，基礎隔震之建築物，其隔震層可視為基礎的一部分，但由於隔震元件必須確保穩定地支撐所有建築物，因此具有相當高之重要性，所以對於基礎隔震之隔震元件，仍應提供適當之防火保護。

### 圖 3-1 基礎隔震示意圖

(資料來源：本研究繪製)

## 二、中間層隔震：

中間層隔震是將隔震層設置在建築物的中間樓層（請參考圖 3-2），其下部結構與一般耐震建築之構造相同，並直接與地盤接觸。當基地周圍沒有保留足夠間距空間之時，或是遭遇地下挖掘困難時，則中間隔震即是有效的隔震類型。雖然，採用中間層隔震之建築構造，可降低地下開挖量的問題，但是位於隔震層下方樓層的隔震效果，將不如上部樓層。

對於隔震層周邊垂直方向動線的規劃，必須採取足以因應水平方向最大變形能力之對策，具體的目標將包括通過隔震層之樓梯、電扶梯、升降梯與設備配管等，必須從上部結構吊起，並與下部結構隔離或以可隨之變形的可撓材料相銜接。

此外，防火時效或是防火被覆的規劃，是必須審慎考慮的設計內容。採用中間層隔震時，在設計規範中，將隔震元件視為柱子的一部分，因此隔震系統必須與建築物之柱、梁、樓版之防火時效一致，具有適當之防火保護。對於隔震層週邊外牆之中間，應加入適當之膨脹填充材料，以防止雨水之進入。

### 圖 3-2 中間層隔震示意圖

（資料來源：本研究繪製）

## 第三節 隔震建築與建築用途

目前隔震建築已為成熟的結構耐震方法之一，在國外過去歷次之震害經驗中，亦已證實隔震系統確能有效降低地震力對建築物之損害。雖然隔震建築適用於所有使用用途的建築，但是仍以下述用途之建築為主。隨著時代與社會結構的變遷，未來將持續出現更多適用於隔震處理的建築物。

#### 一、政府辦公大樓、消防機關、警務機關、電信單位、學校校舍

地震災害發生後，必須續維持機能之重要公有建築物。這類用途的建築，在地震災害發生後，必須做為緊急對策、指揮救災、通訊或避難的據點，不容建築物的機能發生損壞，或必須可立即恢復建築物的使用機能。

#### 二、醫院、衛生所、社會福利機構

在地震災害發生後，這類建築必須能夠做為緊急醫療，或避難、救護的據點。採用隔震建築可避維持運轉所需之重要醫療器材與藥品等，在地震時遭到破壞與散亂一地。

#### 三、發電廠、自來水廠、緊急供水供電廠房、危險物儲存庫

這類建築為維生或危險物質等之收容設施，必須具備足夠之安措施，當地震造成毀壞時，將可能對周圍地區之生活品質，造成重大之影響，甚至引起二次災害的發生。

#### 四、美術館、博物館、圖書館、收藏貴重文化資產的建築

由於歷史珍貴遺產、美術工藝品或書典等資產，常具不可取代之唯一性，若此類貯放貴重文化遺產的建築，採用隔震設計，可以避免其遭到地震的破壞。

#### 五、歷史建築、古蹟建築

由於此類建築大多耐震能力不足，但一般耐震補強方案，大多不適用於此類建築，以免破壞歷史建築的構造本體與空間意象。若利用隔震補強設計，將可減少對此類建築原貌之衝擊，同時可避免遭到大地震的破壞。

#### 六、電腦資料處理中心、金融資訊中心、智慧型大樓

此類建築都設有精密的資料處理設備，因此若地震發生致使電腦主機與相關設備受到損壞，將造成企業危機、社會恐慌及金

融次序大亂。這類用途的建築採用隔震設計，將可保護不電腦主機與相關設備於地震時不致受損，維持正常之運轉功能。

#### 七、研究機構

此類建築若採用隔震設計，當遭到地震時，可避免珍貴研究資產之損失、危險藥品之傾倒，及昂貴實驗機器的破壞。

#### 八、戲劇院、音樂廳、電影院、巨蛋體育館、禮堂

由於此類建築屬不特定多數人群聚集的公共場所，當遭遇地震時，可能造成人群恐慌，甚至人員之傷亡。

#### 九、集合住宅、獨棟住宅

此類建築若採用隔震設計，將可保護居民的生命及財產之安全，並降低對於地震的心理不安與不舒適感。

消防機關、學校、政府辦公大樓  
做為緊急對策或是通訊的防災據點

美術館、博物館  
保護珍貴的資產

### 圖 3-3 適合採用隔震建築的建築物

(資料來源：本研究繪製)

## 第四節 隔震建築與地盤條件

隔震建築的原理，主要設法使建築物的固有週期，大幅超過地震的搖晃週期，減少直接傳達到建築物的地震力，並避免共振現象之發生。經統計大部分地震的搖晃週期大多介於 0.1 至 1.0 秒之間，而一般建築的固有週期，也都落於此範圍之內，因此會有較大機會發生共振現象，振動幅度亦大；而隔震系統可輕易延長建築物之固有週期至 2.0 秒以上，可大幅降低發生共振之機會，建築物因地震所承受加速度反應亦隨之剪小。

一般而言，地震發生的搖晃週期，與地盤之地質條件有密切關係；由於堅實地盤的地震搖晃週期，主要為短週期，較適合於固有週期較

常之隔震建築，可避免地盤與建築物產生共振的現象，因此目前隔震建築大多選擇在較為堅硬的地盤上；而軟弱地盤則主要為長週期，一但隔震建築的固有週期與軟弱地盤的長週期相近，便會產生共振現象，使得建築物的振幅顯著增加，若隔震建築必須在軟弱或可能發生液化地盤建造之時，除了需特別考量隔震元件之設計外，對於建築之下部結構與基礎構造，必須進行更審慎之評估作業，避免基礎結構產生不均勻的沉陷，並應採取必要之液化防範對策，以防止發生傾倒之可能。

### 第五節 隔震建築與基地四周

隔震建築在地震發生時，因隔震系統所形成之特殊軟層，為吸收地震時的大幅變位，會使上部結構產生緩慢且較大之水平移動，其位移量將視各案最大考量位移而定，大約為 30 至 50 公分。因此，在隔震建築物的規劃上，必須考慮到從建地邊界線起算，保留防護牆厚度與水平間距之距離，且必須確保當發生超過預期的大地震時，仍能避免隔震建築碰撞週遭檔土壁或其他阻礙物之情形，而影響隔震系統功能之發揮。因此，對於最小水平距離的留設，宜超過預期大地震總變形量的 1.5 至 2.0 倍以上，以確保足夠之水平變形的間距，一般大約為 50 至 70 公分左右的間距。

外圍部分與上部結構間的規劃，也必須注意避免人員在活動時掉入這個空間。例如照片 3-4 所示，此間距內可設置植樹區，避免人員靠近，這是一種既兼顧造景美觀又顧及安全考量的設計方式。此外，建築周圍要保留空地，避免大地震時發生上部結構超出建地邊界線之情形。而日本對於水平間距的規定，為反應變位再加上 20 公分以上，且此間距若供通行使用之時，還須要再加上 80 公分。

照片 3-4 以植栽方式預留適度水平變位空間

(資料來源：本研究拍攝)

國內建築物耐震設計規範對隔震建築物間隔之規定，為避免地震時引起之變形，造成鄰棟建築物間的相互碰撞，隔震建築物應留設適當之間隔；另為避免地震時隔震建築物碰撞周遭擋土牆或其他阻礙物，而影響隔震系統之功能，其最小間距須大於最大總位移。但是，由於相鄰兩棟建築物同時發生反向運動與最大位移的機率不高，因此同意間隔之距離，可做適度之折減。

### 圖 3-4 設計隔震建築物，應考慮避免地震時建築搖晃所產生的碰撞

(資料來源：本研究繪製)

## 第六節 隔震建築與樓層數規模

雖然，隔震建築之使用高度，目前法規上並無特殊之限制條件，但是對於高度約超過 10 層樓或高寬比大於 4.0 的高層建築而言，建築物本身的固有週期以較一般中低層建築為長，此種提高建築高度而延長週期之情形，與隔震建築設法延長建築物固有週期之作法有點類似；但是，此種以隔震設計於高層建築之使用，其隔震功能之發揮，將變得非常有限且缺乏效率，有時還可能會產生一些負面效果；因此，一般在無特殊之考量因素之下，隔震系統適用於 10 樓以下且較為堅硬的建築物。

但是，當高層建築物使用隔震設計之時，應注意下述要點：

### 一、建築物的高寬比要小

一般而言，狹長型建築物的高寬比較大，地震時因傾倒力矩造成柱子的軸力變動亦大，容易於隔震元件上產生拉扯力；因此，當高層建築物使用隔震設計之時，應設法再延長隔震層週期，以

降低上部結構的地震受力，並考慮將隔震元件集中配置於建築物四周，以承受較大之垂直壓力，以避免隔震元件產生過大的拉扯力。

## 二、建築物上部結構的水平勁度要高

當隔震建築上部結構的水平勁度較高時，可使上部結構產生接近剛體的水平運動，這種剛體運動可降低上部結構所承受之加速度或地震力，而沿建築物高度方向之各樓層之層間變位，亦近乎一致。當上部結構為純鋼骨結構之時，其水平勁度較低，將使高樓層的層間變位反應較低樓層為大，愈高樓層其隔震效果愈小，此時可考慮於樓層間配置斜撐，以提高上部結構的水平勁度，控制高樓層的變位反應。

三、隔震元件之配置考量，應儘量使隔震器不要承受拉力。

### 圖 3-5 高層隔震建築應考慮將隔震元件配置於建築物四周

(資料來源：本研究繪製)

## 第七節 隔震元件與上部結構的力量傳遞

一般來說，必須在各柱之下各配置一個隔震元件（如圖 3-6(a)所示），在此處以積層橡膠隔震元件為例，目的在於直接將建築物的重量從柱子傳達到隔震元件，以確保力量傳達的順暢，對構造而言這是合理的。

另一方面，隔震建築的特性是，與上部結構相較之下，隔震層的水平勁度愈小，其隔震效果則愈佳。當建築物低樓層或重量較輕之時，柱子所負擔軸力較小，隔震效果亦佳，可配合各柱之軸力，於其下方各配置一個直徑較小的隔震元件，但由於隔震元件的變形能力與直徑成比例，所以隔震層之變形能力不足；此時可考慮採用在上部結構最

下層設置較堅硬的底盤，再採取以一個大口徑的隔震元件支撐著數個柱子的計畫（如圖 3-6(b)所示）。

### 圖 3-6 隔震元件的配置

（資料來源：本研究繪製）

此外，當柱子負擔的軸力極大時，可以考慮採用在一個柱子下面設置數個隔震元件的計畫（如圖 3-6(c)所示）。例如：若取相當於 30 樓層柱的軸力 18MN，假設其設計面壓為  $9.8\text{N/cm}^2$ ，大約需要直徑為 1500mm 以上的大型積層橡膠隔震元件。但是，若改為一個柱的下方，配置數個積層隔震元件，就不必做到如此大的尺寸。

因此，無論是對於上部結構系統的配置計畫，或是隔震元件的選用計畫等，將影響建築物的隔震性能與建造費用的甚大，所以在基本規劃的階段，就必須充分考量相關的因素。

## 第八節 隔震建築的經濟效益

建築物整體生命週期的成本，主要可分為初始的建造成本（初始成本）與營運成本等二個部分。

在建築之建造成本部分，若建築物實施隔震設計時，將會增加建築隔震之設計費用，以及隔震元件與隔震層相關構造的建造費用。但是，經由適當之設計與配置，隔震效果可以降低隔震建築上部結構的建造成本。按國內施作隔震建築之工程經驗，若以隔震系統及其上部結構屬規則性配置之鋼筋混凝土結構為例，較低樓層 3 至 6 層樓的建築結構，建築結構體成本約增加 15 至 20%（不含裝修與機電工程之費用），7 至 11 層樓結構體成本約增加 5 至 8%，而高樓層 12 至 15 層樓的建築結構，結構體成本約增加 0 至 3%，樓層若在 15 至 30 層樓，成本反而可減少 1 至 2%；亦即隔震建築 15 樓以下的建築物，初始建造



成本會增加幾個百分比，但是 15 樓以上的建築物，則幾乎沒有差異。

有關營運成本方面，包括維護管理費用與地震災害預估損失（為地震後的復原成本與地震發生機率的乘積）。依據建築物耐震設計規範之定義，假設建築物的使用壽命為 50 年，對於隔震建築之維護成本而言，約只有隔震元件相關維護管理費用會增加，但隨著隔震建築的普及，相關維護管理之費用，也會隨之降低。對於預估地震災害可能發生的損失而言，將不僅侷限於建築結構體的整修或設備、家具等遭到破壞的部分，還必須包括因停止營業等所造成的業務損失。

一般而言，隔震建築與一般非隔震建築相較，隔震建築之初始成本略高，但是遭受地震災害的預期損失較少，所以建築物的使用壽命愈久，在整體生命週期的花費費用也就愈低。對於地震發機率較高的台灣地區而言，隔震建築的整體生命週期成本，反而較傳統建築更低的許多，未來配合國內「住宅地震保險」制度的實施，隔震建築經評估可調降其地震保險費率時，成本差距將會更大。

## 第四章 隔震建築的設計

### 第一節 隔震建築的設計依據

國內隔震建築構造之發展，大約僅有 20 棟左右之工程實績經驗，目前亦處於初步應用階段；有關隔震建築構造之設計規定，早期為 2002 年 4 月 1 日公佈施行之「建築物隔震設計規範」，該規範現已廢止使用。目前有關隔震建築之設計規定，主要為內政部於 2004 年 12 月 14 日以台內營字第 0930088288 號令修正發布之「建築物耐震設計規範及解說」，而改以專章方式將隔震建築納入規定，並自 2005 年 7 月 1 日施行，亦使得國內對於隔震建築物之設計，有更為完整之依循。

### 第二節 隔震系統設計的基本要求

隔震系統為一種或多種隔震元件及（或）阻尼元件所組成，在地震作用下，使結構週期延長，隔震元件及（或）阻尼元件消散大部分地震能量之系統。其至少須具備下列基本要件：

- 一、在垂直方向上具有足夠的剛性及承載容量來承受上部結構的重量。一個結構如不能安穩的承受本身的載重，則更不可能承受地震力之破壞。
- 二、在強震作用下，水平方向具有足夠的柔性以延長結構週期，隔離地震震波進入建築物，降低水平地震力。
- 三、具有消能裝置以控制建築物因週期延長所可能導致的位移增加。由於隔震系統的高柔度，上部結構對於基礎可能會產生較大的相對位移，當結構週期增加時加速度反應會減小，但位移反應反而會增加。結構物的相對位移不能太大，否則會造成結構不穩定。
- 四、須具足夠之水平勁度以抵抗風力。雖然在抗震方面，隔震系統若具有越低的水平勁度越好，但是它仍應具有最低適宜的水平勁度

以抵抗風力。

五、須具足夠的回復勁度，使隔震結構在經過地震後能夠回復到原來位置。

六、基於耐震防災設計之需求，隔震系統得考量第二道之防制系統，以免發生意外之狀況。

### 第三節 隔震建築的設計流程

有關隔震建築的設計作業，與一般建築一樣，約略可分成初步設計與詳細設計，以下就各設計階段的要點，做簡單之說明：

#### 一、初步設計階段

(一) 擬定初步構架計畫：先初步確決定建築物之高寬比、構造類別、有無地下室、隔震層位置等資訊。

(二) 設定耐震性能目標：依據起造人與設計者協議，考慮建築物用途與未來發生地震的機率，設定建築物之耐震性能目標。

(三) 進行概略設計：以便於定性地掌握做為隔震構造的性能。以建築物的總重量與地基種類別做為賦予條件，依據原先所選定之耐震性能目標，設定隔震層特性值（積層橡膠的支撐力、水平勁度、變形能力、阻尼器的種類、降伏剪力等）估算水平變位，設定間距等相關建築設計所需的數值，以便定性地掌握隔震建築的性能。

(四) 實施地震反應分析：在這個階段中，利用簡單的標準模型，實施地震反應解析，以推定變形量。

隔震構造在初步設計階段之時，應實施較一般建築物更深的地質調查，以瞭解工址地質的動態特性。此外，實施建築地周邊過去曾發生地震或是有無活斷層等地震活動程度的調查，以設想建築周邊未來

可能發生的地震。

二、詳細設計階段：

- (一) 隔震元件的設計與選擇：實施隔震元件的設計、選擇、輸入地震歷時的設定，進行地震反應分析。積層橡膠隔震元件或阻尼器是採取避免隔震層發生變形震動的配置，採取避免上部構造發生偏心影響的建築計畫。各積層橡膠隔震元件直徑的採用，最好能與柱軸力產生的面壓相匹配，阻尼器最好配置於建築物的外圍，以確保對於隔震層之變位勁度及阻尼。
- (二) 上部結構的設計：動力分析時，隔震建築物之結構模擬應盡量反應實際情形，力求隔震系統、幾何形狀、質量分佈、構材斷面性質及土壤與基礎結構互制等之模擬能夠準確。
- (三) 動力分析：隔震建築之動力分析，所輸入之地震紀錄，至少取三個與設計反應譜相符之水平地震紀錄，其應能確切反映工址設計地震（或最大考量地震）之地震規模、斷層距離與震源效應。另外，可依據地質調查的數據資料與工址的地質特性，實施人造地震的製作，並且使用在動力歷時分析上。
- (四) 耐震性能目標之檢核與確認。

#### 第四節 隔震元件的測試試驗

依建築物耐震設計規範之規定，隔震元件在使用與安裝前，應分別進行上使用的隔震材實體試驗及性能保證試驗：

- 一、實體試驗：目的在於證實隔震元件力學性質，在採用隔震元件前，須藉實體試驗以確認隔震元件之地震行為，是否與原設計相符。實體試驗至少須使用二個與原設計相同型式與尺寸的隔震元件進行試驗，其結果經確認後始得進行製造生產。實體試驗所用的試

體不得再使用於建造結構上。在試驗進行時，試體每個迴圈的力和位移皆應予以記錄。

二、性能保證試驗：在進行隔震元件之安裝前，各種隔震元件皆須進行下列性能保證試驗，評定其力學特性是否與設計值相同或容許誤差範圍內。

專業技師應對實體試驗以及性能保證試驗中所得之力學性質，提出明確之合格標準，而此標準值之訂定除應考慮材料性質之變異性外，材料變異性導致之影響應於設計階段中充分考慮。

### 第五節 隔震層的配管設計

地震時隔震建築之地震能量，大多為隔震層所吸收，隔震層會產生較大的相對水平變形，因此貫穿於隔震層的水管、設備配管及電力配線，必須具備較大順應水平變形的能力。

有關水管與設備配管部分，一般是採用具備可撓性隔震接頭的產品，在選用時必須考慮使用流體種類、口徑大小、耐拉壓條件、溫度條件、容許變形量、耐久性、重要程度等。為了將隔震接頭系統的功能順利發揮，在接頭兩端接近上部結構（建築物側）與下部結構（基礎側）的配管，必須加以支撐且固定（如照片 4-1 所示），而對於雨水管等較不重要的配管，其接合方式可考慮再予簡化。有關電力配線部分，必須保留電力配線超過隔震層最大水平變形量的長度，以及確保配線彎曲的最小半徑。

由於隔震接頭的順應變形機構，在沒有地震發生之時，並不存在任何的功能，而大部份的建築物所有權人並不具備隔震接頭的專業知識，所以在建築物使用過程中，可能發生人為將障礙物放置在影響隔震接頭活動的空間內，而影響隔震系統功能之發揮。因此，隔震接頭

週邊應明確地標示所需之活動範圍，並言近於該範圍內新增配管或設置障礙物。

(a)

(b)

**照片 4-1 連結上部結構與下部結構的配管，須加以支撐固定**

(資料來源：本研究拍攝)

### 第六節 隔震層的樓(電)梯設計

#### 一、基礎隔震部分：

在基礎隔震之實施例中(如圖4-1所示)，將通往隔震層的樓梯(或電梯)間之核，單獨懸吊於隔震層上方樓層的梁柱及垂降牆系統，與隔震層之下部結構隔開，並在隔震層樓梯(或電梯)間的周圍，設置數十公分的活動間距，此間距之配置，必須能確保水平移動範圍內無擋土牆、梁柱、配管等障礙物。

#### 圖 4-1 基礎隔震的樓梯與電梯間剖面示意圖

(資料來源：本研究繪製)

#### 二、中間層隔震部分：

在中間層隔震之實施例中，如圖4-2所示，隔震層界於一、二樓之間，對於可抵達一樓之樓梯(或電梯)，其電梯間都是貫通隔震層，二者都是從上部結構的主體向下懸吊，四週保留數十公分的間距。當隔震層做為居室、停車場或倉庫的使用時，隔震層需做防火區劃，或在隔震元件上實施防火被覆。

#### 圖 4-2 中間隔震時的電梯間剖面圖

(資料來源：本研究繪製)

## 第七節 隔震建築與週邊構造之接合設計

隔震建築與非隔震建築之間的連接，必須使用膨脹接頭或銜接板做為順應隔震建築所產生的最大變位結構。具體來說，在通道樓板、內牆、外牆、天花板、屋簷四週設置膨脹接頭，以順應較大的變位。一般來說，膨脹接頭可活動之範圍，必須是可順應預設地震的最大尺寸，但是還必須同時留意順應結構體變位的確保，及膨脹接頭脫落等的問題。以膨脹接頭之脫落為例，最好避免將其使用於通往避難通路的部份。此外，對於此類通道的內側牆，最好以顏色區分並標示可能之變位範圍，或以設置扶手及鋪設地毯等方式，標示可供活動之區域。

所設置之膨脹接頭，必須考慮對於可能發生的地震，於各方向（360度）確認可能發生水平變形的順暢性。此外，於外牆與屋簷設置之膨脹接頭，還必須對於下雨時的遮蔽情形，進行詳細的設計。

### 照片 4-2 膨脹接頭的外觀

（資料來源：本研究拍攝）

## 第八節 隔震層的防火設計

對於建築物耐震設計規範中有關隔震系統之防火規定，要求隔震系統須具有適當之防火保護，使其防火時效與建築物之柱、梁、牆、樓版或其他構材之防火時效一致。若隔震層為使用空間，建議隔震系統之防火時效須大於建築物之柱、梁、牆、樓版或其他構材之防火時效，以確保隔震層於火災發生時最後破壞。

當隔震層未做為其他用途之時，隔震層是不計入建築物層數，或是樓地板面積，而對於隔震系統的防火與耐火要求，須具有適當之防火保護。但是，為使隔震層能有效利用，將隔震層做為居室、停車場或倉庫的使用，此時必須視隔震層為一般樓層，隔震元件必須採取防

火被覆。這是在假設地震與火災不會同時發生之前提，有關火災時的建築安全性，一般只要考慮垂直負載的支撐能力。此外，防火被覆必須能夠完全順應大地震發生時大變形，及中度及輕度地震造成的反覆變形，且必須能夠避免變形之後造成的耐火性能降低。

此外，一般並未針對建築物火災後的隔震功能做出要求，但考量地震後發生火災的機率較高，而火災中或是火災後發生地震的機率極低，因此經常是在火災之後實施隔震元件的檢查，必要時將可能進行隔震元件的修補或更換。

### 第九節 隔震建築的設計審查

雖然，隔震建築尚未強制納於特殊結構之委託審查，但是國內對於隔震建築之經驗尚有缺乏，為避免不當或錯誤設計發生，事前之審查評定仍有必要，審查評定之機構團體建議應有下列成員：領有專門職業技術執照者、對建築耐震分析法，及隔震消能理論、實驗與應用等具有相當經驗者。而有關隔震建築設計之審查，至少應包含下列各項：

- 一、建地工址地震準則之審查：包括建地工址設計反應譜及地表運動歷時之建立、及所有其他針對此計畫特定之設計準則。
- 二、初步審查：包括隔震系統之設計位移、設計總位移、及最小水平總橫力之決定。
- 三、有關整體結構系統所有分析及最後設計成果之審查。

### 第十節 隔震建築建造執照的申請

依據建築法及相關之法規規定，隔震建築構造的只要備齊相關文件，即可向各地方政府之建管單位，提出建造執照的申請。但是，依



據建築物規模或是計劃地的地基是否優良，有時必須實施有關「特殊結構」設計之委託審查，實施此種特別驗證之申請，並不是向特定行政機關提出認證申請，而是由定之指學術機構及部分專專業團體的審查委員會進行審查，所以請照過程中必須保留送審資料製作與審查文件修正之時間。因此，與一般耐震建築物相較之下，必須多預留 1 至 2 個月的時間，因此從設計階段到取得建造執照為止，預留 4 至 5 個月的期間。



## 第五章 隔震建築的施工

### 第一節 隔震建築的施工計畫

國內許多從事隔震建築工程施工的現場人員，大都是第一次實際從事隔震建築的工作，當然其中第一次接觸隔震建築的情況更是常見。雖然，隔震建築中所採用的新穎構法與裝置，在施工檢查或精度的確保等方面，也都有應該特別注意的重點；因此，對於之施工本身，並不是想像的那麼特殊，推動隔震建築工程之施工計畫時，應先充分瞭解隔震建築物的意義。在此，就隔震建築施工計畫之內涵，概述如下：

#### 一、施工管理機制：

有關隔震建築相關工程施工計畫的擬定及管理，應慎選隔震建築工程施工負責人，並由該負責人負責與監工單位、設計單位、隔震元件製造廠進行業務的接洽。有關隔震建築工程施工負責人之資格，最好具備專門職業技術執照、對建築耐震分析法，及隔震消能理論、實驗與應用等具有相當經驗者。

#### 二、隔震工程計畫：

應徹底瞭解隔震元件的標準施工程序，確認隔震工程在整個建築物施工計畫中的定位。萬一施工中遇到地震，建築物可能發生搖動的情況，所以必須要注意臨時支撐的計畫。

#### 三、檢查計畫：

隔震建築的施工管理，有特定的檢查及管理文件，可做為隔震施工確保品質上，重要的檢查依據及紀錄。並依照品質與施工管理流程，擬定從元件訂購到竣工檢查的檢查計畫。

不僅是施工管理者，包括從事各工程的工地主管、作業人員，每

一個人都必須稟持著「現在正在建造隔震建築物」的想法，徹底地了解地震來臨時建築物主體會發生搖晃及隔震材料的重要性與如何操作等內容，這對於施工而言非常重要的。

## 第二節 隔震建築的施工工期

一般來說，隔震建築物的施工期，較傳統建築物延長 0.5 至 2 個月。隔震建築的施工期間較一般建築物為長，其主要原因包含：隔震元件的設置、隔震層上下樓板的施工及隔震層空間的施工等。隔震建築的施工大致可分為：隔震元件下部主體工程、隔震部工程及隔震元件上部主體工程。

### 一、隔震元件下部主體工程：

下部主體工程的特徵，是安裝隔震元件的基礎板的設定。基礎板設定的精度，將會影響隔震元件的安裝精度，因此是施工的重點。

### 二、隔震部工程：

隔震部工程是以基礎板下部的灌漿與隔震元件的安裝作業為重點。隔震元件的搬運與安裝，是無法靠人工完成，須利用起重機或是鏟車等重型機具。此外，基本上隔震元件是訂購生產的，也必須及早預訂。隔震元件交貨期一般是三個月左右，特殊訂購的規格則會長達 4.5 至 6 個月。

### 三、隔震元件上部主體工程：

上部主體工程中的鋼筋配置、模板工程、混凝土工程等與一般建築物的興建流程相同。

### 第三節 隔震建築的施工承攬契約

隔震建築物的工程承包契約中，除了包括一般建築相關的工程合約項目之外，還必須明確記載有關持續進行建築隔震功能維護管理的契約條文規定或備忘文件等。有關隔震功能之維護管理的持續進行，原本是由設計單位將規定列在設計圖書中，但施工人員也必須對此詳細瞭解。所以，最好在工程合約中也詳細記載。

起造人在建築物竣工後，即開始啟用建築並執行隔震功能的維護管理，但是也可能因為合建住宅或發生買賣之行為，而必須變更建築物所有人的情況，因此有關建築隔震功能維護管理之權責，必須在工程承攬契約訂立之階段，在契約中明確規定下列項目：

- 一、隔震元件及隔震構造相關部位的維護管理義務。
- 二、因為規格變更而必須變更隔震功能相關之設備配線、配管時，與設計單位協調之必要性。
- 三、未來變更建築物所有人時，及租賃合約或使用租賃合約發生時，對於前述第一與第二點的傳達義務。
- 四、建築物所有人或管理組織，與檢查執行業者簽訂隔震相關保養檢查合約的必要性。

### 第四節 隔震建築施工的自主檢查

在建築物邁入竣工之前，施工現場將進入建築內外裝加工、設備配線、配管及外觀等工程，最後施作的階段。雖然，在進行各項工程之階段，必須明瞭隔震建築物的特色就是「建築物會移動的」，縱使到了最後接近竣工的時期，還是必須一再提醒自己「建築物會移動的」，以進行工程現場的自主檢查。

有關辦理自主檢查之項目與注意事項，請參考表 5-1 之內容。

**表 5-1 自主檢查之檢查項目與注意事項表**

檢查項目	注 意 事 項
隔震元件	1.活動部分的間距，是否確保設計規定的間距？ 2.建築主體與基礎間之活動間距，是否有不當的設備配管配置，或其他障礙物？
設備配線、配管	確認設備配線、配管的支撐位置，是否依設計圖固定在基礎側？還是固定在活動的建築主體側？是否會影響建築物的移動？可撓接頭的活動範圍，是否沒有障礙物？
建築物外圍	確認在建築物上部結構移動時，豎坑或走道等活動範圍，是否有障礙物？植物栽種形成的屏障等，是否反成為障礙物？建築物活動範圍，是否有其他障礙物？

(資料來源：社團法人日本免震構造協會，「考え方・進め方 免震建築」，平成 17 年)

### 第五節 隔震元件的施工搬運

一般最常使用的隔震元件中，積層橡膠隔震元件的重量依直徑大小而不同，通常直徑為 $\phi 500$ 至 $\phi 1200$ 的重量約400~3000公斤。因此，靠人工搬運至施工現場是不可能的事，所以施工時必須仰賴起重機等重型機械。依據現場條件是否可以使用重型機具，搬運及安裝計畫大不相同。儘可能地擬定使用重機作業進行搬運與安裝計畫，這種施工方式對於施工性及成本、施工期而言較為有利。但是，使用重機作業時，依據作業半徑，有時必須採用大型重機。這時，先使用吊車將機具暫時吊置於設置層，再以鏟車或是小型堆高機等進行水平搬運或是利用小型的迷你起重機進行安裝，這種方式對於有地下樓層的建築物而言，可以減少支撐平台補強或平台面積，對於工程之進行較為有利。

## 第六節 隔震元件的施工防護

安裝隔震元件之後，將開始進行上部結構的模板、鋼筋（或是鋼骨）等工程，因此為了避免施工中造成隔震元件及相關部位受到搬運衝擊、熱源（火花、火災）及化學物質（藥品、油等）的影響，而造成損傷，因此在安裝隔震元件之施工後，除了仍要充分的防護外，在後續隔震層及附屬構造施工時，對於隔震元件的防護對策及安全作業等規定，都是必須注意的重點。

由於隔震元件之防護對策，必須進行相當長的時間，甚至是整個工期，因此最好不要過於簡易。隔震元件的周圍，原則上嚴禁煙火，如果一定得進行熔接等作業，則必須確實執行有關煙火的防護措施。

### 照片 5-1 以鍍鋅鐵板作為隔震元件防護之案例

（資料來源：本研究拍攝）

## 第七節 隔震元件的損傷判斷

進行隔震元件的檢查項目，包括材料檢查、尺寸檢查、外觀檢查、性能檢查等。各項檢查中分別決定規定值，依照規定值判斷檢查結果。

有關外觀檢查，因為檢查項目及檢查部位的詳細說明較少，進行檢查的人員往往會對具體的檢查方法或是判定方法感到困擾。但是，目視進行的外觀檢查，光是裂痕一項，情況就包羅萬象，這可是一項不容疏忽的檢查，異常狀態包括從塗裝剝落等較簡單的項目，以及橡膠表面的變色問題等，必須要靠豐富經驗才能判斷的各種項目。

積層橡膠隔震元件的外觀檢查項目，是以目視觀察橡膠表面的損傷、龜裂、變形、變色等。有關鋼板部分則是以目視觀察鋼板的損傷、變形、表面處理皮膜損傷等。一項工程中使用的隔震元件，可能重複

地使用同一尺寸或同一種類的產品，各個產品之間的比較觀察，也是發現異常的方法之一。對於異常的判斷基準，將以此種異常狀況對於隔震元件性能的影響，作為判斷基準。積層橡膠的主要缺陷與判斷基準如下：

**表 5-2 缺陷分類與修補方法**

缺陷分類	判 定 基 準	補修方法
裂縫	包覆橡膠的損傷未到達鋼板的深度且總長度為全周長 1/4 以下	接著劑補修
	包覆橡膠的損傷達到鋼板時	重新製作
角落部損傷	未達鋼板時	接著劑補修
	已達鋼板時	加硫處理
鋼板的變形	有無變形（以目視確認鋼板的變形達到橡膠表面）	重新製作

（資料來源：社團法人日本免震構造協會，「考え方・進め方 免震建築」，平成 17 年）

**圖 5-1 隔震元件外觀損傷，可能損及應有功能**

（資料來源：本研究繪製）

### 第八節 隔震元件的更換計畫

隔震建築必須擬定隔震元件的更換計畫，以備意外狀況發生時的不時之需；隔震系統構件之更換，需在有隔震建築設計或施工經驗之建築師或專業技師監督下進行。隔震元件的更換計畫，應考量隔震元件的搬入、搬出、更換通路，以及為了執行千斤頂抬起所進行之主體補強。以目前的技術而言，就算設計時完全未設想到更換，只要花費相對的費用仍然可以達到更換的目的。但是，如果沒有搬入、搬出的開口，就必須拆除一部分的隔間板或是擁壁等，確保搬入與搬出的通



路。未考慮到更換通路時，亦可能受到設備配管的干擾，必須抽換設備配管才能夠進行更換。如果遇到不能承受千斤頂抬起的構造，則必須進行大規模的補強。萬一必須進行隔震元件更換時，考慮到如何在有限的費用下兼顧設計與施工，這就必須由起造人與設計人協議決定。

隔震元件是以螺栓緊緊地鎖在主體上，所以是可以更換的。施工時，螺栓鎖得太緊，更換時就可能無法鬆開螺栓。為避免要更換時無法鬆開螺栓，鎖螺栓時就必須注意在保持均等但是不鬆脫的程度下鎖緊，這一點是很重要的。

設計圖書中如果沒有規定隔震元件的搬入與搬出用的機械安全門等時，或是未標示更換通路時，必須向監工單位確認。隔震元件如果是超過5噸的重物，對於吊鉤之有無或搬入通路之路面的承載能力等，都必須加以確認。更換通路的主要問題是設備配管，所以必須在較早的階段由設備業者及監工單位一起進行協議，確保指定的通路。

### 第九節 隔震建築的竣工檢查

隔震建築的竣工檢查，除了一般部位的檢查之外，同時也包括隔震系統各部位的形狀、尺寸、完成狀況的檢查，以確認是否依照設計規格完成製作。但是，隔震建築物在竣工之後，必須定期進行保養檢查及維護管理，所以竣工時檢查的內容，即是日後保養檢查的初始值。因此，竣工時檢查的隔震部的調查項目與調查方法等，與竣工後保養檢查的調查項目與調查方法相同，最好進行調查的執行人員是為相同的人員。

建築物竣工時應由領有專門職業技術執照者、對建築耐震分析法，及隔震消能理論等具有經驗者，進行竣工時檢查，目的除了考量未來隔震建築物的維護管理工作的持續進行，同時也為了明確訂定初始值。竣工時檢查概要如表 5-3，對於建築物位置、積層橡膠隔震元件

的變位等測量對象項目，必須事前依照設計圖書加以確認，並且在此竣工檢查階段事先為以後的定期檢查做準備。規範規定監造者及結構設計者需於隔震建築核發使用執照前，完成隔震系統及界面區域所有構件之最終檢查。

表 5-3 竣工檢查的項目與內容

項目	內容
檢查對象	隔震元件、隔震層、建築物外圍、設備配管、管線可撓部、另設測試元件
方法	目視、測量
管理基準	設計書圖與合約
檢查者	隔震建築檢查技術者（領有專門職業技術執照者、對建築耐震分析法，及隔震消能理論等具有經驗者）

（資料來源：社團法人日本免震構造協會，「考え方・進め方 免震建築」，平成 17 年）

### 照片 5-2 隔震元件之水平距離量測

（資料來源：本研究拍攝）

### 照片 5-3 隔震元件之垂直距離量測

（資料來源：本研究拍攝）

進行竣工檢查時，必須注意下述事項：

#### 一、隔震元件及周圍：

- （一）由於橡膠材料會隨著周圍溫度，產生膨脹與收縮，因此應於檢查前、後紀錄隔震層內幾個點位的溫度。
- （二）利用隔震層隔震元件之配置圖與標示板，以確認測量對象

的正確性。

- (三) 積層橡膠的垂直變位，應貼近於橡膠附近進行。
- (四) 測量位置應標示記號，以確保每次量測都在同一點進行。
- (五) 測量水平變位時，必須注意測量者目前的位置與方位，以避免弄錯變位發生的方向。

## 二、隔震層與建築物外圍四周：

- (一) 在量測位置做記號，以確保水平間距的測量在同一點進行。
- (二) 地震時在建築物與地基外側間，可能發生水平變位的空間內，檢查建築物外圍，是否有妨礙變位活動之障礙物。

## 三、設備配管：

- (一) 檢查是否適當必配置可撓接頭，以吸收地震時的變位。
- (二) 檢查設置於隔震元件附近的配管與配線，在地震發生時不會干擾隔震元件之變位產生。

## 四、改正處理：

檢查的結果發現超過管理值之異常時，施工單位在移交建築物之前，進行改正處理，並將結果記錄在竣工時檢查紀錄用表格。

## 五、檢查結果的保管與管理

檢查結果是由檢查進行單位，透過施工單位與工程監工單位向起造人報告。這些記錄都將記錄為執行隔震建築物維護管理的初始值，建築物所有人或是建築物管理人及施工單位都必須妥善保管。

### 照片 5-4 利用事先標示之固定點，檢查隔震元件螺絲有無鬆動

(資源來源：本研究拍攝)

### 照片 5-5 進行檢查時，應固定同一量測點

(資源來源：本研究拍攝)

## 第十節 隔震元件的更換作業

必須更換隔震元件的情況包括，人為的破壞、研究目的、火災引起的損傷、超出設計規模之大地震造成的損壞、維護管理不足造成的生鏽、腐蝕、隔震層的環境劣化超過預期造成的劣化加劇等，以及因為開發出功能更佳的隔震元件時以升級為目的的更換等。

隔震元件的更換方法，可參考如下圖案例，其步驟分述如下：

- 一、取下混凝土基座埋入板與隔震元件之間的螺栓（如圖 5-2(a)）。
- 二、以千斤頂將上部結構抬起（如圖 5-2(b)）。
- 三、更換隔震元件（如圖 5-2(c)）。
- 四、放下千斤頂，將隔震元件的上下螺栓旋緊（如圖 5-2(d)）。

### 圖 5-2 隔震元件之更換步驟

(資料來源：本研究繪製)

由於製作上的誤差以及隔震元件的潛變等因素影響，所更換的隔震元件，可能會有與原來的隔震元件尺寸（高度）發生不完全一致的情形。特別是在更換勁度高、置於鋼筋混凝土牆下的隔震元件時，僅僅是因為隔震元件的高度差，造成隔震元件承受設計軸力以上的力量，相對地，也要考慮隔震元件幾乎沒有承受軸力的情況。

## 第十一節 隔震建築施工的震後處置

- 一、輕、中度地震：

對於輕、中度地震或是強風，應確實穩固地進行假設計畫，避免發生問題。即使是中度輕度地震，也可能在隔震層造成殘留變形，所以必須進行緊急檢查，發現間距低於規定時，向工程監工單位報告，得到指示後，進行中心位置之回復作業。

必須要注意的是即使建築物回到中心位置，積層橡膠隔震元件仍可能處於傾斜之狀態。當傾斜過大時，必須以千斤頂抬起，釋放軸力，再進行傾斜復原作業。

## 二、大地震：

施工中發生大地震時，可能發生的損傷包括假設工程材料的傾倒毀損、上部主體的損傷、隔震元件的損傷等。有關假設工程材料或是上部主體的損傷，可與一般建築物進行相同的處理方式。若發生積層橡膠隔震元件的殘留變形時，應進行中心位置回復作業。

一般隔震元件不會因為地震引起變形而造成損傷，但是可能會因為碰觸到假設工程材料而造成損傷。有關這類的損傷，採取與竣工檢查時的外觀檢查時的處理方式。可以補修的部分進行補修，超過補修基準的部分就必須進行更換。

而隔震系統中之油壓消能元件或滑動隔震元件，如果沒有損傷就不必更換。但是，對於變位追蹤式之位移型消能元件（例如：鉛消能元件、鋼材消能元件等），就算沒有損傷，有時也可能發生形狀無法復原的狀況。雖然，可能經歷一次或二次地震雖然不必更換，但是如果形狀無法復原時，就必須由起造人與工程監工單位協議決定是否更換。基本上，只要是不影響性能，就算損傷也可以不必更換。

### 照片 5-6 地震後永久變形之監測

（資料來源：本研究拍攝）

**照片 5-7 隔震元件之傾斜度量測**

(資料來源：本研究拍攝)

## 第六章 隔震建築的維護管理

### 第一節 隔震建築維護管理的目的

由於隔震元件水平向勁度較軟之關係，因此當遭遇大地震時，將致使隔震層產生較大的相對水平變位，並且建築物本身之垂直向載重，完全為隔震元件所支撐；因此，若建築物在其周圍之影響範圍內，存有妨礙其變位的障礙物，或是對於隔震元件本身，發生足以影響強度的損傷與非預期之劣化時，都將會影響安全性問題的確保。

對於隔震元件之定期維護與檢查，應建立維護與檢查紀錄，以確保震元件在建築生命期中有可靠之反應，並應於施工階段，即須開始著手規劃與進行檢測與維護之工作，完工後亦須訂定其定期檢查及不定期抽查維護等計畫。在地震或風災、火災等災害發生後須馬上進行檢修維護，以維持與確保隔震裝置性能發揮。

對於隔震建築維持管理之實施目的，建議如下：

- 一、確保建築於使用期限內，隔震元件能夠符合設計原意與條件。
- 二、防止因平時或長年變化，造成建築物使用功能不良或隔震元件性能故障之狀況。
- 三、避免於災害（地震、強風、火災、水災）發生時，出現建築物隔震系統使用功能之不良，以及於災害發生後，仍能迅速回復系統之正常功能。

#### 圖 6-1 隔震建築物四周應預留足夠之活動間距

（資源來源：本研究繪製）

#### 圖 6-2 設計隔震建築物，應考慮避免地震時建築搖晃所產生的碰撞

(資料來源：本研究繪製)

## 第二節 隔震建築維護管理的適用法源

目前國內可資執行隔震建築維護管理措施之依循，其法源為建築法七十七條第一項之條文，規定「建築物所有權人、使用人，應維護建築物合法使用與其構造及設備安全。」。雖然，目前中央主管建築機關僅對於防火避難設施類及消防設備、建築物室內裝修、機械遊樂設施，以及建築物昇降設備及機械停車設備等部分納入檢查簽證項目，而針對結構安全檢查之部分，則暫未予考量；因此，就實施隔震建築及裝置之安全檢查而言，事實上以具備法源依據。

另就建築法七十七條第三項條文規定「供公眾使用之建築物，應由建築物所有權人、使用人定期委託中央主管建築機關認可之專業機構或人員檢查簽證……。非供公眾使用之建築物，經內政部認有必要時亦同。」。亦即對於供公眾使用之建築，現已授權分由中央主管建築機關及地方主管建築機關，辦理「檢查簽證」管理之執行；對於非供公眾使用之隔震建築物，只要能給予「必要」與否之認定，即可依同條第五項之規定，訂立檢查簽證事項、檢查期間、申報方式及施行日期等事宜。因此，無論對於供公眾使用或非供公眾使用隔震建築之檢查簽證，亦提供相關之法源依據。

## 第三節 隔震建築與維護管理契約

有關隔震建築保養檢查及維護管理的契約，應由建築物所有權人與隔震建築檢查技術者等簽訂，但是因為其中也包括了與施工單位有關的項目，最好與起造人或是監工人等協議後，再型決定契約內容。相關之注意事項，概述如下：

一、在竣工時的檢查中，進行隔震各部的測量與檢查，但是該測量值



未來可能成為保養檢查的初始值，因此，必須確認竣工檢查上的檢查項目、測量部位、測量方法等是否與維護管理的保養檢查相同。

- 二、事先與監工單位及製造廠的協議後，確認有關隔震元件的瑕疵保證。尤其是防鏽塗裝的耐久性或是必須更換隔震元件時的材料及更換施工等的費用負擔，更是必須事先確認。
- 三、建築物的長期修繕計畫中，也不要忘記事先加入隔震元件及隔震構造的保養檢查與維護管理相關項目與費用。

#### 第四節 隔震建築物維護管理的檢查分類與時機

隔震建築物的維護管理應由建築物所有權人或建築物管理者實施。隔震建築物的維護管理內容中，包括許多不同於一般建築的隔震功能之維護項目，必須由專門技術人員進行功能之檢查，由設計者及承包商先針對檢查內容與費用，對建築物所有權人進行說明，這一點是非常重要的。

隔震建築物維護管理檢查的分類方式與實施時機，建議如下：

- 一、竣工檢查：建築物竣工時，在施工者、監工與設計單位之會同下，量測檢查必要項目之初始值，以做為未來進行相關檢查作業之參考標準，並於記錄後加以保管。
- 二、定期檢查：主要於平時檢查有無異常現象之發生，並依實質之檢查內容與實施時機再分為二類：
  - (一) 每一年之檢查：主要以目視方式檢查，並輔以照片記錄。
  - (二) 竣工後第五年、十年與其後每隔十年之檢查：實施計測檢查，並留下紀錄。

當隔震建築於隔震層設有置測試元件時，應於竣工後每十年

進行特性檢討；如未設置測試元件，則可採廠商所提供之特性試驗結果（垂直向勁度、水平向勁度、阻尼係數、摩擦係數等）。

當周圍環境條件並未有重大變化，以及連續幾年之檢查，無法判斷確定有變化之時，得由相關人員協商省略每年實施目視之檢查。

三、緊急檢查：為能迅速因應災害，當建物工址範圍發生震度約五以上之地震、風速超過每秒 30 公尺左右之強風、水害及火災，而影響至隔震層或隔震元件之時，於災害發生後應立即先施以目視檢查。

緊急檢查之必要與否，由設計者設就該建築工址範圍之震度及風速設定之，而是否實施檢查之判斷依據，得參考中央氣象局公佈工址鄰近測站之觀測資料。災後實施之緊急檢查，亦得以詳細檢查取代。

四、詳細檢查：隔震系統或隔震元件於定期檢查或緊急檢查發現異常現象之時，為查明異常原因及檢討因應措施，得遵照設計者之指示，實施含測計量測之詳細檢查。

### 照片 6-1 目視隔震元件外觀有無損傷

（資料來源：本研究拍攝）

### 照片 6-2 設置測試元件有助於長期隔震性能之掌握

（資料來源：本研究拍攝）

表 6-1 維護管理的檢查與功能檢查的內容

編號	項目	竣工檢查	定期檢查	定期檢查	緊急檢查	詳細檢查
1	實施期間	建築物竣工時	每年 1 次	竣工後第 5、10 年、其後每隔 10 年	災害發生時	災害發生時

2	檢查對象	隔震元件、隔震層、建築物外圍部、設備配管、配線可撓部、另設測試元件				
3	位置	全數	目視：全數 記錄：全數	目視：全數 記錄：全數 量測：全數	目視：全數 記錄：指定數 量測：指定數	目視：全數 記錄：指定數 量測：指定數
4	方法	目視、量測	目視	目視、量測	目視、量測	目視、量測
5	管理值	依據設計圖書與維護管理契約				
6	檢查者	隔震建築檢查技術者	建築物管理者(物業公司、管委會)	隔震建築檢查技術者		

(資料來源：本研究整理)

### 第五節 隔震建築維護管理的檢查項目與性能要求

- 一、隔震系統：隔震系統支持建築之安全，降低建築物所承受之地震力；隔震元件之防火被覆，將控制火災引起隔震元件之溫度上升現象，於規定範圍內。
- 二、隔震層與建築物外圍部：因應隔震層及非隔震層於地震發生，所產生之相對變形，並避免發生碰撞障礙物及損壞，必須確保隔震淨空間內，不得有障礙物。
- 三、設備配管與配線可撓部：因應地震發生時，所造成隔震層及非隔震層之大量相對變形，而不致發生損壞或洩漏。

以上檢查項目，得經由各維護管理相關者協商後取決之。以下利用表 6-2 說明隔震建築維護管理之檢查項目與內容。

表 6-2 隔震建築維護管理之檢查項目與內容

檢查位置	要求性能	檢查項目	檢查方法
隔震系統	垂直載重之支撐性能 水平變位性能	垂直變位(潛變)	量測變位
		水平變位	量測變位

	彈性性能 阻尼性能 耐火性能	有無損傷(被覆脫落)	目視檢查(確認)
		生鏽	目視檢查(確認)
		垂直向勁度 水平向勁度 變形能力 阻尼衰減能力	另設測試元件之試驗
隔震層 建築物外圍部	建築與地盤間之相對變位 不得有阻礙,各部不得損傷	淨距離	量測淨距離
		有無障礙物	目視檢查(確認)
		有無水氣、積水	目視檢查(確認)
設備配管 配線可撓處	順應建築物地震時之水平 變形能力	形狀變化	目視檢查(確認)
		有無損傷與液體外漏 等	目視檢查(確認)

(資料來源:「考え方・進め方 免震建築」,社團法人日本免震構造協會,2005年)

### 照片 6-3 隔震元件之水平度量測

(資料來源:本研究拍攝)

### 照片 6-4 檢查隔震元件上下變位情形

(資料來源:本研究拍攝)

### 照片 6-5 檢查隔震元件之表面平整度

(資料來源:本研究拍攝)

## 第六節 隔震建築維護管理的機制

在此以圖 6-3 說明隔震建築維護管理機制,並建議如下:

- 一、建築物所有權者:建築物所有權者收到設計者及施工者提出之維護管理計畫後,將維護管理業務委託檢查技術者辦理定期檢查,及因應緊急狀況之發生,所訂定緊急檢查之對應方法;當接獲檢

查技術者之檢查報告後，應採取必要應對措施。

- 二、建築物設計者：建築物設計者包括建築師、結構工程專業技師、設備專業技師與承包商，設計者接受建物所有權人之委託，以代理人之身份，協助維護管理作業之進行，並提供必要之諮詢。
- 三、建築物管理者：建築物管理者係接受建物所有權人之委託，進行建築物之管理。當地震、強風、火災、水災等災害後，如管理者認定有執行檢查作業之必要時，聯絡檢查技術者實施緊急檢查。
- 四、隔震建築物檢查技術者：執行各項檢查作業，並就檢查結果進行研判，將檢查結果向建築物所有權人與管理者報告。當發生地震、強風、火災及浸水等災害時，無論有無接獲建物管理者之聯絡，立即判斷有無實施緊急檢查之必要，在得到建築物管理者之認可下，執行緊急檢查；必要時由設計者之指示，執行進一步詳細檢查。

### 圖 6-3 隔震建築相關維護管理機制之建議

（資料來源：陶其駿，「隔制震建築維護管理現況調查與探討」，內政部建築研究所自行研究報告，2004 年）

### 第七節 隔震建築維護管理的費用

為確保建築於使用期限內，隔震元件能夠符合設計原意與條件，並有效發揮隔震之功能，延長隔震建築物的使用壽命，除了一般建築物的維護管理費用之外，還有隔震部分的檢查費用。相關檢查費用之負擔，應由建築物所有權人負擔，對於公寓與集合住宅等建築物，則是以管理委員會對象，編列預算支應。檢查費用將視檢查種類之不同而有差異，大致包括下述內容：

- 一、定期檢查：定期檢查可以分為包含建築物完工後 5 年、10 年與其後每隔 10 年實施的詳細定期檢查，以及每年實施的目視簡易檢

查。由於詳細檢查將包含量測的工作，因此較為費時費事，所以每一次花費約 15 萬元，而簡易檢查則是採取「目視檢查」方式進行，費用每次約 2 至 3 數元，實際之收費額度，將視各案建築物的規模與環境，以及議定的結果而異。

- 二、緊急檢查：以災害發生時能夠迅速對應為目的，所實施緊急之「目視檢查」，所以費用是除了每年實施的簡易檢查費用之外，再加上考慮場所位置、特殊環境、牽涉技術程度等因素，所增加的費用。
- 三、詳細檢查：對於緊急檢查或定期檢查中，所指出問題進行詳細檢查時，是在各項詳細定期檢查的費用中，再加上特殊情況的所增加的費用。但是，一旦發現損傷，還會多出檢討與對策建議等的花費。
- 四、其他檢查：當進行過幾次之詳細定期檢查之後，經討論若有需要針對建築物內設置的「測試元件」進行試驗時，費用必須另計，其費用將高於定期檢查之費用。

## 第八節 維護管理檢查結果的保管

隔震建築之竣工檢查結果及其他各項檢查報告，將做為日後確認該建築隔震機能安全與否之基準，應由建築物所權人或建物管理者及隔震建物檢查技術者妥善保管。為防止資料遺失，建議亦可多準備一份備分報告，存放於隔震層內之保管箱。檢查結果是由檢查進行單位，透過施工單位與工程監工單位向起造人報告。這些記錄都將記錄為執行隔震建築物維護管理的初始值，建築物所有人或是建築物管理人及施工單位都必須妥善保管。

### 第九節 隔震層的水氣防治

隔震層大多是屬於密閉空間的地下室，除了要防止雨水或是地下水的滲入之外，亦容易因為濕氣而造成水氣的凝結；濕氣會使得連接鋼板或螺栓等金屬部份造成生鏽，對於耐久性或是功能性的影響，也是必須加以注意的。此外，對於滑動隔震元件的滑動表面，一旦發生水氣之凝結，摩擦特性就會改變，將影響預期隔震功能的發揮。

保持隔震層的乾燥環境，對於防止濕氣、雨水或是地下水的滲入，以產生水氣之凝結，應採取適當的換氣對策。對於水平槽的填塞不要完全密閉，可改使用不鏽鋼防蟲網，以達到自然換氣的效果，或是採取強制換氣的方式，例如：設置室內空調的排氣輸送管，或在隔震層加裝附濕度感應器的換氣風扇，以保持空氣之流通。

**照片 6-6 需注意隔震層常有水氣的入侵**  
(資料來源：本研究拍攝)

## 第七章 國內隔震建築的應用現況

### 第一節 國內隔震建築應用現況之調查與探討

台灣位處環太平洋地震帶，致地震發生之機率頻繁，自 921 與 331 地震後，國人逐漸接受隔震防震技術之應用，以提昇建築物之耐震能力，亦成為新建建築提昇銷售率之賣點。目前國內隔震建築之發展，依據本研究調查結果顯示，截至 2006 年底為止，大約有 15 棟左右隔震建築之工程實績，並預計於 2008 年底可望出現 29 棟以上之案例。

為瞭解國內隔震建築之應用現狀，本文延續 2004 年對於隔震建築現況之調查，賡續以最直接之調查與統計之手法，藉以掌握包括隔震工程實績之數量、隔震裝置之應用趨勢，及隔震建築之使用用途、規模與構造型態等資訊，以及現況亟待克服之問題所在，並進行相關之分析與探討。由於國內隔震建築並未明定為特殊結構，並未強制要求進行特殊結構之審查，所以無法由外審單位獲得資料，必須採個案探訪之方式進行。本研究之調查範圍亦包含部分未公開或無實施外審之案例，雖然無法確實網羅全數實績案例之資料，但是對於國內隔震建築發展之瞭解，仍具有實質之參考價值。

依據本研究之調查研究顯示，興建完成於 2002 年位於嘉義縣阿里山鄉豐山國民小學之學校教室，應該為國內首棟之隔震建築。由於國內隔震建築之應用較晚，大約僅五至六年歷史，事實上在近兩年才逐漸採用於新建建築工程之應用。由於國內隔震建築並未列為特殊結構，因次未強制納入結構設計之外審，所以無法由外審單位完整獲得隔震建築之相關資訊，仍必須採逐案訪查之方式進行，因此對於案例資料之探尋工作，為進行調查工作之瓶頸。

本次調查之統計區分，同樣以竣工年為主，對於竣工年份不詳的建物，則以建照發照日或設計定稿日期來推算；調查期間自 2002 年至



2009 年；調查範圍未見既有建築隔震補強之案例；調查樣本數係以建造核發數或棟數為區分，總有效樣本數為 29 棟。

表 7-1 國內隔震建築之應用實績

建築物名稱	地上/地下	構造種類	構造型式	隔震裝置	設置數量
<b>宗教建築</b>					
日月潭文武廟山門排樓	1F	RC	基礎隔震	鉛心橡膠隔震元件	8
<b>醫療機構</b>					
慈濟醫院—台北分院	15F/B4	SRC	基礎隔震	鉛心橡膠隔震元件 天然橡膠隔震元件 滑動支承	161 54 4
慈濟醫院—花蓮分院急診中心	14F/B2	SRC	中間層隔震	鉛心橡膠隔震元件 滑動支承	74 14
慈濟醫院—台中分院	14F/B2	SRC	基礎隔震	鉛心橡膠隔震元件	261
<b>公務機關</b>					
谷關陸軍營區指揮部大樓	3F/B1	RC	基礎隔震	鉛心橡膠隔震元件	52
內政部建研所材料實驗大樓	7F/B1	SS	中間層隔震	鉛心橡膠隔震元件	23
預防醫學研究所實驗室	1F/B2	RC	基礎隔震	鉛心橡膠隔震元件	15
台北市地政及災害應變中心聯合辦公大樓	7F/B2	RC	中間層隔震	鉛心橡膠隔震元件	36
三重市過田錦田里民活動中心	2F	RC	基礎隔震	滑動支承	33
<b>廠庫</b>					
大里市向學段廠房	3F	RC	基礎隔震	鉛心橡膠隔震元件	12
<b>百貨商場</b>					
南投縣仁愛鄉新山村農業產銷中心	4F	RC	基礎隔震	鉛心橡膠隔震元件	12
<b>教育設施</b>					
嘉義縣豐山國小	3F	RC	基礎隔震	鉛心橡膠隔震元件	16

建築物名稱	地上/地下	構造種類	構造型式	隔震裝置	設置數量
				天然橡膠隔震元件	12
<b>事務所</b>					
國研院實驗動物中心南科中心	5F/B1	RC	基礎隔震	鉛心橡膠隔震元件	70
彰化銀行資訊大樓	9F/B2	SS	中間層隔震	鉛心橡膠隔震元件 天然橡膠隔震元件	16 6
康翔奈米傑座商業大樓	12F/B3	RC	中間層隔震	鉛心橡膠隔震元件	11
<b>住宅</b>					
公館捷運站聯合開發大樓	15F/B4	RC	中間層隔震	鉛心橡膠隔震元件	29
天母康翔建設別墅住宅	3F/B1	RC	基礎隔震	鉛心橡膠隔震元件	11
大溪康莊路別墅	3F	RC	基礎隔震	鉛心橡膠隔震元件	14
采會萊茵住宅大樓	9F/B2	RC	基礎隔震	鉛心橡膠隔震元件	18
富邦大衛營領袖特區	17F/B2	RC	中間層隔震	鉛心橡膠隔震元件	68
富邦大衛營菁英特區	13F/B1	RC	中間層隔震	鉛心橡膠隔震元件	22
興益發國家交響樂—貝多芬	3棟 18F/B4	RC	中間層隔震	鉛心橡膠隔震元件	44
興益發國家交響樂—莫札特	19F/B4	RC	中間層隔震	鉛心橡膠隔震元件	16
興富發浪漫紐約登峰大廈	15F/B3	RC	中間層隔震	鉛心橡膠隔震元件	22
興富發黃金新象	12F/B3	RC	中間層隔震	鉛心橡膠隔震元件	12
大隱藍海	38F/B3	RC	中間層隔震	鉛心橡膠隔震元件 滑動支承	43 1
興富發百達馥麗	34F/B6	RC	中間層隔震	鉛心橡膠隔震元件	40
首泰地天泰	16F/B3	RC	中間層隔震	鉛心橡膠隔震元件	16
興富發高雄住宅大樓	15F/B4	RC	中間層隔震	鉛心橡膠隔震元件	16

(資料來源：本研究蒐集)

### 圖 7-1 國內隔震建築案例之竣工統計

(資料來源：本研究蒐集)

### 圖 7-2 國內隔震建築案例依主要用途區分

(資料來源：本研究蒐集)

由於國內高層建築係以 50 公尺為區分，在 29 棟建築物案例中，若依高度分類時，50 公尺以上超高層建築物 11 棟(37.9%)；而未滿 50 公尺者 18 棟(62.1%)；而其中確定有進行外審者計 20 棟(69%)；屬既有建築隔震補強之案例有 0 棟。若依建築主要用途區分，主要為住宅 14 棟(48.3%)、公務機關 5 棟(17.2%)、醫療機構與事務所各為 3 棟(10.3%)，其次再為教育設施、百貨商場、廠庫與宗教建築等各為 1 棟(3.4%)。按隔震元件種類之區分。

### 圖 7-3 國內隔震建築案例，其隔震裝置使用情形

(資料來源：本研究蒐集)

在 29 棟隔震建築之有效樣本中，鉛心橡膠隔震元件之使用佔 1138 顆(90.2%)，為目前較常被採用的元件，而天然橡膠隔震元件為 72 顆(5.7%)與滑動式隔震元件為 52 顆(4.1%)次之，而滾動式隔震元件則未見實際之案例。若依隔震建築的構造類型區分，為基礎隔震者有 13 棟(44.8%)，為中間層隔震有 16 棟(55.2%)。若依構造種類區分，鋼筋混凝土造占 25 棟(86.2%)、鋼骨鋼筋混凝土造 2 棟(6.9%)、鋼骨構造 2 棟(6.9%)。若依樓層數區分，一至四層樓者 9 棟(31.0%)、五至十三層樓者 8 棟(27.6%)、十四層樓以上者 12 棟(41.4%)。

### 圖 7-4 國內隔震建築案例依構造種類區分

(資料來源：本研究蒐集)

### 圖 7-5 國內隔震建築案例依建築物樓層數區分

(資料來源：本研究蒐集)

由於國內可茲公開隔震建築之案例極少，以致部分案例之資料，仍無法避免以推定之方式獲得，但就實用性而言仍具有其參考價值。由於鉛心橡膠隔震元件本身即可提供較佳之能量吸收能力，因此未來仍為較常被選用的機構；而橡膠隔震元件與滑動式隔震元件之使用，尚必須搭配水平向消能元件之使用，且設計所需考量之搭配因素較多，因此短期內仍無法完全取代鉛心橡膠隔震元件。

目前國內建築與營建工程業界，對於隔震建築之設計、施工技術，甚至於其維護管理之經驗十分陌生，普遍被部份廠商導引認為隔震元件是價格昂貴、具專利，且屬必須仰賴國外之新技術，以致於推動此等新型抗震構造之應用，仍受部少之阻力。

## 第二節 國內隔震建築之應用案例

醫療機構

### 照片 7-1 慈濟醫院—台北分院全景

(資料來源：本研究拍攝)

起造人：財團法人佛教慈濟綜合醫院	隔震裝置：
設計人：許常吉建築師事務所	LRB： $\phi$ 1000—8 個
承造人：利晉工程股份有限公司	$\phi$ 1100—23 個
建築地點：臺北縣新店市建國路	$\phi$ 1200—31 個
竣工年：2004 年	$\phi$ 1300—47 個
基地面積：47,336.14m <sup>2</sup>	$\phi$ 1400—26 個
總樓地板面積：143,334.12m <sup>2</sup>	$\phi$ 1500—26 個
樓層數：地上 15 層、地下 3 層	RB： $\phi$ 1000—17 個
建築物高度：68.25m	$\phi$ 1100—22 個
構造種類：鋼骨鋼筋混凝土造	$\phi$ 1200—9 個
	$\phi$ 1300—6 個
	滑動支承： $\phi$ 400—4 個
	鋼環阻尼器：82 個
	油壓黏性阻尼器：48 個
	構造型式：基礎隔震

醫療機構

照片 7-2 慈濟醫院—花蓮分院急診中心全景

(資料來源：黃遠鎮先生提供)

起造人：慈濟醫院

設計人：許常吉建築師事務所

建築地點：花蓮縣花蓮市中央路三段

竣工年：2004 年

樓層數：地上 14 層、地下 2 層

構造種類：鋼骨鋼筋混凝土造

隔震裝置：

LRB： $\phi$  800—18 個

$\phi$  900—8 個

$\phi$  1000—11 個

$\phi$  1100—11 個

$\phi$  1200—26 個

滑動支承： $\phi$  400—14 個

構造型式：中間層隔震

醫療機構

圖 7-6 慈濟醫院—台中分院透視圖

(資料來源：台聯工程顧問股份有限公司提供)

起造人：佛教慈濟慈善事業基金會

設計人：許常吉建築師事務所

承造人：遠碩營造股份有限公司

建築地點：台中縣潭子鄉豐興路

竣工年：2008 年

樓層數：地上 14 層、地下 2 層

建築物高度：66.4m

構造種類：鋼骨鋼筋混凝土造

隔震裝置：

LRB： $\phi$  1000—75 個

$\phi$  1100—54 個

$\phi$  1400—70 個

$\phi$  1500—62 個

油壓式阻尼器：88 個

構造型式：基礎隔震

結構審查：台大地震工程研究中心



公務機關

照片 7-3 谷關陸軍營區指揮部大樓全景

(資料來源：陳禧耘先生、林金德先生提供)

起造人：國防部聯合後勤司令部營產工程署

設計人：張啟明建築師事務所

結構設計：趙永悌結構技師事務所

承造人：繼信營造股份有限公司

安裝施工：誠新營造有限公司

建築地點：南投縣

竣工年：2002 年

建築面積：3,360m<sup>2</sup>

樓層數：地上 3 層、地下 1 層

構造種類：鋼筋混凝土造

隔震裝置：

LRB： $\phi$  400—52 個

構造型式：基礎隔震

公務機關

照片 7-4 內政部建研所材料實驗大樓全景

(資料來源：內政部建築研究所提供)

起造人：內政部建築研究所

設計人：境向聯合建築師事務所

結構設計：永興結構土木聯合技師事務所

承造人：隆基營造有限公司

建築地點：台北市景福街

基地面積：19,452.5m<sup>2</sup>

建築面積：3,451.65m<sup>2</sup>

總樓地板面積：10,234.89m<sup>2</sup>

樓層數：地上 7 層、地下 1 層

構造種類：鋼骨造

隔震裝置：

LRB：φ 500—23 個

構造型式：中間層隔震

結構審查：國立台灣大學工學院地震工程中心

公務機關

照片 7-5 台北市地政及災害應變中心聯合辦公大樓全景

(資料來源：本研究拍攝)

起造人：台北市政府地政處土地開發總隊

設計人：許常吉建築師事務所

結構設計：台聯工程顧問股份有限公司

承造人：評輝營造股份有限公司

建築地點：台北市莊敬路

竣工年：2006 年

基地面積：6,936m<sup>2</sup>

建築面積：2,610.47m<sup>2</sup>

總樓地板面積：26,393.38m<sup>2</sup>

樓層數：地上 7 層、地下 2 層

建築物高度：44.65m

構造種類：鋼筋混凝土造

隔震裝置：

LRB：φ 1000—36 個

構造型式：中間層隔震

結構審查：台灣大學工學院地震工程研究中心

公務機關

照片 7-6 三重市過田錦田里民活動中心全景

(資料來源：承錨結構技師事務所提供)

結構設計：承錨結構技師事務所

建築地點：台北縣三重市

竣工年：2006 年

樓層數：地上 2 層

構造種類：鋼筋混凝土造

隔震裝置：

盤式支承—29 個

軸式鋼鈹彎矩消能器—4 個

構造型式：基礎隔震

廠庫

### 照片 7-7 大里市向學段廠房全景

(資料來源：陳禧耘先生提供)

建築地點：台中縣大里市

竣工年：2005 年

樓層數：地上 3 層

構造種類：鋼筋混凝土造

隔震裝置：

LRB： $\phi 400$ 、 $\phi 300$ —共 12 個

構造型式：基礎隔震

百貨商場

照片 7-8 南投縣仁愛鄉新生村農業產銷中心全景

(資料來源：陳禧耘先生提供)

設計人：呂建勳建築師事務所

結構設計：趙永悌結構技師事務所

承造人：恆譽營造有限公司

安裝施工：誠新營造有限公司

建築地點：南投縣仁愛鄉新生村

竣工年：2002 年

樓層數：地上 4 層

構造種類：鋼筋混凝土造

隔震裝置：

LRB： $\phi$  300—12 個

構造型式：基礎隔震

教育設施

照片 7-9 嘉義縣豐山國小全景

(資料來源：豐山國小陳弘宜老師提供)

起造人：豐山國小

設計人：趙文蔚建築師事務所

結構設計：張恆晟結構技師事務所

承造人：長陞營造股份有限公司

建築地點：嘉義縣阿里山鄉豐山村

竣工年：2002 年

樓層數：地上 3 層

構造種類：鋼筋混凝土造

隔震裝置：

LRB： $\phi$  600—16 個

RB： $\phi$  600—12 個

構造型式：基礎隔震

結構審查：台灣大學工學院地震工程研究中心

事務所

照片 7-10 國研院實驗動物中心南科中心新建情形

(資料來源：林金德先生提供)

起造人：財團法人國家實驗研究院實驗動物中心

設計人：黃孟寅建築師事務所

結構設計：吳志強結構技師事務所

承造人：泰有營造股份有限公司

安裝施工：誠新營造有限公司

建築地點：台南縣新營市南科二路

竣工年：2007 年

總樓地板面積：11,992.08m<sup>2</sup>

樓層數：地上 5 層、地下 1 層

構造種類：鋼筋混凝土造

隔震裝置：

LRB：φ 700—33 個

φ 800—33 個

φ 900—4 個

構造型式：基礎隔震

結構審查：台灣大學工學院地震工程研究中心



事務所

### 照片 7-11 彰化銀行資訊大樓全景

(資料來源：本研究拍攝)

起造人：彰化商業銀行股份有限公司	構造種類：鋼骨造
設計人：白肇亮建築師事務所	隔震裝置：
結構設計：萬仞工程顧問股份有限公司	LRB： $\phi$ 850—3 個
承造人：大陸工程股份有限公司等	$\phi$ 950—3 個
建築地點：台北市八德路二段	$\phi$ 1000—5 個
竣工年：2005 年	$\phi$ 1100—4 個
基地面積：2,954m <sup>2</sup>	$\phi$ 1200—1 個
建築面積：1,100.26m <sup>2</sup>	RB： $\phi$ 700—2 個
總樓地板面積：12,622.74m <sup>2</sup>	$\phi$ 1200—4 個
樓層數：地上 9 層、地下 2 層	油阻尼器：4 個
建築物高度：43.88m	構造型式：中間層隔震
	結構審查：中華民國建築學會

事務所

照片 7-12 康翔奈米傑座商業大樓全景

(資料來源：本研究拍攝)

起造人：康翔建設股份有限公司等

設計人：劉文岱建築師事務所

結構設計：永安結構技師事務所

承造人：蓋穩營造股份有限公司

建築地點：台北市信義路三段

竣工年：2004 年

基地面積：509m<sup>2</sup>

建築面積：293.24m<sup>2</sup>

總樓地板面積：5,176.15m<sup>2</sup>

樓層數：地上 12 層、地下 3 層

建築物高度 49.95：m

構造種類：鋼筋混凝土造

隔震裝置：

LRB：φ 1100—1 個

φ 1000—10 個

構造型式：中間層隔震

結構審查：台北市土木技師公會

住宅

照片 7-13 公館捷運站聯合開發大樓全景

(資料來源：本研究拍攝)

起造人：台北富邦商業銀行股份有限公司

設計人：高志揚建築師事務所等

承造人：正勝工程股份有限公司

建築地點：臺北市羅斯福路四段

竣工年：2005 年

基地面積：1,852m<sup>2</sup>

建築面積：1,261.82m<sup>2</sup>

總樓地板面積：23,072.62m<sup>2</sup>

樓層數：地上 15 層、地下 4 層

建築物高度：61.04m

構造種類：鋼筋混凝土造

隔震裝置：

LRB：φ 1100—1 個

φ 1000—28 個

構造型式：中間層隔震

結構審查：臺北市土木技師公會

住宅

照片 7-14 天母康翔建設別墅住宅全景

(資料來源：本研究拍攝)

起造人：張以涵等

設計人：劉文岱建築師事務所

承造人：康翔營造股份有限公司

建築地點：台北市天母西路 95 巷

竣工年：2002 年

樓層數：地上 3 層、地下 1 層

構造種類：鋼筋混凝土造

隔震裝置：

LRB： $\phi$ 400—11 個

構造型式：基礎隔震

住宅

照片 7-15 大溪康莊路別墅全景

(資料來源：陳禧耘先生提供)

建築地點：桃園縣大溪鎮康莊路三段

竣工年：2004 年

樓層數：地上 3 層

構造種類：鋼筋混凝土造

隔震裝置：

LRB： $\phi$  300—14 個

構造型式：基礎隔震

住宅

圖 7-7 富邦大衛營領袖特區大樓透視圖

(資料來源：富邦建設股份有限公司)

起造人：富邦建設股份有限公司	樓層數：地上 17 層、地下 3 層
設計人：翁祖模建築師事務所	建築物高度：62m
結構設計：信業工程顧問公司	構造種類：鋼筋混凝土造
建築地點：台北市康寧路三段 75 巷	隔震裝置：
竣工年：2008 年	LRB： $\phi$ 1000—44 個
建築面積：2,061.97m <sup>2</sup>	$\phi$ 850—24 個
總樓地板面積：27,472.18m <sup>2</sup>	構造型式：中間層隔震
	結構審查：台北市結構技師公會

住宅

### 圖 7-8 興益發國家交響樂透視圖

(資料來源：科建聯合結構技師事務所提供)

起造人：興益發建設企業股份有限公司	建築物高度：64.6m
設計人：郭秋利建築師事務所等	構造種類：鋼筋混凝土造
結構設計：鄭文欽結構技師	隔震裝置：
承造人：齊裕營造股份有限公司	LRB： $\phi$ 1000—40 個
建築地點：台北縣汐止市仁愛路、福安街口	$\phi$ 1100—8 個
竣工年：2009 年	$\phi$ 1200—16 個
樓層數：地上 18 層、地下 4 層	構造型式：中間層隔震
	結構審查：台灣大學工學院地震工程研究中心

住宅

### 圖 7-9 興富發浪漫紐約登峰大廈透視圖

(資料來源：科建聯合結構技師事務所提供)

起造人：興富發建設股份有限公司  
設計人：大容聯合建築師事務所  
結構設計：科建聯合結構技師事務所  
建築地點：台中市進化北路、崇德路、學士路口  
竣工年：2009 年  
樓層數：地上 15 層、地下 3 層  
建築物高度：49.95m  
構造種類：鋼筋混凝土造  
隔震裝置：  
    LRB： $\phi$  900—10 個  
         $\phi$  1000—9 個  
         $\phi$  1100—3 個  
構造型式：中間層隔震  
結構審查：台灣大學工學院地震工程研究中心



住宅

### 圖 7-10 興富發黃金新象透視圖

(資料來源：科建聯合結構技師事務所提供)

起造人：興富發建設股份有限公司

設計人：大容聯合建築師事務所

結構設計：科建聯合技師事務所

建築地點：台中市五權西路、美村路

竣工年：2008 年

樓層數：地上 12 層、地下 3 層

建築物高度：45m

構造種類：鋼筋混凝土造

隔震裝置：

LRB： $\phi$  1000—8 個

$\phi$  1100—4 個

構造型式：中間層隔震

結構審查：台灣大學工學院地震工程研究中心

住宅

圖 7-11 大隱藍海大樓透視圖

(資料來源：陳禧耘先生提供)

起造人：藍海建設股份有限公司	構造種類：鋼筋混凝土造
設計人：李祖原建築師事務所	隔震裝置：
結構設計：張耀南、科建聯合結構技師事務所	LRB： $\phi$ 1200—2 個
承造人：潤泰營造股份有限公司	$\phi$ 1300—21 個
建築地點：台北縣淡水鎮中正東路二段	□ 1200—4 個
竣工年：2008 年	□ 1300—7 個
基地面積：8,722.82m <sup>2</sup>	□ 1400—3 個
建築面積：1,604.44m <sup>2</sup>	□ 1500—6 個
總樓地板面積：65,553.76m <sup>2</sup>	滑動支承：1 個
樓層數：地上 38 層、地下 3 層	構造型式：中間層隔震
建築物高度：133.2m	結構審查：台灣大學工學院地震工程研究中心

住宅

### 圖 7-12 興富發百達馥麗大樓透視圖

(資料來源：科建聯合結構技師事務所提供)

起造人：興富發建設股份有限公司

結構設計：科建聯合結構技師事務所

建築地點：台中市中興街、明義街口

竣工年：2009 年

樓層數：地上 34 層、地下 6 層

建築物高度：122.2m

構造種類：鋼筋混凝土造

隔震裝置：

LRB： $\phi$  1100—4 個

$\phi$  12000—2 個

$\phi$  1300—16 個

$\phi$  1400—10 個

$\phi$  1500—8 個

構造型式：中間層隔震

結構審查：台灣大學工學院地震工程研究中心

住宅

圖 7-13 首泰地天泰大樓透視圖

(資料來源：科建聯合結構技師事務所提供)

起造人：首泰建設股份有限公司  
設計人：陳福助建築師事務所  
結構設計：張耀南結構土木技師事務所  
建築地點：台北市樂群二路 116 巷  
竣工年：2009 年  
建築面積：581.67m<sup>2</sup>  
總樓地板面積：11,032.06m<sup>2</sup>  
樓層數：地上 14 層、地下 3 層  
構造種類：鋼筋混凝土造  
隔震裝置：  
    LRB：φ 900—10 個  
        φ 1000—2 個  
        φ 1100—4 個  
構造型式：中間層隔震  
結構審查：台灣省土木技師公會

住宅

圖 7-14 興富發高雄住宅大樓透視圖

(資料來源：科建聯合結構技師事務所提供)

起造人：興富發建設股份有限公司  
設計人：張弘憲聯合建築師事務所  
結構設計：科建聯合結構技師事務所  
建築地點：高雄市苓雅區  
竣工年：2008 年  
樓層數：地上 15 層、地下 4 層  
建築物高度：49.95m  
構造種類：鋼筋混凝土造

隔震裝置：

LRB： $\phi$  900—12 個

$\phi$  1000—4 個

構造型式：中間層隔震

結構審查：台灣大學工學院地震工程研究中心



## 第八章 結論與建議

### 第一節 結論

由國內近年隔震建築之發展趨勢來看，目前隔震元件於高層建築（50 公尺以上）之使用比例，在國內為 37.9% 左右，期間亦出少數應用於 30 樓以上超高層建築之案例；隔震建築之使用用途，以住宅 48.3% 居多，其次為政府機關 17.2%、醫院與事務所各為 10.3%；依構造種類區分，以鋼筋混凝土造 82.8% 居多；依隔震元件種類區分，鉛心橡膠隔震元件(LRB)佔 90.2%，為較常被採用的隔震元件，未來仍為營建市場之主力，滾動式隔震器則未見實際案例。

由於國內於隔震技術應用尚屬新興引進階段，對於隔震建築之設計審查、施工與管理維護，以及裝置之試驗、評定等機制有待建立，以落實本土專業技術發展。

國內學校建築絕大部分為低矮型結構物，其固有週期均較短，若使用隔震技術以延長其振動週期而降低地震力對上部結構之需求，則不失為一可行及有效的增加學校建築防震的方法之一。

由國內施作隔震建築之工程經驗，若以結構系統規則之鋼筋混凝土建築為例，較低樓層 3 至 6 層樓的建築結構，建築結構體成本約增加 15 至 20%（不含裝修與機電工程之費用），7 至 11 層樓結構體成本約增加 5 至 8%，而高樓層 12 至 15 層樓的建築結構，結構體成本約增加 0 至 3%，樓層若在 15 至 30 層樓，成本反而可減少 1 至 2%；亦即隔震建築 15 樓以下的建築物，初始建造成本會增加幾個百分比，但是 15 樓以上的建築物，則幾乎沒有差異。

當遭遇大地震時，隔震層及其建物週邊之變位影響範圍內，以及隔震裝置與其支撐構架間之作用空間，若存有障礙物足以妨礙其變

位，或是隔震裝置影響強度的損傷與非預期之劣化時，都會影響裝置性能之發揮，進而影響建築物之安全；因此，為能確保其耐震性能之發揮，後續維護與檢測作業之配合進行，必須於設計與施工階段，即考慮留設供檢查與更換隔震構架之通道與空間。

為確保隔震元件於使用年限內能正常運作，依 2005 年 12 月 21 日公告修正，且於 2006 年 1 月 1 日生效之「建築物耐震設計規範及解說」中，已明確要求結構設計者於隔震系統之檢測與更換，需建立能滿足設計需求之檢測及維護計畫；隔震建築需留設供檢查及更換所有隔震構材及元件之通道與空間；監造者及結構設計者需於隔震建築核發使用執照前，完成隔震系統及界面區域所有構件之最終檢查，並要求隔震系統構件之修復與更換，需在有隔震建築設計或施工經驗之建築師或專業技師監督下進行。確保建築於使用期限內，隔震元件能夠符合設計原意，防止因長年變化所造成建築物功能不良或裝置性能故障之狀況，並避免於災害（地震、強風、火災、水災）發生時，發生建築物非預期之功能不良，以及希望於災害發生後能迅速回復建築之正常功能。

由於國人對於隔震建築之耐震特性與隔震元件基本原理之瞭解，以及對於隔震系統維護管理工作之重要性、隔震系統與建物週邊工作空間之維持，以及檢查與更換隔震元件通道留設等重要觀念之建立，多年來仍然欠缺具體可取得之參考資訊及對於問題之正確認知。目前，國內在坊間房地產銷售業者誇大渲染，例如：「第三代首選超耐震建築」、「113% 高抗震超奢華建築」、「世界級隔震專家共同合作」與「NASA 航太科技隔震建築」等廣告詞之下，應從教育國人正確之防震知識著手，讓消費者能真正瞭解建築物可能呈現之耐震性能，並正視隔震建築維護管理之重要性，以期使隔震建築能穩定且有效地維持耐震性，以確保大眾之居住安全。



本研究嘗試以實用之角度，藉由簡單易懂之文字與圖表、照片內容，編擬「隔震建築應用與使用管理通俗化手冊」之草案（詳見報告書第二章至第六章之內容），希望能藉此導正民眾對於隔震建築「應用」之正確觀念，及正視隔震建築「使用管理」之重要性。亦可提供民眾及建築投資業界，獲得正確隔震建築應用與使用管理之資訊，以及房地產記者或媒體，做為輔以因應相關報導或採訪內容之書面參據。

## 第二節 建議

本研究已藉由實地現況調查之手法，直接瞭解國內隔震建築之應用現況，並回饋本案手冊草案內容之適用性與合理性，探求推動隔震建築發展亟待克服之問題所在，在此將針對相關之議題，研擬如下之策略與建議：

### 建議一

儘速印行「隔震建築應用與使用管理通俗化手冊」：立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：建築師公會、土木技師公會、結構工程技師公會

本研究所編擬完成之「隔震建築應用與使用管理通俗化手冊」草案（詳見報告書第二章至第六章之內容），已具體涵蓋隔震建築之原理、規劃、設計、施工、維護管理與實例介紹等階段之內容，並已依實用性之手法，利用簡單的文字、圖表與照片等資料，撰轉寫手冊草案之內容，為目前國內對於隔震建築應用發展之介紹，較為完整之參考資料，希望能儘速邀集政府建管機關、建築師及專業技師公會團體，協助將本案手冊草案之文稿資料，再予最後之充實與修訂，寄望在獲致相關共識後，印行「應用與使用管理通俗化手冊」或「認識隔震建築」手冊，以提供民眾、建築投資業界與房地產媒體，做為掌握國內隔震建築發展與獲得正確資訊的參據。

## 建議二

將隔震建築強制納入特殊結構之委託審查：立即可行之建議

主辦機關：各直轄市、縣（市）政府建管單位

協辦機關：內政部營建署

為避免不當或錯誤設計之持續發生，並彌補國人對於隔震建築設計經驗之不足，建議將隔震建築之設計審查，強制納入建築法規定委託或指定審查之機制，不應再模糊地要求工務機關，主動針對此類建築做結構行為屬「特殊」或「安全顧慮」與否之認定。

## 建議三

將隔震建築維護管理計畫納入結構外審之項目：立即可行建議

主辦機關：各直轄市、縣（市）政府建管單位

協辦機關：各特殊結構委託審查之機關

建築物耐震設計規範規定隔震元件之檢測與維護計畫，應由「設計者」所提出，因此特殊結構審查機關應就其所提計畫，併同其結構設計之可行性，予以審查；再由各直轄市、縣（市）政府建管單位，應於核發使用執照前，確認設計者是否確實完成所有裝置之最終檢查，並審核其維護計畫是否完成審查。

## 建議四

將隔震元件納為公寓大廈管理條例之設施設備：立即可行建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：各直轄市、縣（市）政府建管單位

建議以行政命令方式，函釋隔震裝置為公寓大廈管理條例第五十七條所稱「附屬設施設備」，並請建管機關確實監督並會同起造人，提供設施設備之使用手冊、書圖等資料，以及進行檢測、功能確認與移交作業，以獲取未來執行維護與檢測作業之起始資料。

### 建議五

於建築使用執照附表載明隔震元件之使用：立即可行建議

主辦機關：各直轄市、縣（市）政府建管單位

協辦機關：內政部營建署

建議於直轄市、縣（市）政府建築管理規則中，明定使用執照附表「注意事項」，應載明隔震裝置之種類、數量及位置，並要求於產權轉移及房屋銷售時列入交代，俾供承購戶知悉。

### 建議六

儘速訂定隔震元件性能評定之試驗標準與機制：中長期性建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所、各指定之評定專業機構

現行建築物耐震設計規範對於隔震元件所規定之實體試驗，必須使用二個與原設計相同型式與尺寸的元件進行試驗，但由於規範尚未建立一套對於隔震元件品質評定之客觀標準，因此為確保元件能發揮預定隔震功能與穩定性，建議將有關隔震元件之品質評定與試驗標準，納於建築技術規則總則編第四條規定建築新技術新工法新設備及新材料認可之機制，以合理評估其耐震性能，並減少無謂之重複試驗數量。

### 建議七

將隔震系統防火保護納入建築物公安檢查之簽證項目：中長期性建議

主辦機關：內政部營建署、內政部消防署

協辦機關：內政部建築研究所

由於隔震元件支撐建築物所有之垂直載重，其防火需求愈形重要；有關隔震系統防火性能之定期檢查，建議應納入現行「建築物公共安全檢查簽證及申報辦法」之簽證項目，以落實公眾居住之安全。



## 附錄 歷次審查之會議紀錄

---

### 本所 95 年度建築工程技術組 4 月份第一次研究業務協調會議紀錄

- 一、日期：95 年 4 月 25 日（星期二）上午 9 時 30 分
- 二、地點：本組討論室
- 三、主持人：葉組長祥海
- 四、出席人員：
- 五、記錄：曹源暉、張恭銘、劉文欽、李台光、鄒本駒、陶其駿、張邦立
- 六、主席致詞：略。
- 七、報告事項：略。
- 八、與會人員發言要點：
  - （七）「隔震建築應用與使用管理通俗化手冊之研擬」案：
    1. 有關研究內容所提「隔震建築之原理」，建議修正為「隔震建築之理念」，較為貼切手冊通俗化之原意。
    2. 建議本案再考量將有關隔震建築施工部份之內容，納為後續研究之範疇。
- 九、主席指示事項：
  - （一）與會人員所提意見，請各計畫主持人納為後續研究之參採。
  - （二）請各研究案之負責同仁，就上開組內審查意見檢討修正，能確實配合 5 月 1、3 日審查會議之召開，加強準備與充實研究計畫之報告內容；並將相關之研究步驟、方法、執行進度與經費需求分析，詳實呈現於簡報資料中。
- 十、散會（下午 5 時 30 分）

## 內政部建築研究所 95 年度建築工程技術「創新營建材料暨建築耐震科技研究」自行研究計畫諮詢會議

一、日期：95 年 5 月 3 日（星期三）上午 9 時 30 分

二、地點：本所簡報室

三、主持人：葉組長祥海

四、記錄：陶其駿

五、出席人員：邱顧問昌平、林教授慶元、鄒研究員本駒、李副研究員台光、林副研究員谷陶、陶副研究員其駿、厲副研究員妮妮、曹副研究員源暉、陳博士後研究員柏端、蔡助理研究員宜中（視訊）、劉博士後研究員文欽（視訊）、張博士後研究員邦立、黎國防訓儲研究員益肇（視訊）、張助理研究員恭銘（視訊）、郭助理研究員建源

六、報告事項：各自辦研究案報告（略）。

七、綜合討論及建議事項：

（四）「隔震建築應用與使用管理通俗化手冊之研擬」案：

1. 本研究內容已相當完整，惟建議本案未來所完成之手冊，宜分為二至三部分，第一部分綱要性的介紹，第二部分再就第一部分的內容進一步說明，如此可以在未來面對參閱對象之不同，分別印製概要簡介及通俗化手冊兩類之出版品，以符經濟目的。
2. 「隔震建築真好」之觀念，必須是在正確的使用下才成立，但是若以三個問號來註記，則恐誤導為不好之意。
3. 本研究所提預期成果之手冊內容，其內容儼然已達「技術手冊」或「應用手冊」之程度，故建議此部分較為詳細之內容，可另行出書辦理，惟須另加人員與經費。
4. 未來研究成果所撰擬之手冊，若有引述其他文章之處，尤

應特別標明出處。

- 5.建議本案可配合住宅性能表示之制度，將隔震建築嘗試給予等級或星級之標示，以及建立各星級判定之基準。
- 6.請評估本案以漫畫形式呈現之可能性，或儘量採以漫畫之方式表現，以增加本研究通俗化之效果。
- 7.建議本案除編擬通俗化手冊之外，可嘗試製作更簡約更全面性之摘要或摺頁。
- 8.建議本案宜增列於進行室內裝修時，相關檢視或維修孔留設之說明。
- 9.建議本案可增列有關隔震層防火問題，以及隔震器泡水後必要處置之說明。
- 10.建議本案宜增列有關隔震建築買賣時，對於合約訂立、耐震等級標示、建築失能時之評估與處置，以及維護管理階段各行為人權利與義務之說明。

#### 八、主席指示事項：

請各研究案之負責同仁，就與會學者專家與所內同仁所提意見，檢討修正研究計畫之內容，並納為後續研究之參採。

#### 九、散會（下午 12 時 30 分）

內政部建築研究所 95 年度「門窗氣密水密抗風壓性能試驗標準作業程序之研究」、「隔震建築應用與使用管理通俗化手冊之研擬」及「帷幕牆風雨試驗造風設備動態試驗風壓量測之研究」等自辦研究計畫期中審查會議紀錄

一、時間：95 年 7 月 31 日（星期一）上午 9 時 30 分

二、地點：15 樓第一會議室

三、主持人：李主任秘書玉生      記錄：蔡宜中、厲妮妮、郭建源

四、出席人員：如簽到單

五、簡報內容：略。

六、綜合討論意見：

（二）隔震建築應用與使用管理通俗化手冊之研擬

1. 邱顧問昌平

(1) 本研究之內容，可提供一般社會大眾或半專業之人員，認識隔震建築的全貌，也給預備或已使用此類建築系統時之參考與依循。

(2) 建議本研究於前言或第一章之適當位置，介紹隔震、制震與一般耐震建築之差異即可，而研究重點應聚焦於隔震建築之探討，以免造成讀者之混淆。

(3) 有關文字、圖形與漫畫等部分之使用，應以正確、簡潔且避免重複之原則撰擬。對於年代之表示，宜改以使用公元多少年，並應避免使用目前、最近等字眼，以免造成未來時空認知之錯亂。

2. 黃理事長清毅

(1) 建議增加有關層間變位設計標準之比較，例如：耐震設計層間變位角之最大需求 15/1000，設計層間變位角為 10/1000；而對於隔震建築而言，其層間變位需求可



降為多少，宜增加此部分之研究。

### 3. 詹教授添全

- (1) 有關報告中所使用隔制震元件之名詞，建議應採符合建築物耐震設計規範第九章與第十章之規定為宜。
- (2) 有關「遲滯金屬降伏型阻尼器」一詞，建議宜配合相關規範之名詞定義，而修正為位移型消能元件。
- (3) 遲滯型阻尼器修正為位移型(低降伏鋼板消能元件)，對於黏滯阻尼器一詞，宜再細分為黏彈性與黏滯性阻尼器。
- (4) 建議本研究宜再加入材料、成品等之照片、細部圖與模型；且就所蒐集之照片，可製作正確與錯誤之比較圖表。
- (5) 建議分隔震手冊與消能元件手冊編列，另有關規劃設計部分之內容，為規範之重點，建議可採以觀念介紹之方式，列入手冊即可。
- (6) 建議加列有關經濟性之比較，隔震與消能效果之比較，以供業界參採。

### 4. 葉組長祥海

- (1) 隔震元件之尺寸與建築物之高度（樓層數）間之關係如何，建議可嘗試以日本之案例，或利用已有文獻探討之。
- (2) 隔震元件之實驗認證，以及隔震建築之結構審查，在法規上已有相關之規定，建議以通俗化之手法，納入本研究中。

### 5. 李主任秘書玉生

- (1) 有關制震與隔震系統部分之說明，應予區隔表示，以免造成讀者之混淆。
- (2) 有關本案手冊之撰寫方式，可參採木構造建築技術手

冊之架構，並宜著重於使用管理部分之內容介紹。

- (3)對於隔震與制震建築案例之參訪與調查工作中，若發現有設計與施工不良或疏失之現象，宜配合研提相關規範條文修訂之建議內容，以落實此類建築之正向發展。

七、會議結論：

- (一)與會學者專家之討論意見，請研究團隊作為後續研究之參採。  
(二)本次會議同意完成期中簡報，請積極辦理後續研究工作。

八、散會：中午 12 時正

## 內政部建築研究所 95 年度自行研究計畫期末審查會議紀錄

一、時間：95 年 12 月 25 日（星期一）下午 2 時 30 分

二、地點：13 樓簡報室

三、主持人：葉組長祥海

四、記錄：張邦立

五、出席人員：如簽到單

六、簡報內容：略

七、綜合討論意見：

### （二）隔震建築應用與使用管理通俗化手冊之研擬

#### A. 邱顧問昌平：

- (1) 隔震建築之應用在台灣地區已有數十棟之多，本手冊之研擬可讓更多公私機構、一般公民、專業建築師、技師、營造單位更普遍的認知隔震建築之內涵。
- (2) 本手冊之架構包含規劃、設計、施工、使用維護四大部分，內容完整，出淺入化。
- (3) 案例介紹及第一節之實績表宜內容一致；未列入建築設計及隔震設計監造者的，請盡量調查補列。

#### B. 柯技師鎮洋：

- (1) 報告 Page 14 頁，建議中間層隔震之地下室畫大一些，比地上建築大一些。
- (2) 建議增加隔震器吊裝通道、更換通道開口、建築設計注意事項。
- (3) 建議增加隔震層之維修、通行通道、建築設計注意事項。
- (4) 垂直通道，例如電梯、扶梯、樓梯之資料值得蒐集。
- (5) 建議增加淹水防治策略、建築設計注意事項。

- (6)五大管線設備之資料值得蒐集。
- (7)年度檢修，建研所是使用單位，應列有年度預算辦理，例如電梯年度檢修。
- (8)建議規劃 4 級或 5 級地震以上之收集資料建築物（重點建築），例如新店醫院、公館捷運站、台北應變中心……等。事前就宜辦理行政溝通，獲取進出許可。收集資料由一個單位（團隊）辦理，標準較易一致性。

C.詹教授添全：

- (1)建議加入適量之國外案例與大地震後之發展情形，以利通俗手冊之內容。
- (2)為突顯隔震建築之特色，建議大方向之比較應與傳統耐震相比較。
- (3)隔震元件依目前材料可分為鉛心、高阻尼、滾動、摩擦單擺、滑動式，建議必要時應廣納國外案例，以求完整。
- (4)CIB/TG44 自 2006.12 起已修改為 CIB/W114，對於隔震規範與專業名詞、各國規範比較，有明確之三年研究推廣方向，建議本研究可予以納入。
- (5)調查表格式建議參考 CIB/W114 在日本免震構造協會網站上之內容，以利與國際接軌。
- (6)位移量測垂球下之板太小，應以設計最大總位移為參考設置尺寸。

D.蔡教授益超：

- (1)本案通俗化手冊鎖定的對象，好像為建築師、建設公司或其他工程人員，一般民眾可能還是不適用。
- (2)地面或基礎隔震，地面層有間隙，地震時會不會產生危險、意外，要多加說明。

E.林教授文賢：

- (1)P.26 日本最近發生大地震日期是「1995」年，而非「1955年」。
- (2)隔震建築物於手冊中，務必標明與鄰棟建築物之距離，以防其間相撞。
- (3)於隔震建築物四周立「警告牌」告知此建築物之特性。
- (4)說明安裝隔震系統之必要最小尺度。
- (5)說明更換隔震系統之順序及其工法。
- (6)設備系統之改良，請參考日文相關耐震設備管線。
- (7)請增列魚池鄉日月潭文武廟山門案例。

#### 八、會議結論：

與會委員及專家代表所提意見請詳實記錄，並請研究同仁妥予參採充實計畫內容，儘速依自行研究案管制時程提出成果報告。

#### 九、散會：下午 5 時 30 分



## 參考書目

### 中文部分：

1. 「日本隔震技術與隔震設計的現況」，第 23 屆中日工程技術研討會，建築研究組座談會議資料，2003 年。
2. 「地震百問」，交通部中央氣象局，2005 年。
3. 「地震百問」，國家地震工程研究中心。
4. 「日本隔震與制震建築技術之最新動向與補強實例介紹」，第 26 屆中日工程技術研討會建築研究組座談會議資料，2006 年。
5. 森宣雄、吳瑞雲著，「台灣大地震——1935 年中部大震災紀實」，遠流出版公司，1996 年。
6. 地震測報中心網站，<http://scman.cwb.gov.tw/eqv5/10eq/10eq-index.htm>，2006 年 11 月 7 日。
7. 消防署網站，<http://www.nfa.gov.tw>。
8. 蔡克銓，「耐震、減震與隔震結構設計」，財團法人中興工程科技研究發展基金會，2001 年。
9. 劉樹賢，「談『地震工程』」，科技圖書股份有限公司，2000 年。
10. 何政道、戴銘楠、郭建志、廖淑明、李敏瑜，「耐震、制震、隔震系統介紹」，和椿科技。
11. 武田壽一著，王鎮遠譯，「建築物隔震、防震與控振」，鼎達實業有限公司，2000 年。
12. 江支川，「隔震技術入門——二十一世紀建築結構的新技術」，田園城市，2000 年。
13. 張國鎮、黃震興、蘇晴茂、李森栢，「結構消能減震控制及隔震設計」，全華科技圖書股份有限公司，2004 年。
14. 蔡益超、詹添全，「建築物隔震設計與施工」，財團法人中華建築中

心，2005 年。

15.陶其駿，「隔制震建築維護管理現況調查與探討」，內政部建築研究所自行研究報告，2004 年。

#### 外文部分：

1. 大崎順彦、清水建設免震開発グループ，「わかりやすい免震建築」，理工圖書，1990 年。
2. 永井達也，「耐震技術のはなし」，大成建設技術本部，1995 年。
3. 「耐震・免震・制震のわかる本——安震建築をめざして」，清水建設免制震研究會，1999 年。
4. 「はじめての免震建築」，社團法人日本免震構造協會，2000 年。
5. 「免震構造施工標準」，日本免震構造協會，2001 年。
6. 「免震建物の維持管理基準」，日本免震構造協會，2004 年。
7. 「考え方・進め方 免震建築」，社團法人日本免震構造協會，2005 年。
8. 武田壽一，「構造物の免震防振制振」，技報堂，1989 年。
9. 深堀美英，「免震住宅のすすめ——大地震から“家”と“家庭”を守るために」，講談社，2005 年。
10. 多田英之，「建築の設計と責任——なぜ今も地震で建物が壊れるのか」，岩波書店，2002 年。
11. 齊藤大樹，「耐震、免震、制震のはなし」，日刊工業新聞社，2005 年。