

單棟大樓階段性補強技術手冊 (評估與設計技術篇)

鍾立來¹ 邱聰智¹ 涂耀賢¹ 林煜衡² 陳幸均¹ 何郁姍¹
翁樸文¹ 李翼安¹ 沈文成¹ 蕭輔沛¹ 江文卿³ 楊耀昇⁴
許庭偉⁵ 楊智斌⁶ 黃世建¹

¹ 國家地震工程研究中心

² 臺灣大學土木工程學研究所

³ 江文卿土木技師事務所

⁴ 永安土木技師事務所

⁵ 大匠工程顧問有限公司

⁶ 翔威工程顧問有限公司

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

委託單位：內政部營建署

執行單位：財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心

中華民國一零八年一月十日

目錄

目錄.....	I
表目錄.....	V
圖目錄.....	VII
1 第一章 緒論.....	1
2 第二章 耐震評估與補強性能目標.....	5
2.1 文獻回顧.....	5
2.1.1 耐震評估方法與合格標準相關文獻.....	5
2.1.2 耐震補強工法相關文獻.....	10
2.1.3 階段或局部耐震補強相關文獻.....	11
2.2 耐震評估與補強合格標準.....	11
3 第三章 詳細評估.....	25
3.1 前言.....	25
3.2 建築物基本資料蒐集.....	26
3.2.1 基本資料蒐集.....	26
3.2.2 現況調查.....	27
3.2.3 檢測項目.....	29
3.2.4 其他.....	30
3.3 非線性靜力分析法.....	31
3.3.1 非線性靜力分析之介紹.....	31
3.3.2 耐震性能曲線.....	31
4 第四章 關鍵構件背骨曲線模型.....	43
4.1 前言.....	43
4.2 鋼筋混凝土柱.....	43
4.2.1 雙曲率 RC 柱之模擬.....	43
4.2.2 RC 柱之非線性鉸設定.....	50
4.3 TEASPA 柱構件之 P-M 非線性鉸.....	51
4.3.1 P-M 非線性鉸介紹.....	52
4.3.2 案例說明.....	54
4.3.3 分析討論.....	56
4.3.4 結論.....	57
4.4 鋼筋混凝土梁.....	57
4.4.1 RC 梁之斷面設定.....	57
4.4.2 T 型梁之非線性鉸設定.....	58

4.5	鋼筋混凝土極短柱及極短梁.....	58
4.5.1	極短柱與極短梁之剪力側向載重位移曲線.....	59
4.5.2	剪力非線性鉸參數定義.....	62
4.6	鋼筋混凝土牆.....	62
4.6.1	RC 牆之模擬.....	62
4.6.2	RC 牆之側向載重位移曲線.....	63
4.6.3	RC 牆非線性鉸之定義與設置.....	68
4.7	鋼筋混凝土開口牆.....	69
4.7.1	前言.....	69
4.7.2	鋼筋混凝土開口牆之分析模型.....	70
4.7.3	鋼筋混凝土開口牆之非線性鉸定義與設置.....	78
4.8	無開口磚牆.....	78
4.8.1	磚牆之臨界破裂角與破壞路徑.....	79
4.8.2	磚牆之水平極限強度.....	80
4.8.3	磚牆之水平極限位移.....	80
4.8.4	磚牆之水平殘餘強度.....	81
4.8.5	磚牆之側向載重位移曲線.....	81
4.8.6	磚牆等值斜撐之模擬.....	82
4.8.7	磚牆等值斜撐軸力非線性鉸之定義與設置.....	82
4.9	三面圍束磚牆.....	83
4.9.1	三面圍束磚牆之水平極限強度.....	83
4.9.2	三面圍束磚牆之勁度.....	84
4.9.3	三面圍束磚牆之水平殘餘強度.....	85
4.9.4	三面圍束磚牆等值斜撐模擬.....	86
4.9.5	三面圍束磚牆等值斜撐軸力非線性鉸之定義與設置.....	87
4.10	台度磚牆.....	88
4.10.1	台度磚牆之水平極限強度.....	88
4.10.2	台度磚牆之水平極限位移.....	88
4.10.3	台度磚牆之水平殘餘強度.....	88
4.10.4	台度磚牆之側向載重位移曲線.....	89
4.10.5	台度磚牆等值斜撐之模擬.....	89
4.10.6	台度磚牆等值斜撐軸力非線性鉸之定義與設置.....	89
5	第五章 簡易補強設計法.....	149
5.1	前言.....	149
5.2	豎向構材強度與樓層剪力強度.....	149
5.3	降低軟弱層集中式破壞風險之簡易設計.....	152

6	第六章 補強工法設計與參考圖說.....	159
6.1	前言.....	159
6.1.1	適用範圍.....	159
6.1.2	耐震補強設計程序.....	159
6.1.3	補強工法規劃與設計流程.....	159
6.2	鋼筋混凝土擴柱補強.....	166
6.2.1	規劃與設計.....	167
6.2.2	施工步驟說明.....	168
6.3	鋼筋混凝土翼牆補強.....	169
6.3.1	規劃與設計.....	170
6.3.2	施工步驟說明.....	172
6.4	鋼筋混凝土牆補強.....	173
6.4.1	規劃與設計.....	173
6.4.2	施工步驟說明.....	175
6.5	外加構架.....	175
6.5.1	初步設計.....	175
6.5.2	外加 RC 構架之柱單位斷面積側向強度.....	178
6.6	開口鋼筋混凝土牆補強.....	181
6.6.1	簡介.....	181
6.6.2	窗型開口 RC 牆補強.....	182
6.6.3	斷面模擬.....	192
6.6.4	補強效益.....	192
6.6.5	建議施工方法.....	192
6.7	外加電梯核心牆補強.....	193
6.7.1	簡介.....	193
6.7.2	設計與模擬.....	194
6.8	複合柱補強.....	195
6.8.1	規劃與設計.....	197
6.8.2	補強斷面模擬.....	197
6.8.3	施工注意事項.....	198
7	第七章 階段性補強設計示範例.....	229
7.1	前言.....	229
7.2	十二層大樓設計示範例.....	230
7.2.1	建築物基本資料.....	230
7.2.2	原型耐震能力詳細評估.....	231
7.2.3	完整補強設計.....	233

7.2.4	階段性補強 A 設計-模型分析法	234
7.2.5	階段性補強 A 設計-軟弱層補強簡易設計法	243
7.3	四層樓公寓設計示範例	253
7.3.1	建築物基本資料	253
7.3.2	原型耐震能力詳細評估	254
7.3.3	階段性補強 B 設計-電梯核心牆補強	259
7.3.4	完整補強設計	271
8	附錄 A、專家學者研討座談會	442
8.1 A.1	第一次專家學者研討座談會	442
8.2 A.2	第二次專家學者研討座談會	460
8	附錄 B、審查會議	474
8.1 B.1	期初報告審查會議	474
8.2 B.2	技術手冊審查會議	484

表目錄

表 2.1	SEAOC Vision 2000 耐震性能等級及地震危害度分級關係	17
表 2.2	SEAOC Vision 2000 地震危害度分級	17
表 2.3	日本既有建築物之耐震診斷法	17
表 2.4	整幢耐震補強對應 475 年設計地震之性能目標準則	18
表 3.1	建築物現況與檢測工作之精簡項目	37
表 3.2	阻尼比修正係數	39
表 4.1	剪力破壞柱於軸力破壞點之位移係數	94
表 4.2	RC 柱剪力非線性鉸之參數	94
表 4.3	RC 柱彎矩非線性鉸之參數	94
表 4.4	案例簡介	94
表 4.5	案例 E4 基本資料	95
表 4.6	案例 E4 之各樓層資訊	95
表 4.7	案例 E4 使用 P-M 非線性鉸之側推結果	95
表 4.8	案例 E4 使用 M 非線性鉸之側推結果	96
表 4.9	案例 E12 基本資料	96
表 4.10	案例 E12 之各樓層資訊	97
表 4.11	案例 E12 使用 P-M 非線性鉸之側推結果	97
表 4.12	案例 E12 使用 M 非線性鉸之側推結果	98
表 4.13	案例分析總表	98
表 4.14	RC 梁彎矩非線性鉸之參數	99
表 4.15	RC 梁彎矩非線性鉸參數計算表	99
表 4.16	RC 梁剪力非線性鉸之參數	99
表 4.17	RC 梁剪力非線性鉸參數計算表	99
表 4.18	RC 極短梁剪力殘餘強度點之位移係數	100
表 4.19	RC 極短柱或極短梁剪力非線性鉸之參數	100
表 4.20	RC 牆有效撓曲勁度	100
表 4.21	RC 牆崩塌點之強度與位移計算	100
表 4.22	RC 牆彎矩非線性鉸之參數	101
表 4.23	RC 牆剪力非線性鉸之參數	101
表 4.24	美國 ACI 318-14 規範[4.3]對開口牆各構件分類方式與規定	101
表 4.25	簡易開口牆側力位移曲線定義	102
表 4.26	鋼筋混凝土開口牆剪力非線性鉸參數	102
表 4.27	磚牆等值斜撐軸力非線性鉸參數	102
表 5.1	豎向構材之平均單位面積抗側力強度	156

表 5.2	豎向構材之強度參與係數.....	156
表 6.1	建築物補強設計作業程序查核表.....	201
表 6.2	四層樓外加鋼筋混凝土構架柱線之地震力豎向分配.....	202
表 6.3	四層樓外加鋼筋混凝土構架邊柱之側向強度.....	202
表 6.4	四層樓外加鋼筋混凝土構架中間柱之側向強度.....	202
表 6.5	十層樓外加鋼筋混凝土構架柱線之地震力豎向分配.....	203
表 6.6	十層樓外加鋼筋混凝土構架邊柱之側向強度.....	203
表 6.7	十層樓外加鋼筋混凝土構架中間柱之側向強度.....	204
表 6.8	材料性質、邊界柱尺寸與配筋.....	204
表 7.1	案例 A 柱配筋圖.....	275
表 7.2	案例 A 梁配筋圖.....	275
表 7.3	案例 A 材料強度.....	276
表 7.4	案例 A 載重設定.....	276
表 7.5	案例 A 結構分析樓層重.....	277
表 7.6	案例 A 側推分析結果匯整.....	278
表 7.7	案例 A 完整補強側推分析結果匯整.....	278
表 7.8	案例 A 模型分析法-各層極限層剪力/極限層間位移彙整表.....	279
表 7.9	案例 A 模型分析法-各層單位力作用下層間位移彙整表.....	279
表 7.10	案例 A 模型分析法-X 向階段補強軟弱層檢核計算表.....	280
表 7.11	案例 A 模型分析法-Y 向階段補強軟弱層檢核計算表.....	280
表 7.12	案例 A 模型分析法-X 向階段性補強評估計算表.....	281
表 7.13	案例 A 模型分析法-Y 向階段性補強評估計算表.....	281
表 7.14	案例 A 軟弱層補強簡易設計法-各層柱牆量計算表.....	282
表 7.15	案例 A 軟弱層補強簡易設計法-各層側向剪力牆度計算表.....	282
表 7.16	案例 A 軟弱層補強簡易設計法-X 向構材剪力補強評估計算表.....	283
表 7.17	案例 A 軟弱層補強簡易設計法-Y 向構材剪力補強評估計算表.....	283
表 7.18	案例 B 載重設定.....	284
表 7.19	案例 B 結構分析樓層重.....	284
表 7.20	案例 B 側推分析結果匯整.....	285
表 7.21	案例 B 開口 RC 牆 SWY1 側力位移曲線點.....	285
表 7.22	案例 B 正 X 向階段性補強之最終側推曲線數據.....	286
表 7.23	案例 B 負 X 向階段性補強之最終側推曲線數據.....	287
表 7.24	案例 B 正 Y 向階段性補強之最終側推曲線數據.....	288
表 7.25	案例 B 負 Y 向階段性補強之最終側推曲線數據.....	289
表 7.26	案例 B 階段性補強側推分析結果匯整.....	290
表 7.27	案例 B 完整補強側推分析結果匯整.....	290

圖目錄

圖 1.1	台南市維冠金龍大樓倒塌後空拍照片.....	2
圖 1.2	日本熊本地震中某七層樓建築結構.....	3
圖 1.3	美濃地震中兩棟市場建築的損壞程度比較.....	3
圖 2.1	ASCE/SEI 41 之耐震性能等級[FEMA P58, 2012].....	19
圖 2.2	側推分析所得之容量曲線.....	19
圖 2.3	美國常見之耐震補強工法(取自網路).....	20
圖 2.4	日本常見之耐震補強工法(取自網路).....	21
圖 2.5	臺灣常見之耐震補強工法.....	22
圖 2.6	軟弱底層建築物耐震補強流程(摘錄自 FEMA P-807).....	23
圖 2.7	建築物耐震補強性能目標基準(本手冊建議).....	24
圖 3.1	側推分析之容量曲線.....	40
圖 3.2	等效單自由系統.....	40
圖 3.3	容量震譜二線段化.....	41
圖 3.4	等效阻尼與遲滯阻尼.....	41
圖 4.1	柱剪力破壞側向載重位移曲線.....	103
圖 4.2	柱剪力傳力機制示意圖(MacGregor [4.4]).....	103
圖 4.3	雙曲率柱受力與變形機制.....	104
圖 4.4	雙曲率柱破壞發展過程.....	104
圖 4.5	撓剪破壞側向載重位移曲線.....	105
圖 4.6	撓曲破壞側向載重位移曲線.....	105
圖 4.7	剪力非線性鉸性質與側向載重位移曲線.....	106
圖 4.8	彎矩非線性鉸性質與側向載重位移曲線.....	106
圖 4.9	P-M 非線性鉸中之 P-M 互制圖.....	107
圖 4.10	某軸力(例：軸壓力為 14709.5 kgf)之非線性鉸參數.....	107
圖 4.11	多組軸力之非線性鉸參數.....	108
圖 4.12	案例 E4 結構 3D 模型.....	108
圖 4.13	案例 E4 之正 X 向容量曲線.....	109
圖 4.14	案例 E4 之正 X 向性能曲線.....	109
圖 4.15	案例 E4 之負 X 向容量曲線.....	110
圖 4.16	案例 E4 之負 X 向性能曲線.....	110
圖 4.17	案例 E4 之正 Y 向容量曲線.....	111
圖 4.18	案例 E4 之正 Y 向性能曲線.....	111
圖 4.19	案例 E4 之負 Y 向容量曲線.....	112
圖 4.20	案例 E4 之負 Y 向性能曲線.....	112

圖 4.21	案例 E4 之壓拉力側柱選取位置	113
圖 4.22	案例 E4 正 X 向之側推分析非線性鉸發展圖(P-M Hinge).....	113
圖 4.23	案例 E4 正 X 向之側推分析非線性鉸發展圖(M Hinge)	113
圖 4.24	案例 E4 正 X 向拉力側柱非線性鉸強度發展變化	114
圖 4.25	案例 E4 正 X 向壓力側柱非線性鉸強度發展變化	114
圖 4.26	案例 E12 結構 3D 模型	115
圖 4.27	案例 E12 之正 X 向容量曲線	115
圖 4.28	案例 E12 之正 X 向性能曲線	116
圖 4.29	案例 E12 之負 X 向容量曲線	116
圖 4.30	案例 E12 之負 X 向性能曲線	117
圖 4.31	案例 E12 之正 Y 向容量曲線	117
圖 4.32	案例 E12 之正 Y 向性能曲線	118
圖 4.33	案例 E12 之負 Y 向容量曲線	118
圖 4.34	案例 E12 之負 Y 向性能曲線	119
圖 4.35	案例 E12 之柱選取位置	119
圖 4.36	案例 E12 負 Y 向之側推分析非線性鉸發展圖(P-M Hinge).....	120
圖 4.37	案例 E12 負 Y 向之側推分析非線性鉸發展圖(M Hinge).....	121
圖 4.38	案例 E12 負 Y 向拉力側柱非線性鉸強度發展變化	121
圖 4.39	案例 E12 負 Y 向壓力側柱非線性鉸強度發展變化	121
圖 4.40	高寬比及初始軸力比對新舊 TEASPA 版本結果之影響.....	122
圖 4.41	TEASPA 適用範圍擴大至中高樓建築結構之函文.....	123
圖 4.42	ASCE 41-13 建議之 RC 梁非線性鉸載重位移曲線[4.1].....	124
圖 4.43	極短柱或極短梁之剪力載重位移關係.....	124
圖 4.44	RC 牆模型分析用之斷面取法	125
圖 4.45	填充牆等值柱模擬示意圖	125
圖 4.46	RC 牆模擬流程示意圖	126
圖 4.47	等值寬柱模擬示意圖	127
圖 4.48	牆滑移位移之計算	127
圖 4.49	RC 牆撓曲破壞之側向載重位移曲線	128
圖 4.50	應變諧和莫爾圓示意圖	128
圖 4.51	雙曲率 RC 牆之剪力傳遞機制	129
圖 4.52	RC 牆剪力破壞之側向載重位移曲線	129
圖 4.53	彈性變位(左圖)與非線性變位(右圖)疊加示意圖	130
圖 4.54	等值寬柱數值模型	130
圖 4.55	彎矩非線性鉸性質與側向載重位移曲線.....	131
圖 4.56	剪力非線性鉸性質與側向載重位移曲線.....	131

圖 4.57	RC 牆因開口後出現的牆段與牆墩示意圖	131
圖 4.58	美國 ACI 318-14 規範[4.3]對牆墩上、下方之配筋規定.....	132
圖 4.59	RC 牆大量開窗與開門造成明顯剪力破壞[4.20].....	132
圖 4.60	彈簧串並聯示意圖	133
圖 4.61	開口造成明顯單一層的軟弱區域.....	133
圖 4.62	模型之適用性	134
圖 4.63	RC 牆模擬區域選取與關鍵桿件決定	134
圖 4.64	開口左方垂直牆段之對角壓桿兩端節點力平衡檢驗.....	135
圖 4.65	開口左方垂直牆段高度調整.....	135
圖 4.66	開口右方垂直牆段之對角壓桿兩端節點力平衡檢驗.....	135
圖 4.67	開口右方垂直牆段高度調整.....	136
圖 4.68	水平力說明	136
圖 4.69	修正垂直牆段高度[4.24]	137
圖 4.70	開口牆中間垂直牆段高度修正.....	138
圖 4.71	窗型門型複合開口-水平牆段的選取	138
圖 4.72	窗型門型複合開口-傳遞路徑的選取與修正	139
圖 4.73	剪力元素之剪力勁度	139
圖 4.74	單一窗型開口傳力路徑圖	140
圖 4.75	關鍵桿件之側力位移曲線修正.....	140
圖 4.76	側力位移曲線線性疊加	141
圖 4.77	簡易側力位移曲線.....	141
圖 4.78	填充牆等值柱數值模型	141
圖 4.79	各式磚牆砌法及臨界破壞角	142
圖 4.80	磚牆之側向載重位移曲線.....	142
圖 4.81	磚牆之等值斜撐模式.....	143
圖 4.82	磚牆等值斜撐之軸力非線性鉸性質	143
圖 4.83	磚翼牆最大強度點時的傳力機制.....	144
圖 4.84	單側磚翼牆主要破壞路徑示意圖	145
圖 4.85	等效組合斷面.....	146
圖 4.86	三面圍束磚牆之建議評估曲線.....	146
圖 4.87	開口磚牆之等值斜撐模式.....	147
圖 4.88	開口磚牆等值斜撐之軸力非線性鉸性質	147
圖 5.1	原構材強度參數之應用範圍.....	157
圖 5.2	調整後構材強度參數之應用範圍.....	157
圖 5.3	各層層剪力需求圖	158
圖 6.1	補強原則示意圖	205

圖 6.2	耐震評估與補強流程圖	205
圖 6.3	擴柱補強斷面示意圖	207
圖 6.4	翼牆補強斷面示意圖	209
圖 6.5	RC 牆補強斷面示意圖	211
圖 6.6	低矮樓層外加 RC 構架柱斷面及梁斷面配筋圖	212
圖 6.7	外加 RC 構架柱線自由體圖	212
圖 6.8	低矮樓層外加 RC 構架邊柱側向強度與樓層關係圖	213
圖 6.9	低矮樓層外加 RC 構架中間柱側向強度與樓層關係圖	213
圖 6.10	中高樓層外加 RC 構架柱斷面及梁斷面配筋圖	214
圖 6.11	中高樓層外加 RC 構架邊柱側向強度與樓層關係圖	214
圖 6.12	中高樓層外加 RC 構架中間柱側向強度與樓層關係圖	215
圖 6.13	門型開口 RC 牆補強斷面示意圖	216
圖 6.14	窗型開口 RC 牆補強斷面示意圖	218
圖 6.15	案例門型開口牆與牆筋示意圖 [6.5]	218
圖 6.16	開口牆模擬範圍	219
圖 6.17	開口牆水平軟弱區域由豎向構材填滿	219
圖 6.18	關鍵桿件高度修正	220
圖 6.19	上下方傳遞路徑選取	220
圖 6.20	各傳遞路徑與彈簧模擬圖	221
圖 6.21	雙併公寓建築平面圖	222
圖 6.22	雙併公寓增設電梯補強之建築平面圖	222
圖 6.23	第一層到第四層之 SWX 牆補強斷面細節	223
圖 6.24	第二層到第四層之 SWY1 牆補強斷面細節	223
圖 6.25	第二層到第四層之 SWY2 牆補強斷面細節	224
圖 6.26	複合柱平面及立面圖	225
圖 6.27	3/8 吋 U 型鋼索夾	226
圖 6.28	複合柱基腳配筋圖(垂直走廊方向剖面)	226
圖 6.29	複合柱基腳配筋圖(平行走廊方向剖面)	227
圖 6.30	複合柱含磚牆之轉換斷面	227
圖 6.31	樓版打除	228
圖 7.1	案例 A 建築平面圖(1 層)	291
圖 7.2	案例 A 建築平面圖(2~4 層)	291
圖 7.3	案例 A 建築平面圖(5~12 層)	292
圖 7.4	案例 A 結構平面圖(1~5 層)	292
圖 7.5	案例 A 結構平面圖(6~12 層)	293
圖 7.6	案例 A 結構立面圖(line A)	293

圖 7.7	案例 A 結構立面圖(line D)	294
圖 7.8	案例 A 結構立面圖(line 1)	294
圖 7.9	案例 A 結構 3D 模型	295
圖 7.10	案例 A RC 牆模擬示意圖	295
圖 7.11	案例 A 正 X 向側推曲線及容量振譜曲線	296
圖 7.12	案例 A 負 X 向側推曲線及容量振譜曲線	296
圖 7.13	案例 A 正 Y 向側推曲線及容量振譜曲線	297
圖 7.14	案例 A 負 Y 向側推曲線及容量振譜曲線	297
圖 7.15	案例 A 正 X 向側推分析塑鉸圖(line A)	298
圖 7.16	案例 A 正 X 向側推分析塑鉸圖(line B)	298
圖 7.17	案例 A 正 X 向側推分析塑鉸圖(line C)	299
圖 7.18	案例 A 正 X 向側推分析塑鉸圖(line D)	299
圖 7.19	案例 A 負 X 向側推分析塑鉸圖(line A)	300
圖 7.20	案例 A 負 X 向側推分析塑鉸圖(line B)	300
圖 7.21	案例 A 負 X 向側推分析塑鉸圖(line C)	301
圖 7.22	案例 A 負 X 向側推分析塑鉸圖(line D)	301
圖 7.23	案例 A 正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 1)	302
圖 7.24	案例 A 正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 1')	302
圖 7.25	案例 A 正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 2)	303
圖 7.26	案例 A 正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 2')	303
圖 7.27	案例 A 正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 3)	304
圖 7.28	案例 A 正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 3')	304
圖 7.29	案例 A 正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 4)	305
圖 7.30	案例 A 正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 4')	305
圖 7.31	案例 A 正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 5)	306
圖 7.32	案例 A 負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 1)	306
圖 7.33	案例 A 負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 1')	307
圖 7.34	案例 A 負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 2)	307
圖 7.35	案例 A 負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 2')	308
圖 7.36	案例 A 負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 3)	308
圖 7.37	案例 A 負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 3')	309
圖 7.38	案例 A 負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 4)	309
圖 7.39	案例 A 負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 4')	310
圖 7.40	案例 A 負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 5)	310
圖 7.41	案例 A 完整補強後建築平面圖(1 層)	311
圖 7.42	案例 A 完整補強後建築平面圖(2~4 層)	311

圖 7.43	案例 A 完整補強後建築平面圖(5~8 層).....	312
圖 7.44	案例 A 擴柱補強配筋圖(EC1 擴柱).....	312
圖 7.45	案例 A 擴柱補強配筋圖(EC2 柱).....	313
圖 7.46	案例 A 完整補強後立面圖(lineA).....	313
圖 7.47	案例 A 完整補強後立面圖(lineD).....	314
圖 7.48	案例 A 完整補強後立面圖(line1).....	314
圖 7.49	案例 A 完整補強後正 X 向側推曲線及容量振譜曲線.....	315
圖 7.50	案例 A 完整補強後負 X 向側推曲線及容量振譜曲線.....	315
圖 7.51	案例 A 完整補強後正 Y 向側推曲線及容量振譜曲線.....	316
圖 7.52	案例 A 完整補強後負 Y 向側推曲線及容量振譜曲線.....	316
圖 7.53	案例 A 完整補強後正 X 向側推分析塑鉸圖(line A).....	317
圖 7.54	案例 A 完整補強後正 X 向側推分析塑鉸圖(line B).....	317
圖 7.55	案例 A 完整補強後正 X 向側推分析塑鉸圖(line C).....	318
圖 7.56	案例 A 完整補強後正 X 向側推分析塑鉸圖(line D).....	318
圖 7.57	案例 A 完整補強後負 X 向側推分析塑鉸圖(line A).....	319
圖 7.58	案例 A 完整補強後負 X 向側推分析塑鉸圖(line B).....	319
圖 7.59	案例 A 完整補強後負 X 向側推分析塑鉸圖(line C).....	320
圖 7.60	案例 A 完整補強後負 X 向側推分析塑鉸圖(line D).....	320
圖 7.61	案例 A 完整補強後正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 1).....	321
圖 7.62	案例 A 完整補強後正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 1').....	321
圖 7.63	案例 A 完整補強後正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 2).....	322
圖 7.64	案例 A 完整補強後正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 2').....	322
圖 7.65	案例 A 完整補強後正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 3).....	323
圖 7.66	案例 A 完整補強後正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 3').....	323
圖 7.67	案例 A 完整補強後正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 4).....	324
圖 7.68	案例 A 完整補強後正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 4').....	324
圖 7.69	案例 A 完整補強後正 Y 向側推分析塑鉸圖(line 5).....	325
圖 7.70	案例 A 完整補強後負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 1).....	325
圖 7.71	案例 A 完整補強後負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 1').....	326
圖 7.72	案例 A 完整補強後負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 2).....	326
圖 7.73	案例 A 完整補強後負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 2').....	327
圖 7.74	案例 A 完整補強後負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 3).....	327
圖 7.75	案例 A 完整補強後負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 3').....	328
圖 7.76	案例 A 完整補強後負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 4).....	328
圖 7.77	案例 A 完整補強後負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 4').....	329
圖 7.78	案例 A 完整補強後負 Y 向側推分析塑鉸圖(line 5).....	329

圖 7.79	案例 A 模型分析法 3D 圖	330
圖 7.80	案例 A 模型分析法-正 X 向階段性補強模型斷面圖(line A)	330
圖 7.81	案例 A 模型分析法-正 X 向階段性補強模型斷面圖(line B)	331
圖 7.82	案例 A 模型分析法-正 X 向階段性補強模型斷面圖(line C)	331
圖 7.83	案例 A 模型分析法-正 X 向階段性補強模型斷面圖(line D)	332
圖 7.84	案例 A 模型分析法-負 X 向階段性補強模型斷面圖(line A)	332
圖 7.85	案例 A 模型分析法-負 X 向階段性補強模型斷面圖(line B)	333
圖 7.86	案例 A 模型分析法-負 X 向階段性補強模型斷面圖(line C)	333
圖 7.87	案例 A 模型分析法-負 X 向階段性補強模型斷面圖(line D)	334
圖 7.88	案例 A 模型分析法-設定標準層(含)以下各層非線性鉸	334
圖 7.89	案例 A 模型分析法-匯出樓層極限層剪力(Story shear)與位移 (Diapgram CM)	335
圖 7.90	案例 A 模型分析法-匯出最大極限層剪力(選取力量最大之步數)	335
圖 7.91	案例 A 模型分析法-樓層絕對位移量表輸出	336
圖 7.92	案例 A 模型分析法-依序設定分析樓層下各層模態大小為 0	336
圖 7.93	案例 A 模型分析法-移除分析樓層下各層樓之非線性鉸	337
圖 7.94	案例 A 模型分析法-建立 Load Case(Unit-quake-none)	337
圖 7.95	案例 A 模型分析法-設定 1000tf 正 X 向單位力在質心附近節點	338
圖 7.96	案例 A 模型分析法-輸出單位力的側向位移數據	338
圖 7.97	案例 A 模型分析法-補強後 X 向各樓層層剪力強度	339
圖 7.98	案例 A 模型分析法-補強後 Y 向各樓層層剪力強度	339
圖 7.99	案例 A 模型分析法-補強平面圖(1F)	340
圖 7.100	案例 A 模型分析法-補強平面圖(2~4F)	340
圖 7.101	案例 A 軟弱層補強簡易設計法-採計之柱牆量面積(1 層)	341
圖 7.102	案例 A 軟弱層補強簡易設計法-採計之柱牆量面積(2~4 層)	341
圖 7.103	案例 A 軟弱層補強簡易設計法-採計之柱牆量面積(5~6 層)	342
圖 7.104	案例 A 簡易設計法-補強後 X 向各樓層層剪力強度	342
圖 7.105	案例 A 簡易設計法-補強後 Y 向各樓層層剪力強度	343
圖 7.106	案例 A 軟弱層補強簡易設計法-擴柱補強平面團(1 層)	343
圖 7.107	案例 A 軟弱層補強簡易設計法-擴柱補強平面團(2~4 層)	344
圖 7.108	案例 B 建築平面圖(1 層)	344
圖 7.109	案例 B 之建築平面圖(2~4 層)	345
圖 7.110	案例 B 建築平面圖(屋頂層)	345
圖 7.111	案例 B 正立面圖	346
圖 7.112	案例 B 背立面圖	346

圖 7.113	案例 B 左側立面圖	347
圖 7.114	案例 B 右側立面圖	347
圖 7.115	案例 B 結構平面圖(基礎).....	348
圖 7.116	案例 B 之結構平面圖(2~4 層、屋頂層)	348
圖 7.117	案例 B 柱配筋圖	349
圖 7.118	案例 B 梁及版配筋圖	349
圖 7.119	案例 B 結構 3D 模型(含牆構件).....	350
圖 7.120	近施力側磚翼牆對角壓桿傳力機制[7.1].....	350
圖 7.121	案例 B 正 X 向側推曲線	351
圖 7.122	柱之剪力釋放方式(X 向釋放 V2, Y 向釋放 V3)	352
圖 7.123	案例 B 正 X 向 M1 短柱剪力破壞.....	352
圖 7.124	案例 B 正 X 向 M2 磚斜撐破壞.....	353
圖 7.125	案例 B 正 X 向 M3 磚斜撐破壞.....	353
圖 7.126	案例 B 正 X 向 M4 中達 B 點之窗台斜撐(不刪除).....	354
圖 7.127	案例 B 正 X 向側推分析非線性鉸圖(line A).....	354
圖 7.128	案例 B 正 X 向側推分析非線性鉸圖(line B).....	355
圖 7.129	案例 B 正 X 向側推分析非線性鉸圖(line C).....	355
圖 7.130	案例 B 正 X 向側推分析非線性鉸圖(line D).....	356
圖 7.131	案例 B 正 X 向側推分析非線性鉸圖(line E).....	356
圖 7.132	案例 B 正 X 向側推分析非線性鉸圖(line F)	357
圖 7.133	案例 B 正 X 向側推分析非線性鉸圖(line G).....	357
圖 7.134	案例 B 正 X 向側推曲線及容量振譜曲線	358
圖 7.135	案例 B 負 X 向側推曲線	359
圖 7.136	案例 B 負 X 向 M1 磚斜撐破壞.....	359
圖 7.137	案例 B 負 X 向 M2 磚斜撐破壞.....	360
圖 7.138	案例 B 負 X 向 M3 短柱剪力破壞(2FC15).....	360
圖 7.139	案例 B 負 X 向 M4 短柱剪力破壞短柱(2FC20).....	361
圖 7.140	案例 B 負 X 向 M5 磚斜撐破壞.....	361
圖 7.141	案例 B 負 X 向側推分析非線性鉸圖(line A).....	362
圖 7.142	案例 B 負 X 向側推分析非線性鉸圖(line B).....	362
圖 7.143	案例 B 負 X 向側推分析非線性鉸圖(line C).....	363
圖 7.144	案例 B 負 X 向側推分析非線性鉸圖(line D).....	363
圖 7.145	案例 B 負 X 向側推分析非線性鉸圖(line E).....	364
圖 7.146	案例 B 負 X 向側推分析非線性鉸圖(line F)	364
圖 7.147	案例 B 負 X 向側推分析非線性鉸圖(line G).....	365
圖 7.148	案例 B 負 X 向側推曲線及容量振譜曲線	365

圖 7.149	案例 B 正 Y 向側推曲線	366
圖 7.150	案例 B 正 Y 向 M1 磚斜撐破壞.....	367
圖 7.151	案例 B 正 Y 向 M2 極短柱剪力破壞(2FC9).....	367
圖 7.152	案例 B 正 Y 向 M3 磚斜撐破壞.....	368
圖 7.153	案例 B 正 Y 向 M4 極短柱剪力破壞(3FC9).....	368
圖 7.154	案例 B 正 Y 向 M5 磚斜撐破壞.....	369
圖 7.155	案例 B 正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 1)	369
圖 7.156	案例 B 正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 2)	370
圖 7.157	案例 B 正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 3)	370
圖 7.158	案例 B 正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 4)	371
圖 7.159	案例 B 正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 5)	371
圖 7.160	案例 B 正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 6)	372
圖 7.161	案例 B 正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 7)	372
圖 7.162	案例 B 正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 8)	373
圖 7.163	案例 B 正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 9)	373
圖 7.164	案例 B 正 Y 向側推曲線及容量振譜曲線.....	374
圖 7.165	案例 B 負 Y 向側推曲線	375
圖 7.166	案例 B 負 Y 向 M1 磚斜撐破壞.....	375
圖 7.167	案例 B 負 Y 向 M2 磚斜撐破壞.....	376
圖 7.168	案例 B 負 Y 向 M3 磚斜撐破壞.....	376
圖 7.169	案例 B 負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 1)	377
圖 7.170	案例 B 負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 2)	377
圖 7.171	案例 B 負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 3)	378
圖 7.172	案例 B 負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 4)	378
圖 7.173	案例 B 負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 5)	379
圖 7.174	案例 B 負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 6)	379
圖 7.175	案例 B 負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 7)	380
圖 7.176	案例 B 負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 8)	380
圖 7.177	案例 B 負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 9)	381
圖 7.178	案例 B 負 Y 向側推曲線及容量振譜曲線.....	381
圖 7.179	個人住宅小型電梯尺寸.....	382
圖 7.180	案例 B 增設電梯補強之建築平面圖(2~4 層).....	382
圖 7.181	案例 B 新建樓梯剖立面圖	383
圖 7.182	案例 B 增設電梯補強建築 3D 圖(sketchup 模型).....	384
圖 7.183	案例 B 之 SWX 牆斷面細節	384
圖 7.184	案例 B 構架 5 之 RC 牆補強斷面細節(SWY1).....	385

圖 7.185	案例 B 構架 3 之 RC 牆補強斷面細節(SWY2).....	385
圖 7.186	案例 B RC 牆補強結構模擬 3D 模型圖.....	386
圖 7.187	模擬開口 RC 牆 3FSWY1 之等值寬柱位置.....	387
圖 7.188	3FSWY1 各傳遞路徑.....	388
圖 7.189	3FSWY1 中側力位移曲線結果.....	388
圖 7.190	3FSWY1 剪力非線性鉸參數.....	389
圖 7.191	案例 B 階段性補強 B 後之正 X 側推曲線.....	390
圖 7.192	案例 B 階段性補強 B 後正 X 向 XPSWM2 磚斜撐破壞.....	390
圖 7.193	案例 B 階段性補強 B 後正 X 向 XPSWM2T1 短柱剪力破壞... ..	391
圖 7.194	案例 B 階段性補強 B 後正 X 向 XPSWM2T2 磚斜撐破壞.....	391
圖 7.195	案例 B 階段性補強 B 後正 X 向 XPSWM2T3 磚斜撐破壞.....	392
圖 7.196	案例 B 階段性補強 B 後正 X 向 XPSWM2T3 磚斜撐破壞.....	392
圖 7.197	案例 B 階段性補強 B 後正 X 向側推分析非線性鉸圖(line A)..	393
圖 7.198	案例 B 階段性補強 B 後正 X 向側推分析非線性鉸圖(line B)..	393
圖 7.199	案例 B 階段性補強 B 後正 X 向側推分析非線性鉸圖(line C)..	394
圖 7.200	案例 B 階段性補強 B 後正 X 向側推分析非線性鉸圖(line D)..	394
圖 7.201	案例 B 階段性補強 B 後正 X 向側推分析非線性鉸圖(line E)..	395
圖 7.202	案例 B 階段性補強 B 後正 X 向側推分析非線性鉸圖(line F)..	395
圖 7.203	案例 B 階段性補強 B 後正 X 向側推分析非線性鉸圖(line G)..	396
圖 7.204	案例 B 正 X 向階段性補強 B 前/補強後側推曲線比較.....	396
圖 7.205	案例 B 正 X 向階段性補強 B 前/補強後容量振譜曲線比較.....	397
圖 7.206	案例 B 階段性補強 B 之負 X 向側推曲線.....	398
圖 7.207	案例 B 階段性補強 B 後負 X 向 XNSWM2 磚斜撐破壞.....	398
圖 7.208	案例 B 階段性補強 B 後負 X 向 XNSWM2T1 磚斜撐破壞.....	399
圖 7.209	案例 B 階段性補強 B 後負 X 向 XNSWM2T2 磚斜撐破壞.....	399
圖 7.210	案例 B 階段性補強 B 後負 X 向 XNSWM2T3 短柱剪力破壞..	400
圖 7.211	案例 B 階段性補強 B 後負 X 向 XNSWM2T4 短柱剪力破壞... ..	400
圖 7.212	案例 B 階段性補強 B 後負 X 向 XNSWM2T5 短柱剪力破壞..	401
圖 7.213	案例 B 階段性補強 B 後負 X 向 XNSWM2T6 磚斜撐破壞.....	401
圖 7.214	案例 B 階段性補強 B 後負 X 向 XNSWM2T7 磚斜撐破壞.....	402
圖 7.215	案例 B 階段性補強 B 後負 X 向側推分析非線性鉸圖(line A)..	402
圖 7.216	案例 B 階段性補強 B 後負 X 向側推分析非線性鉸圖(line B)..	403
圖 7.217	案例 B 階段性補強 B 後負 X 向側推分析非線性鉸圖(line C)..	403
圖 7.218	案例 B 階段性補強 B 後負 X 向側推分析非線性鉸圖(line D)..	404
圖 7.219	案例 B 階段性補強 B 後負 X 向側推分析非線性鉸圖(line E)..	404
圖 7.220	案例 B 階段性補強 B 後負 X 向側推分析非線性鉸圖(line F)..	405

圖 7.221	案例 B 階段性補強 B 後負 X 向側推分析非線性鉸圖(line G)..	405
圖 7.222	案例 B 負 X 向階段性補強 B 前/補強後側推曲線比較	406
圖 7.223	案例 B 負 X 向階段性補強 B 前/補強後容量振譜曲線比較	406
圖 7.224	案例 B 階段性補強 B 之正 Y 向側推曲線	407
圖 7.225	案例 B 階段性補強 B 後正 Y 向 YPSWM3 軸力破壞斜撐	408
圖 7.226	案例 B 階段性補強 B 後正 Y 向 YPSWM3T1 極短柱剪力破壞	408
圖 7.227	案例 B 階段性補強 B 後正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 1)...	409
圖 7.228	案例 B 階段性補強 B 後正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 2)...	409
圖 7.229	案例 B 階段性補強 B 後正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 3)...	410
圖 7.230	案例 B 階段性補強 B 後正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 4)...	410
圖 7.231	案例 B 階段性補強 B 後正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 5)...	411
圖 7.232	案例 B 階段性補強 B 後正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 6)...	411
圖 7.233	案例 B 階段性補強 B 後正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 7)...	412
圖 7.234	案例 B 階段性補強 B 後正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 8)...	412
圖 7.235	案例 B 階段性補強 B 後正 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 9)...	413
圖 7.236	案例 B 正 Y 向階段性補強 B 前/補強後側推曲線比較	413
圖 7.237	案例 B 正 Y 向階段性補強 B 前/補強後容量振譜曲線比較	414
圖 7.238	案例 B 階段性補強 B 之負 Y 向側推曲線	415
圖 7.239	案例 B 階段性補強 B 後負 Y 向 YNSWM3 磚斜撐破壞	415
圖 7.240	案例 B 階段性補強 B 後負 Y 向 YNSWM3T1 磚斜撐破壞	416
圖 7.241	案例 B 階段性補強 B 後負 Y 向 YNSWM3T2 短柱剪力破壞 (4FC9).....	417
圖 7.242	案例 B 階段性補強 B 後負 Y 向 YNSWM2T3 磚斜撐破壞	417
圖 7.243	案例 B 階段性補強 B 後負 Y 向 YNSWM2T4 極短柱 C9.....	418
圖 7.244	案例 B 階段性補強 B 後負 Y 向 YNSWM2T5 磚斜撐破壞	418
圖 7.245	案例 B 階段性補強 B 後負 Y 向 YNSWM2T6 磚斜撐破壞	419
圖 7.246	案例 B 階段性補強 B 後負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 1)...	419
圖 7.247	案例 B 階段性補強 B 後負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 2)...	420
圖 7.248	案例 B 階段性補強 B 後負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 3)...	420
圖 7.249	案例 B 階段性補強 B 後負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 4)...	421
圖 7.250	案例 B 階段性補強 B 後負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 5)...	421
圖 7.251	案例 B 階段性補強 B 後負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 6)...	422
圖 7.252	案例 B 階段性補強 B 後負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 7)...	422
圖 7.253	案例 B 階段性補強 B 後負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 8)...	423
圖 7.254	案例 B 階段性補強 B 後負 Y 向側推分析非線性鉸圖(line 9)...	423
圖 7.255	案例 B 負 Y 向階段性補強 B 前/補強後側推曲線比較	424

圖 7.256	案例 B 負 Y 向階段性補強 B 前/補強後容量振譜曲線比較	424
圖 7.257	案例 B 翼牆斷面細節(WW)	425
圖 7.258	案例 B 補強材料性質設定	425
圖 7.259	案例 B 翼牆補強斷面設定(1~2 層)	426
圖 7.260	案例 B 翼牆補強斷面設定(3 層)	426
圖 7.261	案例 B 翼牆補強不對稱撓曲非線性鉸參數設定(1~2 層)	427
圖 7.262	案例 B 翼牆補強不對稱撓曲非線性鉸參數設定(3 層)	427
圖 7.263	案例 B 完整補強之模型結構平面圖	428
圖 7.264	案例 B 完整補強結構模擬 3D 模型圖	428
圖 7.265	案例 B 完整補強之正 X 側推曲線圖	429
圖 7.266	案例 B 完整補強後正 X 向 XPSWM2F3 短梁剪力破壞	430
圖 7.267	案例 B 完整補強後正 X 向 XPSWM2F4 短梁破壞	430
圖 7.268	案例 B 完整補強後正 X 向 XPSWM2F5 磚斜撐破壞	431
圖 7.269	案例 B 完整補強後正 X 向 XPSWM2F6 磚斜撐破壞	431
圖 7.270	案例 B 完整補強後正 X 向 XPSWM2F6 磚斜撐破壞	432
圖 7.271	案例 B 完整補強後正 X 向 XPSWM2F6 磚斜撐破壞	432
圖 7.272	案例 B 完整補強後正 X 向側推分析非線性鉸圖(line A)	433
圖 7.273	案例 B 完整補強後正 X 向側推分析非線性鉸圖(line B)	433
圖 7.274	案例 B 完整補強後正 X 向側推分析非線性鉸圖(line C)	434
圖 7.275	案例 B 完整補強後正 X 向側推分析非線性鉸圖(line D)	434
圖 7.276	案例 B 完整補強後正 X 向側推分析非線性鉸圖(line E)	435
圖 7.277	案例 B 完整補強後正 X 向側推分析非線性鉸圖(line F)	435
圖 7.278	案例 B 完整補強後正 X 向側推分析非線性鉸圖(line G)	436
圖 7.279	案例 B 正 X 向完整補強前/補強後側推曲線比較	436
圖 7.280	案例 B 正 X 向完整補強前/補強後容量振譜曲線比較	437
圖 7.281	案例 B 完整補強後負 X 向側推分析非線性鉸圖(line A)	437
圖 7.282	案例 B 完整補強後負 X 向側推分析非線性鉸圖(line B)	438
圖 7.283	案例 B 完整補強後負 X 向側推分析非線性鉸圖(line C)	438
圖 7.284	案例 B 完整補強後負 X 向側推分析非線性鉸圖(line D)	439
圖 7.285	案例 B 完整補強後負 X 向側推分析非線性鉸圖(line E)	439
圖 7.286	案例 B 完整補強後負 X 向側推分析非線性鉸圖(line F)	440
圖 7.287	案例 B 完整補強後負 X 向側推分析非線性鉸圖(line G)	440
圖 7.288	案例 B 負 X 向完整補強前/補強後側推曲線比較	441
圖 7.289	案例 B 負 X 向完整補強前/補強後容量振譜曲線比較	441