# 鋼筋混凝土建築物耐震能力 初步評估平台開發與應用

研究主持人: 陳建忠

協同主持人: 宋裕祺

研 究 員 : 蔡益超、陳長佑、李台光、謝宗興

研究助理: 邱毅宗、顏志良

研 究 期 程 : 中華民國 105 年 2 月至 105 年 12 月

# 內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 105 年 12 月

鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估平台開發與應用

# 目次

目次	i
表次	V
圖次	vii
摘要	xiii
ABSTRACT	XV
第一章 緒論	·······1
第一節	研究緣起與背景1
第二節	研究目的與內容3
第二章 文獻	三角5
第一節	前言5
第二節	國外之建築物耐震能力初步評估6
第三節	國內之建築物耐震能力初步評估11
第四節	建築物耐震能力初步評估軟體22
第三章 鋼筋	混凝土建築物耐震能力初步評估27
第一節	前言27
第二節	基本資料表28

第三節	建築物耐震能力初步評估表30
第四節	建築物耐震能力評估38
第五節	建築物平立面圖表49
第六節	現況照片表50
第四章 耐震	能力初步評估雲端平台建立51
第一節	前言51
第二節	評估流程51
第三節	功能需求分析52
第四節	PSERCB 介紹53
第五節	平台改善59
第六節	開發結果71
第七節	小結82
第五章 案例	分析結果之統計與比較83
第一節	前言83
第二節	案例分析84
第三節	PSERCB 之耐震能力準確性探討100
第四節	PSERCB 之標準分數合理性探討101
第五節	其它建築物耐震能力初步評估之統計分析 103

第六節 小節114
第六章 結論與建議115
第一節 結論115
第二節 建議117
附錄一 初審簡報專家審查意見與答覆119
附錄二 期中報告專家審查意見與答覆123
附錄三 期末報告專家審查意見與答覆127
附錄四 專家諮詢會議意見與答覆129
附錄五 鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估(PSERCB)應
用講習會137
附錄六 建築物相關資訊149
附錄七 一樓構件參數建議值151
附錄八 PSERCB 操作 Q & A155
<b>参考文獻159</b>

# 表次

表	2.1	危險度判定調查表	.7
表	2.2	危險度判定判定表	.7
表	2.3	RC 柱及 RC 牆的損害程度判斷表	.8
表	2.4	建築物耐震評估表格	14
表	2.5	非典型校舍耐震能力初步評估表	21
表	3.1	建築物基本資料表	28
表	3.2	耐震能力初步評估表	30
表	3.3	柱之損害程度	34
表	3.4	牆之損害程度	35
表	3.5	R <sub>col</sub> 、R <sub>sw</sub> 及R <sub>bw</sub> 之建議表	45
表	3.6	$C_{vej}$ 、 $C_{Rej}$ 、 $C_{vsj}$ 、 $C_{Rsj}$ 、 $C_{vbj}$ 與 $C_{Rbj}$ 之建議表	45
表	3.7	建築物平練面圖表	49
表	3.8	現況照片表	50
表	4.1	系統分工表	57
表	4.2	講習會之意見與回覆表	60
表	4.3	耐震能力初步評估表(舊表)	63
表	4.4	耐震能力初步評估表(新表)	63

表 4.5 標準層牆資料輸入表64
表 4.6 柱資料輸入表(舊表)65
表 4.7 柱資料輸入表(新表)65
表 5.1 建築物相關資料84
表 5.2 結構物主要尺寸85
表 5.3 結構物配筋資料86
表 $5.4$ 不同 $\frac{A_{c1}}{IA_{475}}$ 之平均值小於各標準分數之機率表 $104$
表 5.5 不同 $\frac{A_{c1}}{IA_{475}}$ 之平均值落於各判定區間之機率表105
表 5.6 不同耐震初評總分之平均值小於各標準分數之機率表
106
表 5.7 不同耐震初評總分之平均值落於各判定區間之機率表
109

# 圖次

圖	2.1 簡易評估法示意圖	18
圖	2.2 耐震コロコロ	22
圖	2.3 建築物耐震相關問答	23
圖	2.4 建築物耐震問答結果	23
圖	2.5 建築物傾斜程度測量	23
圖	2.6 建築物傾斜度	23
圖	2.7 建築物傾斜程度評斷	24
圖	2.8 建築物傾斜度評斷結果	24
圖	2.9 地盤評估	24
圖	2.10 地盤軟弱程度	24
圖	2.11 地盤評估結果	25
圖	2.12 綜合評估結果	25
圖	3.1 地下室面積比	31
圖	3.2 柱之損害程度	34
圖	3.3 牆之損害程度	35
圖	3.4 柱假設配筋位置	41
圖	3.5 柱極限剪力修正係數	42

圖	4.1 評估流程	52
圖	4.2 登入頁面	54
圖	4.3 專案管理頁面	54
圖	4.4 編輯專案頁面	55
圖	4.5 封存專案頁面	55
圖	4.6 關於 PSERCB 介紹頁面	56
圖	4.7 虛擬機配置示意圖	57
圖	4.8 系統壓力測試	58
圖	4.9 監控平台	59
圖	4.10 研討會場次示意圖	60
圖	4.11 PSERCB 基本資料	66
圖	4.12 PSERCB 斷面資料	66
圖	4.13 複製 X 向柱斷面資訊	<b>67</b>
圖	4.14 複製 X 向柱斷面資訊之警告視窗	<b>67</b>
圖	4.15 建築物載重	69
圖	4.16 柱主筋輸入(鋼筋比輸入)	69
圖	4.17 柱主筋輸入(鋼筋號數、根數輸入)	<b>70</b>
圖	4.18 RC 牆鋼筋輸入	<b>70</b>
圖	4.19 PSERCB 登入頁面	<b>71</b>

圖	4.20 PSERCB 專案管理頁面	.72
圖	4.21 基本資料	.72
圖	4.22 定性評估表	.73
圖	4.23 參數設置	.73
圖	4.24 X 向斷面資料	.74
圖	4.25 Y 向斷面資料	.74
圖	4.26 資料上傳	.75
圖	4.27 現況照片上傳	.75
圖	4.28 PSERCB 評估結果	.76
圖	4.29 結論及重要註記	.76
圖	4.30 報告書(基本資料表)	.77
圖	4.31 報告書(建築物耐震能力初步評估表)	.77
圖	4.32 報告書(額外增、減分)	.78
圖	4.33 報告書(重要註記及結果判定)	.78
圖	4.34 報告書(材料參數)	.79
圖	4.35 報告書(一樓柱極限剪力強度計算)	.79
圖	4.36 報告書(一樓牆極限剪力強度計算)	.80
圖	4.37 報告書(建築物 475 年地震回歸期耐震能力計算)	.80
圖	4.38 報告書(建築物 2500 年地震回歸期耐震能力計算)	.81

圖	4.39 報告書(建築物平立面圖表)	81
圖	4.40 報告書(建築物現況照片表)	82
圖	5.1 建築物使用用途分佈	83
圖	5.2 建築物樓層分佈	83
圖	5.3 公有建築物之一樓平面圖	85
圖	5.4 基本資料	88
圖	5.5 定性評估表(結構系統)	88
圖	5.6 定性評估表(結構細部、結構現況)	89
圖	5.7 額外增、減分	89
圖	5.8 參數設置	90
圖	5.9 X 向斷面資料(一般柱)	90
圖	5.10 X 向斷面資料(RC 牆)	91
圖	5.11 Y 向斷面資料(柱)	91
圖	5.12 資料上傳	92
圖	5.13 現況照片上傳	92
圖	5.14 基本資料表	93
圖	5.15 耐震能力初步評估表	93
圖	5.16 耐震能力初步評估分數	94
圖	5.17 耐震能力初步評估結果判定	94

圖	5.18	參數:	設置	••••••	••••••	••••••	••••••	•••••	••••••	95
圖	5.19	柱極	限層剪	力強度	度計算	- ••••••	•••••	•••••	•••••	95
圖	5.20	牆極	限層剪	力強度	度計算	- ••••••	•••••	•••••	•••••	96
圖	5.21	建築	物 475 -	年地第	复回歸	期耐震	能力	計算	•••••	96
圖	5.22	建築	物 2500	年地	震回	歸期耐	震能力	7計算	••••••	97
圖	5.23	建築	物平立	面圖.	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	97
圖	5.24	建築	物現況!	照片.	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	98
圖	5.25	公有	建築物	莫型廷	建立	•••••	•••••	•••••	•••••	98
圖	5.26	X向i	耐震能;	力詳約	田評估	•	•••••	•••••	•••••	99
圖	5.27	Y向雨	付震能;	力詳約	田評估	••••••	•••••	•••••	•••••	99
圖	5.28	耐震	初評分	數標準	隼之合	理性	•••••	•••••	••••••	101
圖	5.29	不同	<u>A<sub>c1</sub></u> 건국	卢均值	落於	各判定	區間之	乙機率	圖	106
圖	5.30	不同	初評總	分之二	<b>严均值</b>	落於名	判定	區間之	_機率圖	113

## 摘要

關鍵詞:鋼筋混凝土耐震能力初步評估、雲端作業系統、定量評估、防災

## 一、研究緣起

耐震設計規範經多次修訂後,特定地區為數龐大的老舊建築物之耐震能力恐已不符規範標準。若逐一進行詳細耐震能力評估,將需要相當的經費與時間。故本文根據內政部建築研究所於 2014 年委託案中,研擬新版建築物耐震能力初步評估方法為基礎,開發鋼筋混凝土結構物耐震能力初步評估之應用平台(Preliminary Seismic Evaluation of RC Building, PSERCB),讓使用者能夠快速且準確的估算建築物的耐震能力。

PSERCB 能夠將耐震評估結果之安全程度以分數表示,讓使用者能夠優先篩選出耐震能力較差之建築物,優先進行耐震詳細評估與補強,進而節省成本與時間。最後評估結果可直接列表印出,讓評估者在執行耐震能力初步評估作業上更加便利。另外,過去政府機關進行許多耐震能力評估,其評估結果皆已紙本在不同地方各自保存,本平台能夠將未來耐震能力評估結果儲存於雲端資料庫內,政府建管單位可透過此平台達到資料檢視、分析、統計與管理之功能,作為後續大數據(Big Data)分析之依據,達到災害管理的目的,讓資料能夠做更有效率的應用。

## 二、研究方法及過程

- 蒐集國內、外文獻,重新探討 2014 年建築研究所委託案中耐震能力初步評估表。
- 建立鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估平台(PSERCB),提高使用者運用此 套初步評估方法之效率,並提供一儲存評估結果之雲端空間。
- 3. 透過統計分析探討 PSERCB 評估結果,並與耐震能力詳細評估結果比較,證實 PSERCB 之可靠性與合理性。
- 4. 透過一公有商辦大樓,比對 PSERCB 與詳細評估結果,再次證實 PSERCB 之 準確性。

## 三、重要發現

經由 29 棟低矮與 1 棟 10 樓公有建築物之耐震能力初步與詳細評估結果,進行統計分析與比對,兩者結果相當接近,PSERCB 精確度受到肯定。最後透過一系統不規則之大型建築物與一 10 層樓高之公有辦公大樓之實際案例,介紹耐震能力初步評估分析的作業程序,並將初步與詳細評估結果進行比對,透過此二個案例再次肯定 PSERCB 的精確度。

## 四、主要建議事項

建議透過研討會方式,介紹 PSERCB 的操作,經研究團隊之講解,可以較快熟悉此套程式之功能與運作,並且編撰操作手冊至於網上,讓評估者能夠及時查詢各參數代表意義。

## **ABSTRACT**

The numerous existing buildings maynot behave qualified seismic performance satisfied with the current seismic design code as a result of material deterioration or outdated design, etc. It needs a significant cost and time to do the detailed seismic evaluation of existing buildings for determination on necessary seismic retrofit. Therefore, development of a preliminary seismic evaluation system giving a rapid and reliable result is very important currently in Taiwan.

This thesis focused on developing the preliminary seismic evaluation of reinforced concrete buildings (PSERCB), based on research of Porfs. Sung and Tsai 2014, granted by Architect Research Institute, Taiwan. Both qualitative and quantitative evaluation results are involved in this framework. A cloud platform was established for the engineers to input the inspection of current status of buildings and the evaluation report is able to be downloaded as technical report. All the data on the cloud platform are collected as the basis of big data analysis for strategy of disaster prevention to government in the future.

The accuracy and reasonability of the developed PSERCB system was investigated by detailed assessment of 30 existing buildings.

The guideline of system operation and some technical parameters provided by the professional engineers or architecture association are included in Appendices.

This study could benefit the rapid screening of the buildings without sufficient seismic capacity and provide a preliminary seismic retroffiting in a short moment. In addition, the strategy on disaster prevention is able to be determined according to big data analysis of all the results obtained.

## 第一章 緒論

## 第一節 研究緣起與背景

臺灣位於環太平洋地震帶上,地質構造主要係由菲律賓海板塊與歐亞板塊互相推擠之造山運動所形成,因菲律賓海板塊至今仍以年平均7~11公分之速度向歐亞板塊推擠,使中央山脈與海岸山脈不斷持續上升,亦造成臺灣本島各地地震發生頻繁,而每年所記錄得之有感地震更是超過百次。地震在臺灣地區造成地裂、噴砂、崖崩、公路坍方、鐵軌變位、橋梁破壞、水壩潰堤、房屋倒塌、產業道路中斷等傷害,逕使人民傷亡及財產損失不計其數。

民國 88 年 9 月 21 日於南投縣發生規模 7.3 之集集大地震重創全臺,國土破裂滿目療痍,造成建築物損壞或倒塌者近 5 萬棟;民國 105 年 2 月 6 日於高雄發生規模 6.4 之美濃地震重創台南,其中維冠金龍大樓倒塌釀成重大災情。建築物倒塌造成百姓陷入恐慌與不安,社會經濟及國家社稷亦遭受嚴重挑戰。爰此,我國政府更加注重常時災害防治作業,其中係以房屋建築物耐震能力評估與補強作業為首要工作,民國 86 年 6 月 6 日修正「建築技術規則建築構造編耐震設計規範與解說」(內政部台 86 內營字第 8672951 號函)、94 年 12 月 21 日再次修正「建築物耐震設計規範與解說」(台內營字第 0940087319 號令)及 100 年 1 月 19 日修正「建築物耐震設計規範及解說」(台內營字第 0990810250 號令)部分規定。921 地震發生後,政府積極改善既有公有建築物耐震能力,針對警政廳舍、消防廳舍及學校校舍等,紛紛進行耐震能力評估與補強作業;0206 地震發生後,政府亦開始推動耐震安檢,針對民宅進行耐震能力評估與補強作業。

直接對建築物進行耐震能力詳細評估與補強需耗費相當多的人力、時間及經費,若能夠有一套耐震能力初步評估系統有效篩選耐震能力不足機率較高之建築物,再進行耐震能力詳細評估與補強將可節省不少時間成本。現行耐震能力初步評估方法為民國 88 年由蔡益超教授所提出,內容多以定性評估為主[6],成果良劣取決於評估者自由心證,有、無經驗的評估者可能會導致評估結果差異過大,變異性過高。內政部建築物研究所

於 2014 年委託宋裕祺與蔡益超進行研究,開發耐震能力初步評估表,此表同使考慮定性及定量評估,能夠有效改善評估結果差異過大,變異性過高的問題。

另外,政府過去花費許多公帑進行初步調查與評估,但評估結果散落於各處且皆以 紙本方式呈現不易保存。有鑑於此,本文設計一耐震能力初步評估平台(PSERCB),希 冀透過此平台,將評估結果彙整儲存於同一雲端平台上,未來可進行數據分析與統計評 估,或配合 GIS 展現房屋建築耐震能力良劣之分佈區域,可作為耐震防災對策制定之依 據、都市更新策略之參考。

## 第二節 研究目的與內容

2014年內政部建築研究所委託案所提出耐震能力初步評估方法,同時考慮定性及定量評估,在民國 105年3月7日內政部營建署召開會議,確認採用 PSERCB 作為美濃地震過後之建築物的耐震初評依據。並於同年四、五兩個月辦理多次講習會,各界也提出許多改善建議。爰此,本研究以改善 2014年版耐震能力初步評估平台為主要研究目的,而研究內容如下:

- 蒐集國內外相關文獻,參考由專家羅列影響建築物耐震之重要因子,並重新訂定適用於國內之耐震能力初步評估方法。
- 2. 將定量評估中最困難的計算部分由程式進行處理,包含:柱、RC牆、磚牆之極限剪力強度計算、100年設計規範之設計地震力計算、建築物耐震能力計算等。
- 將程式以網頁顯示,使用者不需下載軟體,僅需透過網路及瀏覽器即可進行耐震能力初步評估。
- 4. 建立 EXCEL 匯入構件斷面之功能,提升使用者輸入斷面之方便性。
- 5. 建立照片上傳功能,希冀使用者可搭配評估平台使用。
- 6. 建構下載報告書功能,僅需於平台上完成耐震初評即可輸出報告書。
- 7. 透過案例分析與統計比對,了解耐震能力初步評估之準確性。
- 8. 將 PSERCB 與其他程式或系統結合應用,希冀提升我國防災、救災效率。

鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估平台開發與應用

# 第二章 文獻回顧

## 第一節 前言

臺灣之建築物耐震設計規範及解說經多次修訂後,特定地區為數龐大的老舊建築物之耐震能力恐已不符最新規範標準。若逐一進行詳細耐震能力評估,將需要相當的經費與時間。有鑑於此,本節蒐集國內外快速或初步耐震評估方法進行探討,重新檢討本研究中所使用之耐震能力初步評估方法。

日本已將簡易自宅評估以 APP 呈現,本研究欲將最後擬定之耐震能力初步評估系統建立於網路平台,希冀使用者可於任何時間、任何地方都能夠簡易的操作。並且將耐震能力初步評估分法中計算部分由程式進行,讓使用者在使用本評估方法時更加便利。

## 第二節 國外之建築物耐震能力初步評估

## 一、地震受害建築物應急危險程度的檢定手冊

日本靜岡縣都市住宅部建築科編著之地震受害建築物應急危險程度的鑑定手冊中,針對震後受損建築物設計一危險度判定調查表,藉以判定危險之程度。調查表之範圍廣泛地包含結構構材及附屬構造物等多個項目。而國家地震工程研究中心參考其架構,考量校舍周遭之邊坡、擋土牆破壞或落石亦可能造成建築物及人員之不可預期的危險,所以於危險度判定調查表加入以上所提之項目。簡化後之危險度判定調查表詳見表 2.1 與表 2.2,表中對於 RC 柱或牆之損害程度判斷的標準列於表 2.3 中。

表 2.1 危險度判定調查表

調查項目		危險度				
	<b>祠</b> 鱼填日	A 級	B級	C級		
1	地盤不均勻沉陷造成建物傾 斜	□小於1度	□1 度~2 度	□超過2度		
2	建築物因地盤破壞下陷	□小於 0.2m □0.2m~1.0m □超3		□超過 1.0m		
3	損壞程度Ⅳ柱數量/柱總數量	□小於 10%	□10%~20%	□超過 20%		
3	損壞程度V柱數量/柱總數量	□小於 1%	□1%~10%	□超過 10%		
4	周遭邊坡或擋土牆破壞潛勢	□低	□中	□高		
	危險度合計	A級個數 個	B級個數 個	C 級個數 個		
	損害程度 III 以上之柱或牆	□有	□無			

【資料來源:中小學校舍耐震評估與補強,2000年】

表 2.2 危險度判定判定表

危險度區分	
禁止進入	C級個數1個以上或B級個數2個以上
進入要注意	無 C 級判定但有 1 個 B 級個數
使用可能	無C或B級
安全	無損害程度 III 以上之柱或牆

【資料來源:中小學校舍耐震評估與補強,2000年】

表 2.3 RC 柱及 RC 牆的損害程度判斷表

RC柱及 RC 牆的損害程度	損害內容		
I(受損輕微)	裂縫寬度在 2.0mm 以下。		
Ⅱ(輕度破壞)	裂縫寬度在 2.0mm~1mm。		
Ⅲ(中度破壞)	發生較大裂縫,混凝土僅少部分剝落,裂縫寬度		
	在 1mm~2mm。		
Ⅳ(嚴重破壞)	裂縫寬度超過 2mm,混凝土嚴重剝落,鋼筋露出。		
V(完全破壞)	鋼筋挫屈,混凝土碎裂,柱或剪力牆有高度方向		
	性之變形,甚至有鋼筋斷裂之情形。		

【資料來源:中小學校舍耐震評估與補強,2000年】

## 二、日本建築防災協會制定之耐震診斷基準

由日本建築防災協會所制定的耐震診斷基準,診斷對象是一般 5~6 層以下鋼筋混凝土建築物,此法由簡便的一次診斷到詳細的三次診斷共三種方法所構成,在此只介紹一次診斷部分。

其方法為將既有建物之耐震指標 $I_s$ ,以三個指標相乘積而得

$$I_s = E_0 \times S_D \times T \tag{2.1}$$

 $I_{s}$ : 結構耐震指標

 $E_0$ : 保有性能基本指標

T: 經年係數

其中 $E_0$ 為根據柱、牆壁的斷面積與樓地板面積概算求得水平強度, $E_0$ 的計算為(2.2)式及(2.3)式取大值。 $S_D$ 指標為針對平面整體性、邊長比、伸縮縫的間距、挑高之有無、地下室之有無、層高的均勻性、軟弱層之有無、其他等項目進行檢核計算。T指標為依

建築物的裂縫、變形及使用年數等項目,依其所定之折減係數,取其最小者為經年係數。

$$E_0 = \frac{n+1}{n+i} (C_w + \alpha_1 C_c) F_w$$
 (2.2)

$$E_0 = \frac{n+1}{n+i} (C_{sc} + \alpha_2 C_w + \alpha_3 C_c) F_{sc}$$
 (2.3)

n: 建築物樓層數

i: 評估的樓層

 $C_w$ : 牆的強度指標

 $C_c$ : 柱的強度指標

 $C_{sc}$ : 極短柱的強度指標

 $F_w$ : 牆的韌性指標

 $\alpha_1$ : (牆達極限強度時之柱強度和)/(柱的極限強度和),取 0.7

 $\alpha_{2}$ :(極短柱達極限強度時之牆強度和)/(牆的極限強度和),取 0.7

 $\alpha_3$ : (極短柱達極限強度時之柱強度和)/(柱的極限強度和),取 0.5

## 三、美國 ATC-20 之建築物震後安全評估

美國 ATC-20 擬定一套建築物震後安全評估步驟,惟並非以量化方式來判定建築物之危險程度,而以列舉項目及評估者之判斷來決定建築物之危險程度。

美國 ATC-20 針對震後建築物之危險性評估的主要項目為:

- a. 整體結構方面
- b. 倒塌或部分倒塌
- c. 建物傾斜情形
- d. 結構構材方面
- e. 基礎破壞情形
- f. 樓板破壞情形
- g. 柱破壞情形
- h. 梁破壞情形
- i. 附屬結構方面

#### 鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估平台開發與應用

- j. 欄杆、隔間牆、電梯、樓梯、電線及瓦斯管線等
- k. 邊坡破壞方面
- 1. 地盤滑動或落石等

## 第三節 國內之建築物耐震能力初步評估

#### 一、蔡益超教授擬定之鋼筋混凝土耐震能力初評表

蔡益超教授針對評估對象進行耐震評估之初步篩選,進而提出鋼筋混凝土耐震能力初步評估表,如表 2.4 所示。此初步評估表針對影響耐震能力之主要因素研擬而成,共有 18 個項目,依各項之重要性有不同的配分,總合為 100 分。各項目根據評估內容,就可以決定權數,將權數乘以配分可得到該項目的危險度評分。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,則表示該建築物的耐震能力有疑慮,若低於 30 分,則表示該建築物的耐震能力尚無疑慮。

其中,表2.4中各項說明羅列如下:

#### 1. 設計年度

建築之耐震設計必須遵照耐震設計規範,各個不同時期之耐震設計規範(建築技術規則)在震區劃分、震力係數、設計地震力計算、韌性設計等皆有所不同,所以各個不同時期興建之建築物其耐震能力就有所不同。

#### 2. 地盤種類

從各類地盤的正規化加速度反應譜來看,地盤越軟弱,引致的地震力越大。本項目 之地盤分類為依目前耐震設計規範來區分。

#### 3. 工址震區加速度係數

震區之劃分及對應之震區水平加速度係數(Z)是根據建築物耐震設計規範來決定。

#### 4. 地下室面積比, $r_a$

建築物的地下室面積如果較大,地震時承受之土壤壓力較小,結構體也比較不會發 生差異沉陷之破壞。建築面積係地面以上建築物的投影面積。

#### 5. 基礎型式

基礎若為基腳,且基腳間無繫梁,基腳較易發生土壤承載力不足之破壞或基腳結構 體之破壞。基腳間若有繫梁,或採用筏基或樁基時,則因連成一體,基礎傳遞之力量可 透過繋梁或地梁加以分配,安全性較高。

#### 6. 基地土壤承載力

基礎下的土壤承載力不佳時,地震時比較容易產生土壤承載力不足之破壞,以及結構體因差異沉陷過大產生之破壞。

#### 7. 梁之跨深比,b

梁之跨深比為梁之淨跨與有效梁深的比值,此值越大,發生彎矩降伏的機會較大,結構體較具韌性,此值越小,發生剪力降伏的可能性增加,結構體因較不具韌性,耐震能力較差。

#### 8. 柱之高深比,a

柱之高深比為柱之淨高與沿地震力方向之柱深的比值,此值越大,發生彎矩降伏的 機會較大,結構體較具韌性,此值越小,發生剪力降伏的可能性增加,結構體因較不具 韌性,耐震能力較差。

#### 9. 牆量指標

建築物若具剪力牆、構架間填滿之非結構 RC 牆或磚牆,則其可承擔一部分之地震力,則構架發生的一些不良破壞模式對耐震能力的影響就沒有那麼大。

#### 10. 窗台、氣窗造成短柱嚴重性

窗台或氣窗若緊貼柱邊,會造成短柱。除會吸收較大之地震力外,其破壞模式也可能由彎矩破壞轉變為剪力破壞,使耐震能力降低。

#### 11. 磚牆造成短梁嚴重性

短梁在地震時會引致較高之剪力,因此可能會發生較不具韌性之剪力破壞,降低了 建築物之耐震能力。

#### 12. 軟弱層顯著性

建築物的一樓常因使用之需要,二樓以上的非結構 RC 牆或磚牆沒有下到一樓,致使一樓之極限層剪力強度降低。地震來襲時,一樓會先產生塑鉸,其韌性用盡後,建築物就發生軟弱層破壞,其對應之耐震能力低。

#### 13. 平面對稱性

結構物抵抗地震力之構材如左右、前後對稱,則建築物之質心與勁度中心通常不致 有太大之偏心。若建築物之質心與勁度中心有較大之偏心,則地震時會引致較大之扭矩, 增加損壞的可能性。

#### 14. 立面對稱性

結構物若在立面上有顯著之退縮或勁度變化,則地震時將產生不易掌握的動力行為, 影響結構物的耐震安全。

#### 15. 變形程度

結構體若有基礎的差異沉陷,則可能會傾斜,而構材若強度不足,也會產生較大之 變形。此些因素都會降低結構體的耐震能力。

#### 16. 裂縫銹蝕滲水等嚴重性

鋼筋混凝土構材若具有裂縫,代表混凝土品質不良或強度不足,鋼筋銹蝕也會降低構材之強度,此些因素都會影響結構物的耐震安全。

#### 17. 屋齡 vr(年)

屋齡較大的建築物,其構材老化的程度較嚴重,耐震能力因此也較低。

#### 18. 屋頂加建程度

屋頂若加建原設計不包含之加建物,由於加建物具有重量,且又位於最高的屋頂, 地震時產生的地震力比設於其他樓層更大,對結構物的耐震能力具相當之影響。

表 2.4 建築物耐震評估表格

					危
項次	項目	配分	評估內容	權數	· 险度評分
1	設計年度	4	□63 年 2 月以前(1.0) □63 年 2 月~71 年 6 月 (0.75) □71 年 6 月~78 年 5 月(0.5) □78 年 5 月 ~86 六年 5 月(0.25) □86 年 5 月以後(0)		
2	地盤種類	5	□台北盆地(1.0) □第三類(0.8) □第二類(0.4) □ 第一類(0)		
3	工址震區加速度 係數	5	(Z-0.18)/0.15;其中 Z: 震區加速度係數		
4	地下室面積比,ra	5	0≤(1.5-ra)/1.5≤1.0; ra: 地下室面積與建築 面積之比		
5	基礎型式	5	□基腳(無繫梁) (1.0) □基腳(有繫梁) (0.5) □椿 基或筏基(0)		
6	基地土壤承載力	4	0<(10-b)/8<1.0		
7	梁之跨深比,b	6	0<(6-a)/4<1.0		
8	柱之高深比,a	6	□極差(1.0)□不良(0.67)□尚可(0.33)□良好(0)		
9	牆量指標	8	□極差(1.0)□不良(0.67)□尚可(0.33)□良好(0)		
10	窗台、氣窗造成 短柱嚴重性	8	□高(1.0)□中(0.67)□低(0.33)□無(0)		
11	磚牆造成短梁嚴 重性	6	□高(1.0)□中(0.67)□低(0.33)□無(0)		
12	軟弱層顯著性	8	□高(1.0)□中(0.67)□低(0.33)□無(0)		
13	平面對稱性	6	□差(1.0)□尚可(0.5)□良(0)		
14	立面對稱性	4	□差(1.0)□尚可(0.5)□良(0)		
15	變形程度	4	□大(1.0)□中(0.67)□小(0.33)□無(0)		
16	裂縫銹蝕滲水等 程度	8	□高(1.0)□中(0.67)□低(0.33)□無(0)		
17	屋齡,yr(年)	3	$yr/50 \le 1.0$		
18	屋頂加建程度	5	□高(1.0)□中(0.67)□低(0.33)□無(0)		
分數總計 100		100			
評估結果			□確有疑慮(D>60)□有疑慮(30 <d<60)< td=""><td></td><td></td></d<60)<>		
			□尚無疑慮(D<30)		

【資料來源:中小學校舍耐震評估與補強,2000年】

#### 二、簡單計算耐震能力評估法

此方法為由蔡益超教授所提出,針對影響耐震能力最重要的八項因素,經簡單計算而得崩塌地表加速度,此八個因素為:規範最小設計水平總橫力、梁破壞模式、柱圍束箍筋、柱高深比、建築物具非結構牆之修正、建築物具剪力牆之修正、平面與立面對稱性、結構體現有缺陷評估。此八個因素的影響係數以 $F_1$ 表示,則建築物之耐震能力 $a_c$ 為震區水平加速度係數Z乘以 $F_1$ 至 $F_8$ 係數值。

$$a_c = Z(g)F_1F_2F_3F_4F_5F_6F_7F_8 (2.4)$$

#### 三、學校建築快速耐震診斷法

此一耐震診斷法由郭欣怡及許茂雄教授所提出,共提供3種不同層次之耐震診斷法,其中一次診斷與二次診斷是三次診斷逐步簡化結果:

- 一次診斷法為壁量比與柱量比的計算,將診斷學校一樓的壁量比與柱量比繪於圖上, 即可知道該建築物大約擁有的崩塌地表加速度。
- 二次診斷法為實用耐震診斷公式,將診斷學校樓層的磚牆、RC 牆、一般柱、長柱 與總樓地板面積代入公式中,即可計算得該建築物擁有的崩塌地表加速度。

三次診斷為靜態推垮曲線法,根據垂直構材實際尺寸、配筋與材料強度,先得到單一構材的水平位移與水平載重之非線性曲線,在假設建築物為剪力屋架的條件下,以位移控制累加各垂直構材之非線性曲線而得到整棟建築物診斷樓層之靜態推垮曲線,再依據工址正規化水平加速度係數C、結構系統地震力折減係數 $F_u$ 與建築物重量W,就可求得崩塌地表加速度。

## 四、一樓層剪力之簡易耐震評估法

一般建築物之耐震能力可以一樓柱與牆能否抵抗地震時產生之水平力判別。因此, 根據一樓之極限層剪力可概略估計該建築物之耐震能力,惟極限剪力之計算相當複雜, 國家地震工程研究中心經過合理之簡化,將其計算簡單與合理化。簡易耐震評估法係推 求建築物一樓之極限強度以及對應之韌性容量,此方法主以初步評估現有學校建築之耐 震能力,將耐震能力不足之校舍進行初步篩選,作為詳細評估之首要建築物。計算方法 說明如下:

#### (1)柱之剪力計算

由於柱之破壞可能為剪切破壞,也可能為撓曲破壞,所以須先比較單根柱之降伏剪力及柱兩端產生之塑鉸時對應之剪力,來求得柱降伏時所能提供之層剪力 $(V_{col})$ 為多少,其計算式可表示為:

$$V_{col} = \min(2M_v / L_n , V_v)$$
 (2.5)

其中 $V_y = V_c + V_s$ 為柱之剪力強度, $V_c$ 為混凝土所提供之剪力強度, $V_s$ 為鋼筋所提供之剪力強度。 $M_v$ 為柱之降伏彎矩,可依下式估算:

$$M_{v} = 0.8A_{s}f_{v}d + 0.5Pd(1 - P/(f'_{c}A_{g}))$$
(2.6)

 $L_n$ 為柱之淨高(如圖 2.1),P為靜載重加考慮活載重所造成柱之軸力。求得單根柱之強度後,仍需知道其韌性為何才可進行其耐震能力之評估,於此韌性之計算方法為,若為剪力降伏則取其韌性 $R_{col}=1.0$ ,若為彎矩降伏則依其塑鉸區之箍筋量來決定其韌性,其計算公式為。

$$R_{col} = 1.0 + 2.0\alpha < 3.0 \tag{2.7}$$

$$\alpha = (A_{sh})_{provide} / (A_{sh})_{code}$$
 (2.8)

對矩形柱而言, $(A_{sh})_{code}$ 為規範規定之箍筋總斷面積, $(A_{sh})_{code}=Max[A_{sh1},A_{sh2}]$ ,而  $A_{sh1}$ 、 $A_{sh2}$ 分別如下:

$$A_{sh1} = 0.3ah_c \left[ \frac{A_g}{A_c} - 1 \right] \frac{f'_c}{f_{yh}}$$
(2.9)

$$A_{sh2} = 0.09ah_c \frac{f'_c}{f_{yh}}$$
 (2.10)

由於一根柱全長的箍筋並不一定完全相同,所以計算 $V_y$ 及 $R_{col}$ 中所用之 $A_{sh}$ 可能有不同。以上之計算為假設柱頂及柱底皆產生塑鉸之情況計算單根柱所提供之層剪力,此計算方法並不考量與柱連接梁是否會先產生降伏之情況,所以可能高估單根柱所提供之層剪力,但本方法為進行建築物初步評估之工作,目的在將耐震能力嚴重不足建築物挑選出來,因此只考慮柱降伏之狀態應屬合理。

#### (2) 單一磚牆破壞所提供之層剪力

由於學校建築中常充填磚牆作為教室間隔之用途,磚牆本身所能提供之層剪力及相 對應之韌性為:

$$V_{bw} = V_{bw} \tag{2.11}$$

$$R_{bw} = 1.0$$
 (2.12)

式中 $V_{sw}$ 為磚牆之破壞強度,其計算之方法於此依據許茂雄教授所建議進行計算, 另由於磚牆破壞多屬脆性破壞,故取其韌性 $R_{bw}$ 為 1.0。

#### (3) 單一 RC 牆破壞所提供之層剪力

由於學校建築中常充填 RC 非結構牆作為教室隔間之用途,磚牆本身所能提供之層 剪力及相對應之韌性為

$$V_{sw} = 0.53\sqrt{f'_c}A_{cv} + \rho_n f_v A_{cv}$$
 (2.13)

$$R_{sw} = 1.5$$
 (2.14)

式中 $\rho_n$ 為與剪力方向垂直之平面上剪力鋼筋比, $A_{cv}$ 為平行剪力方向之長度乘以腹版厚所得之混凝土斷面積,若RC非結構牆的配筋無法得知,保守既可取0.002計算,

另由於RC非結構牆並未經過設計,且品質不確定性較高,故取其韌性 $R_{sw}$ 為1.5。

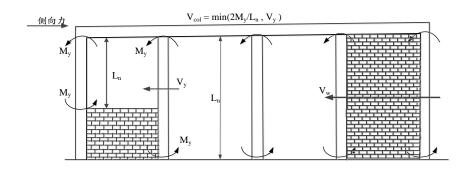


圖 2.1 簡易評估法示意圖

#### 【資料來源:中小學校舍耐震評估與補強,2000年】

#### (4) 一樓之層剪力

一樓之層剪力為將所有牆及柱提供之層剪力求和而得

$$V_{tot} = \sum V_{col} + \sum V_{bw} + \sum V_{sw}$$
 (2.15)

上式之計算為假設地震時所有柱及牆皆未能發揮其所有強度,故其一定高估建築物之層剪力,所以建築物若於此計算方式下若還未能達到其耐震需求,則代表此建築物卻有耐震上之疑慮。

#### (5) 平均韌性之計算

$$R_{av} = \frac{\sum V_{col} R_{col} + \sum V_{bw} R_{bw} + \sum V_{sw} R_{sw}}{V_{tot}}$$
(2.16)

此平均韌性之計算方法採用蔡益超教授所提詳細評估法中計算韌性之方法。由於地 震時結構之韌性不宜用盡以確保結構之穩定,所以依耐震設計規範將容許韌性取為平均 韌性之一半,即

$$R_a = 1.0 + (R_{av} - 1.0) / 2.0$$
 (2.17)

#### (6) 偏心扭矩效應

若建築物具有平面之不規則性,擇其一樓之層剪力需用係數 $F_t$ 加以折減, $F_t$ 由評估

者依據經驗及結構型態自行決定。

$$V_u = F_t V_{tot}$$
  $F_t < 1.0$  (2.18)

依據相關對於校舍建築有關扭矩效應之研究發現,校舍建築之扭矩效應對建築物之 耐震能力影響並不顯著,其對應之 $F_{t}$ 值約在 $0.96\sim0.98$ 左右。

#### (7) 建築物能承受之地表加速度為

$$Z = \frac{V_u F_u}{WIC} \tag{2.19}$$

上式中C即 $F_u$ 計算時採用割線勁度對應之週期值 $(T_s)$ 。

$$T_s = T_e \sqrt{2 \times R_a} \tag{2.20}$$

 $T_e$ : 為彈性週期, $T_e = 0.07 h_n^{0.75}$ 或 $T_e = 0.05 h_n^{0.75}$ 。

 $R_a$ : 為容許韌性,  $R_a = 1 + (R_{av} - 1)/2$ 。

## 五、校舍初步評估表

國家地震工程研究中心根據日本建築防災協會制定之耐震診斷基準,並與國內實際 學校建築情況與實驗結果,擬定出適合於學校建築之初步耐震能力評估表,如表 2.5 所示。

此方法與前一節提到「一樓層剪力之簡易耐震評估法」相似,以 RC 柱、RC 牆與磚牆三種構件之極限剪力強度評估建築物之耐震能力,不同處為此方法係以現場量測各構件之斷面積與單位面積極限強度相乘積,即為一樓層之極限剪力強度,再配合韌性容量與建築耐震設計規範及解說,可得「基本耐震性能」之評分。除此之外,根據校舍之平立面圖與其他修正因子之總和即為「整體調整因子」,將其兩者相乘即可得校舍之「耐震指標」分數。

國震中心根據地震回歸期 475 年發生時之狀況,進而擬定耐震指標分數。低於 80 分者,表示建築物之耐震能力不足,將有嚴重損壞之疑慮;若指標分數介於 80 與 100 者,表示具耐震能力不足之疑慮;如分數高於100分者,則無耐震安全上之疑慮。

此方法假設建築物之破壞於底層,並且假設混凝土抗壓強度  $f_c$  為  $160~{
m kgf/cm^2}$ ,鋼筋之降伏強度  $f_c$  為  $2800~{
m kgf/cm^2}$ ,二樓以上至屋頂之單位面積載重皆為  $900~{
m kgf/m^2}$ 。

根據以上假設,可以下式計算校舍基本耐震性能 E:

$$E = \frac{(\sum A_{BW4} + 0.5\sum A_{BW3} + 5\sum A_C + 8\sum A_{RCW})}{10\sum A_f \times Z_{code}}$$
 (2.21)

其中,

 $\sum A_{RW4}$ : 一樓磚牆總斷面積(四面圍東),單位 cm<sup>2</sup>

 $\sum A_{RW3}$ : 一樓磚牆總斷面積(三面圍東),單位 cm<sup>2</sup>

 $\sum A_c$ : 一樓 RC 柱總斷面積,單位 cm<sup>2</sup>

 $\sum A_{RCW}$ : 一樓 RC 牆總斷面積,單位 cm<sup>2</sup>

 $A_f$ : 二樓以上樓地板總面積,單位 cm<sup>2</sup>

 $Z_{code}$ : 現行耐震規範之震區係數

由前述求得基本耐震性能 E,尚須根據調整因子將其修正。調查因子共有六項,分別為:(1)平面及立面對稱性  $q_1$ ,(2)軟弱層顯著性  $q_2$ ,(3)裂縫銹蝕滲水程度  $q_3$ ,(4)變形程度  $q_4$ ,(5)平面耐震性  $q_5$ ,(6)短柱嚴重性  $q_6$ 等,並且定義整體調整因子 Q 為六項調整因子之乘積如下式

$$Q = q_1 \times q_2 \times q_3 \times q_4 \times q_5 \times q_6 \tag{2.22}$$

因此,可定義耐震指標I。為基本耐震性能與調整因子之乘積如下式

$$I_{s} = E \times Q \tag{2.23}$$

## 表 2.5 非典型校舍耐震能力初步評估表

非典型校舍耐震能力初步評估表 因子 X向因子 Y向因子 調查結果 □差(0.95) □尚可(1.0) □良(1.05) 學校地址 平面及立面對稱性

475年設計	$S_{DS}$		神器區	顯著性			) □1/3 <u>2</u> 2/3 ≥	と牆壁中断(C	0.9) 🔲 1/3	X≠Y		
地震	$S_{D1}$		4A 04 /8	MM 48 13-	以下之牆體口	早断(1.0)				Α/-1		
ALI AR	S <sub>aD</sub>		製縫鏽蝕	參水等程度	□嚴重(0.9)	□少許(0.95	5) 🗌 無(1.0)			X=Y		
評估日期			變形	程度	□嚴重(0.9)	□無(1.0)				X=Y		
評估者					X: □雙走廊且	廊外有柱(1.2)	□單走廊且廊?	外有柱或中間	走廊(1.1)			
遊號			平面#	耐震性	廊外無柱或其					$X \neq Y$		
班 班		1	-			廊外有柱(1.2)		外有柱或中間	走廊(1.1) 📙			
經緯度座標	N:			嚴重性		上(0.9) ☐50				X≠Y		
100 1 100 100	E:		(指裔台、氣裔)	造成之短枕现象)	Y: □50%以」	೬(0.9) ∐50	%以下(1.0)					
興建年代			調整』	因子Q	Qx = q1x*c	q2х**q6х			$Qy = q1y^*$	12y**q6y		
					•		•				•	
上推集	面配置圖					接上價板;	<b>圆平面圆及相關</b>	開始 Pic				
J- 107 1	四 10 正 四					# → 1971X.1	五十四四人11版	1 E a/, 110				
基本結	構耐震性能調	查項目	<b></b>									
	各樓層之	维肋粒	平面	尺寸	樓地板面積	與下一樓層	各樓層之	维灿柘	平面	尺寸	樓地板面積	與下一樓層
	TE 19678 ~	14.01%	長 (m)	寬 (m)	(m²)	之層間高	± 1€/8 ~	14 1011	長 (m)	寬 (m)	(m <sup>2</sup> )	之層間高
二樓以上	二樓樓	地板					六樓樓	地板				
(含屋頂層)	三樓樓	地板					七樓樓	地板				
各楼層模地	四樓樓		<del>                                     </del>	<del>                                     </del>			八樓樓					
板面積與樓			<del></del>									
層高度調查	五樓樓		<b>├</b>		<u> </u>	<u> </u>	屋頂樓	2		<u> </u>		_
	地上層總積			地上和	<b>编模地板面</b>		0	(m <sup>2</sup> )	地下層總核	<b>基地板面積</b>		(m <sup>2</sup> )
	總接層	高度			(r	n)	结構物基本报	動週期 (T)			(se	ec)
	柱類別	柱形式		寸 (cm)	断面積 (cm <sup>2</sup> )	根數 (Nci)				黄小計		
	43E 998 771		(寬	*深)	(Asci)	112-30. (14-01)			(Aci = A	sci * Nci)		
	走廊外柱	第一種					l L					(cm <sup>2</sup> )
		第二種					CorAci					(cm <sup>2</sup> )
		第三種										(cm <sup>2</sup> )
	教室柱	第一種					ClaAci					(cm <sup>2</sup> )
一樓柱量		第二種										(cm <sup>2</sup> )
		第三種					1 [					(cm <sup>2</sup> )
		第一種										(cm <sup>2</sup> )
	隔間柱	第二種					InsAci –					(cm <sup>2</sup> )
			(cm²) 数室柱總斷面積 (			(cm²) 54.67			柱總斷面積	(am <sup>2</sup> )	(cm)	
	走廊外柱總斯面積 CorAc=E(CorAci								425-946-101 (Turk) 18Ac=Σ(InsA			
			复新発度 TA	c = (4+1.8*NF			rAc+2.6*InsAc				/	(kgf)
			4 XX XX 1.1.	(1.10 14	) CILLIE (211	1100 111) CC	1110-210 1115110					(1181)
			Γ	944年7	∉ (cm)				Mir Jin 4	表示な		
	<b>编種類</b>	牆厚度(cm)	VALE		호 (cm) 【 # # 속 5	Ł⊭ (cm)	V 伯斯 斯勒	& (cm²)	断面和 Value		甘始而鄉	mate (om²\
	<b>牆種類</b>	繪厚度(cm) (Twi)	X向長度 (cm) (Lwxi)	Y向長度	其他向₺	長度 (cm)	X向斷面和 Awxi=Lw:		Y向斷面	積 (cm²)		面積 (cm²) woi*Twi
	<b>給種類</b>		X向長度 (cm) (Lwxi)	Y向長度	其他向₺	長度 (cm) voi)	X向断面和 Awxi=Lw:		Y向斷面		其他向断 Awoi=L	
				Y向長度	其他向₺		Awxi = Lw		Y 向 斷 碰 Awyi = L	積 (cm²)	Awoi=L	
	牆種類 RC牆			Y向長度	其他向₺				Y向斷面	積 (cm²)		
				Y向長度	其他向₺		Awxi = Lw		Y 向 斷 碰 Awyi = L	積 (cm²)	Awoi=L	
	RC繪			Y向長度	其他向₺		Awxi = Lw: RCAwxi		Y向斷面 Awyi=L RCAwyi	積 (cm²)	Awoi = L RCAwyi	
12.11.11				Y向長度	其他向₺		Awxi = Lw		Y 向 斷 碰 Awyi = L	積 (cm²)	Awoi=L	
一核牆量	RC繪			Y向長度	其他向₺		Awxi = Lw: RCAwxi		Y向斷面 Awyi=L RCAwyi	積 (cm²)	Awoi = L RCAwyi	
一樓繪量	RC繪	(Twi)		Y向長度	其他向₺		Awxi = Lw:  RCAwxi  B2Awxi		Y 均衡 近 Awyi = L RCAwyi B2Awyi	積 (cm²)	Awoi=L  RCAwyi  B2Awyi	
一樓牆量	RC橋 四面圍束傳籍	(Twi)		Y向長度	其他向₺		Awxi = Lw: RCAwxi		Y向斷面 Awyi=L RCAwyi	積 (cm²)	Awoi = L RCAwyi	
一樓牆量	RC牆 四面圍東磚牆 三面圍東磚牆 *	(Twi)	(cm) (Lwxi)	Y向長度 (cm) (Lwyi)	其化向 ł	voi)	Awxi = Lw,  RCAwxi  B2Awxi  B1Awxi		Y 的 數 產 Awyi = L RCAwyi B2Awyi B1Awyi	精 (cm²) wyi*Twi	Awoi = L  RCAwyi  B2Awyi  B1Awyi	
一樓牆量	RC稿 四面圍束磚牆 三面圍東磚牆 *	(Twi)	(cm) (Lwxi)	Y向長度 (cm) (Lwyi)	其他向! (Lv	voi)	Awxi = Lw, RCAwxi  B2Awxi  B1Awxi		Y向斷面 Awyi = L RCAwyi B2Awyi B1Awyi 三面圓束之	精 (cm²) wyi*Twi <b>碑稿有效總</b> I	Awoi=L RCAwyi B2Awyi B1Awyi	
一棟綸量	RC稿 四面園束磚稿 三面園東磚稿 <b>共他向</b> X <b>向</b>	RC牆有效總RC牆有效總	(cm) (Lwxi)  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)	Y向長度 (cm) (Lwyi)	其化向1 (Lv 四面圖東之 四面圖東之	碑牆有效總 碑牆有效總	Awxi = Lw; RCAwxi  B2Awxi  B1Awxi  斯面積 (cm²)		Y向断面 Awyi=L RCAwyi B2Awyi B1Awyi 三面圓束之 三面圓束之	精 (cm²) wyi*Twi 碑稿有效總 碑稿有效總	Awoi=L RCAwyi B2Awyi B1Awyi 斯面積 (cm <sup>2</sup> )	
一棟箱量	RC橋 四面園東磚牆	RC精有效總 RC精有效總 RC精有效總	(cm) (Lwxi)  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)	Y向長度 (cm) (Lwyi)	其他向 (L)	· 碑稿有效總 · 碑稿有效總 · 碑稿有效總	Awxi = Lw; RCAwxi  B2Awxi  B1Awxi  斯函稜 (cm²)  斯函稜 (cm²)	xi *Twi	Y向断面 Awyi=L RCAwyi B2Awyi B1Awyi 三面圓東之 三面圓東之	精 (cm²) wyi*Twi <b>碑稿有效總</b> I	Awoi=L RCAwyi B2Awyi B1Awyi 斯面積 (cm <sup>2</sup> )	woi*Twi
一棟端董	RC繪 四面圍東碑稿	RC牆有效總 RC牆有效線 RC牆有效線	(cm) (Lwxi)  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)  TAwx = 2*(B1)	Y向長度 (cm) (Lwyi)	其他向4 (Lv 四面圖東之 四面圖東之 20i)/2)+3*(B2A*	<b>碑稿有效總</b> <b>碑簡有效總</b> <b>碑簡有效總</b> <b>wx+∑(B2Aoi)</b>	AWXi = Lw, RCAwxi B2Awxi B1Awxi 斯面積 (cm²) 新面積 (cm²)	xi*Twi	Y向断面 Awyi = L RCAwyi B2Awyi B1Awyi 三面園東之 三面園東之 三面園東之	精 (cm²) wyi*Twi 碑稿有效總 碑稿有效總	Awoi=L RCAwyi B2Awyi B1Awyi 斯面積 (cm <sup>2</sup> )	woi *Twi
一核精量	RC繪 四面圍東碑稿	RC牆有效總 RC牆有效線 RC牆有效線	(cm) (Lwxi)  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)  TAwx = 2*(B1)	Y向長度 (cm) (Lwyi)	其他向4 (Lv 四面圖東之 四面圖東之 20i)/2)+3*(B2A*	<b>碑稿有效總</b> <b>碑簡有效總</b> <b>碑簡有效總</b> <b>wx+∑(B2Aoi)</b>	Awxi = Lw; RCAwxi  B2Awxi  B1Awxi  斯函稜 (cm²)  斯函稜 (cm²)	xi*Twi	Y向断面 Awyi = L RCAwyi B2Awyi B1Awyi 三面園東之 三面園東之 三面園東之	精 (cm²) wyi*Twi 碑稿有效總 碑稿有效總	Awoi=L RCAwyi B2Awyi B1Awyi 斯面積 (cm <sup>2</sup> )	woi*Twi
一棟箱量	RC繪 四面圍東碑稿	RC牆有效總 RC牆有效線 RC牆有效線	(cm) (Lwxi)  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)  TAwx = 2*(B1)	Y向長度 (cm) (Lwyi)	其他向4 (Lv 四面圖東之 四面圖東之 20i)/2)+3*(B2A*	<b>碑稿有效總</b> <b>碑簡有效總</b> <b>碑簡有效總</b> <b>wx+∑(B2Aoi)</b>	AWXi = Lw, RCAwxi B2Awxi B1Awxi 斯面積 (cm²) 新面積 (cm²)	xi*Twi	Y向断面 Awyi = L RCAwyi B2Awyi B1Awyi 三面園東之 三面園東之 三面園東之	精 (cm²) wyi*Twi 碑稿有效總 碑稿有效總	Awoi=L RCAwyi B2Awyi B1Awyi 斯面積 (cm <sup>2</sup> )	woi *Twi
	RC繪 四面圍東碑稿	RC擁有效能 RC擁有效能 RC擁有效維 RC擁有效應 辦等效強度 辦等效強度	(cm) (Lwxi)  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)  TAwx = 2*(B1)	Y向長度 (cm) (Lwyi)	其他向封 (Lv 四面圍東之 四面圍東之 四面圍東之 bi)(2)+3*(B2A·	<b>碑稿有效總</b> <b>碑簡有效總</b> <b>碑簡有效總</b> <b>wx+∑(B2Aoi)</b>	AWXi = Lwi RCAwxi  B2Awxi  B1Awxi  斯函積 (cm²) 斯函積 (cm²) (2)+12*(RCAwy)	xi*Twi  x+\(\big(RCA\(\overline{\pi}\))	Y向断面 Awyi = L RCAwyi B2Awyi B1Awyi 三面園東之 三面園東之 三面園東之	檢 (cm²) wyn + Twi  準備有效總 導稿有效總 導稿有效總	Awoi = L  RCAwyi  B2Awyi  B1Awyi  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)	woi *Twi
	RC繪 四面图束碑繪 三面图束碑繪 <b>其他向 X向 Y向</b>	RC擁有效能 RC擁有效能 RC擁有效維 RC擁有效應 辦等效強度 辦等效強度	(cm) (Lwxi)  斯西積 (cm²)  斯西積 (cm²)  TAwx = 2*(B1)	Y向長度 (cm) (Lwyi)	其他向封 (Lv 四面圍東之 四面圍東之 四面圍東之 bi)(2)+3*(B2A·	<b>碑稿有效總</b> <b>碑簡有效總</b> <b>碑簡有效總</b> <b>wx+∑(B2Aoi)</b>	AWXi = Lwi RCAwxi  B2Awxi  B1Awxi  斯函積 (cm²) 斯函積 (cm²) (2)+12*(RCAwy)	xi*Twi  x+\(\big(RCA\(\overline{\pi}\))	Y向断正 Awyi=L RCAwyi B2Awyi B1Awyi 三面園東之 三面園東之 2)	檢 (cm²) wyn + Twi  準備有效總 導稿有效總 導稿有效總	Awoi = L  RCAwyi  B2Awyi  B1Awyi  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)	woi *Twi
	RC繪 四面图束碑繪 三面图束碑繪 <b>其他向 X向 Y向</b>	RC擁有效能 RC擁有效能 RC擁有效維 RC擁有效應 辦等效強度 辦等效強度	(cm) (Lwxi)  斯西積 (cm²)  斯西積 (cm²)  TAwx = 2*(B1)	Y向長度 (cm) (Lwyi)	其他向封 (Lv 四面圍東之 四面圍東之 四面圍東之 bi)(2)+3*(B2A·	<b>碑稿有效總</b> <b>碑簡有效總</b> <b>碑簡有效總</b> <b>wx+∑(B2Aoi)</b>	AWXi = Lwi RCAwxi  B2Awxi  B1Awxi  斯函積 (cm²) 斯函積 (cm²) (2)+12*(RCAwy)	xi*Twi  x+\(\big(RCA\(\overline{\pi}\))	Y向断正 Awyi=L RCAwyi B2Awyi B1Awyi 三面園東之 三面園東之 2)	檢 (cm²) wyn + Twi  準備有效總 導稿有效總 導稿有效總	Awoi = L  RCAwyi  B2Awyi  B1Awyi  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)	woi *Twi
基本耐息	RC繪 四面園東碑牆 三面園東碑牆 * * * * * * * * * * * * * * * * * * *	(Twi)  RC輪有效總 RC輪有效總 RC輪有效總 聯等效強度 論等效強度 Ex = 0.354*N	(cm) (Lwxi)  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)  TAwx = 2*(B1  TAwy = 2*(B1)	Y向長度 (cm) (Lwyi)	其他向+ (Lv 四面圖東之 四面圖東之 四面圖東之 (i)/2)+3*(B2A* (i)/2)+3*(B2A*	<b>呼騰有效總</b> <b>項騰有效總</b> <b>項騰有效總</b> <b>項騰有效總</b> <b>以</b> <b>以</b> <b>以</b> <b>以</b> <b>以</b> <b>以</b> <b>以</b> <b>以</b> <b>以</b> <b>以</b>	AWXi = Lwi RCAwxi  B2Awxi  B1Awxi  斯函積 (cm²) 斯函積 (cm²) (2)+12*(RCAwy)	xi*Twi  x+\(\big(RCA\(\overline{\pi}\))	Y向断正 Awyi=L RCAwyi B2Awyi B1Awyi 三面園東之 三面園東之 2)	檢 (cm²) wyn + Twi  準備有效總 導稿有效總 導稿有效總	Awoi = L  RCAwyi  B2Awyi  B1Awyi  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)	woi *Twi
基本耐力	RC繪 四面图束碑繪 三面图束碑繪 <b>其他向 X向 Y向</b>	(Twi)	(cm) (Lwxi)  斯西積 (cm²)  斯西積 (cm²)  TAwx = 2*(B1)	Y向長度 (cm) (Lwyi) 	其他向封 (Lv 四面圍東之 四面圍東之 四面圍東之 bi)(2)+3*(B2A·	<b>呼騰有效總</b> <b>項騰有效總</b> <b>項騰有效總</b> <b>項騰有效總</b> <b>以</b> <b>以</b> <b>以</b> <b>以</b> <b>以</b> <b>以</b> <b>以</b> <b>以</b> <b>以</b> <b>以</b>	AWXi = Lwi RCAwxi  B2Awxi  B1Awxi  斯函積 (cm²) 斯函積 (cm²) (2)+12*(RCAwy)	xi*Twi  x+\(\big(RCA\(\overline{\pi}\))	Y向断派 Awyi=L RCAwyi B2Awyi B1Awyi 三面園東之 三面園東之 2) 2)	檢 (cm²) wyn + Twi  準備有效總 導稿有效總 導稿有效總	Awoi = L  RCAwyi  B2Awyi  B1Awyi  斯面積 (cm²)  斯面積 (cm²)	woi *Twi

耐震指標	$\mathbf{Isx} = \mathbf{Ex^*Qx} =$		$\mathbf{Isy} = \mathbf{E}\mathbf{y}^*\mathbf{Q}\mathbf{y} =$				
非典型校舍耐震指標	Is = Min (Isx, Isy)				是否有疑應:		
\$\$\$:*:面圈电镀铵不自含	N 台 度 健 株	6 書述	t 去 答 音				

【資料來源:非典型校舍耐震能力初步評估表】

## 第四節 建築物耐震能力初步評估軟體

日本由 Homeadvisor 於 2012 年開發設計一套有關耐震能力初步評估的 APP (耐震 コロコロ),如圖 2.2 所示,程式的操作簡易,僅需查看房子,並回答 10 個問題,如建 築物建造時間等,如圖 2.3~圖 2.4 所示,使用者便能對自家做耐震能力評估。若使用者都能夠對自宅做簡易的耐震評估,可使災害發生率降低,亦可預先了解房屋現狀。

該評估用 APP 可以透過手機內建的水平儀檢測建築物的傾斜程度,測量建築物是 否傾斜,如圖 2.5~圖 2.8 所示;亦可透過手機中 GIS 或由使用者自己輸入地址而得到建築物地盤軟弱程度,如圖 2.9~圖 2.11 所示。

最後將建築物問答、傾斜度、地盤之評估結果綜合探討,得到最後耐震能力評估結果如圖 2.12 所示。



圖 2.2 耐震コロコロ

【資料來源:AppBank】



圖 2.3 建築物耐震相關問答

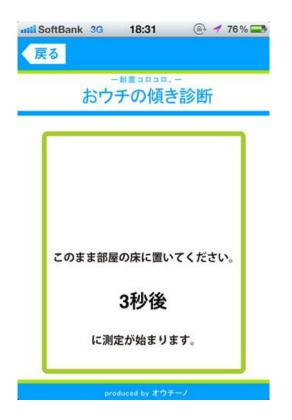


圖 2.5 建築物傾斜程度測量



圖 2.4 建築物耐震問答結果



圖 2.6 建築物傾斜度



圖 2.7 建築物傾斜程度評斷

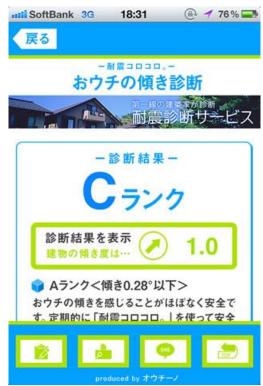


圖 2.8 建築物傾斜度評斷結果



圖 2.9 地盤評估

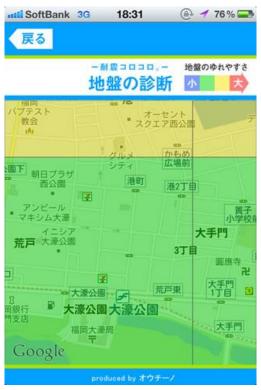


圖 2.10 地盤軟弱程度



圖 2.11 地盤評估結果

圖 2.12 綜合評估結果

【資料來源:AppBank】

# 第三章 鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估

# 第一節 前言

本文所採用之耐震能力評估方法主要根據內政部建築研究所於 2014 年委託宋裕祺 教授與蔡益超教授之研究成果進行修改,研擬新版建築物耐震能力初步評估方法,同時 就定性與定量兩大基礎進行耐震初評,將評估結果之耐震能力安全程度以分數表示,讓 使用者能夠優先篩選出耐震能力較差之建築物,優先進行耐震能力詳細評估與補強。

本評估方法共有 15 個項目,定性評估部分根據結構系統、結構細部及結構現況分成三個部分。其中與結構系統有關者計有 7 項,與結構細部有關者計有 3 項,與結構現況有關者計有 3 項,共佔 13 項,定量評估 2 項。各項目依其重要性給予不同配分,配分之總和為 100 分。各項目根據評估內容,決定其權重,並將權重與配分相乘,即可得該項目之評分,15 個項目的評分相加得分數總計,最後經由專業建築師或技師根據現場狀況給予額外增、減分。

分數若大於 60 分,則表示該建築物的耐震能力確有疑慮;若介於 45 分至 60 分之間,則表示該建築物的耐震能力有疑慮;若介於 30 分至 45 分之間,則表示該建築物的耐震能力稍有疑慮;若低於 30 分,則表示該建築物的耐震能力尚無疑慮。

# 第二節 基本資料表

此表項係紀錄評估案之基本資料,如表 3.1 所示,羅列如下:

建物名稱、建物編號、評估者、評估日期、建物地址、設計年度、建物高度、用途係數、地盤種類、地上樓層數、地下樓層數、建築物分類等。

用途係數可參照建築物耐震設計規範與解說,依照建築物重要程度依序分為第一類建築物,I值為1.5;第二類建築物,I值為1.25;第三類建築物,I值為1.0。

地盤種類除臺北盆地外,依照其地盤堅硬程度(以地表面下 30 公尺之土層剪力波速  $V_{S30}$  決定之)依序分為,第一類地盤, $V_{S30} \geq 270$  (m/s)者;第二類地盤, $180 \leq V_{S30} < 270$  (m/s)者;第三類地盤, $V_{S30} < 180$  (m/s)者。除此之外,地盤亦可透過中央地調所開發的「geo2010」 查詢。

建築物分類部分,分為依照樓層、結構型式、使用用途進行分類。其中選擇建築物依照樓層分類,可分為五樓以下或六樓以上;依照結構型式分類,可分為一般 RC 建物、加強磚造(透天厝)、具弱層建物或其它,選擇「其它」者須由使用者自行填寫;依照使用用途分類,可分為辦公室、公寓、集合住宅、商場、住商混合、或其它,選擇「其它」者須由使用者自行填寫;本評估參考資料,可選擇設計圖說、計算書、現場調查或推估。此表紀錄之資訊可供後續表單-「建築物耐震能力初步評估表」與「參、定量評估表」所使用。

表 3.1 建築物基本資料表

建物名稱		建物編號				建物地址	縣市	鄉鎮市區	村里	路	巷	弄	號	樓
評估者		評估日期	年	月	Ħ	e-mail								
設計年度		建物高度 $h_n(m)$				用途係數I								
地盤種類		地上樓層數				地下樓層數								
建築物依樓層分類	建築物依接層分類: □五棲以下 □六棲以上													
建築物依結構形式	建築物依結構形式分類:□一般RC建物 □加強磚造(透天厝) □具弱層建物 □其它:													
建築物依使用用途分類:□辫公室 □公寓 □集合住宅 □商場 □住商混合 □其它:														
本評估參考資料:□設計圖說 □計算書 □現場調查或推估														

# 第三節 建築物耐震能力初步評估表

建築物耐震能力初步評估表主要分為定性及定量兩部分,如表 3.2 所示,其中定性評估中可分為結構系統、結構細部、結構現況三大類,共 13 個項次。定量評估針對 475年回歸期地震及 2500 年回歸期地震各別對建築物 X、Y 兩方向耐震能力做檢核,共 2 個項次。

項次 權重 評分 B101 靜不定程度 □單跨(1.0) □雙跨(0.67) □三跨(0.33) □四跨以上(0) 地下室面積比,ra  $0 \le (1.5 - r_a)/1.5 \le 1.0$ ;  $r_a$ :地下室面積與建築面積之比 B102 2 本面對稱性 3 □不良(1.0) □尚可(0.5) □良(0) B103 B104 立面對稱性 □不良(1.0) □尚可(0.5) □良(0) 系 B105 梁之跨深比b  $\overset{*}{\otimes} b < 3, w = 1.0$ ;  $\overset{*}{\otimes} 3 \le b < 8, w = (8 - b)/5$ ;  $\overset{*}{\otimes} b \ge 8, w = 0$ 當c < 2, w = 1.0 ;當 $2 \le c < 6, w = (6 - c)/4$  ;當 $c \ge 6, w = 0$ B106 柱之高深比c □高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0) B107 軟弱層顯著性 結 塑鉸區箍筋細部(由設計年 □63年2月以前(1.0) □63年2月至71年6月(0.67) □71年6月至86年5月(0.33) □86年5月 B208 構度評估) 以後(0) B209 細 窗台、氣窗造成短柱嚴重性 □高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0) B210 部 牆體造成短梁嚴重性 3 □高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0) B311 結 柱之損害程度 □高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0) □高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0) B312 構 牆之損害程度 裂缝鏽蝕滲水等程度 □高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0) B313 3 當  $\frac{A_{c1}}{IA_{cr}} \le 0.25$ ,w = 1 ; 當  $0.25 \le \frac{A_{c1}}{IA_{cr}} \le 1$ , $w = \frac{4}{3} \left(1 - \frac{A_{c1}}{IA_{cr}}\right)$  ; 當  $\frac{A_{c1}}{IA_{cr}} > 1$ ,w = 0 (詳參、定量評估表) B414 定 475年耐震能力初步評估 30  $A_{\varepsilon 1} = \min[A_{\varepsilon 1,x}, A_{\varepsilon 1,y}]$ 를 當  $\frac{A_{c2}}{IA_{2500}} \le 0.25$  , w = 1 ; 當 $0.25 \le \frac{A_{c2}}{IA_{2500}} \le 1$  ,  $w = \frac{4}{3} \left( 1 - \frac{A_{c2}}{IA_{2500}} \right)$  ; 當  $\frac{A_{c2}}{IA_{2500}} > 1$  , w = 0 (詳參、定量評估表) 2500年耐震能力初步評估 30  $A_{\varepsilon 2} = \min[A_{\varepsilon 2,x}, A_{\varepsilon 2,y}]$ 評分總計(P): 分數總計 100

表 3.2 耐震能力初步評估表

### 【資料來源:本研究製作】

#### 一、結構系統

#### [項次B101]静不定程度

靜不定度數越低的建築物於地震來臨時,越容易發生扭轉之情形,故結構物跨度越少,對建築物耐震能力越不利。此處分為單跨、雙跨、三跨、四跨以上供使用者選擇。 [項次B102] 地下室面積比,ra

建築物的地下室面積如果較大,地震時承受之土壤壓力較小,結構體也比較不會發生差異沉陷之破壞。地下室面積需包含超挖面積,建築面積係地面以上建築物的投影面

積,如圖 3.1 所示,ra 之計算方式為 A2/A1。

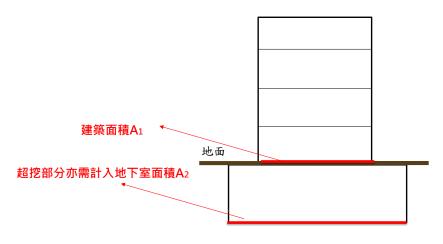


圖 3.1 地下室面積比

## 【資料來源:本研究製作】

#### [項次B103] 平面對稱性

結構物抵抗地震力之構材如左右、前後對稱,則勁度中心與質量中心通常不致有太大的偏心。如有些構材配置不對稱,勁度中心與質量中心可能有很大的偏心量,地震時 易產生較大的扭矩反應,增加構材的內力與損壞的可能性。

評估時可依據規範平面不規則的種類與定義判斷,給予適當的權重。

#### [項次B104]立面對稱性

結構物抵抗地震力的構材如果在立面上連續,勁度沒有太大的變化,則其地震時的動態反應較易掌握。結構物若有顯著的退縮,或例如剪力牆到一半高度中止,均易造成結構立面上勁度過大的變化,地震時將產生不易掌握動態反應,影響結構物的耐震安全。

評估時可參照規範對立面不規則性的種類與定義,給予適當的權重。

#### [項次B105] 梁之跨深比b

梁之跨深比為梁之淨跨度與有效梁深的比值,其值越大,發生彎矩降伏的機會越大, 結構體韌性越佳。比值 b 越小,發生剪力破壞的可能性增加,結構物因此較不具韌性, 耐震能力較差。根據鋼筋混凝土耐震設計之特別規定,具韌性梁之淨跨度不得小於四倍

#### 有效梁深。

此項挑選建築物最典型的梁進行評估,不需特別選擇短梁作為評估對象。依評估內容提供的權重公式來計算,當b值大於等於8.0時,其權重為0,當b值小於或等於3.0時,其權重為1.0,其間則以內插計算。

#### 〔項次B106〕柱之高深比 c

柱之高深比為柱之淨高與沿地震剪力方向之柱深的比值,此值越大,發生彎矩降伏的機會越大,結構體越具韌性。比值 c 越小,發生剪力破壞的可能性增加,結構因此較不具韌性,耐震能力也較差。

此項挑選建築物最典型的柱進行評估,不需特別選擇短柱作為評估對象。依評估內容提供的權重公式來計算,當c值大於等於6.0時,其權重為0,當c值小於或等於2.0時,其權重為1.0。

#### [項次B107] 軟弱層顯著性

建築物的一樓常因開放空間或作為商業用途使用,二樓以上的非結構 RC 牆或磚牆沒有下到一樓,致使一樓之極限層剪力強度較低。地震來襲時,一樓會先產生塑鉸,其韌性用盡後,建築物就會發生弱層破壞,其對應的耐震能力通常很低。

弱層也不一定發生在一樓,因此若有某層之極限層剪力強度明顯低於其相鄰樓層之極限層剪力強度,就要估計其剪力強度差異嚴重性來進行評估。評估時非結構 RC 牆與磚牆之分佈亦需加以考慮。

#### 二、結構細部

[項次B208] 塑鉸區箍筋細部(由設計年度評估)

結構物是靠強度與韌性來抵抗地震,韌性對耐震能力尤為重要。因此混凝土工程設計規範與解說之耐震設計特別規定嚴格規定塑鉸區之圍束箍筋配置,希望增加塑鉸區之 曲率韌性、極限塑鉸轉角來達到增加結構物韌性容量的目的。

梁端、柱端、剪力牆的邊界構材以及梁柱接頭等處,都是規範注意的重點,要根據 箍筋用量、鋼筋細部等方面來評估其達到規範要求的程度。然因初評時箍筋細部不易知 曉,而規範之規定係隨時間漸趨完備,故以設計年度來評估此項目。

[項次B209]窗台、氣窗造成短柱嚴重性

窗台若緊貼柱邊,會造成短柱。除了吸收較大的地震力外,其破壞模式也可能由彎 矩破壞轉變為韌性較差的剪力破壞,使得耐震能力降低。

牆體兩側有柱,若上邊開氣窗會產生短柱,容易產生剪力破壞,也會降低耐震安全。 評估時依據此類短柱之量的多寡與其高深比來進行評估,並給予適當的權重。

〔項次 B210〕牆體造成短梁嚴重性

有時為了留走道,致使隔間非結構牆並未填滿構架的兩柱之間,而留有短梁的現象。 短梁在地震時會引致較高的剪力,但彎矩不大,因此會發生較不具韌性的剪力破壞,降 低了建築物的耐震能力。

評估時依據此類短梁之量的多寡與其跨深比來進行評估,並給予適當的權重。

## 三、結構現況

#### [項次B311] 柱之損害程度

鋼筋混凝土柱因外在損壞會影響構材所能承受的強度,譬如混凝土保護層剝落、混凝土粉刷層脫落,雖主筋未挫屈,箍筋未脫開或斷裂,但將影響結構安全。

評估時依據現況柱之破壞程度來決定權重,如表 3.3 及圖 3.2 所示。

表 3.3 柱之損害程度

柱之損害度分類						
損害程度	損害內容					
無受損(無)	無任何裂縫損傷					
輕度破壞(低)	用肉眼即可看到其裂縫(裂縫寬度<0.2mm 以上)。					
中度破壞(中)	雖有較大裂縫,但混凝土僅保護層脫落(裂縫寬度					
干及破壞(干)	0.2mm 以上)。					
嚴重破壞(高)	保護層脫落範圍度大,部分箍筋脫開或斷裂,主筋可					
取里 <b>吸</b> 袋(同)	能挫屈。					

## 【資料來源:災害後危險建築物緊急評估明細表,2010】



圖 3.2 柱之損害程度

## 【資料來源:災害後危險建築物緊急評估明細表,2010、本研究製作】

[項次B312] 牆之損害程度

鋼筋混凝土牆因外在損壞會引起構材所能承受的強度,譬如混凝土保護層剝落、混 凝土粉刷層脫落,雖主筋未挫屈,箍筋未脫開或斷裂,但將影響結構安全。

評估時依據現況之牆破壞程度來決定權重,如表 3.4 及圖 3.3 所示。

表 3.4 牆之損害程度

牆之損害度分類						
損害程度	損害內容					
無受損(無)	無任何裂縫損傷					
輕度破壞(低)	用肉眼即可看到其裂縫(裂縫寬度<0.3mm 以上)。					
中安沙海(中)	水平向裂縫多且延伸至柱,有斜向裂縫,但未見牆內					
中度破壞(中)	主筋(裂縫寬度 0.3mm 以上)。					
思 禾 炒 + (n)	有大量之斜向裂縫,可見牆內主筋但未拉斷,邊柱之					
嚴重破壞(高)	保護層脫落。					

### 【資料來源:災害後危險建築物緊急評估明細表,2010】

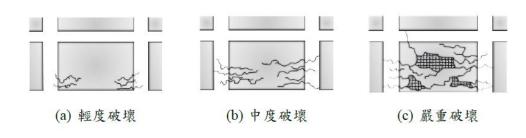


圖 3.3 牆之損害程度

#### 【資料來源:災害後危險建築物緊急評估明細表,2010、本研究製作】

〔項次B313〕裂縫鏽蝕滲水等程度

鋼筋混凝土構材如因劣化或強度不足,就會產生許多裂縫。裂縫產生後,水氣易滲入,表面的鋼筋較易產生銹蝕,連帶也會降低構材的強度,並產生較大的變形。評估時以此類現象的嚴重性來決定權重。

#### 四、定量評估

[項次B414]475年耐震能力初步評估

一般建築物之耐震能力可以一樓柱與牆之強度與韌性能否抵抗地震時產生之水平 力與變形判別。因此,根據一樓之極限層剪力強度可概略估計該建築物之降伏地表加速 度。其次再以估計出之容許韌性容量,就可初步評估現有建築物之耐震能力  $A_{\rm cl}$  。將建築物耐震能力  $A_{\rm cl}$  與建築物耐震設計規範及解說訂定之 50 年使用期限內 10% 超越機率,即地震回歸期為 475 年之耐震需求  $A_{475}$  比較,就可知道耐震能力不足或具餘裕之程度。當  $0.25 < \frac{A_{\rm cl}}{A_{475}} \le 1$  時,定量權重以  $w = \frac{4}{3}(1 - \frac{A_{\rm cl}}{A_{475}})$  計算;當  $\frac{A_{\rm cl}}{A_{475}} > 1.0$  時,表示符合現行耐震設計規範,給予權重 0;當  $\frac{A_{\rm cl}}{A_{475}} \le 0.25$  時,表示建築物之耐震能力未達現行耐震設計規範的  $\frac{1}{4}$  ,給予權重 1 。

$$w = \begin{cases} \frac{4}{3} \left(1 - \frac{A_{c1}}{IA_{475}}\right) ; 0.25 \le \frac{A_{c1}}{IA_{475}} \le 1 \\ 1.0 ; \frac{A_{c1}}{IA_{475}} \le 0.25 \\ 0 ; \frac{A_{c1}}{IA_{475}} > 1 \end{cases}$$
(3.1)

〔項次B415〕2500年耐震能力初步評估

一般建築物之耐震能力可以一樓柱與牆之強度與韌性能否抵抗地震時產生之水平力與變形判別。因此,根據一樓之極限層剪力強度可概略估計該建築物之降伏地表加速度。其次再以估計出之韌性容量,就可初步評估現有建築物之耐震能力 $A_{c2}$ 。將建築物耐震能力 $A_{c2}$ 與建築物耐震設計規範及解說訂定之50年使用期限內2%超越機率,即地震回歸期為2500年之耐震需求 $A_{2500}$ 比較,就可知道耐震能力不足或具餘裕之程度。當 $0.25<\frac{A_{c2}}{A_{2500}}\le 1$ 時,定量權重以 $w=\frac{4}{3}(1-\frac{A_{c2}}{A_{2500}})$ 計算;當 $\frac{A_{c2}}{A_{2500}}>1.0$ 時,表示符合現行耐震設計規範,給予權重0;當 $\frac{A_{c2}}{A_{2500}}\le 0.25$ 時,表示建築物之耐震能力未達現行耐震設計規範的 $\frac{1}{4}$ ,給予權重1。

$$w = \begin{cases} \frac{4}{3} \left(1 - \frac{A_{c2}}{IA_{2500}}\right); 0.25 \le \frac{A_{c2}}{IA_{2500}} \le 1\\ 1.0; \frac{A_{c2}}{IA_{2500}} \le 0.25\\ 0; \frac{A_{c2}}{IA_{2500}} > 1 \end{cases}$$
(3.2)

## 第四節 建築物耐震能力評估

現行耐震能力初步評估純粹以定性評估為準,成果良劣取決於評估者自由心證,有、無經驗的評估者可能會導致評估結果差異過大,變異性過高。此法利用定量評估方式, 希冀達到不同評估者所得到評估結果皆相同,使耐震能力初步評估法更具客觀性。

一般建築物之耐震能力可以一樓柱與牆之強度與韌性能否抵抗地震力時產生之水平力與變形判別。因此,根據一樓之極限層剪力強度可概略估計該建築物之降伏地表加速度。其次再以估計出之韌性容量,就可初步評估現有建築物之耐震能力  $A_{c1}$  及  $A_{c2}$ 。將建築物耐震能力  $A_{c1}$  與建築物耐震設計規範與解說訂定之 50 年使用期限內 10% 超越機率,即地震回歸期為 475 年之耐震需求  $A_{475}$  比較; $A_{c2}$  與建築物耐震設計規範與解說訂定之 50 年使用期限內 2% 超越機率,即地震回歸期為 2500 年之耐震需求  $A_{2500}$  比較就可知道耐震能力不足或具餘裕之程度。

## 一、柱之極限剪力強度

RC 柱之極限剪力強度主要依照鋼筋混凝土學計算而得。一樓柱之極限剪力強度計算係以柱頂與柱底極限彎矩和除以柱淨高而得,假設柱頂彎矩 $M_{CT,c}$ 與柱底彎矩 $M_{CB}$ 相同(忽略柱本身自重),因此彎矩可由該柱之軸力推求。本研究假設建築物二樓以上總重量為一樓之柱與RC 牆均勻承受,因此柱軸力可由下式求得:

$$P_{ni} = \frac{W_D + \frac{1}{2}W_L}{\sum A_{col,i} + \sum A_{RC}} \times A_{col,i}$$
 (3.3)

其中,W為二樓以上總重量, $A_{col}$ ,為一樓單柱之斷面積, $A_{RC}$ 為一樓 RC 牆之斷面積。

為使評估速度較快速與簡易,本研究假設矩形柱配筋位置與尺寸表示如圖 3.4 所示。如實際配置為 10 根鋼筋,使用者可直接換算成其鋼筋比,以此方式輸入本研究開發之耐震能力初步評估表中,程式將自動等值成 8 根,而圓形柱將自動等值成 6 根,使用者無需自行逐一輸入鋼筋,希冀達到方便與快速計算之功能。本研究根據柱軸力計算彎矩強度,矩形柱之計算步驟如下:

首先假設中性軸 x 值,並利用鋼筋混凝土學公式如下:

$$C_c = 0.85 f_c \beta_1 x B_c \tag{3.4}$$

$$C_{s} = \begin{cases} A_{s}'(\frac{6120}{x}(x-d') - 0.85f_{c}'), \varepsilon_{s}' \leq \varepsilon_{y} \\ A_{s}'(f_{y} - 0.85f_{c}'), \varepsilon_{s}' > \varepsilon_{y} \end{cases}$$
(3.5)

$$T_{s1} = \begin{cases} A_{s1} \frac{6120}{x} (\frac{H_c}{2} - x), \varepsilon_{s1} \le \varepsilon_y \\ A_{s1} f_v, \varepsilon_{s1} > \varepsilon_y \end{cases}$$
(3.6)

$$T_{s2} = \begin{cases} A_{s2} \frac{6120}{x} (d-x), \varepsilon_{s2} \le \varepsilon_{y} \\ A_{s2} f_{y}, \varepsilon_{s2} > \varepsilon_{y} \end{cases}$$

$$(3.7)$$

圓形柱之彎矩強度計算步驟如下:

$$C_c = 0.85 f_c' \frac{D_c^2}{4} (\alpha - \sin \alpha \cos \alpha)$$
 (3.8)

$$C_{s} = \begin{cases} A_{s}'(\frac{6120}{x}(x-d') - 0.85f_{c}'), \varepsilon_{s}' \leq \varepsilon_{y} \\ A_{s}'(f_{y} - 0.85f_{c}'), \varepsilon_{s}' > \varepsilon_{y} \end{cases}$$
(3.9)

$$T_{s1} = \begin{cases} A_{s1} \frac{6120}{x} (\frac{D_c}{2} - x), \varepsilon_{s1} \le \varepsilon_y \\ A_{s1} f_v, \varepsilon_{s1} > \varepsilon_y \end{cases}$$
(3.10)

$$T_{s2} = \begin{cases} A_{s2} \frac{6120}{x} (d-x), \varepsilon_{s2} \le \varepsilon_{y} \\ A_{s2} f_{y}, \varepsilon_{s2} > \varepsilon_{y} \end{cases}$$

$$(3.11)$$

矩形柱將(3.4)到(3.7)式,而圓形柱將(3.8)到(3.11)式與柱軸力 $P_{ni}$ 進行力平衡,如下:

$$P_{ni} \doteq C_{c,b} + C_{s,b} - T_{s,1} - T_{s,2} \tag{3.12}$$

若不成立,則重新假設x值,並重新計算(3.4)到(3.7)式或(3.8)到(3.11)式直到(3.12)式成立。即可獲得中性軸x、混凝土壓應力 $C_c$ 、受壓鋼筋之力量 $C_s$ 、中間層鋼筋之拉應力 $T_{s1}$ 、底層鋼筋之拉應力 $T_{s2}$ 。

其中, $C_c$ 為柱混凝土壓力, $B_c$ 為矩形柱之寬度, $H_c$ 為矩形柱之深度, $D_c$ 為圓形柱之直徑, $C_s$ 為柱受壓鋼筋之力量, $2\alpha$ 為圓形柱混凝土壓力塊所圍成扇形之角度, $A_s$ 為

柱壓力鋼筋總面積(本研究矩形柱假設 3 根主筋,圓形柱假設 2 根主筋), $\mathcal{E}_s$ 為柱壓力鋼筋之應變; $T_{s1}$ 為柱中間層鋼筋之受拉力, $A_{s1}$ 為柱中間層之受拉鋼筋總面積(本研究矩形柱假設 2 根主筋 ,,圓形柱假設 2 根主筋 ), $\mathcal{E}_{s1}$ 為柱中間層受拉鋼筋之應變; $T_{s2}$ 為柱底層鋼筋之受拉力, $A_{s2}$ 為柱底層之受拉鋼筋總面積(本研究矩形柱假設 3 根主筋 ,,圓形柱假設 2 根主筋 ), $\mathcal{E}_{s2}$  為柱底層之受拉鋼筋總面積(本研究矩形柱假設 3 根主筋 ,,圓形柱假設 2 根主筋 ), $\mathcal{E}_{s2}$  為柱底層受拉鋼筋之應變。

對拉力鋼筋 $A_{s2}$ 位置取彎矩平衡,即以下式計算矩形柱強梁弱柱之柱頂彎矩 $M_{CT,c}$ 與柱底彎矩 $M_{CR}$ 。

$$M_{CT,c} = M_{CB} = P_{ni} \times \left\{ \left[ \frac{C_c (d - \frac{\beta_1 x}{2}) + C_s (d - d') - T_{s1} (d - \frac{H_c}{2})}{P_{ni}} \right] - d' \right\}$$
(3.13)

以下式計算圓形柱強梁弱柱之柱頂彎矩 $M_{CT}$ 。與柱底彎矩 $M_{CR}$ 。

$$M_{CT,c} = M_{CB} = P_{ni} \times \left\{ \left[ \frac{C_c (d - (\frac{D_c}{2} - \frac{D_c}{3} \times (\frac{\sin^3 \alpha}{\alpha - \sin \alpha \cos \alpha}))) + C_s (d - d') - T_{s1} (d - \frac{D_c}{2})}{P_{ni}} \right] - d' \right\}$$
(3.14)

其中, d<sup>®</sup>為塑性中心與拉力筋之距離,由於本研究配筋假設對稱,因此塑性中心即為斷面正中間。

由 $M_{CT,b}$ 與 $M_{CT,c}$ 兩者取小值,即可得知柱頂彎矩屬何種破壞控制,因此柱頂彎矩可由下式決定:

$$M_{CT} = \min[M_{CT,b}, M_{CT,c}]$$
 (3.15)

計算柱頂與柱底彎矩後,可由下式計算柱底撓曲破壞之極限剪力強度 $V_{m,coli}$ 。

$$V_{m,coli} = \frac{M_{CT} + M_{CB}}{h_{1}} \tag{3.16}$$

然而,上式所計算之剪力強度係為撓曲行為控制。矩形柱之剪力強度破壞所產生之 剪力強度 $V_{sui}$  可由下式計算:

$$V_{sui} = 0.53 \sqrt{f_c} B_c d + A_v f_{yv} d / S$$
 (3.17)

圓形柱之剪力強度破壞所產生之剪力強度 $V_{sui}$ 可由下式計算:

$$V_{sui} = 0.53 \sqrt{f_c} B_c d + A_v f_{yv} d / S$$
 (3.18)

其中, $A_{\nu}$ 為沿柱橫向箍、繫筋之總斷面積, $f_{\nu\nu}$ 為箍筋剪力強度,S為箍筋間距。

最後取兩者最小之剪力強度,即為柱極限剪力強度 $V_{coli}$ ,如下:

$$V_{coli} = \min(V_{m coli}, V_{sui}) \times \phi \tag{3.19}$$

其中∮為極限剪力強度修正係數,其值定義如下(參考圖 3.5):

$$\phi = \begin{cases} 0.9, (V_{m,coli} / V_{sui}) > 1\\ 0.1 + 0.8(V_{m,coli} / V_{sui}), 0.5 < (V_{m,coli} / V_{sui}) \le 1.0\\ 0.5, (V_{m,coli} / V_{sui}) \le 0.5 \end{cases}$$
(3.20)

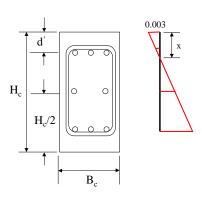


圖 3.4 柱假設配筋位置

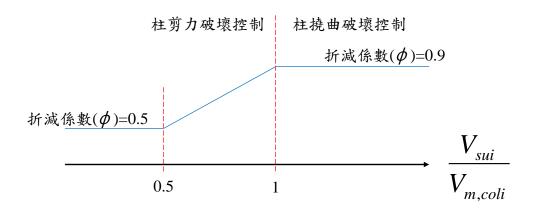


圖 3.5 柱極限剪力修正係數

#### 【資料來源:本研究製作】

## 二、牆之極限剪力強度

RC 牆之極限剪力強度 $V_{swi}$  參考混凝土結構設計規範與解說之計算如下:

$$V_{swi} = (0.53\sqrt{f_c} + \rho_t f_y) T_b W_b \tag{3.21}$$

其中, $\rho$ ,為橫向鋼筋比,T,為牆厚,W,為牆長度。

磚牆之水平剪力強度,參考鋼筋混凝土耐震能力評估手冊之水平剪力強度,其中四面圍束磚牆 $V_{hw4i}$ 可依下列公式計算:

$$V_{bw4i} = T_b \times (W_b \times \tau_f + H_b \times 0.45 f_{mbt})$$
 (3.22)

當  $\tan \theta < (H_b/W_b)$ :

$$V_{bw4i} = T_b \times [W_b \times \tau_f + H_1 \times \alpha f_{mbt} + (H_b' - H_1) \times (0.45 f_{mbt} + 0.45 f_{bt}) / 2]$$
 (3.23)

上式中,
$$H_1 = W_b \tan \theta$$
, $H_b' = \min(H_b, W_b)$ , $f_{mbt} = 1.0797 (f_{mc})^{0.338}$ , $f_{bt} = 0.22 f_{bc}$ ,
$$\tau_f = 0.0337 (f_{mc})^{0.885} + (0.654 + 0.0005047 f_{mc})\sigma_N$$
。

其中, $W_b$ 為內砌磚牆單元之淨寬度, $H_b$ 為內砌磚牆單元之淨高度, $T_b$ 為磚牆厚度,

 $\alpha$  為強度修正係數(建議取 0.45), $\theta$  為磚牆之臨界破壞角。

三面圍束磚牆 $V_{hw3i}$ 可依下列公式計算:

$$V_{bw3i} = T_b \times (W_b \times \tau_f + H_2 \times 0.45 f_{mbt})$$
 (3.24)

上式中 $H_2 = 0.5W_b \tan \theta \le H_b$ 。

無側邊圍束磚牆 $V_{hw}$ ,可依下列公式計算:

$$V_{bw2i} = T_b \times (W_b \times \tau_f) \tag{3.25}$$

## 三、構件破壞順序

當地震來臨時,建築物係由柱、RC 牆與磚牆共同抵抗,惟三者破壞順序不同,不太可能同時達到構件極限強度與韌性。因此,本研究探討 RC 牆(j=1)、磚牆(j=2)與柱(j=3)等構件各自強度與韌性充分發揮時,對應其餘構材之強度與韌性折減係數。計算建築物一樓極限剪力強度 $V_{ii}$ 時,應給予適當折減係數如下式:

$$V_{uj} = C_{vcj} \sum V_{coli} \times N_{ci} + C_{vsj} \sum V_{swi} \times N_{swi} + C_{vbj} \sum V_{bwi} \times N_{bwi} ; j=1~3$$

$$\pm \pm \nabla V_{bwi} \times N_{bwi} = \sum V_{bw4i} \times V_{bw4i} + \sum V_{bw3i} \times V_{bw3i} + \sum V_{bw2i} \times V_{bw2i}$$

$$\circ$$

其中, $N_{ci}$ 為實際柱子數量, $N_{swi}$ 為 RC 牆體數量, $N_{bwi}$ 為磚牆數量, $C_{vcj}$ 為柱之水平剪力強度折減係數, $C_{vsj}$ 為 RC 牆之水平剪力強度折減係數, $C_{vbj}$ 為磚牆之水平剪力強度折減係數。

加權平均韌性容量經乘上各自對應係數可表示如下:

$$R_{j}^{*} = \frac{C_{Rcj} \times R_{col} (C_{vcj} \sum V_{coli} \times N_{ci}) + C_{Rcj} \times R_{sw} (C_{vcj} \sum V_{swi} \times N_{swi}) + C_{Rbj} R_{bw} (C_{vbj} \sum V_{bwi} \times N_{bwi})}{C_{vcj} \sum V_{coli} \times N_{ci} + C_{vcj} \sum V_{swi} \times N_{swi} + C_{vbj} \sum V_{bwi} \times N_{bwi}} ; j=1~3$$
 (3.27)

其中, $C_{Rcj}$ 為柱之韌性折減係數, $C_{Rsj}$ 為 RC 牆之韌性折減係數, $C_{Rbj}$ 為磚牆之韌性 折減係數。係數 $R_{col}$ 、 $R_{sw}$  及 $R_{bw}$  與設計年度有關,建議如表 3.5 所示。 本研究研擬柱構件為一構架型式,如圖 3.6 所示。柱斷面為 50 cm×50 cm,保護層為 3 cm,主筋為 8-#7,箍筋為#3@25 cm,梁寬度為 40cm,深度為 50 cm。RC 牆之高度為 270 cm,寬度為 550 cm,厚度為 15 cm,其配筋量  $\rho=0.0018$ 。磚牆高度與寬度與RC 牆相同,厚度為 1B 磚厚,假設為二順一丁砌法。各構材之材料參數皆相同,混凝土抗壓強度  $f_c'=160kgf/cm^2$ ,主筋與箍筋強度  $f_y=f_{yv}=2800kgf/cm^2$ ,砂漿塊抗壓強度  $f_{mc}=100kgf/cm^2$ ,紅磚之單軸抗壓強度  $f_{bc}=150kgf/cm^2$ 。

由上述構建模型並經由 SERCB 分析結果如圖 3.7 所示,縱座標為各構件除自身最大水平剪強度將其正規化,橫座標以水平位移除以柱淨高度 270 cm 為轉角量。其中, RC 牆與磚牆曲線終止點為強度衰減至 0.85,構架降伏點為最大強度之 0.6 倍。根據各構件之強度與韌性充分發揮時,對應各項係數之擬定方法如下:

#### (1) 當 RC 牆充分發揮強度與韌性時(j=1)

圖 3.7 顯示,當 RC 牆韌性充分發揮時,強度為 0.85;磚牆韌性比發揮其韌性容量的 45%,水平剪力強度為 0.95;構架韌性比發揮其韌性容量的 35%,水平剪力強度為 0.65。因此,可將其訂定  $C_{vcl}$  為 0.65、 $C_{Rcl}$  為 0.35、 $C_{vsl}$  為 0.85、 $C_{Rsl}$  為 1.0、 $C_{vbl}$  為 0.95、 $C_{Rbl}$  為 0.45 共六個係數。

#### (2) 當磚牆充分發揮強度與韌性時(j=2)

圖 3.7 顯示,當磚牆韌性充分發揮時,強度為 0.85;RC 牆韌性比發揮其韌性容量的 0%,水平剪力強度為 0;構架韌性比發揮其韌性容量的 70%,水平剪力強度為 0.95。因此,可將其訂定  $C_{vc2}$  為 0.95、 $C_{Rc2}$  為 0.7、 $C_{vs2}$  為 0、 $C_{Rs2}$  為 0、 $C_{vb2}$  為 0.85、 $C_{Rb2}$  為 1.0 共六個係數。

#### (3) 當構架充分發揮強度與韌性時(j=3)

圖 3.7 顯示,當構架韌性充分發揮時,強度為 1.0;RC 牆韌性比發揮其韌性容量的 0%,水平剪力強度為 0;磚牆韌性比發揮其韌性容量的 0%,水平剪力強度為 0。因此,可將其訂定  $C_{vc3}$  為 1.0、 $C_{Rc3}$  為 1.0、 $C_{vs3}$  為 0、 $C_{Rs3}$  為 0、 $C_{vb3}$  為 0、 $C_{Rb3}$  為 0 共六個係

## 數。

經由上述即可擬定出計算建築物一層極限剪力強度  $V_{uj}$  與加權平均韌性容量各自之 係數如表 3.6 所示。

設計年度	$R_{col}$	$R_{sw}$	$R_{bw}$
63年2月以前	2.4	2.0	3.0
63年2月至71年6月	3.2	2.0	3.0
71年6月至86月5月	4.0	2.0	3.0
86 年 5 月以後	4.8	2.0	3.0

表 3.5  $R_{col}$ 、 $R_{sw}$  及  $R_{bw}$  之建議表

## 【資料來源:本研究製作】

j	i	1	2	3
V	$C_{vcj}$	0.65	0.95	1
V <sub>coi</sub>	Cn.:	0.35	0.70	1

表  $3.6 C_{vcj} \cdot C_{Rcj} \cdot C_{vsj} \cdot C_{Rsj} \cdot C_{vbj}$ 與  $C_{Rbj}$ 之建議表

e d	J		2	3
V	$C_{vcj}$	0.65	0.95	1
$V_{coi}$	$C_{Rcj}$	0.35	0.70	1
17	$C_{vsj}$	0.85	0	0
$V_{ m swi}$	$C_{Rsj}$	1	0	0
V	$C_{vbj}$	0.95	0.85	0
$V_{ m bwi}$	$C_{Rbi}$	0.45	1	0

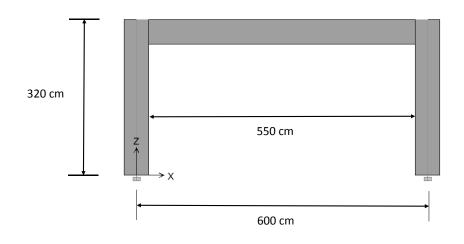


圖 3.6 柱構架平面圖

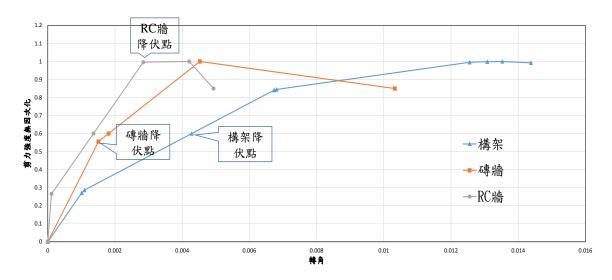


圖 3.7 側推分析無因次化結果(RC 牆與磚牆終止點皆為 0.85 的強度)

#### 【資料來源:本研究製作】

### 四、耐震能力初步評估

根據建築物耐震設計規範及解說計算可得其設計地震力 $V_{100}$ ,考慮新設計建築物之極限剪力強度為 $(V_{100})_u = V_{100} \times 1.4 \alpha_y$ 。受評估建築物之降伏地表加速度 $A_{yj}$ ,因受建築物中之構件破壞順序不同,故分別以下式計算 $A_{yj}$ 。

$$A_{yj} = \frac{V_{uj}}{(V_{100})_u} \frac{A_{475}}{F_u} ; j=1~3$$
 (3.28)

其中,根據建築物耐震設計規範及解說可由週期與韌性容量 R 計算得  $F_u$  ,此  $F_u$  與 j 無關。 $A_{475}$ 為地震回歸期為 475 年之水平地表加速度,根據建築物耐震設計規範及解說  $A_{475}=0.4S_{DS}$ 。

由下式計算獲得 $R_{aj}^*$ ,並且根據建築物耐震設計規範及解說獲得 $F_{ui}^*$ :

建築物具構架與RC 牆時,RC 牆主要靠強度抵抗地震,至RC 牆壞掉後,靠構架強度與韌性抵抗地震,如果後者的 $A_c$ 較大,其耐震能力為後者主導。如果RC 牆主導的 $A_c$ 較大,則RC 牆壞掉後,構架能抵抗的 $A_c$ 較小,表示RC 牆壞掉後,構架也跟隨壞掉,故 $A_c$ 以RC 牆主導。最後計算建築物耐震能力 $A_c$ 應取大值,如下式計算

$$A_c = \max[A_{yj} F_{uj}^*; j = 1 \sim 3]$$
(3.30)

式中 $F_{uj}^*$ 於計算 475 年地震回歸期之耐震能力 $A_{cl}$ 時,由(3.28)與(3.29)式求得 $R_{aj}^*$ 後依規範結構系統地震力折減係數 $F_u$ 之公式計算之;計算 2500 年地震回歸期之耐震能力 $A_{c2}$ 時,由(3.27)與(3.28)式求得 $R_j^*$ 後依規範結構系統地震力折減係數 $F_u$ 之公式計算之。其中,475 年地震回歸期之耐震能力 $A_{cl}$ 係用容許韌性容量 $R_{aj}^*$ ,2500 年地震回歸期之耐震能力 $A_{cl}$ 係用韌性容量 $R_j^*$ 。

# 第五節 建築物平立面圖表

此表係用於紀錄建築物平立面圖,如表 3.7 所示。建議使用者明確定義建築物中, 柱及牆編號,與定量評估計算表中柱、牆資訊命名一致,便於查閱檔案時快速得知柱與 牆對應位置。

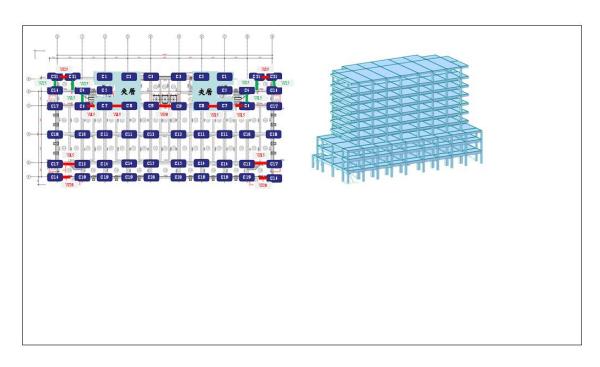


表 3.7 建築物平練面圖表

# 第六節 現況照片表

此表係用於紀錄建築物現況照片,如表 3.8 所示,將建築物現況照片依照耐震能力 初步評估表中對應項次,選填入表中,並針對照片簡要說明。

表 3.8 現況照片表





# 第四章 耐震能力初步評估雲端平台建立

# 第一節 前言

鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估系統是根據 2014 年內政部建築研究所委託研究案「鋼筋混凝土建築物耐震評估程式增修與應用研究」之研究成果建置。PSERCB 所使用耐震能力初步評估方法同時具有定性及定量兩種評估方式,雖精確度較高,但運作上較為複雜,故建置 PSERCB 解決初評中較困難的計算部分,希冀能夠讓使用者能夠用較少時間,得到較精確結果,達到快速且準確篩選出耐震能力不足之建築物。

過去政府部門已進行許多建築物耐震能力評估,但評估結果都以紙本方式存放於各處,資料無法進行後續更多方面的應用,實乃可惜。若將評估結果集中存放於雲端平台, 政府建管單位可透過此平台達到資料檢視、分析、統計與管理之功能,作為後續大數據 (Big Data)分析之依據,達到災害管理的目的,讓資料能夠做更有效率的應用。

因 2016 年 0206 美濃地震造成台南地區建築物倒塌,人心惶惶,眾多建築物欲進行耐震評估,為能夠快速、有效進行耐震能力初步評估,蔡益超教授與宋裕祺教授研究團隊也以最快速度將 PSERCB 研發完成,並置於網頁供使用者盡速篩選如維冠大樓此類有倒塌風險建築物,並透過結構技師、土木技師及建築師公會辦了許多場講習會,提供工程師此一訊息及操作方法,並接受各位先進寶貴意見,使系統在許多地方均進行修正及部分功能的新增,讓平台更加完善、便利。

# 第二節 評估流程

根據宋裕祺教授與蔡益超教授於 2014 年內政部建築研究所委託研究案之耐震能力初步評估表為基礎,開發的耐震能力初步評估平台作業流程表示如圖 4.1 所示。首先,工程師將建築物之基本資料、材料、一樓構件資料及耐震能力初步評估表中定性部分等於 PSERCB 網頁上完成後,網頁將自動計算完定性評估分數,並且判定資料是否都填寫

完畢,若資料都已填寫完畢,於平台網頁上將依據建築物耐震設計規範及解說計算可得 其設計地震力及第三章所提之理論方法計算柱、短柱、RC 牆、四面圍束磚牆、三面圍 束磚牆及無側邊圍束磚牆之剪力強度。取得地震力及構件強度後,再進一步計算建築物 耐震能力,透過建築物耐震能力及標的物 475 年及 2500 年之地震回歸期計算定量分數。 最後將定性評估分數及定量評估分數相加後即可得到該棟建築物的耐震能力初步評估 之評估結果,使用者亦透過平台輸出的報告書中查看更詳細的評估結果,內容包含各構 件之剪力強度、建築物耐震能力等。

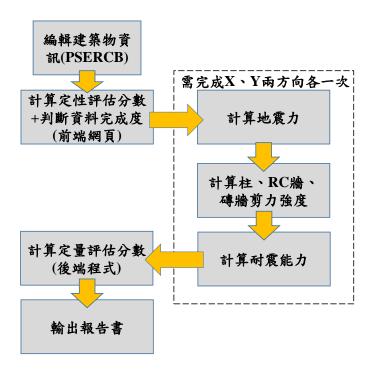


圖 4.1 評估流程

#### 【資料來源:本研究製作】

## 第三節 功能需求分析

PSERCB 為網頁版應用程式,主要解決使用者進行耐震能力初步評估時,定量計算上繁雜問題,讓使用者能夠透過簡單的網頁操作,僅需輸入必要參數即可完成耐震能力初步評估,且能方便的檢視結果甚至完成報告書。

PSERCB 具備基本功能需求如下:

- (1) 清楚的介面化設置。評估程式需讓使用者清楚知道應輸入那些參數,並引導使用 者操作平台,最後將以百分比結果顯示資料填寫完成度,避免資料輸入不完全。 另外將評估分數直接顯示於前端介面,讓使用者能夠馬上得到評估初步結果。
- (2) 具備便利性。如只需選擇工址位置,程式自動依照規範中各鄉鎮市區之水平譜加速度,計算該棟建築物之地震力及耐震標準。
- (3) 具備計算柱、短柱、RC牆、磚牆等極限剪力強度功能。
- (4) 具備計算建築物耐震能力功能。
- (5) 輸出報告書功能。耐震評估結果最後通常以報告書型式交給業主,故輸出報告書 為耐震評估最後目標。

## 第四節 PSERCB介紹

## 一、PSERCB 頁面介紹

PSERCB 評估平台最大優點為只需有網路與瀏覽器即可使用,不需下載並安裝軟體 於電腦,較不會有版本不相容等問題出現。

網頁程式設計,首先需決定主要頁面。利用 Balsamiq Mockups 以草稿方式訂定頁面,如圖 4.2~圖 4.6 所示。其中頁面之間都有相互的關聯性,圖 4.2 登入後會跳到圖 4.3 此頁,編輯及新增專案,使用編輯或新增專案功能時,將會跳轉到圖 4.4,於此頁面編輯建築物基本資料、材料參數、定性、定量評估參數及上傳補充資料(如照片)等,回到專案管理處進行評估及結果輸出。

設計完成後,利用 HTML+CSS+Javascript 將其建置於網頁,開發結果將於本章第六 小節介紹。

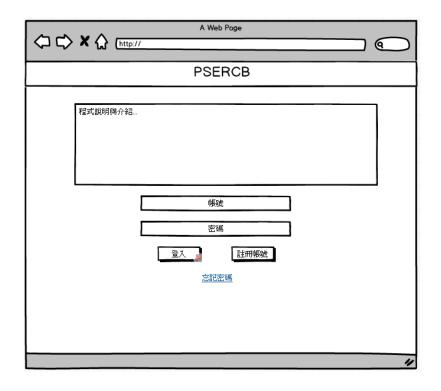


圖 4.2 登入頁面

## 【資料來源:本研究製作】

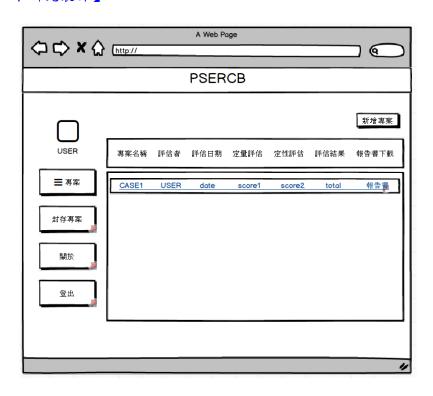


圖 4.3 專案管理頁面

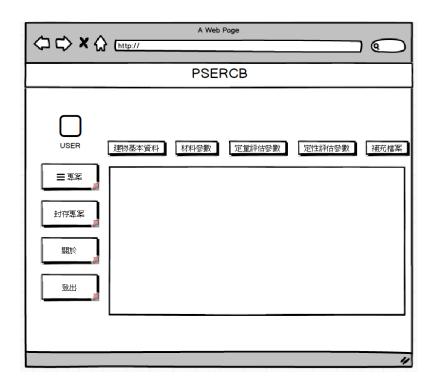


圖 4.4 編輯專案頁面

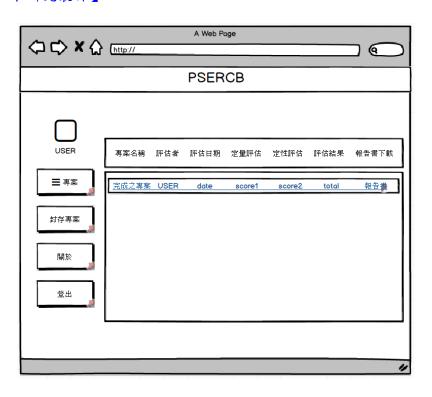


圖 4.5 封存專案頁面

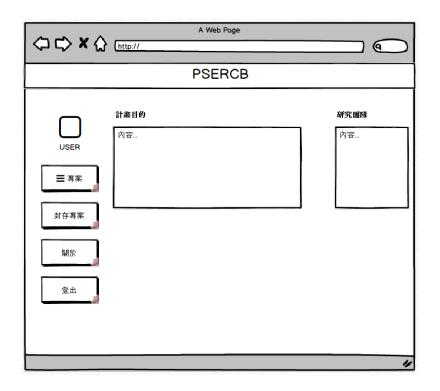


圖 4.6 關於 PSERCB 介紹頁面

### 二、PSERCB 系統設置

目前將系統建置於 DigitalOcean (DO)的虛擬平台上, DigitalOcean 在全球佔有率相當高,為一具高穩定性和安全性的虛擬平台,其主要是提供 IaaS(Infrastrcture as a Server)基礎設施及服務,所以在許多系統環境和功能建置皆需自行編譯。

剛開始將 PSERCB 處理所有事務皆由同一台虛擬機處理,包含前端網頁服務、建築物耐震能力計算、圖片上傳及管理、產生評估報告書、資料儲存等,後續進行多人測試時發現伺服器無法負荷同時產生多份報告書此類記憶體需求較大的工作,為解決這方面問題,將 PSERCB 所提供的服務分為三部分予三台虛擬主機處理,如圖 4.7 所示。

由虛擬機(PSERCB-App-SERVER)負責前端網頁服務,包含使用者於網頁上的操作 及評估結果的計算。虛擬機(PSERCB-Doc-SERVER)負責產生報告書及圖片管理服務, 因此類服務記憶體需求較大,為讓伺服器在未來能夠為更多人進行服務,故將此虛擬機 獨立,讓其具備更好的擴充性。虛擬機(PSERCB-DB-SERVER)負責儲存資料,為 PSERCB 之系統資料庫,並將其建構於區域網路中,只允許該區域網路特定虛擬機進行資料存取, 可大幅提升資料的安全性,系統分工表如表 4.1 所示。

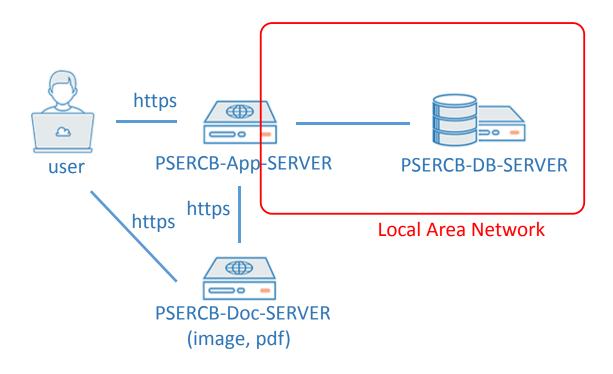


圖 4.7 虛擬機配置示意圖

### 【資料來源:本研究製作】

表 4.1 系統分工表

虚擬機	說明
PSERCB-App-SERVER	用於 Web 服務及耐震能力相關計算。
PSERCB-Doc-SERVER	主要用於圖片管理及產生評估報告書。
DCEDCD DD CEDVED	系統資料庫,建構於區域網路中,只允許在區域網路中特定
PSERCB-DB-SERVER	虚擬機進行資料存取。

### 【資料來源:本研究製作】

為確保 PSERCB 平台能夠負荷多人同時於線上進行操作,故虛擬 500 位使用者,並在 10 秒內啟動所有使用者完成測試腳本,並重複該腳本 10 次。腳本內容為:虛擬使用者在 10 秒內進入登入頁面,並進行登入請求,登入後執行取得該人員的所有專案的請求 3 次。

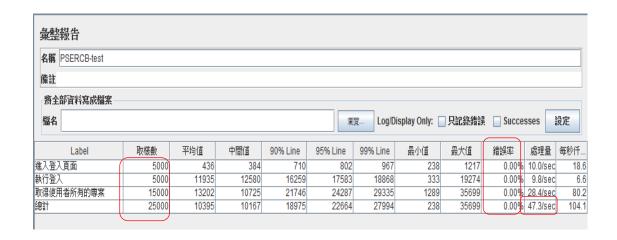


圖 4.8 系統壓力測試

系統經過測試後仍可正常運作,並在零錯誤率的情況下確實完成共 25000 次請求。如圖 4.8 所示,系統處理量可達 47.3QPS(即平均每秒處理 47.3 次請求),且此值並非本評估系統之最大值!

### 三、 PSERCB 系統備份及監控

所有伺服器每星期會自動進行系統備份(System Snapshot),資料庫與檔案每天會執行一次備份,將所有資料備份於 DB Server 及 Dropbox 內,為確保伺服器發生短時間不可復原的情形時,可透過備份系統快速進行還原。

除了系統備份功能外,同時透過第三方平台 Keymetrics 監控 PSERCB 之運作情形, 隨時掌握伺服器狀態,如圖 4.9 所示,確保服務不中斷。若伺服器因其他突發狀態而停 止服務,系統將會以 e-mail 通知服務人員,讓服務人員能以最快的速度進行修復,使伺 服器繼續運作。



圖 4.9 監控平台

# 第五節 平台改善

平台開發後,為讓使用者更瞭解本評估平台,透過各縣市結構技師公會、土木技師公會、建築師公會及地方政府舉辦多場講習會,如圖 4.10 所示,為 2016 年 3 月至 5 月 所舉辦研討會示意圖。透過研討會蒐集多方先進之意見,如表 4.2 所示,並不斷改善評估平台與修正理論部分,讓平台更方便、合理。



圖 4.10 研討會場次示意圖

表 4.2 講習會之意見與回覆表

Q	A
建築物分類分為「五樓以下」、「六樓	已將建築物分類部分分為依照「樓層」、「結構
以上」、「加強磚造」、「辨公室」及「具	型式」、「使用用途」分類,不會出現需要複選
弱層建物」,是否可複選?	情形。
目前工程業界之鋼筋強度常用只有 2800 及	已將程式參數設置中鋼筋強度改為下拉式選
4200 兩種,建議以下拉式選單提供使用者選	單。
擇?	
評估表中需要填寫建築物重量,應該如何估	為方便使用者計算建築物重量,程式將此部分
· 音十?	分為「樓地板單位面積載重」與「樓地板總面
	積」,使用者僅需估算「樓地板單位面積載重」
	與「樓地板總面積」即可。
定量評估中之「橫向箍筋總斷面積」(Av)是否	已將「橫向箍筋總斷面積」(Av)拆成「鋼筋號
可以鋼筋號數表示?	數」及「橫向箍、繫筋根數」, 不須使用者計
	算橫向箍筋總斷面積。
目前版本是否只能評估 X 或 Y 向?建議研究團	本系統已可以同時評估 X 與 Y 向之建築物耐
隊提供同時評估兩方向之評估系統。	震能力初步評估,並且考慮 2500 年回歸期地
	震,使得本系統更加方便與準確。

定性評估中有些選項與定量評估重複,建議將	已將程式中定性與定量評估重複部分移除。
這些選項移除。	如:「是否為近斷層」、「地盤種類」、「短週期
	水平譜加速度」、「加建程度」。
定性評估表中,額外增分最高給予8分,但有	此處已改為每一單項最高2分。
4選項,該如何分配?	
建築物分類中有「加強磚造」, 此項是否不考	本系統目前已提供若使用者於建築物依照結
慮梁、柱?	構型式分類選擇「加強磚造」時,將移除定性
	評估表中與梁、柱構件有關之選項。如:「靜
	不定程度」、「梁之跨深比」、「柱之高深比」、「塑
	鉸區箍筋細部」、「窗台、氣窗造成短柱嚴重
	性」、「牆體造成短梁嚴重性」、「柱之損害程
	度」。
定性評估表中,「梁之跨深比」與「柱之高深	此處探討最典型之梁柱,不需要特別挑短柱、
比」的梁與柱高如何選擇?	短梁探討。
定性評估表中,「窗台造成短柱的嚴重性」與	短柱與短梁嚴重性主要探討於該建築物內此
「牆體造成短梁的嚴重性」其嚴重性是指破壞	種情形之多寡。然而破壞的嚴重性,在定性評
嚴重性還是此類情況多寡?	估表「結構現況」有另外探討破壞程度。
0206 地震造成維冠大樓倒塌,其為單跨建築	將新增一項「靜不定程度」, 用來考慮如維冠
物,對於耐震能力有非常不好的影響,建議將	大樓此類靜不定度數較少的建築物。
其列入表格中。	
鑒於維冠大樓因商場用途關係,使得結構系統	程式於斷面資料部分,新增「急遽變化樓層之
形成軟弱層,造成建築物倒塌。本評估系統是	RC 牆與磚牆」,用來計算牆量比,並對建築物
否能夠有效篩選此類建築物?	之韌性容量折減,可用來評估如維冠大樓此類
	牆量較少的開放店面。
定性評估表中「基礎型式」, 不易判斷, 且於	遵照與會人員意見,已將此項目移除。
設計時應已做適當設置,是否將其移除?	
定量分析目前只針對 475 年耐震能力初步評	已增加針對 2500 年耐震能力初步評估。
估,是否也要考慮 2500 年耐震能力初步評	
估?	
具有短柱之建築物要如何進行定量評估?	已增加短柱輸入,其變形行為與 RC 牆屬於同
	類,因此可進行含短柱建築物之定量評估。
	I .

# 一、耐震能力初步評估表改善

耐震能力初步評估表中部分項目並不理想,故經多場研討會後,採納專家意見,進 行了改善,由 2014 年內政部建築研究所公布之原始初評表如表 4.3 所示,其中原定性評 估中 B101 項「是否為第一類活動斷層地域」、B102 項「地盤種類」、B103 項「震區短週期設計水平譜加速度係數 $S_S^D$ 」及 B315 項「加建程度」已於定量評估計算中考量,故將這 4 個項次移除,避免重複考量。

雖政府已公布許多縣市之液化潛勢圖,但因舊表中 B104 項「液化潛能」並不會直接影響建築物耐震能力,且此部分無法針對單一建築物進行改善,故將此項移除。

原初評表中 B205 項「基礎型式」於現場不容易判斷,且此處應於設計及施工時就有適當考慮,故將此項移除。

2016年2月6日因高雄美濃地震而倒塌的維冠金龍大樓,屬於靜不定程度較低之單 跨建築物,靜不定程度較低對建築物耐震能力影響很大,故新增此項於初評表中。

由於初步評估並沒有建置模型,平、立面不對稱只於定性評估表中各佔3分稍嫌不足,故當使用者於新表中B103項「平面對稱性」及B104項「立面對稱性」選擇「尚可」或「不良」時,將對定量評估計算中一樓構件之極限剪力強度進行折減,進而影響由定量評估計算所得之建築物耐震能力與評估結果。

當平面對稱性選擇「尚可」時,將對定量評估計算所得之極限剪力強度 $V_{ui}$ 乘以折減係數 0.95;選擇「不良」時,將對極限剪力強度 $V_{ui}$ 乘以折減係數 0.85。

當建築物為七樓以上且立面對稱性選擇「尚可」時,將對定量評估計算所得之極限 剪力強度 $V_{uj}$ 乘以折減係數 0.95;選擇「不良」時,將對極限剪力強度 $V_{uj}$ 乘以折減係數 0.85。當建築物為二樓以下時,將不會對極限剪力強度 $V_{uj}$ 進行折減。當建築物介於二樓 至七樓時,折減係數以內插方式求得。

綜合以上考量,將建築物定性評估與定量評估重複考量與較不恰當的項次移除,並 新增舊表中考慮不完整的項次,讓耐震能力初步評估整體更完善,期使評估結果更為精 準,訂定最後修改後之耐震能力初步評估表,如表 4.4 所示。

表 4.3 耐震能力初步評估表(舊表)

項次	項目	配分	評估內容	權重	評分
B101	是否為第一類活動斷層近域	2	□是(1.0) □否(0)		
B102	工 地盤種類	3	□台北盆地(1.0) □第三類地盤(0.67) □第二類地盤(0.33) □第一類地盤(0)		
B103	址 震區短週期設計水平譜加速 環度係數 S 5	3	□0.8(1.0) □0.7(0.67) □0.6(0.33) □≤0.5(0)		
B104	液化潛能	2	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0)		
B205	基礎型式	2	□基腳(無緊梁)(1.0) □基腳(有緊梁)(0.5) □椿基或筏基(0)		
B206	, 地下室面積比,ra	2	$0 \le (1.5 - r_a)/1.5 \le 1.0$ ; $r_a$ :地下室面積與建築面積之比		
B207	結 平面對稱性	3	□不良(1.0) □尚可(0.5) □良(0)		
B208	海 立面對稱性	3	□不良(1.0) □尚可(0.5) □良(0)		
B209	<sup>旅</sup> 梁之跨深比b	3	當 b≥8, w = 0; 當 3 ≤ b < 8, w = (8 - b)/5, 當 b < 3, w = 1.0		
B210	杜之高深比c	3	當 $c \ge 6$ , $w = 0$ ; 當 $2 \le c < 6$ , $w = (6 - c)/4$ , 當 $c < 2$ , $w = 1.0$		
B211	軟弱層顯著性	3	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0)		
B312	3半75		□63年2月以前(1.0) □63年2月至71年6月(0.67) □71年6月至86年5月(0.33) □86年5月以後(0)		
18313	構 窗台、氣窗造成短柱嚴重性 細	3	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0)		
ID 2 1 / I	部牆體造成短梁嚴重性	3	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0)		
B315	加建程度	2	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0)		
B416	結 柱之損害程度	2	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0)		
B417	構 牆之損害程度	2	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0)		
B418	現 烈 裂缝鏽蝕滲水等程度 況	4	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0)		
B519	定量 耐震能力初步評估 析	50	$w = \frac{4}{3} \left( 1 - \frac{A_{\epsilon}}{IA_{475}} \right) *30.25 \le \frac{A_{\epsilon}}{IA_{475}} \le 1 : w = 1 \cdot * \frac{A_{\epsilon}}{IA_{475}} \le 0.25 : * \frac{A_{\epsilon}}{IA_{475}} > 1 \cdot w = 0 $ (鲜碑、定量評估教		
分数系	흥計	100	評分總	計(P):	

表 4.4 耐震能力初步評估表(新表)

項次		項目	配分	評估內容	權重	評分
B101		靜不定程度	5	□單跨(1.0) □雙跨(0.67) □三跨(0.33) □四跨以上(0)		
B102	紐	地下室面積比,ra	2	$0 \leq (1.5 - r_a)/1.5 \leq 1.0$ ; $r_a$ :地下室面積與建築面積之比		
B103 B104	椪	平面對稱性		□不良(1.0) □尚可(0.5) □良(0)		
B104	鑫	立面對稱性	3	□不良(1.0) □尚可(0.5) □良(0)		
B105	統	梁之跨深比b	3	當 $b < 3$ , $w = 1.0$ ; 當 $3 \le b < 8$ , $w = (8 - b)/5$ ; 當 $b \ge 8$ , $w = 0$		
B106		柱之高深比c	3	當 $c < 2$ , $w = 1.0$ ; 當 $2 \le c < 6$ , $w = (6 - c)/4$ ; 當 $c \ge 6$ , $w = 0$		
B107		軟弱層顯著性	3	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0)		
2000	結	数据	_	□63年2月以前(1.0) □63年2月至71年6月(0.67) □71年6月至86年5月(0.33) □86年5月		
B208	欂	度評估)	5	以後(0)		
B209	細	窗台、氣窗造成短柱嚴重性	3	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0)		
B210	部	牆體造成短梁嚴重性	3	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0)		
B311	結	柱之損害程度	2	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0)		
B312	欂	牆之損害程度	2	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0)		
B313	現況	裂缝鏽蝕滲水等程度	3	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0)		
B414	定	475年耐震能力初步評估	30	當 $\frac{A_{c1}}{IA_{412}} \le 0.25$ , $w = 1$ ;當 $0.25 \le \frac{A_{c1}}{IA_{613}} \le 1$ , $w = \frac{4}{3} \left( 1 - \frac{A_{c1}}{IA_{412}} \right)$ ;當 $\frac{A_{c1}}{IA_{c12}} > 1$ , $w = 0$ (詳參、定量評估表)		
	量			$A_{c1} = \min[A_{c1,x}, A_{c1,y}]$		
B415	分析	2500年耐震能力初步評估	30	當 $\frac{A_{c2}}{IA_{2000}} \le 0.25$ , $w=1$ ;當 $0.25 \le \frac{A_{c2}}{IA_{2000}} \le 1$ , $w=\frac{4}{3} \left(1-\frac{A_{c2}}{IA_{2000}}\right)$ ;當 $\frac{A_{c2}}{IA_{2000}} > 1$ , $w=0$ (詳參、定量評估表)		
				$A_{c2} = \min[\ A_{c2,x}, A_{c2,y}\ ]$		
分数約	總言	+	100	評分總計	(P):	

# 【資料來源:本研究製作】

除以上會直接對耐震能力初步評估表造成影響的項次外,如維冠金龍大樓一樓為商

場之具軟弱建築物亦是影響建築物耐震能力之重要因素,且此類建築物具較高的人命傷亡風險。為能夠篩選出此類高風險的建築物,於評估表中定量計算部分新增「標準樓層之 RC 牆與磚牆」,如表 4.5 所示,用來計算牆量比 $r_w$  (一樓等值牆量與標準層等值牆量比值),並乘以一韌性修正係數r,修正建築物韌性容量 $R_i^*$ ,如下式:

$$r = 0.4 + 0.6 \times r_{w} \tag{4.1}$$

$$R_{j}^{*} = 1 + (R_{j}^{*} - 1) \times r \tag{4.2}$$

 RC牆
 牆厚度(cm)
 長度(cm)

 (包括剪力牆
 (W<sub>b</sub>)
 數量(N<sub>swi</sub>)

 專
 非結構RC牆)

 上結構RC牆
 長度(cm)
 長度(cm)

 四面圍東
 (T<sub>b</sub>)
 (W<sub>b</sub>)

 專牆
 (W<sub>b</sub>)

表 4.5 標準層牆資料輸入表

### 【資料來源:本研究製作】

另外 PSERCB 在輸入 X 向及 Y 向斷面資料之柱資料時,原需分成邊柱或中間柱,並輸入「斷面名稱」、「柱寬」、「柱深」、「主筋總斷面積」、「一樓柱淨高」、「二樓柱淨高」、「柱根數」、「左梁寬」、「左梁壓力筋總斷面積」、「左梁拉力筋總斷面積」、「右梁寬」、「右梁壓力筋總斷面積」及「右梁拉力筋總斷面積」,如表 4.6 所示。因許多建築物都有裝修,梁相關參數不易估算,考慮實務上可行性,將梁相關參數皆移除。另外考慮非所有建築物皆有結構配筋圖,為方便使用者估算結構物之鋼筋量,將鋼筋總斷面積改為鋼筋比。最後柱資料輸入表,如表 4.7 所示。

表 4.6 柱資料輸入表(舊表)

柱類別	柱 淨寬 (cm) (B <sub>c</sub> )	柱 浄深 (cm) (H <sub>c</sub> )	柱鋼筋 断面積 (cm²) (Ac)	一樓柱 淨高 (cm) (h1)	二樓柱 淨高 (cm) (h2)	柱 根數 (Nei)	()	淨深	左梁壓力 鋼筋 断面積 (cm²) (Abei)	左梁拉力 鋼筋 断面積 (cm²) (Aы)	淨寬 (cm)	右梁 淨深 (cm) ( <i>H<sub>br</sub></i> )	即 四 7頁 (cm <sup>2</sup> )	右梁拉力 網筋 断面積 (cm²) (Abr)	撓曲破壞控制 (kgf-cm) (Vm.coli)	剪力破壞控制 (kgf-cm) (Vzui)	V <sub>coli</sub> (kgf)	V <sub>coli</sub> ×N <sub>ci</sub> (kgf)
<b>邊柱</b> (Nb	<sub>i</sub> =1)																	
第一種																		
第二種																		
第三種																		
中間柱(	N <sub>bi</sub> =2)															•		
第一種																		
第二種																		
第三種																		
	桂之極限強度 $\Sigma V_{colix}N_{ci}\left(  ext{kgf} ight)$																	

表 4.7 柱資料輸入表(新表)

一般柱類別	柱 寛 (cm) (B <sub>c</sub> )	柱 深 (cm) ( <i>H</i> <sub>c</sub> )	柱鋼 筋比 (%) (ps)	一樓柱 淨高 (cm) (h1)	横向箍、 繋筋號數 No	横向箍、 繋筋根数 Num	横向箍、 繋筋總斷 面積 (cm²) A <sub>v</sub>	横向箍、 繋筋間距 (cm) S		撓曲破壞控 制 (kgf) (Vm.coli)	剪力破壞控 制 (kgf) (Vsui)	V <sub>coli</sub> (kgf)	<i>V<sub>coli</sub>×N<sub>ci</sub></i> (kgf)
					一般	柱(一楼柱)	爭高與柱淨:	深之比值(h	$I/H_c$ )>2	?)			
第一種													
第二種													
	$-$ 般柱之極限強度 $\Sigma V_{coli}$ × $N_{ei}$ ( $k$ gf)												

### 【資料來源:本研究製作】

### 二、同時進行X、Y兩方向之耐震評估

原 PSERCB 若欲進行建築物兩方向之耐震能力初步評估,需將該棟建築物分為兩專案分開進行,為使評估者能夠更方便、有效率進行耐震能力初步評估,將評估平台之 X、Y 兩方向部分參數獨立考慮,讓建築物的耐震能力初步評估一次到位。

計算建築物  $X \times Y$  兩方向之地震力時,需考量之韌性容量 R 與週期 T 可能不相同,進而造成兩方向之地震力計算結果不相同,故平台將此二參數分成 X 向與 Y 向獨立考量,如圖 4.11 所示。



圖 4.11 PSERCB 基本資料

除地震力不同外,建築物X、Y 兩方向之斷面資訊亦不相同,如X、Y 向柱淨高可能因矮牆之有無或梁深不同而有差異,橫向箍、繫筋數量也可能不同,除此之外,大部分牆體於X、Y 兩向的配置也不相同,故平台將斷面資訊將X 向與Y 向分別獨立考量,如圖4.12 所示。



圖 4.12 PSERCB 斷面資料

柱之寬、深定義為平行地震力方向即為柱深,而垂直地震力方向即為柱寬,故當在填寫 Y 向柱斷面資料時,柱之寬、深將與 X 向相反,為使程式更便利化,特設計一「複製 X 向」功能於 Y 向柱斷面資料,如圖 4.13 所示,此功能可直接將 X 向柱斷面資料複製到 Y 向柱斷面資料,而柱之寬、深也由程式自動互換。但在使用此功能時應特別注意,並非所有參數 X 與 Y 方向皆相同,如「柱淨高」、「橫向箍、繫筋根數」及「柱根數」,為防止使用者使用此功能後忘記檢查,在使用此功能後,程式自動跳出警告視窗,如圖 4.14 所示,建議使用者重新檢查「柱淨高」、「橫向箍、繫筋根數」及「柱根數」等參數,並將柱淨高歸零,使用者必須重新填寫。



圖 4.13 複製 X 向柱斷面資訊

#### 【資料來源:本研究製作】

複製X向斷面資料 請重新確認Y向柱淨高(h1)、橫向箍繫筋根數(Num)及是否與X向同為長柱或短柱! 確定

圖 4.14 複製 X 向柱斷面資訊之警告視窗

### 三、程式簡化

PSERCB 的開發可讓評估者進行建築物耐震能力初步評估時更加便利,經過多次研討會後,對評估平台進行許多修改,盡量將計算或者其他重複性動作交由程式來處理,減輕使用者負擔,也使平台更加友善。

原評估平台需輸入建築物重量,此部分應將「靜載重」與「活載重」分開考慮較為合理,因計算柱軸力時須同時考慮建築物之靜載重與活載重,而計算地震力時只能考慮靜載重,若此部分若由使用者分開計算靜載重與活載重再填入平台較為麻煩。為解決以上問題,平台將建築物載重分成「樓地板單位面積靜載重」、「樓地板單位面積活載重」與「總樓地板面積」,並分成三組,便於應對不同樓層可能有不同的使用用途,如圖 4.15 所示。此法之優點為使用者可依照關規範填寫不同使用用途之單位面積活載重,並透過估算樓地板單位面積靜載重方式求得建築物總載重。

X、Y 兩方向之斷面資料中,柱的主筋輸入原評估平台採鋼筋比方式輸入,對於有結構配筋圖的使用者來講,需先將建築物之柱鋼筋資料轉換為鋼筋比,較為麻煩。若直接改為輸入主筋號數與主筋根數,對於沒有柱配筋資料的使用者較為麻煩,不易估計。為同時讓有柱配筋資料與沒有柱配筋資料的使用者都能方便使用此平台,將柱主筋輸入方式改為二選一,可讓使用者自由選取柱主筋的輸入方式,如圖 4.16 及圖 4.17 所示。另外原評估平台中,柱的橫向箍、繫筋斷面積需由使用者自行計算完成後再進行輸入,使用者可能需先查鋼筋號數對應斷面積才能進行計算,為方便操作,將此處改為「橫向箍、繫筋號數」與「橫向箍、繫筋根數」。

X、Y 兩方向之斷面資料中,牆資料需輸入其橫向鋼筋比,於實務上較難估算牆之鋼筋比,故將平台改為輸入鋼筋號數、鋼筋間距、單排或雙排,如圖 4.18 所示,由程式自動換算鋼筋比。

為讓使用者在進行耐震能力初步評估時,在操作上更便利,盡量將程式能夠解決的部分交由程式自動計算,減輕使用者負擔。

建築物重量 <sub>(單位: tf-m)</sub>		
2樓~j樓之樓地板單位面積 <mark>靜載重</mark> [tf/m <sup>2</sup> ]	(j+1)樓~k樓之樓地板單位面積 <mark>靜載</mark> 重[tf/m <sup>2</sup> ]	(k+1)樓~屋頂之樓地板單位面積 <mark>靜</mark> 載 <mark>重</mark> [tf/m <sup>2</sup> ]
0.88	0	0
◉ 推估值 ◎ 設計值	◉ 推估值 ◎ 設計值	● 推估值 ◎ 設計值
2樓~j樓之樓地板單位面積 <mark>活載重</mark> [tf/m <sup>2</sup> ]	(j+1)樓~k樓之樓地板單位面積 <mark>活載</mark> 重[tf/m <sup>2</sup> ]	(k+1)樓~屋頂之樓地板單位面積 <mark>活</mark> 載 <mark>重</mark> [tf/m <sup>2</sup> ]
0.3	0	0
● 推估值 ◎ 設計值	◉ 推估值 ◎ 設計值	● 推估值 ◎ 設計值
2樓~j樓之總樓地板面積[m²]	(j+1)樓~k樓之 <mark>總</mark> 樓地板面積[m²]	(k+1)樓~屋頂之 <mark>總</mark> 樓地板面積[m²]
1200	0	0
◉ 推估值 ◎ 設計值	◉ 推估值 ◎ 設計值	◉ 推估值 ◎ 設計值

圖 4.15 建築物載重

斷面名稱(name)	柱淨寬Bc
C2-1	50
柱淨深Hc	一樓柱淨高h1
35	220
橫向箍、繫筋號數No	橫向箍、繫筋根數Num
#3	▼ 2
箍筋間距S	柱根數Nct
25	20
請選擇主筋輸入方式 ◉ 柱網筋比lo(%) ◎ 柱鋼筋號數及根數 柱網筋比lo(%)	
3.78	

圖 4.16 柱主筋輸入(鋼筋比輸入)



圖 4.17 柱主筋輸入(鋼筋號數、根數輸入)



圖 4.18 RC 牆鋼筋輸入

# 第六節 開發結果

圖 4.19 為 PSRECB 建立於網頁平台後之登入頁面,使用者只需具備網路及瀏覽器即可使用本評估平台,無須再下載其他應用程式,在網址處輸入 psercb.civil.tw 或於直接搜尋 PSERCB 即可到達平台位置,註冊並登入帳號後馬上可以使用。



圖 4.19 PSERCB 登入頁面

### 【資料來源:本研究製作】

登入後頁面如圖 4.20 所示,點選新增專案後即可開始進行建築物耐震能力初步評估。



圖 4.20 PSERCB 專案管理頁面

進入專案頁面後,依序將建築物之基本資料、定性評估表、參數設置、X 向斷面資料、Y 向斷面資料、資料上傳及照片上傳逐步完成,如圖 4.21~圖 4.27 所示。



圖 4.21 基本資料



圖 4.22 定性評估表



圖 4.23 參數設置



圖 4.24 X 向斷面資料



圖 4.25 Y 向斷面資料

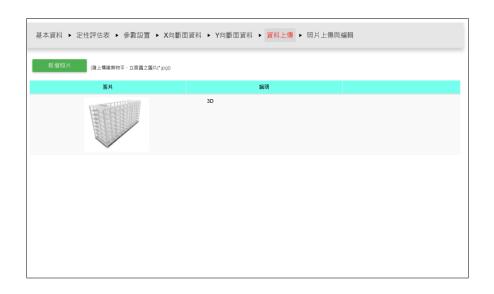


圖 4.26 資料上傳



圖 4.27 現況照片上傳

### 【資料來源:本研究製作】

完成專案資料填寫後即可進行耐震能力評估,得該棟建築物耐震能力初步評估分數 與判定結果,如圖 4.28 所示。



圖 4.28 PSERCB 評估結果

評估完成後點選下載評估結果,並輸入評估結論及重要註記後(圖 4.29),程式將自動產生報告書,其中包含在網頁上輸入的建築物基本資料、定性評估表、材料參數、定量評估相關計算、平立面圖、現況照片等,如圖 4.30~圖 4.40 所示,使用者可用以檢視評估之詳細資料或用以繳交給業主。



圖 4.29 結論及重要註記



圖 4.30 報告書(基本資料表)



圖 4.31 報告書(建築物耐震能力初步評估表)



圖 4.32 報告書(額外增、減分)

	SERCE	評估者: \$	SYCLA
	[' "	列印日期:201	16/6/2
	重要註記		
因是	屋内已進行裝修,柱尺寸僅能由外觀猜測。		
			- 1
	100 0 0 7 7 5 00 6 4 2 上 4 9 6 6 6 4 2 上 4 5 10 6 4 5		
	□R ≤ 30; 建築物耐震能力尚無疑慮		-
評估	■20 及 4 5 7 7 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	900 F4-366-985-346	
評估結果	■20 及 4 5 7 7 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	評估者簽章	
評估結果	■20 及 4 5 7 7 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	評估者簽章	
評估結果	■30 <r 45;="" 60;="" td="" ≤="" □45<r="" 建築物耐震能力有疑慮,優先進行詳評<="" 建築物耐震能力稍有疑慮,宜進行詳評=""><td>評估者簽章</td><td></td></r>	評估者簽章	

圖 4.33 報告書(重要註記及結果判定)

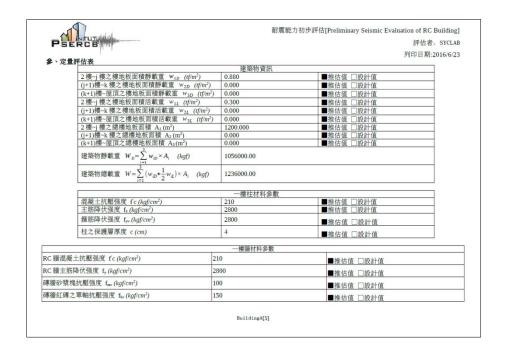


圖 4.34 報告書(材料參數)



圖 4.35 報告書(一樓柱極限剪力強度計算)



圖 4.36 報告書(一樓牆極限剪力強度計算)



圖 4.37 報告書(建築物 475 年地震回歸期耐震能力計算)



圖 4.38 報告書(建築物 2500 年地震回歸期耐震能力計算)

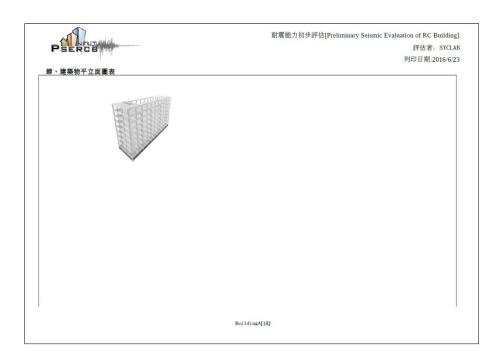


圖 4.39 報告書(建築物平立面圖表)

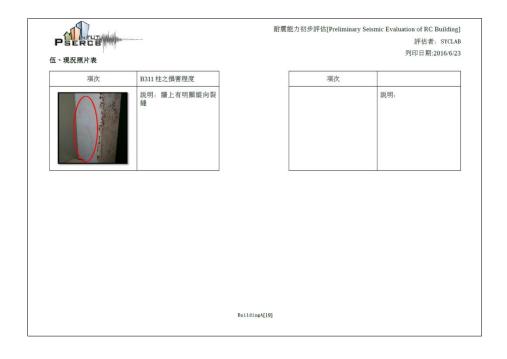


圖 4.40 報告書(建築物現況照片表)

# 第七節 小結

內政部建築研究所於 2014 年委託宋裕祺教授與蔡益超教授,研擬新版建築物耐震能力初步評估方法較過去所使用的耐震評估方法多了定量評估部分使評估結果較為準確。因定量評估的計算與以往只需依專業技師判斷即可填寫的定性評估相比較為繁雜,為克服此問題,特別建立此平台(PSERCB),使評估者能夠在短時間得到較準確的耐震能力初步評估結果。

評估 PSERCB 能提供使用者在操作上具備更完善的服務,其中包含建築物耐震能力之計算結果顯示、耐震能力初步評估分數、耐震能力初步評估之結果判定及輸出報告書等功能。除此之外,為確保平台服務不中斷,將虛擬平台進行擴充與系統抗壓性測試,並藉由第三方平台進行監控與回報,讓服務人員能夠時時掌握伺服器使用狀態。

平台建立後舉辦多場研討會,透過與各方專家討論,不斷改善平台中各項功能與理論,使平台不只適用於學術上的研究,更能貼近實務上的應用。

# 第五章 案例分析結果之統計與比較

# 第一節 前言

首先將一10層樓之公有辦公大樓分別以 PSERCB 進行耐震能力初步評估與 MIDAS 配合 SERCB 進行耐震能力詳細評估並比較。

接下來利用 PSERCB 進行 31 棟建築物耐震初評,並以統計分析方式與詳評結果比較(詳細建築物資訊可參考附錄五)。31 棟建築物中包含 28 棟校舍、1 棟民宅及 1 棟公有建築物,如圖 5.1 所示,其中兩層樓的建築物有 2 棟,三層樓的建築物有 11 棟,四層樓的建築物有 13 棟,五層樓的建築物有 3 棟,10 層樓的建築物有 1 棟,如圖 5.2 所示,

此 31 棟建築物之 $\frac{A_{c1}}{IA_{475}}$ 之平均值為 0.597,標準差為 0.212;此 31 棟建築物之 $\frac{A_p}{IA_{475}}$ 之平

均值為 0.595,標準差為 0.205。其中, $A_{c1}$ 為耐震能力初步評估所求得之耐震能力, $A_{p}$ 為 耐震能力詳細評估所求得之耐震能力,I 為用途係數, $A_{475}$  為 475 年回歸期設計地震力之耐震標準。

比較內容包含耐震能力初步評估求得之建築物耐震能力之準確性、建築物耐震能力初步評估分數標準之合理性等。

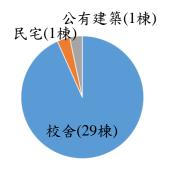


圖 5.1 建築物使用用途分佈

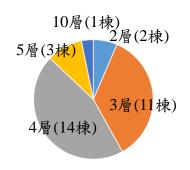


圖 5.2 建築物樓層分佈

# 第二節 案例分析

# 一、案例說明及簡介

本案例為一於民國68年興建完成之公有辦公大樓,為62年2月以前耐震規範設計, 其結構形式為地上十層以及地下一層之鋼筋混凝土造建築物,總樓地板面積為12973.18 m²,詳表5.1。本案用途係數使用1.25,以民國100年公布「耐震設計規範與解說」作 為耐震標準進行耐震初評,根據結構物情形給予適當定性及定量分數。

表 5.1 建築物相關資料

構造種類	鋼筋混凝土造
地上樓層數	10 層
地下樓層數	1 層
平面配置	長方形
X向尺度	60.4 m(柱心)
Y向尺度	27.5 m(柱心)
總樓高	38.25 m
	10F: H=4.25 m
昆宁	9F∼3F : H=3.5 m
層高	2F: H=4.5 m
	1F ∶ H=5 m

### 【資料來源:本研究製作】

## 二、結構物資料

本例採用之材料強度參數如下:

1. 混凝土抗壓強度:  $f_c = 178.5 \text{ kgf/cm}^2$ 

2. 主筋降伏強度:  $f_v = 4200 \text{ kgf/cm}^2$ 

3. 箍筋降伏強度: $f_y = 2800 \text{ kgf/cm}^2$ 

建築物結構配置如表 5.2~表 5.3 及圖 5.3 所示:

表 5.2 結構物主要尺寸

方向	X向	Y向				
標準跨度	6.4 m	8.0 m				
最大跨度	8.0 m	8.0 m				
大梁主要尺寸	60x70 cm	45x70 cm				
柱尺寸	100x100 cm \ 50x50 cm \ 70x60 cm					
樓板厚度	10 cm					
構造系統	鋼筋混凝土梁柱立體鋼構架系統					
基礎型式	筏式基礎					

### 【資料來源:本研究製作】

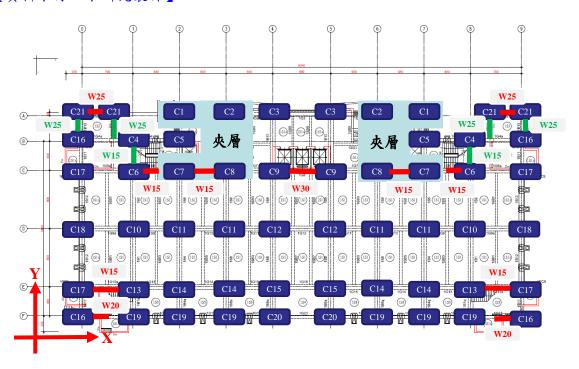
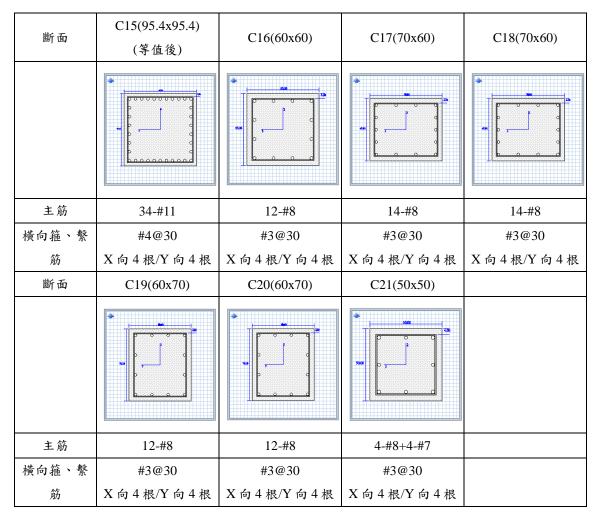


圖 5.3 公有建築物之一樓平面圖

表 5.3 結構物配筋資料

斷面	C1(80x80)	C2(90x70)	C3(90x70)	C4(90x70)
主筋	24-#11+6-#9	32-#11	32-#11	24-#11
横向箍、	#4@30	#4@30	#4@30	#4@30
繋筋	X向6根/Y向6根	X向6根/Y向8根	X向6根/Y向8根	X向6根/Y向6根
斷面	C5(80x80)	C6(95.4x95.4) (等值後)	C9(95.4x95.4) (等值後)	C10(95.4x95.4) (等值後)
			Bamaaaaaaaa	
主筋	22-#11+6-#10	36-#11	44-#11	36-#11
横向箍、繋	#4@30	#4@30	#4@30	#4@30
筋	X向6根/Y向6根	X向8根/Y向8根	X向8根/Y向8根	X向8根/Y向8根
斷面	C11(95.4x95.4) (等值後)	C12(95.4x95.4) (等值後)	C13(95.4x95.4) (等值後)	C14(95.4x95.4) (等值後)
主筋	24-#10	28-#11	28-#10	32-#11
横向箍、繋	#4@30	#4@30	#4@30	#4@30
筋	X向8根/Y向8根	X向8根/Y向8根	X向8根/Y向8根	X向8根/Y向8根



【資料來源:本研究製作】

## 三、公有建築物之耐震能力初步評估

利用 PSERCB 將本棟建築物進行耐震能力初步評估,依序將建築物之基本資料、定性評估表、參數設置、X 向斷面資料、Y 向斷面資料、資料上傳及現況照片上傳逐步完成,如圖 5.4~圖 5.13 所示,並輸出報告書。由圖 5.15~圖 5.16 顯示公有建築物之耐震能力評分為 67.4 分,其結果係為建築物之耐震能力「確有疑慮」。其中,定性評估共為 16.1分,定量為 51.3 分,額外增減分為 0 分。另外定量計算部分詳圖 5.19~圖 5.22,其中 X 向建築物 475 年地震回歸期耐震能力為 0.114 g,Y 向建築物 475 年地震回歸期耐震能力為 0.116 g,皆不符合耐震標準 0.24 g;X 向建築物 2500 年地震回歸期耐震能力為 0.143 g,Y 向建築物 2500 年地震回歸期耐震能力為 0.143 g,Y 向建築物 2500 年地震回歸期耐震能力為 0.146 g,不符合耐震標準 0.32 g。



圖 5.4 基本資料



圖 5.5 定性評估表(結構系統)



圖 5.6 定性評估表(結構細部、結構現況)



圖 5.7 額外增、減分



圖 5.8 參數設置



圖 5.9 X 向斷面資料(一般柱)



圖 5.10 X 向斷面資料(RC 牆)



圖 5.11 Y 向斷面資料(柱)



圖 5.12 資料上傳



圖 5.13 現況照片上傳



耐震能力初步評估[Preliminary Seismic Evaluation of RC Building]

評估者: M

列印日期:2016/6/24

#### 鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估表

#### 壹、建築物基本資料表

建物	勿名稱	公有辦公大樓	建物編號	001	建物地址	臺北市 中正區 龍福里 123
評	估者	Me	評估日期	2016-6-21	e-mail	
設計	十年度	63年2月以前	建物高度 h <sub>n</sub> (m)	38.25	用途係數I	1.25
地盤	<b>建種類</b>	臺北盆地	地上樓層數	10	地下樓層數	1

建築物依樓層分類: □五樓以下 ■六樓以上

建築物依結構形式分類: ■一般 RC 建物 □加强磚造(透天厝) □具弱層建物□其它: \_\_\_\_\_

建築物依使用用途分類: ■辦公室 □公寓 □集合住宅 □商場 □住商混合□其它: \_\_\_\_\_

本評估參考資料: ■設計圖説 □計算書 □現場調査或推估

公有辦公大樓[1]

### 圖 5.14 基本資料表

#### 【資料來源:本研究製作】



耐震能力初步評估[Preliminary Seismic Evaluation of RC Building]

評估者: Me

列印日期:2016/6/24

#### 貳、建築物耐震能力初步評估表

項次	項目	Ē	記分	評估内容	權重	評分
B101	靜不定程度		5	□單跨(1.0) □雙跨(0.67) ■三跨(0.33) □四跨以上(0)	0.33	1.65
B102	地下室面積比	1, r <sub>a</sub>	2	0 ≤ (1.5-r₂)/1.5 ≤ 1.0; r₂: 地下室面積與建築面積之比 r₂=1	0.33	0.66
B103	結 平面對稱性		3	□不良(1.0) ■尚可(0.5) □良(0)	0.50	1.50
B104	<b>一</b> 立面對稱性		3	□不良(1.0) ■尚可(0.5) □良(0)	0.50	1.50
B105	辦梁之跨深比 b		3	當 b < 3, w = 1.0; 當 3 ≤ b < 8, w = (8-b)/5; 當 b ≥ 8, w = 0 b = 7.11	0.18	0.54
B106	だだ 柱之高深比 c		3	當 c < 2, w = 1.0; 當 2 ≤ c < 6, w = (6-c)/4; 當 c ≥ 6, w = 0 c = 4.30	0.43	1.29
B107	軟弱層顯著性		3	□高(1.0) □中(0.67) ■低(0.33) □無(0)	0.33	0.99
B208	左 左 左 左 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一	(i	5	■63 年 2 月以前(1.0) □63 年 2 月至 71 年 6 月(0.67) □71 年 6 月至 86 年 5 月(0.33) □86 年 5 月以後(0)	1.00	5.00
B209	無 知 知 服 重性	造成短柱	3	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) ■無(0)	0.00	0.00
B210	牆體造成短粱		3	■高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0)	1.00	3.00
B311	結柱之損害程度	Ē.	2	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) ■無(0)	0.00	0.00
B312	構 牆之損害程度	ŧ.	2	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) ■無(0)	0.00	0.00
B313	況 裂縫鏽蝕滲水	等程度	3	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) ■無(0)	0.00	0.00
B414	475 年耐震能 定評估	约初步	30	當 $\frac{A_{c1}}{IA_{cr5}} \le 0.25$ , w=1;當 $0.25 \le \frac{A_{c1}}{IA_{cr5}} \le 1$ , w= $\frac{4}{3} \left( 1 - \frac{A_{c1}}{IA_{cr5}} \right)$ ;當 $\frac{A_{c1}}{IA_{cr5}} > 1$ , w=0 $A_{c1} = \min[A_{c1,x}, A_{c1,y}] A_{c1,x} = 0.11 A_{c1,y} = 0.12 A_{c1} = 0.11$	0.84	25.20
B415	分 析 2500 年 耐 震 步評估	能力初	30	$\ \frac{A_{c2}}{IA_{2500}} \le 0.25$ , $w = 1$ ; $\ 0.25 \le \frac{A_{c2}}{IA_{2500}} \le 1$ , $w = \frac{4}{3} \left(1 - \frac{A_{c2}}{IA_{2500}}\right)$ ; $\ \frac{A_{c2}}{IA_{2500}} > 1$ , $w = 0$ $A_{c2} = \min[A_{c2,x}, A_{c2,y}] A_{c2,x} = 0.14$ $A_{c2,y} = 0.15$ $A_{c2} = 0.14$	0.87	26.10
分數總	計		100	評分	}總計(P):	67.43

公有辦公大樓[2]

圖 5.15 耐震能力初步評估表

	~	耐震能力初步評估[Preliminary S	eismic Evaluatio	on of RC Building]				
P	PSERCE							
			91	川印日期:2016/6/24				
額外	評	估項目: 此部分為外加評分項目,評估人員應就表列「額外增分」、「額外減分」事項 各項最高配分為2分,總共最高配分為8分;減分最高配分為2分						
	A	分期興建或工程品質有疑慮		0				
額外	В	曾經受災害者,如土石流、火災、震災、人為破壞等		0				
額外增分	С	使用用途由低活載重改為高活載重使用者		0				
	D	傾斜程度明顯者		0				
額外減分	a	使用用途由高活載重改為低活載重使用者		0				
		額外	評分總計(S):	0				
		總評估	分數(R)=P+S=	67.43				
註: 計	评估	古內容中w為計算之權重。						
		公有辦公大樓[3]						

圖 5.16 耐震能力初步評估分數

	MD alu	耐震能力初步評估[Preliminary Seismic Evaluation of RC Building]
F	SERCE	評估者: Me
	1	列印日期:2016/6/24 1
	重要註記	
屋内假部	内装修, 無法判斷其損壞程度。 及施工完全參照設計圖。	
	I	
	□R ≤ 30; 建築物耐震能力尚無疑慮	
評估結果	□30 <r 45;="" td="" ≤="" 宜進行詳評<="" 建築物耐震能力稍有疑慮,=""><td>評估者簽章</td></r>	評估者簽章
結果	□45 <r 60;="" td="" ≤="" 建築物耐震能力有疑慮,優先進行詳評<=""><td>a***10-台 双 早</td></r>	a***10-台 双 早
	■60 <r;建築物的耐震能力確有疑慮,逕自進行補强或拆除< td=""><td></td></r;建築物的耐震能力確有疑慮,逕自進行補强或拆除<>	
	公有辦公大樓	[4]

#### 圖 5.17 耐震能力初步評估結果判定

### 【資料來源:本研究製作】

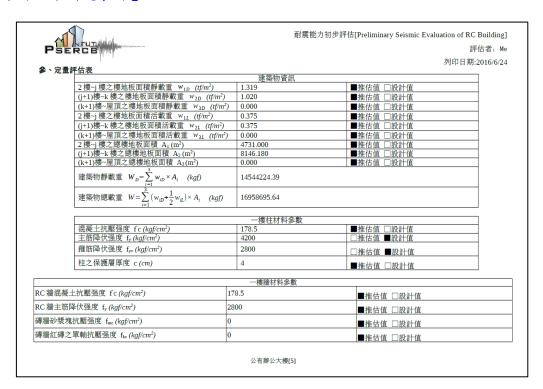


圖 5.18 參數設置

PSER	FUE	Act Bar	(Application of the second										評估者: Me
. 32		Link										初印	日期:2016/6/24
= U						0.75	0.00				To lobe than I		
X 向定量評估			建築	物週期(s	sec): <b>0.0</b>	7 h <sub>n</sub> <sup>0.75</sup> ■	$0.05 h_n^{0.75}$			0.77	系統制1	生容量 R	4
一般柱類別	柱 寬 (cm) ( <i>B</i> <sub>c</sub> )	柱 深 (cm) ( <i>H</i> <sub>c</sub> )	柱鋼 筋比 (%) (p <sub>z</sub> )	一樓柱 淨高 (cm) (h <sub>1</sub> )	横向箍、 繋筋號數 No	横向箍、 繋筋根數 Num	横向箍、 繋筋總 面積 (cm²) A <sub>v</sub>	横向箍、 繋筋間距 (cm) S	柱根數 (N <sub>ei</sub> )	撓曲破壞控 制 (kgf) (V <sub>m.coli</sub> )	剪力破壞控 制 (kgf) (Vsui)	$V_{ m coli} \  m (kgf)$	V <sub>coli</sub> ×N <sub>ci</sub> (kgf)
					一般	柱(一樓柱	<b> </b> 	深之比值(	h <sub>1</sub> / H <sub>c</sub> )>2	)			
C1	80	80	4.38	190	#4	6	7.62	30	2	359662.50	88855.59	44427.79	88855.59
C2	90	70	5.11	190	#4	6	7.62	30	2	327344.56	79971.52	39985.76	79971.52
C3	90	70	5.11	410	#4	6	7.62	30	2	151696.26	79971.52	41724.78	83449.55
C4	90	70	3.84	410	#4	6	7.62	30	2	124136.26	80618.42	49946.98	99893.95
C5	80	80	4.22	410	#4	6	7.62	30	2	162262.48	88933.11	47887.40	95774.81
C6	95.4	95.4	3.98	410	#4	8	10.16	30	2	268541.30	136407.52	69072.11	138144.22
C7	95.4	95.4	4.87	190	#4	8	10.16	30	2	670903.75	135756.64	67878.32	135756.64
C8	95.4	95.4	4.87	190	#4	8	10.16	30	2	670903.75	135756.64	67878.32	135756.64
C9	95.4	95.4	4.87	410	#4	8	10.16	30	2	310906.62	135756.64	67878.32	135756.64
C10	95.4	95.4	3.98	410	#4	8	10.16	30	2	268541.30	136407.52	69072.11	138144.22
C11	95.4	95.4	2.15	410	#4	8	10.16	30	4	177244.34	138046.53	99818.55	399274.21
C12	95.4	95.4	3.10	410	#4	8	10.16	30	2	225255.19	137135.74	80504.35	161008.70
C13	95.4	95.4	2.51	410	#4	8	10.16	30	2	195529.55	137683.73	91329.28	182658.55
C14	95.4	95.4	3.54	410	#4	8	10.16	30	4	247109.12	136760.21	74226.94	296907.78
C15	95.4	95.4	3.76	410	#4	4	5.08	30	2	263256.70	97911.88	48955.94	97911.88
C16	60	60	1.69	410	#3	4	2.84	30	4	36996.17	36250.84	32041.51	128166.03
C17	70	60	1.69	410	#3	4	2.84	30	4	42946.30	39876.61	33608.73	134434.91

# 圖 5.19 柱極限層剪力強度計算

# 【資料來源:本研究製作】

ERCE	Montenan						評作
1, ,							列印日期:2
RC 牆				allada danna dada a I			RC 牆剪力强度小計(kgf)
(包括剪力牆與	牆厚度(cm)	長度(cm)	高度(cm)	RC牆鋼筋比	數量	單片牆之剪力强度(kgf)	$(V_{swi} \times N_{swi})$
非結構 RC 牆)	(T <sub>b</sub> )	(W <sub>b</sub> )	(H <sub>b</sub> )	(ρ <sub>sw</sub> )	$(N_{swi})$	$(V_{swi})$	( ' 341 - ' 341)
Wall001	15	620	410	0.00316	1	125820.42	125820.42
Wall002	15	620	410	0.00316	1	125820.42	125820.42
Wall003	25	370	400	0.00339	1	130231.88	130231.88
Wall004	25	370	400	0.00339	1	130231.88	130231.88
Wall005	15	540	420	0.00316	1	109585.53	109585.53
Wall006	30	700	420	0.00423	1	337977.96	337977.96
Wall007	15	540	420	0.00316	1	109585.53	109585.53
Wall008	15	390	420	0.00316	1	79145.10	79145.10
Wall009	20	220	400	0.00423	1	70814.43	70814.43
				RC	牆之極限	剪力强度 ΣV <sub>swi</sub> ×N <sub>swi</sub> (kgf)	1219213.15
四面圍東	牆厚度(cm)	長度(cm)	高度(cm)	數量		單片牆之剪力强度(kgf)	磚牆剪力强度小計(kgf)
磚牆	$(T_b)$	(W <sub>b</sub> )	(H <sub>b</sub> )	$(N_{bw4i})$	)	$(V_{bw4i})$	$(V_{bw4i} \times N_{bw4i})$
				四面圍束磚牆	之極限剪	可力强度 ΣV <sub>bw4i</sub> ×N <sub>bw4i</sub> (kgf)	0.00
三面圍東	牆厚度(cm)	長度(cm)	高度(cm)	數量		單片牆之剪力强度(kgf)	磚牆剪力强度小計(kgf)
磚牆	$(T_b)$	(W <sub>b</sub> )	(H <sub>b</sub> )	$(N_{bw3i})$	)	$(V_{bw3i})$	$(V_{bw3i} \times N_{bw3i})$
				三面圍束磚牆	之極限剪	引力强度 ΣV <sub>bw3i</sub> ×N <sub>bw3i</sub> (kgf)	0.00
無側邊圍束	牆厚度(cm)	長度(cm)	高度(cm)	av III		單片牆之剪力强度(kgf)	磚牆剪力强度小計(kgf)
磚牆	(T <sub>b</sub> )	(W <sub>b</sub> )	(H <sub>b</sub> )	數量(N <sub>b</sub>	w2i)	$(V_{bw2i})$	$(V_{bw2i} \times N_{bw2i})$
			4	無側邊圍束磚牆	之極限剪	引力强度 ΣV <sub>bw2i</sub> ×N <sub>bw2i</sub> (kgf)	0.00

圖 5.20 牆極限層剪力強度計算

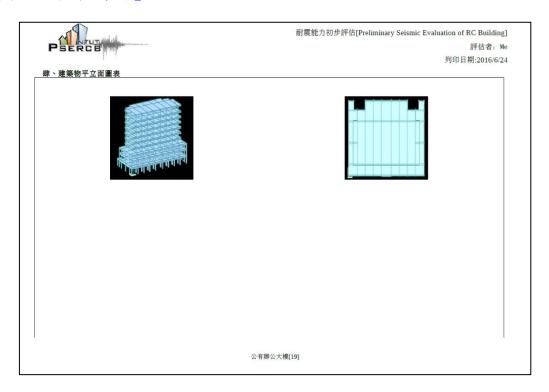
一樓層極限剪力强度	j=1	j=2	j=3
$V_{uj} = C_{vcj} \Sigma V_{coli} \times N_{ci} + C_{vsj} (\Sigma V_{swi} \times N_{swi} + \Sigma V_{scoli} \times N_{sci}) + C_{vbj} \Sigma V_{bwi} \times N_{bwi};  j=1 \sim 3 \text{ (kgf)}$	2667320.227		2664663.595
新設計建築物之極限剪力强度 $(V_{100})_n=I$ ( $\frac{S_{aD}}{F_u}$ ) $_mW$ (kgf)		5454084.144	
受評估建築物之降伏地表加速度 $A_{jj,x} = \frac{V_{ij}}{(V_{100})_u} \frac{IA_{475}}{Fu}$ (g) ; $j$ =1~3	0.073	Les	0.073
$\begin{split} R_j^1 &= \frac{C_{bg} \times R_{cd}(C_{cg} \times \sum V_{cd} \times N_c) + C_{cg} \times R_{cd}(C_{cg} \times \sum V_{cd} \times N_{cd} + \sum V_{cd} \times N_{cd} + \sum V_{cd} \times N_{cd} + \sum V_{cd} \times N_{cd}) + C_{cg} \times R_{cd}(C_{cg} \times \sum V_{cd} \times N_{cd})}{C_{cg} \times \sum V_{cdd} \times N_d + C_{cg} \times \sum V_{cd} \times N_{cd} + \sum V_{cdd} \times N_{cd} + \sum V_{cdd} \times N_{cd} + \sum V_{cdd} \times N_{bd}} \\ j &= 1 \sim 3 \end{split} $	1.247		2.400
$R_w^* = \begin{cases} 1 + \frac{(R_j^* - 1)}{1.5} (-                                   $	1.123		1.700
$F_{uj}^i = F_u(T, R_{uj}^i)$ ; j=1~3	1.117	les.	1.549
$V_{uj}/W_D$	0.183		0.183
建築物 X 向耐震能力 $A_{c1,x}=max\left[A_{yl,x}F_{ul}^{i};j=1\ 3\right]$ (g)	·	0.114	•
25 120	0.183		0.183

#### 圖 5.21 建築物 475 年地震回歸期耐震能力計算

### 【資料來源:本研究製作】



圖 5.22 建築物 2500 年地震回歸期耐震能力計算



#### 圖 5.23 建築物平立面圖

### 【資料來源:本研究製作】

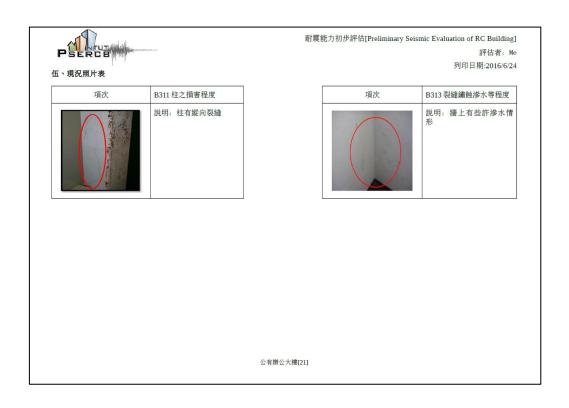


圖 5.24 建築物現況照片

#### 【資料來源:本研究製作】

### 四、公有建築物之耐震能力詳細評估

利用 MIDAS 建置建築物模型,如圖 5.25 所示,並使用 SERCB 針對 475 年回歸期 地震進行耐震能力評估,最後 X 向耐震能力為 0.158 g,Y 向耐震能力為 0.126 g,雨方 向皆不符合耐震標準 0.24 g,如圖 5.26~圖 5.27 所示。

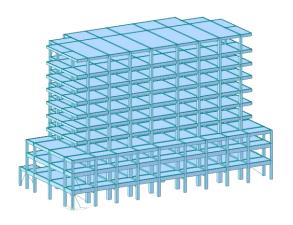


圖 5.25 公有建築物模型建立

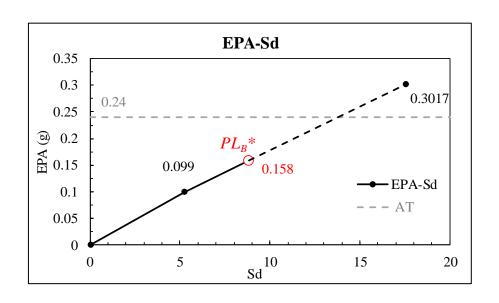


圖 5.26 X 向耐震能力詳細評估

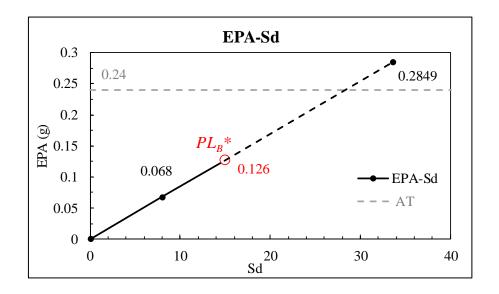


圖 5.27 Y 向耐震能力詳細評估

# 第三節 PSERCB之耐震能力準確性探討

將 31 棟建築物耐震能力初步評估與詳細評估所求得之建築物耐震能力相除,以下 式求得建築物耐震能力準確度之平均值與標準差。

$$\overline{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n}\sum x_i$$
(5.1)

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$
 (5.2)

其中 X; 以下式求得:

$$x_{i} = \frac{\min(A_{c1,xi}, A_{c1,yi})}{\min(A_{p,xi}, A_{p,yi})}$$
(5.3)

其中 $A_{cl,xi}$ 與 $A_{cl,yi}$ 為各棟建築物由耐震初評求得 475 年回歸期之設計地震力作用下X、Y 兩方向之耐震能力,而 $A_{p,xi}$ 與 $A_{p,yi}$ 各棟建築物由耐震詳評求得 475 年回歸期之設計地震力作用下X、Y 兩方向之耐震能力。

以耐震初評與耐震詳評所得之耐震能力相除,當結果為 1 時,表示初評與詳評計算結果完全相同。由本文所採用 31 棟建築物之初評與詳評之耐震能力比較結果顯示,平均值 $\overline{x}$  為 1.03,標準差 s 為 0.28,結果相當接近於 1,證明 PSERCB 之耐震計算具有相當的準確性。

# 第四節 PSERCB之標準分數合理性探討

以目前耐震能力初步評估所訂定之標準,當初步評估總分小於30分時,代表建築物耐震能力無疑慮,不須繼續進行耐震能力詳細評估。本文將利用圖表方式顯示評估結果,證明此標準具有相當的合理性,如圖5.28所示。

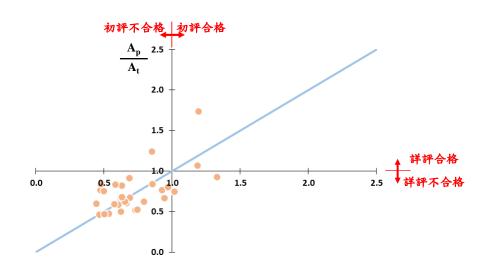


圖 5.28 耐震初評分數標準之合理性

#### 【資料來源:本研究製作】

由本文所採用之31 棟建築物比較結果如圖 5.28 所示,圖中各點之 X 座標值與 Y 座標值代表 31 棟建築物之耐震初評與詳評之評估結果。

X 向座標值為  $\frac{100-R}{100-S}$  , 其中 R 為耐震能力初步評估總分,S 為耐震能力初步評估所採用之標準分數。因以目前所訂定耐震初評總分若低於 30 分即須進入耐震詳評,故此處耐震能力初步評估所採用標準分數(S)為 30 分。當 X 座標值 $\geq 1$  時,表示建築物耐震能力初步評估結果符合耐震標準;當 X 座標值< 1 時,表示建築物耐震能力初步評估結果符合耐震標準。

Y向座標為 $\frac{A_p}{A_l}$ ,其中 $A_p$ 為建築物耐震詳評所得之建築物耐震能力, $A_l$ 為依照建築物耐震規範所求得之耐震標準。當Y座標值 $\geq 1$ 時,表示建築物耐震能力詳細評估符合

耐震標準;當Y座標值<1時,表示建築物耐震能力詳細評估結果不符合耐震標準。

由圖 5.28 所示,當建築物所代表座標點位於第一象限即 X 座標值>1 且 Y 座標值>1,表示耐震能力初步評估與詳細評估結果皆符合標準之建築物;當建築物所代表座標點位於第二象限即 X 座標值<1 但 Y 座標值>1,表示耐震能力初步評估結果不符合標準,但詳細評估結果符合標準之建築物;當建築物所代表座標點位於第三象限即 X 座標值<1 且 Y 座標值<1,表示耐震能力初步評估與詳細評估結果皆不符合標準之建築物;當建築物所代表座標點位於第四象限即 X 座標值>1 但 Y 座標值<1,表示耐震能力初步評估結果符合標準之建築物。

當建築物之座標點之 Y 座標值除以 X 座標值越接近於 1 時(接近圖 5.28 中斜率為 1 之斜直線),表示 PSERCB 標準分數訂定合理。由圖 5.28 所示,評估結果大部分皆位於第一及第三象限,表示評估耐震能力初步評估結果是相同的,且各建築物所代表之座標點皆相當接近於斜率為 1 之斜值線,故以 30 分作為耐震能力初步評估之標準分數相當合理。

# 第五節 其它建築物耐震能力初步評估之統計分析

以本文所採用之 31 棟建築物為基準, $\frac{A_{c1}}{IA_{475}}$ 之平均值 $\bar{x}$  為 0.597,標準差 s 為 0.212,

協方差 COV 為 0.354。其中 COV 以下式計算:

$$COV = \frac{s}{\overline{x}} \tag{5.4}$$

接下來將針對定量評估結果與初評最後總分進行統計分析,觀察不同 $\frac{A_{cl}}{IA_{475}}$ 平均值之建築物,用PSERCB評估結果落於各評斷結果之分佈情形。

### 一、不同建築物耐震能力對應各判定結果之機率

利用耐震初評之四個判定結果之邊界值:60 分、45 分、30 分為基準,其對應之權 重 w 應為 0.6、0.45、0.3,將此權重 w 代入(3.1)式中,求得其  $\frac{A_{c1}}{IA_{475}}$  應為 0.55、0.66、0.78。

假設 $\frac{A_{c1}}{IA_{475}}$ 之平均值,代入由式 5.4 所求得之協方差COV,反求該平均值所對應的

標準差5。假設結果近於常態分佈,再利用常態分佈關係如下:

$$P(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{\frac{-(x-\mu)^{2}}{2\sigma^{2}}} dx$$
 (5.5)

其中,x 為以評斷分數之換算所得之 $\frac{A_{c1}}{IA_{475}}$ , $\mu$  為 $\frac{A_{c1}}{IA_{475}}$ 之平均值, $\sigma$  為 $\frac{A_{c1}}{IA_{475}}$ 之標準差。

計算耐震初步評估大於 60 分之機率 P(60)、大於 45 分之機率 P(45)、大於 30 分之機率 P(30),如表 5.4 所示。最後將 1-P(30)可得小於 30 分之機率,P(30)-P(45)可得介於 45~60 分之機率,P(60)為大於 45~60 分之機率,45~60 分之极率,45~60 分之极率

表 5.5 及圖 5.29 所示。

以本文 31 棟建築物為例, $\frac{A_{c1}}{IA_{475}}$ 之平均值  $\mu$  為 0.571,標準差  $\sigma$  為 0.206,協方差 COV

為 0.361。P(60)即初步評估大於 60 分機率應為  $P(\frac{A_{cl}}{IA_{475}}<0.55)$ ,代入(5.5)可得機率為 41.2

%,同理可得 P(45)大於 45 分之機率 62.17 % 及 P(30)大於 30 分之機率 80.01 %。利用 1-P(30)可得小於 30 分之機率 19.99 %,P(30)-P(45)可得介於  $30\sim45$  分之機率 17.84 %, P(45)-P(60)可得介於  $45\sim60$  分之機率 20.96 %,而 P(60)即大於 60 分之機率 41.2 %。

表 5.4 不同  $\frac{A_{c1}}{IA_{475}}$  之平均值小於各標準分數之機率表

Average( $\frac{A_{c1}}{IA_{475}}$ )	Stand.	P(30)(%)	P(45)(%)	P(60)(%)
0.05	0.018	100.00	100.00	100.00
0.1	0.035	100.00	100.00	100.00
0.15	0.053	100.00	100.00	100.00
0.2	0.071	100.00	100.00	100.00
0.25	0.089	100.00	100.00	99.96
0.3	0.106	100.00	99.97	99.07
0.35	0.124	99.97	99.42	94.67
0.4	0.142	99.59	96.81	85.52
0.45	0.159	97.93	90.88	73.48
0.5	0.177	93.98	82.06	61.12
0.55	0.195	87.60	71.82	50.00
0.6	0.212	79.49	61.57	40.70
0.65	0.230	70.65	52.17	33.20
0.7	0.248	61.89	43.99	27.26
0.75	0.266	53.75	37.09	22.57
0.8	0.283	46.48	31.37	18.88
0.85	0.301	40.16	26.67	15.95

0.9	0.319	34.75	22.81	13.61
0.95	0.336	30.15	19.64	11.72
1	0.354	26.26	17.03	10.19

表 5.5 不同  $\frac{A_{c1}}{IA_{475}}$  之平均值落於各判定區間之機率表

Average( $\frac{A_{c1}}{IA_{475}}$ )	Stand.	P(30)(%)	P(30~45)(%)	P(45~60)(%)	P(60)(%)
0.05	0.018	0.00	0.00	0.00	100.00
0.1	0.035	0.00	0.00	0.00	100.00
0.15	0.053	0.00	0.00	0.00	100.00
0.2	0.071	0.00	0.00	0.00	100.00
0.25	0.089	0.00	0.00	0.03	99.96
0.3	0.106	0.00	0.03	0.90	99.07
0.35	0.124	0.03	0.55	4.75	94.67
0.4	0.142	0.41	2.79	11.29	85.52
0.45	0.159	2.07	7.05	17.40	73.48
0.5	0.177	6.02	11.92	20.94	61.12
0.55	0.195	12.40	15.78	21.82	50.00
0.6	0.212	20.51	17.92	20.87	40.70
0.65	0.230	29.35	18.48	18.97	33.20
0.7	0.248	38.11	17.90	16.73	27.26
0.75	0.266	46.25	16.66	14.52	22.57
0.8	0.283	53.52	15.11	12.49	18.88
0.85	0.301	59.84	13.49	10.72	15.95
0.9	0.319	65.25	11.94	9.20	13.61
0.95	0.336	69.85	10.51	7.92	11.72
1	0.354	73.74	9.23	6.84	10.19

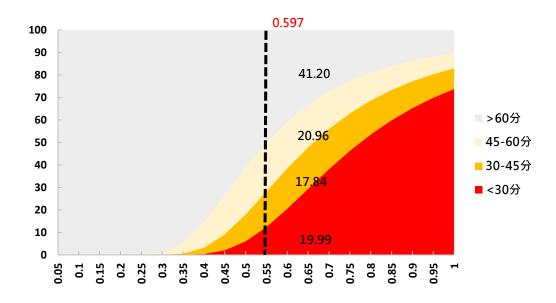


圖 5.29 不同  $\frac{A_{c1}}{IA_{475}}$  之平均值落於各判定區間之機率圖

由圖 5.29 所示,以本文所採用之 31 棟建築物為例,其耐震能力平均值為 0.597,耐震能力初步評估結果大於 60 分的機率為 41.2%,45~60 分的機率為 20.96%,30~45 分的機率為 17.84%,小於 30 分的機率為 19.99%。

#### 二、不同耐震初評總分對應各判定結果之機率

利用耐震初評之四個判定結果之邊界值:60分、45分、30分為基準。

假設最後耐震初評總分之平均值 $\overline{x}$ ,代入由式 5.4 所求得之協方差 COV,反求該平均值所對應的標準差s。假設結果近於常態分佈,再利用常態分佈關係,如式(5.5)所示。

其中,x為評斷分數之邊界值, $\mu$ 為初評總分之平均值, $\sigma$ 為初評總分之標準差。 計算耐震初步評估小於 60 分之機率 P(60)、小於 45 分之機率 P(45)、小於 30 分之機率 P(30),如表 5.6 所示。最後將 1-P(60)得大於 60 分之機率,P(60)-P(45)得 45~60 分之機率,P(45)-P(30)得 30~45 分之機率,P(30)為小於 30 分之機率,表 5.7 及圖 5.30 所示。

表 5.6 不同耐震初評總分之平均值小於各標準分數之機率表

Average(初評總分)	Stand.	P(30)(%)	P(45)(%)	P(60)(%)
1	0.33	100.00	100.00	100.00
2	0.65	100.00	100.00	100.00
3	0.98	100.00	100.00	100.00
4	1.31	100.00	100.00	100.00
5	1.64	100.00	100.00	100.00
6	1.96	100.00	100.00	100.00
7	2.29	100.00	100.00	100.00
8	2.62	100.00	100.00	100.00
9	2.95	100.00	100.00	100.00
10	3.27	100.00	100.00	100.00
11	3.60	100.00	100.00	100.00
12	3.93	100.00	100.00	100.00
13	4.26	100.00	100.00	100.00
14	4.58	99.98	100.00	100.00
15	4.91	99.89	100.00	100.00
16	5.24	99.62	100.00	100.00
17	5.57	99.02	100.00	100.00
18	5.89	97.91	100.00	100.00
19	6.22	96.15	100.00	100.00
20	6.55	93.67	99.99	100.00
21	6.88	90.47	99.98	100.00
22	7.20	86.67	99.93	100.00
23	7.53	82.37	99.83	100.00
24	7.86	77.75	99.62	100.00
25	8.18	72.94	99.27	100.00
26	8.51	68.08	98.72	100.00
27	8.84	63.28	97.91	99.99
28	9.17	58.64	96.82	99.98
29	9.49	54.19	95.40	99.95
30	9.82	50.00	93.67	99.89
31	10.15	46.08	91.61	99.79
32	10.48	42.43	89.27	99.62
33	10.80	39.06	86.67	99.38
34	11.13	35.97	83.85	99.02
35	11.46	33.13	80.86	98.54

26	11.70	20.52	77.75	07.01
36	11.79	30.53	77.75	97.91
37	12.11	28.17	74.55	97.12
38	12.44	26.01	71.32	96.15
39	12.77	24.04	68.08	95.00
40	13.10	22.25	64.87	93.67
41	13.42	20.62	61.71	92.15
42	13.75	19.14	58.64	90.47
43	14.08	17.79	55.65	88.64
44	14.40	16.56	52.77	86.67
45	14.73	15.43	50.00	84.57
46	15.06	14.40	47.35	82.37
47	15.39	13.46	44.83	80.09
48	15.71	12.60	42.43	77.75
49	16.04	11.81	40.15	75.36
50	16.37	11.09	38.00	72.94
51	16.70	10.42	35.97	70.51
52	17.02	9.81	34.05	68.08
53	17.35	9.25	32.24	65.67
54	17.68	8.73	30.53	63.28
55	18.01	8.25	28.93	60.94
56	18.33	7.81	27.43	58.64
57	18.66	7.40	26.01	56.39
58	18.99	7.02	24.68	54.19
59	19.32	6.66	23.43	52.06
60	19.64	6.33	22.25	50.00
61	19.97	6.03	21.15	48.00
62	20.30	5.75	20.11	46.08
63	20.63	5.48	19.14	44.22
64	20.95	5.23	18.23	42.43
65	21.28	5.00	17.36	40.71
66	21.61	4.78	16.56	39.06
67	21.93	4.58	15.79	37.48
68	22.26	4.39	15.08	35.97
69	22.59	4.21	14.40	34.52
70	22.92	4.05	13.77	33.13
71	23.24	3.89	13.17	31.80
72	23.57	3.74	12.60	30.53
· <del>-</del>	1		1	

73	23.90	3.60	12.07	29.32
74	24.23	3.47	11.56	28.17
75	24.55	3.34	11.09	27.06 26.01
76	24.88	3.22	10.64	
77	25.21	3.11	10.21	25.00
78	25.54	3.01	9.81	24.04
79	25.86	2.91	9.43	23.13
80	26.19	2.81	9.07	22.25
81	26.52	2.72	8.73	21.42
82	26.85	2.64	8.41	20.62
83	27.17	2.56	8.10	19.87
84	27.50	2.48	7.81	19.14
85	27.83	2.41	7.53	18.45 17.79
86	28.15	2.34	7.27	
87	28.48	2.27	7.02	17.16
88	28.81	2.20	6.78	16.56 15.98 15.43 14.90 14.40
89	29.14	2.14	6.55	
90	29.46	2.09	6.33	
91	29.79	2.03	6.13	
92	30.12	1.98	5.93	
93	30.45	1.93	5.75	13.92
94	30.77	1.88	5.57	13.46
95	31.10	1.83	5.40	13.02
96	31.43	1.79	5.23	12.60
97	31.76	1.74	5.08	12.20
98	32.08	1.70	4.93	11.81
99	32.41	1.66	4.78	11.44
100	32.74	1.63	4.65	11.09

表 5.7 不同耐震初評總分之平均值落於各判定區間之機率表

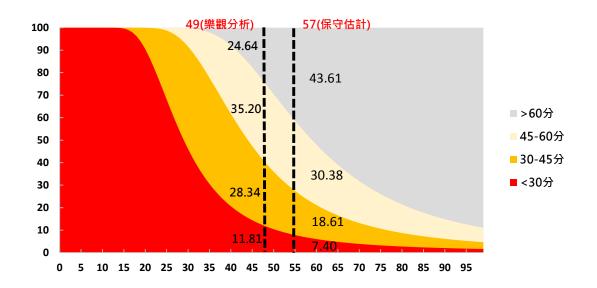
Average(初評總分)	Stand.	P(30)(%)	P(30~45)(%)	P(45~60)(%)	P(60)(%)
1	0.33	100.00	0.00	0.00	0.00
2	0.65	100.00	0.00	0.00	0.00
3	0.98	100.00	0.00	0.00	0.00
4	1.31	100.00	0.00	0.00	0.00

5	1.64	100.00	0.00	0.00	0.00
6	1.96	100.00	0.00	0.00	0.00
7	2.29	100.00	0.00	0.00	0.00
8	2.62	100.00	0.00	0.00	0.00
9	2.95	100.00	0.00	0.00	0.00
10	3.27	100.00	0.00	0.00	0.00
11	3.60	100.00	0.00	0.00	0.00
12	3.93	100.00	0.00	0.00	0.00
13	4.26	100.00	0.00	0.00	0.00
14	4.58	99.98	0.02	0.00	0.00
15	4.91	99.89	0.11	0.00	0.00
16	5.24	99.62	0.38	0.00	0.00
17	5.57	99.02	0.97	0.00	0.00
18	5.89	97.91	2.09	0.00	0.00
19	6.22	96.15	3.85	0.00	0.00
20	6.55	93.67	6.33	0.01	0.00
21	6.88	90.47	9.50	0.02	0.00
22	7.20	86.67	13.26	0.07	0.00
23	7.53	82.37	17.45	0.17	0.00
24	7.86	77.75	21.88	0.38	0.00
25	8.18	72.94	26.34	0.73	0.00
26	8.51	68.08	30.64	1.28	0.00
27	8.84	63.28	34.63	2.08	0.01
28	9.17	58.64	38.18	3.16	0.02
29	9.49	54.19	41.21	4.54	0.05
30	9.82	50.00	43.67	6.22	0.11
31	10.15	46.08	45.54	8.17	0.21
32	10.48	42.43	46.84	10.36	0.38
33	10.80	39.06	47.60	12.71	0.62
34	11.13	35.97	47.88	15.18	0.98
35	11.46	33.13	47.73	17.68	1.46
36	11.79	30.53	47.21	20.17	2.09
37	12.11	28.17	46.38	22.57	2.88
38	12.44	26.01	45.31	24.83	3.85
39	12.77	24.04	44.04	26.92	5.00
40	13.10	22.25	42.62	28.80	6.33
41	13.42	20.62	41.09	30.44	7.85

42	13.75	19.14	39.49	31.84	9.53
43	14.08	17.79	37.86	32.99	11.36
44	14.40	16.56	36.21	33.90	13.33
45	14.73	15.43	34.57	34.57	15.43
46	15.06	14.40	32.95	35.02	17.63
47	15.39	13.46	31.37	35.26	19.91
48	15.71	12.60	29.83	35.32	22.25
49	16.04	11.81	28.34	35.20	24.64
50	16.37	11.09	26.91	34.94	27.06
51	16.70	10.42	25.54	34.54	29.49
52	17.02	9.81	24.23	34.03	31.92
53	17.35	9.25	22.99	33.43	34.33
54	17.68	8.73	21.80	32.75	36.72
55	18.01	8.25	20.68	32.01	39.06
56	18.33	7.81	19.62	31.21	41.36
57	18.66	7.40	18.61	30.38	43.61
58	18.99	7.02	17.66	29.52	45.81
59	19.32	6.66	16.77	28.64	47.94
60	19.64	6.33	15.92	27.75	50.00
61	19.97	6.03	15.12	26.85	52.00
62	20.30	5.75	14.37	25.96	53.92
63	20.63	5.48	13.66	25.08	55.78
64	20.95	5.23	12.99	24.20	57.57
65	21.28	5.00	12.36	23.35	59.29
66	21.61	4.78	11.77	22.51	60.94
67	21.93	4.58	11.21	21.69	62.52
68	22.26	4.39	10.69	20.89	64.03
69	22.59	4.21	10.19	20.11	65.48
70	22.92	4.05	9.72	19.36	66.87
71	23.24	3.89	9.28	18.64	68.20
72	23.57	3.74	8.86	17.93	69.47
73	23.90	3.60	8.47	17.26	70.68
74	24.23	3.47	8.10	16.60	71.83
75	24.55	3.34	7.75	15.97	72.94
76	24.88	3.22	7.42	15.37	73.99
77	25.21	3.11	7.10	14.79	75.00
78	25.54	3.01	6.81	14.23	75.96
	_				

第五章 案例分析結果之統計與比較

79	25.86	2.91	6.52	13.70	76.87
80	26.19	2.81	6.26	13.18	77.75
81	26.52	2.72	6.01	12.69	78.58
82	26.85	2.64	5.77	12.22	79.38
83	27.17	2.56	5.54	11.77	80.13
84	27.50	2.48	5.33	11.33	80.86
85	27.83	2.41	5.12	10.92	81.55
86	28.15	2.34	4.93	10.52	82.21
87	28.48	2.27	4.75	10.14	82.84
88	28.81	2.20	4.57	9.78	83.44
89	29.14	2.14	4.41	9.43	84.02
90	29.46	2.09	4.25	9.09	84.57
91	29.79	2.03	4.10	8.78	85.10
92	30.12	1.98	3.96	8.47	85.60
93	30.45	1.93	3.82	8.18	86.08
94	30.77	1.88	3.69	7.90	86.54
95	31.10	1.83	3.56	7.63	86.98
96	31.43	1.79	3.45	7.37	87.40
97	31.76	1.74	3.33	7.12	87.80
98	32.08	1.70	3.22	6.89	88.19
99	32.41	1.66	3.12	6.66	88.56
100	32.74	1.63	3.02	6.44	88.91



#### 圖 5.30 不同初評總分之平均值落於各判定區間之機率圖

#### 【資料來源:本研究製作】

由圖 5.30 所示,以本文所採用之 31 棟建築物為例,因考慮各評估者經驗不同,於 定性評估部分可能有不一樣的結果,故最後評估總分考慮「樂觀分析」與「保守估計」 兩種。

當採「樂觀分析」時,其初評總分之平均值為 49 分,耐震能力初步評估結果大於 60 分的機率為 24.64%,45~60 分的機率為 35.20%,30~45 分的機率為 28.34%,小於 30 分的機率為 11.81%。

當採「保守估計」時,其初評總分之平均值為 57 分,耐震能力初步評估結果大於 60 分的機率為 43.61%,45~60 分的機率為 30.38%,30~45 分的機率為 18.61%,小於 30 分的機率為 7.40%。

# 第六節 小節

由本章剛開始所介紹 10 層樓之公有辦公大樓,其耐震能力初步評估結果大於 60 分 與耐震能力詳細評估結果吻合,且耐震能力初評估計算所得耐震能力與詳細評估結果也 相當接近。本棟建築物有 500 多個斷面,模型建置與鋼筋配筋花費了近一個星期的時間, 完成建築物耐震能力評估需要耗費一個月的時間。在資料齊全的情況下進行耐震能力初 步評估,只需一小時以內,而評估結果差異不大。

此外,同時將 31 棟建築物之耐震初評與詳評進行比較,以統計分析比較結果顯示,由耐震初評及詳評求得之耐震能力相當接近,且耐震初評判定結果也與詳評結果相符,證實 PSERCB 的準確度是可受肯定的。

另外進行其他統計分析比對,結果顯示未來若以此評估系統進行建築物篩選,將有 24.64%~43.61%建築物應馬上進行補強。此數據可能會過於高估,因本文所使用 31 棟建 築物皆是以經過傳統耐震初評表篩選過後,進行詳評之建築物,若將全部建築物列入統 計分析,需馬上進行補強之機率應更低。

# 第六章 結論與建議

### 第一節 結論

本文主要進行耐震初評之研究與PSERCB的研究開發,最後介紹此評估平台於未來 防災上的應用。耐震能力初步評估的方法主要參考國內外相關文獻,建置適合我國的耐 震初評表,主要可分為定性與定量兩部分。其中過去傳統初評方式皆以定性方式為主, 但此法根據評估者經驗不同,評估結果差異較大。故研究一估算建築物耐震能力方法, 並以定量評估方式呈現於耐震初評表內,可有效降低評估結果變異性過大的問題。

本研究提之耐震能力初步評估分為定性及定量兩大部分,定量分析須計算建築物耐震能力,其過程較為繁雜,故開發輔助工具解決此問題。另外過去已進行眾多耐震能力評估,但評估結果皆以紙本方式呈現,不易保存,且資料散落於各處,無統一單位進行管理,無法進行後續統計分析等利用,甚是可惜。爰此,本研究建立一評估平台,希冀可藉由此雲端平台(PSERCB)推動此較為準確之耐震能力初步評估方法,亦可蒐集眾多初評之評估結果,供未來擬定防災策略等使用。

本文針對目前研究結果,提出以下結論:

- 1. 本研究擬定之鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估表,係針對影響耐震能力最重要的因素研擬而成。表單共分五大項目:「壹、建築物基本資料」,「貳、建築物耐震能力初步評估表」,「參、定量評估」,「肆、建築物平立面圖」,「伍、現況照片」等,藉此分門別類可使工程師系統化作業。
- 2. 本研究根據蔡益超教授擬定之定性評估項目,再以 RC 理論與國內「建築物耐震設計規範及解說」為理論基礎擬定定量評估流程,定量評估可有效降低評估結果之變異性,使評估結果更準確。
- 3. 本研究所開發之耐震能力初步評估平台係依照耐震能力初步評估表建置。平台參數 輸入主要分為七大項目:「基本資料」、「定性評估表」、「參數設置」、「X向斷面資料」、 「Y向斷面資料」、「資料上傳」、「現況照片上傳」等,藉此透過程式引導方便工程

師操作。

- 4. PSERCB 可同時對 X 向及 Y 向針對 475 年地震回歸期與 2500 年地震回歸期進行耐 震能力評估。
- 5. PSERCB 可提供從業人員上傳平立面圖與現況照片功能,並將此類照片與評估內容 完整匯入報告書內,供從業人員下載檢視,有效降低從業人員之工作量,提升工作 效率,並防止人為錯誤。
- 6. PSERCB 可藉由雲端資料庫蒐集建築師及技師之評估資料,後續可將大量資料進行 統計及策略擬定,提升耐震初評之資料價值。
- 7. PSERCB 考量定量分析,功能介於傳統初評與詳評之間,能夠用較短的時間得到較 精準的評估結果,提升整體評估效率。
- 8. 以 1 棟 10 層樓之公有辦公大樓作為示範例,其耐震初評與詳評結果進行比較,顯示 二者結果亦相當接近,證明 PSERCB 準確度相當高。
- 9. 利用 30 棟低矮公有建築物與 1 棟 10 樓之公有建築物之耐震能力初評與詳評結果, 進行統計分析,顯示二者結果相當接近,PSERCB 準確度再次受到肯定。
- 10. PSERCB 除用於耐震能力初步評估外,亦可針對建築物補強之初擬方案進行評估, 快速得到該初擬補強方案之功效,方便未來從業人員向民眾解釋說明。此外,亦可 供為新設建築物耐震設計之初步檢討用。
- 11. 行政單位可透過雲端平台達到管理及檢視建築物耐震評估結果。

# 第二節 建議

#### 建議一

立即可行建議:提出我國鋼結構與鋼骨鋼筋混凝土建築耐震能力初步評估法

主辦機關:內政部建築研究所

協辦機關:內政部營建署、中華民國結構工程技師公會全國聯合會、中華民國全國建築師公會、中華民國土木技師公會全國聯合會

隨著我國鋼結構與鋼骨鋼筋混凝土建築物增加,此類建築物之耐震能力初步評估方法的建立越來越重要。目前 PSERCB (Preliminary Seismic Evaluation of RC Building) 僅能提供鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估之用,結構、土木技師及建築師等從業人員建議增加鋼結構與鋼骨鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估方法因應業界對於此類建築物耐震能力初步評估的需求。

鋼結構與鋼骨鋼筋混凝土建築耐震能力初步評估表應包含定性及定量兩部分,定性 評估項次將依據國內外文獻,須將影響鋼結構與鋼骨鋼筋混凝土建築物耐震能力之重要 因子如結構軟弱層、結構損害情況等納入考量,定量評估以主要抵抗地震力之構件計算 強度,分別以建築物耐震設計規範及解說之475年與2500年地震回歸期評估耐震能力。

#### 建議二

中、長期建議:鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估平台維護管理對策之研擬

主辦機關:內政部營建署

協辦機關:各地方縣市政府、內政部建築研究所

本研究建立之鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估雲端應用資訊管理平台,未來將移交予內政部營建署,為使耐震能力初步評估雲端應用資訊管理平台提高耐震能力評估作業效率,協助都市更新順利推展,須制定後端系統之持續維護與平台管理之管理辦法,以維持平台運作之穩定性。

PSERCB 雲端應用資訊管理平台初期建議由各地方政府建置管理平台,提供網頁介面,供地方政府承辦人員檢閱與編輯申請人資料,地方政府之系統亦得以針對各別需求

進行客製化,且可保存轄內之資料,最後由地方政府將資料彙整給與中央政府。

目前建議之平台作業管理流程如下:

- 1. 住戶委託技師進行初步評估
- 2. 技師於 PSERCB 評估平台進行房屋初步評估。
- 3. 評估完成後再向地方政府呈報,最後由地方政府將資料彙整給與中央政府。
- 4. 如建築物需進入詳評補強,技師可使用 SERCB 詳評輔助軟體進行詳細評估與 補強分析。
- 5. 詳細評估分析完成後,將評估資料向地方政府呈報,最後由地方政府將資料彙 整給與中央政府。

#### 建議三

中、長期建議:鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估實施措施之擬定

主辦機關:內政部營建署、各地方縣市政府

協辦機關:中華民國結構工程技師公會全國聯合會、中華民國全國建築師公會、中華民國土木技師公會全國聯合會

本研究建立之初步評估方法僅需使用者填入一些建築物基本資料,即可迅速完成建築物耐震能力初步評估作業,且已受內政部營建署認可採用。

然而,內政部營建署為提升住宅安全而研議老屋健檢辦法,但因目前配套不足,執 行率不高,僅 5%以下,為使民眾提高意願申請老舊建物實行耐震檢查,以徹底解決老 舊建物耐震不足的安全危害問題,希冀主辦機關可擬定及推動適當之配套實施措施。

# 附錄一 初審簡報專家審查意見與答覆

# 初審評選委員發言單及廠商回應一覽表

_	<u>,                                      </u>	
項次	評選意見	廠商回應
	既成房屋之調查,常因室內裝	謝謝委員建議。未來將於平台
	修遮蓋而不便量測與觀看,因	開發予以考量,提供使用者予
1	此部分資料為推測值,應加備	以備註與說明。
	註與說明,如此可增加資料真	
	實性。	
	B104 項液化潛能高低是否可	目前政府尚未公布土壤液化潛
2	從地調所網站查出?請補充	能高低相關資料,待公布後本
	說明。	團隊將加入各地區液化潛能高
		低資訊於評估平台中。
	B209 項梁之跨深比及 B210 項	謝謝委員意見。B209 項梁之跨
	柱之高深比是指全部桿件還	深比及B210項柱之高深比皆指
3	是最嚴重桿件?勘查時不一定	該棟建築物中最嚴重之桿件,
	找得到?	現場勘查時仍須依賴技師之專
		業判斷。
	B313 項短柱及 B314 項短梁現	謝謝委員意見。B313 項短柱及
4	場不一定立即看得出來,由圖	B314 項短梁於現場勘查時仍須
-	說上較容易看出,惟室內裝修	依賴技師之專業判斷。
	亦可能變更過。	
	本研究案贊成建立平台,將所	謝謝委員意見。
5	有初步評估成果儲存、累積,	
	以利後續分析利用。	

	建議請先界定資料庫填報之	謝謝委員意見。填表人權限未
6	人員為何?如何管制或驗證	來可透過建管單位驗證其任職
	填表人等事項,請補充說明。	單位後開放對應之權限。
	針對耐震能力初步評估表,未	謝謝委員意見。目前評估平台
7	來能否再增列其他如加強磚	係以鋼筋混凝土構造之初步評
,	造、磚造及木構造等耐震能力	估為主,未來也將朝向提供其
	初步評估表單。	他構造初步評估之功能。
	建議再補充查填耐震能力初	謝謝委員意見。未來將在耐震
8	步評估表單之圖說與填表說	能力初步評估表單中新增圖說
O	明,俾利現場技師能更正確、	與填表說明,以利現場技師更
	客觀的使用初步評估表。	正確地使用初步評估表。
	本案主要目的為建立調查結	謝謝委員意見。評估平台為處
	果,而耐震評估資料格式標準	理大數據將採用 MonogoDB 資
	是否已經探討該使用何種資	料庫,未來亦可配合政府防災
9	料庫種類最為適合?建議應	共享予以轉換資料格式,予以
	以政府防災最通用與共享需	政府機關防災資料之共享、共
	求,甚至智慧化應用與機制的	用與加值,藉由介接各類防災
	角度來思考。	即時資訊,供防災應用。
	初步評估表可否做都更更新	謝謝委員意見。103 年度所研擬
	單元之判定(這種可能只選部	之建築物耐震能力初步評估表
	分項目),及現行台南震災、	即有考量都市更新以及老屋健
	老屋健檢與補強評估之用?	檢之判定,依據耐震初步評估
10	請補充說明。	結果篩選建築物是否需進行耐
		震詳細評估,最後依據詳細評
		估結果判別是否需要補強。另
		外該表格係應用於平時建築物
		之耐震初步評估用,並非於發
-	•	

		生地震緊急評估階段。
	本案建立平台部分可否一併	謝謝委員意見。未來若有單位
11	收集初步評估表舊表資料,以	提供(如公會)表格資料,平台
	供大數據分析用。	可一併蒐集資料,嘗試進行大
		數據分析。
	初步評估新、舊表差異之說	謝謝委員意見。
	明,本所已於103年舉辦三次	
12	講習會,得到各界使用者,包	
1 2	含建築師、土木及結構技師認	
	同與肯定,可向營建署建議將	
	新表納入相關法令及辨法中。	
	前期修訂之初步評估表權重	謝謝委員意見。經由若干棟建
13	為定性 50%、定量 50%,是	築耐震能力初步評估結果,與
13	否有相關理論依據或驗證基	詳細評估結果驗證,進而擬定
	礎?請補充說明。	出權重配置。
	文獻整理分析部分, 臨時工資	謝謝委員提醒。
	及資料蒐集等請在前 3 個月	
14	內執行80%為原則,1個月內	
	提出目錄及執行計畫,並與本	
	所洽商執行。	

# 附錄二 期中報告專家審查意見與答覆

# 期中報告審查評選委員發言單及廠商回應一覽表

委員		評選意見		廠商回應
江世雄	1. 2.	整體計畫應可達到預期成效。 評估平台操作介面建議可再	1. 2.	謝謝委員意見。 謝謝委員建議,研究團隊會持 續改善操作介面,更人性化。
	1.	改善。 建議牆之損害可否加梁損害	1.	謝謝委員意見,梁之損害程度
	2.	程度(或減牆增加梁)。 2500 年耐震能力初步評估是 否有必要。		因目前建築物室內都有裝潢 在梁資訊調查收集上有困 難,故捨棄此項定性評估項
宋永鑾			2.	目。 謝謝委員意見,我們希望能將
<b>水水金</b>				鋼筋混凝土初步評估系統準 確性提升至介於詳評的成
				果,與現行規範能夠吻合, 2500 年回歸期與 475 年回歸 期僅於是否將韌性容量用盡。
	1.	定性(40%)與定量(60%)評估	1.	謝謝委員意見。
	1.	RC建築物之耐震能力。	2.	謝謝委員意見,相關配套措施
	2.	建立雲端平台於營建署,可		仍須由營建署訂定。
   沈永年		供後續防災策略之擬定。		
	3.	是否可以講習後考證照後,		
		才能執行PSERCB之初評工作		
		及撰寫報告,以利後續之確		
	1.	實推動。 建議平台對評估建物僅限制	1.	謝謝委員意見,目前鋼筋混凝
	1.	於鋼筋混凝土造,因此對鋼	1.	土初步評估平台僅支援 RC 建
廖書賢		結構、鋼骨鋼筋混凝土應予		築物,建研所也希望明年我們
		以限制使用。		針對鋼構與 SRC 研究開發。

	2.	建議案例評估是否能考慮部	2.	謝謝委員意見,目前已有建築
	۷.	•	۷.	
		分已發生破壞之案例來做為		師針對維冠大樓以本系統分
		回饋分析案例。		為四種不同的情況去進行破
				壞力分析,包含(1)原設計、
				(2)原設計低估載重的情況;
				(3)變更設計燦坤賣場拆除牆
				體、(4)以及倒塌後,土木技
				師公會實際鑽心取樣分混凝
				土之抗壓強度等四種階段進
				行評估,而分析結果發現本系
				統所評估出的結果頗為合理。
	1.	既有老舊 RC 建物柱箍筋多為	1.	謝謝委員意見,目前依照建築
		90 度彎鉤施工,其實際韌性		物設計的年代,來反映箍筋
		行為比 135 度彎鉤差很多,		90 度彎鉤韌性較差的問題,
藍朝卿		此部分可否在本評估表中反		民國 86 年 5 月以後新設計的
		應出來?		建物 R 值就按照目前規範,若
				設計年代較早的 R 值就會進
				行折減。
	1.	內容無意見。	1.	行折減。 謝謝委員補充。
	1. 2.	內容無意見。 評估新表正在法制作業中,	1. 2.	
				謝謝委員補充。
		評估新表正在法制作業中,		謝謝委員補充。 謝謝委員意見,因老百姓專業
<b>炒</b>		評估新表正在法制作業中, 目前部分縣市已先行試辦		謝謝委員補充。 謝謝委員意見,因老百姓專業 度不足,若資料填錯當真而產
營建署	2.	評估新表正在法制作業中, 目前部分縣市已先行試辦中。 因評估對象為一般民眾,評		謝謝委員補充。 謝謝委員意見,因老百姓專業 度不足,若資料填錯當真而產 生社會恐慌,個人建議耐震初
營建署	2.	評估新表正在法制作業中, 目前部分縣市已先行試辦中。		謝謝委員補充。 謝謝委員意見,因老百姓專業 度不足,若資料填錯當真而產 生社會恐慌,個人建議耐震初 評仍需由專業技師及建築師 來施行,操作手冊與 Q&A 未來
營建署	2.	評估新表正在法制作業中, 目前部分縣市已先行試辦中。 因評估對象為一般民眾,評 估過程預期會有較多回饋意		謝謝委員補充。 謝謝委員意見,因老百姓專業 度不足,若資料填錯當真而產 生社會恐慌,個人建議耐震初 評仍需由專業技師及建築師
營建署	2.	評估新表正在法制作業中, 目前部分縣市已先行試辦中。 因評估對象為一般民眾,評 估過程預期會有較多回饋意 見,若屬行政作業方面問題 會由本署回應,但屬於評估		謝謝委員補充。 謝謝委員意見,因老百姓專業 度不足,若資料填錯當真而產 生社會恐慌,個人建議耐震初 評仍需由專業技師及建築師 來施行,操作手冊與 Q&A 未來 會發佈至鋼筋混凝土初步評 估平台網頁上供使用者下載
<b>營建署</b>	2.	評估新表正在法制作業中, 目前部分縣市已先行試辦中。 因評估對象為一般民眾,評 估過程預期會有較多回饋意 見,若屬行政作業方面問題		謝謝委員補充。 謝謝委員意見,因老百姓專業 度不足,若資料填錯當真而產 生社會恐慌,個人建議耐震初 評仍需由專業技師及建築師 來施行,操作手冊與 Q&A 未來 會發佈至鋼筋混凝土初步評
營建署	2.	評估新表正在法制作業中, 目前部分縣市已先行試辦中。 因評估對象為一般民眾, 問題程預期會有較多回饋題 見,若屬行政作業方面問題 自由本署回應,但屬於評估 技術或後續補強問題,則須		謝謝委員補充。 謝謝委員意見,因老百姓專業 度不足,若資料填錯當真而產 生社會恐慌,個人建議耐震初 評仍需由專業技師及建築師 來施行,操作手冊與 Q&A 未來 會發佈至鋼筋混凝土初步評 估平台網頁上供使用者下載
· 一	3.	評估新表正在法制作業中, 目前部分縣市已先行試辦中。 因評估對象為一般民眾,評 估過程預期會有較多回饋題 見,若屬行政作業方面問題 會由本署回應,但屬於評估 技術或後續補強問題, 則須 一些建議意見供參。	2.	謝謝委員補充。 謝謝委員意見,因老百姓專業 度不足,若資料填錯當真而產 生社會恐慌,個人建議耐震初 評仍需由專業技師及建築師 來施行,操作手冊與 Q&A 未來 會發佈至鋼筋混凝土初步評 估平台網頁上供使用者下載 參考。
全國建	3.	評估新表正在法制作業中, 目前部分縣市已先行試辦中。 因評估對象為一般民眾, 問題程預期會有較多回饋題 見,若屬行政作業方面問題 會由本署回應,但屬於評估 技術或後續補強問題, 則須 一些建議意見供參。 全國建築師公會就今年已在	2.	謝謝委員補充。 謝謝委員意見,因老百姓專業 度不足,若資料填錯當真而產 生社會恐慌,個人建議耐震初 評仍需由專業技師及建築師 來施行,操作手冊與 Q&A 未來 會發佈至鋼筋混凝土初步評 估平台網頁上供使用者下載 參考。 謝謝委員意見,操作手冊與
	3.	評估新表正在法制作業中, 目前部分縣市已先行試辦中。 因評估對象為一般民眾,饋 是一般民眾,饋 題是不 是一般 是 一些 是 一些 是 一些 是 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一	2.	謝謝委員補充。 謝謝委員意見,因老百姓專業 度見,因老百姓專業 度是社會恐慌,個人建議耐震初 評估,個人建議耐震和 課技師及建築來 會發佈至網頁上供使用者下 多考。 謝謝委員意見,操作手冊與 Q&A 未來會發佈至網頁上供使 別數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數
全國建	3.	評估新表正在法制作業計時期,所以 古代 一	2.	謝謝委員補充。 謝謝委員意見,因老百姓專業 度是社會恐慌,個人建議耐震和 是社會恐慌,個人建議耐震和 要者,若資料填建築 。 以為 是社會恐惧,但 是 是 是 是 是 是 是 是 是 是 是 是 是 是 是 是 是 是 是
全國建築師公	3.	評估新表正在法制作業中, 目前部分縣市已先行試 中。 因評估對象為一般民眾, 實際 一般民眾, 實際 一般 一般 一般 一般 一般 一般 一般 一般 一般 多方 有 較 方 方 的 一 的 一 的 一 。 一 。 一 。 一 。 一 。 一 。 一 。 一	2.	謝謝委員補充。 謝謝委員意見,因老百姓專業 度見,因老百姓專業 度是社會恐慌,個人建議耐震初 評估,個人建議耐震和 課技師及建築來 會發佈至網頁上供使用者下 多考。 謝謝委員意見,操作手冊與 Q&A 未來會發佈至網頁上供使 別數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數數

	2.	操作 PSERCB 之平台,希望能		公會建議值供使用者參考填
		盡量簡化,便於修改暫存資		選。
		料,便於列印。	2.	謝謝委員建議,研究團隊會持
				續改善操作介面,更人性化。
	1.	P.1 第 11 行「原」為「雲」	1.	謝謝委員提醒,已修正。
土木技		之誤請修正。	2.	謝謝委員意見,操作手冊與
師公會	2.	P. 36 Bc、Hc請加註 X、Y 向柱		Q&A 未來會發佈至鋼筋混凝
		尺寸。		土初步評估平台網頁上供使
全聯會	3.	操作手册請及早完成。		用者下載參考。
	4.	符合預期成果需求。	3.	謝謝委員意見。
	1.	P. 34 ra計算方式筆誤請修正	1.	謝謝委員提醒,已修正。
		為 A2/A1。	4.	謝謝委員建議,若建築物材料
結構技	2.	為使評估作業一致性及後續		參數不齊全時,未來網站可提
師公會		相關政策使用,建議部分參		供使用者下拉式選單提供各
四公官		數以選單方式呈現,列出較		公會建議值供使用者參考填
全聯會		詳細之說明,由評估技師選		選。
		擇,如樓層單位面積種、結		
		構週期公式等。		

# 附錄三 期末報告專家審查意見與答覆

## 期末報告審查評選委員發言單及廠商回應一覽表

委員		評選意見		廠商回應
	1.	本案經各界實際使用及多次	1.	謝謝委員肯定。
江世雄		講習會說明已證明其可信度		
		及使用性。		
	1.	建立 PSERCB 之雲端評估平	1.	謝謝委員肯定。
		台,可供產官學界使用及回		
沙女		饋分析。		
沈永年	2.	已辦理北中南三場講習會,		
		以實際案例介紹程式功能及		
		介面。		
	1.	PSERCB 系統已開發並有很多	1.	謝謝委員意見,目前耐震能力
		使用者是一件很重要的成		初步評估平台使用者必須為
		果,使用者(USER)或評估		受過結構、耐震、土木、建築
曹文琥		者,是否都能做到同樣結		等專業教育,並且對此系統相
		果,使否有非專業人員使用		關計算理論熟稔、系統操作瞭
		時障礙。		解之專業結構、土木技師以及
				建築師為適當。
	1.	建議 Q&A 部分針對額外增、	1.	謝謝委員意見,遵照辦理。
		減分部分提出說明及建議。	2.	謝謝委員意見,目前研究團隊
廖書賢	2.	建議針對本案系統配置		已針對中央政府、地方政府與
		Data-Base Server 日後不同		評估人員權限,初步擬訂三個
		單位使用時之性質與權限不		方案,待與營建署討論後決
		同,予以初步規劃。		定。
結構技	1.	本研究加入定量評估,準確	1.	謝謝委員肯定。
師公會		性較高且便於彙集全國資	2.	謝謝委員意見,遵照辦理。
,		料,本公會樂於協助推廣。		
全國聯	2.	額外增減分將來是否可建立		
合會		一些參考案例。		

r-				
	1.	加強磚造如何評估。	1.	謝謝委員意見,於專案基本資
	2.	操作手册提供操作者使用。		料中,"建築物依結構型式分
營建署	3.	計畫書 P.27 頁,評估結果		類"項目中選擇「加強磚造」
		45~60 分稍有疑慮,30~45 分		即可。
		有疑慮應有誤植。	2.	謝謝委員提醒,已修正。
	1.	日後若有最新相關資訊,如	1.	謝謝委員意見,耐震能力初步
		何取得?		評估平台未來將移交予營建
λ F3 - 45	2.	外牆若有小開口是否可填入		署,相關資訊可由營建署方面
全國建		資料,如何取捨?(好似所有		取得。
築師公		填入之牆面均不能有開口)。	2.	謝謝委員意見,牆開口有許多
會				種 CASE,不同開口位置,對
1				於牆提供之強度影響很大,仍
				須由評估人員依照專業進行
				判斷。
	1.	建議 P.36、P.37 公式(3.1)	1.	謝謝委員提醒,已修正。
		及(3.2)第一項及第二項空	2.	謝謝委員意見,相關經費問
土木技		間距離拉大。		題,研究團隊會請建研所轉知
師公會	2.	評估工作:包括現場及程式		營建署。
		分析作業費用 8,000 元似乎	3.	謝謝委員肯定。
全聯會		不足,建議提供合理工作費		
		用供機關參採。		
	3.	符合預期結果。		
·				

## 附錄四 專家諮詢會議意見與答覆

## 第一次專家諮詢會議

內政部建築研究所「鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估平台開發與應用」 第一次專家諮詢會議

開會時間: 105 年 06 月 07 日(星期二) 下午 2 時 30 分

開會地點:新北市新店區北新路3段200號13樓簡報室

主持人: 陳組長建忠、宋教授裕祺

專家出席人員:(依照姓名筆劃排序)

洪理事長啟德、柯總經理鎮洋、張理事長錦峯、

蔡理事長榮根、藍理事長朝卿

會議記錄:顏志良

#### 專家建議事項:(依照姓名筆劃排序)

#### 洪理事長啟德:

- [1] 有關混凝土 f'c,建築師公會建議之各層強度係指整棟平均強度或各層強度不明,建議明確說明為三種樓高之概估強度。
- [1] 柱箍筋量與間距,結構技師公會建議以 5F 為界,則 5F 屬何種配置,應明確說明。

#### 柯總經理鎮洋:

- [2] 地下室和早期結構體中防空避難室的結構,其評分是否再考量。
- [1] 簡報 14 頁,5 樓的分界點,建議改為7樓。
- [3] 當本評估的數據如果量體多時,數據的統計意義,一段時間應請本案蔡老師或宋老師,就數據意義進行評估。

#### 張理事長錦峯:

[1] 簡報 14 頁,耐震能力初步評估建議參數建議加註為一樓各項參數之參考數據。

#### 蔡理事長榮根:

- [4] 有關雲端資料的處理及維護非常重要建議建研所應編列例行性經費。
- [5] 本初步評估平台能夠運用建築物之基本前提,建議逐一加以說明。

#### 藍理事長朝卿:

[1] f'c 可以把強度降一階來評估,即:5F以下 150 kgf/cm<sup>2</sup>;12F以下 175

- kgf/cm<sup>2</sup>;17F以下210kgf/cm<sup>2</sup>,比較好記。
- [1] RC 牆量間距 30cm 太保守,可以考慮 15cm 以下採#3@20(單層雙向);超 過 15cm 採#3@20(雙層雙向)。
- [1] 柱箍筋量與間距,建築師公會建議可用,柱主筋比也是。
- [6] 初評以 1F 牆柱量作為定量評估,若 RC 牆或磚牆沒有下到基礎層者不予計量,似較合理。

#### 意見回覆:

- [1] 謝謝委員意見,初步評估各建議參數目前由各結構技師公會及各建築公 會提供,未來會與各大公會討論。
- [2] 謝謝委員意見,早期防空避難室的結構,如果與其上部結構沒有有效的 連結,對抵抗地震防止平移及傾倒沒有幫助者,不與計入。
- [3] 謝謝委員意見,俟未來資料數據,評估房屋倒塌機率,提供國家防災之 應用。
- [4] 謝謝委員意見,據悉目前營建署已計畫編列評估系統維護費用。
- [5] 謝謝委員意見,本初步評估法適用於以 RC 梁柱構架、RC 牆及磚牆三者單獨或混搭而成的建築物,幾乎可以包括大部份的 RC 構造或磚造及加強磚造建築物。下列幾點是本系統未能處理的一些情況:
  - (1) 含有拱、圓筒或前段所提構材以外之特殊結構物。
  - (2) 無明顯主軸之建築物。
  - (3) 未按設計年度對應規範進行韌性設計與圍東箍筋設計之建築物。 換句話說,本系統不能處理未按規範設計與施工之建築物。如已知有上 述情事,可在基本資料表中按設計施工符合之設計年度勾選,如此會影 響 B208 項得分,也會影響定量分析中 R<sup>\*</sup> 的計算。
- [6] 謝謝委員意見,若RC 牆或磚牆沒有下到地下室並達基礎層者,因地下室外牆提供極大的勁度,因此一樓的牆剪力會透過地面層樓版傳至地下室外牆,所以一樓牆還是會產生剪力的。不過為了印證上述觀點,可以進行結構分析,看看一樓牆存有多少剪力。

#### 散會

## 第二次專家諮詢會議

內政部建築研究所「鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估平台開發與應用」 第二次專家諮詢會議

開會時間: 105 年 08 月 17 日(星期三) 上午 10 時 30 分 開會地點: 新北市新店區北新路 3 段 200 號 13 樓簡報室

主持人: 陳組長建忠、宋教授裕祺

專家出席人員:(依照姓名筆劃排序)

江理事長世雄、高建築師豐順、郭教授世榮、

陳建築師鵬欽

會議記錄:顏志良

專家建議事項:(依照姓名筆劃排序)

江理事長世雄:

- [1] 建議在使用者填完所有項目,進行"完成度/評估結果"時,若未能達到100%, 則系統可提供是哪些項目未完成、遺漏或有"Bug"等,方便使用者除錯。
- [2] 為確認本平台所儲存資料與使用者交給縣市單位之版本為同一版本,故建議每一個案下載時給予個別序號。

#### 高建築師豐順:

- [2] 有關建物基本資料增列建造執照或使用執照號碼,以利建築管理及資料查核。
- [3] 有關評估建議參數,三大公會所提數據建議再予整合。
- [2] 未來考慮地理資訊,建議將來可考慮 Google 位置定位。

#### 郭教授世榮:

[4] 請補充說明建築物地下室部分露出地面及開氣窗狀況下的分析方式。

#### 陳建築師鵬欽:

- [5] 同斷面柱,如歸為同一類,並不合理,因為內栓、外栓可能鋼筋比不同。
- [5] 關於填混凝土強度及鋼筋比應盡量採用儀器測試當參考會比較客觀。
- [5] 初步評估主要是篩選建築物之耐震能力強弱,並不是可完全精準。

#### 意見回覆:

- [1] 謝謝委員意見,未來初步評估平台會朝更人性化的操作進行改善,以提升使用者的操作體驗。
- [2] 謝謝委員意見,俟未來初步評估平台將移交給內政部營建署,屆時將與營建署 討論研究。
- [3] 謝謝委員意見,評估建議參數由各技師、建築師公會提供,使用者可依最適合之參數採用。
- [4] 謝謝委員意見,如果地下室四周均開窗,短柱數目多,而內柱相對數目少時, 可將地下一層當一樓處理,否則無須理會它,逕自評估一樓。
- [5] 謝謝委員意見,斷面參數、材料參數仍須倚賴技師、建築師視現場實際情況進行專業判斷填入數據。

#### 散會

## 第三次專家諮詢會議

內政部建築研究所「鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估平台開發與應用」 第三次專家諮詢會議

開會時間: 105 年 10 月 13 日(星期四) 上午 10 點

開會地點:新北市新店區北新路3段200號13樓簡報室

主持人:陳組長建忠、宋教授裕祺 專家出席人員:(依照姓名筆劃排序)

> 王總經理炤烈、巫常務理事垂晃、許理事長俊美、陳副理事長政英 薛強副主任、藍理事長朝卿、蘇建築師錦江

會議記錄:顏志良

#### 專家建議事項:(依照姓名筆劃排序)

#### 王總經理炤烈:

- [1] 初評的功能是要篩選耐震能力無問題與一定有能力的建築物,使有疑慮的建築物要進入詳評。本系統基本上雖已完成,但為使本初評作業能更正確,建議應要繼續研究,例如:若有越多資料證明本初評結果是正確,那可將評估結果的判定數據範圍逐漸縮小,使經初評淘汰的數量越多;另為使初評能更正確,例如亦可研究低樓、高樓各一種表,新、舊建築物各一種表。
- [2] 系統的穩定性,除以 25000 次的使用證明本系統的使用性,但後續應用系統的使用者會越來越多,因此仍要研究本系統可否擴充、安全性、維護性。
- [3] 本系統須上傳一些圖表、照片,建議再研究本系統資料要做何使用,如沒要做 使用,為降低費用可盡量減少初評作業工作。

#### 巫常務理事垂晃:

- [4] 本平台採用 IE 上網連結若有多組人員上網評估時,速度易受限,唯使用 Google (Data Base) 介面效益較佳,是否 IE 有改善空間請提供說明。
- [5] 本平台優點為提供隨時修改之便利性,唯紙本結果恐與雲端儲存結果不同無法 比對或確認最終版本,請提供最終版本(永久保存)之一致性。
- [6] 平面、立面之對稱性、軟弱層顯著性之配分均只有 3 分,唯定性及定量之折減值(修正值)是否有可作較大的調整?
- [7] 本平台若建立帳號,因某種因素予以刪除,若要重建同一序號似乎無法建立, 請提供改善方式。
- [8] 梁之跨深比(b)、柱之高深比(c)目前使用 default 是否有改善方式(依實際計算結果)
- [2] SERVER 之安全性如何確保(尤其是 DB)

#### 許理事長俊美:

- [9] 肯定由定性轉為定性+定量之方式之研究肯定。
- [10] 消費者之疑慮應予考量。
- [10] 推行"耐震補強促進法"之推動以利初步評估後,實務落實補強。
- [11] 對 63 年、71 年、88 年以前之建物評估要有不同研究,再續研究評分標準。

#### 陳副理事長玫英:

- [10] 建議營建署設置「雲端管理平台」專責單位,或指定公立機構負責,並定期編列預算,以利後續統計分析及建築物資訊安全管理。
- [12] 建議「使用手冊」納入以圖示說明方式,如建築物對稱性、山坡地建築物前後 裸露地面不一之柱長度如何考量等。
- [13] 系統提醒或偵錯功能,建議加註提示問題步驟。
- [14] 建議考量未來與住戶互動機制,例如:短柱、短梁嚴重性,若為「中高」,加入強制上傳照片。
- [15] 考量 20 年以上建築物之設計圖說已佚失對一樓柱箍筋推估值之權重,建議再 研議是否調整。

#### 薛強副主任:

- [9] 研究團隊無論在專業研發深度、系統開發友善度以及執行面可行度等層面均付 出心力,值得肯定。
- [16] 定性評估之 B102 項次,對於地下室共構,上構以伸縮縫分開之區棟結構,ra 之計算方式具體如何,建議對於特殊情況進行詳述,於系統中能查詢 help。
- [17] 就耐震能力評估而言,減重僅影響 preloading,減重一層或多層有差異,對於 側向耐震能力之影響並不顯著,對臨界詳評與否之建物而言,增減分就變得很 重要,是否有更佳的方式合理化。
- [18] 30 棟驗證案例中多為低矮樓層,僅1棟為10層,能否增補高樓層案例。
- [19] "475 年耐震能力"與"2500 年耐震能力",實為滿足兩不同性能水準下能抵抗之最大地表加速度,單一用"耐震能力"似不直觀,甚至可能(在沒有解說之情況下)引發誤解。
- [12] 損害程度等評估,能否以圖面提供案例參考,以讓不同使用者評估基準盡量一致。
- [20] 期待本研究能繼續擴充延伸,適用於更多(如鋼構)結構。同時長期維護系統, 並重視資料保密。

#### 藍理事長朝卿:

- [10] 目前含定性與定量的評估表,執行者的費用 6,000 元~8,000 元還算合理,但建議外加管理費用給專業公會更為妥當。
- [10] 若願意配合進行初評的建築物,給予全體住戶房屋稅的減徵,應可提高大家的 意願,可行性不知如何?

#### 蘇建築師錦江:

- [9] 本研究案對於耐震評估有相當程度之進階改良效果,成果豐碩貢獻重大。
- [9] 兼顧主觀之定性與客觀定量兩個元素,對於建物有相當客觀之耐震鑑別力。
- [10] 因為由純定量進入定量及定性之作業程序,其費用應酌予考量提高。
- [10] 民眾之疑慮對於初評結果之後續影響,詳評及補強之後續作業及房屋交易之紛 爭如何克服?
- [10] 初評結果資訊公開之適法性如何?
- [10] 初評政策制度之建立,要完成法源依據,立法或以行政命令統一。

#### 意見回覆:

- [1] 謝謝委員意見,俟未來案例增加,將進行統計分析研究。
- [2] 謝謝委員意見,目前系統所有 SERVER 每個星期會自動進行系統的備份,資料庫和檔案(jpg, pdf)每天會執行一次備份(本地及異地),透過第三方平台,時時掌控系統服務狀態,確保服務不中斷。
- [3] 謝謝委員意見,系統須上傳之平、立面圖與現況損害情形照片,係作為評估建築物調查資料保存之用。
- [4] 謝謝委員意見,系統開發之平台選定係有鑒於目前 Microsoft 已停止更新 Internet Explorer 版本與安全性,為讓使用者有更佳操作體驗與安全性,故 採以 Google Chrome 作為系統開發平台。
- [5] 謝謝委員意見,評估報告書之最終版本事涉營建署與地方政府工作權責,研究 團隊會再與營建署討論,確認作業方式。
- [6] 謝謝委員意見,平面、立面對稱性若於定性表格勾選「尚可」或「不良」將於 定量對一樓構件剪力強度進行修正;軟弱層顯著性若定性表格勾選「尚可」或 「不良」將於定量對韌性進行修正。
- [7] 謝謝委員意見,為確保安全性,若刪除帳號後,即無法依同一序號建立帳號。
- [8] 謝謝委員意見,梁之跨深比、柱之高深比目前皆須由使用者依評估案例選擇最 典型之斷面計算其比值,再填入系統。
- [9] 謝謝委員肯定。
- [10] 謝謝委員意見,研究團隊會將建議轉告營建署。
- [11] 謝謝委員意見,目前系統已依不同設計年代(63年2月以前、63年2月~71年

- 5月、71年6月~86年5月、86年6月以後)予以不同評分標準。
- [12] 謝謝委員意見,使用手冊將納入定性項目「良」、「尚可」、「不良」判定之圖示說明。
- [13] 謝謝委員意見,使用者錯誤提醒功能,因使用者可能造成的錯誤樣態繁雜,無 法一一列舉,研究團隊目前已針對使用者較常錯誤的操作項目進行提醒。
- [14] 謝謝委員意見,系統於照片上傳部分已要求使用者上傳評估案例現況照片,若在短梁、短柱嚴重性為「中高」,須強制上傳照片,是否會造成評估者為減免上傳照片之硬性要求,退而求其次,棄嚴重性中高而勾選輕微之選項,研究團隊建議仍維持目前的做法可能較好。
- [15] 謝謝委員意見,一樓柱箍筋之權重,經團隊研究分析,權重應屬合理,若評估 案例設計圖說佚失,可採用各公會提供之建議值。
- [16] 謝謝委員意見,評估案例地下室若為聯合開發,建議依據力量傳遞以地上建築 物向下斜 45 度,計算地下室面積。
- [17] 謝謝委員意見,建築物若減輕重量,一樓柱所承受之軸力亦會減少,將影響一樓層剪力強度。
- [18] 謝謝委員意見,俟未來後續高樓層案例增加,將進行統計分析研究。
- [19] 謝謝委員意見,據悉明年度建築研究所將提案有關鋼構初步評估方法之研究。
- [20] 謝謝委員意見,已於系統修正補充說明,建築物 475 年地震回歸期耐震能力(達容許韌性容量地震),建築物 2500 年地震回歸期耐震能力(達韌性容量地震)。

#### 散會

# 附錄五 鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估(PSERCB)應 用講習會

本研究分別於臺中、高雄與臺北舉辦共三場講習會,並且共有 444 人報名參與詳如圖1所示,藉此回饋使用者經驗及以實際案例進行操作與介面功能介紹。研究成果普遍獲得認同。本次講習會宗旨詳述如下:

老舊建築物或因設計年代久遠或因現況不佳等因素,其耐震能力恐未能符合規範標準。若逐一進行耐震能力詳細評估,恐曠日費時且所費不貲。本次講習會主要係介紹內政部建築研究所委託蔡益超教授與宋裕祺教授研究團隊所開發之鋼筋混凝土結構物耐震能力初步評估之應用平台(Preliminary Seismic Evaluation of RC Building, PSERCB),讓使用者能夠快速且不失準確地估算建築物的耐震能力。

內政部營建署於民國 105 年 3 月 7 日召開會議,初步決議採用 PSERCB 作為美濃地 震過後建築物耐震初評之依據,並於後續兩個月內辦理多次講習會,介紹耐震初評之理 論,各界也提出許多改善建議,復於 105 年 5 月 19 日正式通過 PSERCB 作為爾後鋼筋混 凝土建築物耐震初評版本。

本次講習會,針對實際案例探討與系統操作。案例包含高樓層建築物、中高樓層建築物、低樓層建築物及特殊建築物等耐震初評,希冀藉由各種案例之講解與實際系統操作,讓從業人員能夠熟悉耐震初評的基本內涵。

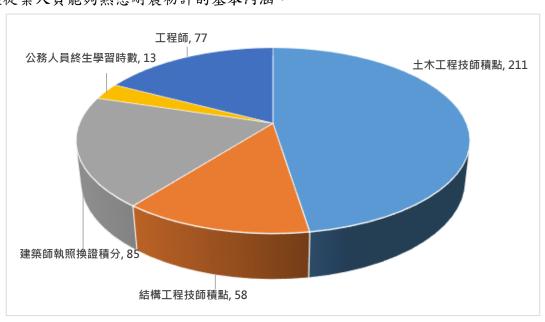


圖1三場講習會參與人員分布圖

柯鎮洋董事長

宋裕祺教授

柯鎮洋董事長

顏志良先生

全體講員

#### 臺中場:

臺中場講習會於民國 105 年 9 月 2 日星期五舉辦,地點為臺中市南區國光路 250 號(國立中興大學)電機大樓 106 室演講廳,其議程與線上報名系統如表 1 與圖 2 所示,講習會參與人數約 105 人,其中土木技師、結構技師、建築師、公務人員與工程師參與情形如圖 3 所示,現場與會人員圖 4 所示。

時間 課題 主講人 主持人 08:40~09:00 |報到 09:00~09:20 | 開幕致詞 林其璋教授、宋裕祺教授 0206 震災後建築物耐震改進 高文婷組長  $09:20 \sim 10:10$ 林其璋教授 策略 10:10~10:30 休息 10:30~11:20 |建築物耐震評估研究發展 陳建忠組長 翁駿民教授 維冠金龍大樓耐震能力評估 11:20~12:10 陳啟中建築師 及倒塌原因探討 12:10~13:00 |休息(供應午餐) 低矮樓層建築耐震初步評估 吳亦閎理事長  $13:00 \sim 13:50$ 之實際案例分析與系統操作 王科欣先生 林明勝理事長 中高樓層建築耐震初步評估 高原理事  $13:50 \sim 14:40$ 之實際案例分析與系統操作 陳佳君小姐 14:40~15:00 |休息 高樓層建築耐震初步評估之 邱華宗常務監事 15:00~15:50 實際案例分析與系統操作 趙國宏先生

特殊建築耐震初步評估之實

際案例分析與系統操作

表1臺中場講習會議程

【資料來源:本研究製作】

 $15:50 \sim 16:40$ 

16:40~17:00 | 綜合討論



#### 圖2臺中場講習會線上報名系統

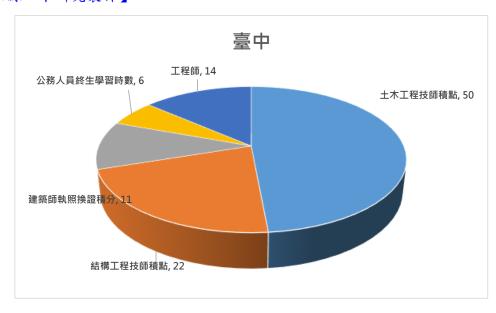


圖 3 臺中場講習會報名參與人員分布圖



(a)宋裕祺教授致詞



(b)現場與會人員

圖 4 臺中場講習會現場照片

#### 高雄場:

高雄場講習會於民國 105 年 9 月 9 日星期五舉辦,地點為高雄市三民區建工路 415 號 (國立高雄應用科技大學)土木館701會議室,其議程與線上報名系統如表2與圖5所示, 講習會參與人數約140人,其中土木技師、結構技師、建築師、公務人員與工程師參與 情形如圖 6 所示,現場與會人員圖 7 所示。

表 2 高雄場講習會議程

時間	課題	主講人	主持人
08:40~09:00	報到		
09:00~09:20	開幕致詞	施義芳委員、宋	裕祺教授
09:20~10:10	0206 震災後建築物耐震改進 策略	高文婷組長	宋裕祺教授
10:10~10:30	休息		
10:30~11:20	建築物耐震評估研究發展	陳建忠組長	生生仁司四古
11:20~12:10	維冠金龍大樓耐震能力評估 及倒塌原因探討	陳啟中建築師	黃清和副理事 長
12:10~13:00	休息(供應午餐)		
13:00~13:50	低矮樓層建築耐震初步評估 之實際案例分析與系統操作	鄭明昌常務理事 王科欣先生	
13:50~14:40	中高樓層建築耐震初步評估 之實際案例分析與系統操作	黄清和副理事長 陳俊榕先生	汪宏志理事長
14:40~15:00	休息		
15:00~15:50	高樓層建築耐震初步評估之 實際案例分析與系統操作	黄武龍理事長 邱毅宗先生	<b>艾小皓四声</b> [
15:50~16:40	特殊建築耐震初步評估之實 際案例分析與系統操作	汪宏志理事長 顏志良先生	黄武龍理事長
16:40~17:00	綜合討論	全體講員	宋裕祺教授

# 鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估

# (PSERCB)應用講習會【高雄場】

主辦單位:內政部建築研究所

執行單位:國立臺北科技大學土木工程系

協辦單位:高雄市土木技師公會、高雄市結構工程工業技師公會

時間:105年9月9日(星期五)

地點:高雄市三民區建工路415號國立高雄應用科技大學土木館702會議室

費用:免費

名額:110人+20人。(應眾多先進要求,特別追加開放20名候補報名,因經費有限,候補報名者恕不

提供講義及便當。)

備註:1、本講習會已向行政院公共工程委員會申請技師換證積點, 營建署建築師執照換證積分及公務人員終身學習護照相關證書, (臺北場-臺中場-高雄場,僅可擇一場次計算積分)。

- 2、本講習會之宗旨係為推廣耐震評估方法 PSERCB之用法,非屬營建署代辦「建築物耐震能力詳細評估工作」共同供應契約投標廠商甄攤須知規定之講習會。
- 3、本講習會著重系統操作,請各參加人員自備筆電或平板電腦,就各案例操作進行演練。
- 4、若因故需取消報名者,敬請來電或寄信告知。

講習會詳細資訊詳見: https://goo.gl/C2d0fH

台北場報名網址:<u>https://goo.gl/6ZQARr</u>

聯絡人: 顧志良 02-2771-2171#2660

電子郵件:<u>ntutsyclab@gmail.com</u>

#### 圖 5 高雄場講習會線上報名系統

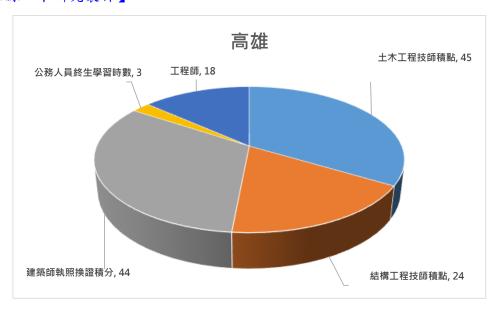


圖 6 高雄場講習會報名參與人員分布圖



(a)宋裕祺教授致詞



(b)現場報到情況



(c)現場與會人員



(d)綜合討論

圖7臺中場講習會現場照片

#### 臺北場:

臺北場講習會於民國 105 年 9 月 30 日星期五舉辦,地點為新北市新店區北新路 3 段 200 號(大坪林聯合開發大樓)15 樓國際會議廳,其議程與線上報名系統如表 3 與圖 8 所示,講習會參與人數約 200 人,其中土木技師、結構技師、建築師、公務人員與工程師參與情形如圖 9 所示,現場與會人員圖 10 所示。

表3臺北場講習會議程

	衣 3 室 工场 讲 百	自晚往		
時間	課題	主講人	主持人	
08:40~09:00	報到			
09:00~09:20	開幕致詞	內政部建築研究	听長官、	
07.00 - 07.20	州称玖叫	蔡益超教授		
09:20~10:10	0206 震災後建築物耐震改進	陳威成科長	蔡益超教授	
09.20 10.10	策略	170,000,000	· 加及状状	
10:10~10:30	休息			
10:30~11:20	建築物耐震評估研究發展	陳建忠組長		
11:20~12:10	維冠金龍大樓耐震能力評估	陳啟中建築師	蔡益超教授	
11.20 12.10	及倒塌原因探討			
12:10~13:00	休息(供應午餐)			
	低矮樓層建築耐震初步評估	巫垂晃常務理事		
13:00~13:50	之實際案例分析與系統操作	張峰愷先生		
	(案例一、案例二)	W 1 12/01	洪啟德理事長	
	中高樓層建築耐震初步評估	林黄欽技師	N. W. L. T. K.	
$13:50 \sim 14:40$	之實際案例分析與系統操作	陳俊榕先生		
	(案例五、案例六)	17702		
14:40~15:00	休息	T		
	高樓層建築耐震初步評估之	婁光銘理事長		
15:00~15:50	實際案例分析與系統操作	趙國宏先生		
	(案例七、案例十一)	20202	婁光銘理事長	
	特殊建築耐震初步評估之實	江世雄理事長	X 7000 - 1 K	
15:50~16:40	際案例分析與系統操作	顏志良先生		
	(案例十三、案例十四)			
16:40~17:00	綜合討論	全體講員	宋裕祺教授	

# 鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估 (PSERCB)應用講習會【台北場】

主辦單位:內政部建築研究所

執行單位:國立臺北科技大學土木工程系

協辦單位:台北市結構工程工業技師公會、台北市土木技師公會

時間:105年9月30日(星期五)

地點:新北市新店區北新路3段200號 大坪林聯合開發大樓15樓國際會議廳

費用:免費

名額:預計200人,依報名順序額滿時截止報名。

備註:1、本講習會已向行政院公共工程委員會申請技師換證積點, 營建署建築師執照換證積分及公務人員終身學習護照相關證書, (臺北場-臺中場-高雄場,僅可擇一場次計算積分)。

- 2、本講習會之宗旨係為推廣耐震評估方法-PSERCB之用法,非屬營建署代辦「建築物耐震能力詳細評估工作」共同供應契約投標廠商甄選須知規定之講習會。
- 3、本講習會著重系統操作,請各參加人員自備筆電或平板電腦,就各案例操作進行演練。
- 4、若因故需取消報名者,敬請來電或寄信告知。

講習會詳細資訊詳見:https://goo.gl/3PiyQe

高雄場報名網址:https://goo.gl/7rXIm0

聯絡人: 顏志良 02-2771-2171#2660

電子郵件: ntutsyclab@gmail.com

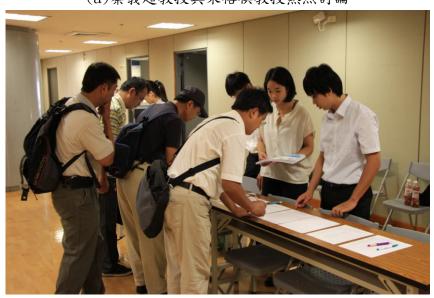
#### 圖 8 臺北場講習會線上報名系統



圖 9 臺北場講習會報名參與人員分布圖



(a)蔡義超教授與宋裕祺教授熱烈討論



(b)現場報到情況



(c)現場與會人員



(d)綜合討論

圖 10 臺北場講習會現場照片

# 附錄六 建築物相關資訊

建築物名稱	用途	耐震	詳評耐震能力	初評耐震能力	定性	定量	初評
~ 小 10 10 10	係數	標準	(來源:報告書)	(來源:PSERCB)	分數	分數	總分
建築物1	1.25	0.26	0.20	0.13	18.78	48.30	67.08
建築物2	1.25	0.26	0.22	0.13	17.58	49.20	66.78
建築物3	1.25	0.26	0.17	0.15	12.81	43.80	56.61
建築物4	1.25	0.26	0.22	0.15	18.00	37.80	55.80
建築物 5	1.25	0.26	0.20	0.13	16.02	49.20	65.22
建築物 6	1.25	0.26	0.14	0.19	13.81	35.10	48.91
建築物7	1.25	0.26	0.25	0.35	6.98	0.00	6.98
建築物8	1.25	0.26	0.14	0.20	17.08	30.90	47.98
建築物9	1.25	0.26	0.33	0.23	15.59	24.90	40.49
建築物 10	1.25	0.26	0.16	0.11	15.39	53.70	69.09
建築物 11	1.25	0.24	0.11	0.15	21.39	41.10	62.49
建築物 12	1.25	0.24	0.11	0.09	11.63	55.80	67.43
建築物 13	1.25	0.24	0.20	0.21	16.29	24.00	40.29
建築物 14	1.25	0.24	0.12	0.15	15.23	41.10	56.33
建築物 15	1.25	0.24	0.15	0.18	20.64	33.00	53.64
建築物 16	1.25	0.24	0.14	0.16	20.20	37.50	57.70
建築物 17	1.25	0.24	0.16	0.23	14.91	19.20	34.11
建築物 18	1.25	0.24	0.18	0.23	17.04	18.30	35.34
建築物 19	1.25	0.22	0.15	0.16	13.96	37.80	51.76
建築物 20	1.25	0.20	0.14	0.14	15.56	40.80	56.36
建築物 21	1.25	0.26	0.17	0.18	10.47	34.20	44.67

附錄五 建築物相關資訊

建築物 22	1.25	0.26	0.13	0.14	17.88	47.10	64.98
建築物 23	1.25	0.22	0.13	0.15	20.80	39.00	59.80
建築物 24	1.25	0.22	0.18	0.14	18.94	40.20	59.14
建築物 25	1.25	0.22	0.20	0.13	8.15	43.80	51.95
建築物 26	1.25	0.28	0.30	0.39	17.13	0.00	17.13
建築物 27	1.25	0.28	0.21	0.31	22.40	6.60	29.00
建築物 28	1.25	0.28	0.23	0.27	17.34	15.00	32.34
建築物 29	1.25	0.28	0.18	0.16	11.68	42.60	54.28
建築物 30	1.25	0.28	0.49	0.38	16.57	0.00	16.57
建築物 31	1.25	0.24	0.16	0.16	18.49	37.50	55.99

# 附錄七 一樓構件參數建議值

評估參數之建	台灣省結構工程技師	中華民國建築師公會	中華民國土木技師公會
議值	公會	全國聯合會	全國聯合會
	5樓以下建築物之樓地	5樓以下之建築物之樓	5樓以下規模之建築物
	板單位面積靜載重為	地板單位面積靜載重	$1.25 \ tf/m^2 \ ;$
	$1.2 tf/m^2;$	為 1.1 tf/m²;	6至12樓規模之建築物
	12 樓以上建築物之樓	12 樓之建築物之樓地	$1.35  tf/m^2 \; ;$
建筑机器公鹅	地板單位面積靜載重	板單位面積靜載重為	13 樓以上規模之建築物
建築物單位靜載重	為 1.4 tf/m²。	$1.3 tf/m^2;$	$1.45  tf/m^2  \circ$
製 里 	介於5樓至12樓之建	17 樓之建築物之樓地	依現況隔間多寡、外牆
	築物建議以內插法求	板單位面積靜載重為	貼面材質酌量增減。
	出評估值。	$1.5 tf/m^2 \circ$	
		其他樓層建議以內插	
		法求出評估值。	
	5樓以下建築物1.5%;	5 樓以下建築物為 1.5	5 樓以下規模之建築物
	12 樓以上建築物 2%。	%;	1.5 % ;
一樓柱主筋鋼		12 樓之建築物為2%;	6 樓以上規模之建築物
筋比		17 樓之建築物為3%。	為(1+樓層數/10)*1%
		其他樓層建議以內差	上限值為 2.5%
		法求出評估值。	

	T		
	5 樓以下建築物#3 @	5 樓以下建築物為#3	5 樓以下規模之建築物
	30;	@ 30;	#3@30;
	6樓以上建築物評估者	12 樓之建築物為#4 @	6至12樓規模之建築物
	依專業予以判斷。	20;	#3@25;
		17 樓之建築物為#4 @	13 至 16 樓規模之建築
		15 °	物 #3@20;
		其他樓層建議以內差	17 樓以上規模之建築物
14.1.14.2		法求出評估值。	#4@20 °
一樓柱橫向			(早期5樓以下規模之建
箍、繋筋參數			<b>築物大多為#3@25,採</b>
			保守降一等級評估,故
			採#3@30;而17樓以上
			規模之建築物應有結構
			外審,早期並未要求間
			距 10 cm , 大多配
			#4@10~15,採保守降一
			<b>等級評估,故採#4@20)</b>
	牆厚 15 公分以下	牆厚 15 公分以下	牆厚 15 公分以下#3@30
	#3@30 單層雙向鋼筋;	#3@30 單層雙向鋼筋;	單層雙向鋼筋;
RC 牆鋼筋參數	牆厚 15 公分以上	牆厚 15 公分以上	牆厚 15 公分以上#3@30
	#3@30 雙層雙向鋼筋。	#3@30 雙層雙向鋼筋。	雙層雙向鋼筋。

	依照現況、劣化、樓高	5 樓以下 150 kgf/cm <sup>2</sup> ;	80 年以後:
	與地區特性給予專業	12 樓為 175 kgf/cm²;	5 樓以下規模之建築物
	判斷。	17 樓為 220 kgf/cm²。	為 160 kgf/cm <sup>2</sup> ;
		其他樓層建議以內插	6至11樓規模之建築物
一樓構件混凝		法求出評估值。	為 175 kgf/cm²;
土抗壓強度			12 樓以上規模之建築物
			為 $210  kgf/cm^2$ 。
			80 年以前:
			所有樓層規模之建築物
			為 160 kgf/cm <sup>2</sup> 。
	19φ以下鋼筋降伏強	無	80 年以後:
	度為 2800 kgf/cm²;		#3~#5 鋼筋降伏強度為
	19φ以上於 80 年以前		$2800  kgf/cm^2 \; ;$
	仍用 2800 kgf/cm <sup>2</sup> ;於		#6 以上鋼筋降伏強度為
一樓構件鋼筋	80 年以後可用 4200		$4200  kgf/cm^2 \circ$
降伏強度	$kgf/cm^2$ $\circ$		80 年以前:
			#3~#5 鋼筋降伏強度為
			$2800  kgf/cm^2 ;$
			#6 以上鋼筋降伏強度為
			$2800 \ kgf/cm^2 \circ$
磚牆砂漿塊抗	$100  kgf/cm^2 \circ$	無	$100 \ kgf/cm^2 \circ$
壓強度			
磚牆紅磚之單	$150  kgf/cm^2 \circ$	無	$150  kgf/cm^2 \circ$
軸抗壓強度			

## 附錄八 PSERCB 操作 Q & A

- 【Q】柱何時要填為短柱?
- 【A】柱之淨高與柱深之比值小於等於 2.0 時,該柱應視為短柱,其資料請填到短柱欄。該柱剩下的部份可能為長柱,不可再填入柱欄中。
- 【Q】有窗台之柱要如何填寫資料?
- 【A】窗台以上的部份用來計算柱之淨高,通常不是短柱,資料填入柱欄中。 如係短柱,則填入短柱欄。
- 【Q】有開孔的 RC 牆是否要輸入?
- 【A】開孔面積未達 1/4 者要輸入。
- 【Q】有開孔之磚牆是否要輸入?
- 【A】開孔面積未達 1/4 者要輸入。輸入的牆長要扣掉開孔的長度。
- 【Q】牆之走向不恰在 X 向或 Y 向時,要如何處理?
- 【A】計算牆長時,輸入其在X向及Y向之投影長度。

- 【Q】RC 牆是否要計及剪力牆與非結構 RC 牆?
- 【A】非結構 RC 牆地震時亦具結構行為,填 RC 牆資料時,剪力牆與非結構 RC 牆皆須填入;若非結構 RC 牆未在梁、柱構架中,則無需填入 RC 牆資料。
- 【Q】到現場評估時,如何判定是否為弱層建築物?
- 【A】如發現一樓幾乎沒牆,而譬如二樓多了許多非結構 RC 牆與磚牆,此時最好填寫二樓牆之資料,程式會自動計算牆量比 $r_w$ ,再根據 $r_w$ 計算整棟建築物之韌性折減係數去計算折減後之韌性容量 $R_j^*$ 。若 $r_w$ 小於等於 0.6,程式會自動判定為弱層建築物。
- 【Q】房屋因室內裝修而不利於尋找柱位及量取其尺寸時,有何輔助方法?
- 【A】如建築物有地下室者,可赴地下一層判定柱位、尺寸及根數,但要將 超挖區之柱剔除掉。
- 【Q】RC 牆是否考慮三面圍東及無側邊圍東?
- 【A】RC 牆不論四面、三面或無側邊圍束皆須考慮,且都填寫在 RC 牆的部分;當 RC 牆未在構架中,則無須考慮。

- 【Q】為何 PSERCB 中進度已經 100%了,仍然無法評估?
- 【A】檢查並刪除 X、Y 向斷面資料處空白部分。將參數設置中沒有用到的 參數輸入 0, 並檢查載重輸入是否正確,避免柱軸力過大導致無法分 析的情形發生。
- 【Q】標準樓層是否都以二樓為標準樓層?或者該如何選擇標準樓層?
- 【A】假設某棟建築物 1-3 樓皆為賣場,牆體皆敲除,此時就不能以 2 樓為標準樓層,而是以 4 樓以上牆體未敲除的樓層作為標準層。
- 【Q】地下室面積比計算方式為何?
- 【A】地下室面積(含超挖部分)除以地面以上最大樓層之投影面積(非僅指二樓之投影面積)。
- 【Q】建築物近A斷層僅幾百公尺,但近B斷層超過10公里,但目前程式 不考慮A斷層應如何處理?
- 【A】建議依現行規範規定辦理。
- 【Q】短柱不用考慮主筋量嗎?
- 【A】短柱只考慮剪力破壞,無需考慮主筋量。

- 【Q】RC 牆鋼筋部分是考慮垂直筋還是水平筋?
- 【A】RC 牆鋼筋部分以水平筋為主,用於計算剪力強度。
- 【Q】遇到圓柱該如何處理?
- 【A】等值成矩形柱處理。
- 【Q】輸入Y向柱的時候B、H是否與X向互換?
- 【A】柱深 H 為平行地震力方向之柱長度,故 X 與 Y 方向柱寬與柱深應相反。
- 【Q】宋老師提到有個說明的地方可供使用者描述評估時遇到問題與假設條件,用以保護自己,請問在程式哪邊執行該動作?
- 【A】當分析完成後,點選下載報告書會跳出一個表單,使用者可在此處輸 入評估時遇到的問題與假設條件。
- 【Q】建築物地下室部分露出地面及開氣窗狀況下,一樓地面層該如何選擇?
- 【A】若地下室四周均開窗,短柱數目多,而內柱相對數目少時,可將地下 一層當一樓處理,否則無須理會,逕自評估一樓。

## 参考文獻

- 1. 宋裕祺,蔡益超等,「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 SERCBWin2008」,內政部建築研究所,台北,2009。
- 2. 宋裕祺,蔡益超等,「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 SERCBWin2012」,內政部建築研究所,台北,2012。
- 3. 內政部營建署,「建築物耐震設計規範及解說」,內政部營建署,台北,2011。
- 4. 台灣綜合研究院編譯,「地震受害建築物應急危險程度的檢定手冊」,日本靜岡縣都市住宅建築科編著,1999。
- 5. 國家地震工程研究中心,「中小學校舍耐震評估與補強」,國家地震工程研究中心, 台北,2000。
- 6. 日本建築防災協會「既存鐵筋混凝土造建築物的耐震診斷基準同解說」,日本防災協會,東京,1990。
- 7. Applied Technology Council, "Procedures for Posteathquake Safety Evaluation of Buildings", CA, USA, 1989.
- 8. 蔡益超,「鋼筋混凝土建築物耐震能力評估法及推廣」,內政部建研所報告,1999。
- 9. 許茂雄,「學校建築結構耐震之反應譜非線性詳細評估法期中報告」,國家地震工程研究中心,1999。
- 10. 郭心怡,「RC 學校建築快速耐震診斷」,國立成功大學建築研究所碩士論文,許茂 雄教授指導,2000。
- 11. 許丁友,鐘立來,廖文義,邱建國,簡文郁,周德光,「國民中小學典型校舍耐震能力初步評估法」,國家地震工程研究中心,2003。
- 12. 蘇耕立,「台灣中小學校舍結構耐震能力初步評估方法之探討」,國立台灣大學土木工程學系碩士論文,黃世建教授指導,2008。
- 13. 鍾立來,吳賴雲,林琨偉,楊耀昇,連冠華,蘇耕立,黃世建,「國中小校舍結構

- 耐震能力初步評估之統計分析及現地驗證」,國家地震工程研究中心,2011。
- 14. 鍾立來,吳賴雲,林琨偉,楊耀昇,連冠華,「以現地試驗檢核校舍結構耐震能力之初步評估」,中國土木水利工程學刊,第二十四卷,第三期,第299-311頁,2012。
- 15. FEMA," Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards", FEMA 154, Edition 2, 2002.
- 16. ATC-40, "Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings. Report No. SSC 96-01," Applied Technology Council, 1996 •
- 17. 內政部營建署,「建築物耐震設計規範及解說」,內政部營建署,台北,1997。
- 18. 內政部營建署,「建築物耐震設計規範及解說」,內政部營建署,台北,1999。
- 19. 內政部營建署,「建築物耐震設計規範及解說」,內政部營建署,台北,2005。
- 20. 中國土木水利工程學會,「混凝土工程設計規範與解說{土木 401-86a}」,台北, 2000。
- 21. 中國土木水利工程學會,「混凝土工程設計規範之應用{土木 404-90}」,台北,2005。
- 22. 中國土木水利工程學會,「混凝土工程設計規範與解說{土木 401-93}」,台北,2005。
- 23. 中國土木水利工程學會,「混凝土工程設計規範與解說{土木 401-96}」,台北,2007。
- 24. 內政部營建署,「混凝土結構設計規範」,台北,2011。
- 25. 中國土木水利工程學會,「鋼筋混凝土學{土木 406-100}」, 台北, 2011。
- Mander, J.B., Priestley, M.J.N., and Park, R., "Theoretical Stress-Strain Model of Confined Concrete," Journal of Structural Division, ASCE, Vol. 114, No. 8, pp.1804-1826, 1988.
- Hoshikuma, J., Kawashima, K., Nagaya, K. and Taylor, A. W., "Stress-strain Model for Confined Concrete in Bridge Piers," Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 123, No. 5, 1997.
- 28. 中國土木水利工程學會,既有混凝土結構物維修及補強技術手冊,2005。
- 29. 翁元滔、林克強、黄世建、邱聰智,「桃園縣瑞埔國小校舍耐震性能現地試驗-標準

- 構架試體擬動態與反覆側推試驗」,國家地震工程研究中心,2008。
- 30. 葉勇凱、沈文成、蕭輔沛、周德光,「側推分析於校舍現地試驗之驗證」,國家地震工程研究中心,2008。
- 31. American Concrete Institute (ACI), "Building code requirenebts for structural concrete," ACI 318-05, Farmington Hills, 2005.
- 32. 日本建築防災協会,「既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針同解説」, 2001。
- 33. 國家地震工程研究中心,「阪神大地震後日本 RC 建築之耐震診斷與補強研討會資料」,國立台灣大學應用力學館國際會議廳,2000。
- 34. 日本建築防災協會,「既存 RC(鋼骨)造建築物耐震診斷基準、修改設計指針同解說」, 2001。
- 35. Yu-Chi Sung, Kuang-Yen Liu, Chin-Kuo Su, I-Chau Tsai, and Kuo-Chen Chang," A Study on Pushover Analyses of Reinforced Concrete Columns," Journal of Structural Engineering and Mechanics. Vol. 21, No. 1, p.p.35~52, Sep. 10, 2005.
- 36. Min-Chun Lai, Yu-Chi Sung, "A study on pushover analysis of frame structure infilled with low-rise reinforced concrete wall," Journal of Mechanics, Vol.24, pp.437-449, 2008.
- 37. Min-Chun Lai, Yu-Chi Sung, "A study on pushover analysis of frame structure infilled with low-rise reinforced concrete wall", Journal of Mechanics, Vol.24, pp.437-449, 2008.
- 38. Mirza, S. A. and MacGregor, J. G., "Variability of Mechanical Properties of Reinforcing Bars," Journal of the Structural Division, vol. 105, no. 5, 1979.
- 39. Belarbi, A. and Hsu, T.C., "Constitutive Laws of Softened Concrete in Biaxial Tension Compression," ACI Structural Journal, 1995.
- 40. Miyauchi, Y., Fukuyama, K., Higashibata, Y., "Studies on repair and strengthening methods of damaged reinforced concrete columns," Cement & Concrete Composites, Vol. 22, pp. 81-88, 2000 °

- 41. 日本建築學會," Design and Construction Guideline of Continuous Fiber Reinforced Concrete",日本建築學會出版,2002。
- 42. 蔡益超、邱昌平,「現有鋼筋混凝土建築物耐震能力詳細評估法準則」,國立台灣大學地震工程研究中心,1988。
- 43. 台灣省結構工程技師公會,「鋼筋混凝土建築物耐震能力評估手冊」, 科技圖書, 2003。
- 44. 日本建築学会,「鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針(案)・同解説」, 2004。
- 45. 鍾立來、簡文郁、葉勇凱、黃世建、余健維、張撼軍、陳永蒼、王翊光、周德光、 許丁友、邱建國、邱聰智,「國民中小學典型校舍耐震能力之簡易調查」,國家地震 工程研究中心,2005。
- 46. 國家地震中心,「非典型校舍耐震能力初步評估表」。
- 47. 賴明俊,「鋼筋混凝土建築物耐震能力評估系統之補強模組與視覺化展示功能開發」, 國立台北科技大學博士論文,宋裕祺教授指導,2013。
- 48. 李咸亨,「台北市地質鑽孔資訊化計畫」,第四期研究報告,中華地理資訊協會,2002 年,5月。
- 49. 內政部,「災害後危險建築物緊急評估明細表」,2010。
- 50. 內政部建築研究所,「鋼筋混凝土建築物耐震評估程式增修與應用研究」,2014,10 月。
- 51. 蔡永琪譯,「Head First 深入淺出 HTML、CSS 與 XHTML」, 2007。
- 52. O. R. Media, "CSS3: The Missing Manual, 3rd Edition", 2012.
- 53. w3school: <a href="http://www.w3schools.com/">http://www.w3schools.com/</a>.
- 54. Keymetrics: <a href="https://keymetrics.io/">https://keymetrics.io/</a>.
- 55. 維基百科: https://zh.wikipedia.org/wiki/常態分佈。
- 56. Y. C. Sung, C. K. Su, "Time-dependent Seismic Fragility Curves on Optimal Retrofitting

- of Neutralized Reinforced Concrete Bridges", National Center For Research on Earthquake Engineering, 2005.
- 57. 蔡益超,宋裕祺,陳建忠,賴明俊,邱毅宗,陳俊榕,陳長佑,「鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估系統(PSERCB)之簡介與應用」,中國土木水利工程學刊,第四十三卷,第二期,2016,第76-81頁。
- 58. 經濟部中央地質地查所,「工程地質探勘資料庫系統-Geo2010 系統操作手冊」,經濟部中央地質地查所,2011。

### 鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估平台開發與應用

出版機關:內政部建築研究所

電話:(02)89127890

地址:新北市新店區北新路3段200號13樓

網址:http://www.abri.gov.tw

編者:陳建忠等編

出版年月:105年12月

版次:第1版

ISBN: 978-986-05-1156-7 (平裝)