

建築物實施耐震能力評估及補強講習會

SERCB耐震詳細評估與補強之



實際案例分析與探討

宋裕祺¹ 邱毅宗² 張峰愷³ 顏志良³

¹國立台北科技大學 教授

²國立台北科技大學 博士生 土木技師

³國立台北科技大學 碩士生

中華民國105年6月25日(台北場)

中華民國105年7月16日(台中場)

中華民國105年7月23日(高雄場)

簡報大綱

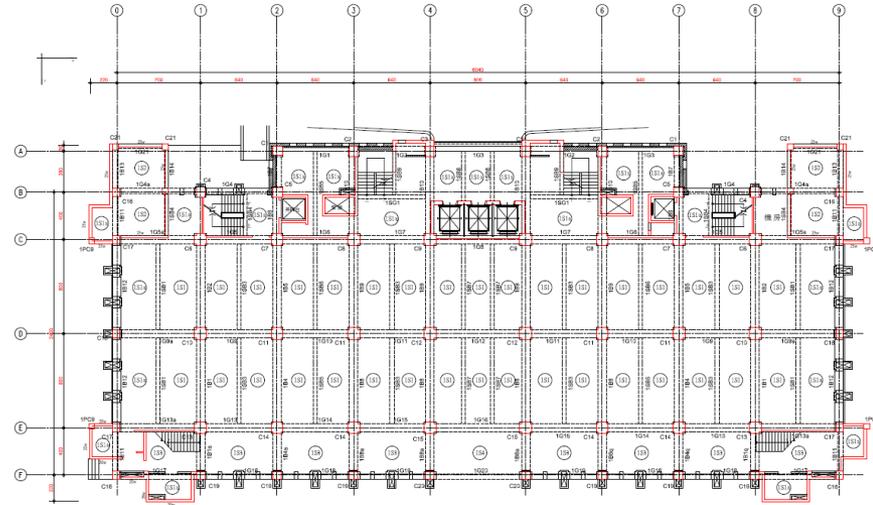
- 案例一結構耐震詳細評估與補強之實際案例分析與探討
 - 案例基本介紹
 - 案例現況耐震能力評估
 - 案例補強方案一 (鋼框+BRB)
 - 案例補強方案二 (RC牆)
- 案例二結構耐震詳細評估與補強之實際案例分析與探討
 - 案例基本介紹
 - 案例現況耐震能力評估
 - 案例補強 (鋼框+BRB、隔離縫)

案例一

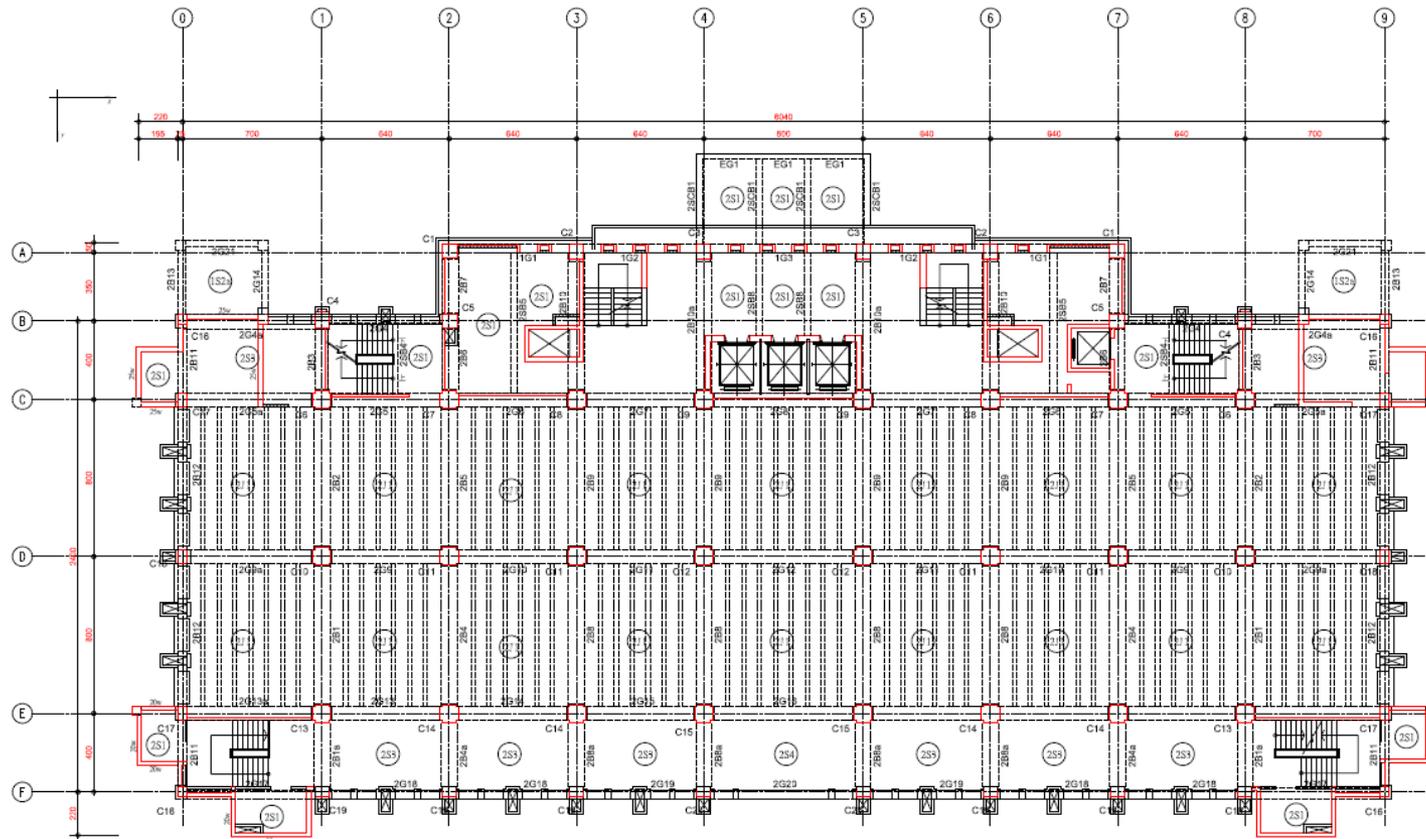
辦公大樓結構耐震詳細評估與補強 之實際案例分析與探討

標的物簡介

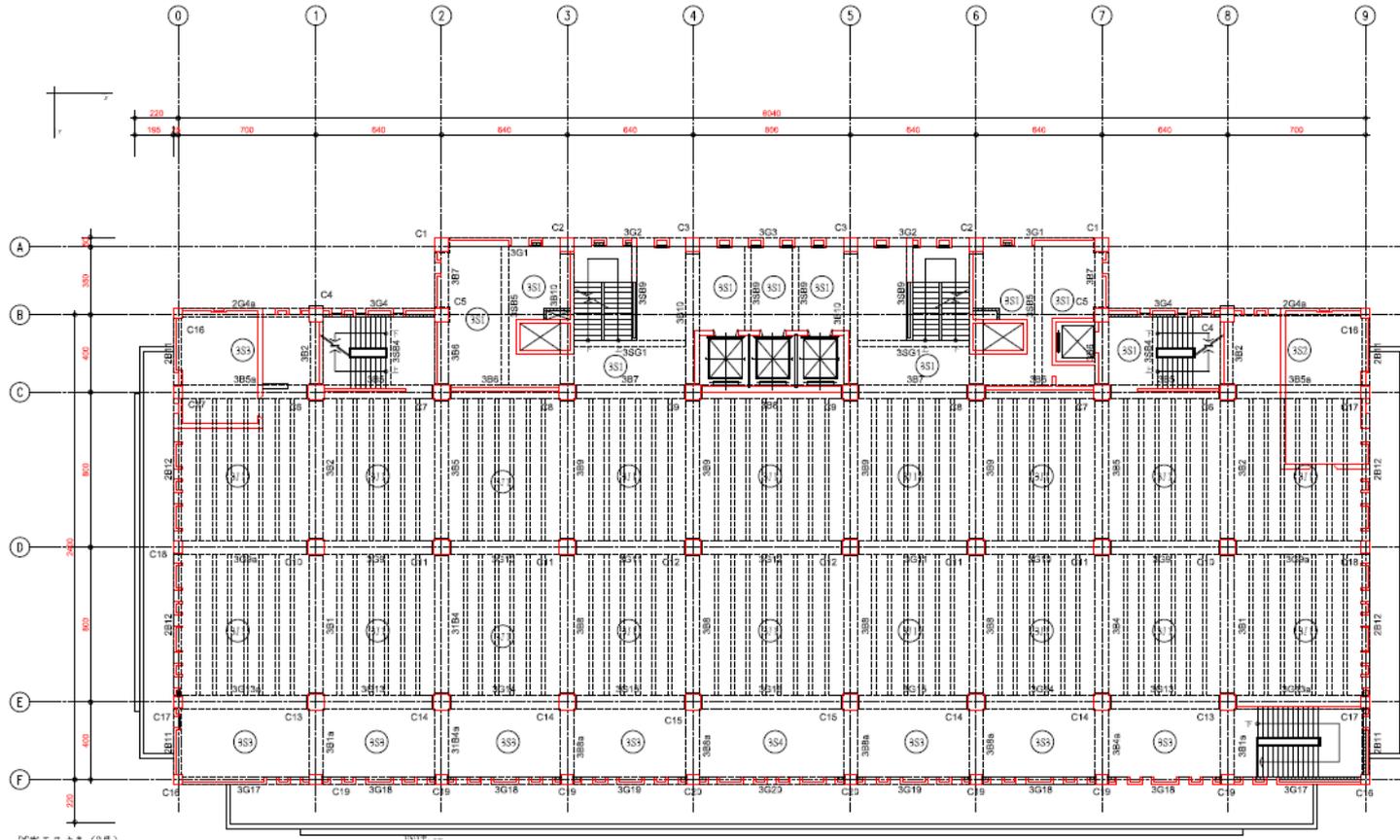
- 地上十層地下一層
- 鋼筋混凝土造建築物
- 標的物於民國68年完工使用
- 總樓地板面積約12,973 m²



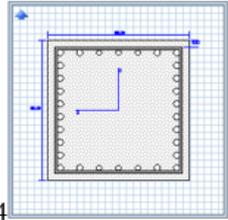
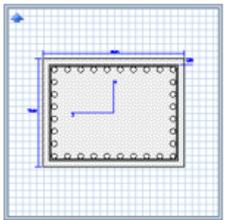
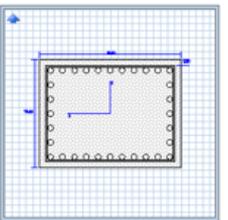
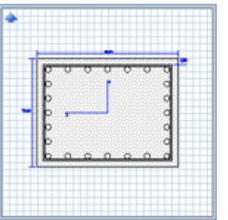
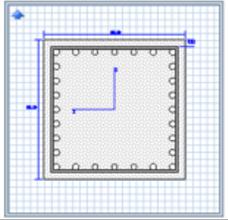
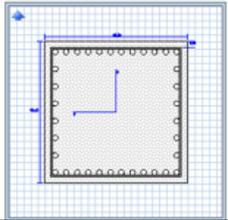
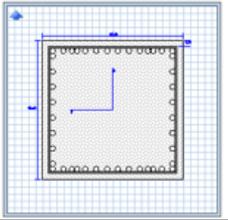
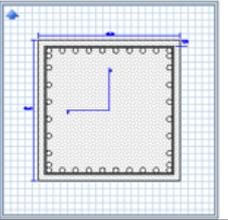
二樓平面圖



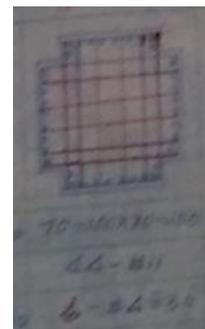
三樓平面圖



柱斷面圖

斷面	C1(80x80)	C2(90x70)	C3(90x70)	C4(90x70)
				
主筋	24-#11+6-#9	32-#11	32-#11	24-#11
橫向箍、 繫筋	#4@30 X向6根/Y向6根	#4@30 X向6根/Y向8根	#4@30 X向6根/Y向8根	#4@30 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)
				
主筋	22-#11+6-#10	36-#11	44-#11	36-#11
橫向箍、 繫筋	#4@30 X向6根/Y向6根	#4@30 X向8根/Y向8根	#4@30 X向8根/Y向8根	#4@30 X向8根/Y向8根

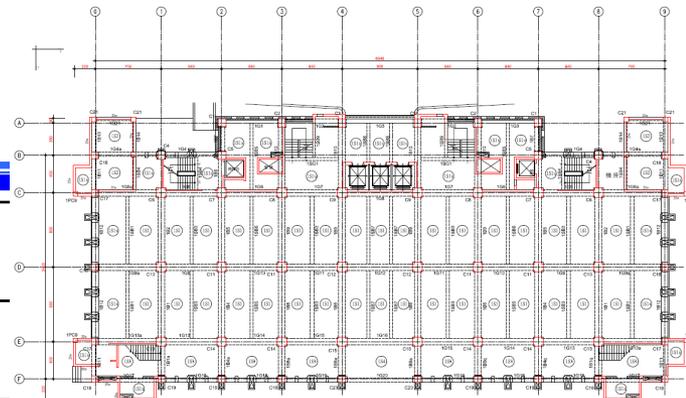
C8 原始圖



Material	Section	Name	Type	Editor
		▶ C1_B1	RCRECT	Modify
		C1_1F	RCRECT	Modify
		C1_2F	RCRECT	Modify
		C1_3F	RCRECT	Modify
		C1_4F	RCRECT	Modify
		C1_5F	RCRECT	Modify
		C1_6F	RCRECT	Modify
		C1_7F	RCRECT	Modify
		C1_8F	RCRECT	Modify
		C1_9F	RCRECT	Modify
		C1_10F	RCRECT	Modify
		C2_B1	RCRECT	Modify
		C2_1F	RCRECT	Modify
		C2_2F	RCRECT	Modify
		C2_3F	RCRECT	Modify
		C2_4F	RCRECT	Modify
		C2_5F	RCRECT	Modify
		C2_6F	RCRECT	Modify
		C2_7F	RCRECT	Modify
		C2_8F	RCRECT	Modify
		C2_9F	RCRECT	Modify
		C2_10F	RCRECT	Modify
		C3_B1	RCRECT	Modify
		C3_1F	RCRECT	Modify
		C3_2F	RCRECT	Modify
		C3_3F	RCRECT	Modify
		C3_4F	RCRECT	Modify
		C3_5F	RCRECT	Modify
		C3_6F	RCRECT	Modify
		C3_7F	RCRECT	Modify
		C3_8F	RCRECT	Modify
		C3_9F	RCRECT	Modify
		C3_10F	RCRECT	Modify
		C4_B1	RCRECT	Modify

標的物結構尺寸

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



標的物結構尺寸

方 向	X 向	Y 向
標準跨度	6.4 m	8.0 m
最大跨度	8.0 m	8.0m
大梁主要尺寸	60x70cm	45x70cm
柱尺寸	100x100cm、50x50cm、70x60cm	
樓版厚度	10cm	
構造系統	鋼筋混凝土梁柱立體剛構架系統	
基礎型式	筏式基礎	

評估之使用參數

一、結構斷面尺寸與原設計圖說內容比對

- ✓ 評估時採用原設計圖之結構斷面尺寸

二、鋼筋配置檢測

- ✓ 評估時採用原設計圖之配筋

三、材料試驗

- ✓ 混凝土抗壓強度試驗

原設計混凝土抗壓強度為 210kgf/cm^2 ，
當試體之試驗抗壓強度平均值大於原
設計值，分析時採用設計混凝土抗壓
強度為 210kgf/cm^2 。

樓層	平均值 (kgf/cm^2)	$1.33f'_{c, \min}$ (kgf/cm^2)	分析採用 (kgf/cm^2)
1F	275.2	309.7	210
2F	185.7	178.5	178.5
3F	184	198.7	184
4F	185.4	198	185.4
5F	192.5	210.4	192.5
6F	194.5	210.4	194.5
7F	161.9	193.7	161.9
8F	158.2	150	150
9F	168.9	198.9	168.9
10F	201.6	200.7	200.7
RF	187.9	228.1	187.9

評估之使用參數

四、中性化深度試驗

- ✓ 無建築物鋼筋因鈍態保護膜遭碳化作用破壞而產生銹蝕狀況之虞

五、氯離子含量檢測

- ✓ 本案標的物部份樓層氯離子含量皆未超過CNS3090標準 0.3 kg/m^3

六、鋼筋強度

- ✓ #6鋼筋以上採用 4200 kgf/cm^2
- ✓ #5鋼筋以下採用 2800 kgf/cm^2

結構分析模擬條件

- (1).建物平面X及Y向RC牆以RC牆等值斜撐模擬，RC牆僅承受軸壓力之構材。
- (2).鋼筋混凝土梁柱接頭部分視為剛體。
- (3).採用剛性樓版分析。
- (4).垂直載重採用(靜載重DL+1/2活載重LL)。
- (5).側推分析時，先以DL+1/2LL加載得到之結構變形為初始，再以位移控制逐步施加側力，直到結構失去垂直承載能力而倒塌。
- (6).以建築物耐震設計規範規定之倒三角形豎向分配地震力進行側推分析。

樓層靜載重計算

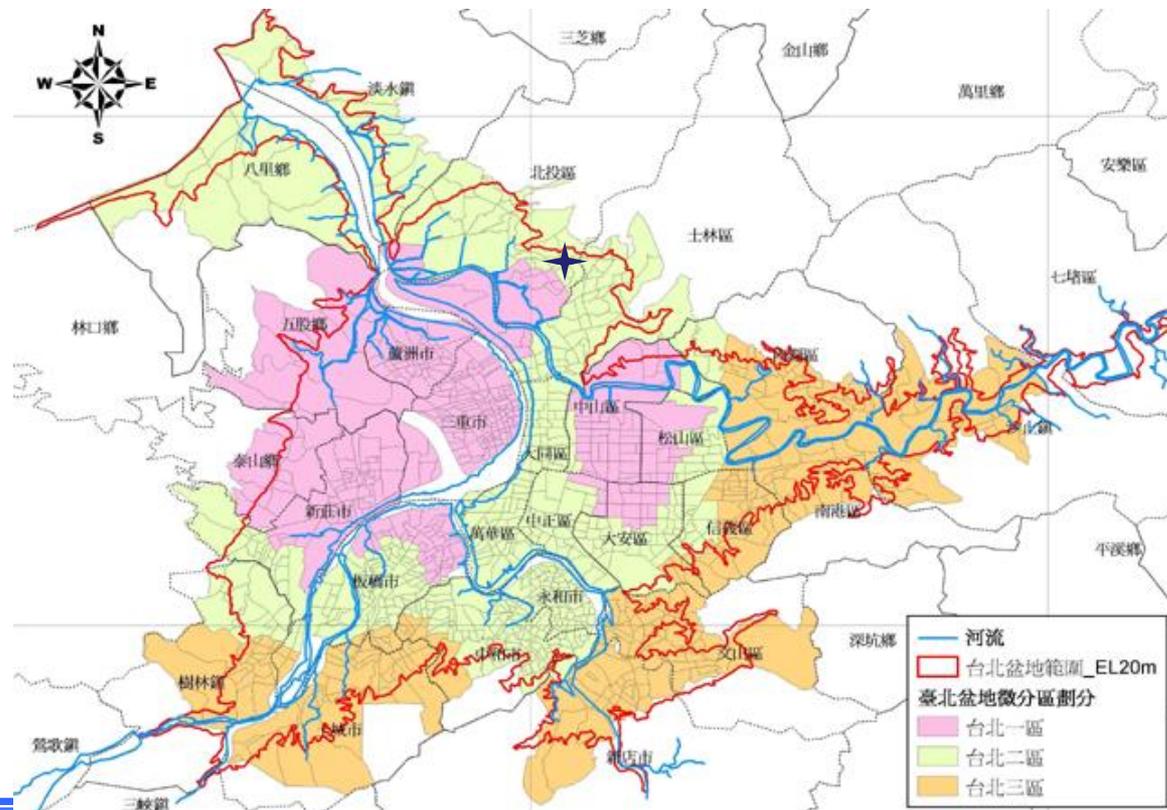
樓層	層高m	面積m ²	樓層總重tf	靜載重tf/m ²
RF	4.25	1,163.74	1,326.03	1.139
10F	3.50	1,163.74	1,115.85	0.959
9F	3.50	1,163.74	1,124.92	0.967
8F	3.50	1,163.74	1,139.62	0.979
7F	3.50	1,163.74	1,138.33	0.978
6F	3.50	1,163.74	1,211.90	1.041
5F	3.50	1,163.74	1,250.03	1.074
4F	3.50	1,567.20	1,701.48	1.086
3F	4.50	1,567.20	2,140.44	1.366
2F	5.00	1,596.00	2,401.36	1.504

樓層設計活載重

樓層	用途	活載重 (kgf/m ²)
RFL	屋頂	150
2~10FL	辦公室	300

基地地盤分類

屬臺北盆地，微分區為臺北二區。



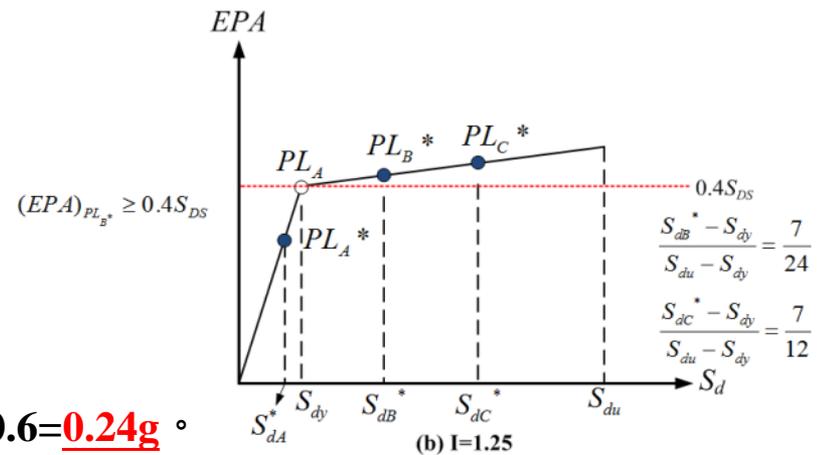
耐震性能標準

- 依據民國100年7月「建築物耐震設計規範及解說」
- 標的物屬臺北盆地，微分區為臺北二區， $S_{DS}=0.6$
- 本案標的物依「建築物耐震設計規範及解說」規定，屬第三類建築物，用途係數 $I=1.25$ 。

耐震性能檢核

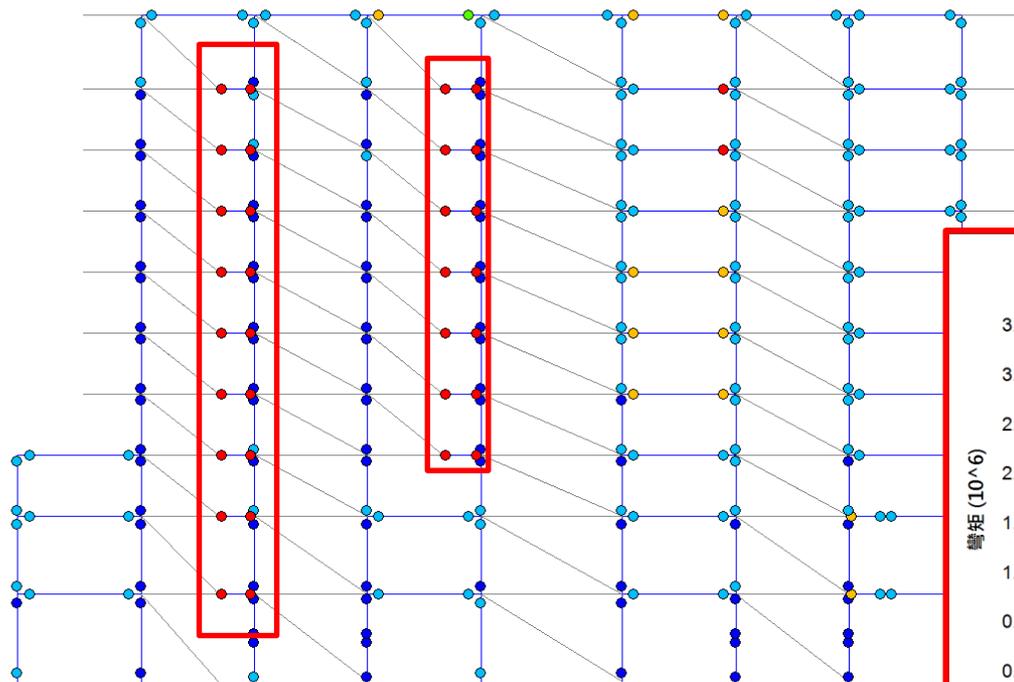
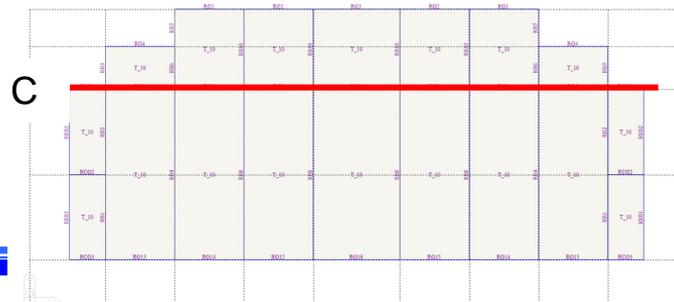
依據SERC B技術通報第010期檢核標準，既有建築物之耐震能力應達475年回歸期地震之性能水準，故用途係數 $I=1.25$ 建築物性能狀態 PL_B^* 所對應之有效地表加速度(EPA)。

用途係數	475年回歸期地震需求
$I = 1.25$	$0.4S_{DS}$

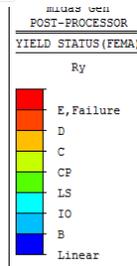


- 本案475年回歸期地震有效最大加速度(EPA)為 $0.4 \times 0.6 = \underline{0.24g}$ 。

現況+X 塑鉸分布圖

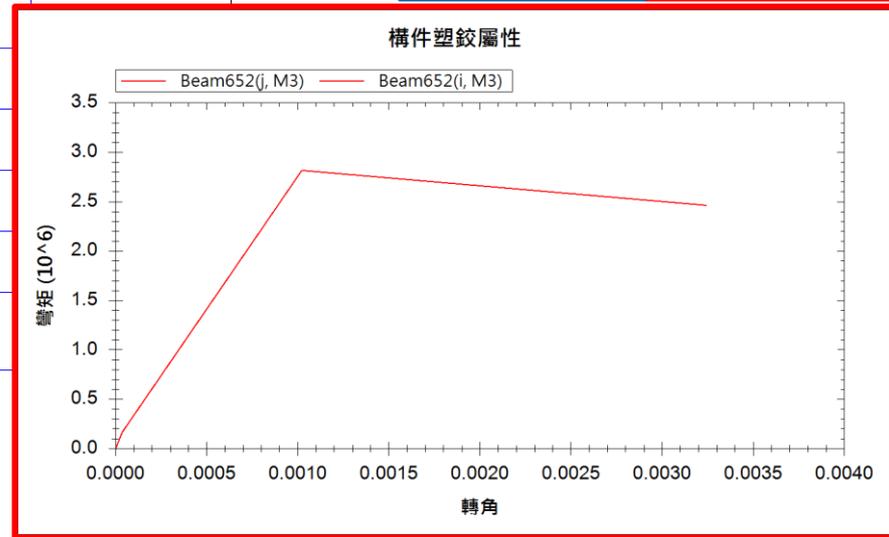


Frame C

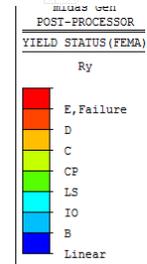
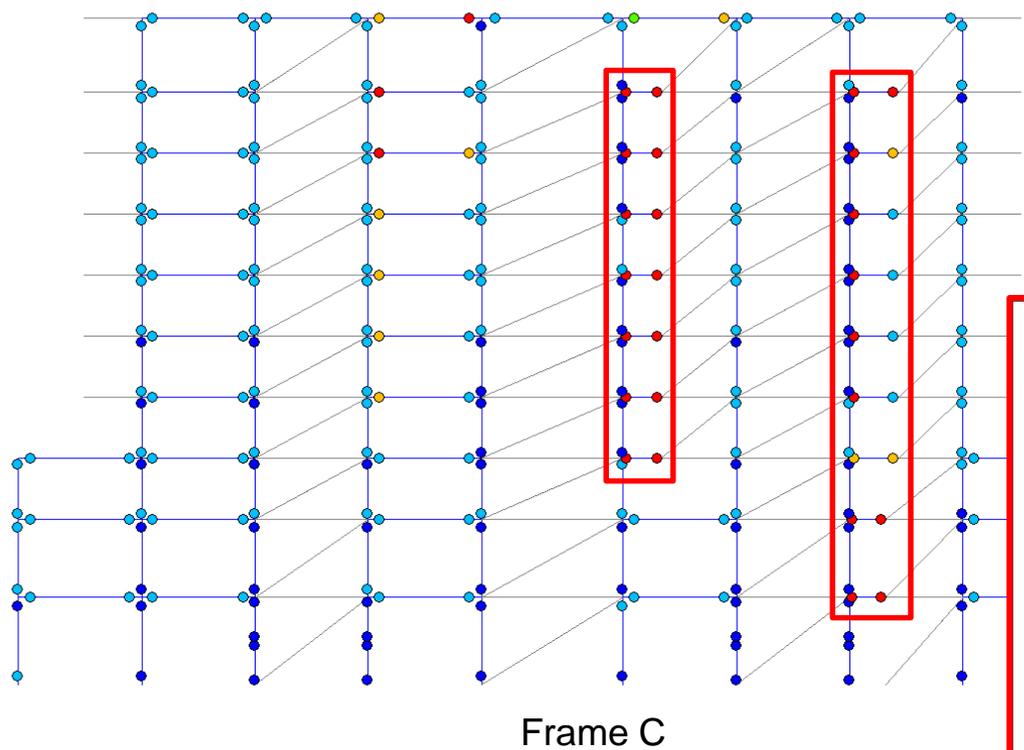
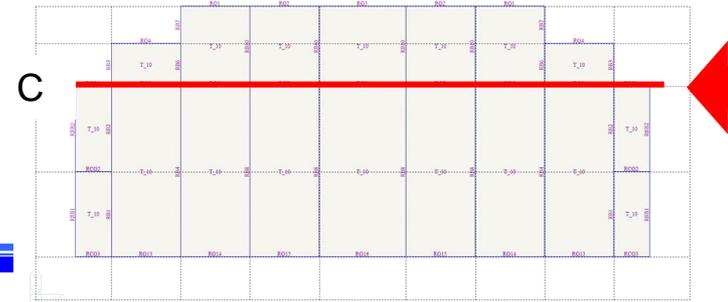


70*45cm
S=20cm

短梁破壞

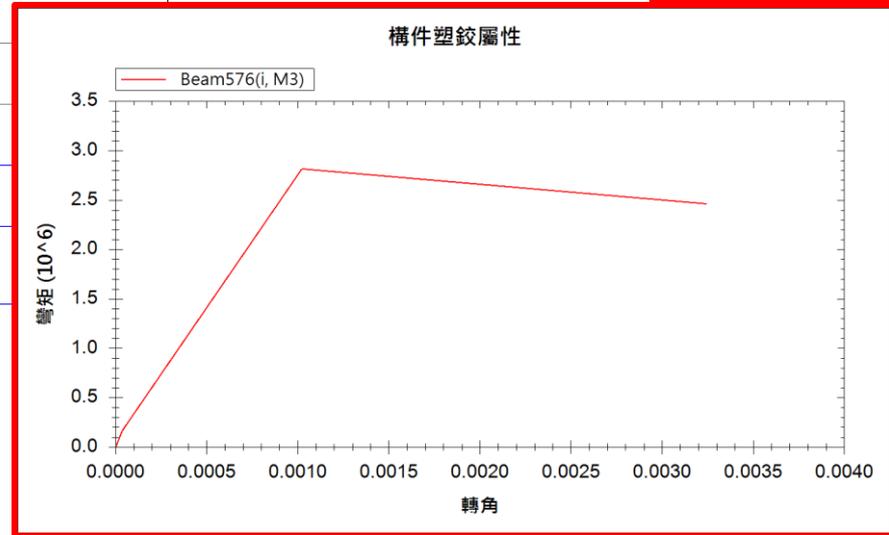


現況-X 塑鉸分布圖

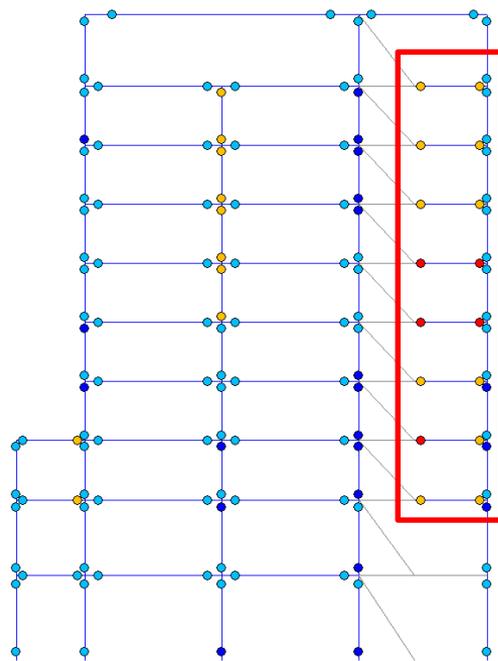
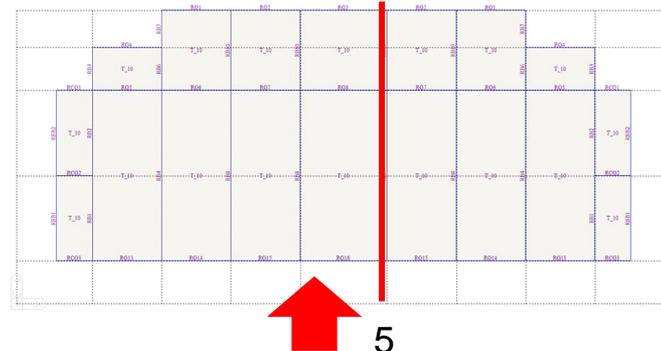


70*45cm
S=20cm

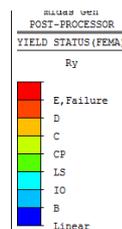
短梁破壞



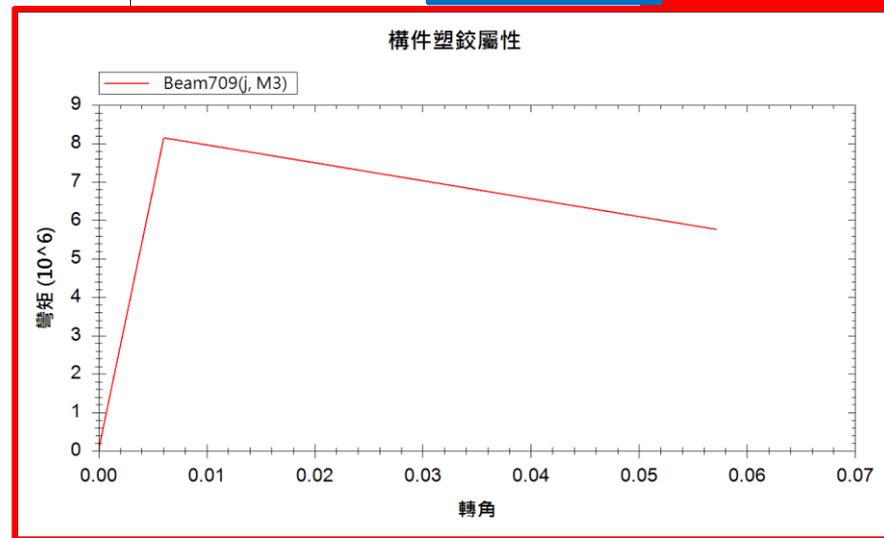
現況+Y 塑鉸分布圖



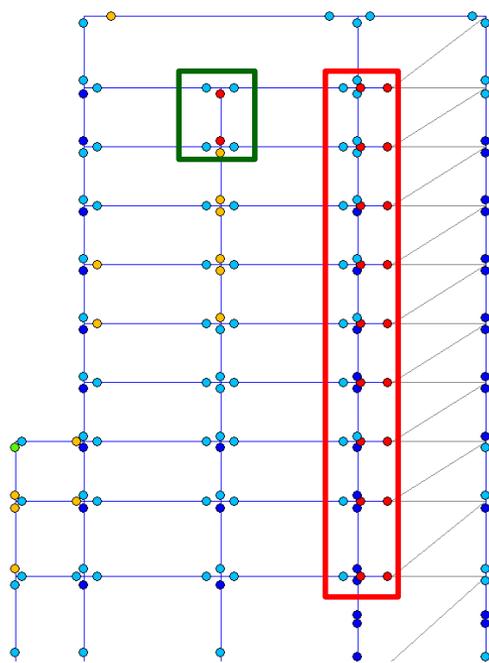
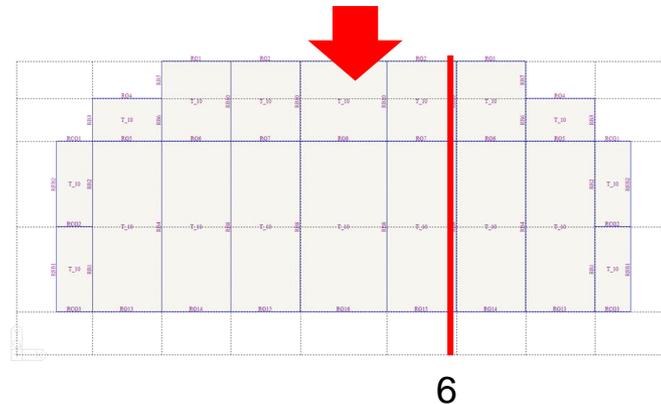
Frame 5



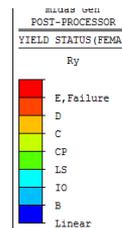
65*45cm
S=20cm **短梁破壞**



現況-Y 塑鉸分布圖

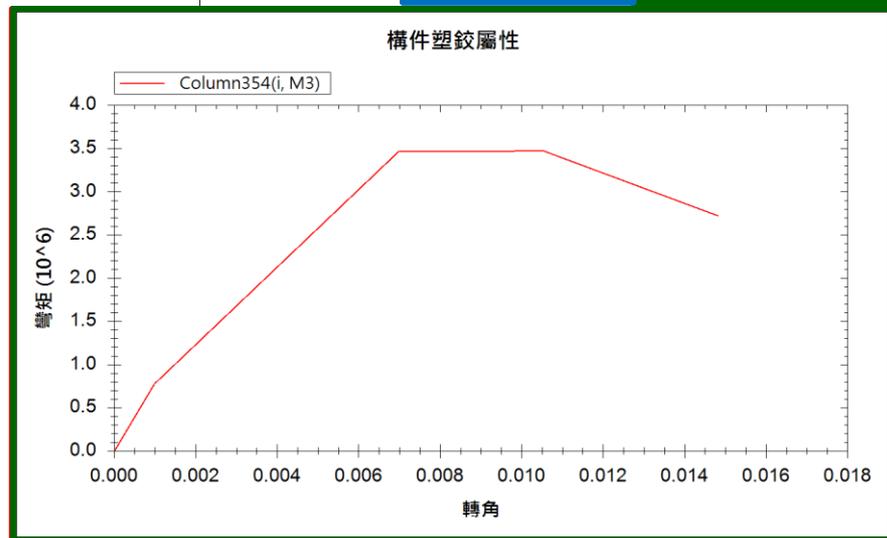


Frame 6



50*50cm
S=30cm

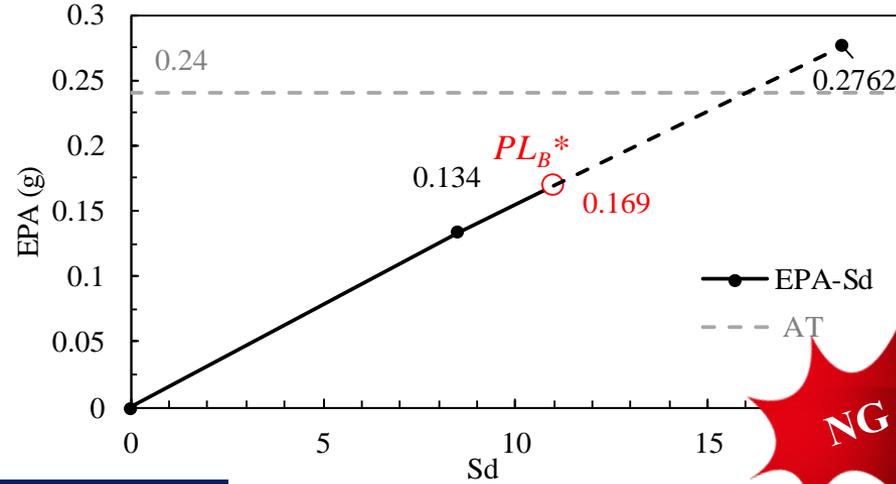
柱破壞



現況耐震評估

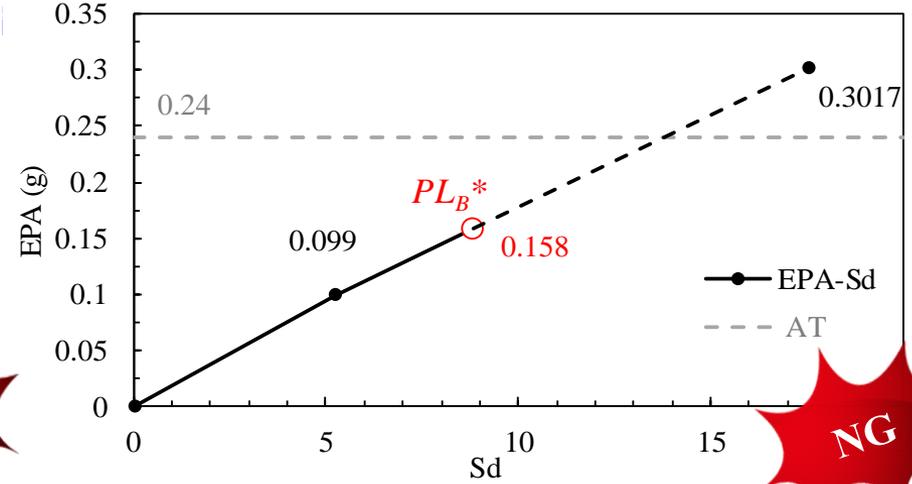
+X

EPA-Sd



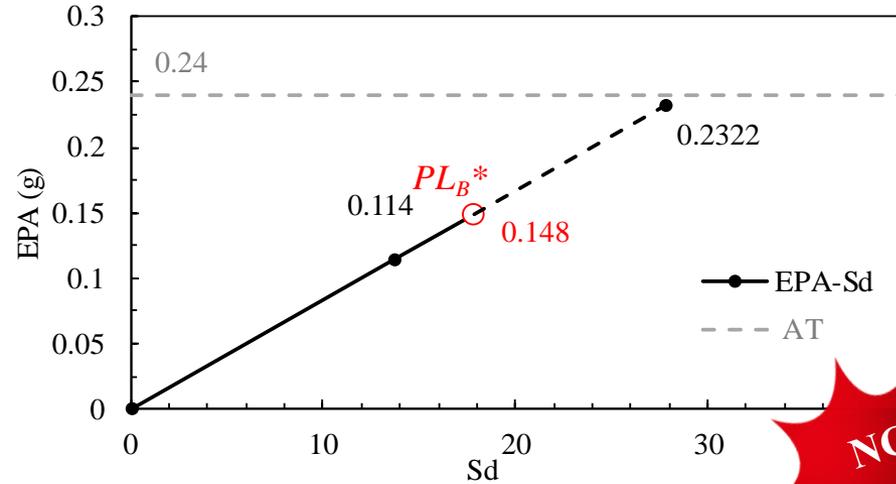
-X

EPA-Sd



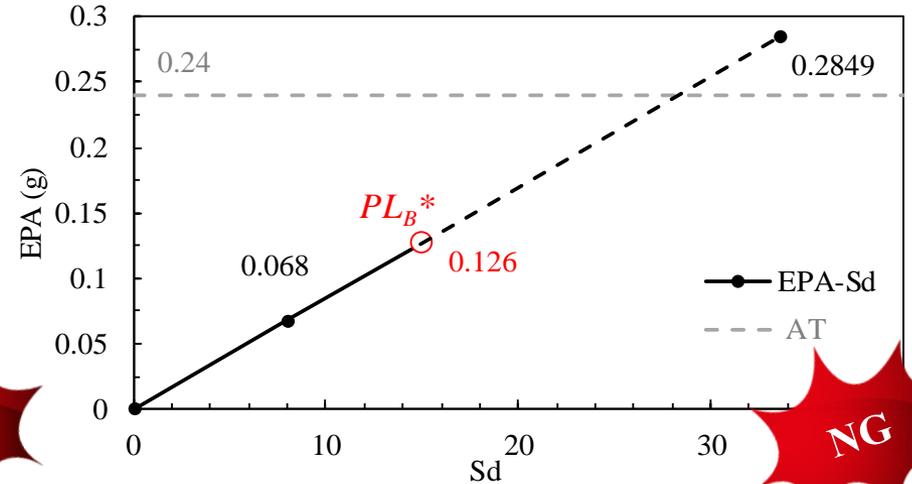
+Y

EPA-Sd



-Y

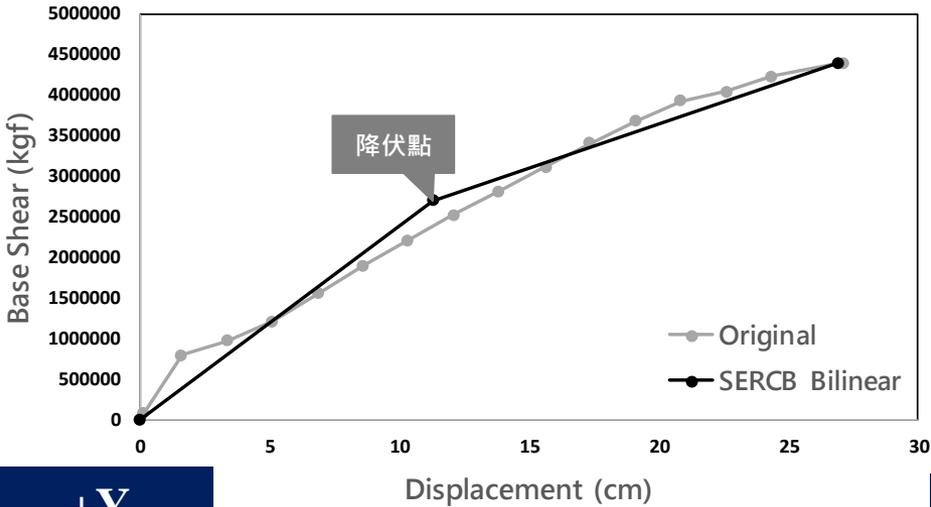
EPA-Sd



現況耐震評估

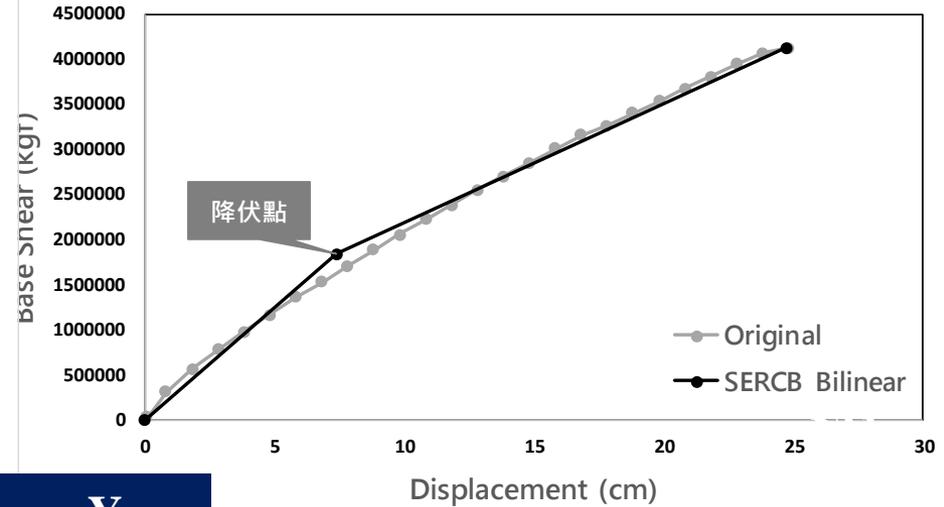
+X

側力-位移



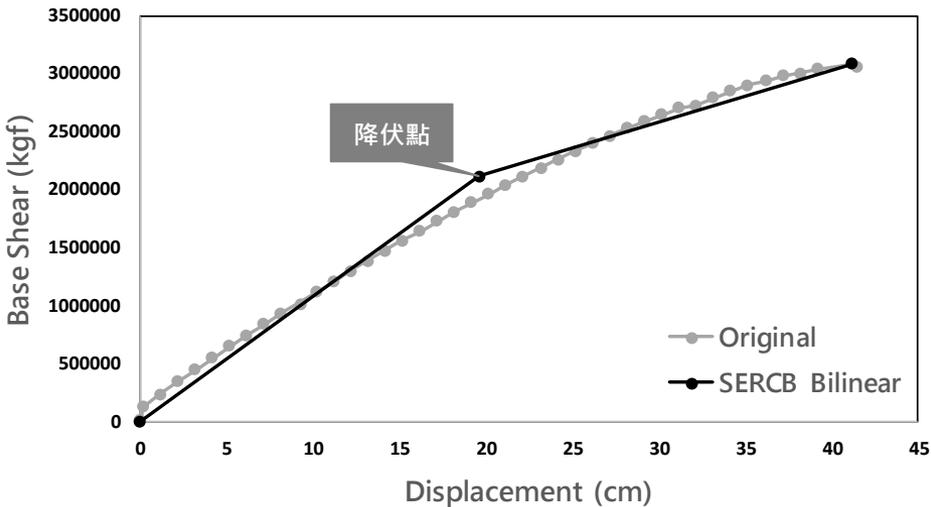
-X

側力-位移



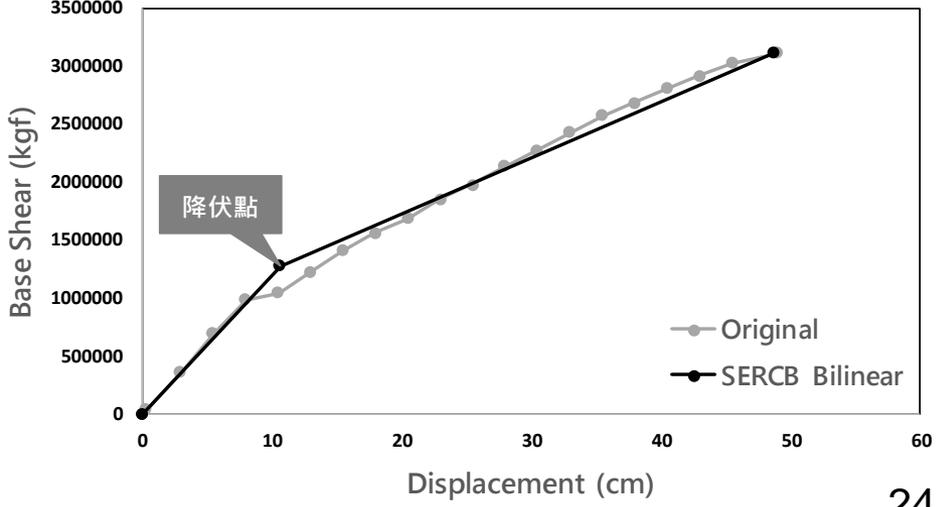
+Y

側力-位移



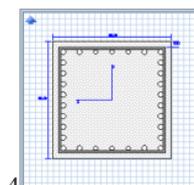
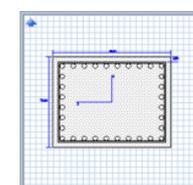
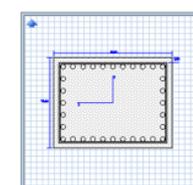
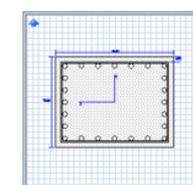
-Y

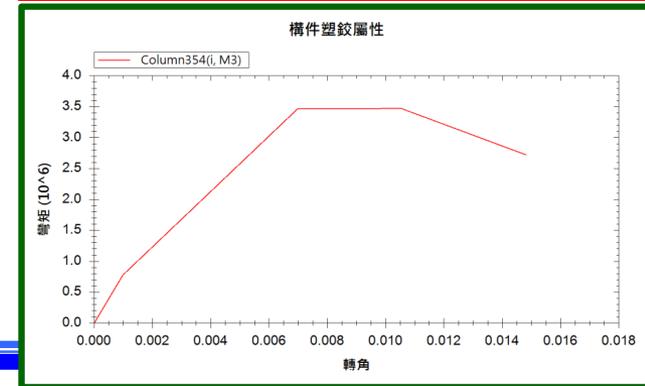
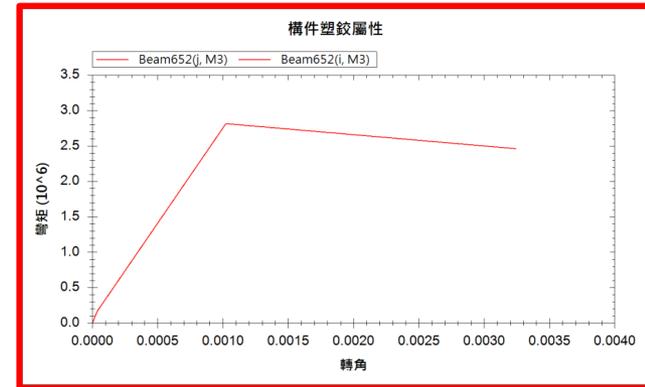
側力-位移



現況耐震評估

- 因RC牆造成部分梁構件產生短梁破壞
- 部分柱構件因箍筋間距不足而產生剪力破壞

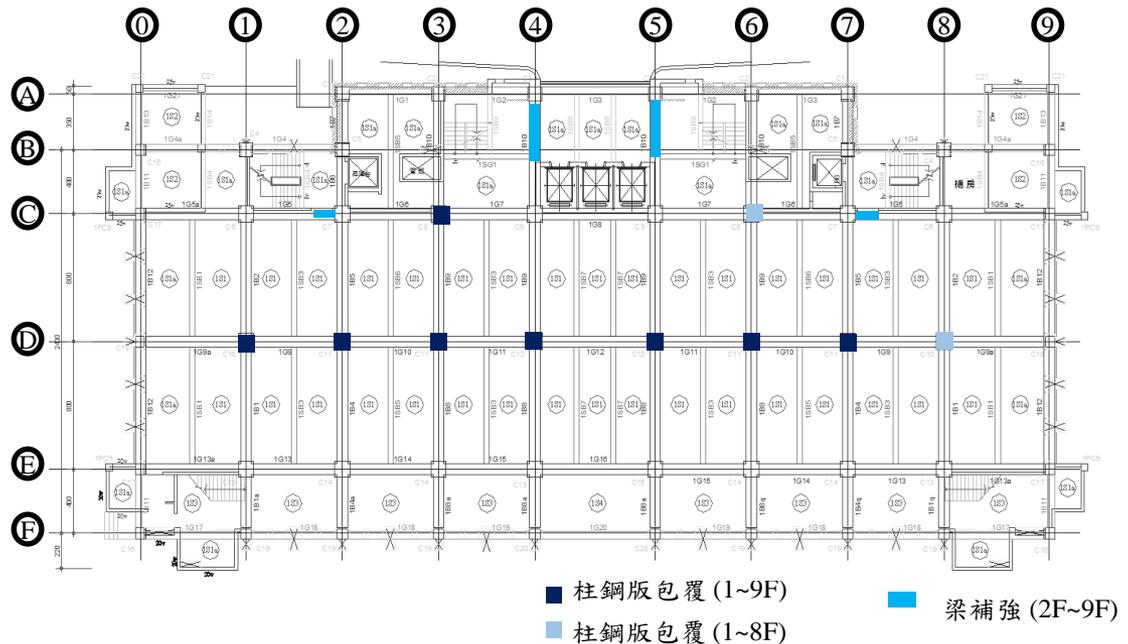
斷面	C1(80x80)	C2(90x70)	C3(90x70)	C4(90x70)
				
主筋	24-#11+6-#9	32-#11	32-#11	24-#11
橫向箍、 繫筋	#4@30 X向6根/Y向6根	#4@30 X向6根/Y向8根	#4@30 X向6根/Y向8根	#4@30 X向6根/Y向6根



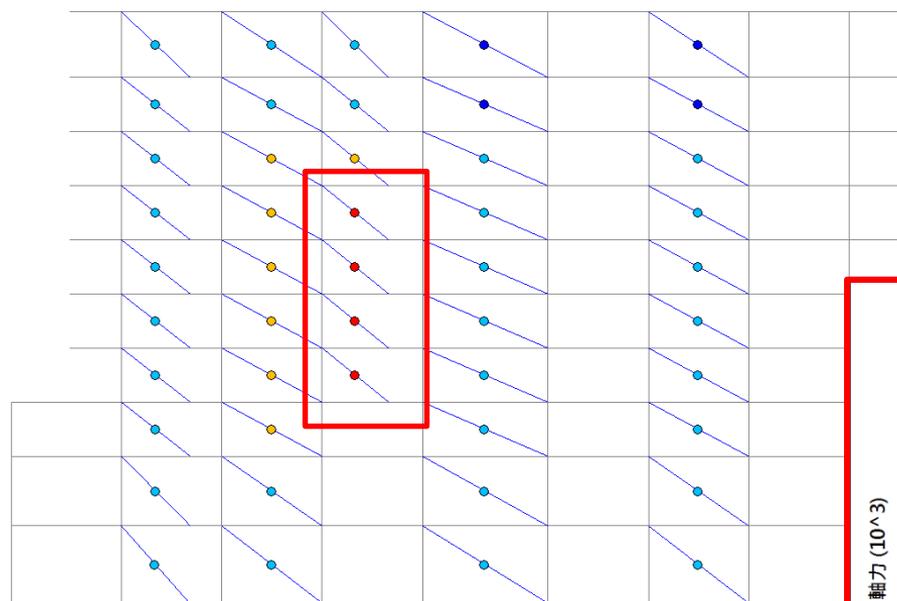
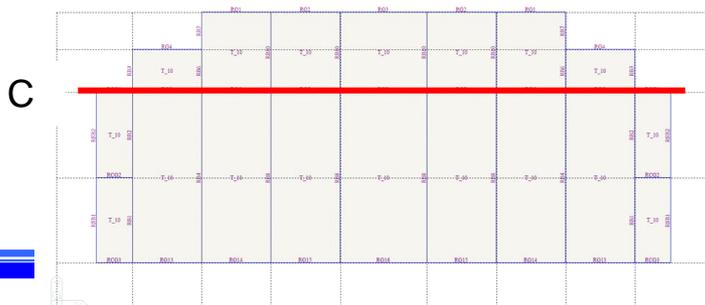
補強方案一(第一次)

梁柱構件採用鋼板包覆補強

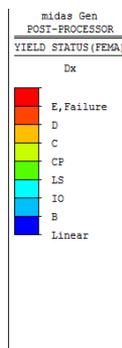
於C/3、C/6、D/1~D/8柱線，進行柱鋼板包覆補強，以解決柱構件因箍筋間距不足所產生的剪力破壞；及因RC牆造成短梁破壞的梁構件進行鋼板補強。



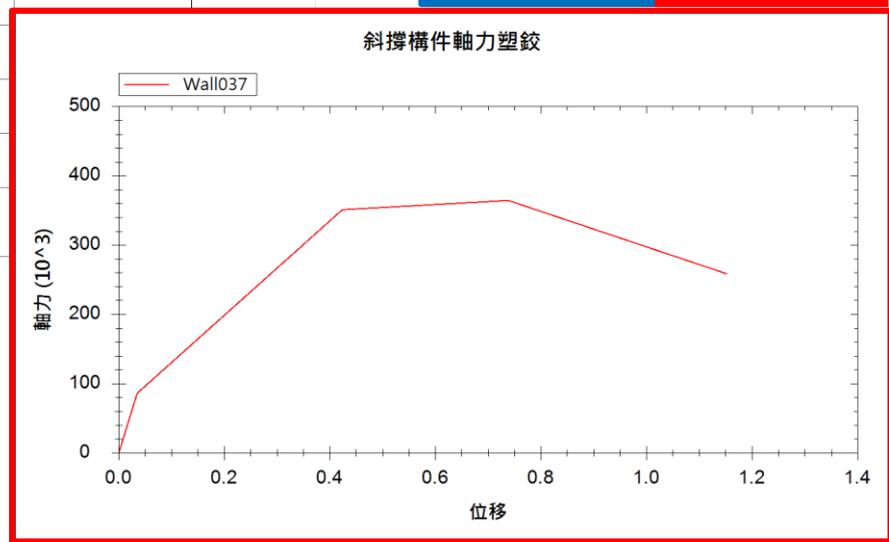
補強方案一(第一次) +X 塑鉸分布圖



Frame C

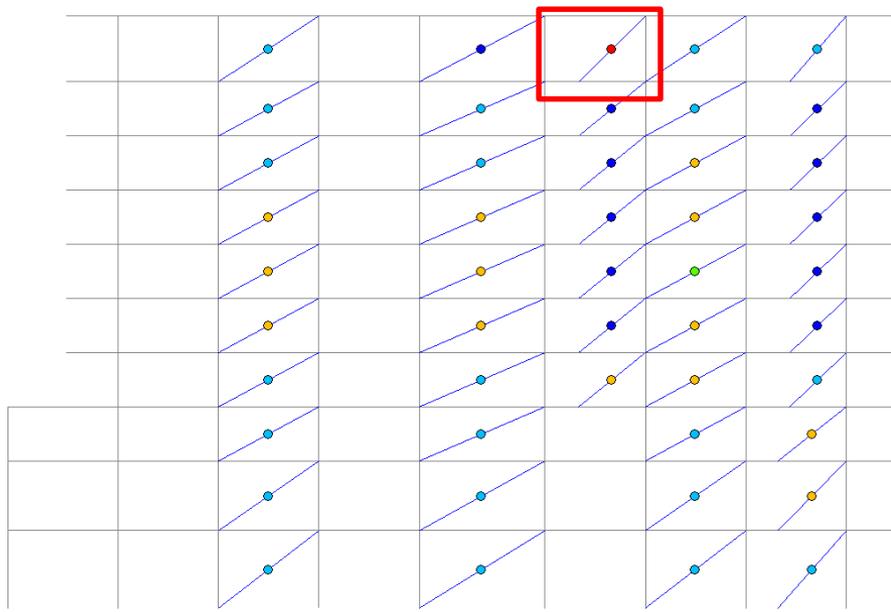
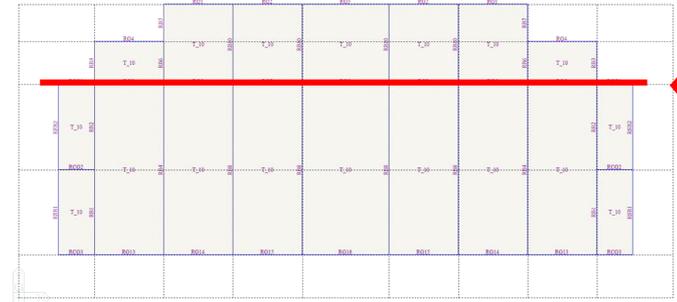


t=12cm 牆破壞

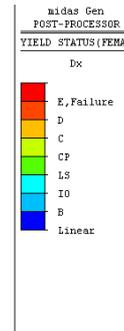


補強方案一(第一次) -X 塑鉸分布圖

C

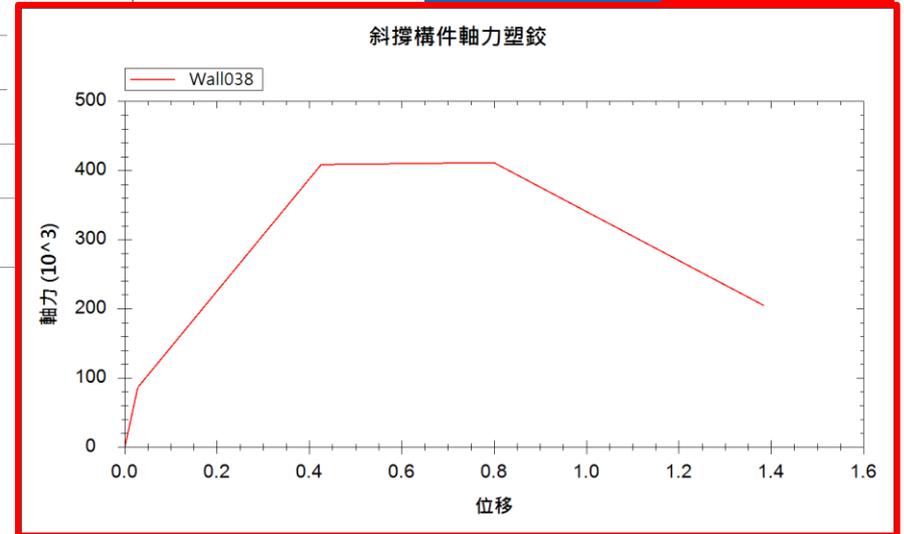


Frame C

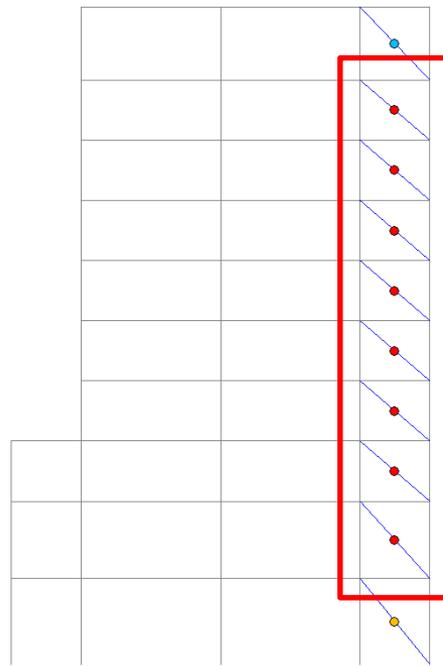
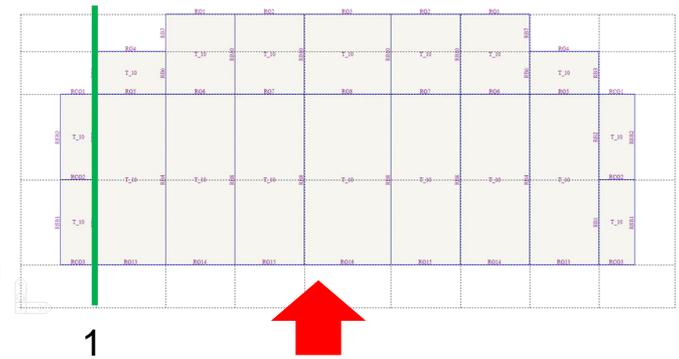


t=12cm

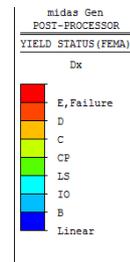
牆破壞



補強方案一(第一次) +Y 塑鉸分布圖

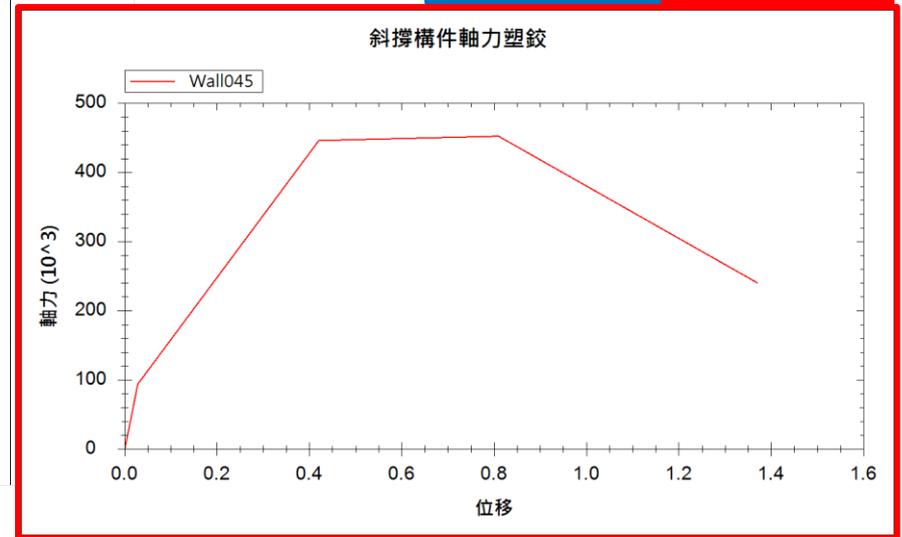


Frame 1

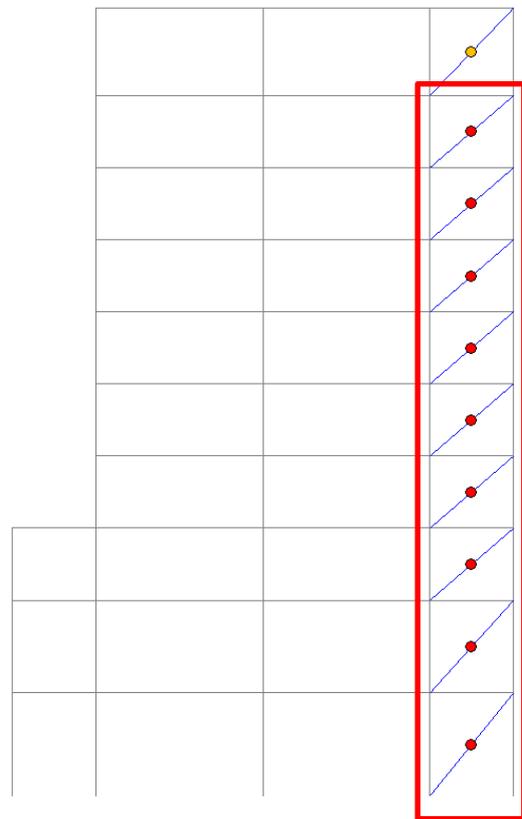


t=15cm

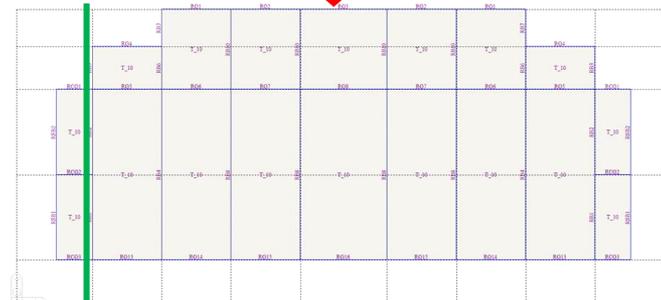
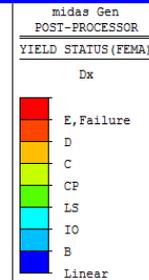
牆破壞



補強方案一(第一次) -Y 塑鉸分布圖



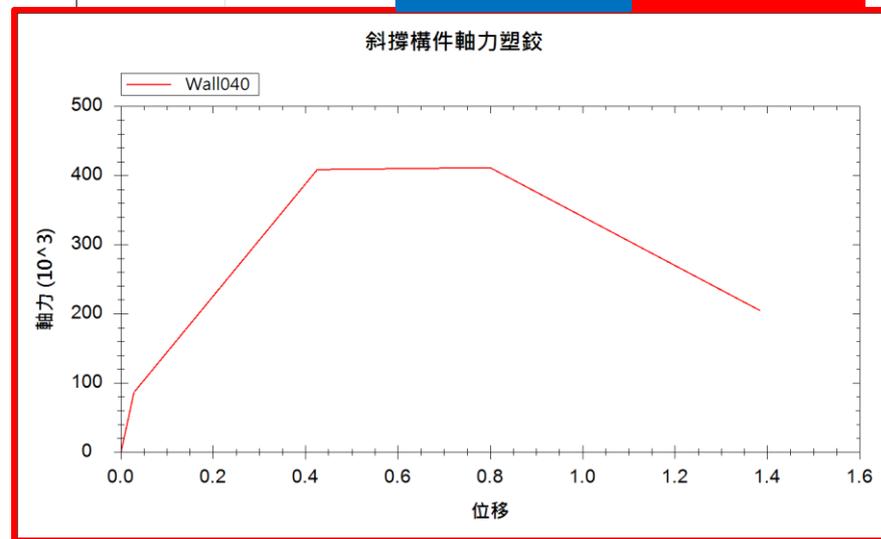
Frame 1



1

t=15cm

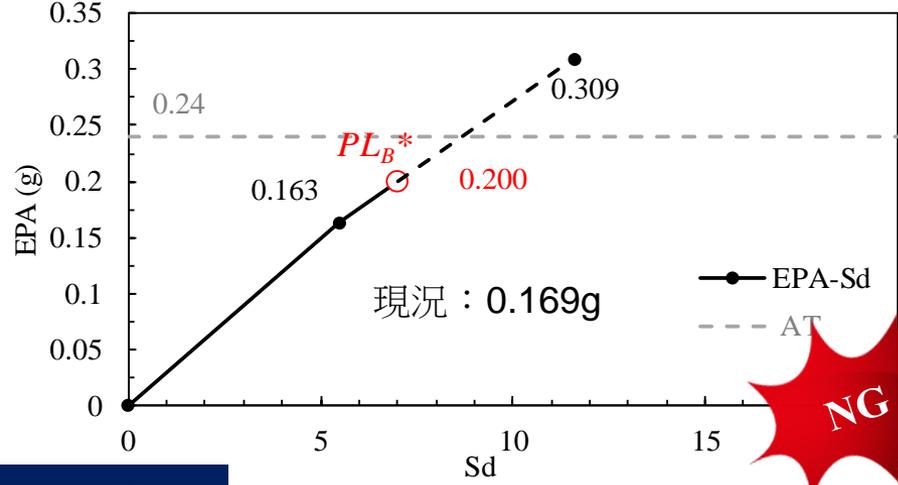
牆破壞



補強方案一(第一次)耐震評估

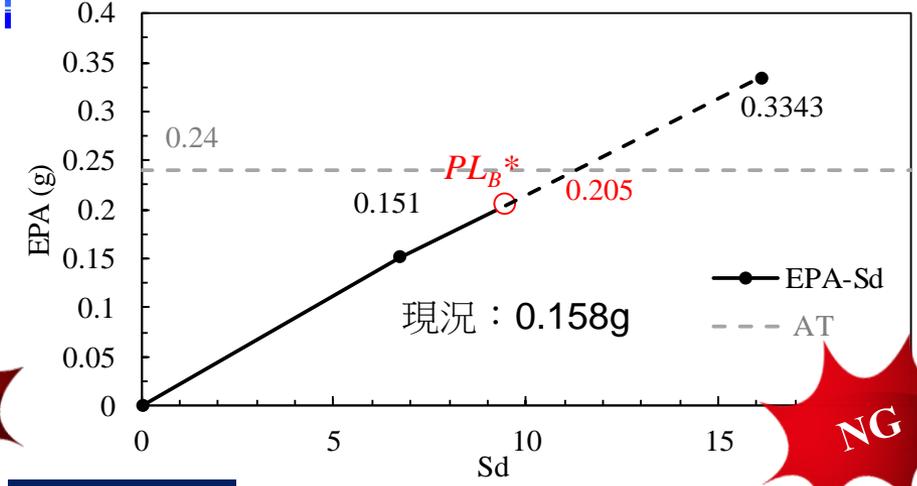
+X

EPA-Sd



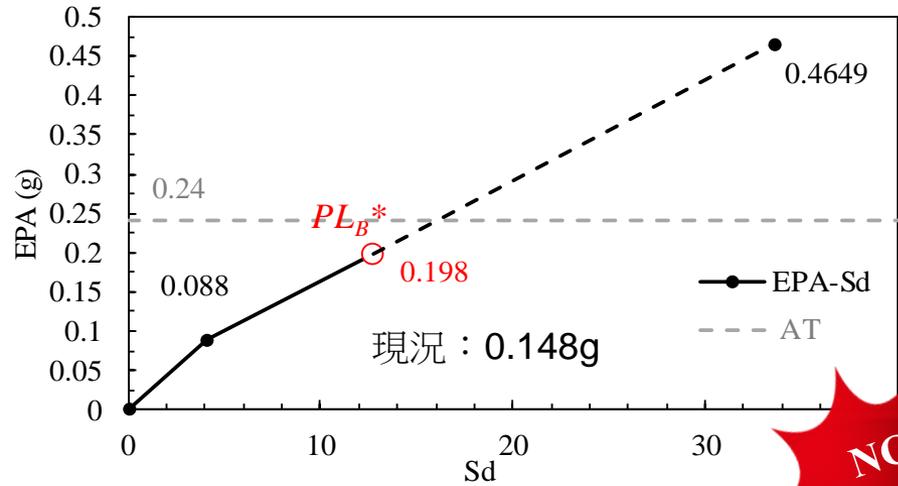
-X

EPA-Sd



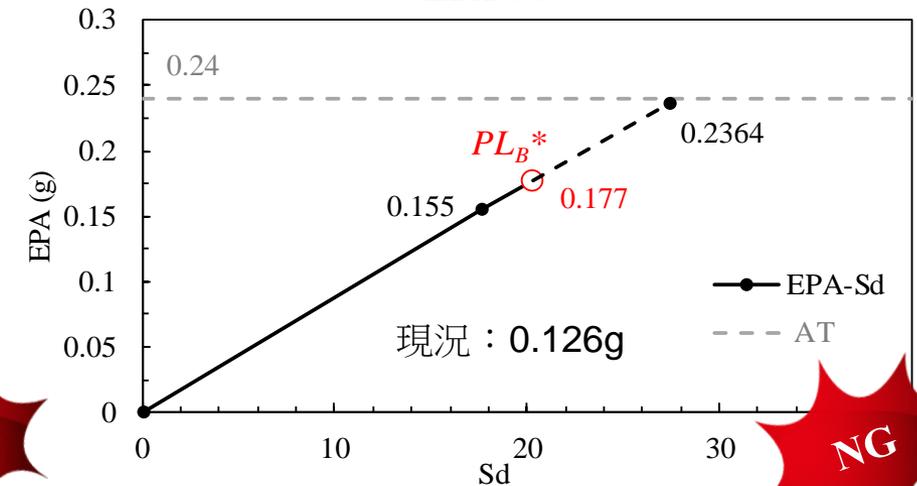
+Y

EPA-Sd



-Y

EPA-Sd

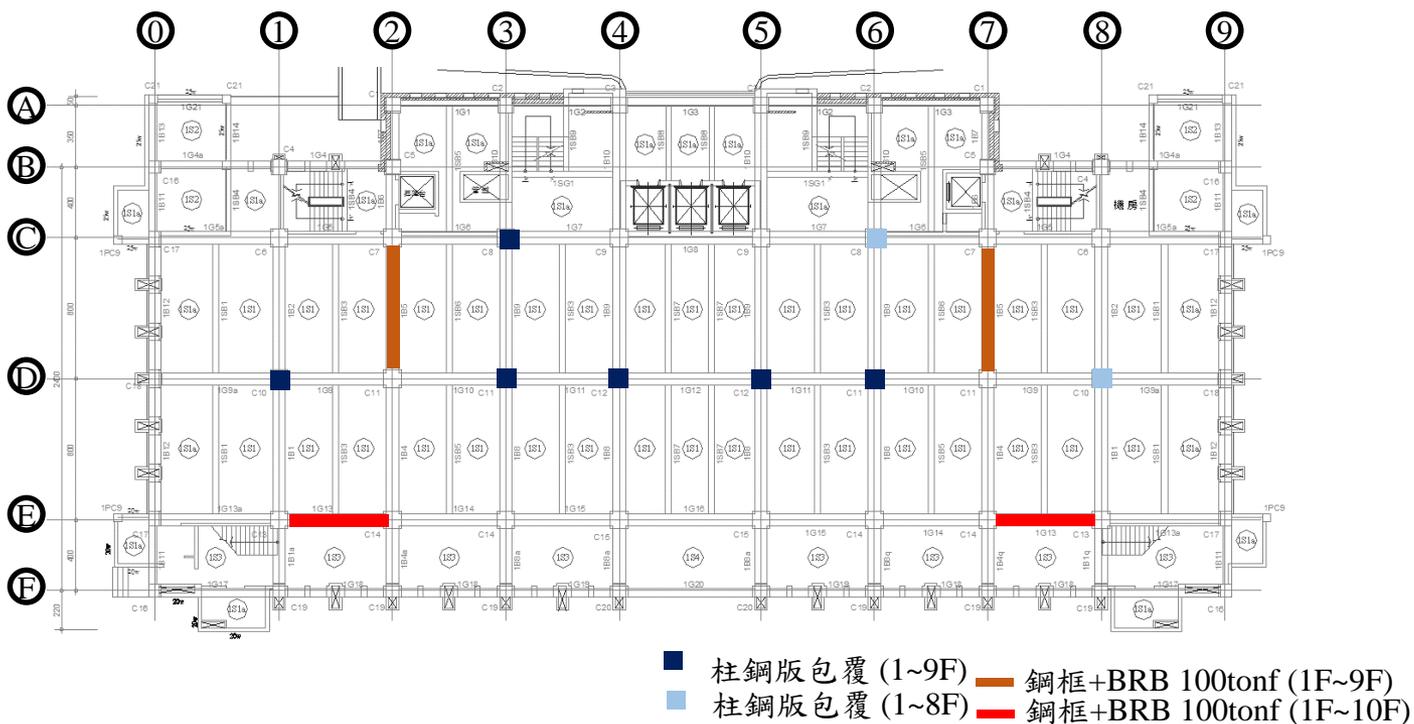


補強方案一(第一次)耐震評估

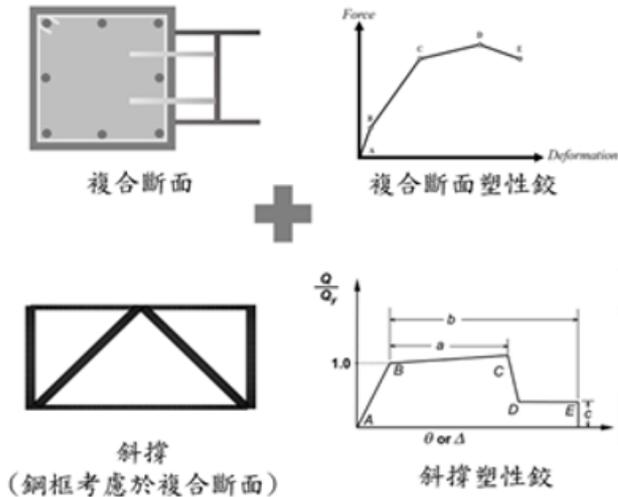
第一次補強針對梁柱構件採用鋼板包覆補強部分柱構件因箍筋間距不足而產生剪力破壞，及因RC牆造成短梁破壞的梁構件進行鋼板補強。由塑鉸發展可得知第一次補強後，整體結構強度仍不足。

補強方案一(第二次)補強辦法

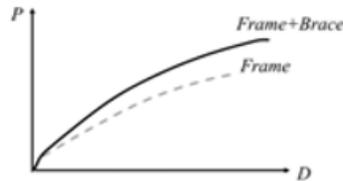
- 以第一次補強方案為基準再做加強
- 標的物結構系統因牆體集中於後側，故於柱線C~D/2、CD/7、E/1~2、E/7~8 增設鋼框+BRB 100tonf以提升整體強度，並改善結構系統。



鋼框加BRB之模擬



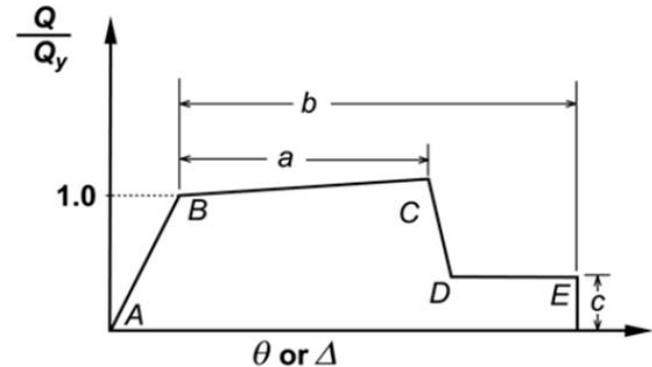
補強方法示意圖



Component/ Action	Modeling Parameters			Acceptance Criteria		
	Plastic Deformation		Residual Strength Ratio	Plastic Deformation		
	a	b		IO	LS	CP
Buckling-Restrained Braces ^{6,7,8}	13.3Δy	13.3Δy	1.0	3.0Δy	10Δy	13.3Δy

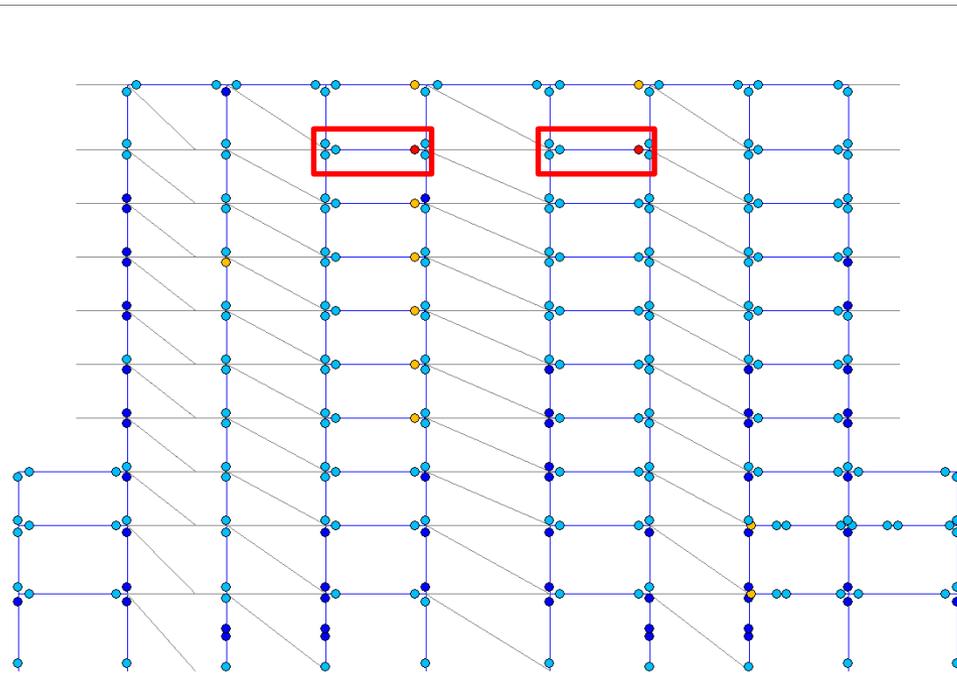
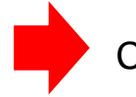
本分析採用

a	b	c
4.43Δy	4.43Δy	1



構件塑鉸設定

補強方案一(第二次) +X 塑鉸分布圖



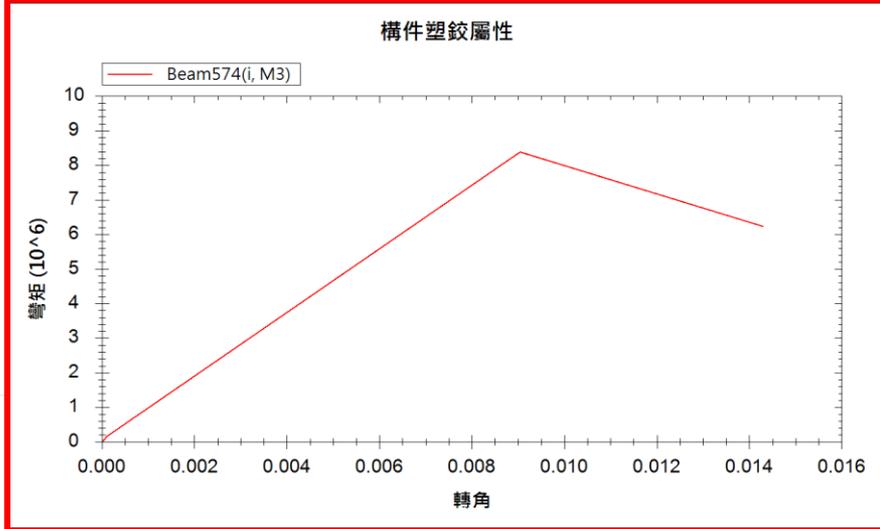
midas Gen
POST-PROCESSOR
YIELD STATUS (FEMA)

Ry

Red	E, Failure
Orange	D
Yellow	C
Light Green	CP
Green	LS
Cyan	IO
Blue	B
Dark Blue	Linear

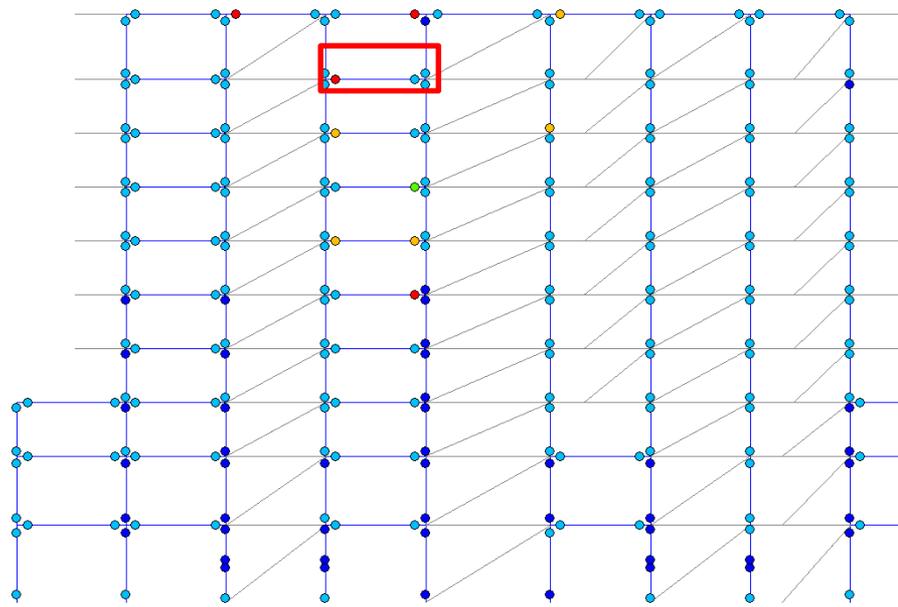
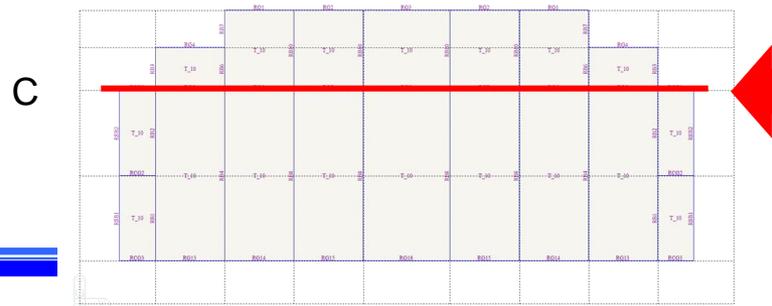
55*45cm
S=20cm

梁破壞



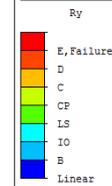
Frame C

補強方案一(第二次) -X 塑鉸分布圖



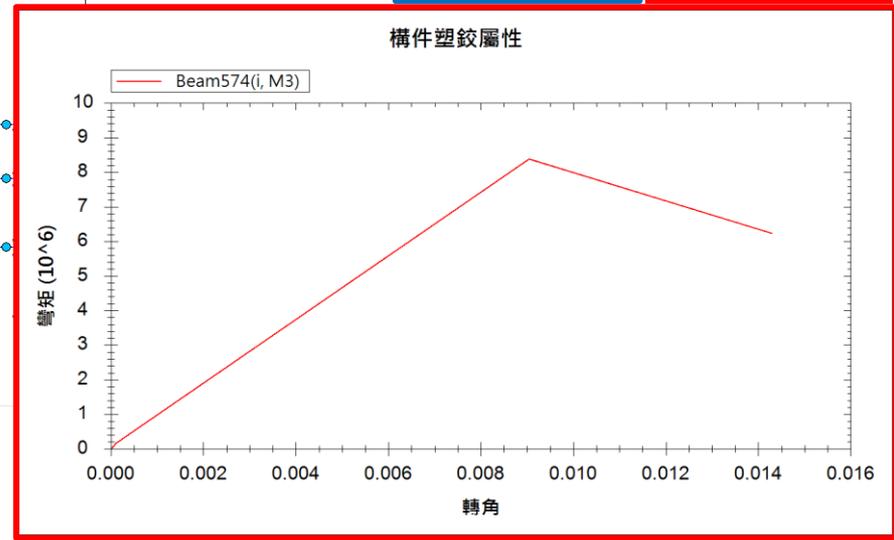
Frame C

midas Gen
POST-PROCESSOR
YIELD STATUS (FEM)

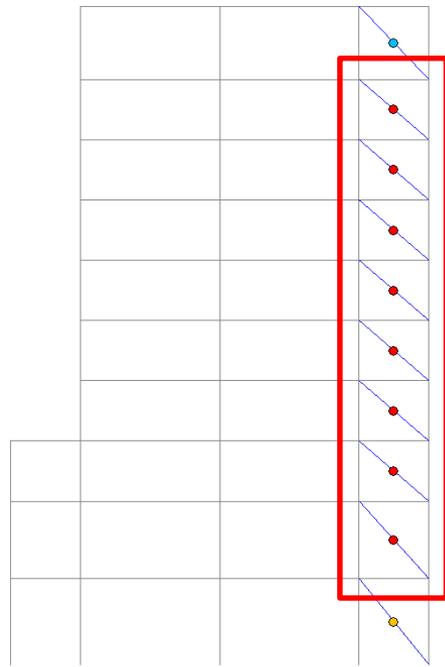
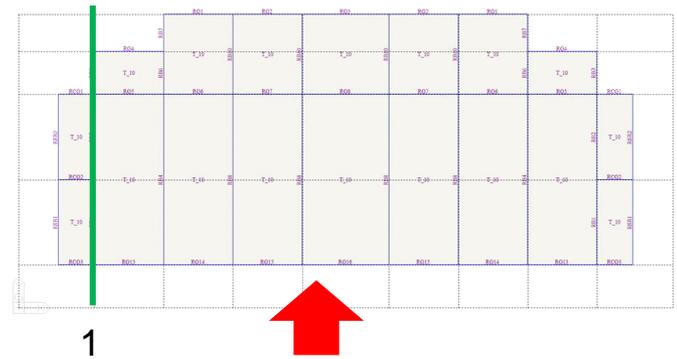


55*45cm
S=20cm

梁破壞



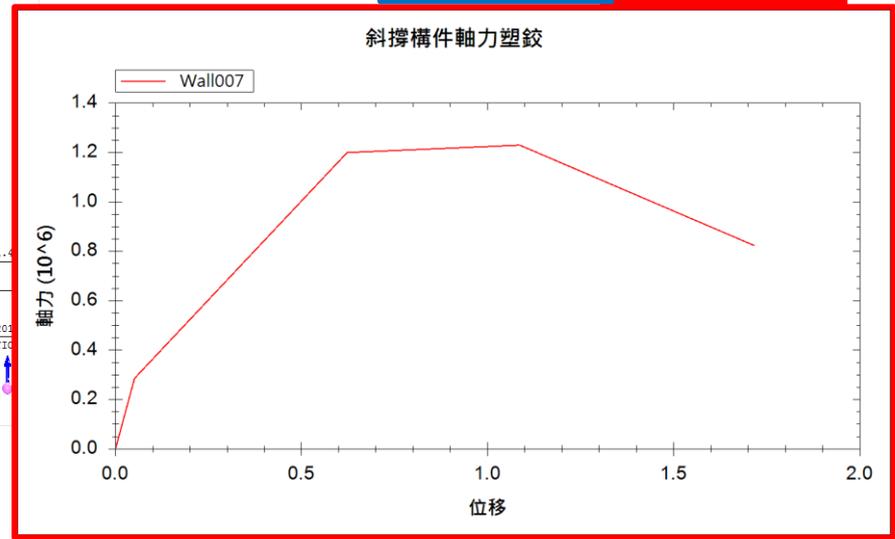
補強方案一(第二次) +Y 塑鉸分布圖



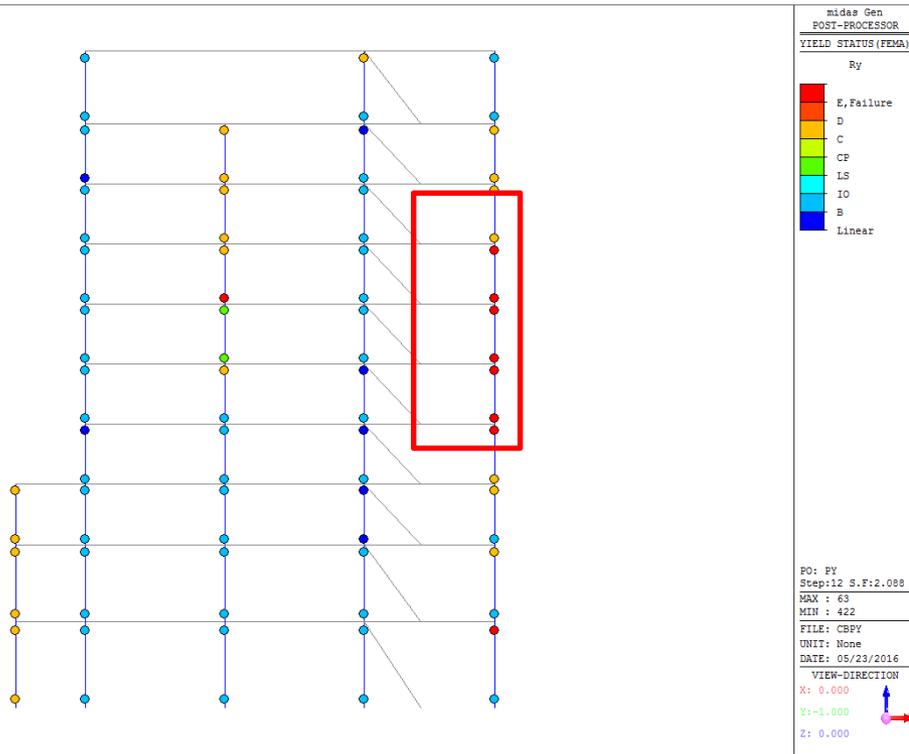
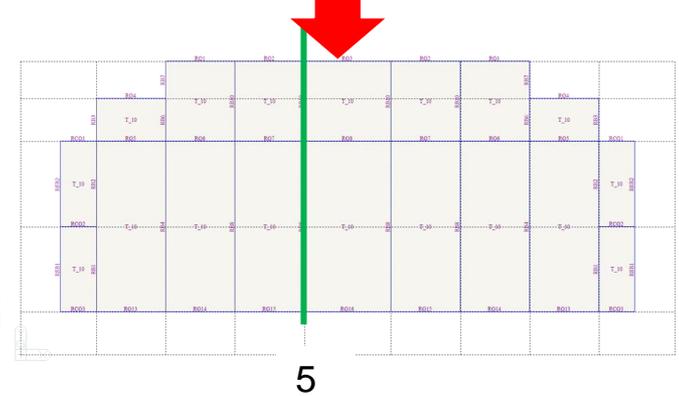
Frame 1



t=15cm 牆破壞



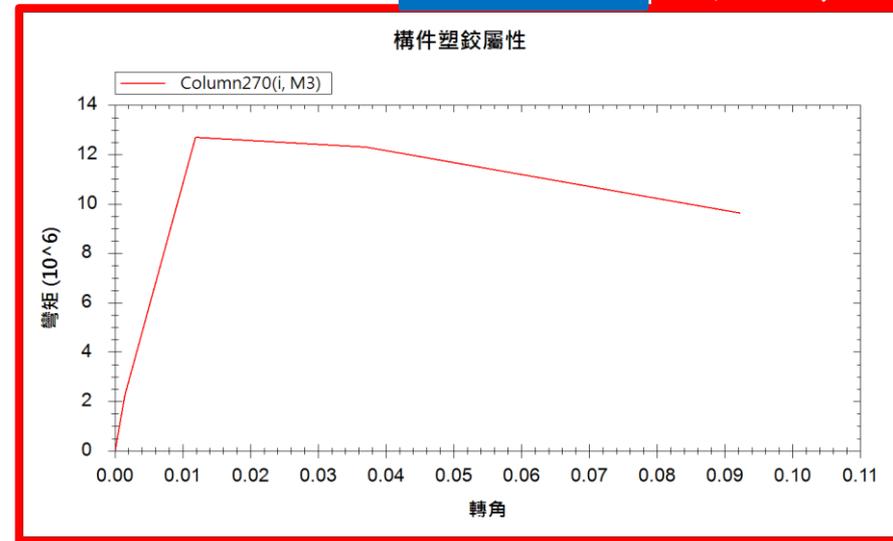
補強方案一(第二次) -Y 塑鉸分布圖



Frame 5

55*55cm
S=30cm

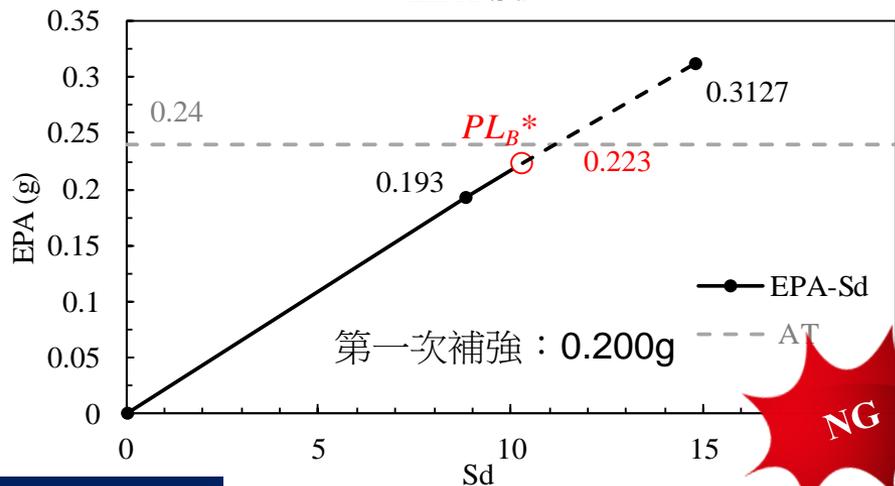
柱破壞



補強方案一(第二次)耐震評估

+X

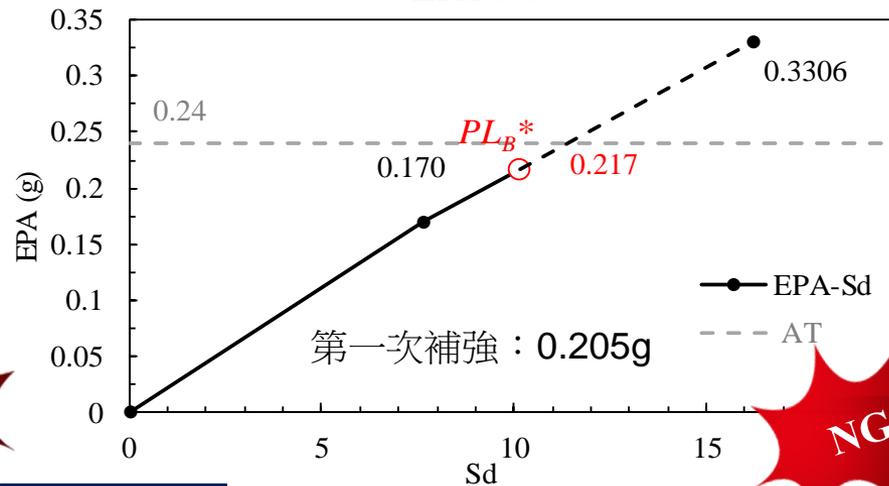
EPA-Sd



NG

-X

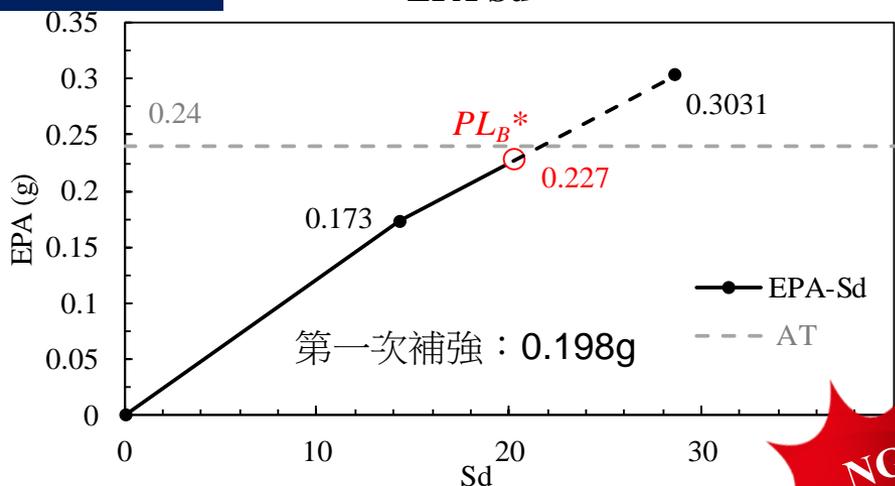
EPA-Sd



NG

+Y

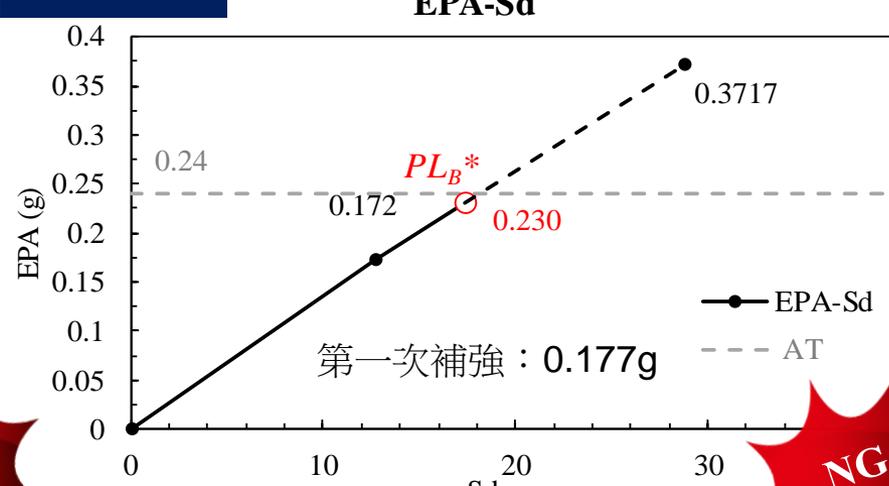
EPA-Sd



NG

-Y

EPA-Sd



NG

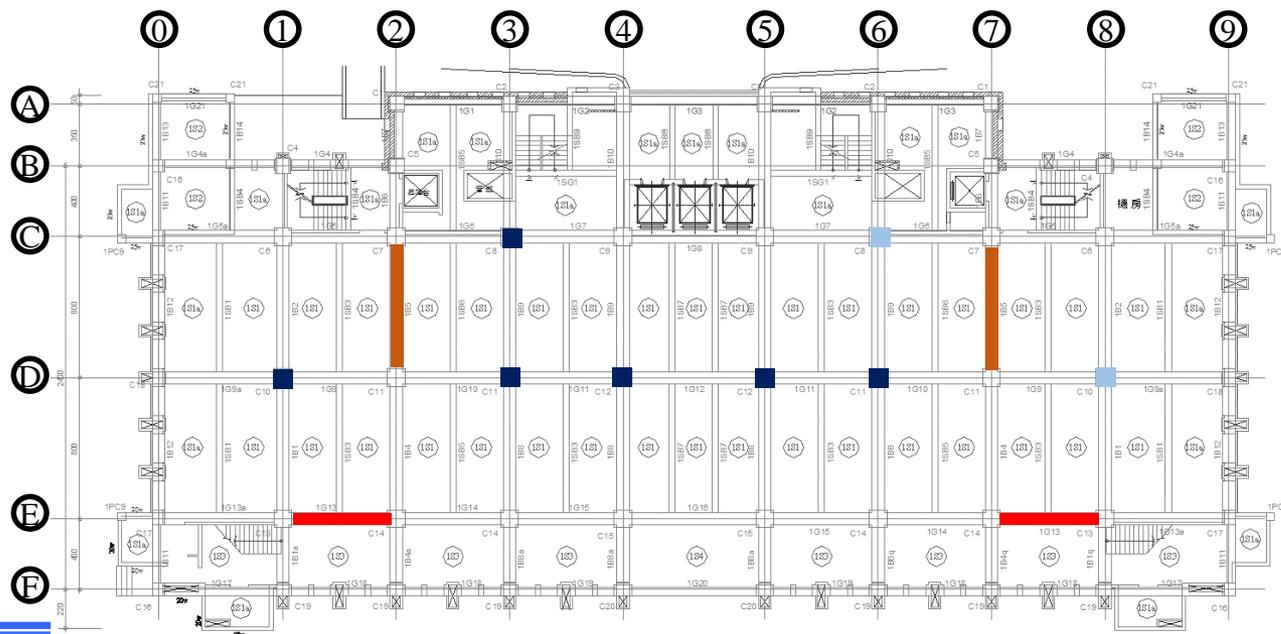
補強方案一(第二次)耐震評估

第一次補強針對梁柱構件採用鋼板包覆補強部分柱構件因箍筋間距不足而產生剪力破壞，及因RC牆造成短梁破壞的梁構件進行鋼板補強。

第二次補強X、Y向各增設2道鋼框+BRB 100 tonf提升整體強度，由塑鉸發展可發現Y向仍有柱剪力破壞。

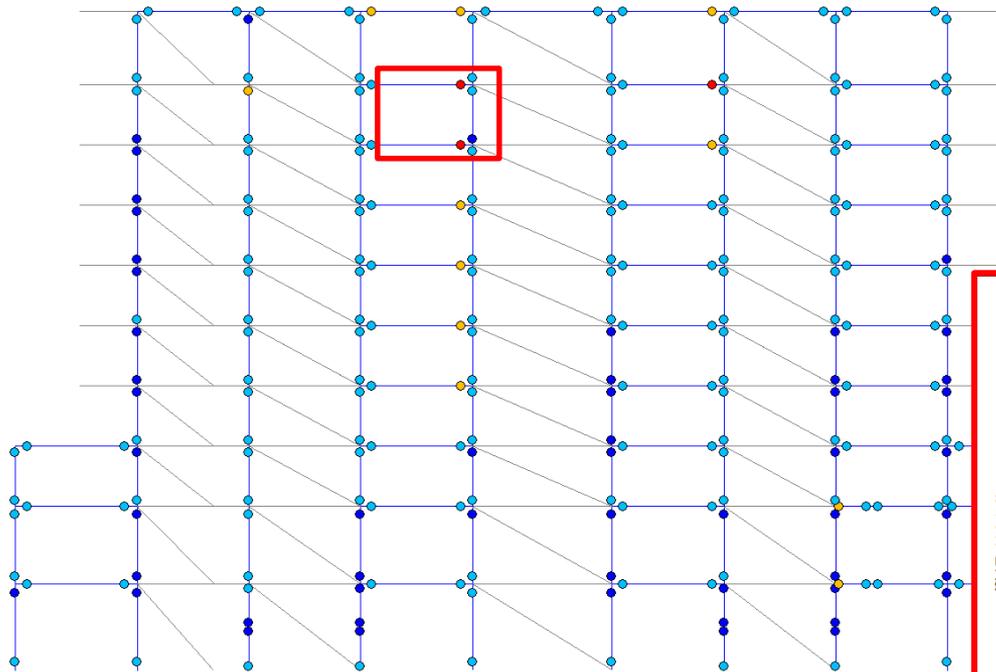
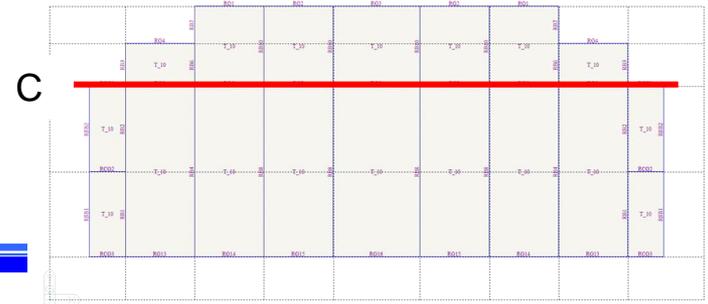
補強方案一(第三次)補強辦法

- 以原補強方案及第二次補強方案為基準再做加強
- 由第二次補強可發現結構物外側柱破壞，因業主不希望於外牆施作補強，故將第一次補強柱線C~D/2、CD/7、E/1~2、E/7~8之鋼框+BRB 強度加大為200tonf。



- 柱鋼版包覆 (1~9F)
- 柱鋼版包覆 (1~8F)
- 鋼框+BRB 200tonf (1F~9F)
- 鋼框+BRB 200tonf (1F~10F)

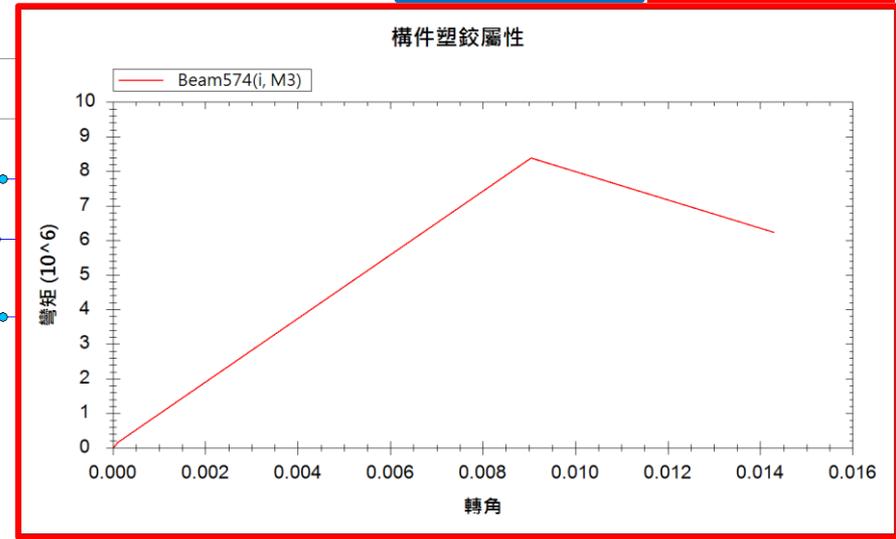
補強方案一(第三次) +X 塑鉸分布圖



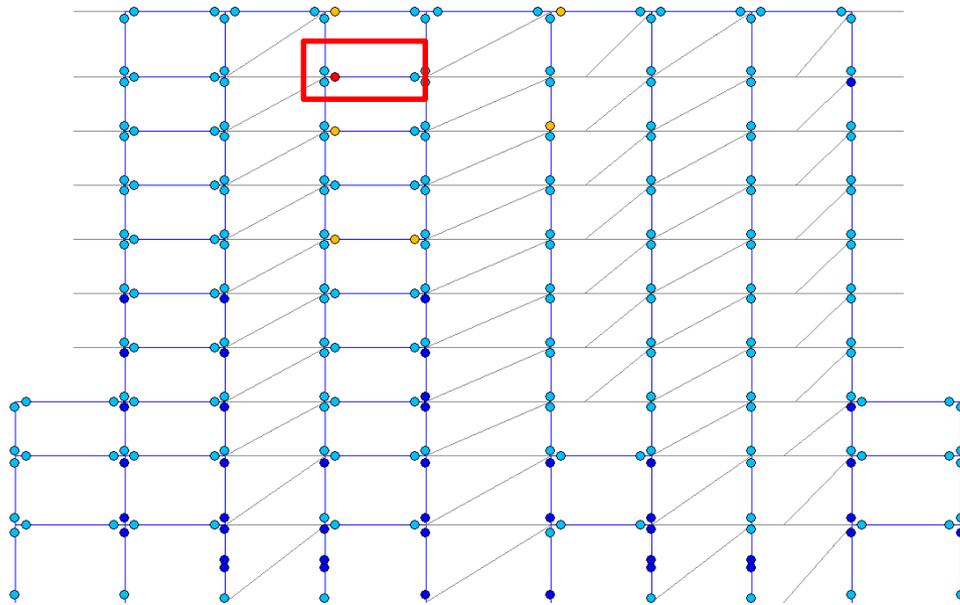
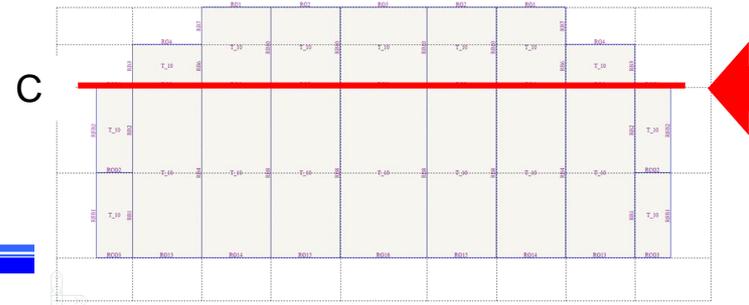
Frame C

55*45cm
S=20cm

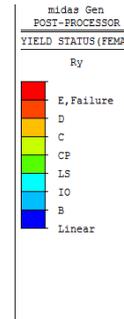
梁破壞



補強方案一(第三次) -X 塑鉸分布圖

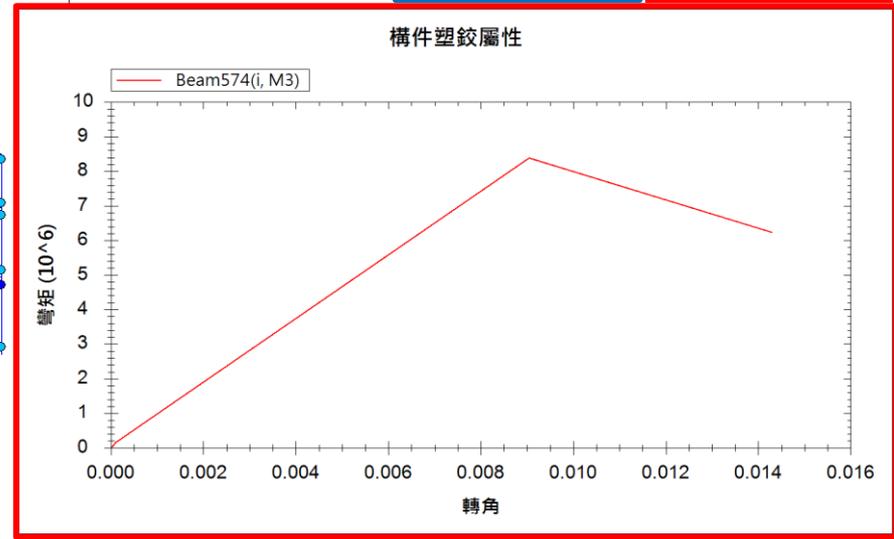


Frame C

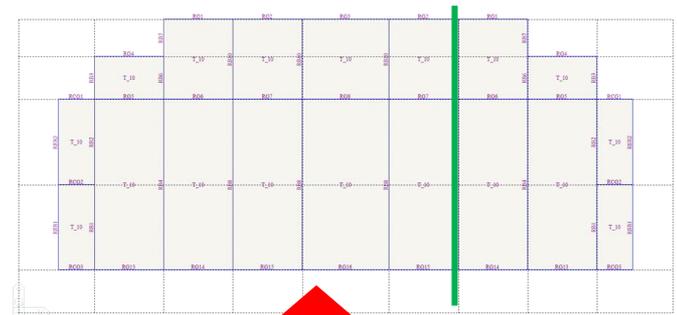


55*45cm
S=20cm

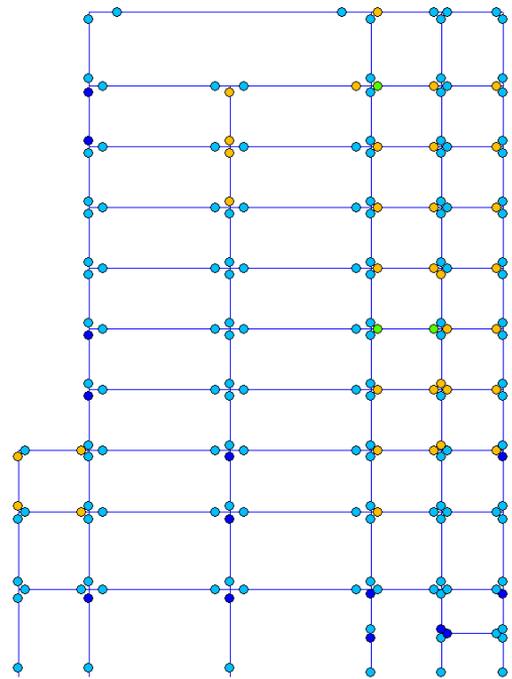
梁破壞



補強方案一(第三次) +Y 塑鉸分布圖



6



Frame 7

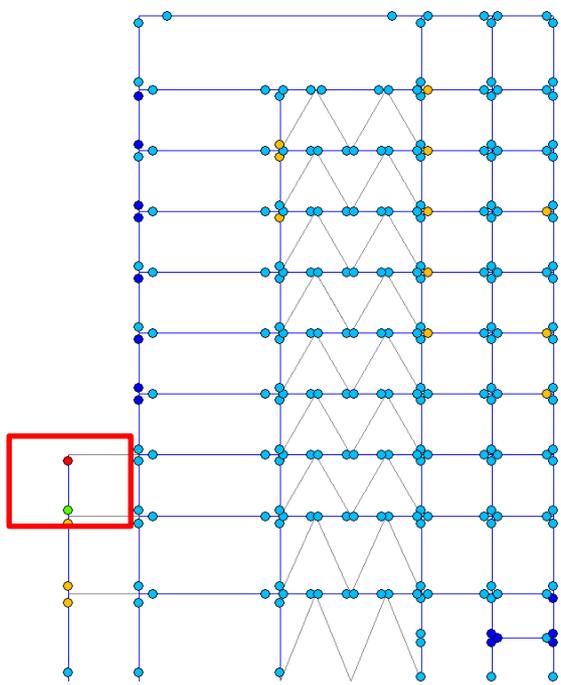
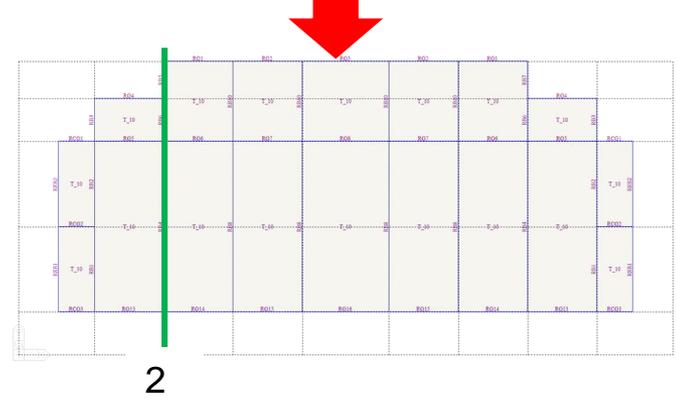
midas Gen
POST-PROCESSOR
YIELD STATUS (FEM)

Ry

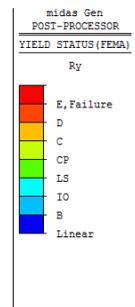
- E, Failure
- D
- C
- CP
- LS
- IO
- B
- Linear

FO: FY
Step:14 S.F:1.528
MAX : 287
MIN : 6
FILE: CBPY
UNIT: None
DATE: 04/16/2016
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y:-1.000
Z: 0.000

補強方案一(第三次) -Y 塑鉸分布圖

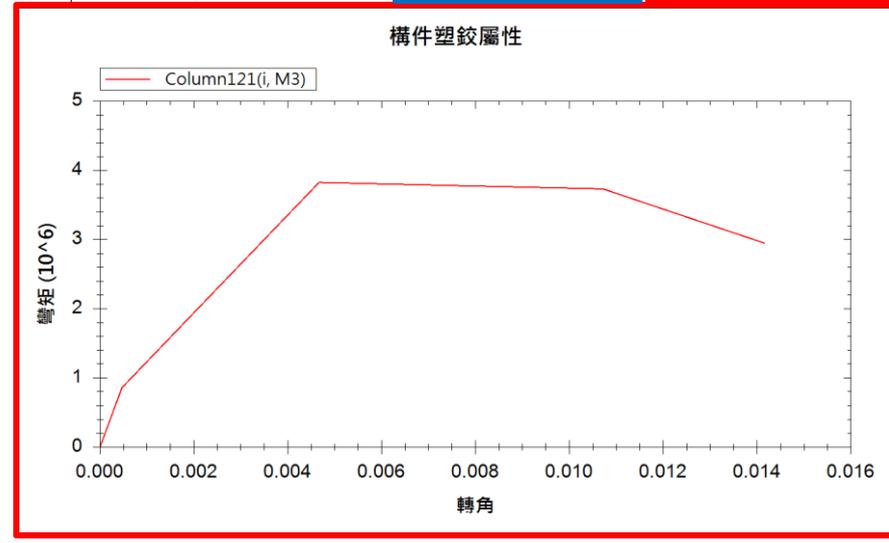


Frame 2



50*60cm
S=30cm

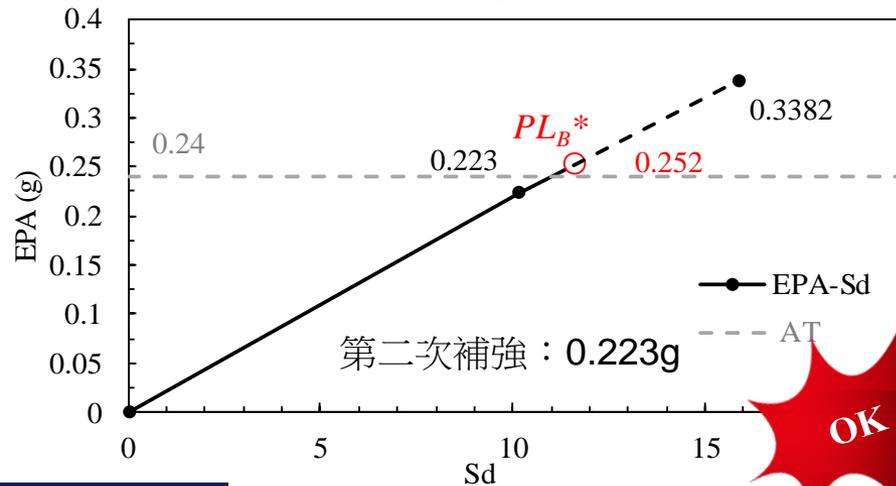
柱破壞



補強方案一(第三次)耐震評估

+X

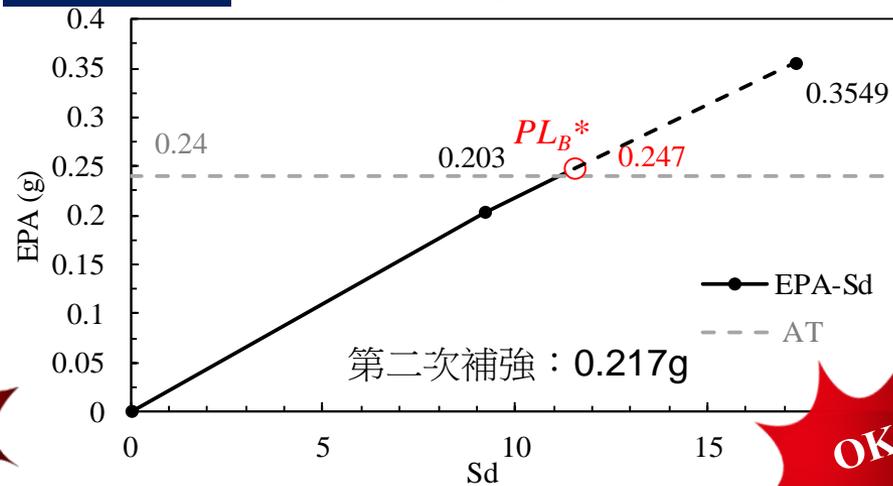
EPA-Sd



OK

-X

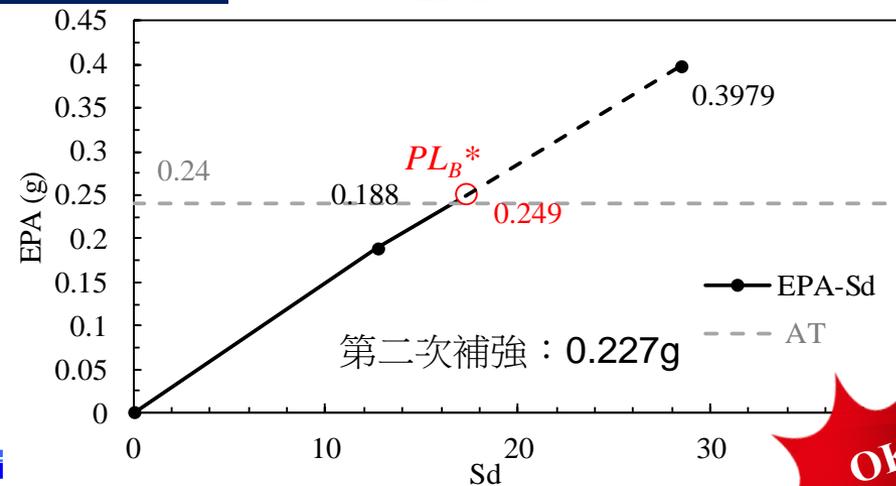
EPA-Sd



OK

+Y

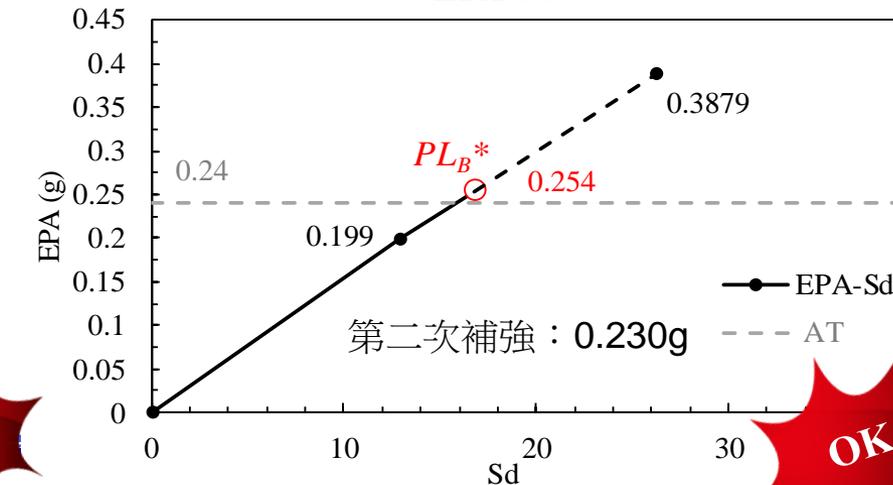
EPA-Sd



OK

-Y

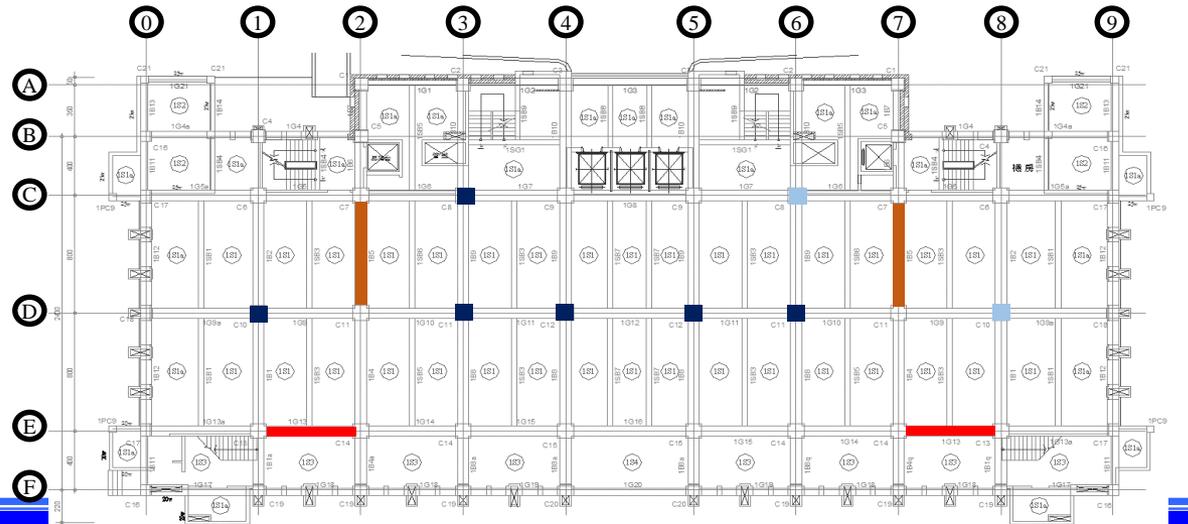
EPA-Sd



OK

Summary

	現況	第一次	第二次	第三次
柱鋼板包覆		C/3、C/6、 D/1~D/8	C/3、C/6、D/1、D/8、 D/3~D/6	C/3、C/6、D/1、 D/8、D/3~D/6
鋼框+BRB			C~D/2、C~D/7、 E/1~2、E/7~8 (BRB強度100tonf)	C~D/2、C~D/7、 E/1~2、E/7~8 (BRB強度200tonf)
檢核	N.G.	N.G.	N.G.	O.K.
破壞處	短梁破壞	RC牆破壞	部分梁柱及RC牆破壞	少數梁柱破壞

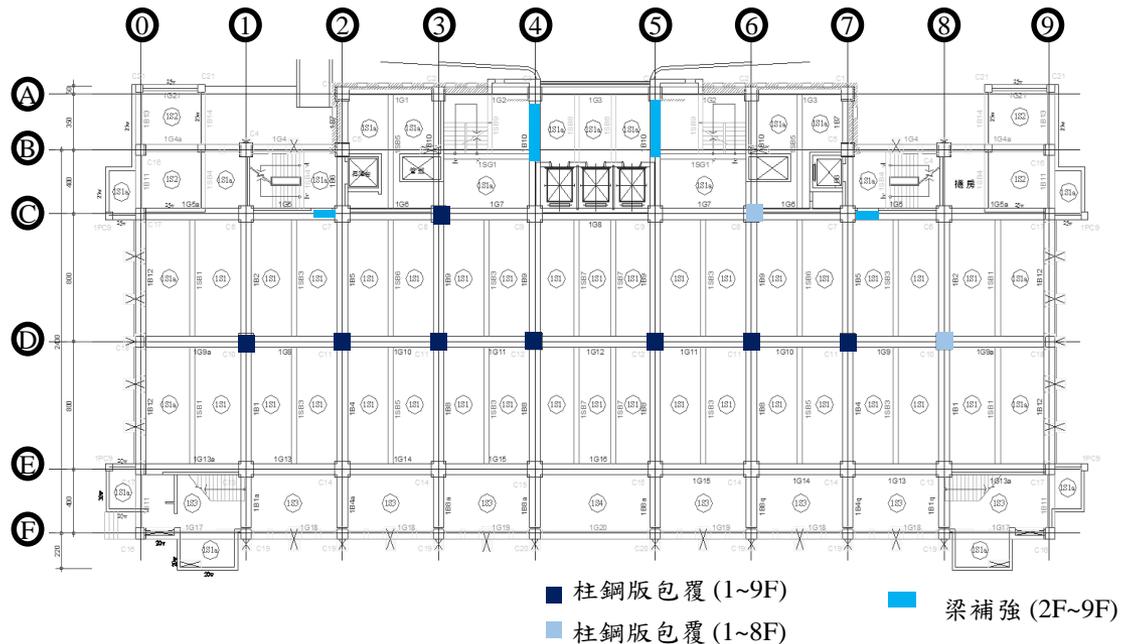


- 柱鋼板包覆 (1~9F)
- 柱鋼板包覆 (1~8F)
- 鋼框+BRB 200tonf (1F~9F)
- 鋼框+BRB 200tonf (1F~10F)

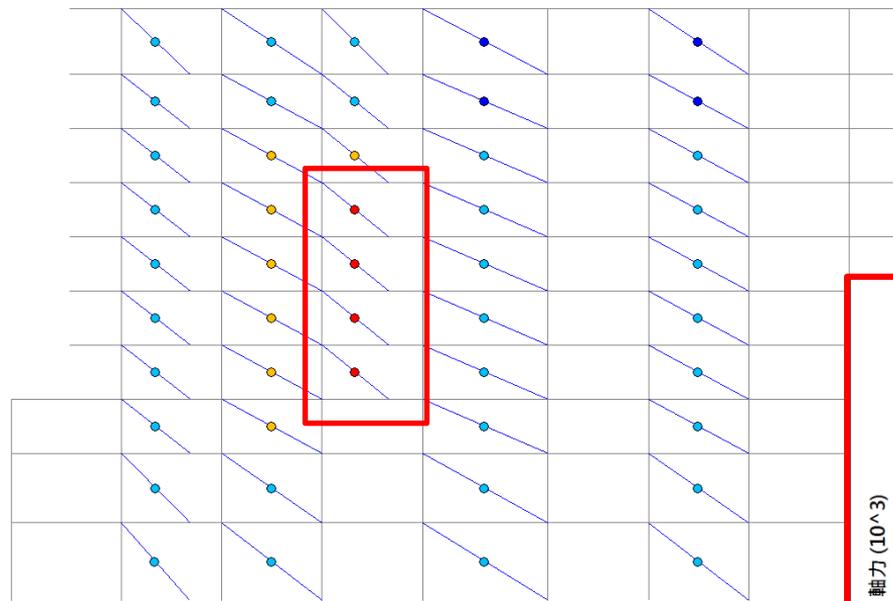
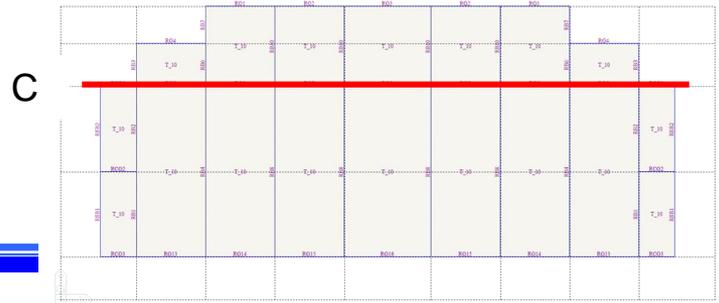
補強方案二(第一次)

梁柱構件採用鋼板包覆補強

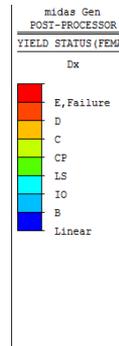
於C/3、C/6、D/1~D/8柱線，進行柱鋼板包覆補強，以解決柱構件因箍筋間距不足所產生的剪力破壞；及因RC牆造成短梁破壞的梁構件進行鋼板補強。



補強方案二(第一次) +X 塑鉸分布圖

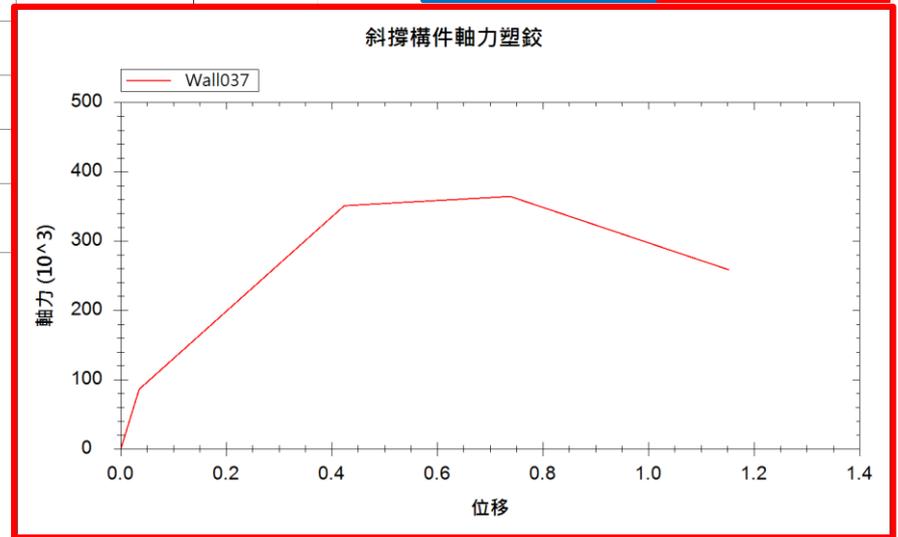


Frame C

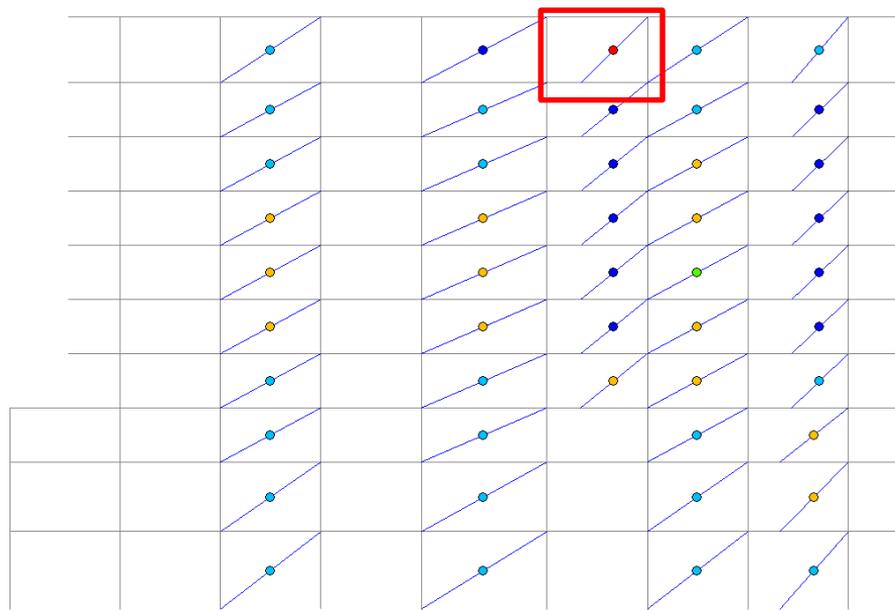
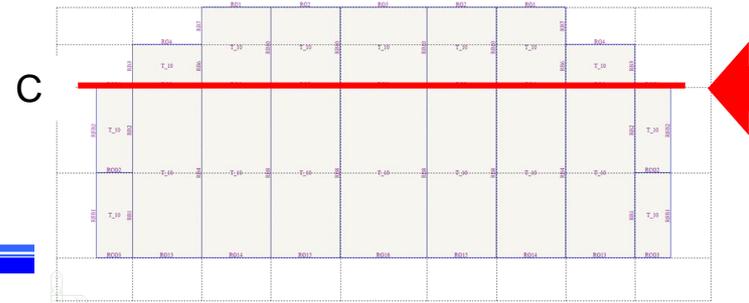


t=12cm

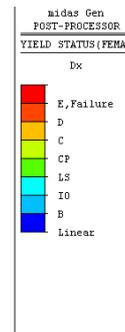
牆破壞



補強方案二(第一次) -X 塑鉸分布圖

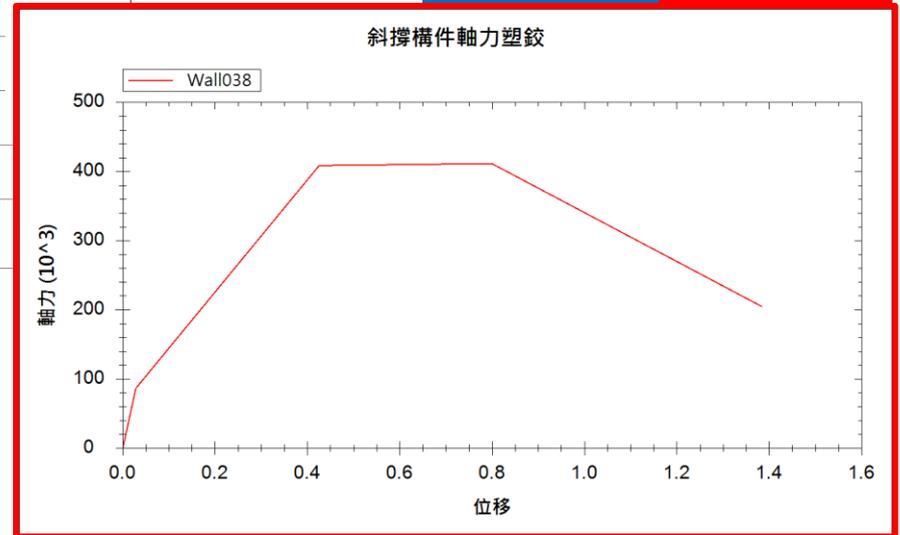


Frame C

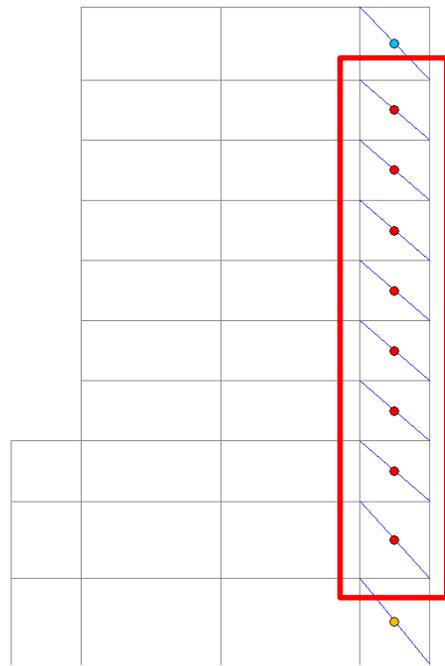
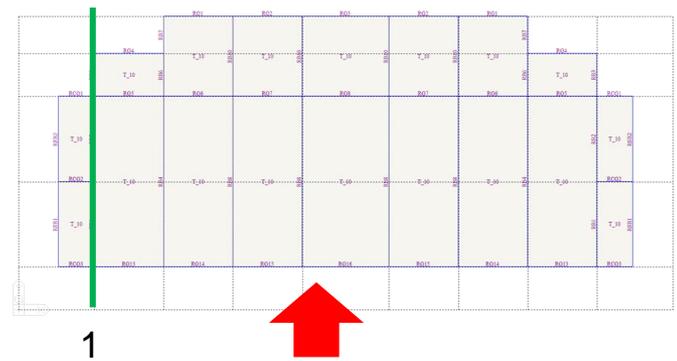


t=12cm

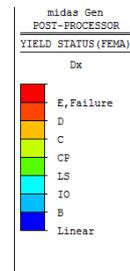
牆破壞



補強方案二(第一次) +Y 塑鉸分布圖

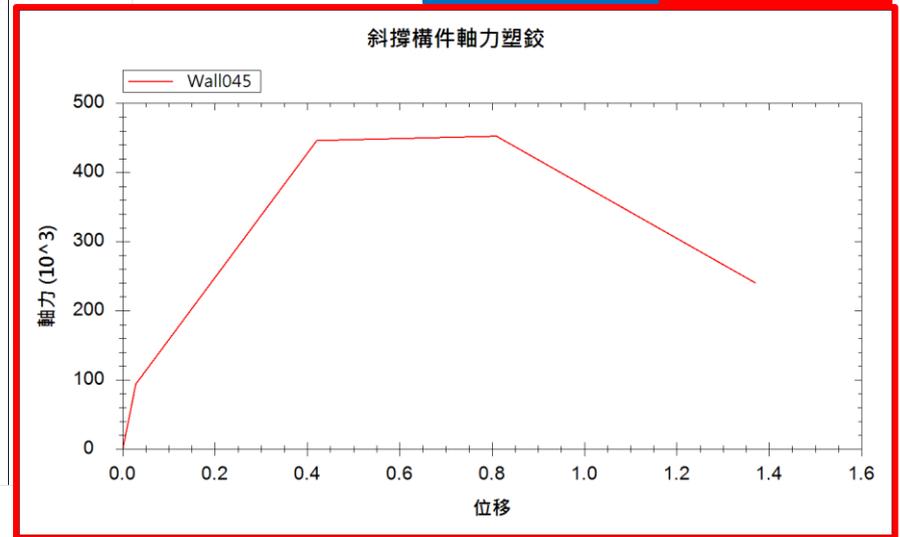


Frame 1

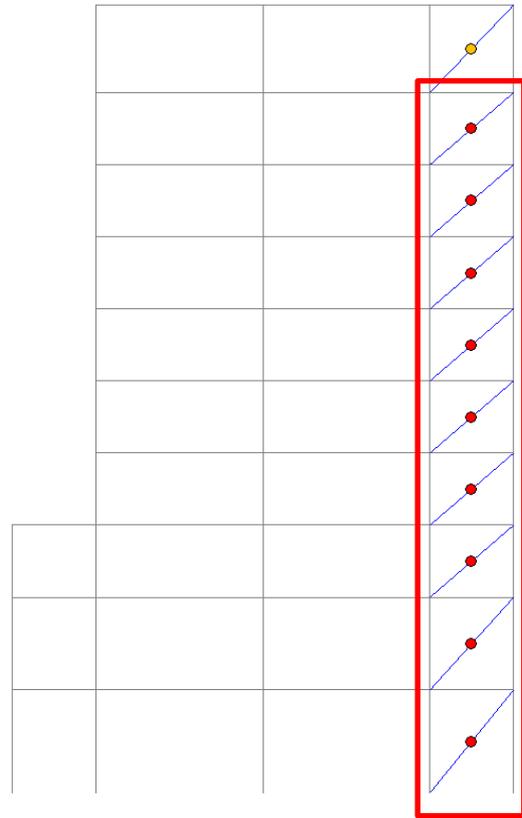


t=15cm

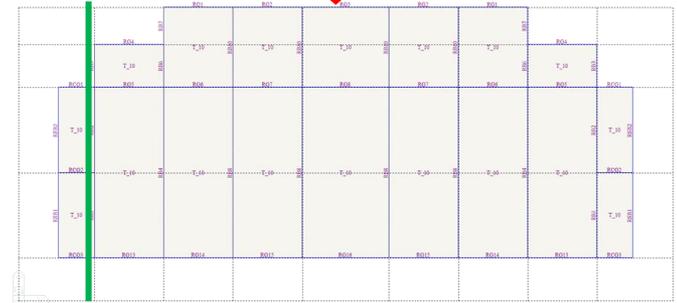
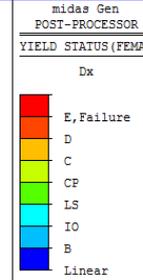
牆破壞



補強方案二(第一次) -Y 塑鉸分布圖



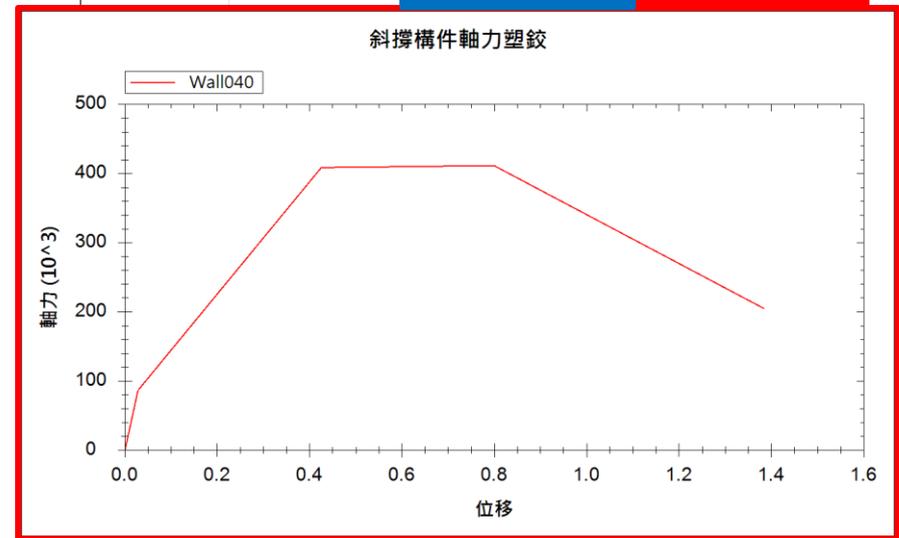
Frame 1



1

t=15cm

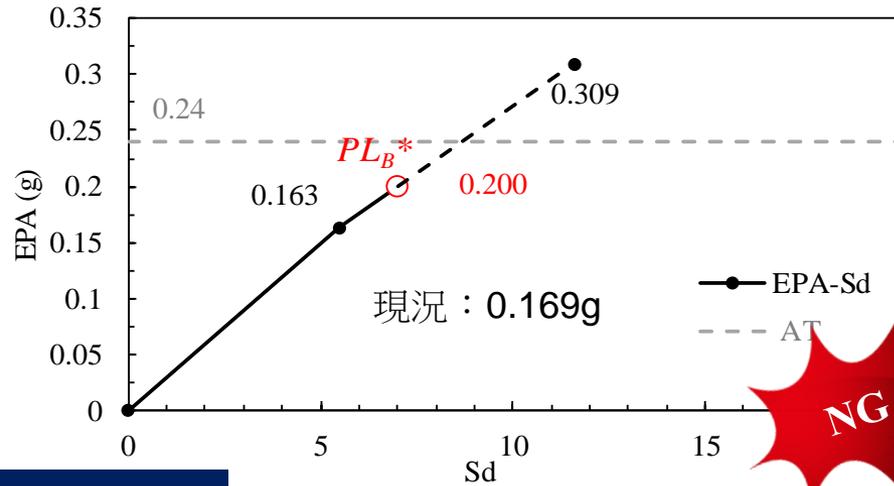
牆破壞



補強方案二(第一次)耐震評估

+X

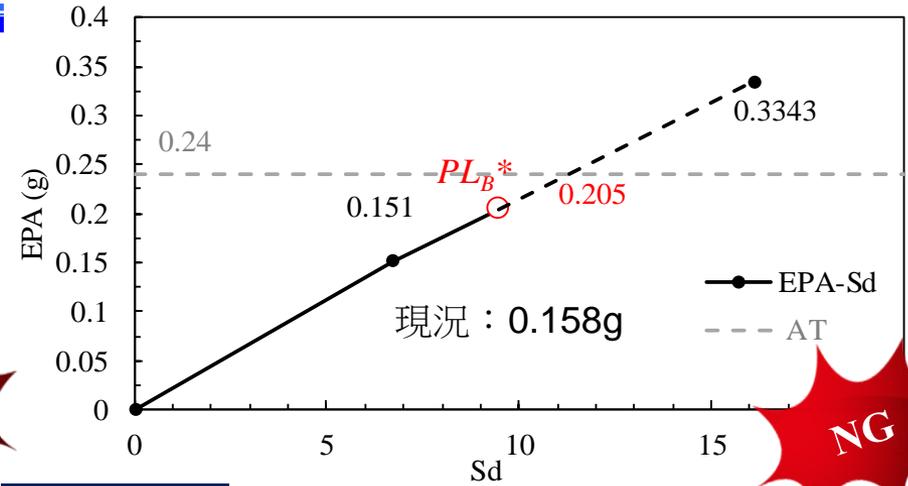
EPA-Sd



NG

-X

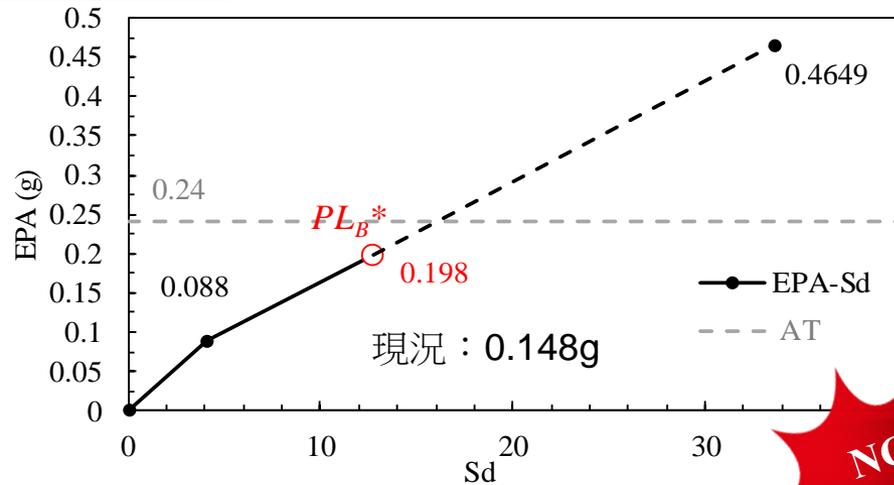
EPA-Sd



NG

+Y

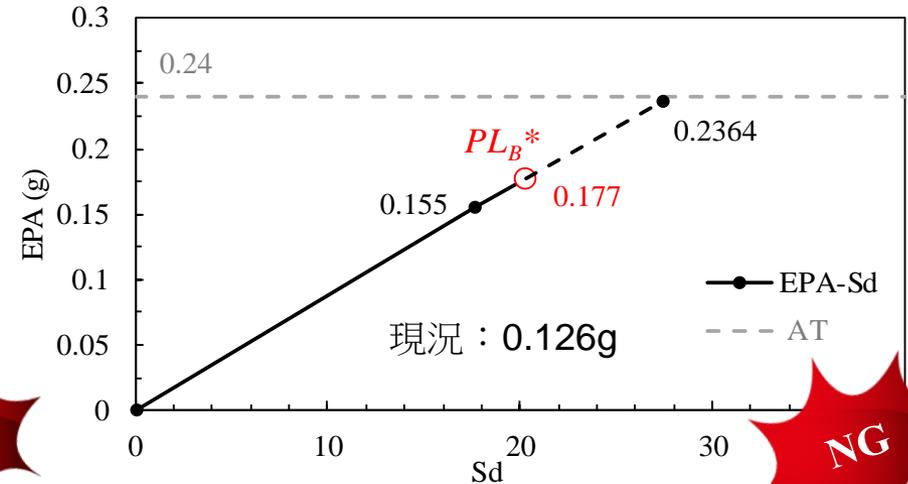
EPA-Sd



NG

-Y

EPA-Sd



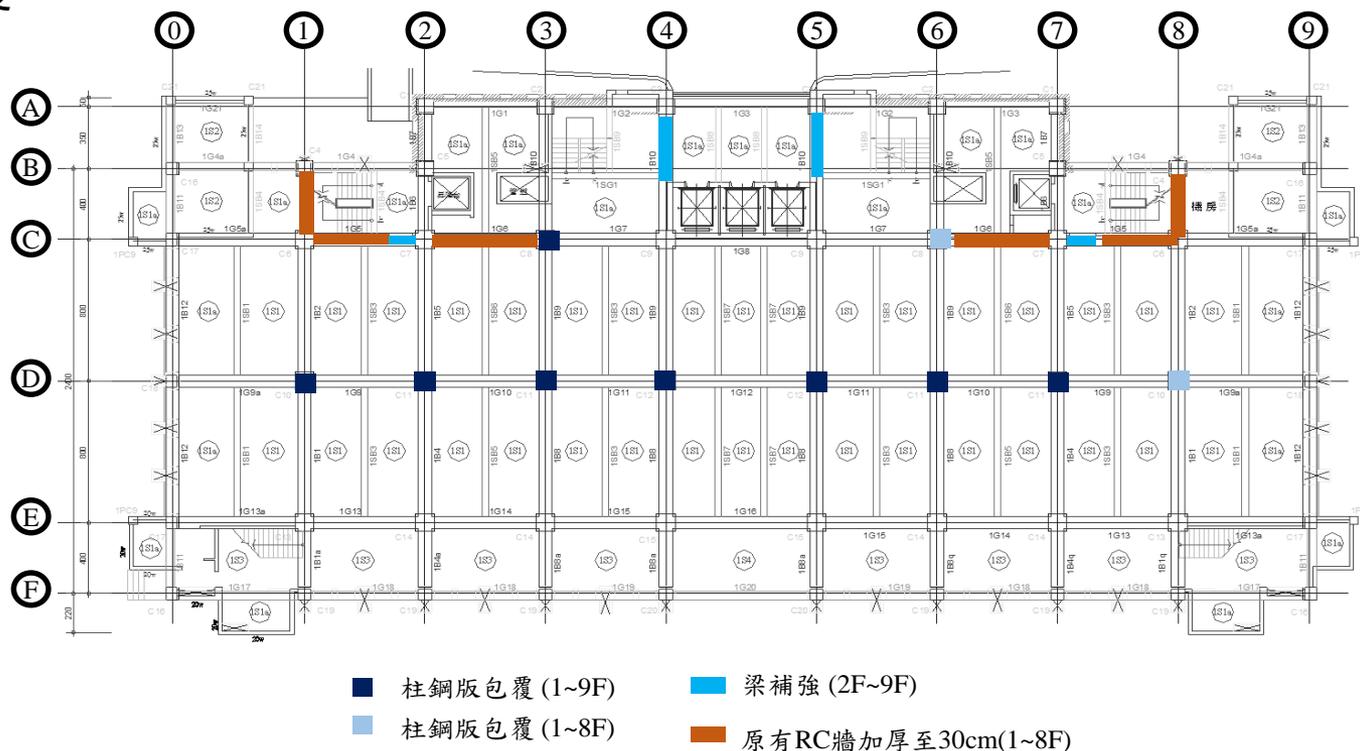
NG

第一次補強耐震評估

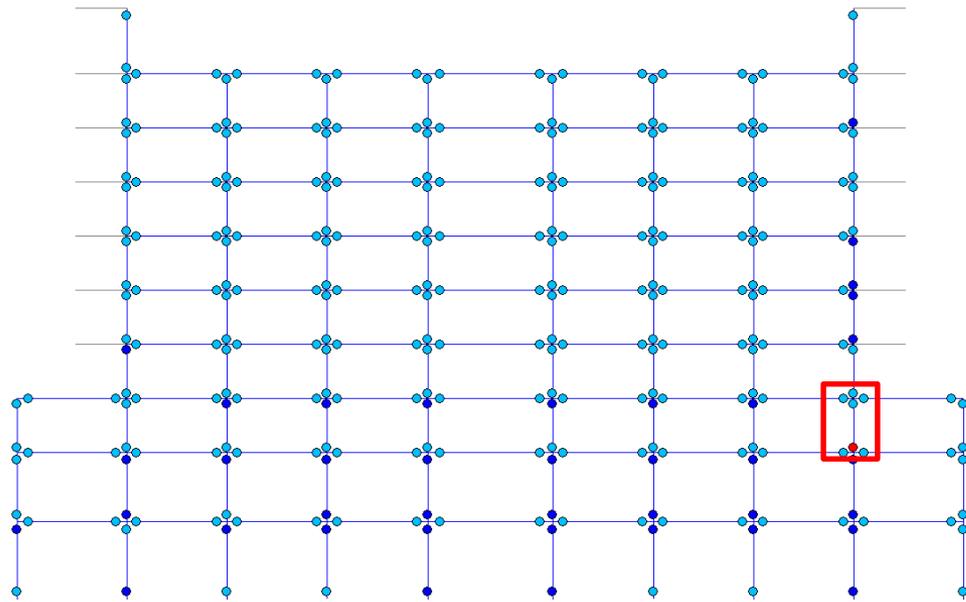
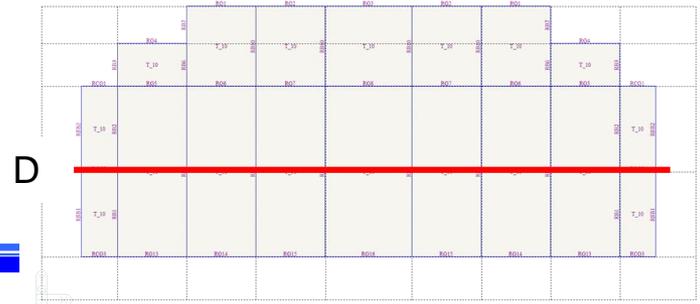
第一次補強針對梁柱構件採用鋼板包覆補強部分柱構件因箍筋間距不足而產生剪力破壞，及因RC牆造成短梁破壞的梁構件進行鋼板補強。由塑鉸發展可得知第一次補強後，整體結構強度仍不足。

補強方案二(第二次)補強辦法

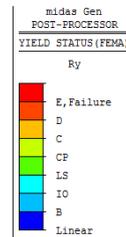
- 以第一次補強方案為基準再做加強
- 因標的物為辦公大樓，在不影響整體格局下，故於柱線B~C/1、C/1~2、C/2~3、C/6~7、C/7~8、B~C/8原有15cm厚之RC牆，加厚至30cm以提升整體結構強度。



補強方案二(第二次) +X 塑鉸分布圖

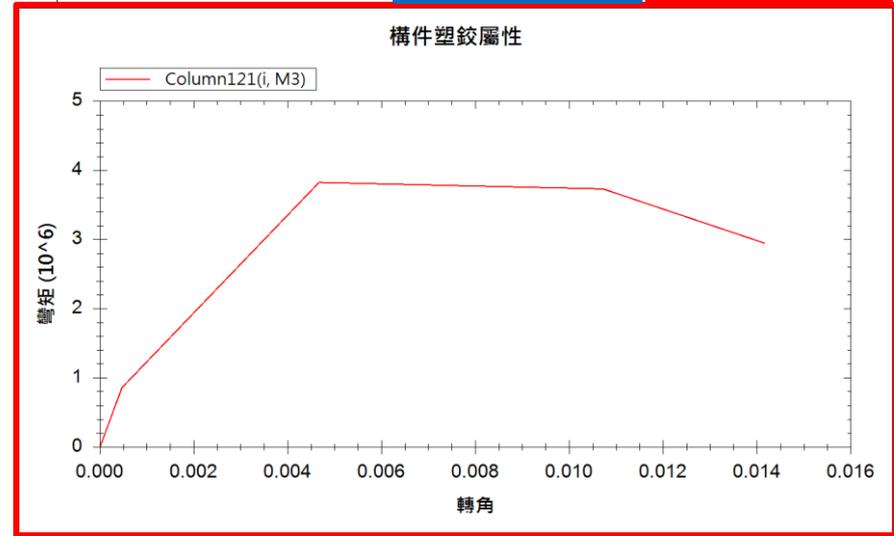


Frame D

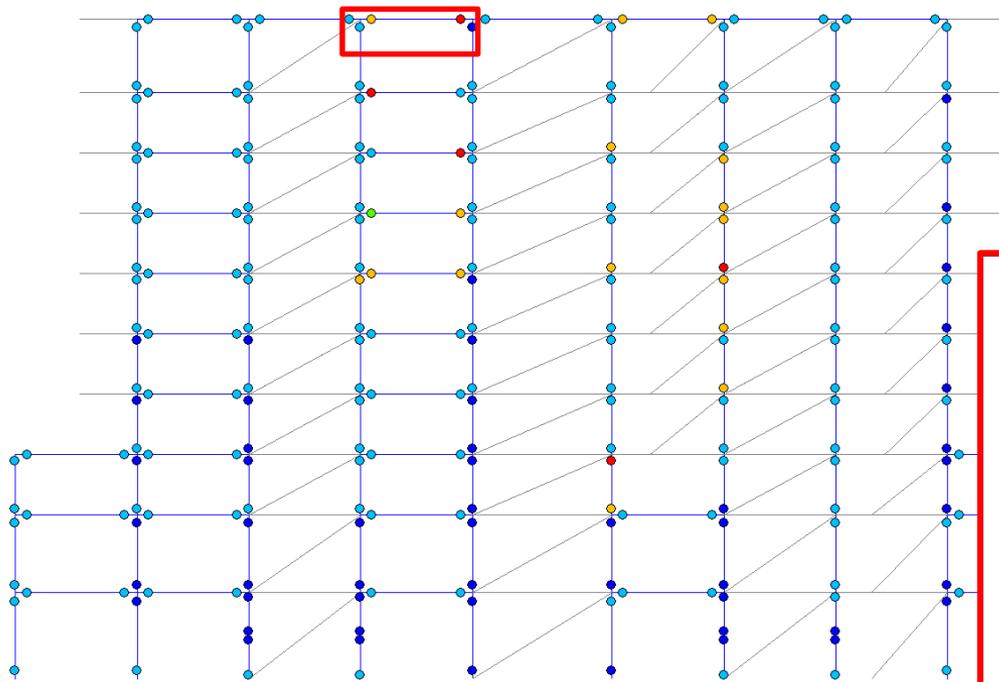
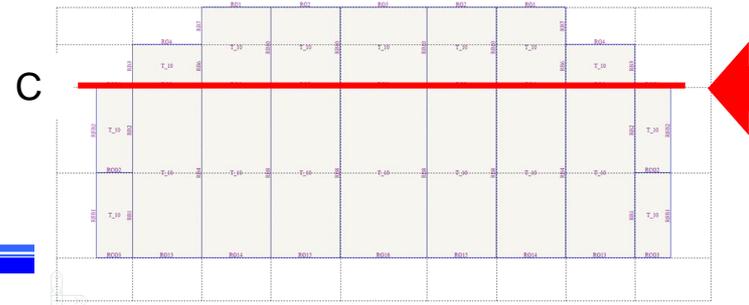


50*60cm
S=30cm

柱破壞



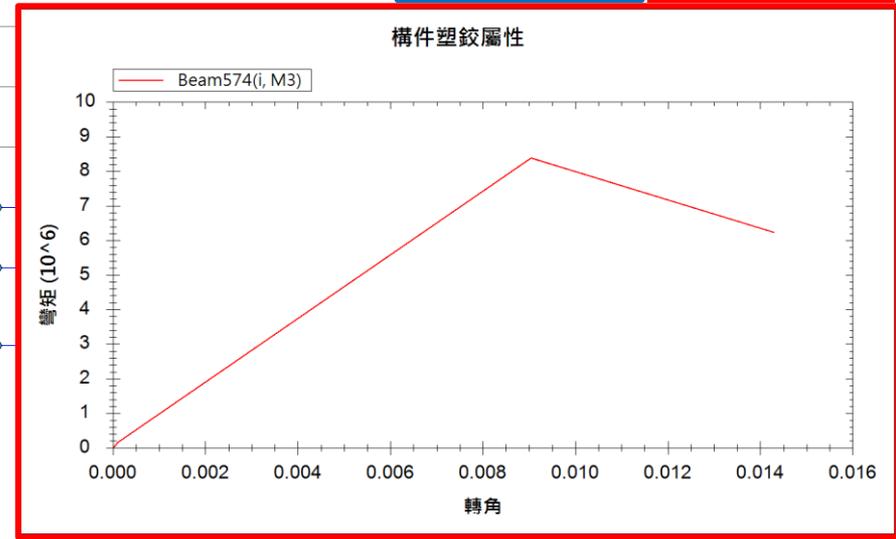
補強方案二(第二次) -X 塑鉸分布圖



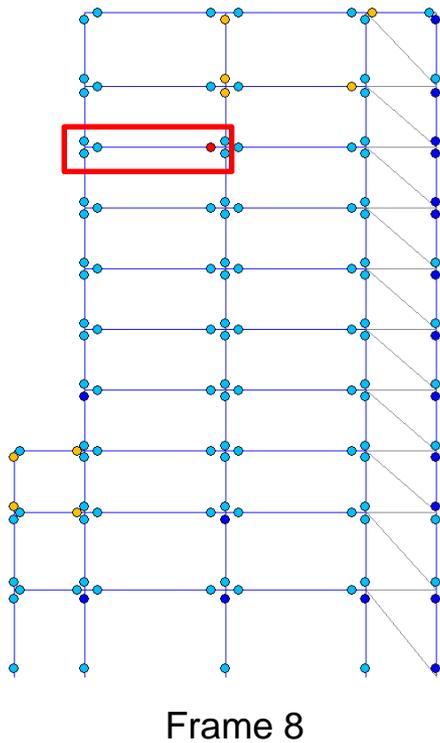
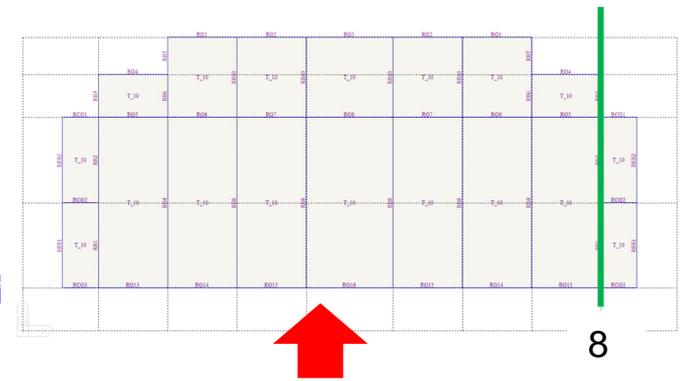
Frame C

50*45cm
S=20cm

梁破壞



補強方案二(第二次) +Y 塑鉸分布圖

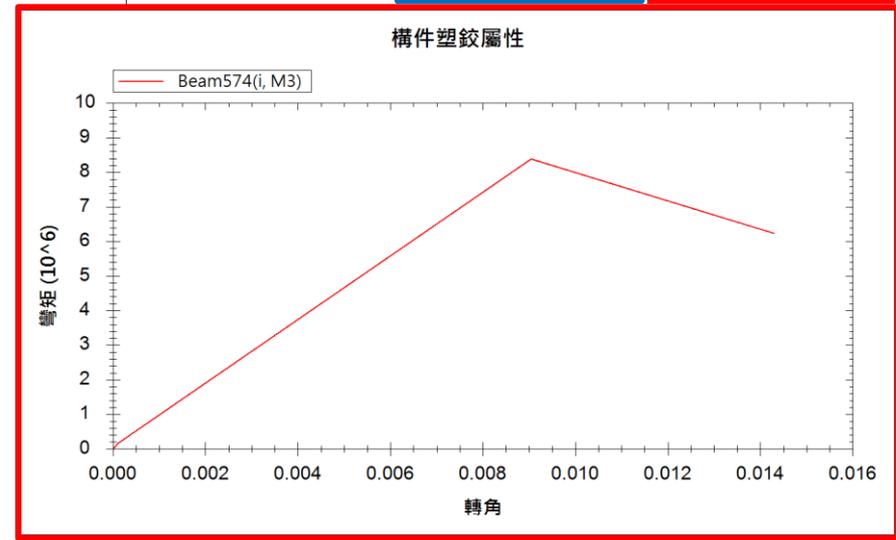


midas Gen
POST-PROCESSOR
YIELD STATUS (FEMA)
Ry

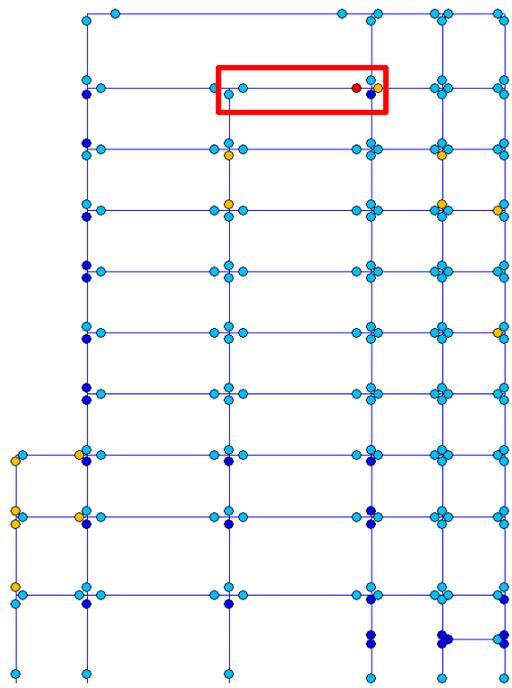
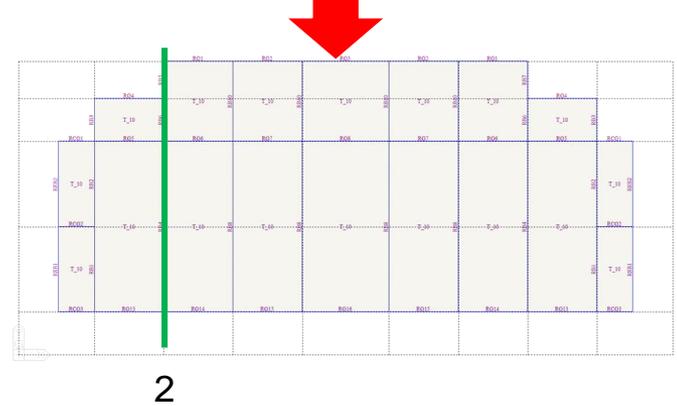
- E, Failure
- D
- C
- CP
- LS
- IO
- B
- Linear

55*45cm
S=20cm

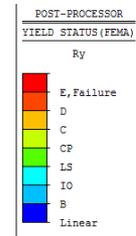
梁破壞



補強方案二(第二次) -Y 塑鉸分布圖

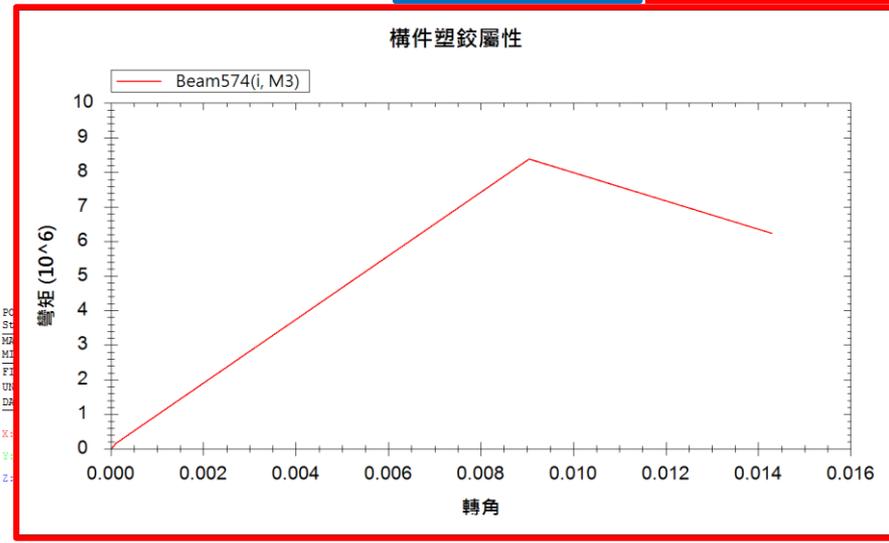


Frame 5



55*45cm
S=20cm

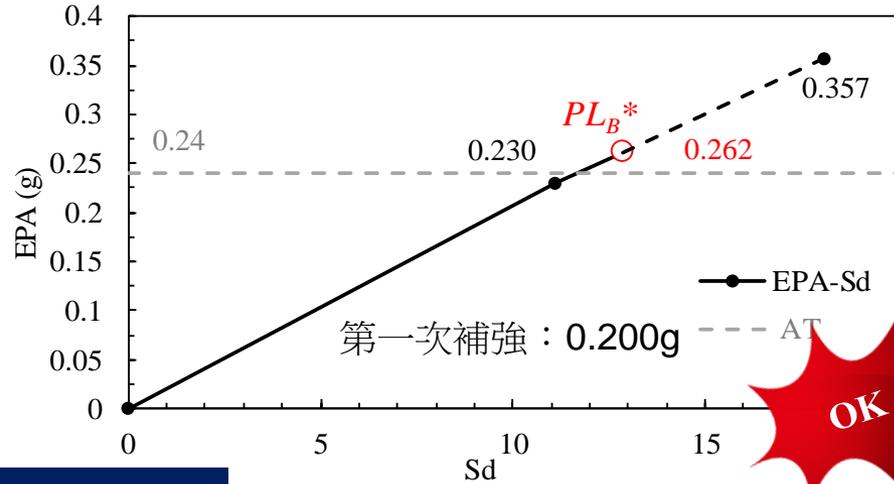
梁破壞



補強方案二(第二次)耐震評估

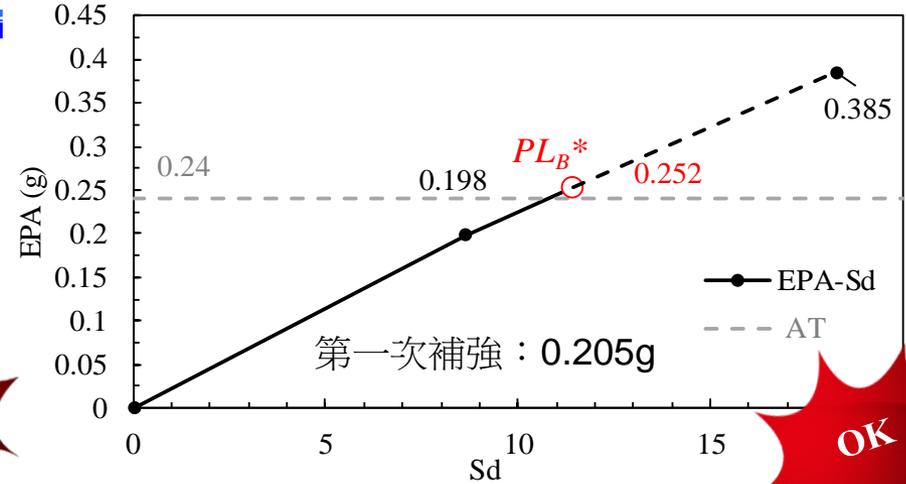
+X

EPA-Sd



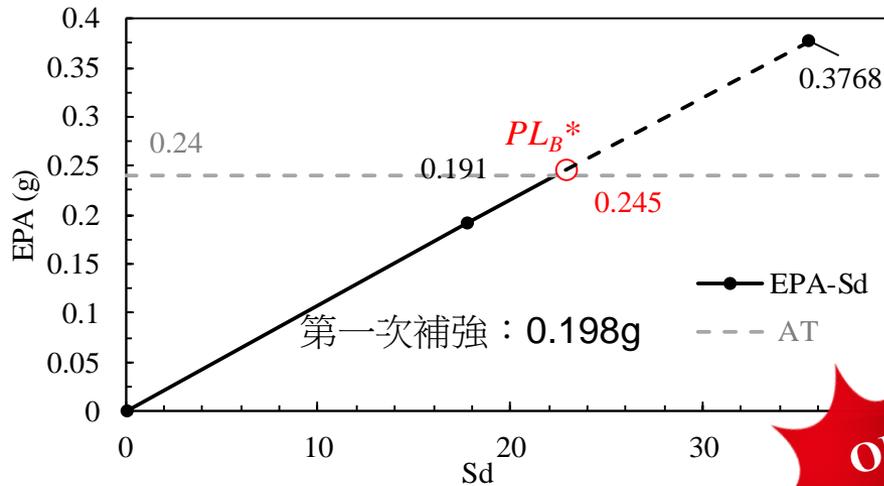
-X

EPA-Sd



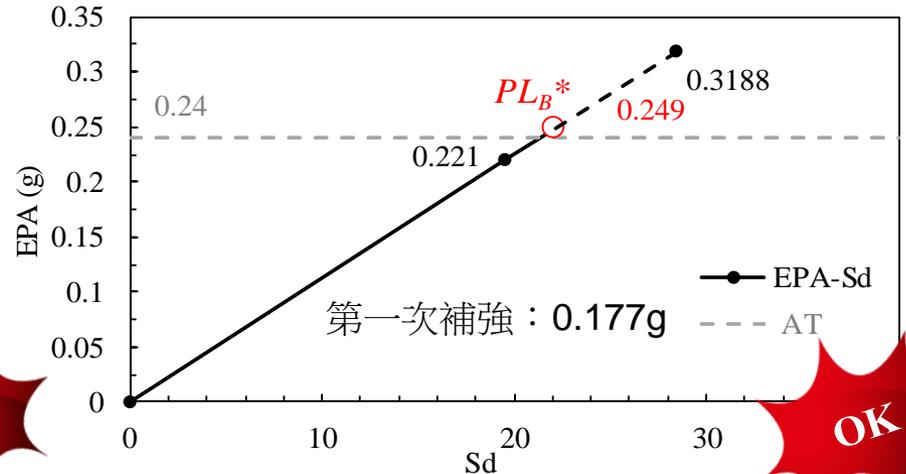
+Y

EPA-Sd



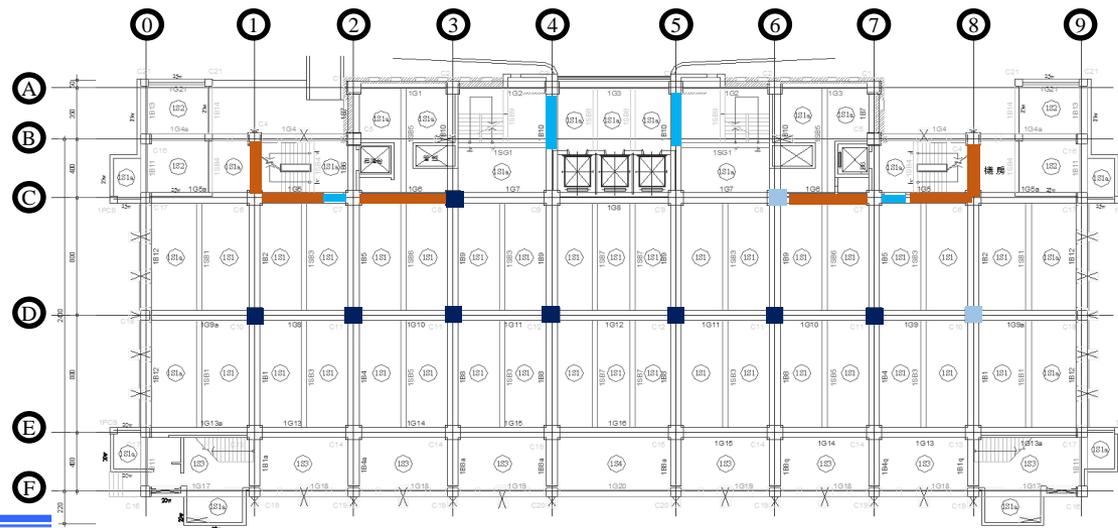
-Y

EPA-Sd



Summary

	現況	第一次	第二次
柱鋼板包覆		C/3、C/6、 D/1~D/8	C/3、C/6、D/1、 D/8、D/3~D/6
RC牆加厚			B~C/1、C/1~2、 C/2~3、C/6~7、 C/7~8、B~C/8
檢核	N.G.	N.G.	O.K.
破壞處	短梁破壞	RC牆破壞	部分梁柱破壞



- 柱鋼板包覆 (1~9F)
- 柱鋼板包覆 (1~8F)
- 梁補強 (2F~9F)
- 原有RC牆加厚至30cm (1~8F)

案例二

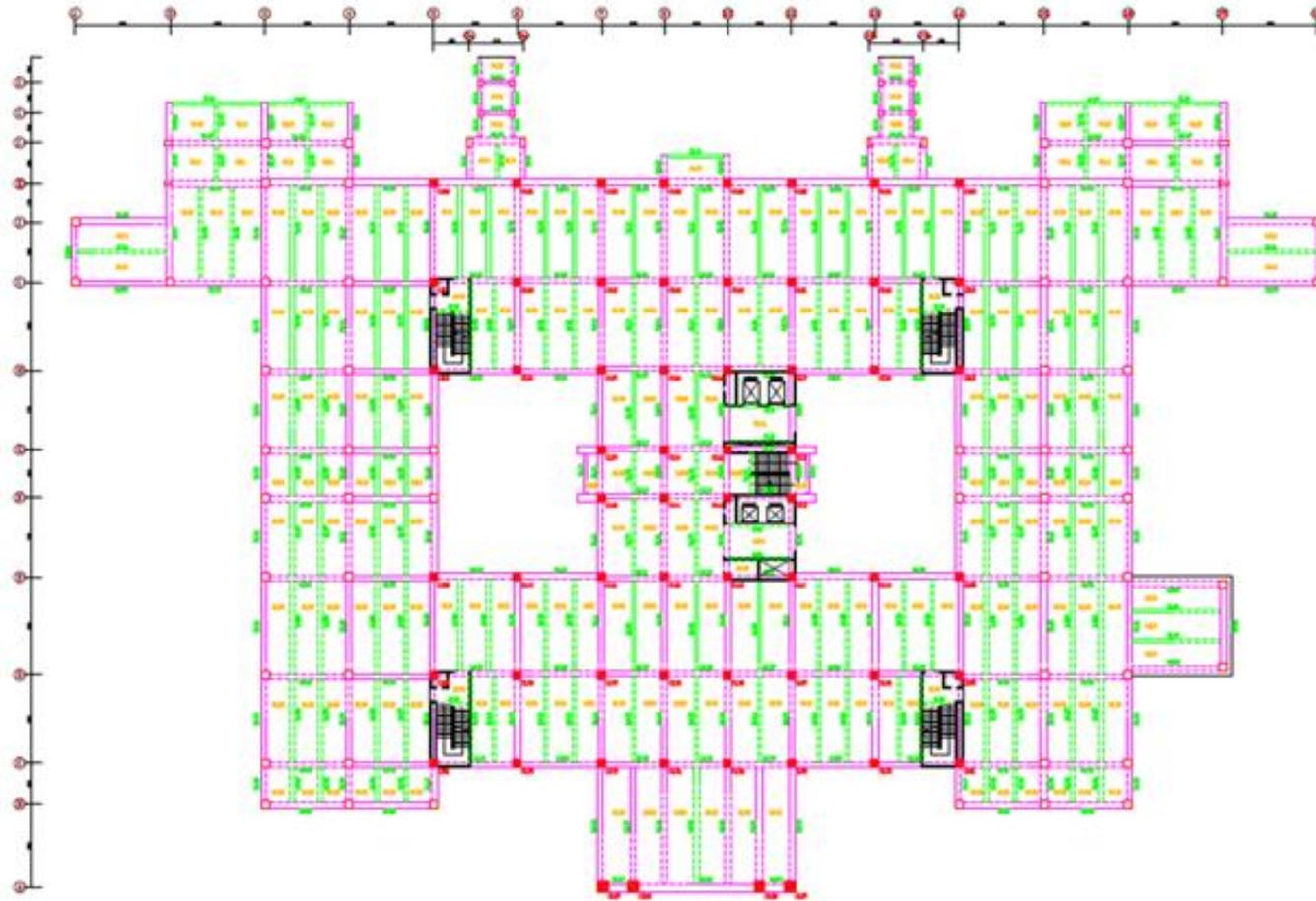
醫療院所結構耐震詳細評估與補強 之實際案例分析與探討

標的物簡介

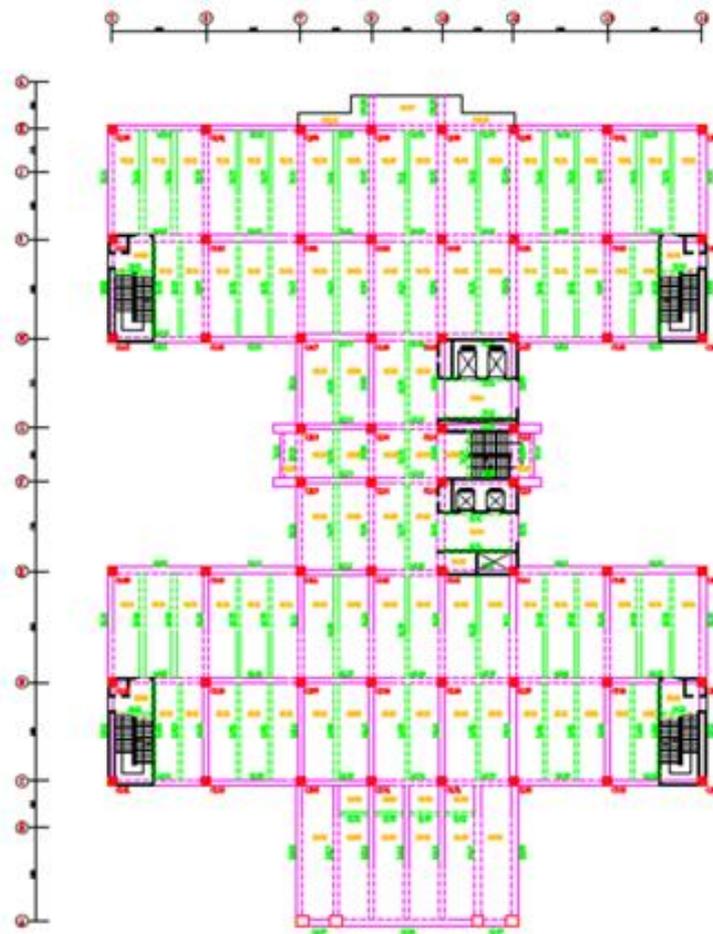
- 地上四層
- 鋼筋混凝土造建築物
- 標的物於民國86年完工使用
- 總樓地板面積約12,614 m²

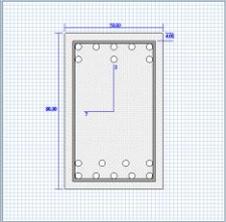


二樓平面圖



三樓平面圖





梁柱配筋圖

柱配筋示意圖					
柱尺寸	75x75	75x75	75x75	85x40	40x85
柱配筋	25-#10	15-#10	24-#10	26-#10	22-#10
柱箍筋	#4@12	#4@20	#4@10	#4@115	#4@10
梁配筋示意圖					
梁尺寸	50x80	50x80	50x80	50x80	50x80
梁配筋	2-#10 3-#10	4-#10 2-#10 5-#10	6-#10 3-#10 3-#10	5-#10 5-#10 5-#10	5-#10 3-#10 4-#10 5-#10
梁箍筋	#4@25	#4@12	#4@12	#4@10	#4@8

標的物結構尺寸



構造種類	鋼筋混凝土造
地上層數	4層
平面配置	近似矩形
X向尺度	118.75m (柱心)
Y向尺度	76.4m (柱心)
總樓高	17.7m
層高	4F~3F: H=4.1m 2F : H=5.0m 1F : H=4.5m

標的物結構尺寸

方 向	X 向	Y 向
標準跨度	9.0m、8.0m、6.0m	12.0m、4.0m、8.5m、 9.5m、7.7m、4.6m、 5.8m
最大跨度	9.0m	12.0m
大梁主要尺寸	50×80cm、50×110cm、 60×120cm	50×80cm
柱尺寸	75×75cm、100×100cm、70×70cm、40×80cm、 80×40cm	
樓版厚度	15cm	
構造系統	鋼筋混凝土梁柱立體剛構架系統	
基礎型式	筏式基礎	

評估之使用參數

一、結構斷面尺寸與原設計圖說內容比對

- ✓ 評估時採用原設計圖之結構斷面尺寸

二、鋼筋配置檢測

- ✓ 評估時採用原設計圖之配筋

三、材料試驗

- ✓ 混凝土抗壓強度試驗

樓層	平均值 (kgf/cm ²)	原設計 (kgf/cm ²)	分析採用
1F	293	245	245
2F	323	245	245
3F	314	245	245
4F	277	245	245

原設計混凝土抗壓強度為 245kgf/cm^2 ，
當試體之試驗抗壓強度平均值大於原
設計值，分析時採用設計混凝土抗壓
強度為 245kgf/cm^2 。

評估之使用參數

四、中性化深度試驗

樓層	中性化平均深度(cm)
1F	0.95
2F	0.74
3F	0.36
4F	0.45

五、氯離子含量檢測

試體編號	氯離子含量(kg/m ³)	檢測結果
1F	0.0279	合格
2F	0.0441	合格
3F	0.0232	合格
4F	0.0302	合格

六、鋼筋強度

- ✓ #6~#10鋼筋採用 4200 kgf/cm^2
- ✓ #3~#5鋼筋採用 2800 kgf/cm^2

結構分析模擬條件

- (1).建物平面X及Y向RC牆以RC牆等值斜撐模擬，RC牆僅承受軸壓力之構材。
- (2).鋼筋混凝土梁柱接頭部分視為剛體。
- (3).採用剛性樓版分析。
- (4).垂直載重採用(靜載重DL+1/2活載重LL)。
- (5).側推分析時，先以DL+1/2LL加載得到之結構變形為初始，再以位移控制逐步施加側力，直到結構失去垂直承載能力而倒塌。
- (6).以建築物耐震設計規範規定之倒三角形豎向分配地震力進行側推分析。

樓層靜載重計算

樓層	層高m	面積m ²	樓層總重tf	靜載重tf/m ²
RF	4.10	1,949.5	2,556.5	1.311
4F	4.10	2,345.4	3,060.0	1.305
3F	5.00	2,540.2	3,452.0	1.359
2F	4.50	5,779.2	7,380.0	1.277

樓層設計活載重

樓層	用途	活載重 (kgf/m ²)
RFL	屋頂	300
4FL	研究室、宿舍	300
3FL	病房	300
2FL	辦公室	300

基地地盤分類

1. 標的物之 $S_{SD} = 0.80$, $S_{1D} = 0.45$ 。
2. 標的物工址屬一般工址第一類地盤 $F_a = 1.0$, $F_v = 1.0$ 。
3. 標的物工址距離某斷層約0.86 公里 , $r \leq 2.0$ km

$$N_A = 1.42 , N_v = 1.58$$

4. 工址短週期設計水平譜加速度係數及轉角週期

$$S_{DS} = F_a \times S_{SD} \times N_A = 1.0 \times 0.80 \times 1.42 = 1.136 \text{ 。$$

$$S_{D1} = F_v \times S_{1D} = 1.0 \times 0.45 \times 1.58 = 0.711 \text{ 。$$

$$T_{0D} = S_{D1} / S_{DS} = 0.626 \text{ 。$$

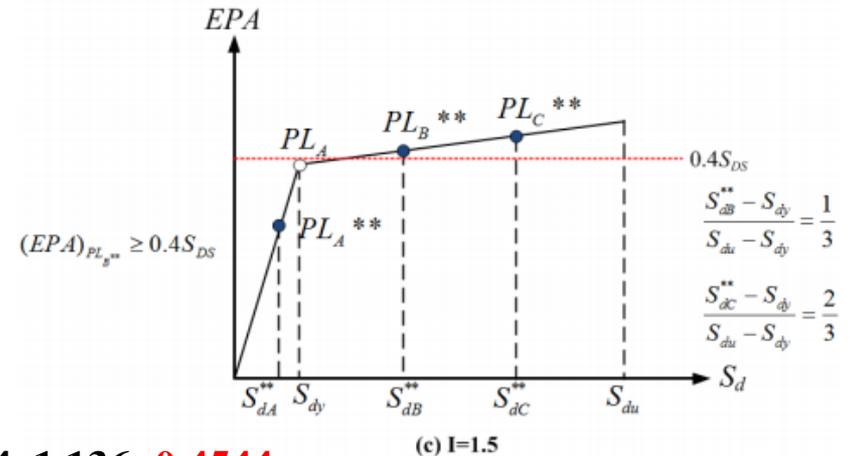
耐震性能標準

- 依據民國100年7月「建築物耐震設計規範及解說」
- 標的物屬一般工址，第一類地盤， $S_{DS}=1.136$
- 本案標的物依「建築物耐震設計規範及解說」規定，屬第三類建築物，用途係數 $I=1.5$ 。

耐震性能檢核

依據SERC B技術通報第010期檢核標準，既有建築物之耐震能力應達475年回歸期地震之性能水準，故用途係數 $I=1.5$ 建築物性能狀態 PL_B^{**} 所對應之有效地表加速度(EPA)。

用途係數	475年回歸期地震需求
$I = 1.5$	$0.4S_{DS}$

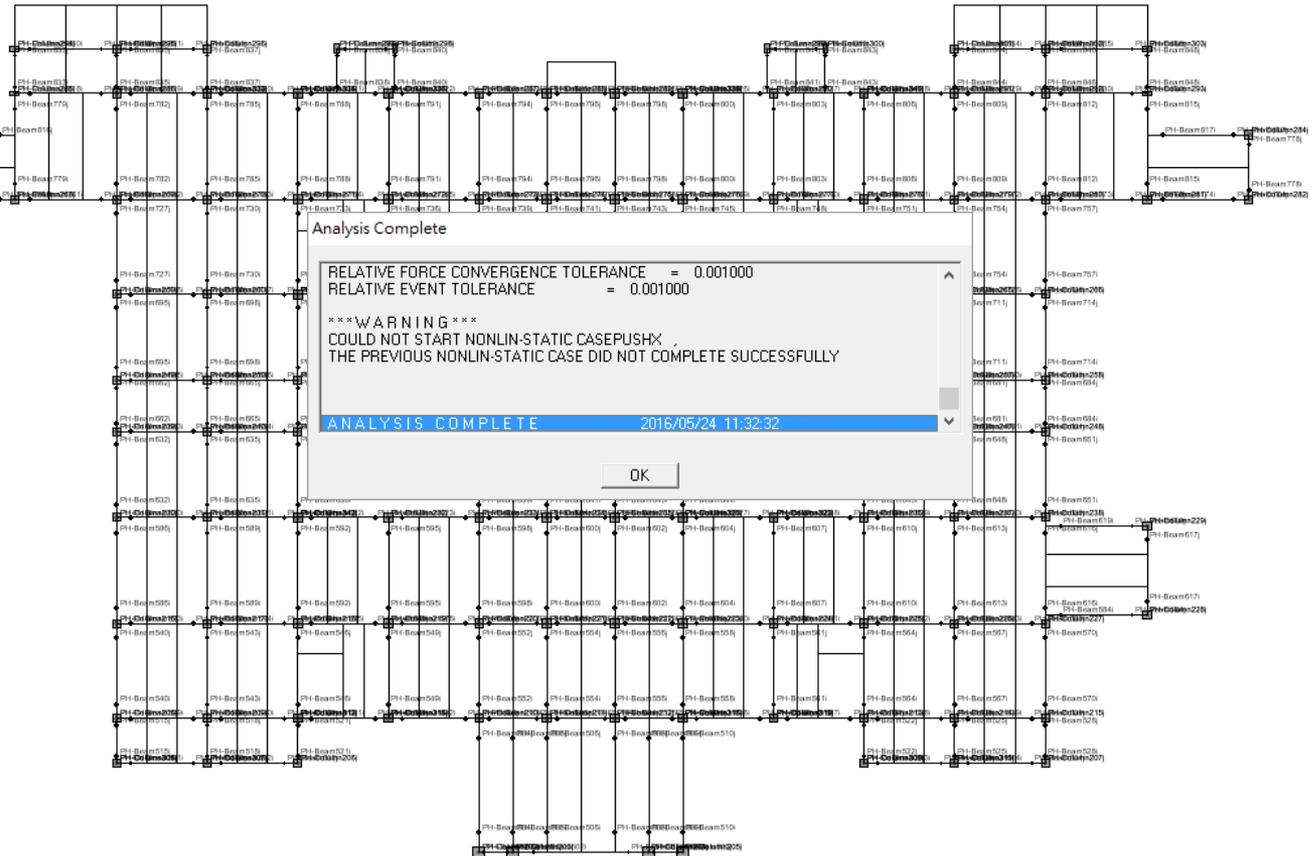


- 本案475年回歸期地震有效最大加速度(EPA)為 $0.4 \times 1.136 = \underline{0.4544g}$ 。

分析問題

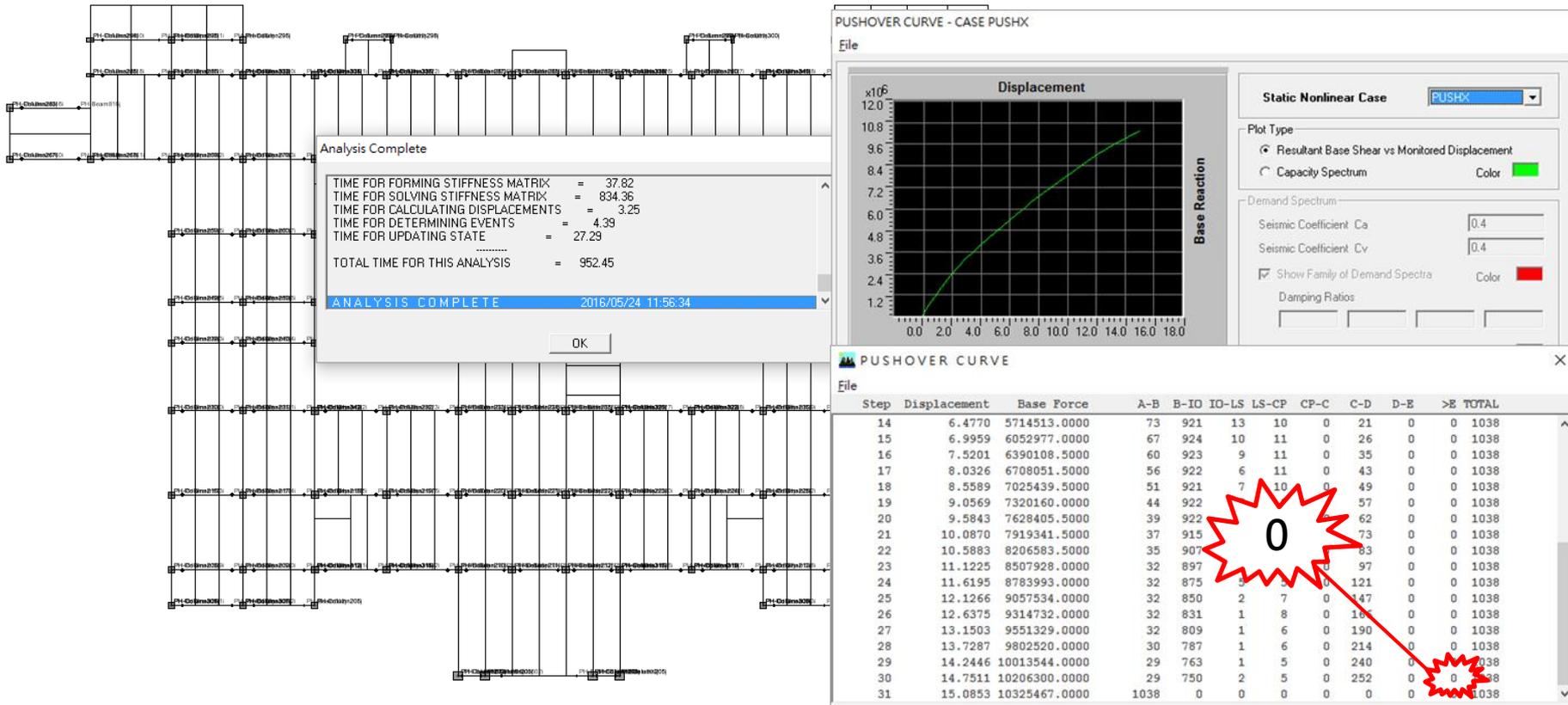
- 無法順利進行側推分析。

共1740
個塑鉸



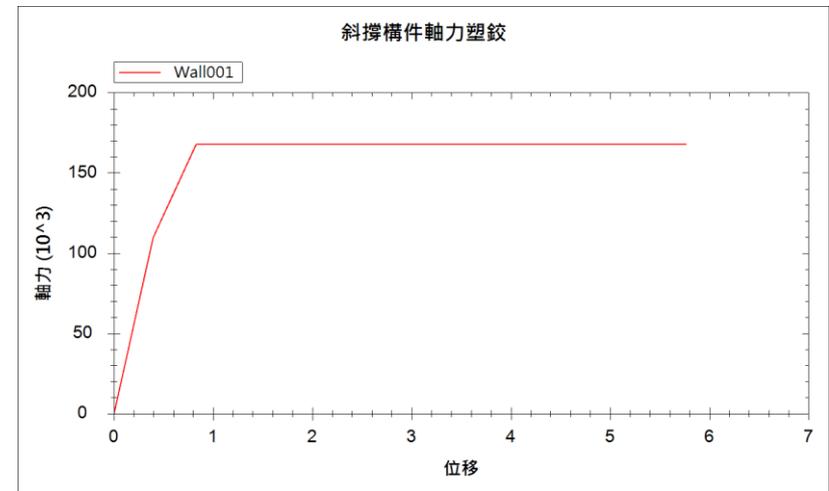
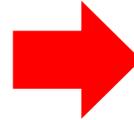
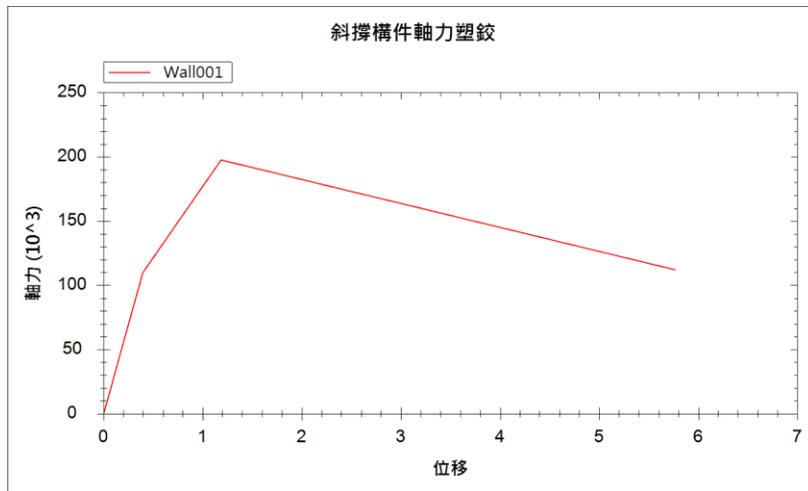
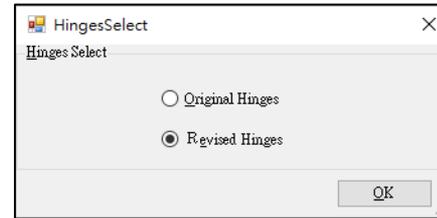
分析問題

- 進行X向側推分析時，將Y向塑鉸拿掉，可進行側推分析，但無法將模型分析至塑鉸破壞。



分析問題

- 將牆塑鉸以修正塑鉸進行分析



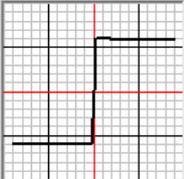
分析問題

- 將部分負勁度之梁塑鉸以修正塑鉸進行分析。

Frame Hinge Property Data for PH-Beam009i - M3

Edit

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-45.16	-1143.52
D-	-45.76	-235.72
C-	-45.88	-30.67
B-	-1	0.
A	0.	0.
B	1.	0.
C	45.88	30.67
D	45.76	235.72
E	45.16	1143.52



Hinge is Rigid Plastic
 Symmetric

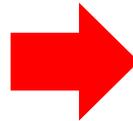
Scaling for Moment and Rotation

<input type="checkbox"/> Use Yield Moment	Moment SF	171372.166	Positive	Negative
<input type="checkbox"/> Use Yield Rotation	Rotation SF	1.000E-04	Positive	Negative

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

Immediate Occupancy	30.67	Positive	Negative
Life Safety	235.72	Positive	Negative
Collapse Prevention	1143.52	Positive	Negative

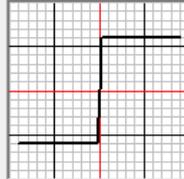
OK
Cancel



Frame Hinge Property Data for PH-Beam009i - M3

Edit

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-45.16	-1143.52
D-	-45.16	-236.32
C-	-45.16	-31.39
B-	-1	0.
A	0.	0.
B	1.	0.
C	45.16	31.39
D	45.16	236.32
E	45.16	1143.52



Hinge is Rigid Plastic
 Symmetric

Scaling for Moment and Rotation

<input type="checkbox"/> Use Yield Moment	Moment SF	171372.166	Positive	Negative
<input type="checkbox"/> Use Yield Rotation	Rotation SF	1.000E-04	Positive	Negative

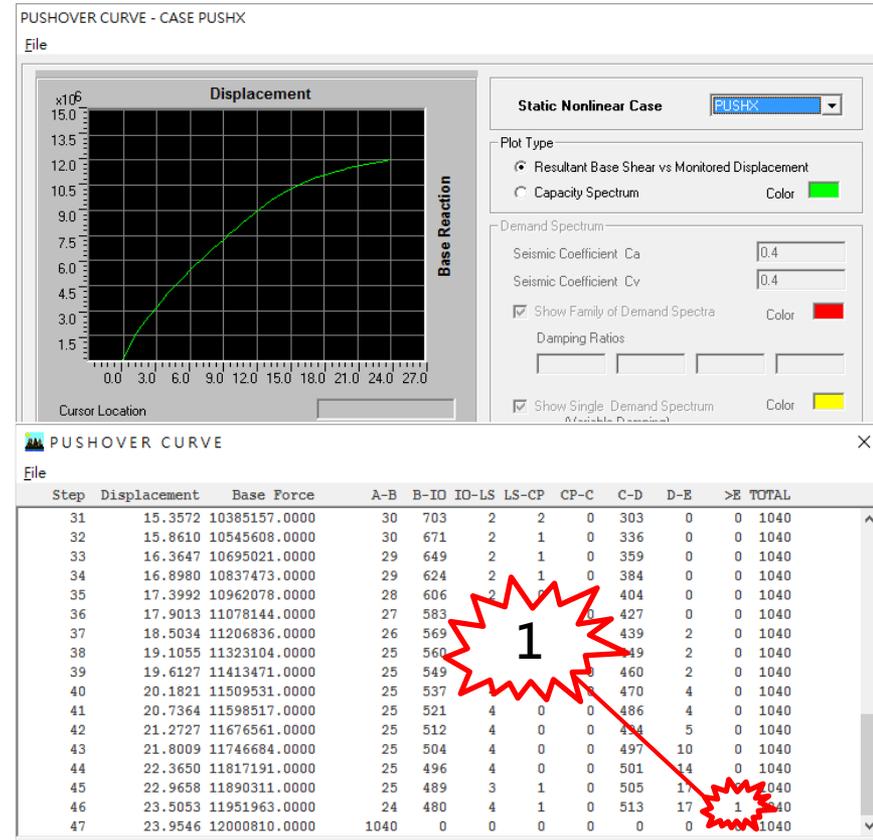
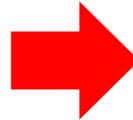
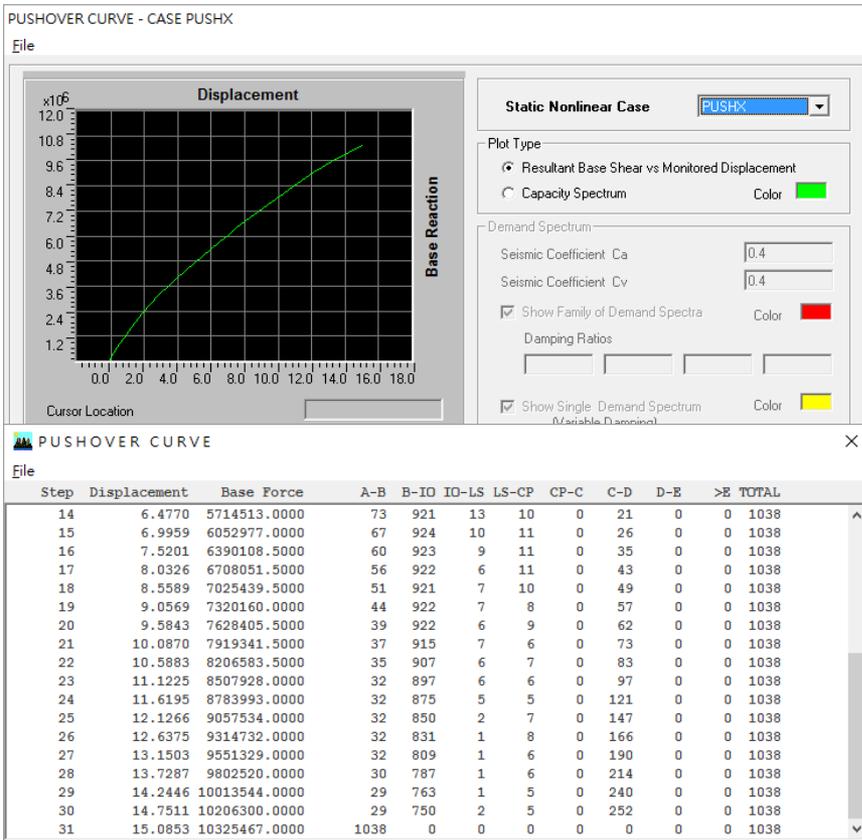
Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

Immediate Occupancy	31.39	Positive	Negative
Life Safety	236.32	Positive	Negative
Collapse Prevention	1143.52	Positive	Negative

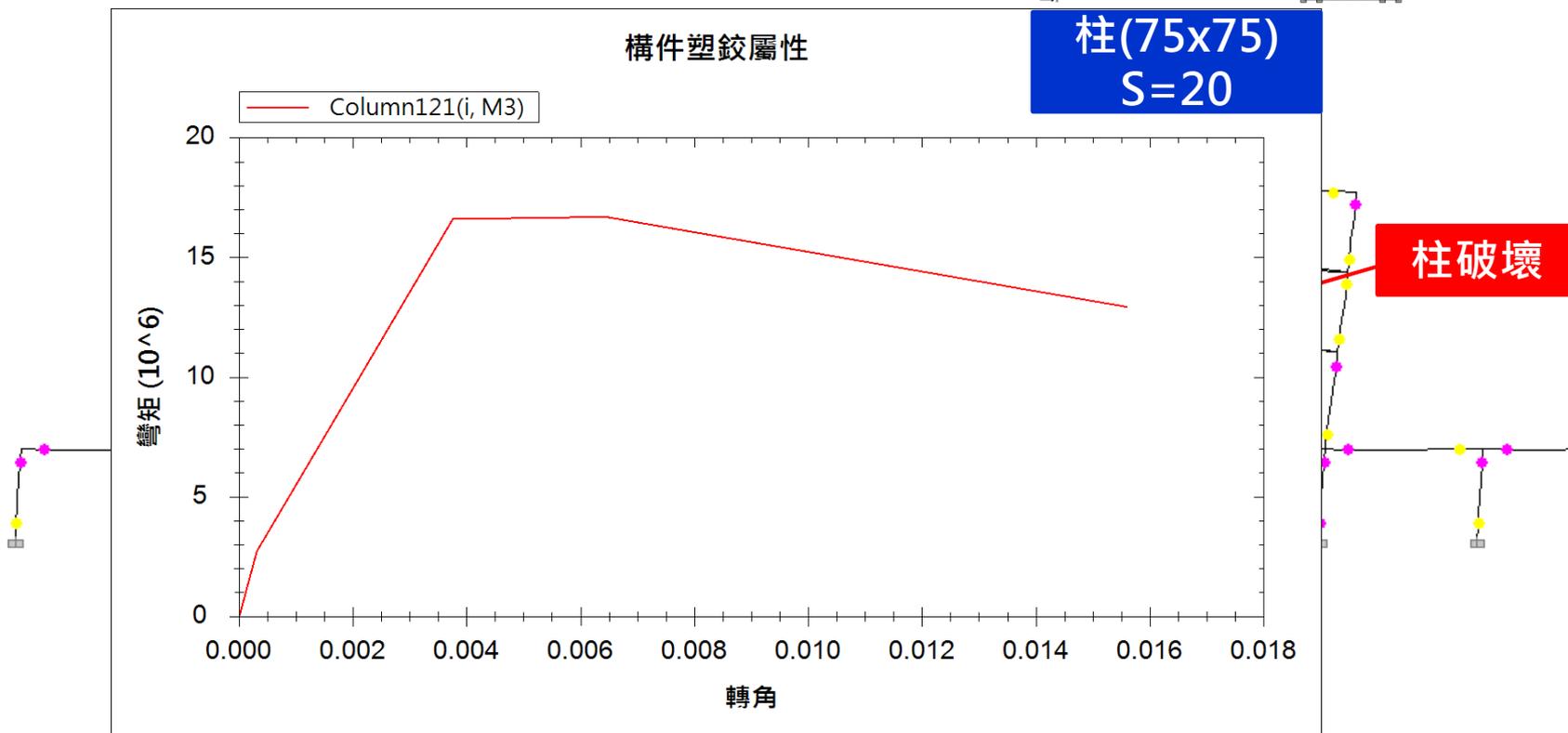
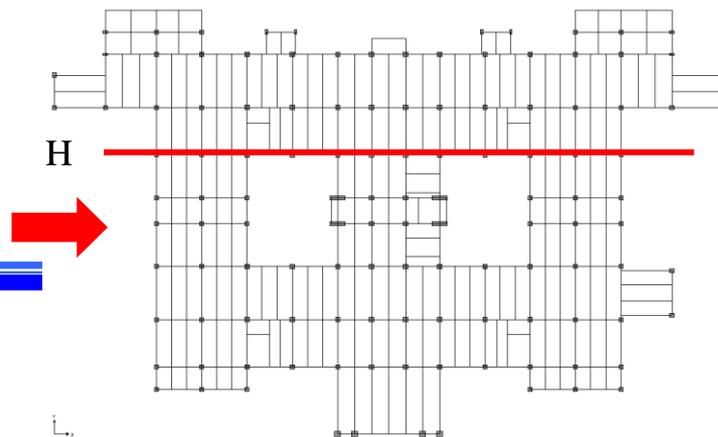
OK
Cancel

分析問題

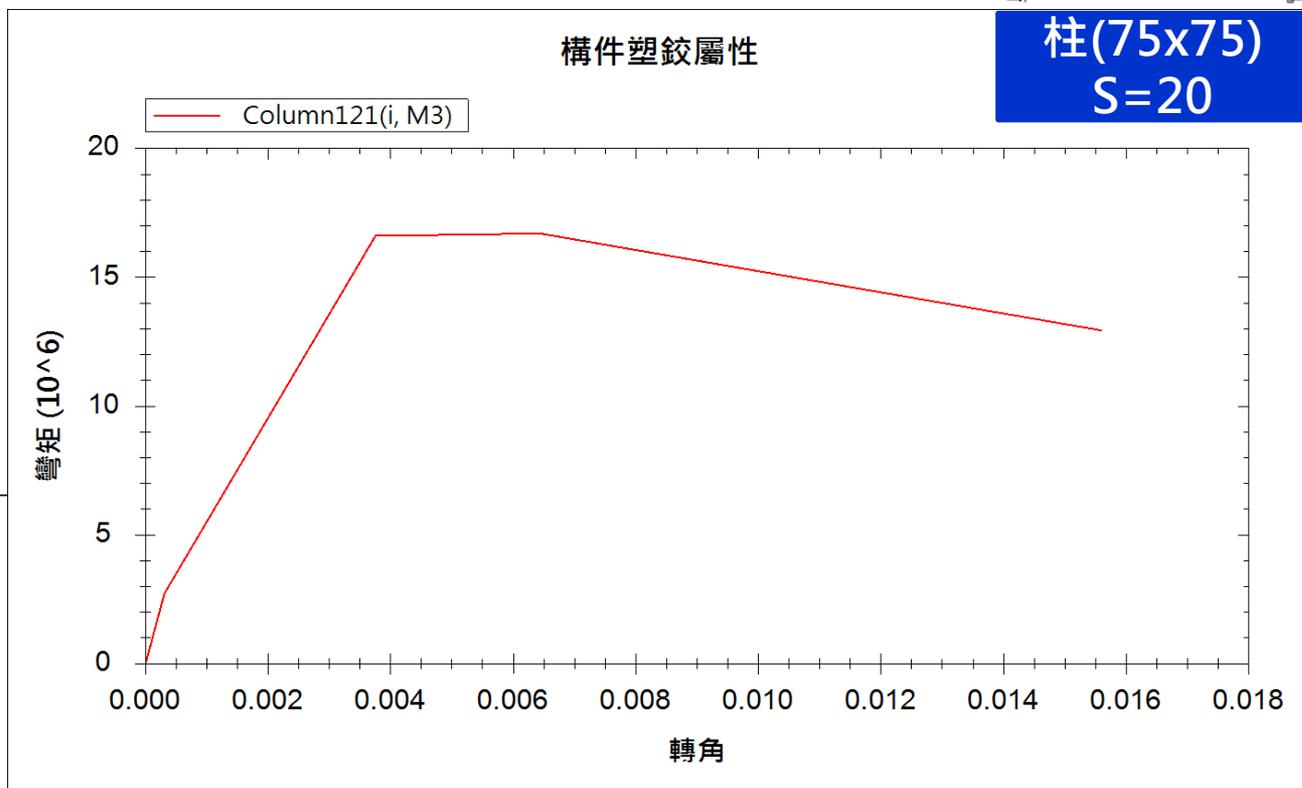
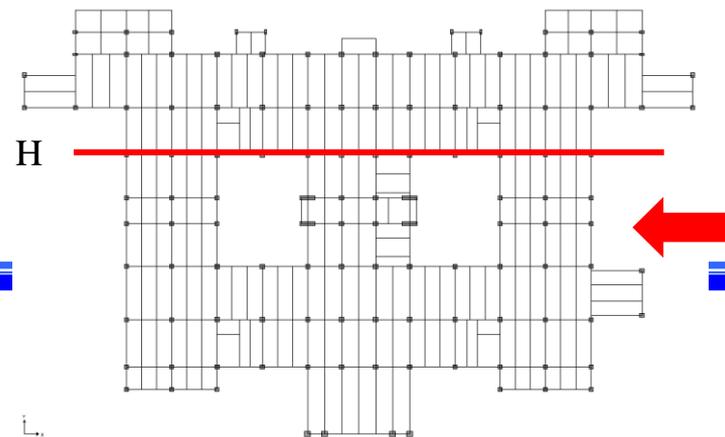
- 牆塑鉸拉平與梁塑鉸修正後進行側推分析，可將模型分析至塑鉸破壞。



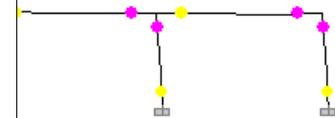
現況+X 塑鉸分布圖



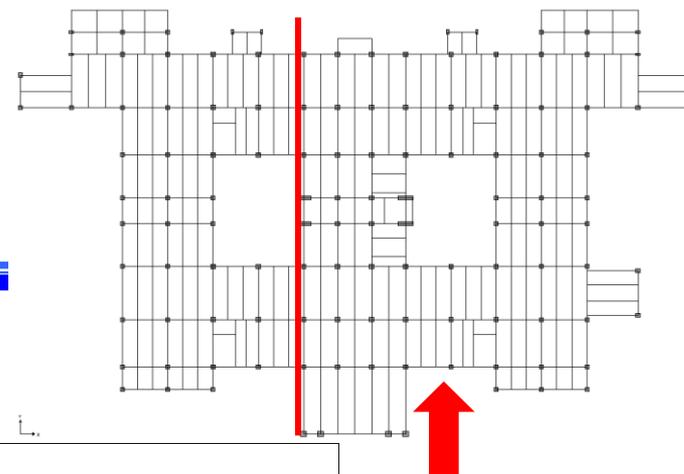
現況-X 塑鉸分布圖



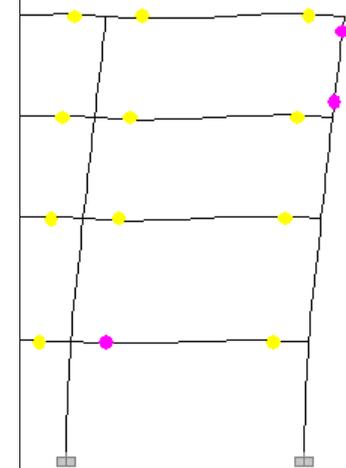
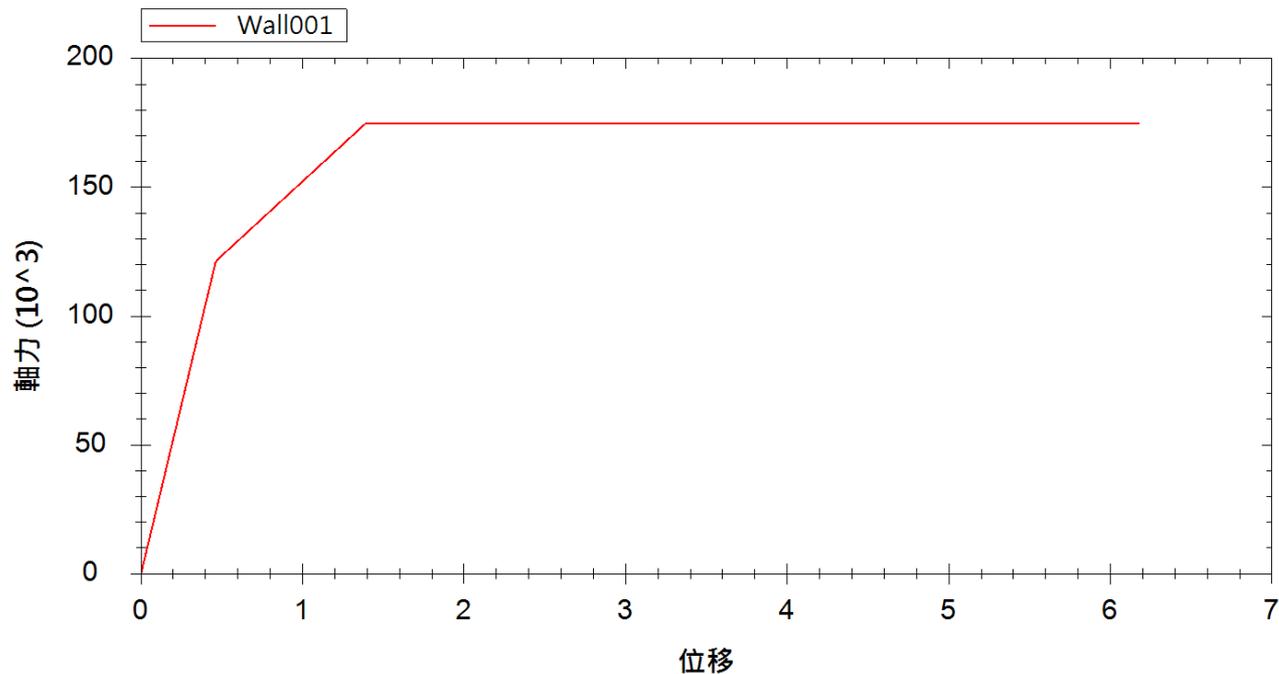
柱破壞



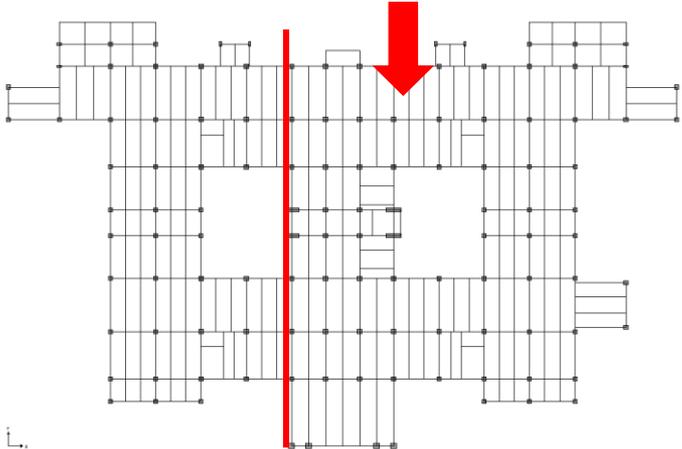
現況+Y 塑鉸分布圖



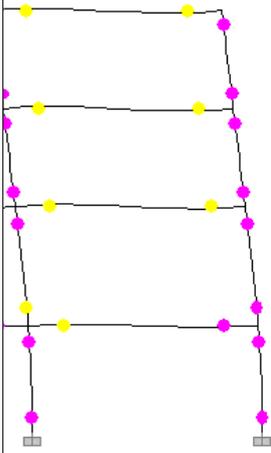
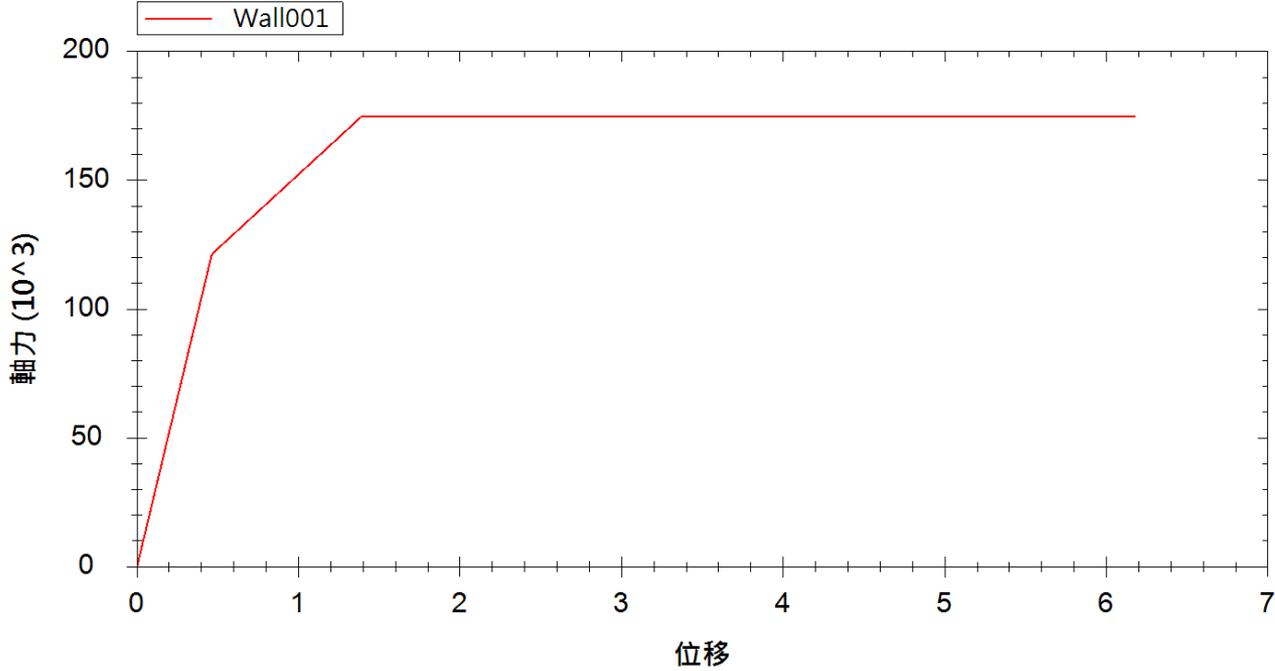
斜撐構件軸力塑鉸



現況-Y 塑鉸分布圖



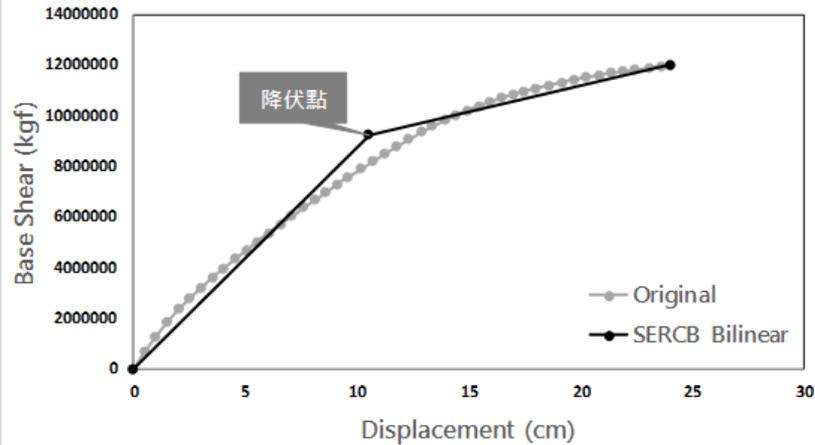
斜撐構件軸力塑鉸



現況容量曲線

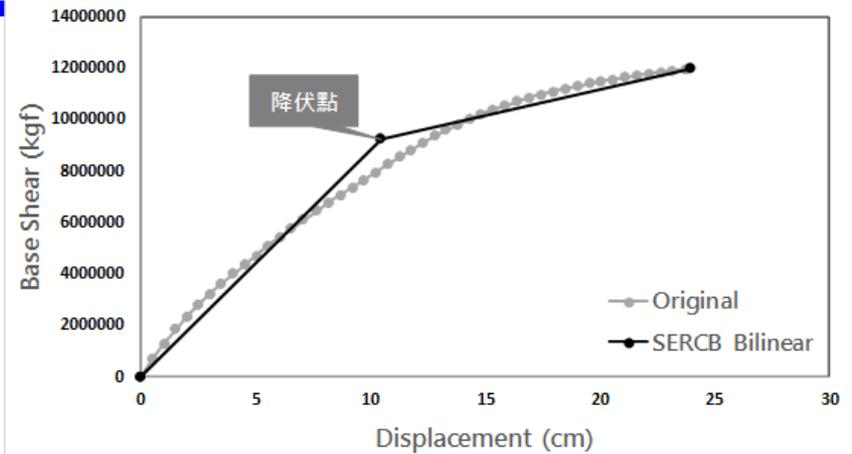
+X

側力-位移



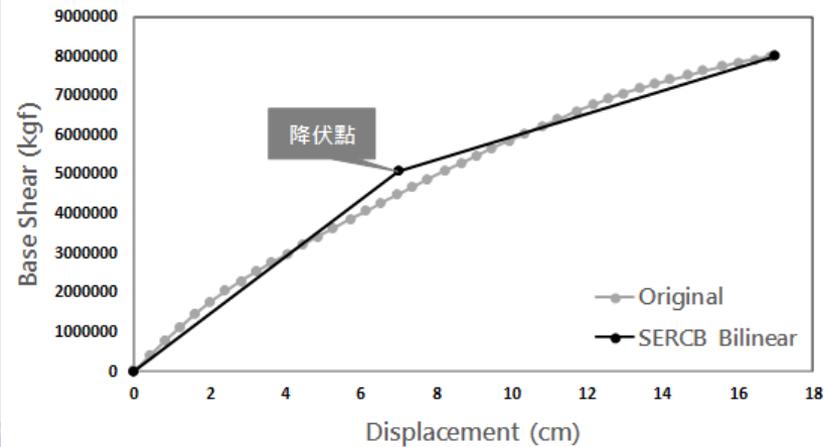
-X

側力-位移



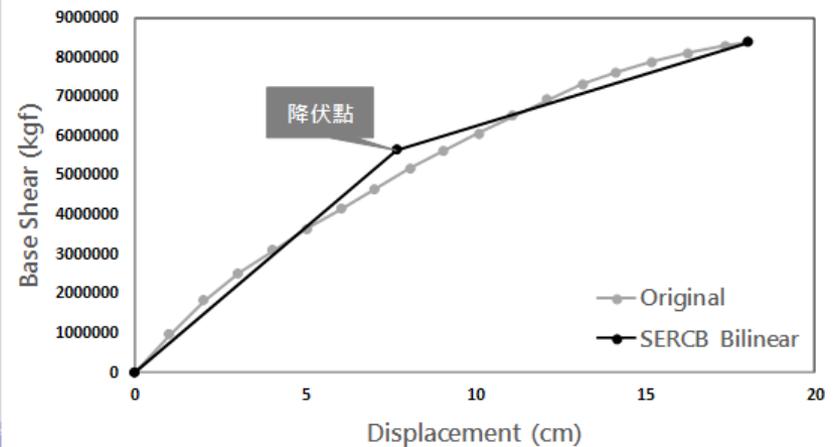
+Y

側力-位移



-Y

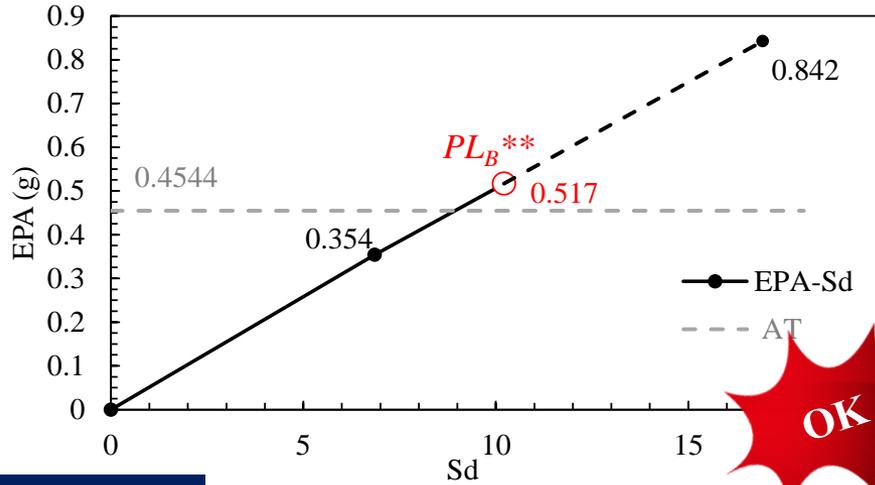
側力-位移



現況耐震評估

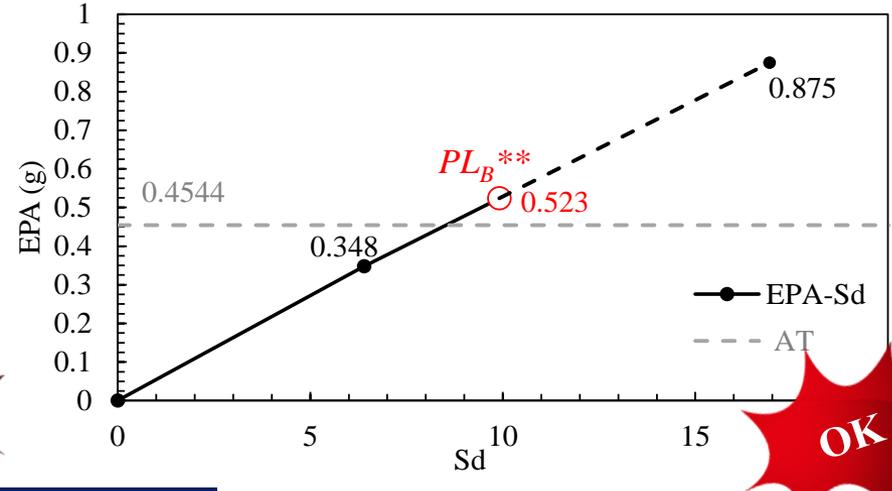
+X

EPA-Sd



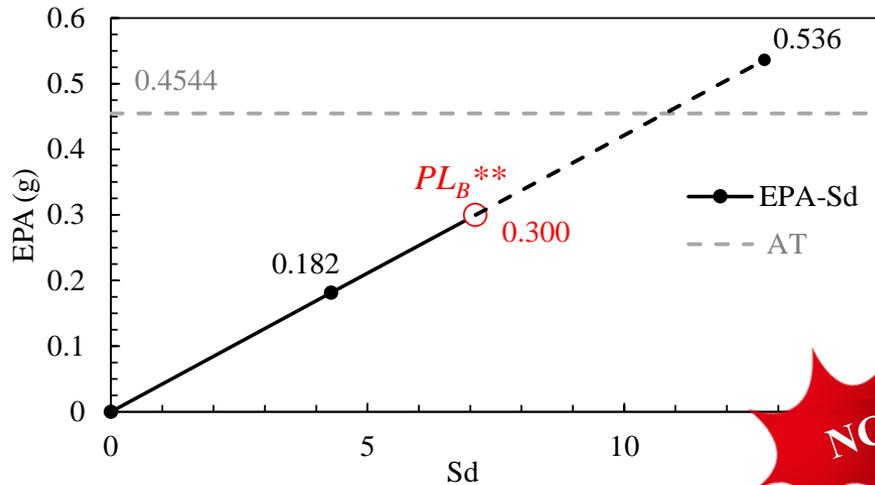
-X

EPA-Sd



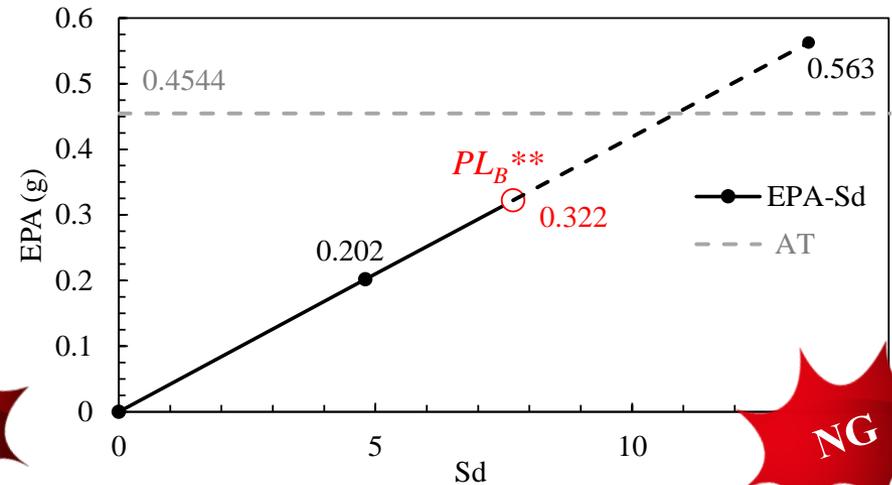
+Y

EPA-Sd



-Y

EPA-Sd



現況耐震評估

標的物現況之耐震能力未符合地震需求，因與性能目標需求相差甚遠，且破壞機制為牆體破壞，導致強度不足，故增設鋼框+BRB 100 tonf以提升整體強度。

補強方案(第一次)

於一樓及二樓增設鋼框+BRB

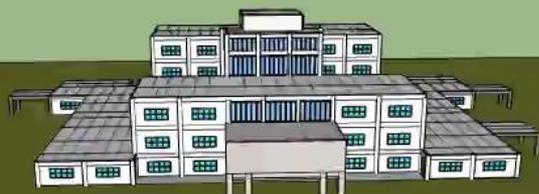
100 tonf以提升整體強度。

補強位置於柱線5/E~F、

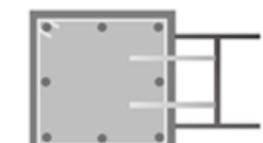
5/G~H、7/E~F、12/E~F、

12/G~H、14/E~F、

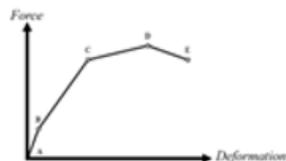
14/G~H。



鋼框加BRB之模擬



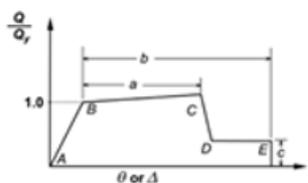
複合斷面



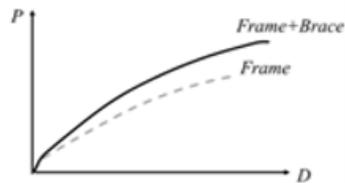
複合斷面塑性鉸



斜撐
(鋼框考慮於複合斷面)



斜撐塑性鉸

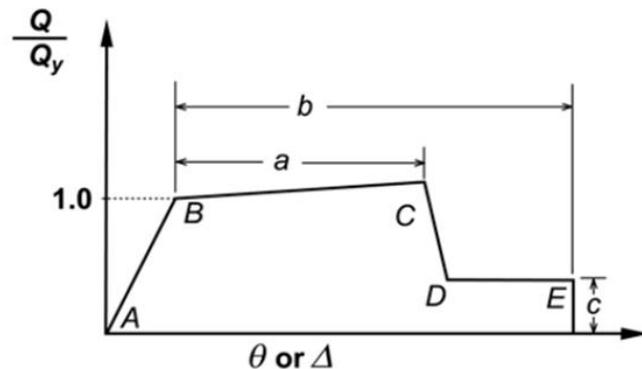


補強方法示意圖

Component/ Action	Modeling Parameters			Acceptance Criteria		
	Plastic Deformation		Residual Strength Ratio	Plastic Deformation		
	a	b		IO	LS	CP
Buckling-Restrained Braces ^{6,7,8}	13.3Δy	13.3Δy	1.0	3.0Δy	10Δy	13.3Δy

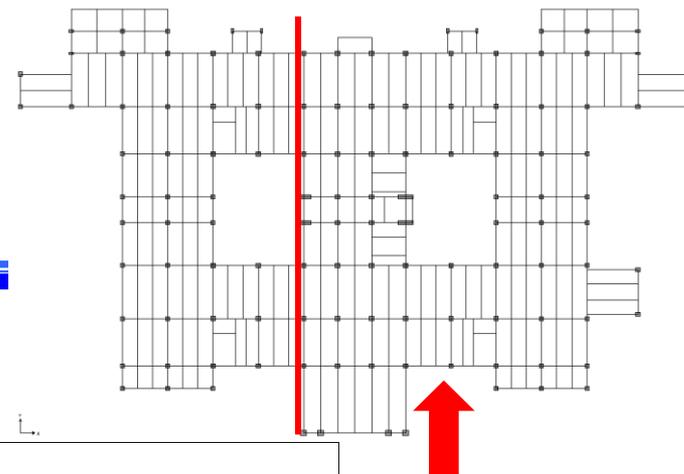
本分析採用

a	b	c
4.43Δy	4.43Δy	1

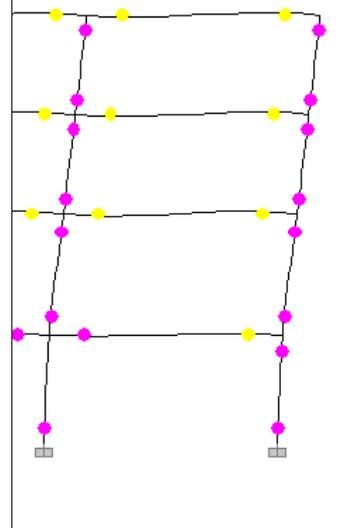
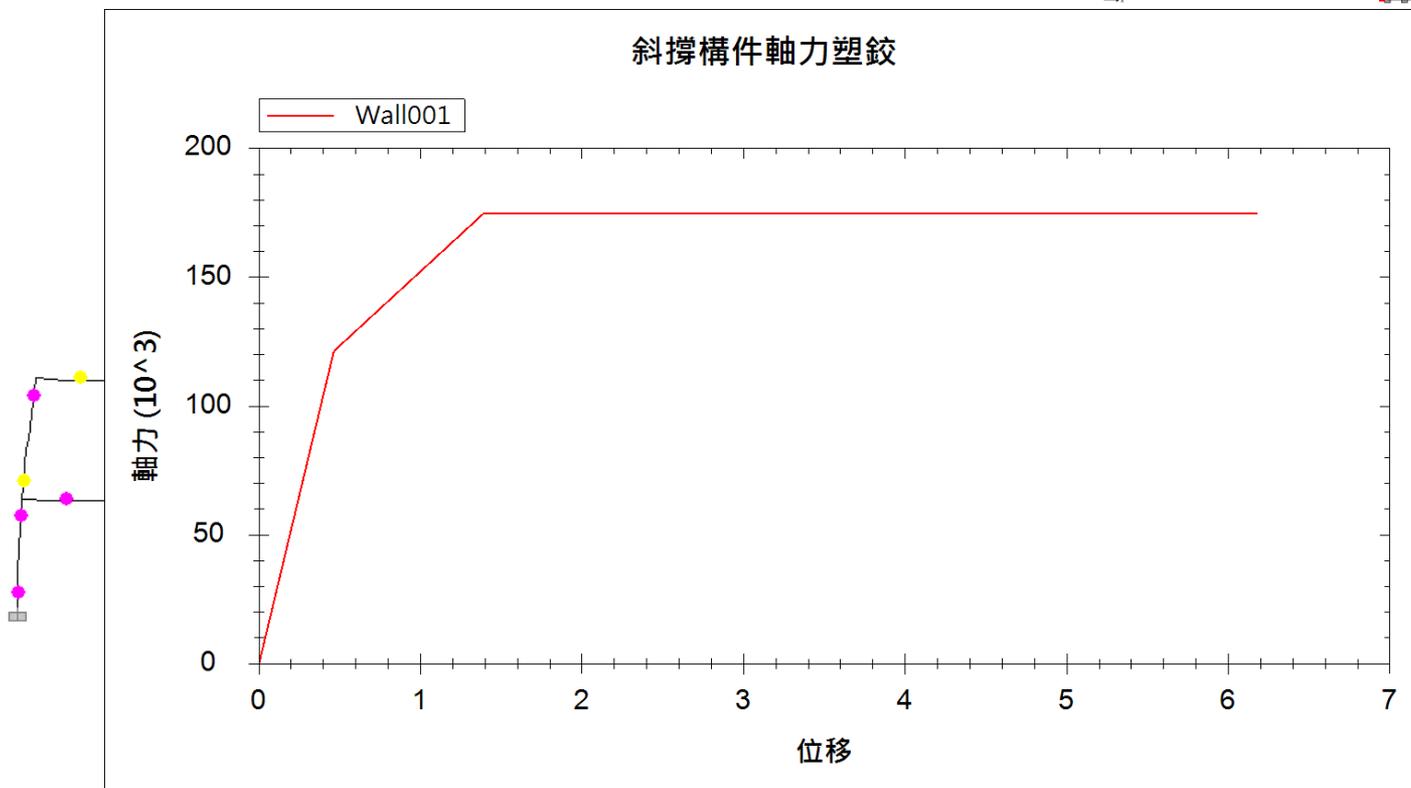


構件塑鉸設定

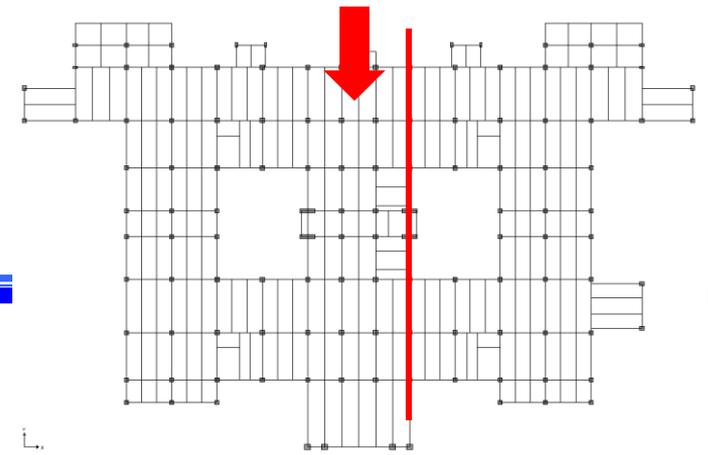
第一次補強+Y 塑鉸分布圖



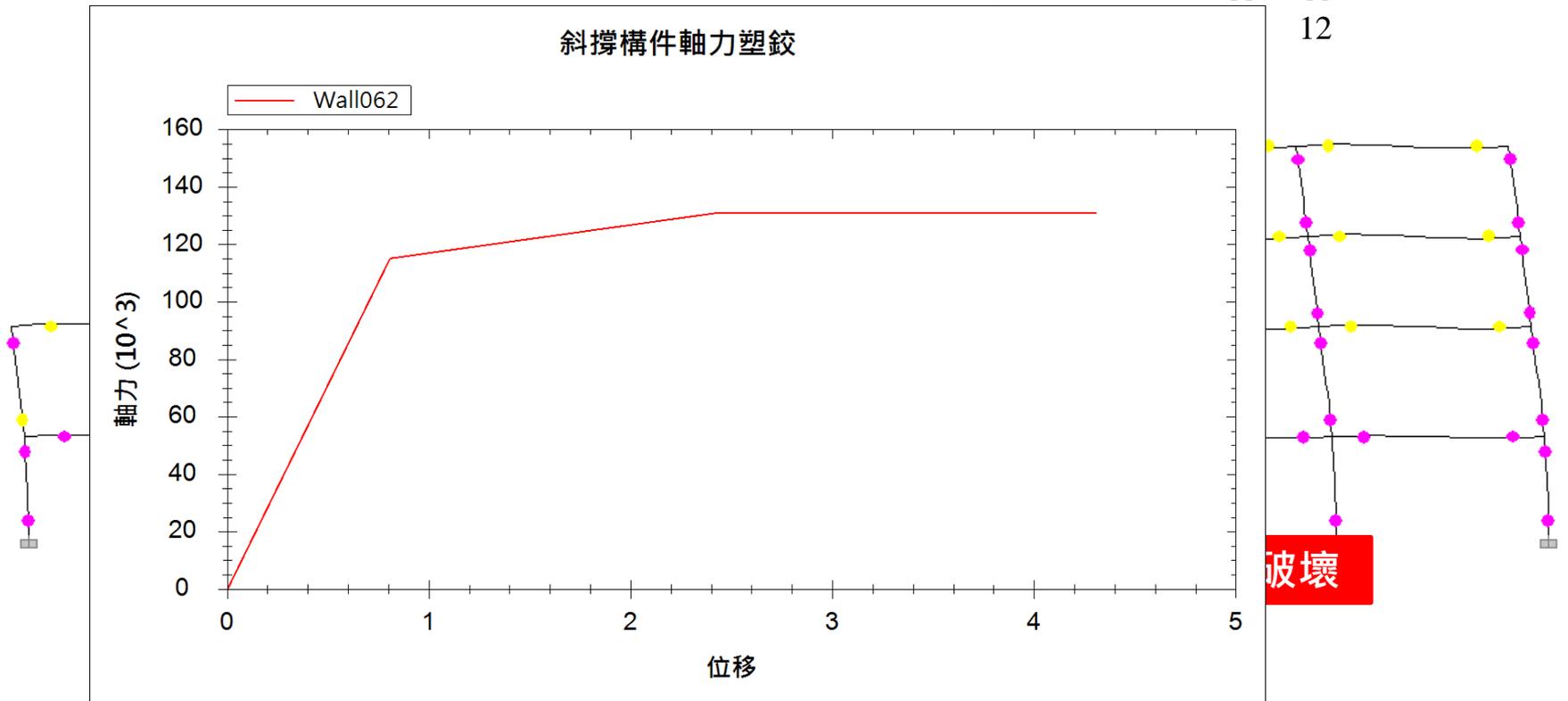
斜撐構件軸力塑鉸



第一次補強-Y 塑鉸分布圖



斜撐構件軸力塑鉸

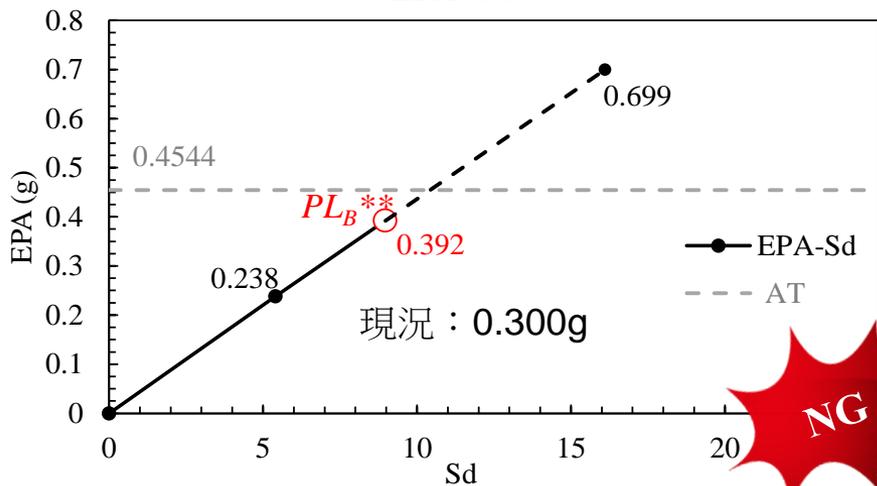


破壞

第一次補強耐震評估

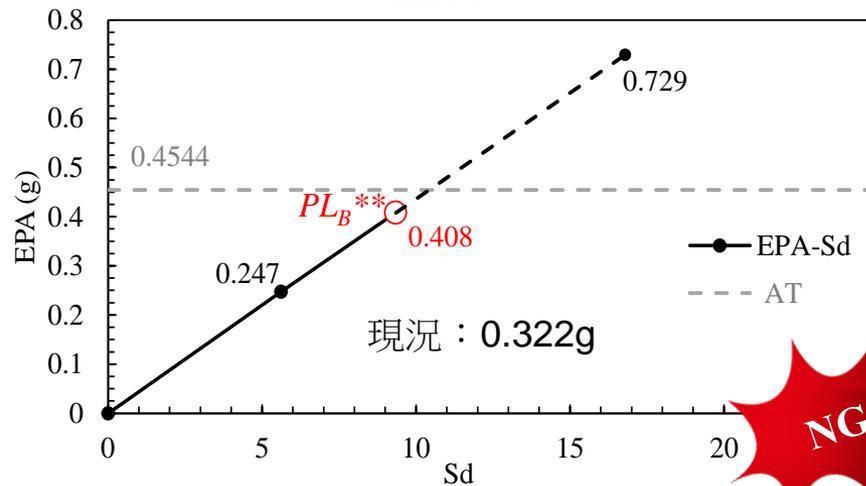
+Y

EPA-Sd



-Y

EPA-Sd

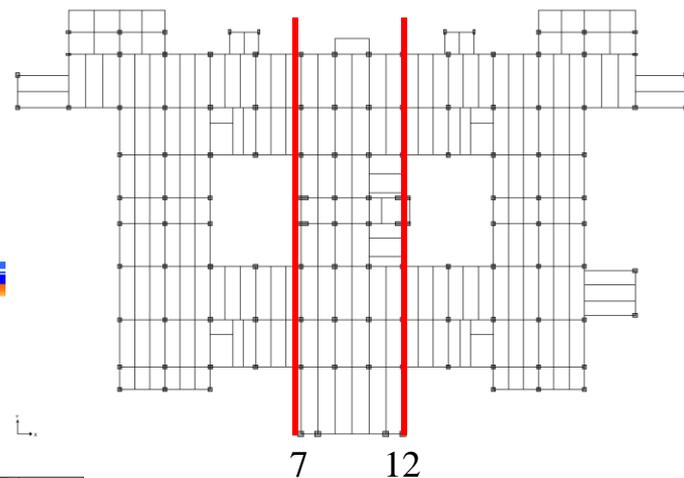


NG

第一次補強耐震評估

標的物採用鋼框加BRB進行補強後，耐震能力依然無法滿足地震需求。因補強後之耐震性能與性能目標需求相差甚近，故於破壞之牆體施做切割縫，以提升耐震能力。

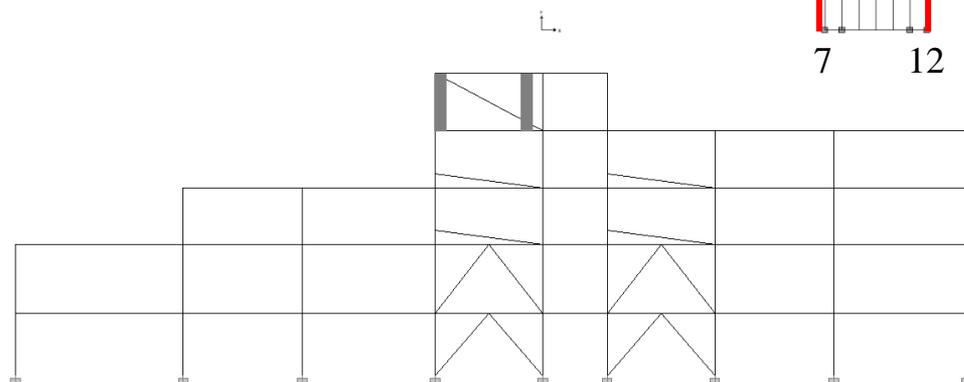
補強方案(第二次)



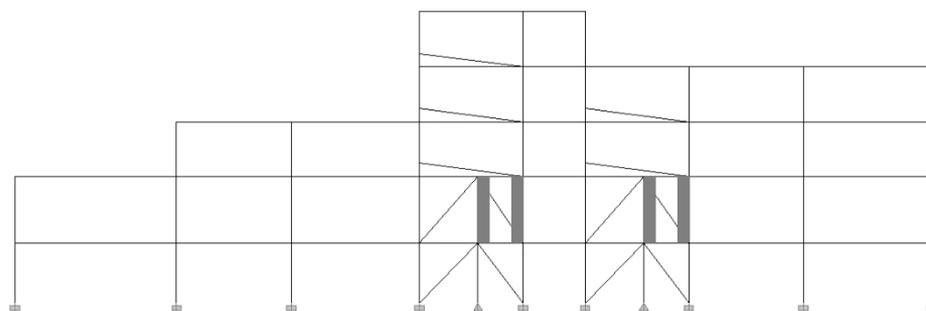
於破壞之剪力牆施做切割縫。

補強位置於柱線

7/E~F(RF)、12/E~F(2F)
、12/G~H(2F)。



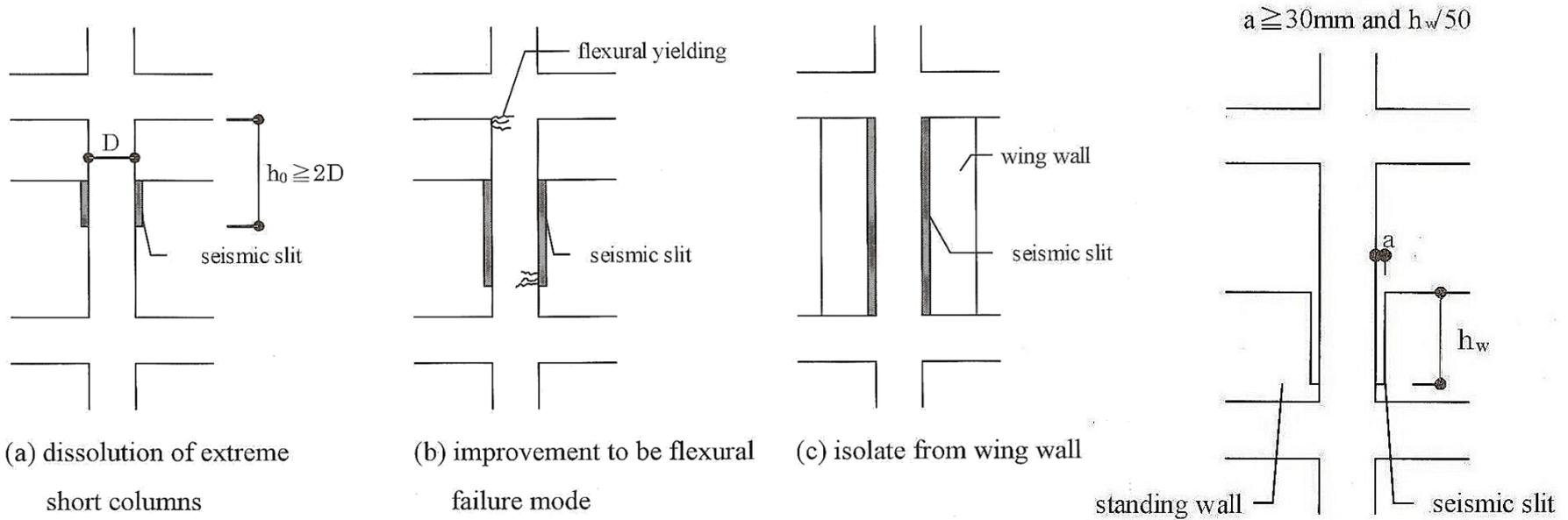
Frame 7



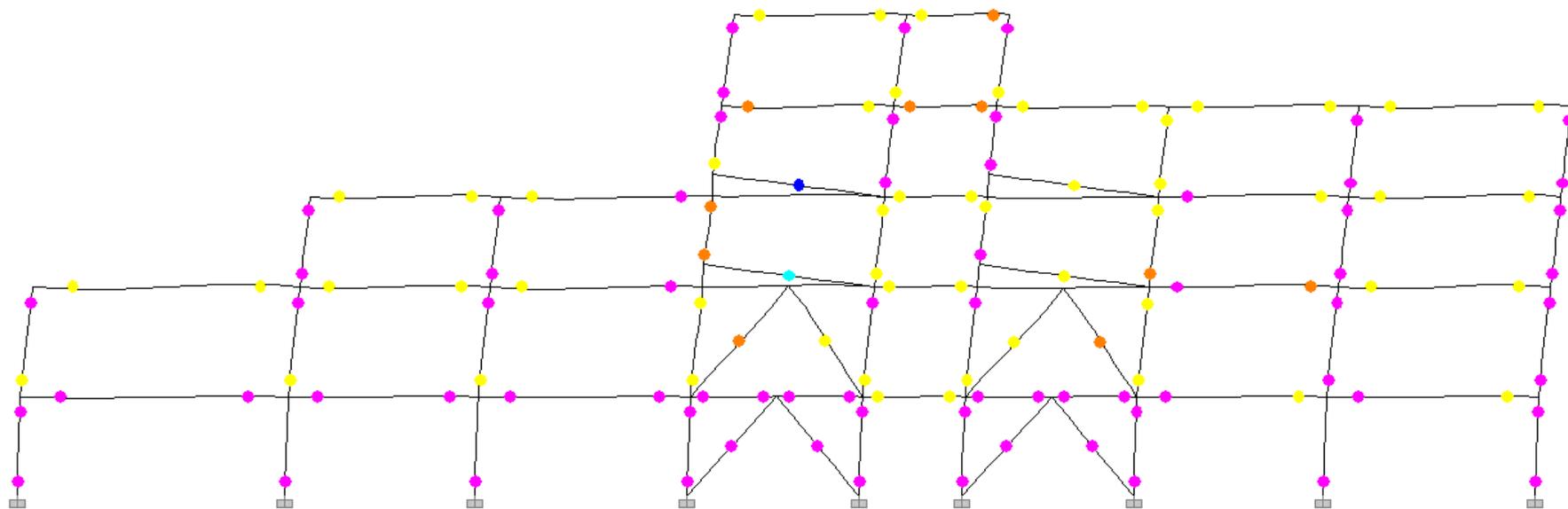
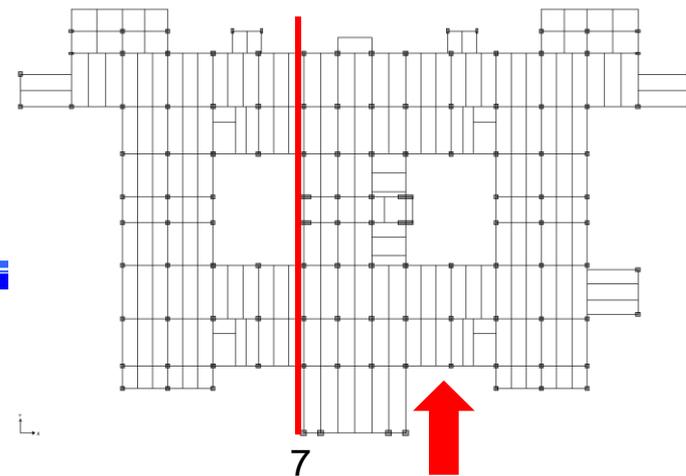
Frame 12

— 施做切割縫

改善結構系統之平衡-耐震切縫

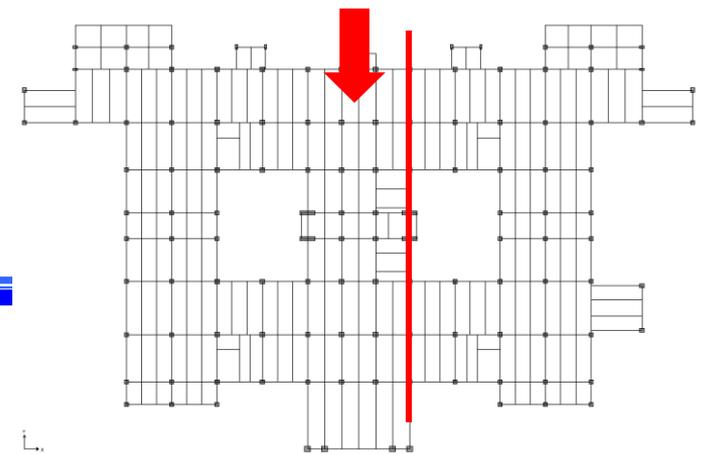


第二次補強+Y 塑鉸分布圖



Frame 7

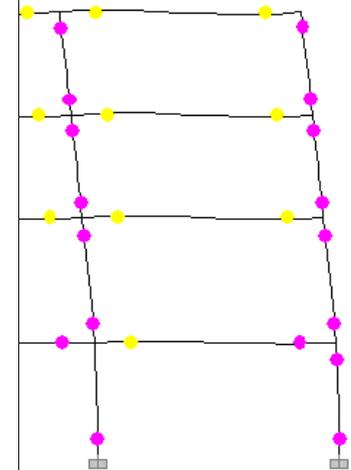
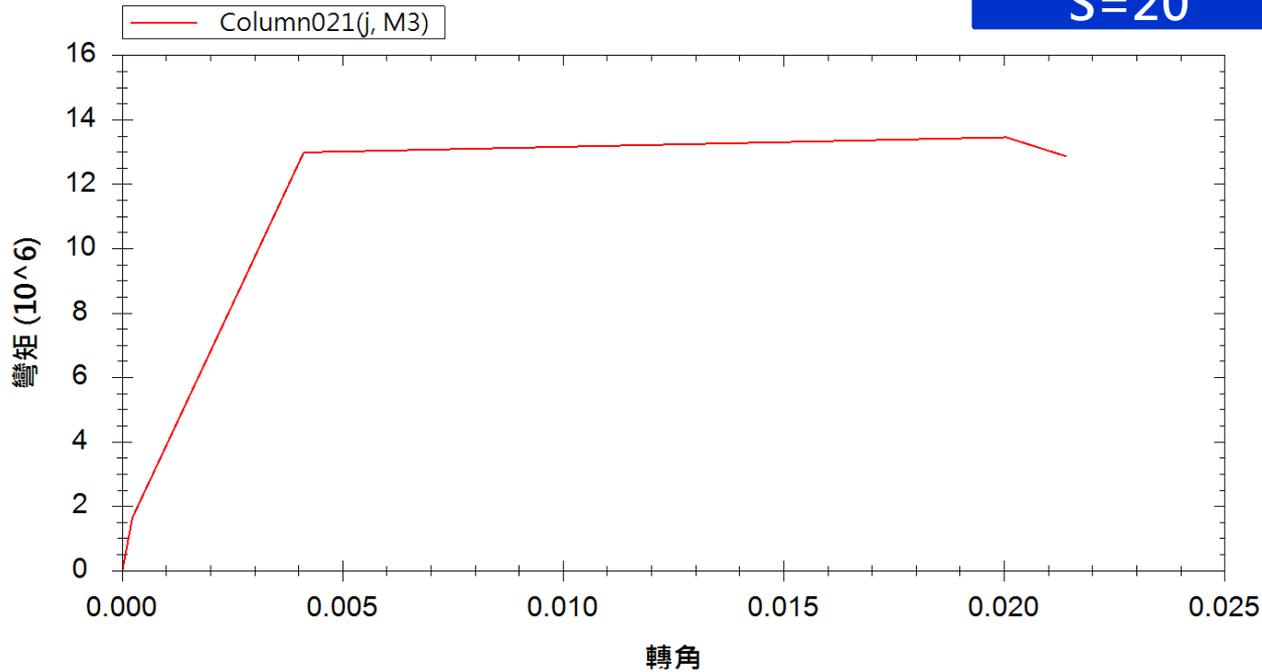
第二次補強-Y 塑鉸分布圖



柱(75x75)
S=20

12

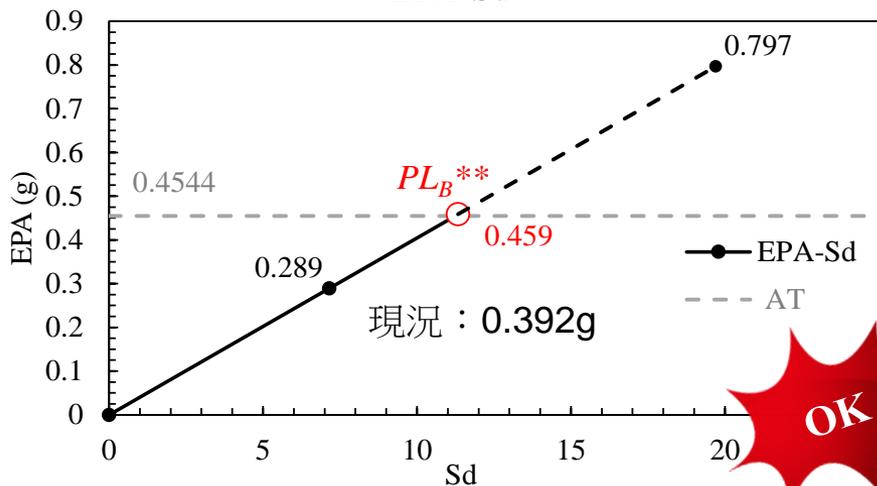
構件塑鉸屬性



第二次補強耐震評估

+Y

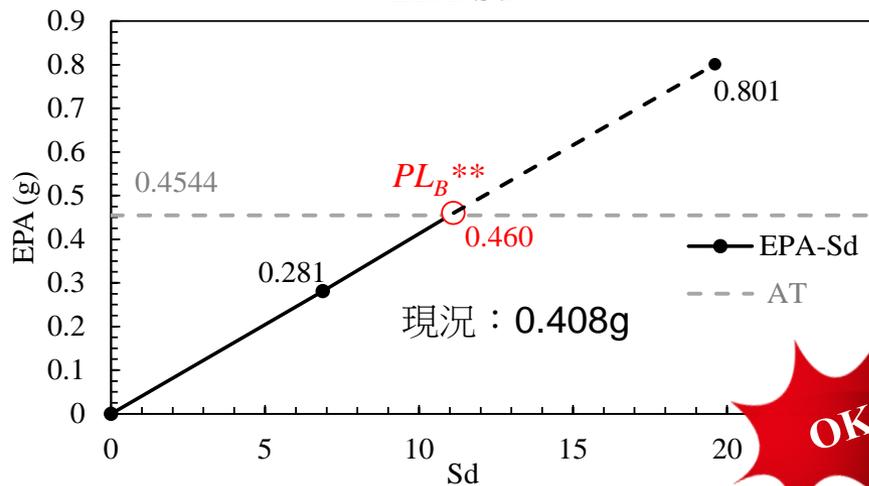
EPA-Sd



OK

-Y

EPA-Sd



OK

Summary

	現況	第一次	第二次
鋼框+BRB		5/E~F、 5/G~H、 7/E~F、 7/G~H、 12/E~F、 12/G~H、 14/E~F、 14/G~H	5/E~F、5/G~H、 7/E~F、7/G~H、 12/E~F、 12/G~H、 14/E~F、 14/G~H
剪力牆切割縫			7/E~F、12/E~F、 12/G~H
檢核	Y向不合格	Y向不合格	合格
破壞處	牆破壞	牆破壞	柱破壞



Thanks for your attention