

NAR Labs 國家實驗研究院

國家地震工程研究中心

2016 建築物耐震評估與補強技術講習會

擴柱、翼牆、剪力牆補強設計

主講人：沈文成

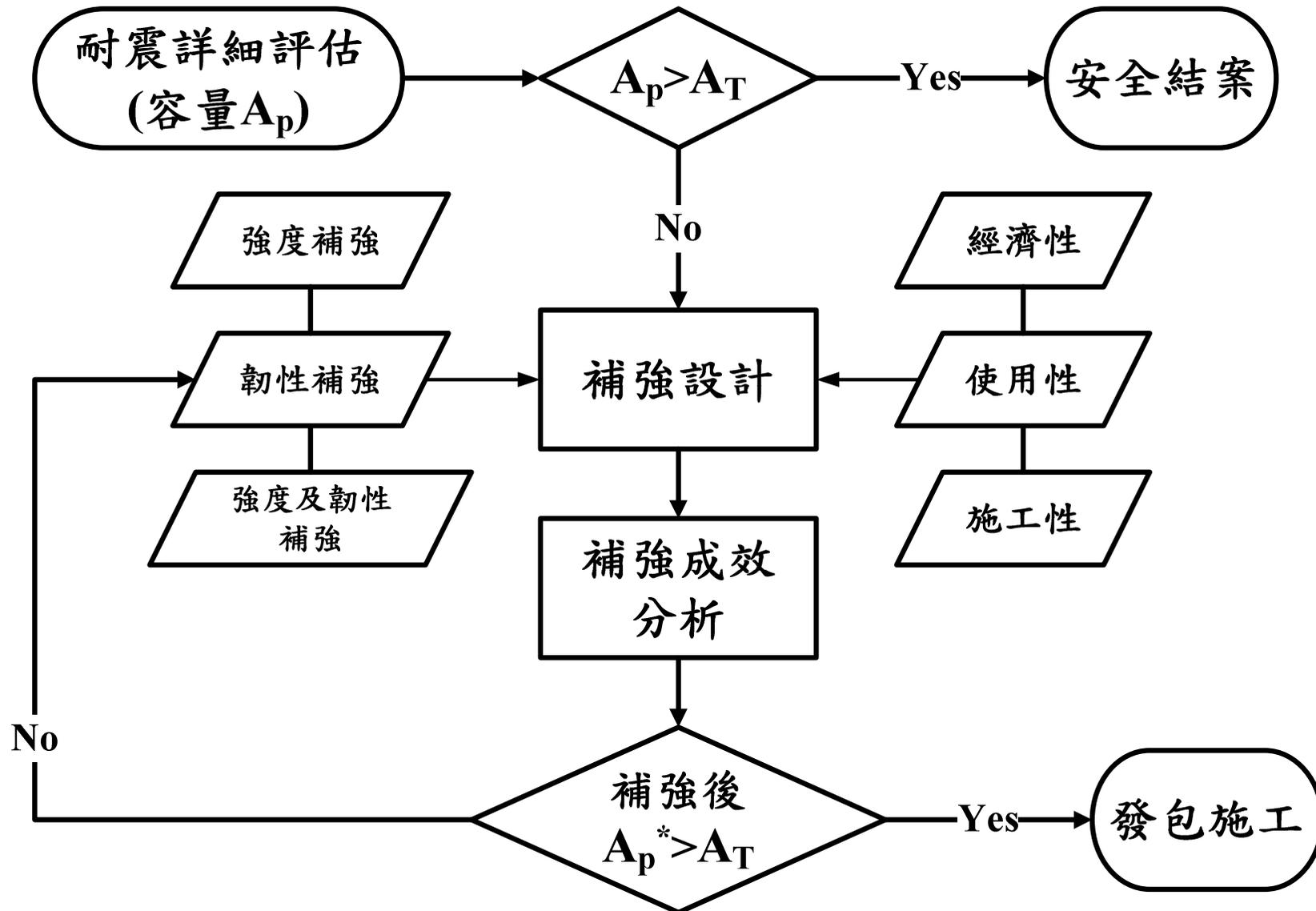
May 13, 2016

簡報大綱

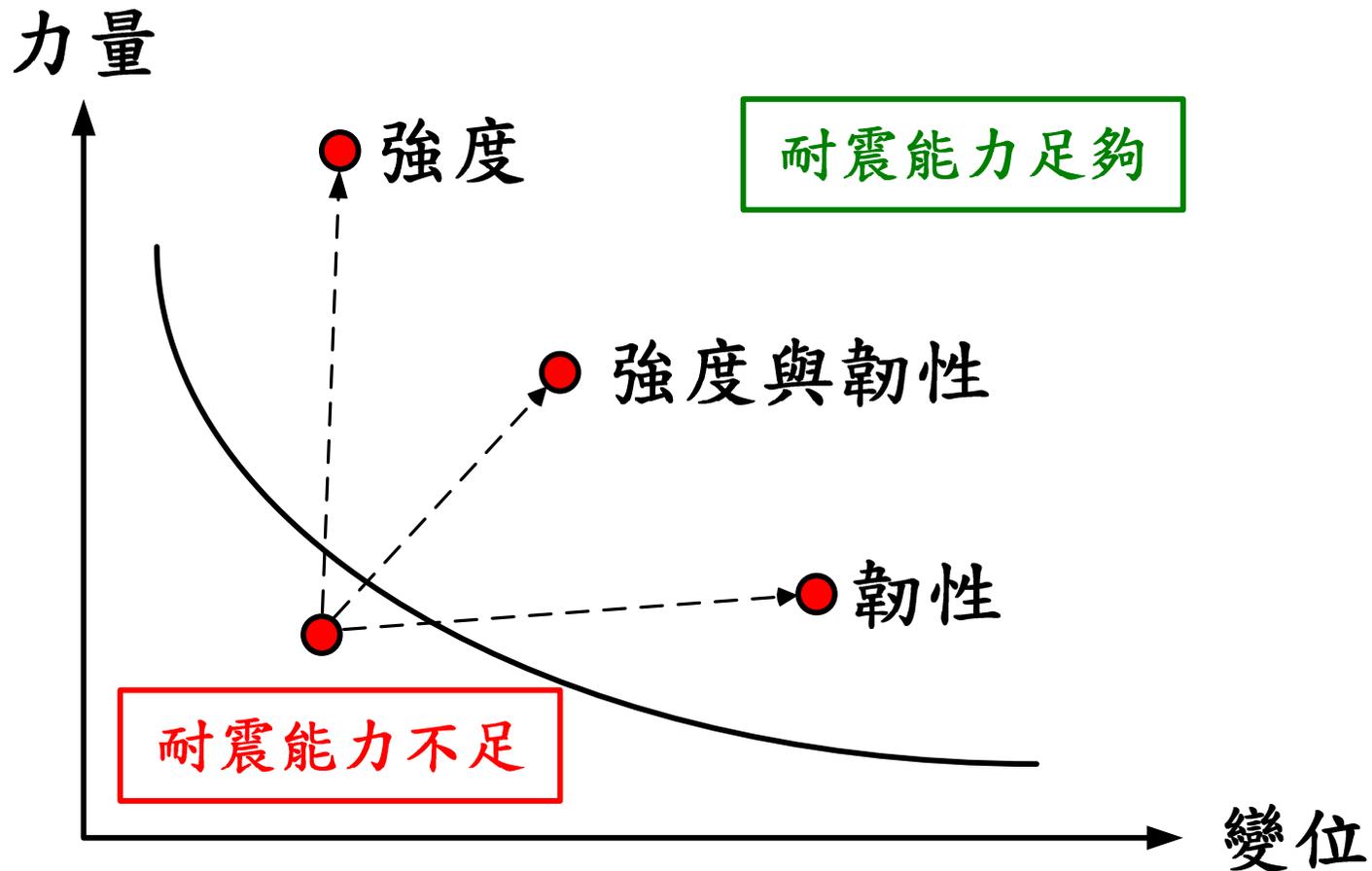
- 前言
- 初步規劃與設計
- 補強案例說明
 - 評估模擬方式
 - 設計與分析之注意事項
 - 補強後評估分析
- 結論

前言

補強設計流程



結構物耐震補強原則



強度補強

- 提升構件之彎矩強度及剪力強度
- 增設構件增加結構系統之強度與勁度

翼牆補強



剪力牆補強



韌性補強

- 提升建築物之非線性變形能力
- 評估結果顯示構件發生剪力破壞，或建築物變形能力不佳
- 使建築物發揮更多之韌性，消散地震產生之能量

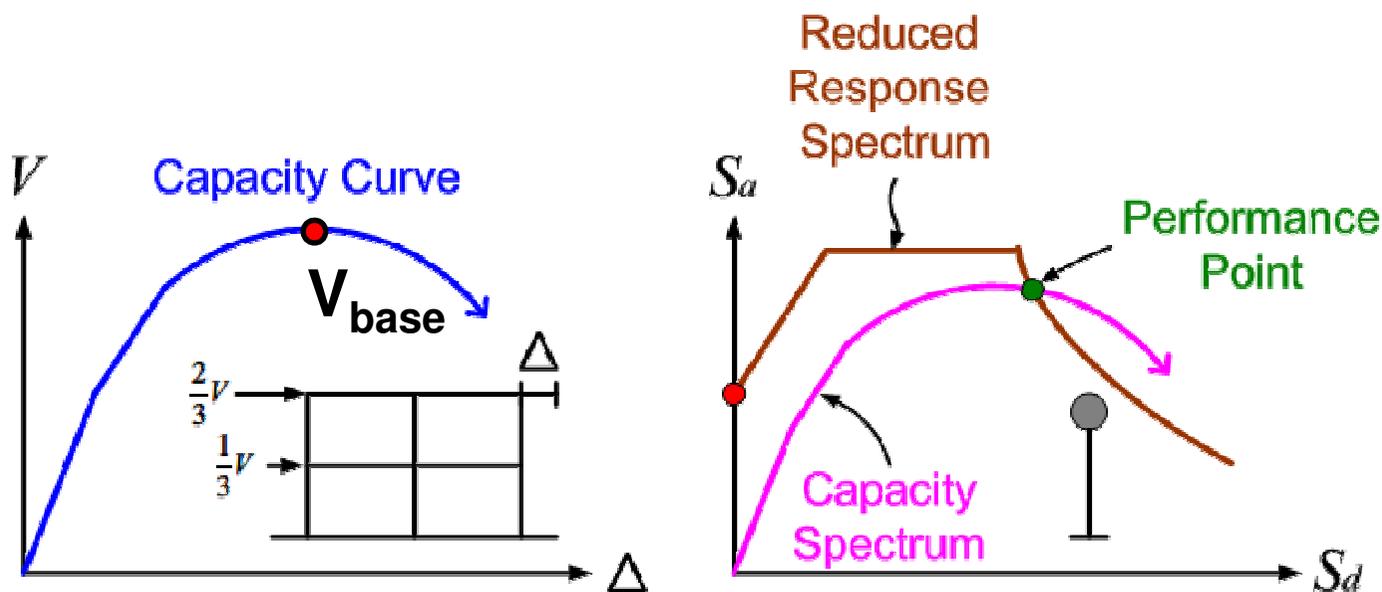
補強後評估分析流程

- 初步規劃與設計 ⇨ 決定補強構件數量
- 選定補強位置
- 補強後評估要項
 - 修改結構分析模型
 - 修改輔助程式共用輸入檔
- 補強後側推分析
- 得到補強後耐震能力，確認 $A_p^* \geq A_T$

初步規劃與設計

側推分析

- 以 **ETABS** 軟體分析建築物之**容量曲線**
- 將建築物之**容量曲線**轉換為容量震譜求得性能目標地表加速度



- 最大側力強度 V_{base}

補強構件數量估算

- 補強後側力強度 V^* :

$$V^* = \frac{A_T}{A_P} \times V_{base} = \frac{1}{CDR} \times V_{base}$$

- 斷面之抵抗側力強度 :

$$V = \min(V_b, V_n)$$

- 補強強度增量 :

$$\Delta V_L = V - V_0$$

V_0 : 原始構件斷面強度

- 補強構件數量估算 :

$$N = \frac{V^* - V}{\Delta V_L}$$

選定補強位置

- 當補強構件數量確定後，應依工程專業將補強構件配置於適當位置
- 原則上應符合結構平面對稱性，以及降低對使用性之衝擊



大漢技術學院江文卿教授提供

補強後評估要項

- 結構分析模型：

新增材料性質

新增補強構件斷面、置換補強構件斷面、移除窗台斜撐

修正非線性鉸性質 (搭配輔助分析程式)

- 輔助程式共用輸入檔：

修正建築物性質模組(建築物樓層重量、模態參與係數)

新增柱斷面模組

修正柱資料模組

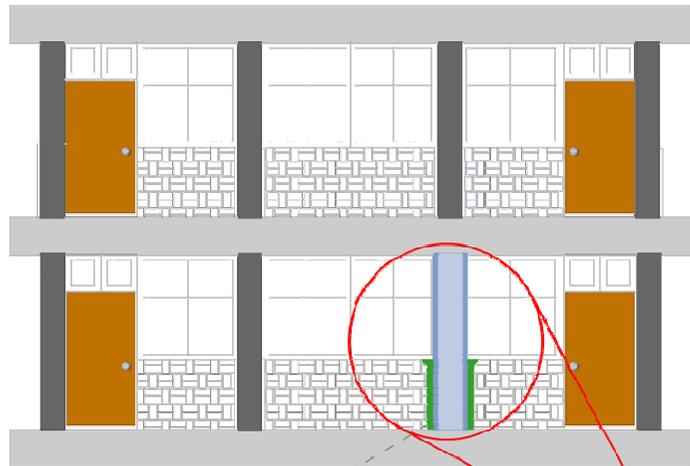
修正柱軸力模組

新增柱、梁斷面性質模組

補強案例說明

擴柱補強

擴柱補強簡介

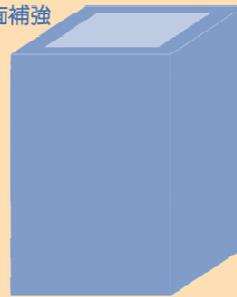


切除部分磚牆，並加入普通填充材料。

優勢：

1. 可提升雙向耐震能力
2. 對通風、採光影響較小

原柱斷面
擴柱斷面補強



注意事項：

1. 需注意補強後之走廊淨寬度
2. 邊緣處應設置防撞貼條，避免碰撞受傷

擴柱補強概念

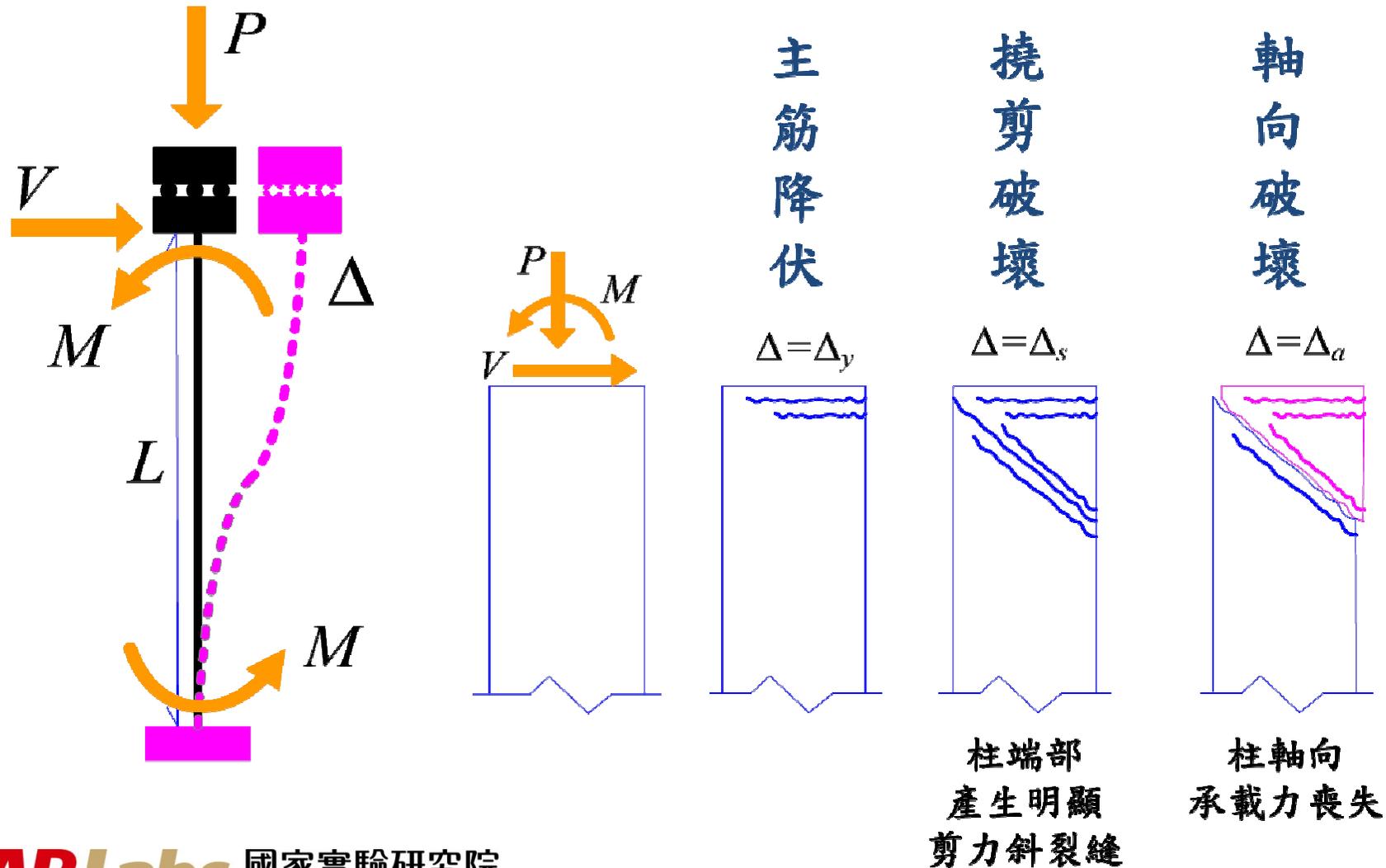
- 將原有柱斷面擴大，提高柱構件之承載能力與剛度
- 擴柱可增加剪力強度，亦可提升撓曲強度、軸向強度，對於韌性亦有提升，屬同時增加**強度與韌性**之耐震補強工法
- **混凝土強度不佳**或**強度較低**時，採用此種工法可改善前述問題

設計與分析之注意事項

- 擴柱之主筋置於四周角隅，使得主筋直通上下樓層，其餘防裂鋼筋因無受力需求，遇到梁或樓版時可截斷
- 若採用不貫穿樓版進行設計時，分析模型之柱上端非線性鉸參數必須調整以原有柱之條件計算
- 若屋頂防水層不易處理，可採用不貫穿屋頂層樓版方式處理

擴柱之模擬方式

- 同一般鋼筋混凝土柱(雙曲率變形)



擴柱補強構件數量

- 由分析結果得知，沿走廊方向最大側力強度 $V = 433,503 \text{ kgf}$ ，初步設計之基底剪力 $V^* = 564,562 \text{ kgf}$ ($V^* = \frac{A_T}{A_P} \times V = \frac{1}{CDR} \times V$)。
- 初步設計時假設最小柱軸重為 $43,354 \text{ kgf}$
- 原始柱斷面強度為 $V_0 = 9,109 \text{ kgf}$ 。
- 擴柱斷面之撓曲強度：
$$V_{bJ} = \frac{2M_n}{H} = 57,429 \text{ kgf}$$
- 擴柱斷面之剪力強度：
$$V_{nJ} = V_c + V_s = 63,253 \text{ kgf}$$

擴柱補強構件數量

- 擴柱斷面之抵抗側力強度：

$$V_{RCJ} = \min(V_{bJ}, V_{nJ}) = 57,429 \text{ kgf}$$

- 補強強度增量為：

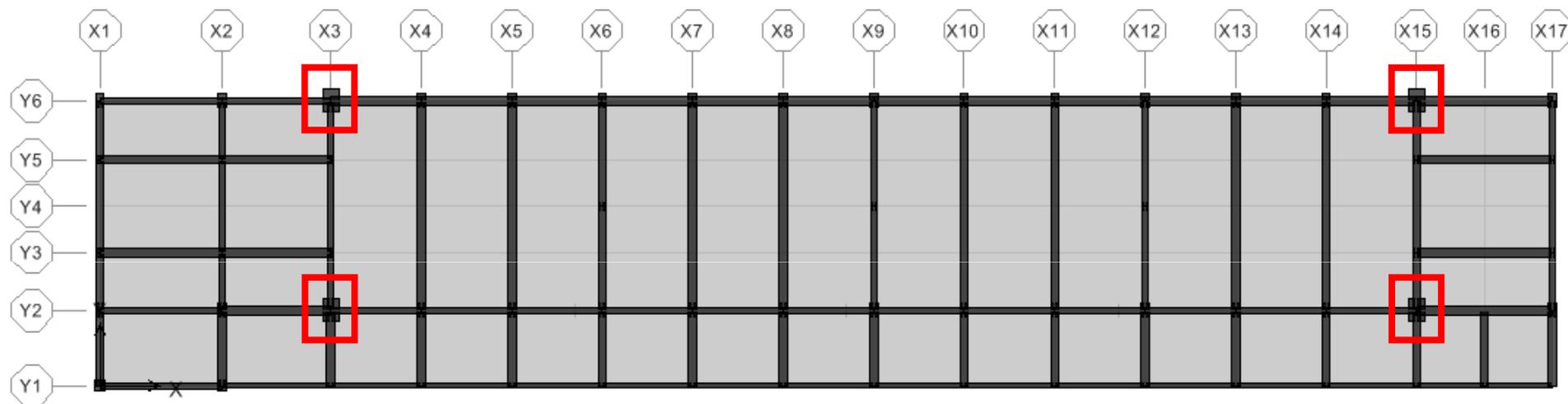
$$\Delta V_L = V_{RCJ} - V_0 = 48,410 \text{ kgf}$$

- 補強構件數量估算求得：

$$N = \frac{V^* - V}{\Delta V_L} = 2.87$$

- 考慮安全性及對稱性下，建議採用 4 根柱子進行擴柱補強

擴柱補強位置平面圖



□ 擴柱補強處

擴柱補強後評估要項

- 結構分析模型：

新增材料性質

新增擴柱斷面、置換補強構件斷面、移除窗台斜撐

修正非線性鉸性質 (搭配輔助分析程式)

- 輔助程式共用輸入檔：

修正建築物性質模組(建築物樓層重量、模態參與係數)

新增柱斷面模組

修正柱資料模組

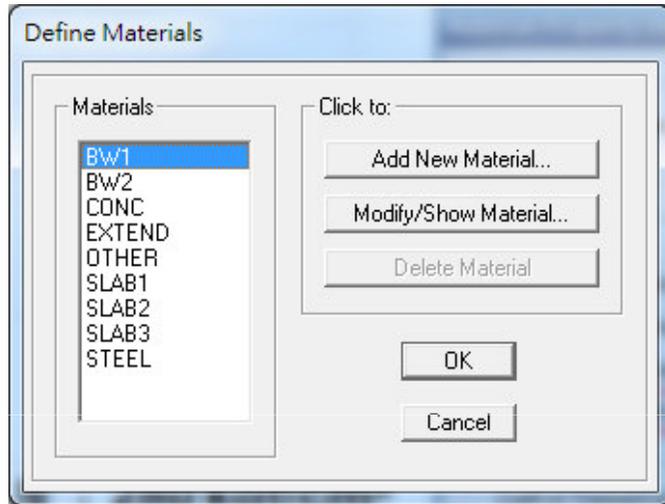
修正柱軸力模組

新增柱、梁斷面性質模組

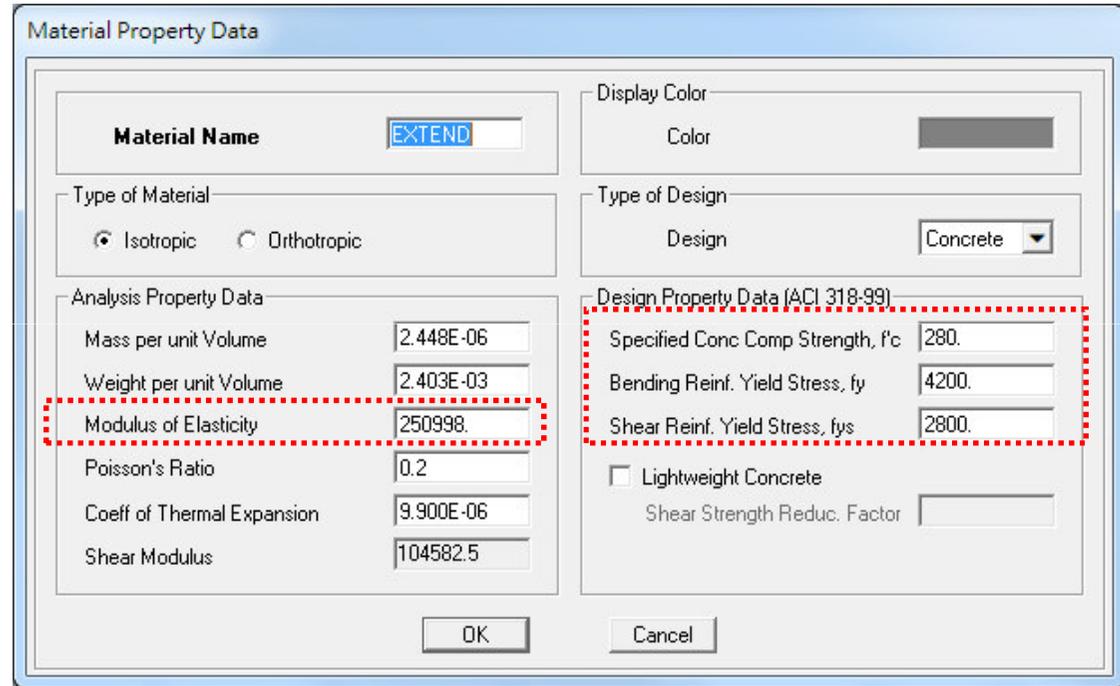
結構分析模型

1. 新增材料性質

- Define → Material Properties

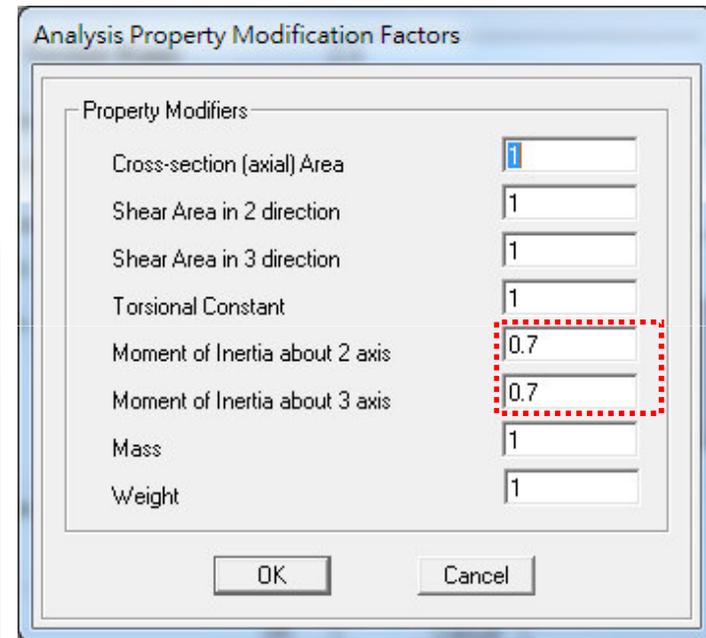
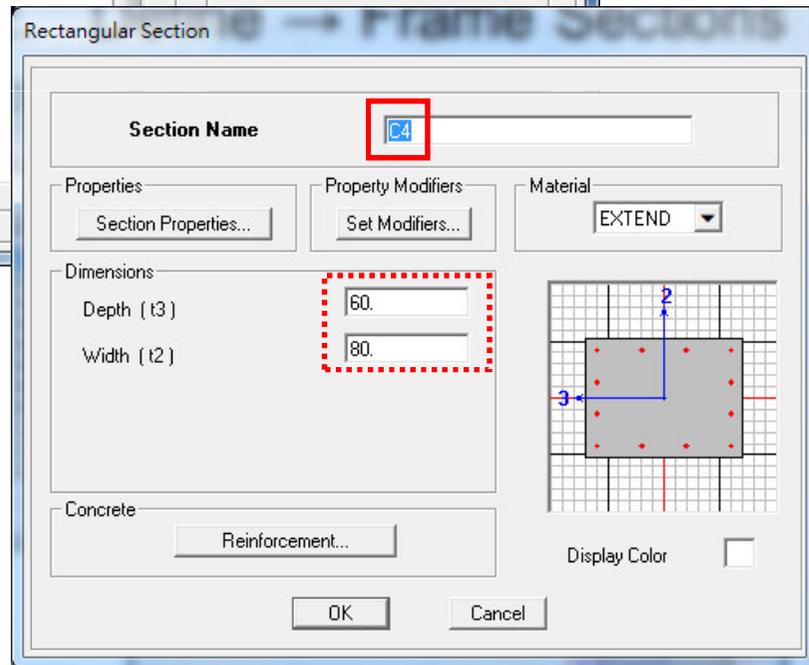
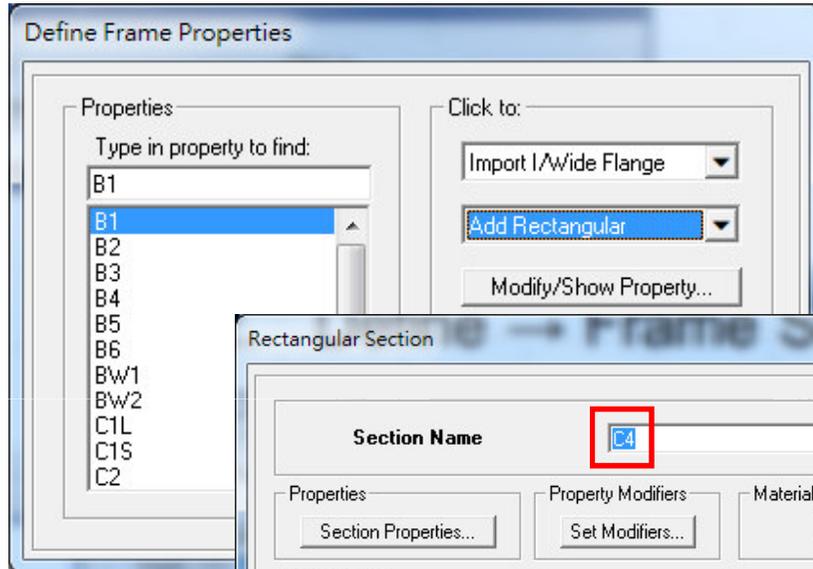


混凝土強度：280 kgf/cm²
主筋強度：4,200 kgf/cm²
箍筋強度：2,800 kgf/cm²



2. 新增擴柱斷面

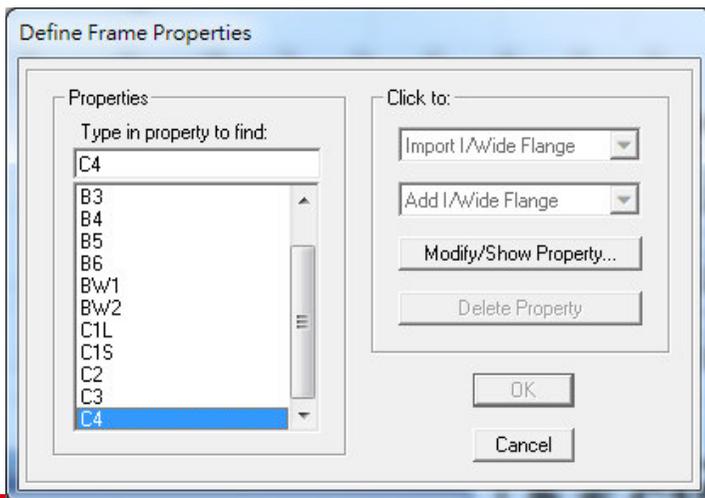
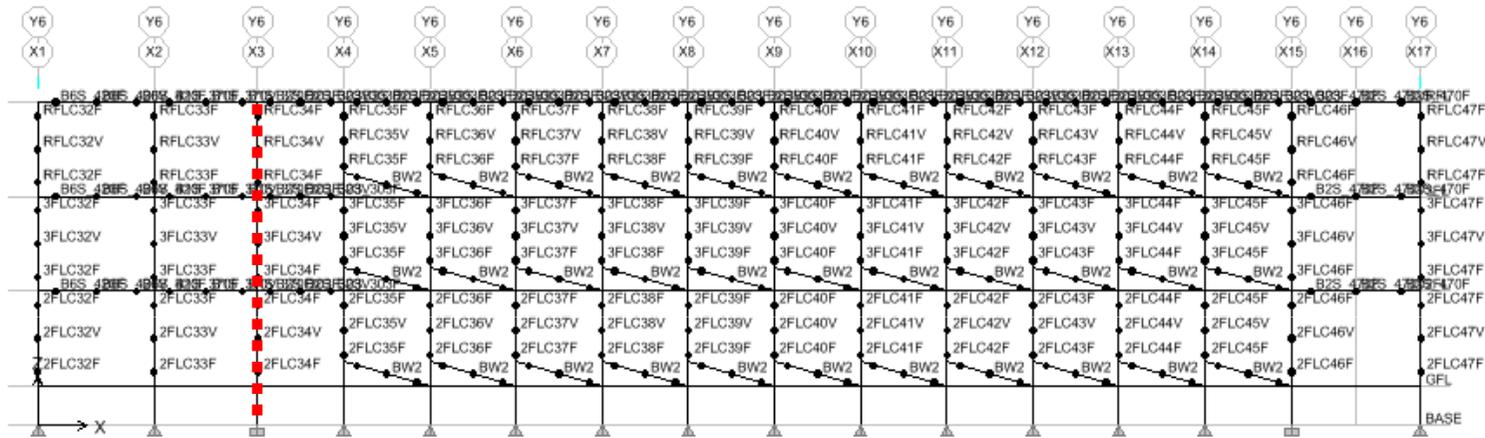
- Define → Frame Sections



柱勁度折減0.7倍

3. 選定柱置換為擴柱斷面

- ① 選取需置換之柱桿件 (以 C34 為例)
- ② Assign → Frame/Line → Frame Section

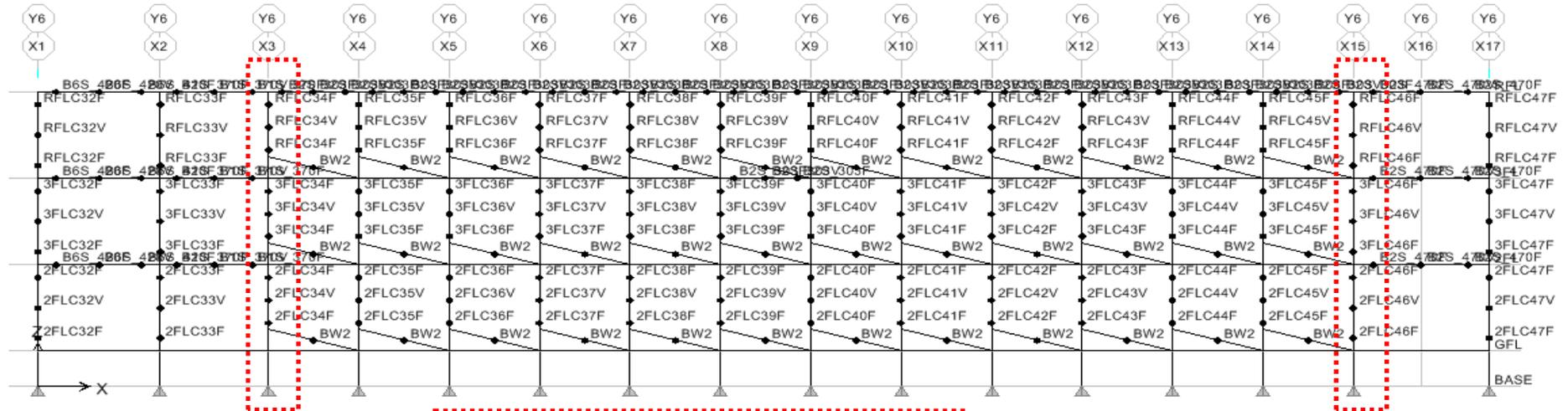


原有 C1S 柱斷面置換為 C4 擴柱斷面

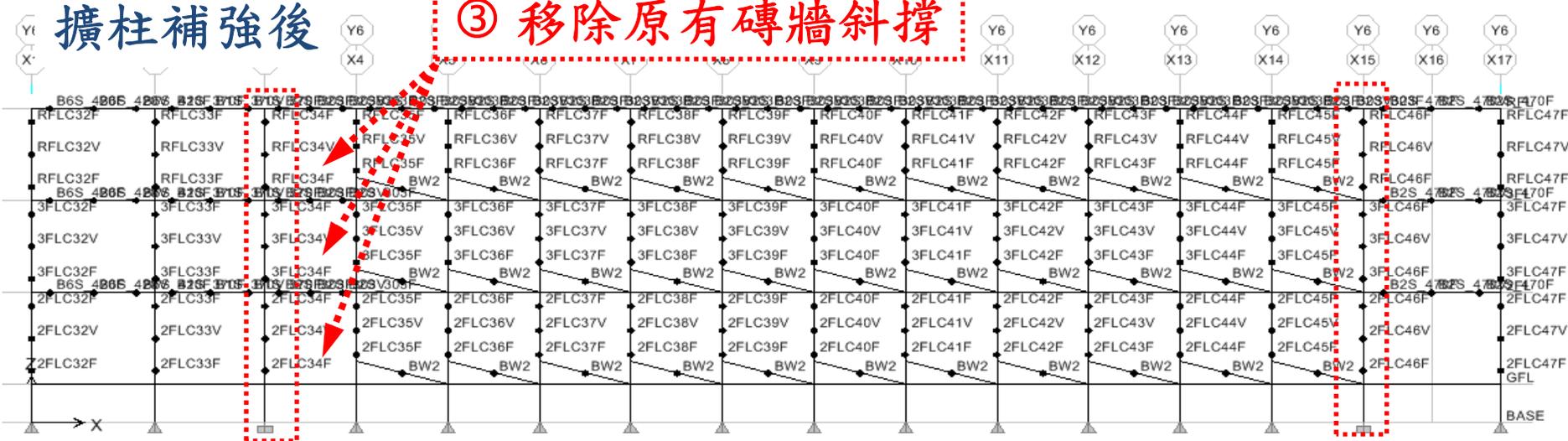
避免因刪除選定補強位置之原有柱而以繪製柱線方式新增擴柱而改變柱編號，造成輔助程式讀取錯誤柱資訊

擴柱補強位置

補強前 ↓ 柱斷面編號：C1S ⇒ C4 C1S ⇒ C4 ↓

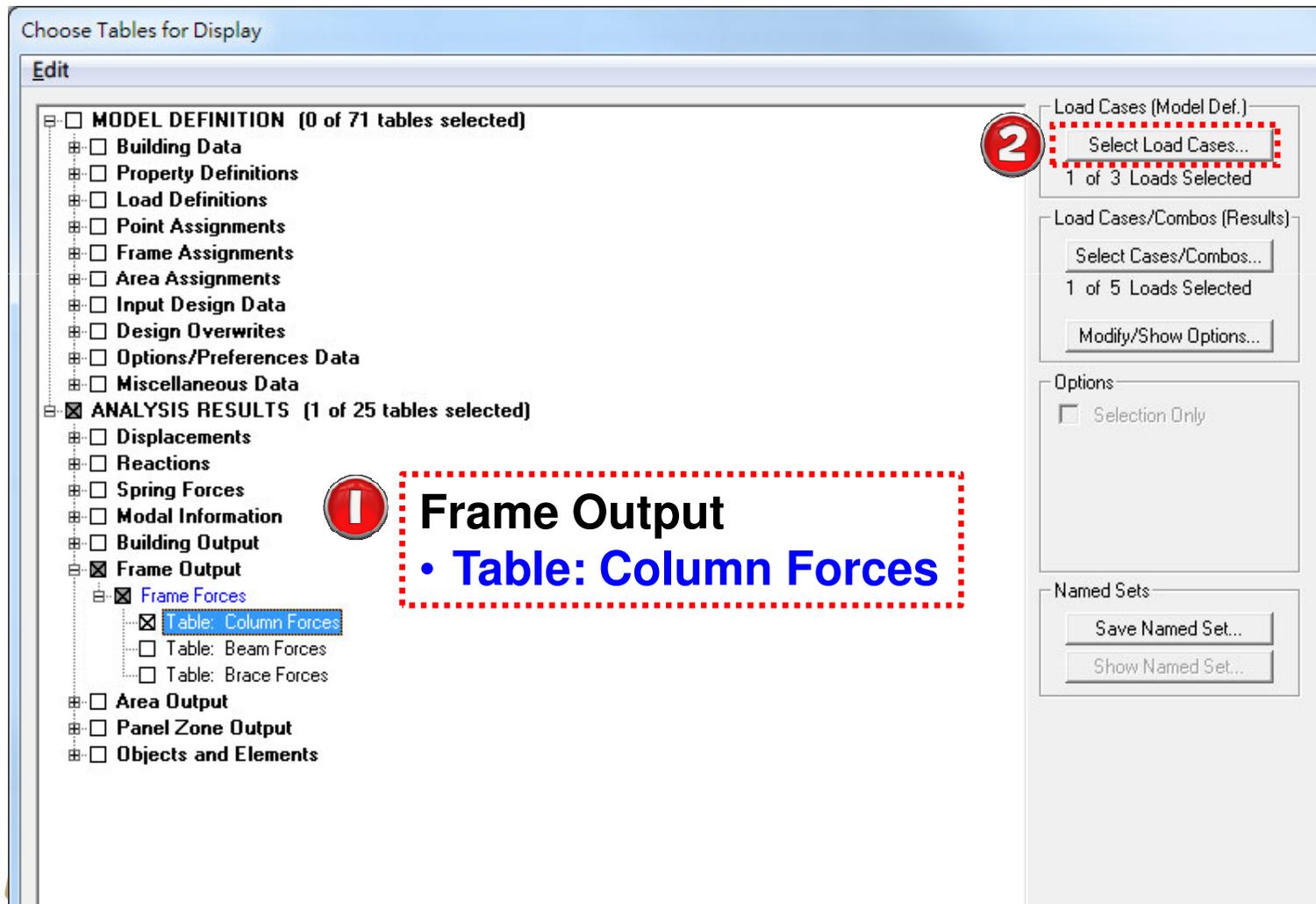


擴柱補強後 ③ 移除原有磚牆斜撐



4. 檢視柱軸力資料

- 執行線性靜力分析 **Analyze** → **Run Analysis**
- **Display** → **Show Tables**



4. 輸出柱軸力資料

Column Forces						
Edit View						
Column Forces						
	Story	Column	Load	Loc	P	V2
▶	RFL	C1	DEAD	0.000	-4209.20	-616.28
	RFL	C1	DEAD	157.500	-3718.70	-616.28
	RFL	C1	DEAD	315.000	-3228.20	-616.28
	3FL	C1	DEAD	0.000	-9178.80	-475.15
	3FL	C1	DEAD	157.500	-8688.30	-475.15
	3FL	C1	DEAD	315.000	-8197.79	-475.15
	2FL	C1	DEAD	0.000	-13901.89	-405.51
	2FL	C1	DEAD	157.500	-13411.39	-405.51
	2FL	C1	DEAD	315.000	-12920.89	-405.51
	GFL	C1	DEAD	0.000	-17935.37	-770.28
	GFL	C1	DEAD	52.500	-17771.87	-770.28
	GFL	C1	DEAD	105.000	-17608.37	-770.28
	RFL	C2	DEAD	0.000	-7846.22	-353.99
	RFL	C2	DEAD	152.500	-7371.29	-353.99
	RFL	C2	DEAD	305.000	-6896.36	-353.99
	3FL	C2	DEAD	0.000	-16858.58	-338.07
	3FL	C2	DEAD	152.500	-16383.65	-338.07
	3FL	C2	DEAD	305.000	-15908.72	-338.07
	2FL	C2	DEAD	0.000	-25743.64	-266.75
	2FL	C2	DEAD	152.500	-25268.71	-266.75

	A	B	C	D
1	Story	Column	Loc	P
2	RFL	C1	0	-4209.2
3	RFL	C1	157.5	-3718.7
4	RFL	C1	315	-3228.2
5	3FL	C1	0	-9178.8
6	3FL	C1	157.5	-8688.3
7	3FL	C1	315	-8197.79
8	2FL	C1	0	-13901.9
9	2FL	C1	157.5	-13411.4
10	2FL	C1	315	-12920.9
11	GFL	C1	0	-17935.4
12	GFL	C1	52.5	-17771.9
13	GFL	C1	105	-17608.4
14	RFL	C2	0	-7846.22
15	RFL	C2	152.5	-7371.29
16	RFL	C2	305	-6896.36
17	3FL	C2	0	-16858.6
18	3FL	C2	152.5	-16383.7
19	3FL	C2	305	-15908.7
20	2FL	C2	0	-25743.6
21	2FL	C2	152.5	-25268.7
22	2FL	C2	305	-24793.8
23	GFL	C2	0	-33998.1
24	GFL	C2	47.5	-33850.1
25	GFL	C2	95	-33702.2
26	RFL	C3	0	-6243.68
27	RFL	C3	157.5	-5675.97
28	RFL	C3	315	-5108.26
29	3FL	C3	0	-13241.2
30	3FL	C3	157.5	-12673.5
31	3FL	C3	315	-12105.8
32	2FL	C3	0	-19972.9
33	2FL	C3	157.5	-19405.2
34	2FL	C3	315	-18837.5
35	GFL	C3	0	-25849.8
36	GFL	C3	52.5	-25660.6
37	GFL	C3	105	-25471.3
38	RFL	C4	0	-10428.1
39	RFL	C4	152.5	-9878.45
40	RFL	C4	305	-9328.77

供輔助程式計算彎矩強度及
剪力強度讀取使用

輔助程式共用輸入檔

輔助程式共用輸入檔 (一)

- 建築物性質模組 (修正 3 組)

單位：kgf-cm

\$ Weight Mode 重量增加，模態改變

497900 0.0126

497900 0.0268

432100 0.0352

- 柱斷面模組 (新增 1 組) 新增擴柱斷面

\$ Name f_cp f_yl f_yt cover hoop spacing num_hoop TR

C1L 160 2800 2800 4 3 25 2 0

C4 280 4200 2800 4 3 10 2 1

- 柱資料模組 (修正 12 組) 部分柱置換為擴柱斷面

\$ Name story section shape H L fromBtm

C5 2FL ~~C1L~~ ~~C1L~~ 360 300 0



C4

輔助程式共用輸入檔 (二)

- 軸力資料模組 (全部修正) 軸力重新分配 單位：kgf-cm

<u>\$ Story</u>	<u>Column</u>	<u>Loc</u>	<u>P</u>
RFL	C1	0	-4119.07
RFL	C1	157.5	-3628.57
RFL	C1	315	-3138.07
3FL	C1	0	-8929.17
3FL	C1	157.5	-8438.67
3FL	C1	315	-7948.17
2FL	C1	0	-13536.9
2FL	C1	157.5	-13046.4
2FL	C1	315	-12555.9
GFL	C1	0	-17611.8
GFL	C1	52.5	-17448.3
GFL	C1	105	-17284.8
:	:	:	:

輔助程式共用輸入檔 (三)

- 柱、梁斷面性質模組 (新增 1 組)

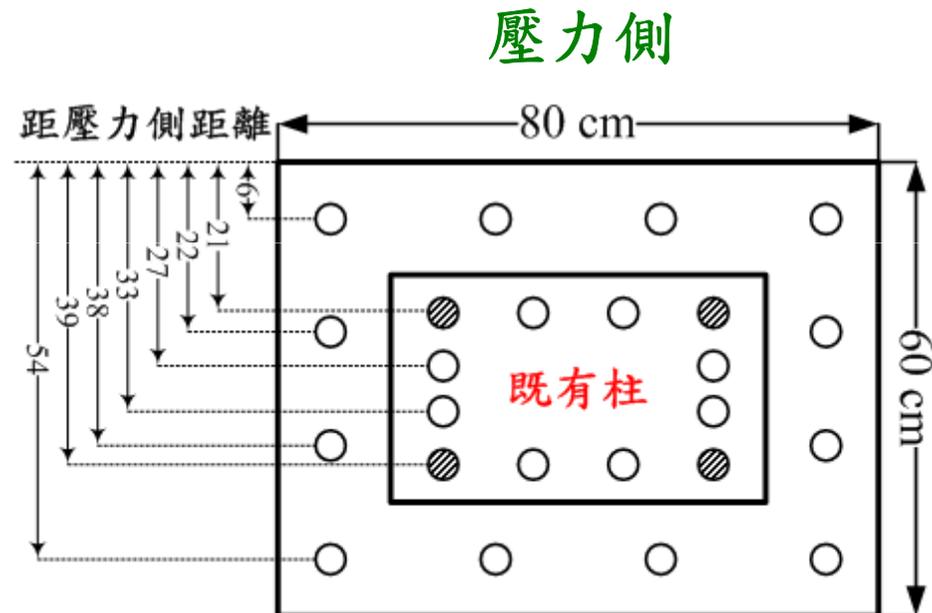
單位：kgf-cm

\$ Section Properties

新增擴柱斷面性質

C4

60	80				
6	4200	6	6	6	6
21.1	2800	7	6	6	7
22	4200	6			6
27	2800	6			6
33	2800	6			6
38	4200	6			6
38.9	2800	7	6	6	7
54	4200	6	6	6	6



非線性鉸計算與設定

自動計算 RC 柱、梁非線性鉸程式 (COLPH.exe)

◇檔案名稱可任意命名

- 請問輸出為X方向還是Y方向之非線性鉸 (X:X方向； Y:Y方向)？ (X/Y)：X
- 是否要考慮梁之非線性鉸？ (Y/N)：Y
- 請輸入輔助程式共用輸入檔檔名 (*.txt)：X-RCJ
- 請輸入 ETABS 結構模型檔檔名 (*.e2k)：X-RCJ
- 請輸入完成梁、柱非線性鉸計算後之 ETABS 結構模型檔檔名 (*.e2k)：X-RCJ-colph

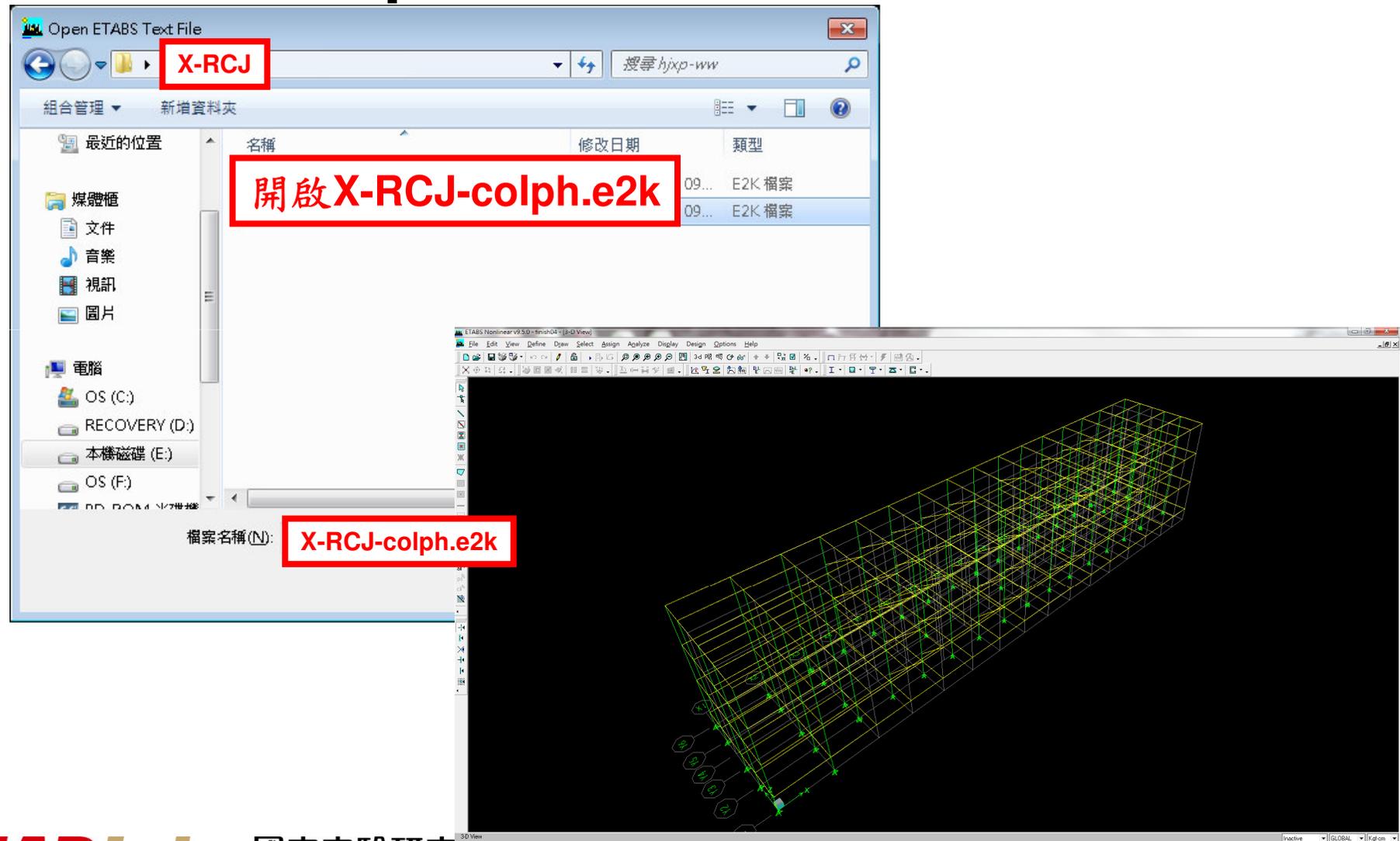
因未變動磚牆，故不須重新執行

『自動計算磚牆等值斜撐非線性鉸程式 (BWPH.exe)』

補強後耐震能力評估

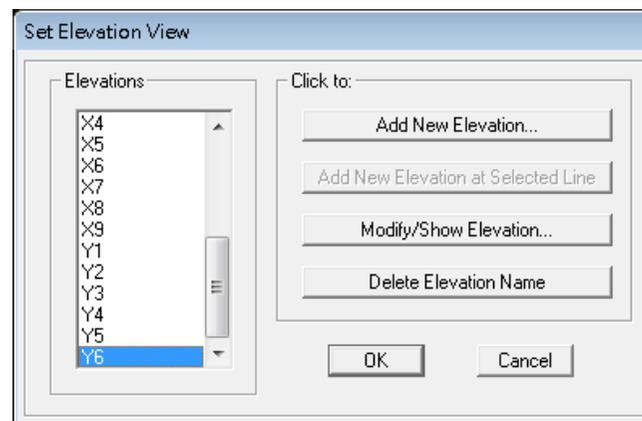
匯入已完成非線性鉸設定之模型檔

- **File → Import → ETABS.e2k Text File**

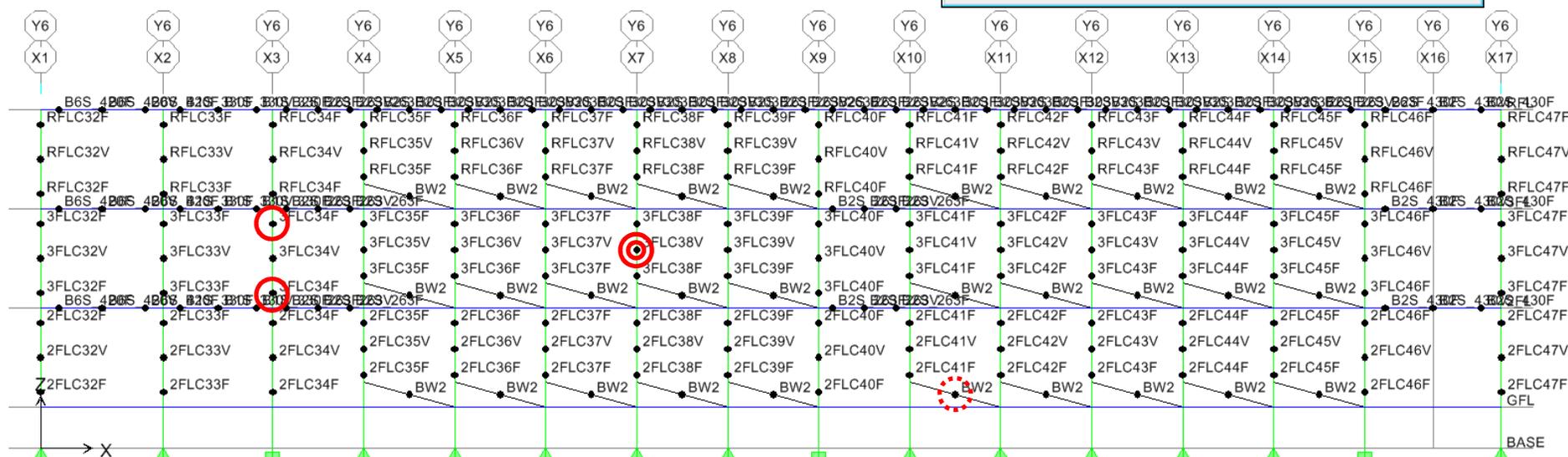


檢查是否完成非線性鉸設定

- View → Set Elevation View



以 Y6 Frame 為例



○ 彎矩非線性鉸

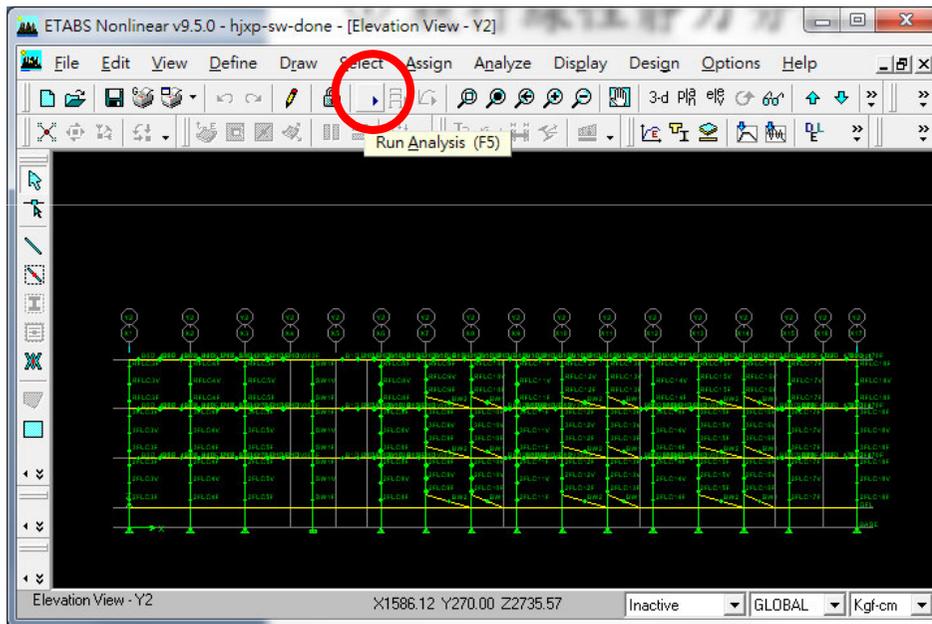
◎ 剪力非線性鉸

⊙ 軸力非線性鉸

非線性側推分析

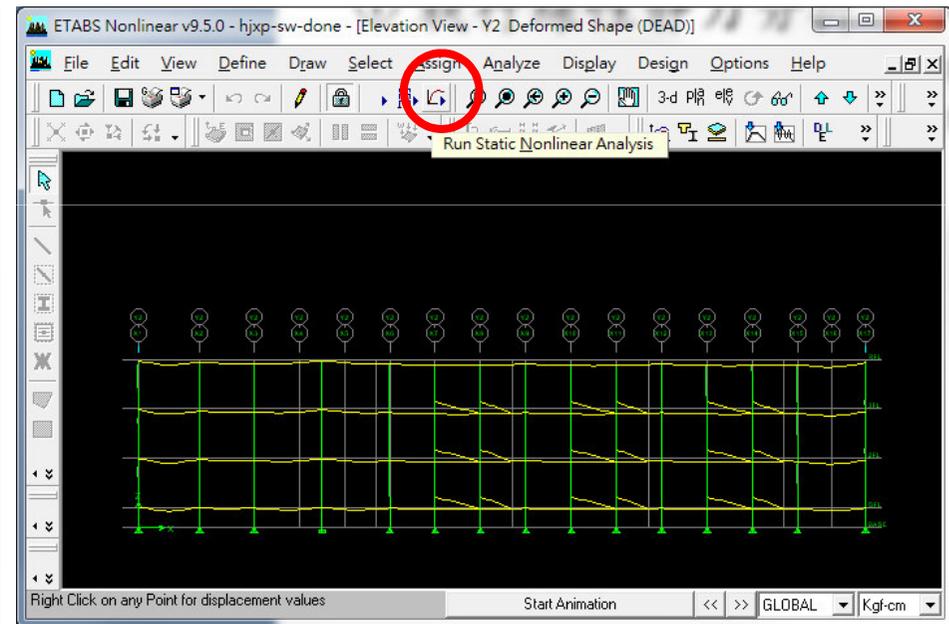
① 執行線性靜力分析

Analyze → Run Analysis



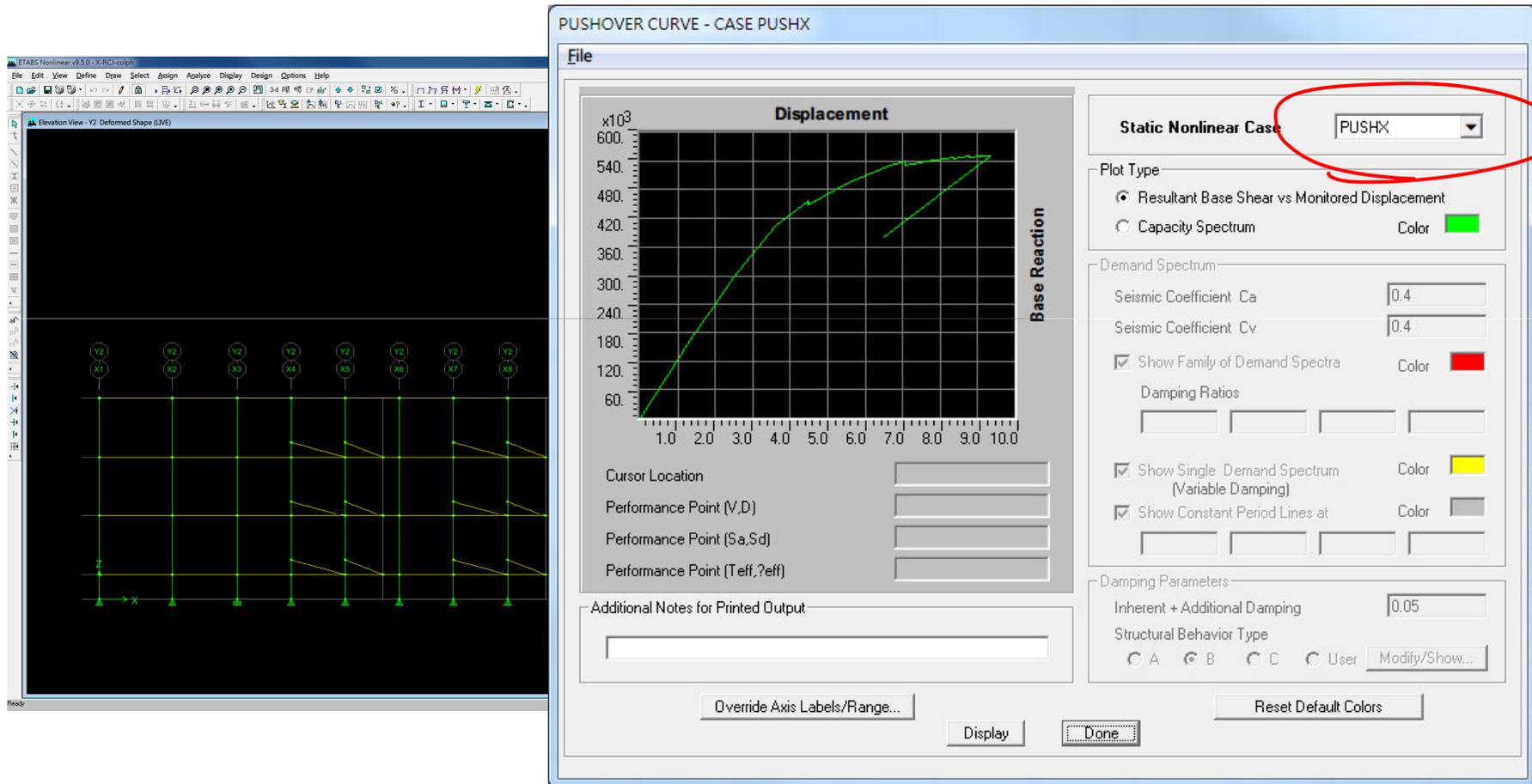
② 執行非線性側推分析

Analyze → Run Static Nonlinear Analysis



檢視容量曲線

- Display → Show Static Pushover Curve...

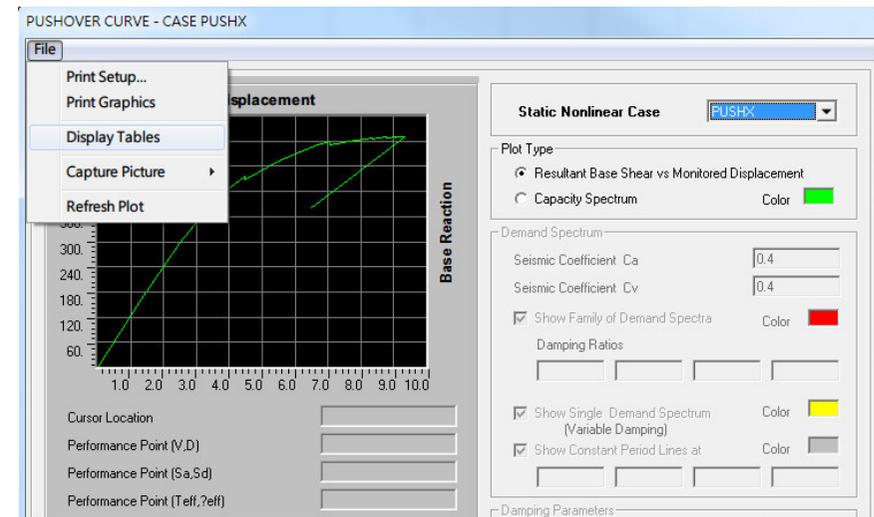


輸出容量曲線

- File → Display Tables

匯出檔案 X-RCJ_pd.txt

Print Tables to File...



Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
5	4.4897	454920.0938	719	123	0	0	0	7	1	0	850
6	4.4902	448656.4688	684	125	0	0	0	40	1	0	850
7	5.5699	495307.0313	652	141	0	0	0	56	1	0	850
8	6.6759	530758.3750	631	149	0	0	0	68	2	0	850
9	7.0675	538788.1250	628	152	0	0	0	68	2	0	850
10	7.0680	529912.5625	618	138	0	0	0	91	3	0	850
11	7.8291	542905.1875	618	138	0	0	0	91	3	0	850
12	7.8295	538247.4375	617	139	0	0	0	91	3	0	850
13	7.9154	541641.7500	613	121	0	0	0	113	2	1	850
14	8.3484	547233.0000	614	120	0	0	0	113	2	1	850
15	8.3489	544604.8125	604	117	0	0	0	126	1	0	850
16	8.7796	549256.3125	606	115	0	0	0	126	1	0	850
17	8.7801	547352.3750	604	117	0	0	0	126	1	0	850
18	8.8169	548187.5000	602	115	0	0	0	129	2	0	850
19	9.0641	550585.6875	604	113	0	0	0	129	2	0	850
20	9.0645	548098.6250	603	113	0	0	0	130	2	0	850
21	9.1266	549057.0000	598	112	0	0	0	135	2	0	850
22	9.3183	550819.6875	598	112	0	0	0	135	2	3	850

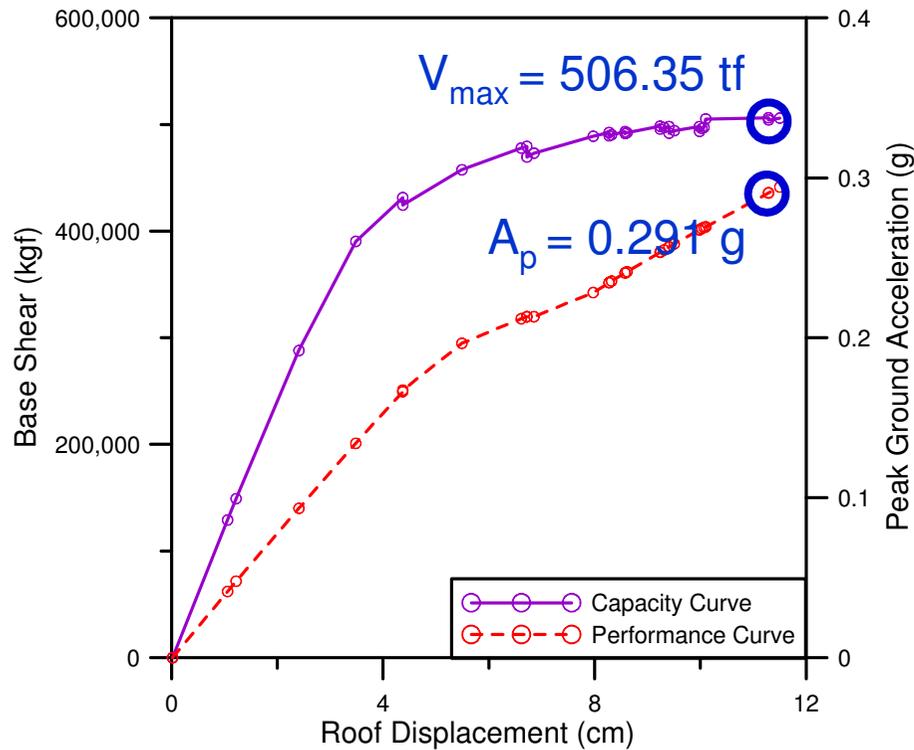
最後一點屋頂位移增量若為負值，
應手動移除此列數據

自動計算性能目標地表加速度程式 (PGA.exe)

◇檔案名稱可任意命名

- 請輸入阻尼修正係數 (既有校舍建築 κ 可設為 **0.33**) :
0.33 or 1/3
- 請輸入輔助程式共用輸入檔檔名 (*.txt) : **X-RCJ**
- 請選擇要使用 [1]自行定義 或 [2]ETABS 定義 或 [3]MIDAS 定義之 P-D 曲線檔 : **2**
- 請輸入 ETABS 定義之 P-D 曲線檔檔名 (*.txt) :
X-RCJ_pd
- 請輸入完成性能目標地表加速度計算之文字檔檔名 (*.txt) : **X-RCJ_pga**

容量曲線與性能曲線

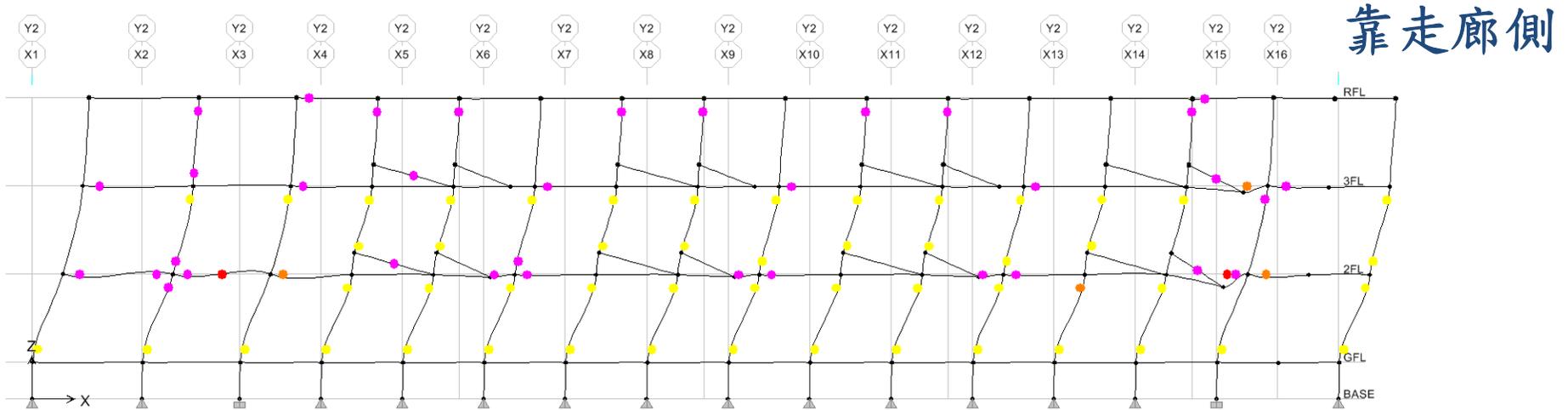


最大側力強度分析值為 **506.35 tf**
屋頂位移量為 **11.29 cm**

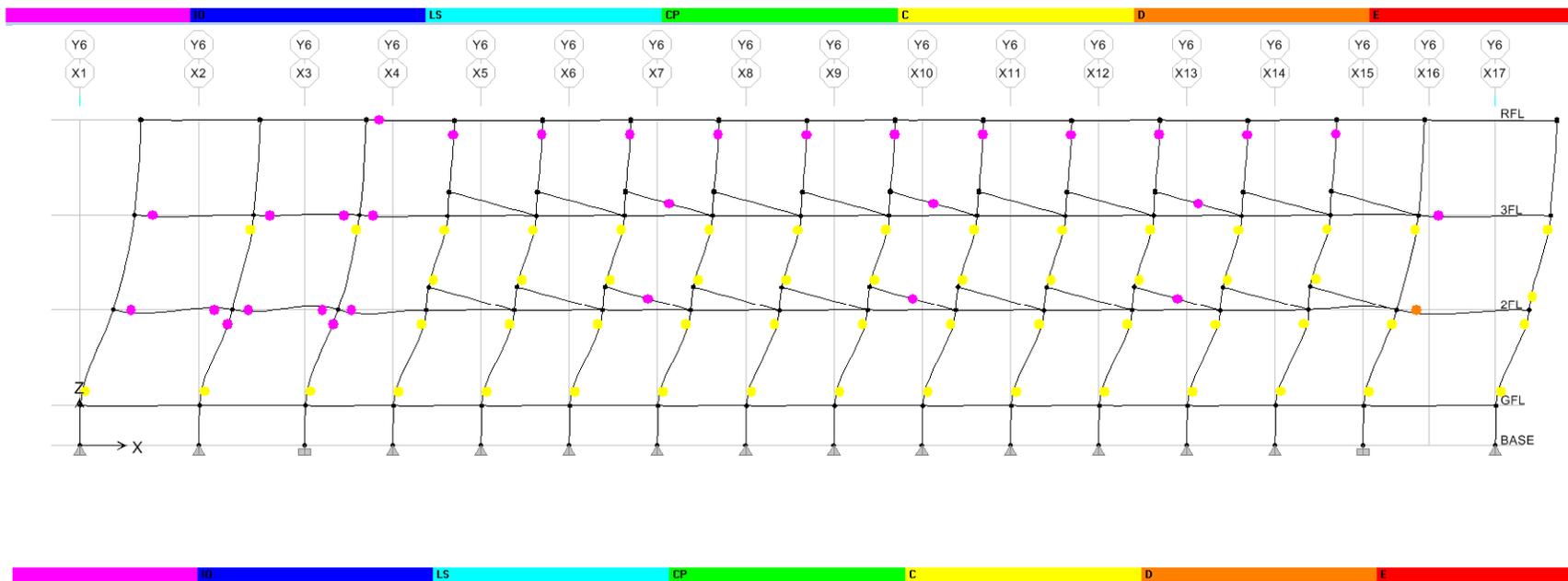
	強度準則	位移準則	軸力破壞準則
一般校舍	$V_{max}=506.35 \text{ tf}$ $A_p=0.291 \text{ g}$	1.73%	無

由強度準則決定性能目標地表加速度 A_p

非線性鉸發展圖

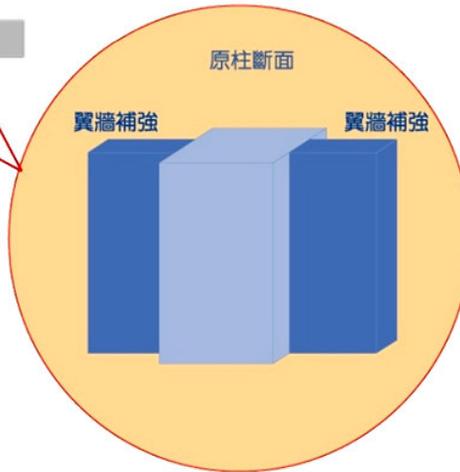
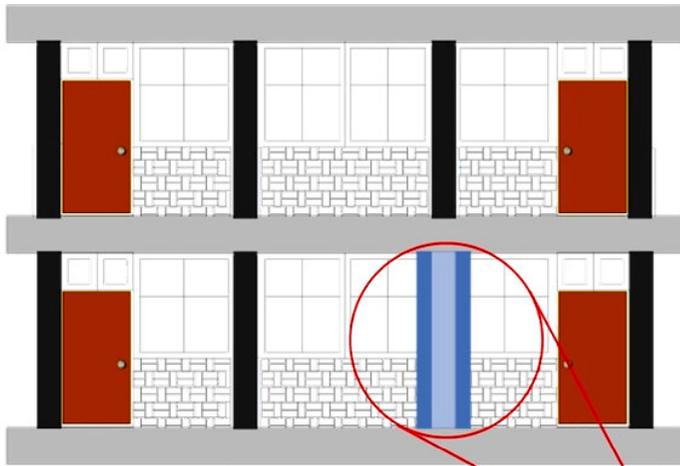


建築物背面側



翼牆補強

翼牆補強簡介



1. 較不影響使用空間以及走廊通行空間
2. 新增牆面可有效利用

注意事項：

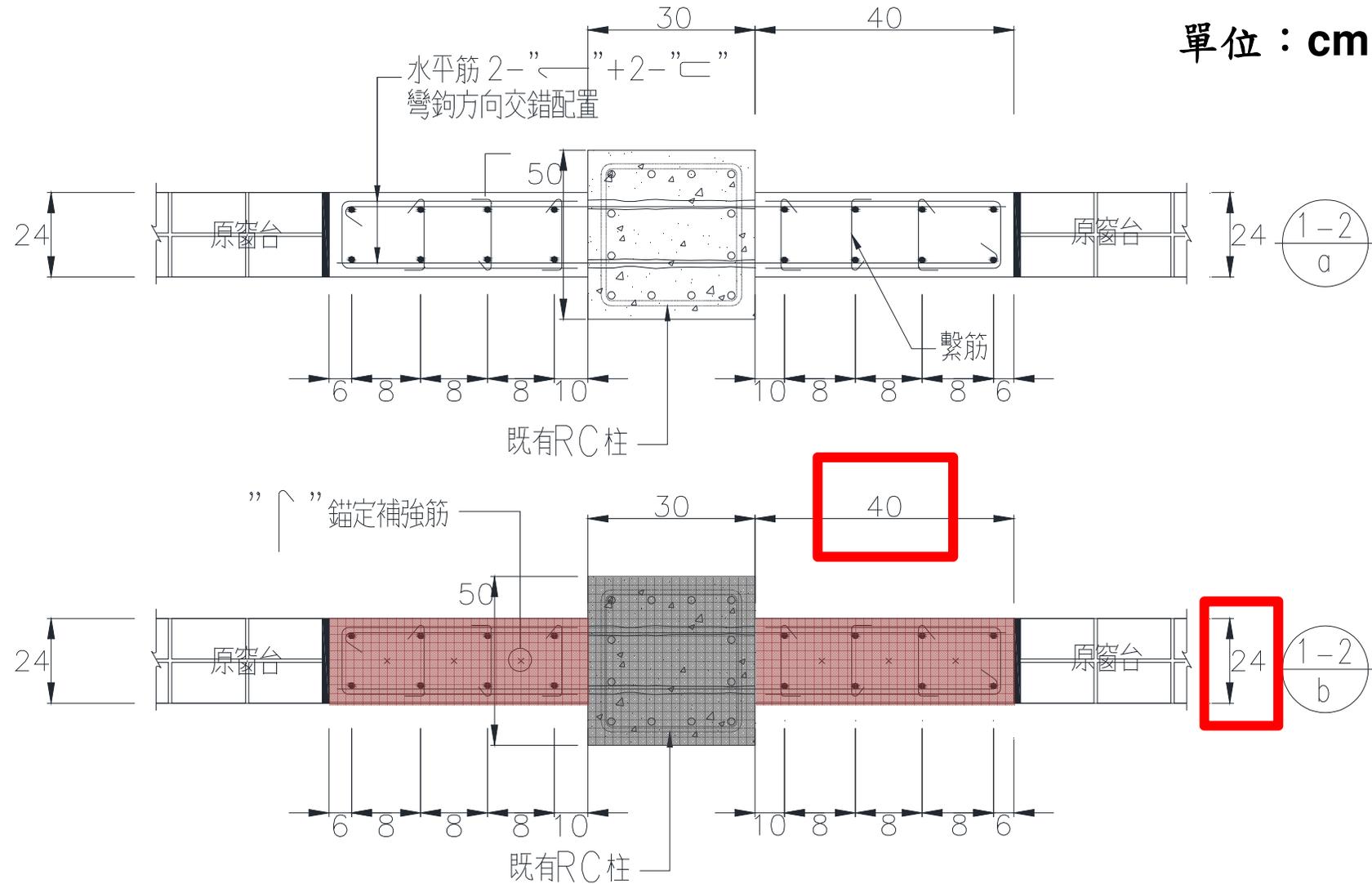
1. 對通風、採光影響較大
2. 頂樓及新舊交界面易產生漏水問題



翼牆補強概念

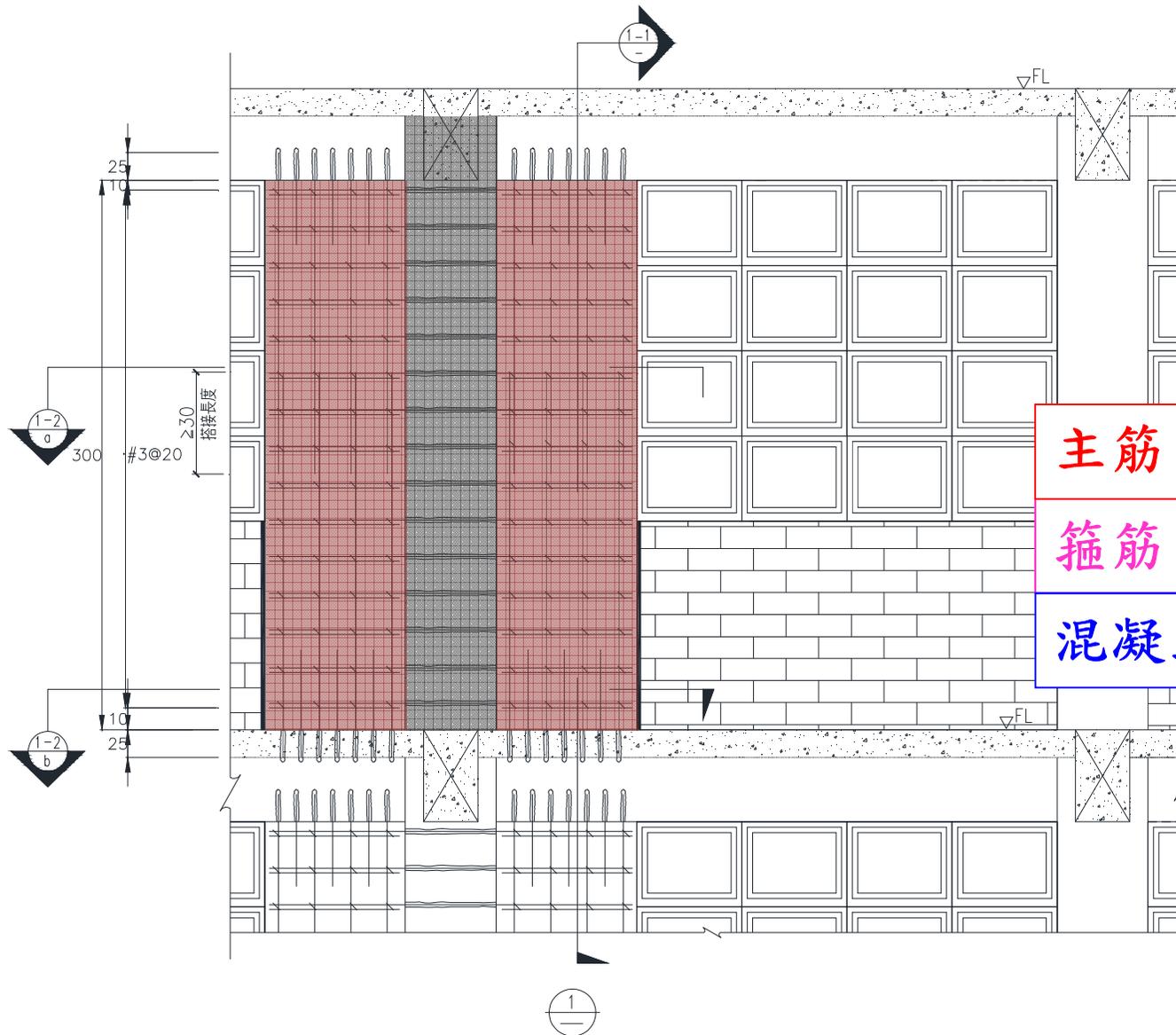
- 於原有柱側邊增設 **RC** 翼牆，提高增設牆體方向之耐震能力
- 使原有柱改變為附加 **RC** 牆體之柱，提高其強度與勁度
- 當植筋品質不易控制，如**混凝土強度過低**、**鋼筋過密**或**邊距不足**時，不建議採用翼牆補強

翼牆補強斷面示意圖



翼牆補強斷面示意圖

單位：cm



主筋：4200 kgf/cm²

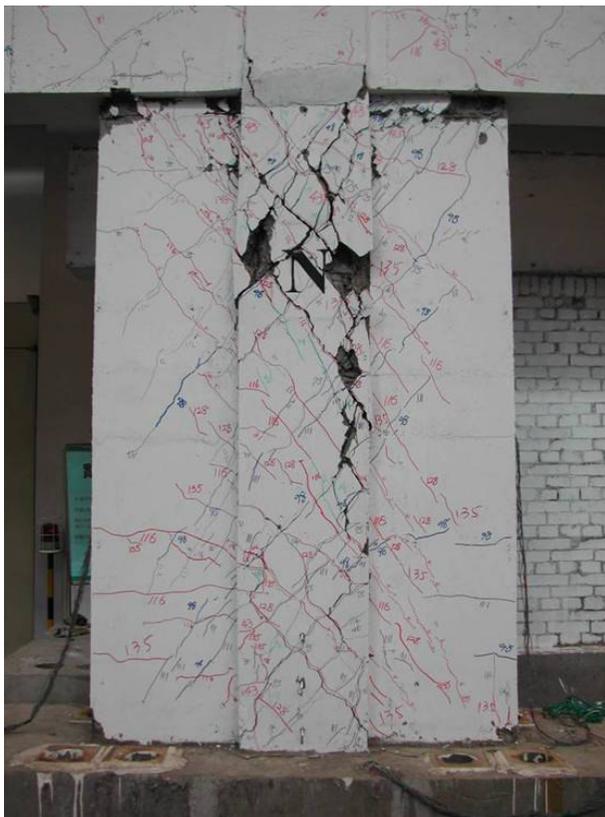
箍筋：2800 kgf/cm²

混凝土：280 kgf/cm²

設計與分析之注意事項

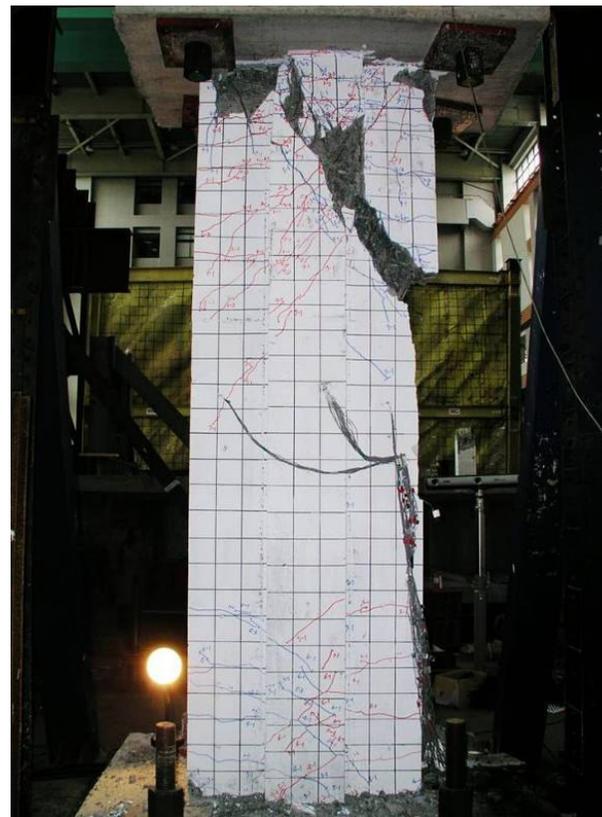
- 翼牆補強將使得原有梁跨度縮小，應避免於較短跨度處設置翼牆，以免因破壞機制轉為梁剪力破壞而降低建築物耐震能力
- 原有梁或柱之混凝土強度偏低，使得植筋效果不佳，或是原有柱箍筋間距較翼牆水平鋼筋間距大，造成原有柱與翼牆彼此間之剪力強度差異太大，因而受力破壞集中於原有柱
- 考量植筋施工效果及材料變異性，避免過度植筋以致實際情形與分析結果不符，高估翼牆補強之效果，建議翼牆鋼筋號數不宜大於**#4(D13)**，間距不宜超過**15公分**

剪力強度差異不同之影響



部位	混凝土強度	水平筋
原有柱	215kgf/cm ²	#3@30
補強翼牆	236kgf/cm ²	#3@20

柱箍筋間距較翼牆水平筋大，
破壞集中於原有柱

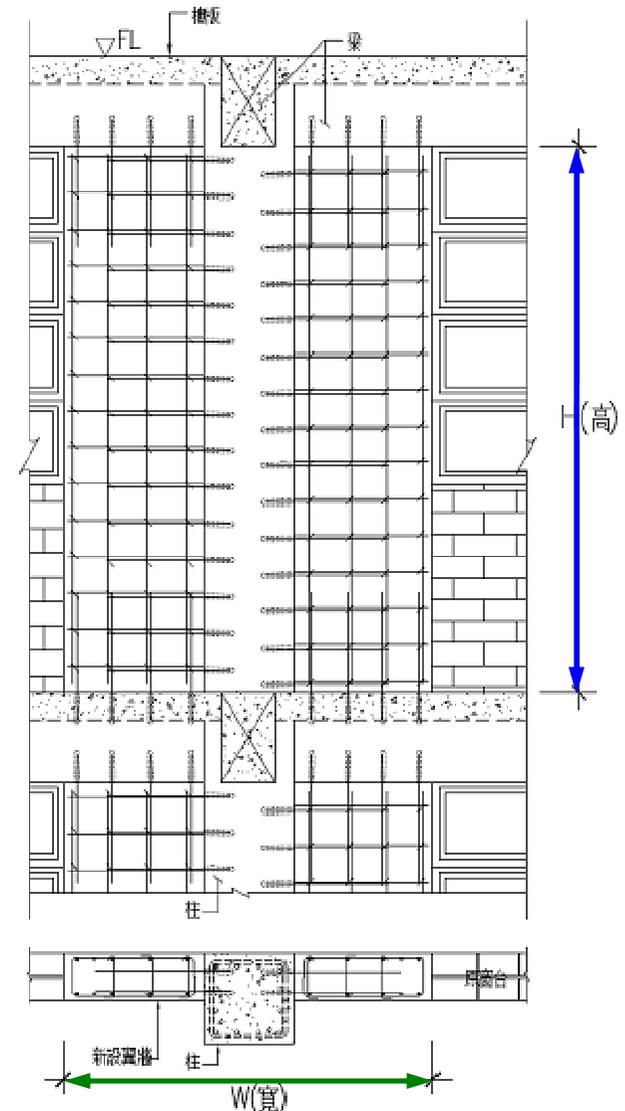


部位	混凝土強度	水平筋
原有柱	334kgf/cm ²	#3@20
補強翼牆	567kgf/cm ²	#3@20

柱箍筋間距與翼牆水平筋相同，
破壞較均勻

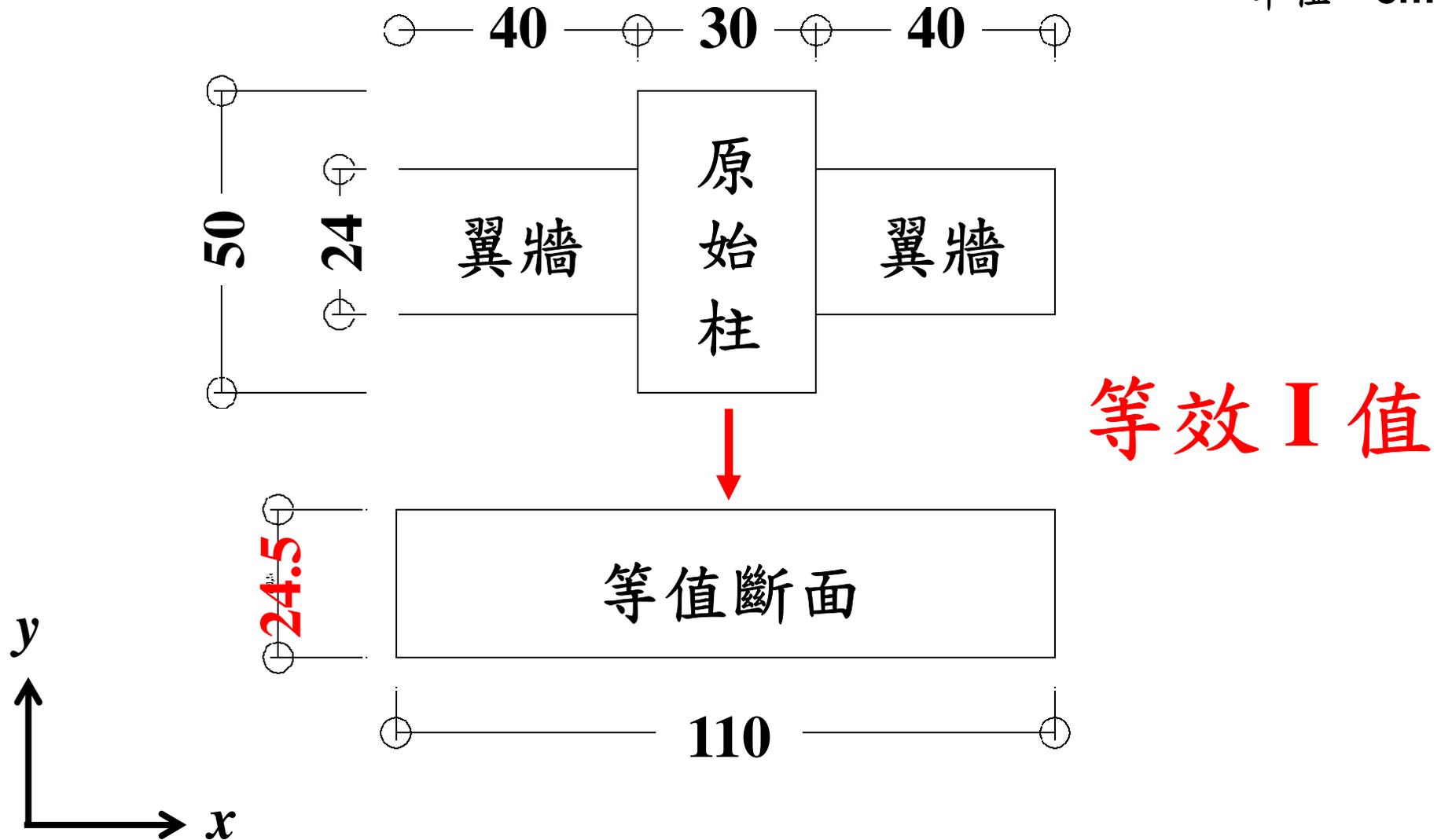
翼牆之模擬方式

- 翼牆高寬比(H/W)之判斷
 - ◆ H/W (高瘦型) ≥ 2
→ 以 RC 柱進行模擬
 - ◆ H/W (矮胖型) < 2
→ 以 RC 牆等值寬柱進行模擬



翼牆之模擬方式

單位：cm



翼牆補強構件數量

- 由分析結果得知，沿走廊方向最大側力強度 $V = 433,503 \text{ kgf}$ ，初步設計之基底剪力 $V^* = 577,404 \text{ kgf}$ 。

- 原始柱斷面強度為 $V_0 = 9019 \text{ kgf}$ ，假設柱軸重為 $23,310 \text{ kgf}$ 。

- 翼牆斷面撓曲強度：

$$V_{bWW} = \frac{2M_n}{H} = 75,290 \text{ kgf}$$

- 翼牆斷面之剪力強度：

$$V_{nWW} = V_c + V_s = 58,088 \text{ kgf}$$

翼牆補強構件數量

- 翼牆斷面之抗剪力強度：

$$V_{WW} = \min(V_{bWW}, V_{nWW}) = 58,088 \text{ kgf}$$

- 補強強度增量為：

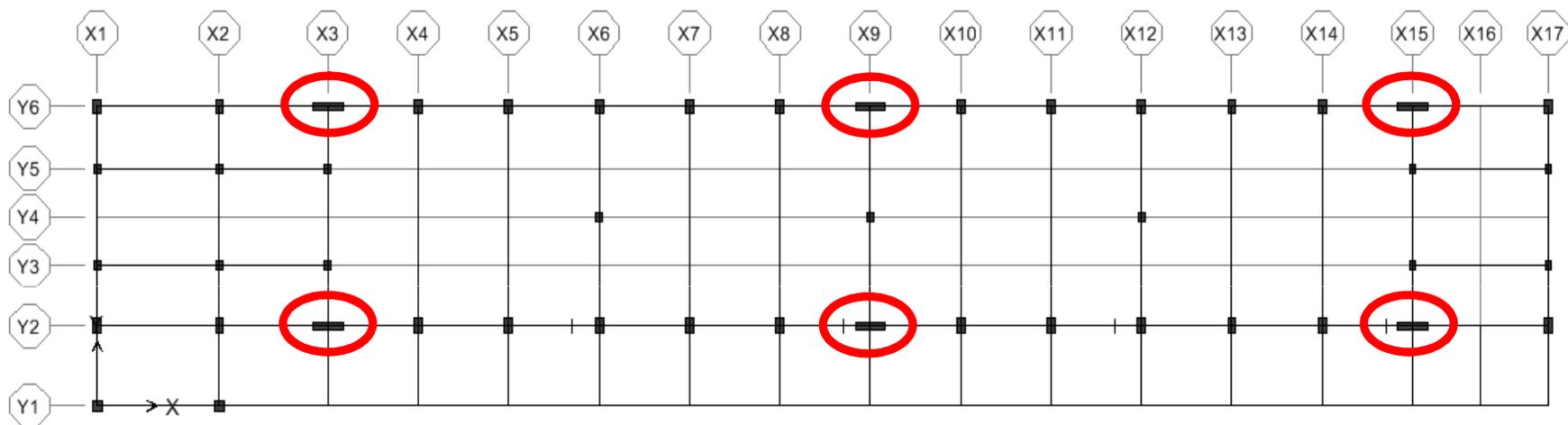
$$\Delta V_n = V_{WW} - V_0 = 49,070 \text{ kgf}$$

- 補強桿件數量估算求得：

$$N = \frac{V^* - V}{\Delta V_n} = 2.93$$

- 由於翼牆斷面為剪力破壞控制，考慮安全性及對稱性下，建議**採用 6 根柱子**進行翼牆補強

翼牆補強位置平面圖

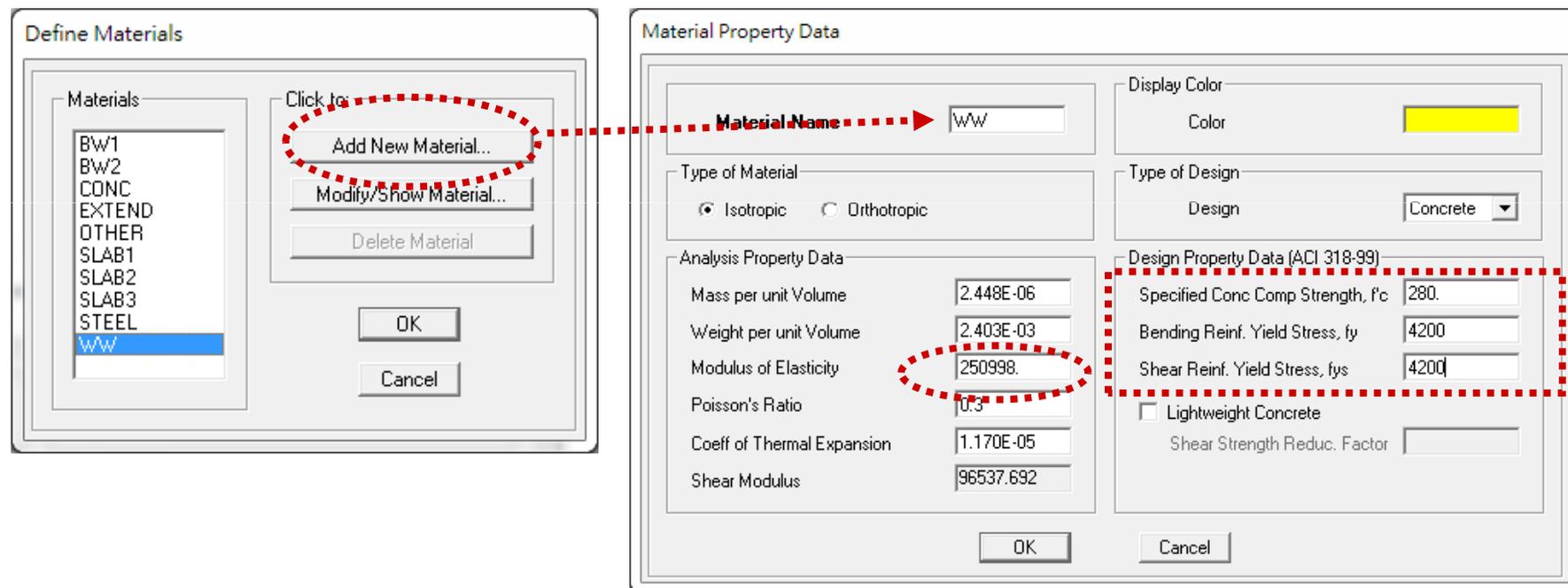


○ 翼牆補強處

結構分析模型

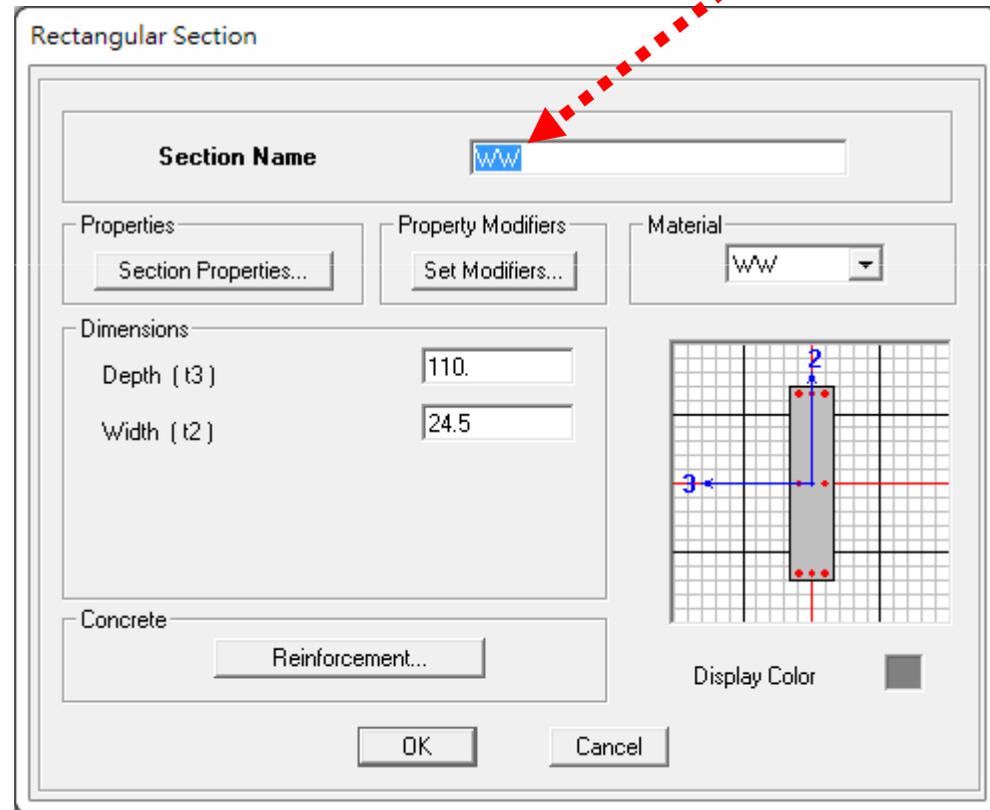
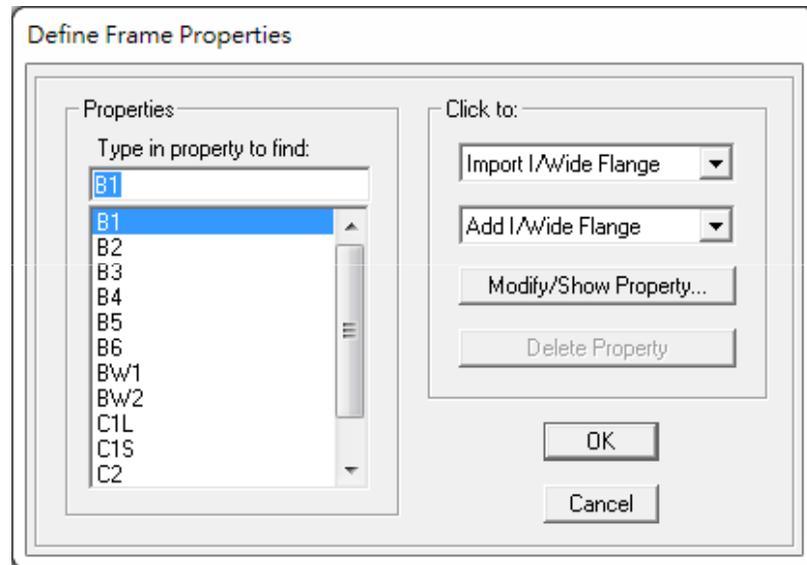
新增材料性質

- Define → Material Properties

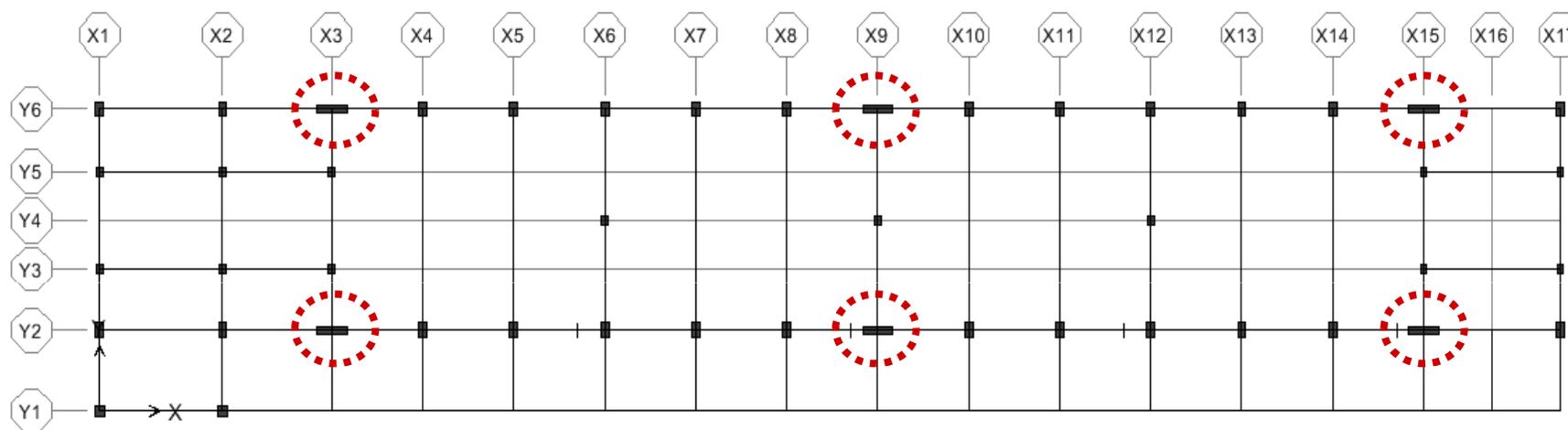


新增翼牆斷面

- Define → Frame Sections



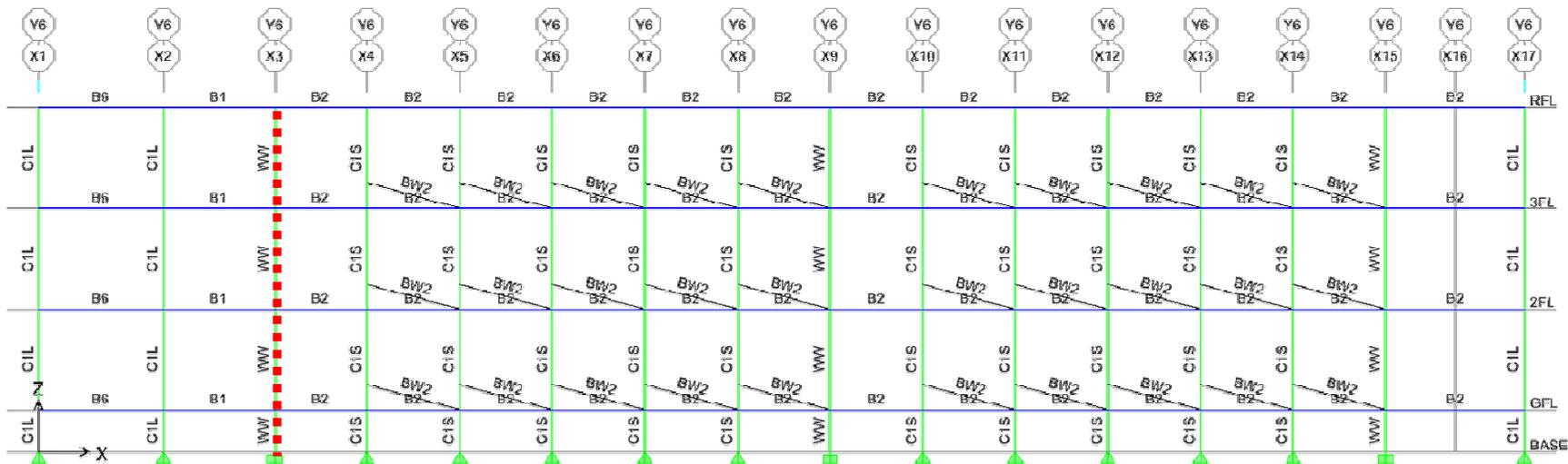
ETABS 結構分析模型平面圖



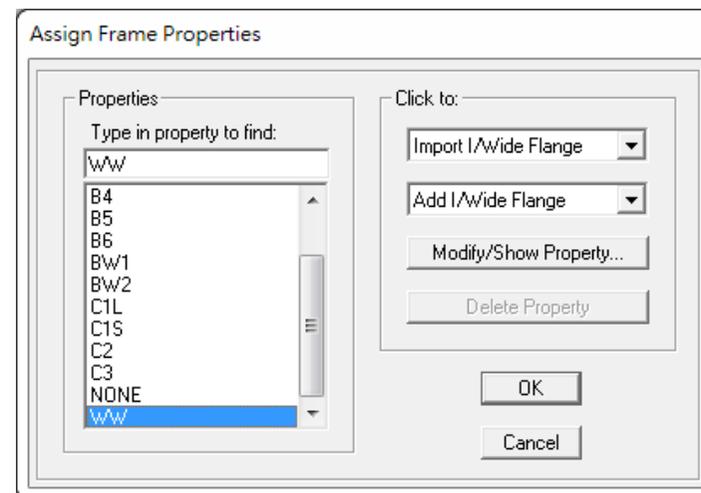
○ 翼牆補強處，將原有柱斷面替換為新的斷面，
以避免柱編號改變

選定柱置換為翼牆斷面

- 選擇需置換的柱桿件 (以 C34 為例)
- **Assign** → **Frame/Line** → **Frame Section**

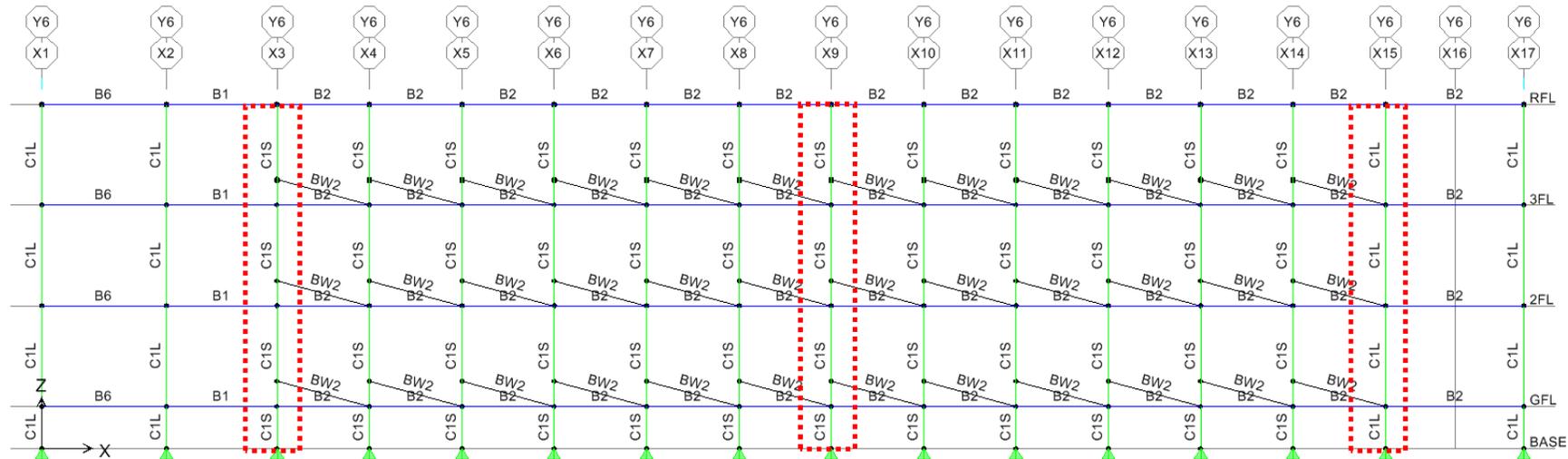


原有 C1S 柱斷面
置換為 WW 翼牆斷面

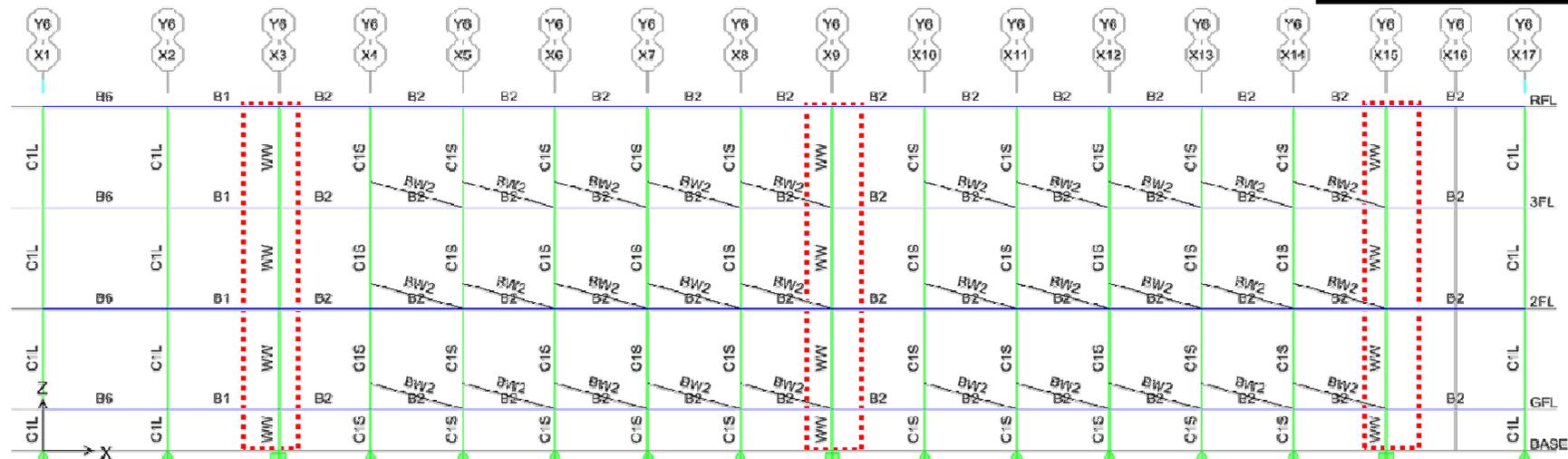


新增翼牆補強位置

補強前



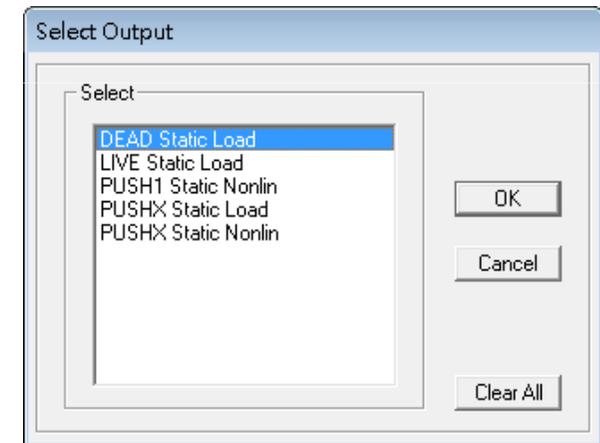
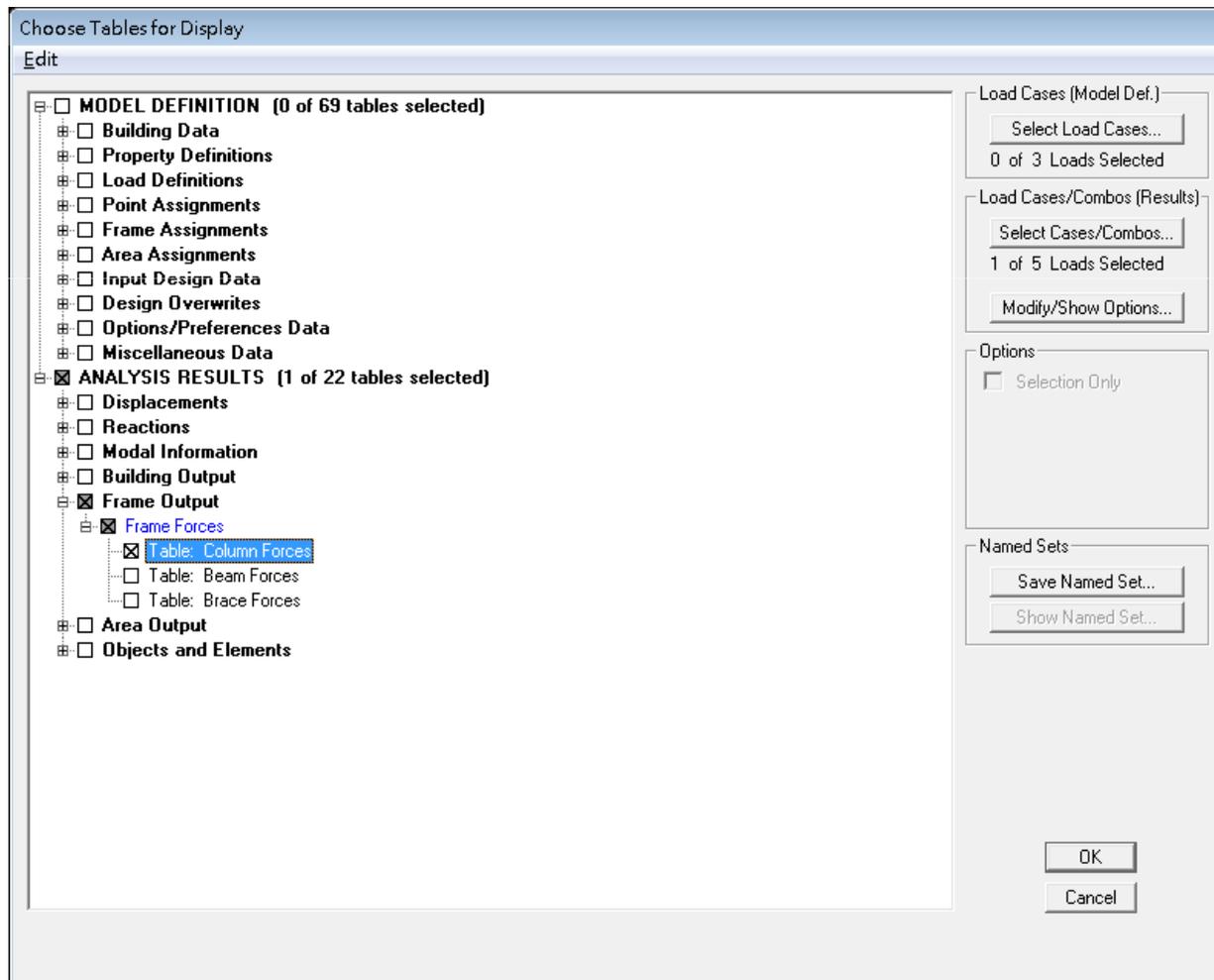
翼牆補強後



檢視柱軸力資料

① Analyze → Run Analysis

② Display → Show Tables → Frame Output → Frame Forces → Table: Column Forces



輸出柱軸力資料

Column Forces

供輔助程式計算彎矩強度讀取使用

	Story	Column	Load Type	1	2	3	4
▶	RFL	C1	DEAD	0.000	-4064.92	-561.67	-483.42
	RFL	C1	DEAD	157.500	-3574.42	-561.67	-483.42
	RFL	C1	DEAD	315.000	-3083.92	-561.67	-483.42
	3FL	C1	DEAD	0.000	-8875.98	-457.53	-397.20
	3FL	C1	DEAD	157.500	-8385.48	-457.53	-397.20
	3FL	C1	DEAD	315.000	-7894.98	-457.53	-397.20
	2FL	C1	DEAD	0.000	-13337.13	-293.39	-259.59
	2FL	C1	DEAD	157.500	-12846.63	-293.39	-259.59
	2FL	C1	DEAD	315.000	-12356.13	-293.39	-259.59
	GFL	C1	DEAD	0.000	-233.57	0.00	0.00
	GFL	C1	DEAD	52.500	-70.07	0.00	0.00
	GFL	C1	DEAD	105.000	93.43	0.00	0.00
	RFL	C2	DEAD	0.000	-8222.97	-564.56	-663.23
	RFL	C2	DEAD	152.500	-7748.04	-564.56	-663.23
	RFL	C2	DEAD	305.000	-7273.11	-564.56	-663.23
	3FL	C2	DEAD	0.000	-17569.02	-517.82	-587.49
	3FL	C2	DEAD	152.500	-17094.10	-517.82	-587.49
	3FL	C2	DEAD	305.000	-16619.17	-517.82	-587.49
	2FL	C2	DEAD	0.000	-26730.71	-319.34	-363.96
	2FL	C2	DEAD	152.500	-26255.78	-319.34	-363.96

hjxp-ww.txt - 記事本

檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)

```
$ AXIAL LOAD
$Story Column Loc P
Story Column Loc P
RFL C1 0 -4064.92
RFL C1 157.5 -3574.42
RFL C1 315 -3083.92
3FL C1 0 -8875.98
3FL C1 157.5 -8385.48
3FL C1 315 -7894.98
2FL C1 0 -13337.13
2FL C1 157.5 -12846.63
2FL C1 315 -12356.13
RFL C2 0 -8222.97
RFL C2 152.5 -7748.04
RFL C2 305 -7273.11
3FL C2 0 -17569.02
3FL C2 152.5 -17094.1
3FL C2 305 -16619.17
2FL C2 0 -26730.71
2FL C2 152.5 -26255.78
2FL C2 305 -25780.85
RFL C3 0 -6098.18
RFL C3 157.5 -5530.47
RFL C3 315 -4962.76
3FL C3 0 -12920.35
3FL C3 157.5 -12352.65
3FL C3 315 -11784.94
2FL C3 0 -19430.31
2FL C3 157.5 -18862.61
2FL C3 315 -18294.9
```

輔助程式共用輸入檔

輔助程式共用輸入檔 (一)

- 建築物性質模組

單位：kgf-cm

\$ Weight	Mode
488953	0.0112
488953	0.0250
418377	0.0341

- 柱性質模組

\$ Name	f_cp	f_yl	f_yt	cover	hoop	spacing	num_hoop	TR
C1L	160	2800	2800	4	3	25	2	0
WW	280	4200	2800	4	3	20	2	1

- 柱資料模組

\$ Name	story	properties	section	H	L	fromBtm
C5	2FL	C1L	C1L	360	300	0
C5	2FL	WW	WW	360	300	0

輔助程式共用輸入檔 (二)

- 梁性質模組

單位：kgf-cm

<u>\$Name</u>	<u>L</u>	<u>f_cp</u>	<u>f_yl</u>	<u>f_yt</u>	<u>cover</u>	<u>hoop</u>	<u>spacing</u>	<u>num_hoop</u>	<u>TR</u>
B1D_263	263	160	2800	2800	4	3	25	2	0

- 梁資料模組

<u>\$Name</u>	<u>story</u>	<u>section</u>
B36	2FL	B1D_263
B36	3FL	B1D_263
B36	RFL	B1D_263

輔助程式共用輸入檔 (三)

- 軸力資料模組

單位：kgf-cm

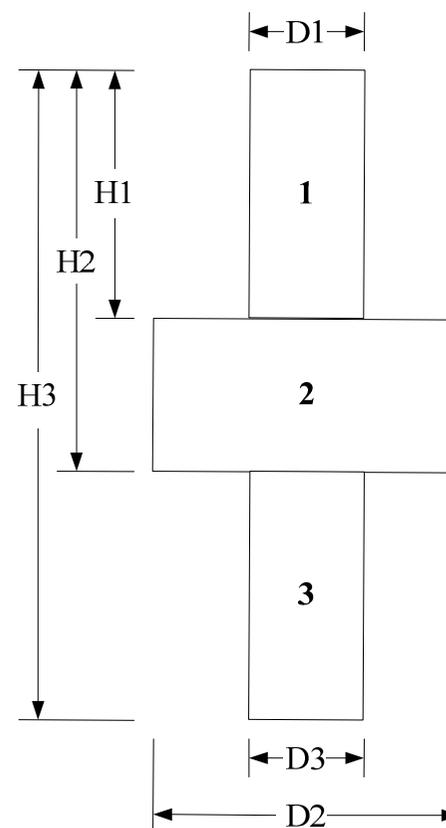
\$ Story	Column	Loc	P
RFL	C1	0	-4064.92
RFL	C1	157.5	-3574.42
RFL	C1	315	-3083.92
3FL	C1	0	-8875.98
3FL	C1	157.5	-8385.48
3FL	C1	315	-7894.98
2FL	C1	0	-13337.13
2FL	C1	157.5	-12846.63
2FL	C1	315	-12356.13

輔助程式共用輸入檔 (四)

• 柱、梁斷面性質模組

單位：kgf-cm

WW	----- 斷面名稱											
40	24	70	50	110	24	----- 斷面幾何尺寸	H1	D1	H2	D2	H3	D3
6	4200		5	5								
14	4200		5	5								
22	4200		5	5								
30	4200		5	5								
46	2800	7	6	6	7							
52	2800	6			6							
58	2800	6			6							
64	2800	7	6	6	7							
80	4200		5	5								
88	4200		5	5								
96	4200		5	5								
104	4200		5	5								



非線性鉸計算與設定

自動計算 RC 柱、梁非線性鉸程式 (COLPH.exe)

◇檔案名稱可任意命名

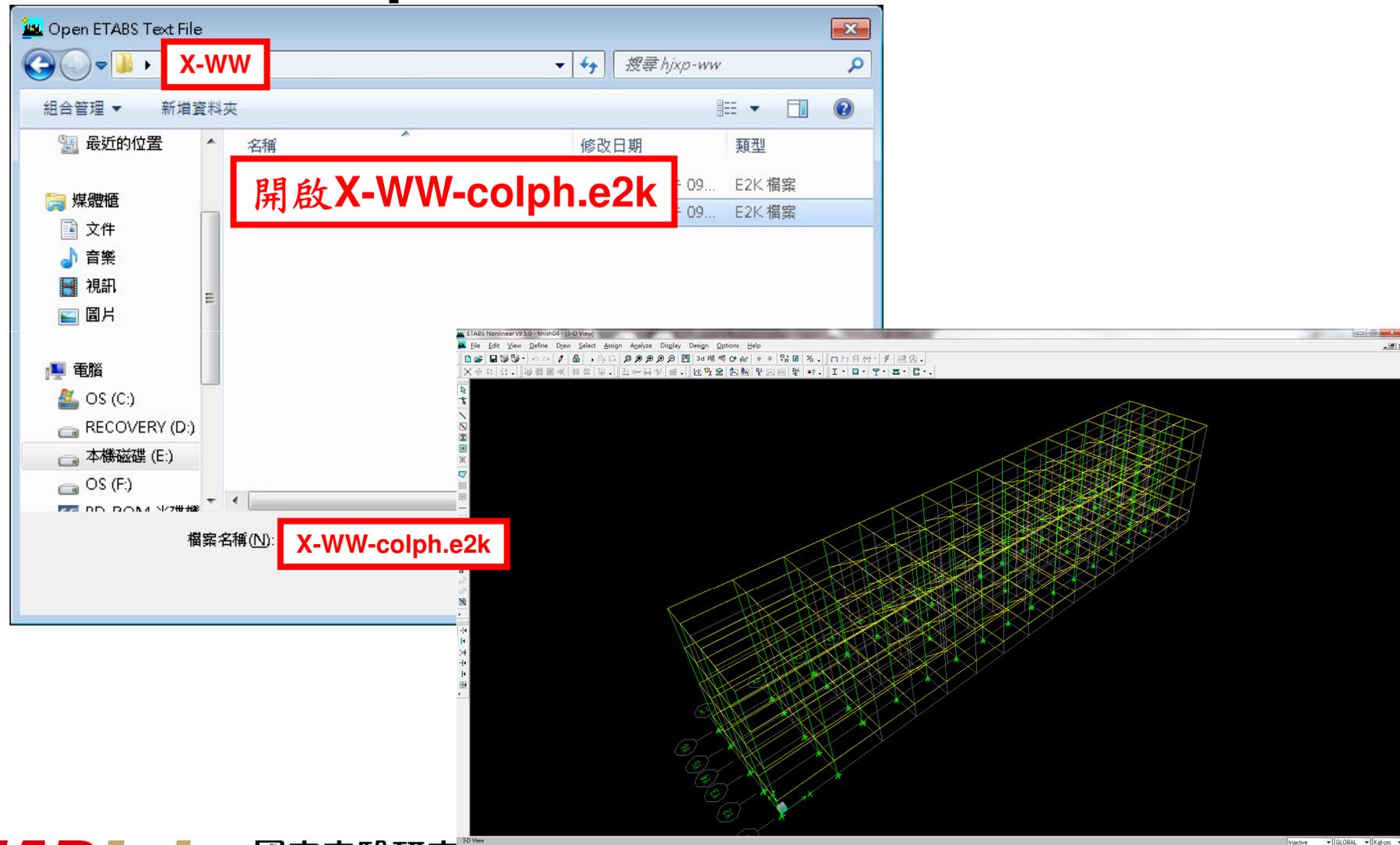
- 請問輸出為X方向還是Y方向之非線性鉸 (X:X方向； Y:Y方向)？ (X/Y)：X
- 是否要考慮梁之非線性鉸？ (Y/N)：Y
- 請輸入輔助程式共用輸入檔檔名 (*.txt)：X-WW
- 請輸入 ETABS 結構模型檔檔名 (*.e2k)：X-WW
- 請輸入完成梁、柱非線性鉸計算後之 ETABS 結構模型檔檔名 (*.e2k)：X-WW-colph

因未變動磚牆，故不須重新執行

『自動計算磚牆等值斜撐非線性鉸程式 (BWPH.exe)』

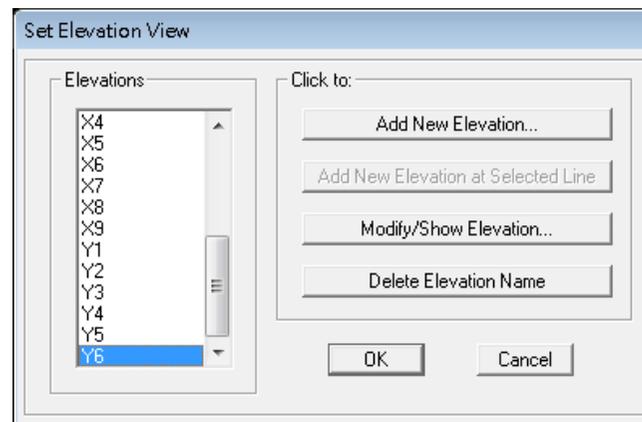
匯入已完成非線性鉸設定之模型檔

- **File → Import → ETABS.e2k Text File**

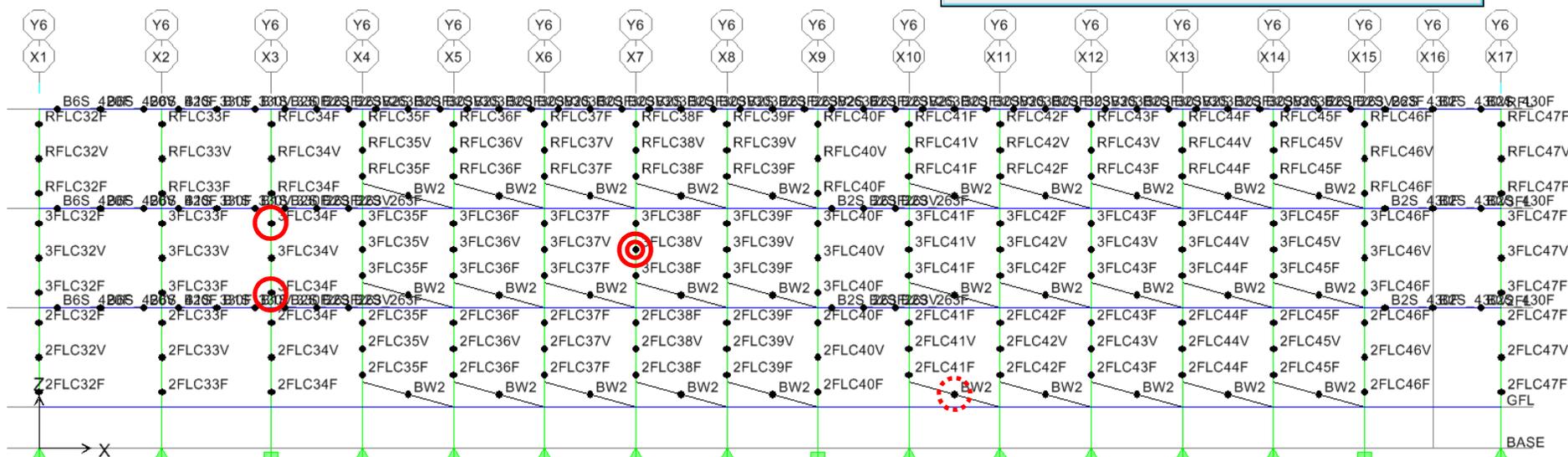


檢查是否完成非線性鉸設定

- View → Set Elevation View



以 Y6 Frame 為例



○ 彎矩非線性鉸

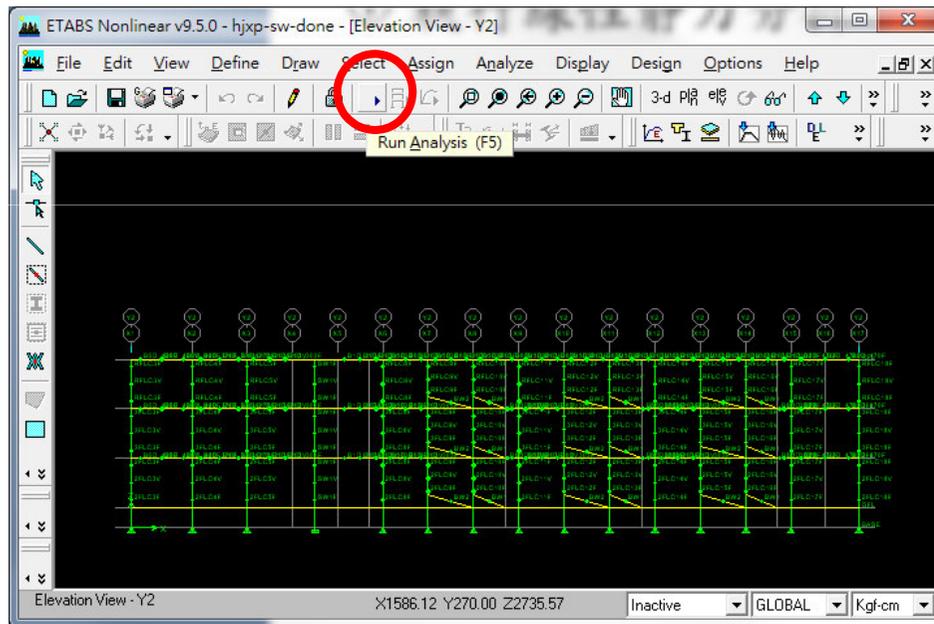
◎ 剪力非線性鉸

⊙ 軸力非線性鉸

非線性側推分析

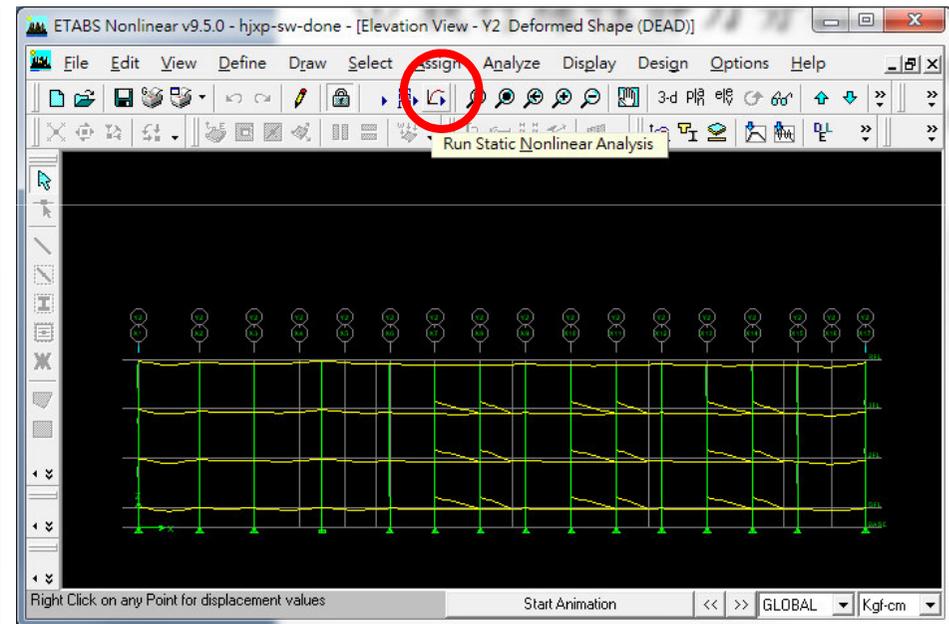
① 執行線性靜力分析

Analyze → Run Analysis

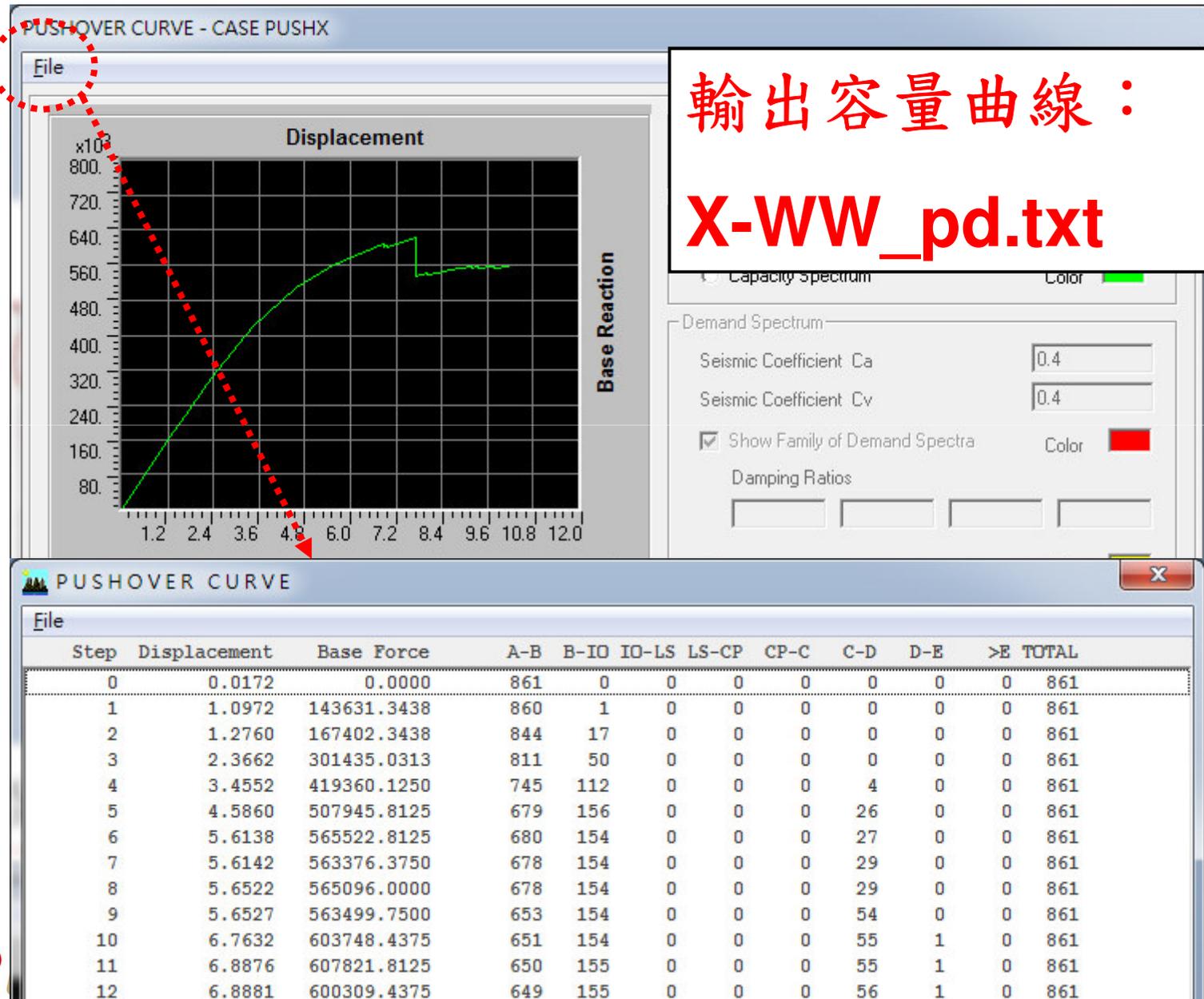


② 執行非線性側推分析

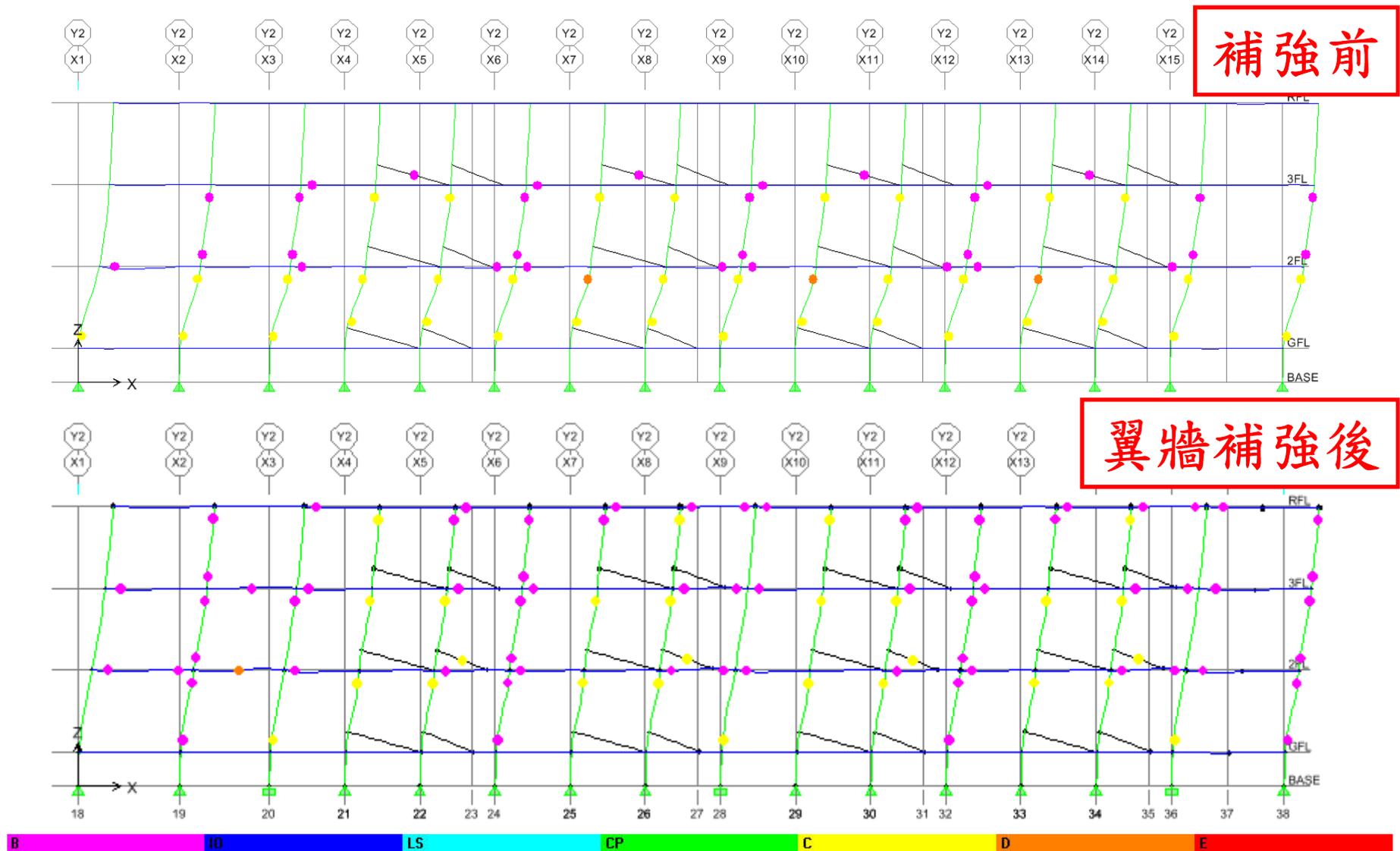
Analyze → Run Static Nonlinear Analysis



建築物容量曲線



補強前後非線性鉸分布情形(Y2)



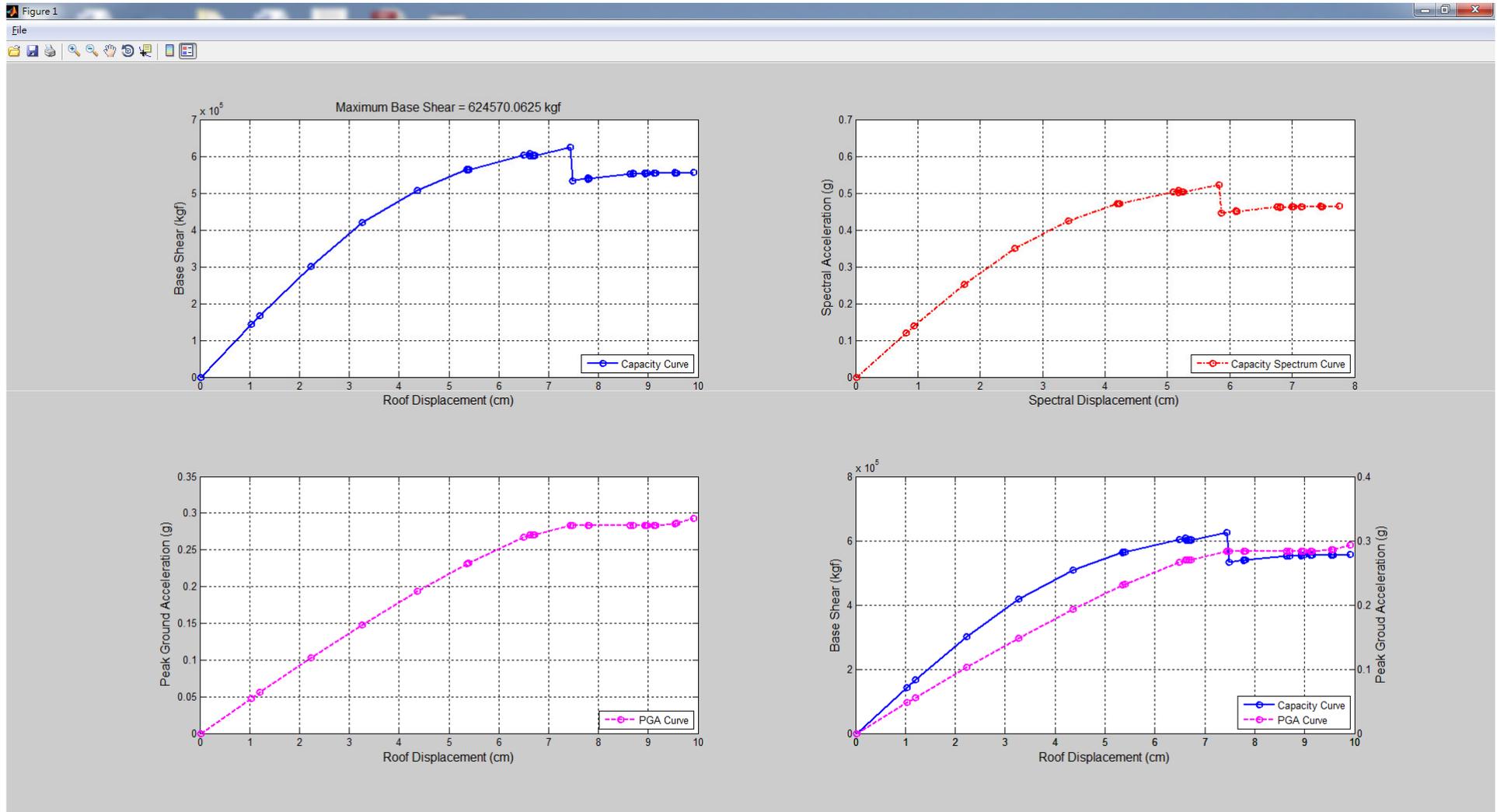
補強後之耐震能力

自動計算性能目標地表加速度程式 (PGA.exe)

◇檔案名稱可任意命名

- 請輸入阻尼修正係數 (既有校舍建築 κ 可設為 **0.33**) :
0.33 or 1/3
- 請輸入輔助程式共用輸入檔檔名 (*.txt) : **X-WW**
- 請選擇要使用 [1]自行定義 或 [2]ETABS 定義 或 [3]MIDAS 定義之 P-D 曲線檔 : **1**
- 請輸入 ETABS 定義之 P-D 曲線檔檔名 (*.txt) :
X-WW_pd
- 請輸入完成性能目標地表加速度計算之文字檔檔名 (*.txt) : **X-WW_pga**

容量曲線圖及性能曲線圖



性能目標：強度準則

第17步產生最大強度

第17步對應的加速度

	\$\$_a	S_d	A_e	BETA_0	BETA_eq	T_e	T_0	B_s	B_l	Force	Disp.	A_p
0	0	0.012996	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0.0166	0
1	0.119954	0.810311	0.047821	0	0.05	0.52139	0.742857	1	1	143631	1.035	0.047982
2	0.139807	0.942388	0.064975	0	0.05	0.52083	0.742857	1	1	167402	1.2037	0.055923
3	0.251745	1.74965	0.223017	0.008049	0.052656	0.528859	0.745973	1.01753	1.01328	301435	2.2348	0.102463
4	0.350231	2.56066	0.467122	0.026565	0.058766	0.542431	0.752839	1.05786	1.04383	419360	3.2707	0.148198
5	0.424214	3.41591	0.798294	0.064807	0.071386	0.569254	0.765821	1.14115	1.10693	507946	4.3631	0.193636
6	0.472299	4.19952	1.14955	0.101322	0.083436	0.598187	0.776906	1.22068	1.16718	565523	5.364	0.23061
7	0.470507	4.20046	1.15	0.104253	0.084404	0.599392	0.777747	1.22706	1.17202	563376	5.3652	0.230937
8	0.471943	4.22967	1.16376	0.105676	0.084873	0.600556	0.778152	1.23016	1.17437	565096	5.4025	0.232227
9	0.47061	4.23053	1.16416	0.107887	0.085603	0.601468	0.778779	1.23498	1.17801	563500	5.4036	0.232477
10	0.504224	5.08907	1.58263	0.148667	0.09906	0.637313	0.789682	1.3238	1.2453	603748	6.5002	0.266996
11	0.507626	5.18544	1.63139	0.152492	0.100322	0.64116	0.790408	1.33087	1.25081	607822	6.6233	0.270233
12	0.501352	5.18732	1.63234	0.162541	0.103639	0.645276	0.790486	1.33982	1.2591	600309	6.6257	0.270233
13	0.503497	5.23234	1.65495	0.163221	0.103863	0.646688	0.790491	1.34043	1.25966	602879	6.6832	0.270233
14	0.502175	5.2332	1.65539	0.165404	0.104583	0.647592	0.790508	1.34238	1.26146	601295	6.6843	0.270233
15	0.503603	5.26209	1.66992	0.16572	0.104688	0.648456	0.79051	1.34266	1.26172	603005	6.7212	0.270466
16	0.502287	5.26279	1.67027	0.167884	0.105402	0.649348	0.790527	1.34458	1.2635	601430	6.7221	0.270466
17	0.521613	5.82555	1.95837	0.183959	0.110706	0.670409	0.790649	1.35891	1.27677	624570	7.4409	0.283529
18	0.445838	5.86438	1.97716	0.326215	0.157651	0.727558	0.791629	1.48566	1.39413	533839	7.4905	0.283529
19	0.451552	6.09824	2.08209	0.326093	0.157611	0.737214	0.791628	1.48555	1.39403	540680	7.7892	0.283529
20	0.44943	6.0991	2.08247	0.330682	0.159125	0.739005	0.791657	1.48964	1.39781	538140	7.7903	0.283529
21	0.45022	6.11906	2.09145	0.329985	0.158895	0.739563	0.791652	1.48902	1.39724	539086	7.8158	0.283529

性能目標：位移準則

Load	RFL 層間位移比	3FL 層間位移比	2FL 層間位移比
PUSHX-0	0.00	0.00	0.00
PUSHX-1	0.07	0.11	0.11
PUSHX-2	0.08	0.13	0.12
PUSHX-3	0.15	0.24	0.23
PUSHX-4	0.22	0.35	0.34
PUSHX-5	0.29	0.47	0.45
PUSHX-6	0.36	0.57	0.56
PUSHX-7	0.36	0.57	0.56
PUSHX-8	0.36	0.58	0.57
PUSHX-9	0.36	0.58	0.57
PUSHX-10	0.42	0.69	0.70
PUSHX-11	0.43	0.70	0.71
PUSHX-12	0.43	0.70	0.71
PUSHX-13	0.43	0.70	0.72
PUSHX-14	0.43	0.70	0.72
PUSHX-15	0.43	0.71	0.73
PUSHX-16	0.43	0.71	0.73
PUSHX-17	0.48	0.78	0.81
PUSHX-18	0.39	0.81	0.89

檢查最大基底剪力發生時
(第17步) 最大樓層間位移比是
否小於2%：

RFL : 0.48% < 2%

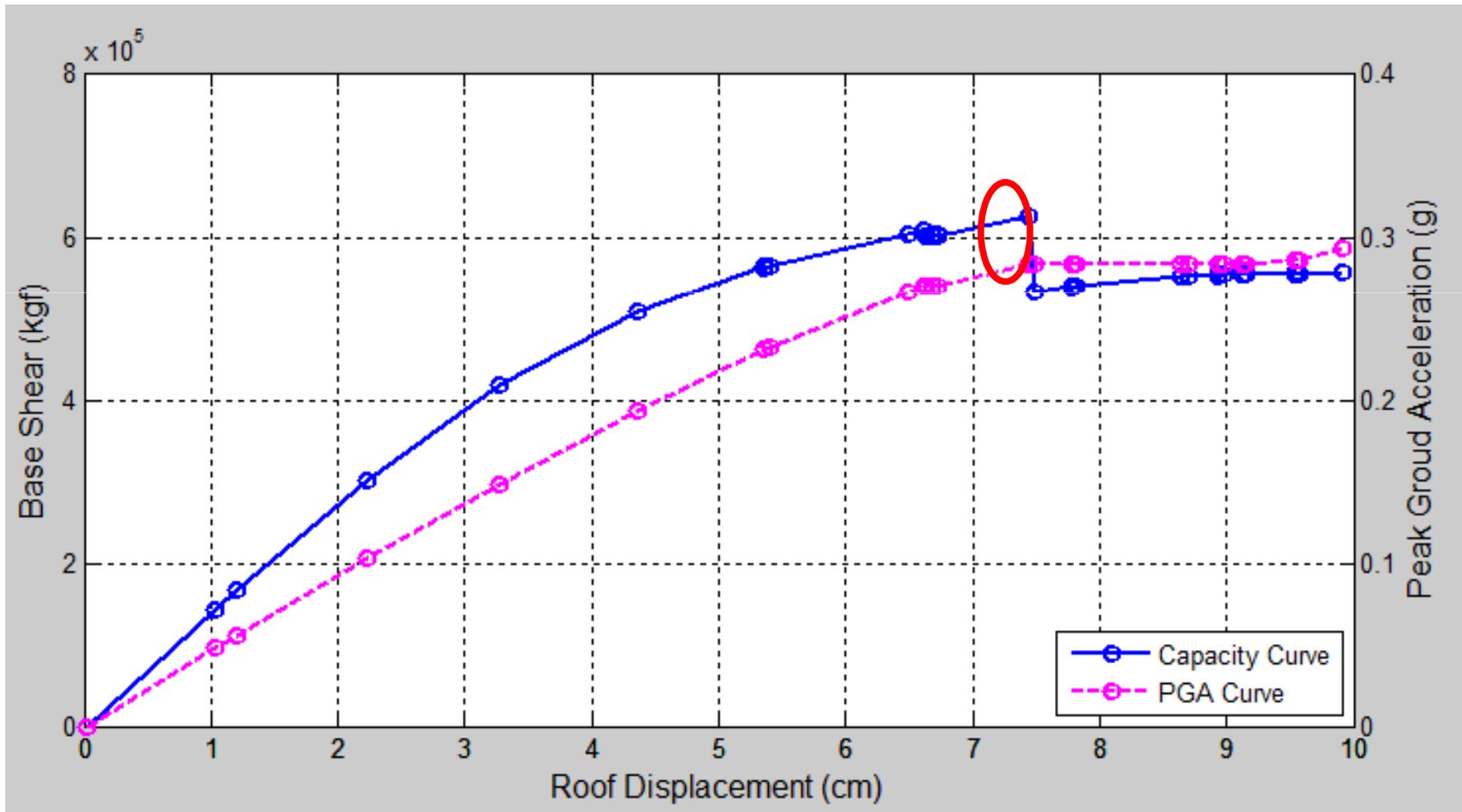
3FL : 0.78% < 2%

2FL : 0.81% < 2%

故目標性能點由強度準則控制

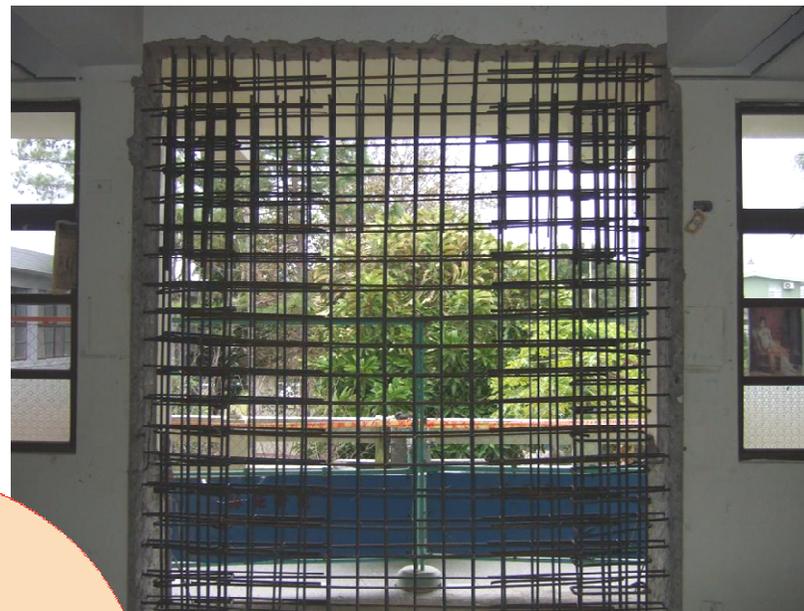
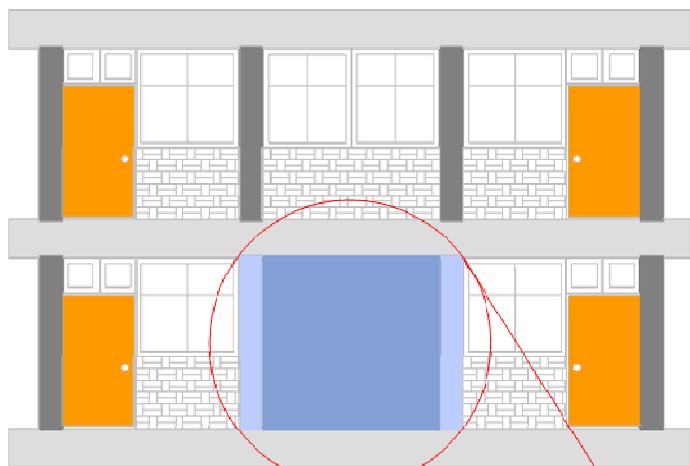
容量曲線及性能目標地表加速度圖

$$V_{\max} = 624.57 \text{ tf} \quad A_p = 0.283g$$

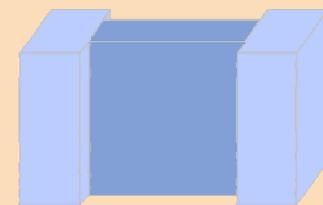


剪力牆補強

剪力牆補強簡介



剪力牆補強



原柱斷面

原柱斷面

優勢：

1. 以較少的補強量，達到足夠的耐震需求
2. 新增牆面可有效利用

注意事項：

對通風、採光影響極大，
應慎選配置地點

剪力牆補強概念

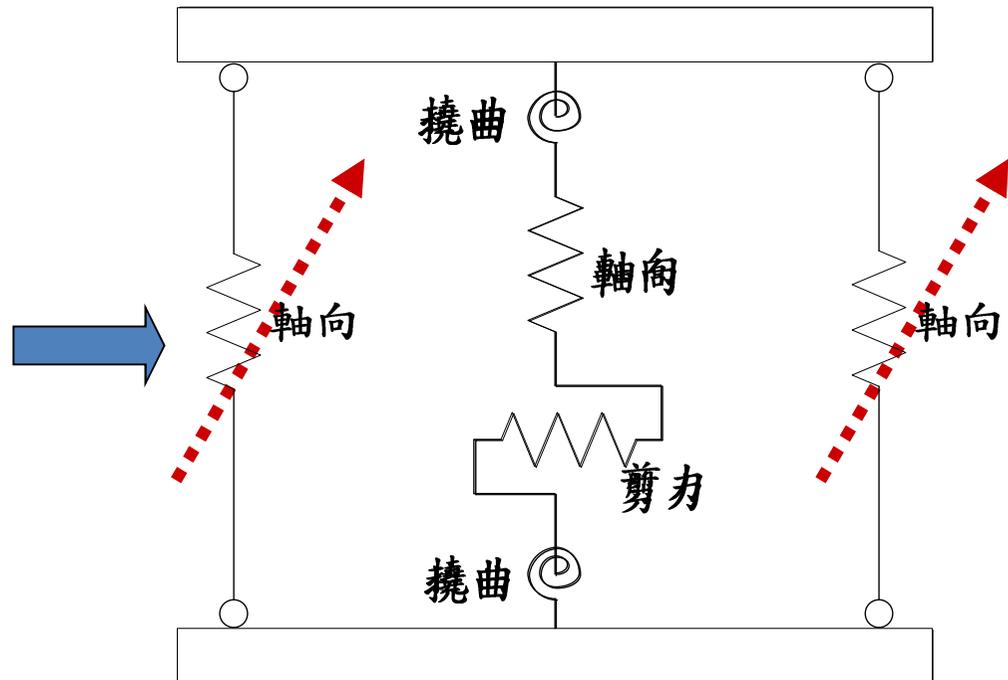
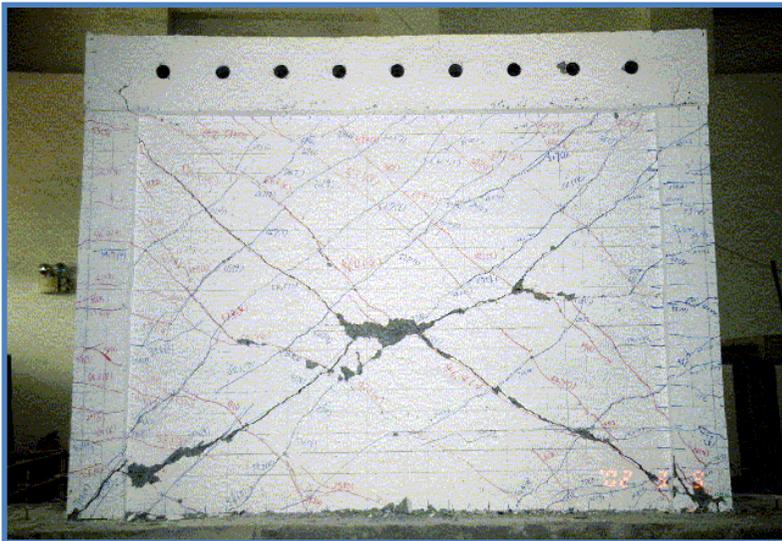
- 剪力牆具有很高之強度與勁度，對於抵抗側力需求高之建築物，有極佳之補強效果
- 當建築物有軟弱底層或是質心與剛心有較大之偏心量時，適合採用此種工法改善抵抗側力系統平力面之均勻性

設計與分析之注意事項

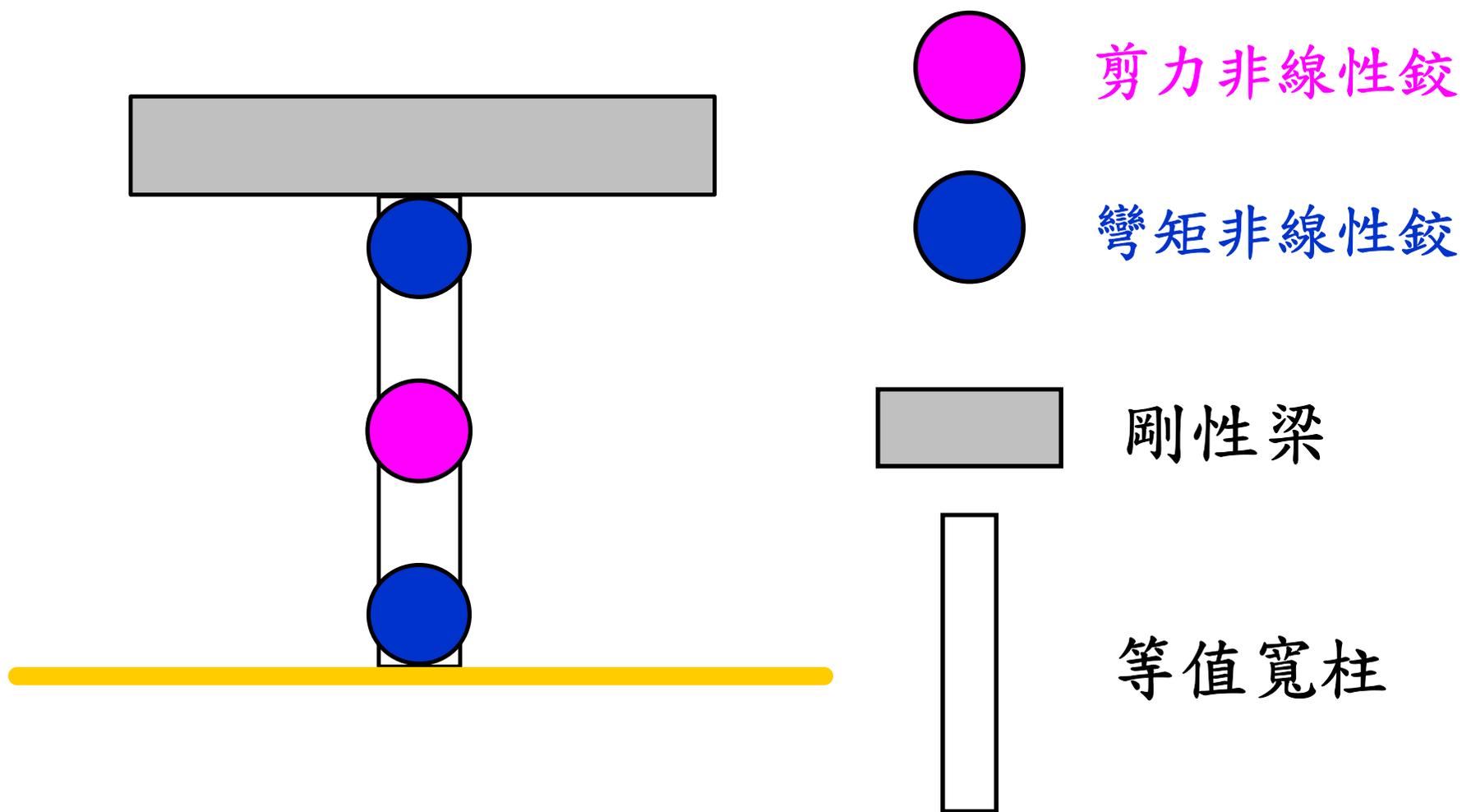
- 鋼筋混凝土牆具有極高之強度與勁度，配置時應均勻分散，避免過度集中而產生扭轉效應
- 建議優先於原有完整磚牆處配置鋼筋混凝土牆，可減少因補強造成通風、採光及動線等使用性之衝擊
- 為確保耐震補強之成效以及符合分析結果，鋼筋混凝土翼牆之厚度不宜太小，建議應超過**20公分**，並採用雙層雙向方式配置鋼筋

RC 牆之等值寬柱模型

- 日本建築學會—鐵筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針(案)・同解説

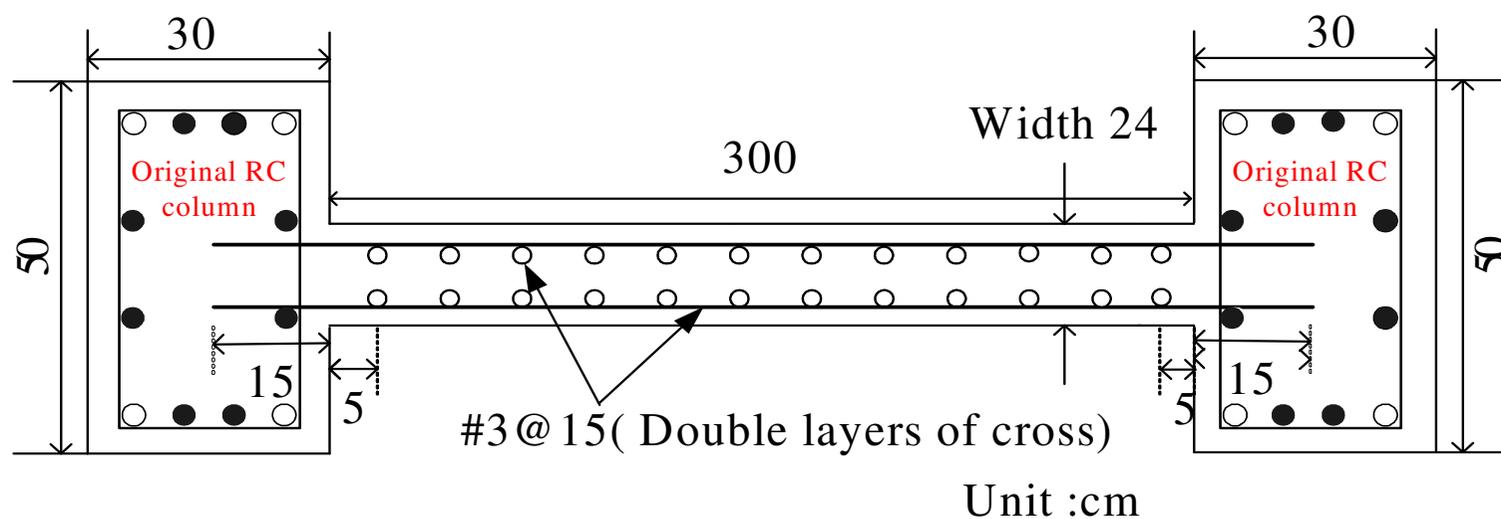


RC 牆之等值寬柱模型



剪力牆斷面規劃與設計

- 剪力牆面內方向應與建築物弱向平行
- 剪力牆厚度應大於 **20 cm**，在此考量施工方便性，牆厚度**直接等於梁寬度 24 cm**
- 牆筋採用**#3**，降伏強度 **4200 kgf/cm²**，混凝土抗壓強度為 **280 kgf/cm²**，保護層 **4 cm**



剪力牆斷面分析

- 2 根邊界柱軸力 $P = 152,657 \text{ kgf}$
- 牆淨高 $H = 300 \text{ cm}$
- 牆斷面彎矩強度

$$M_n = 80,974,600 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$V_{bsw} = \frac{2M_n}{H} = 539,831 \text{ kgf}$$

- 牆斷面剪力強度

$$V_{su} = (K_h + K_v - 1) \zeta_c f'_c A_{str} \cos \theta = 311,417.72 \text{ kgf}$$

$$V_{sw} = \min(V_{bsw}, V_{su}) = 311,417.72 \text{ kgf}$$

剪力牆補強構件數量

- 補強前最大側力強度： $V = 433,503 \text{ kgf}$
- 強度補強準則：

$$V^* = \frac{A_T}{A_P} V = \frac{0.28}{0.2148} \times 433.503 \times 10^3 = 565,087 \text{ kgf}$$

- 補強構件所提供之側力強度增量：

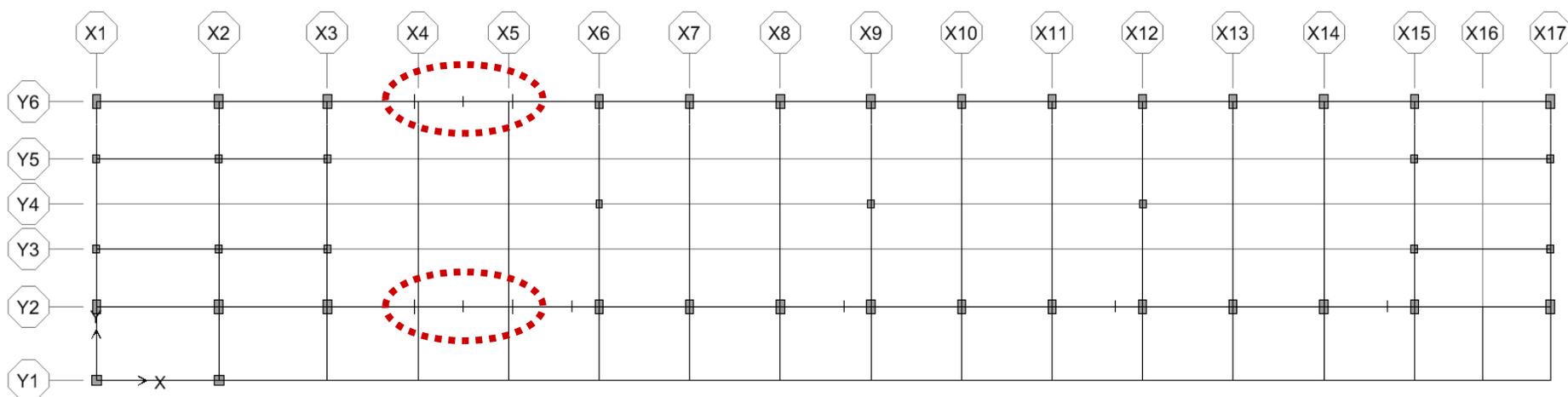
$$\Delta V_L = V_{sw} - 2V_0 = 293380.38 \text{ kgf}$$

- 補強構件數量估算求得：

$$N = \frac{V^* - V}{\Delta V_L} = 0.45$$

剪力牆補強位置平面圖

- 基於對稱性原則，建議採用 2 片剪力牆補強，參考原結構平面圖後選定 2 處剪力牆配置位置。

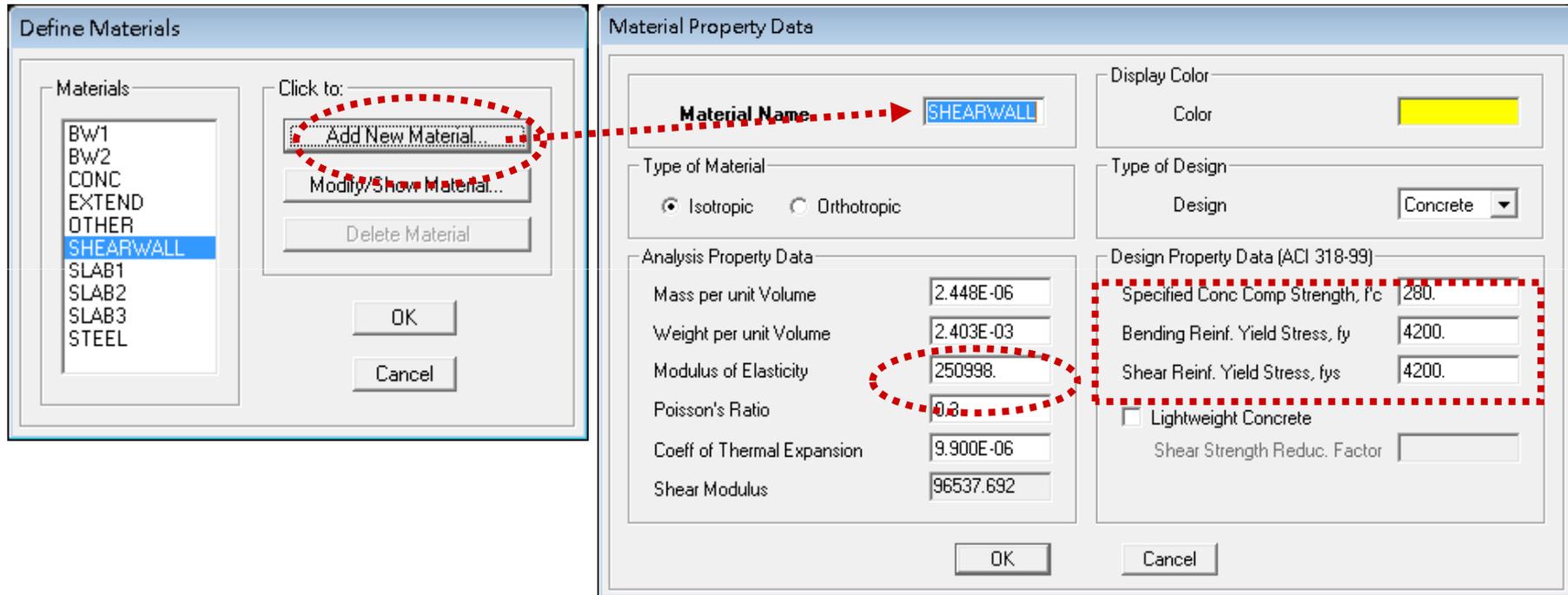


○ 剪力牆補強處

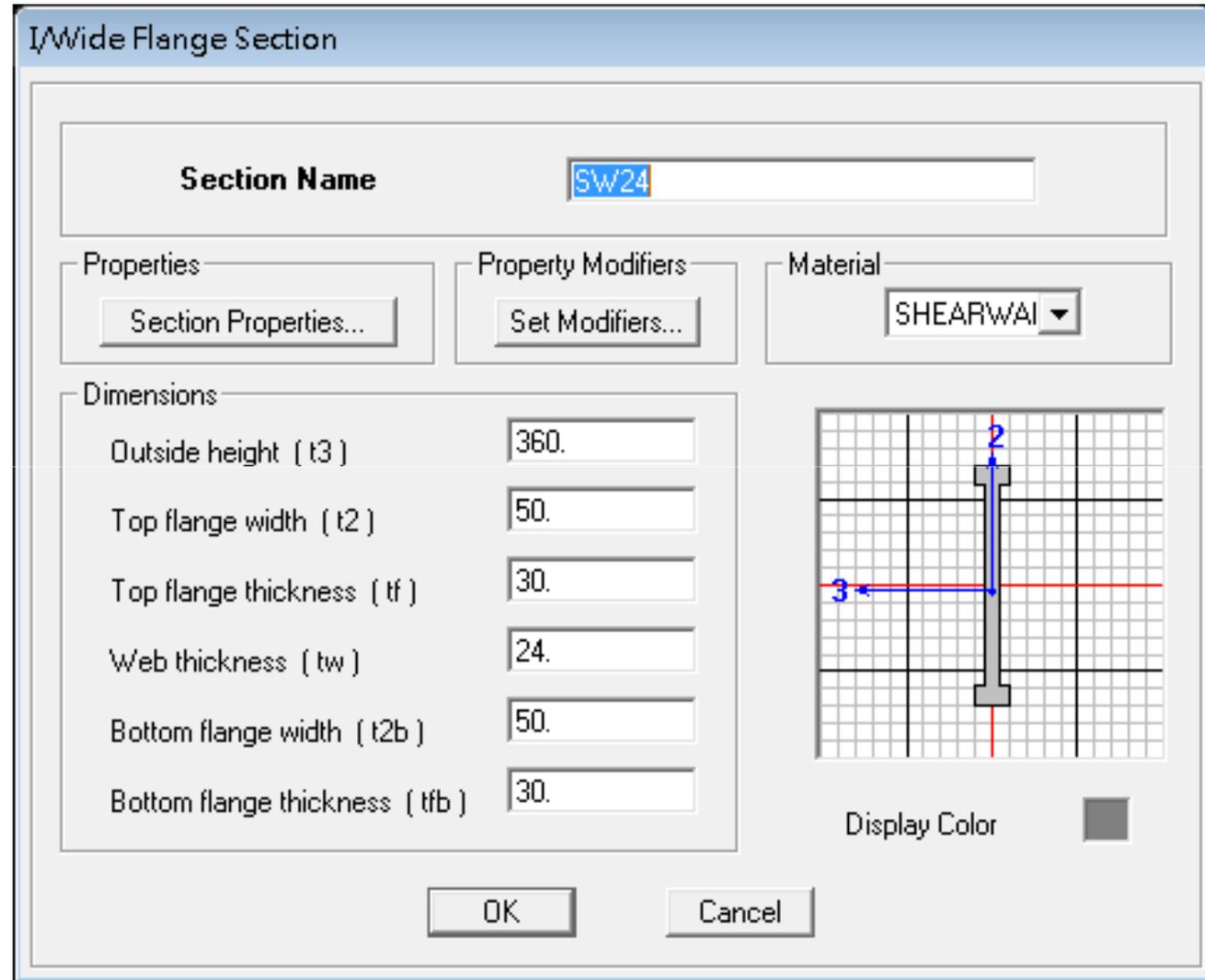
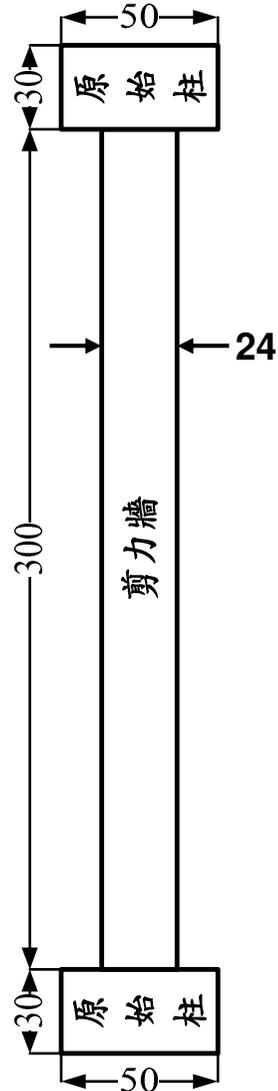
結構分析模型

新增材料性質

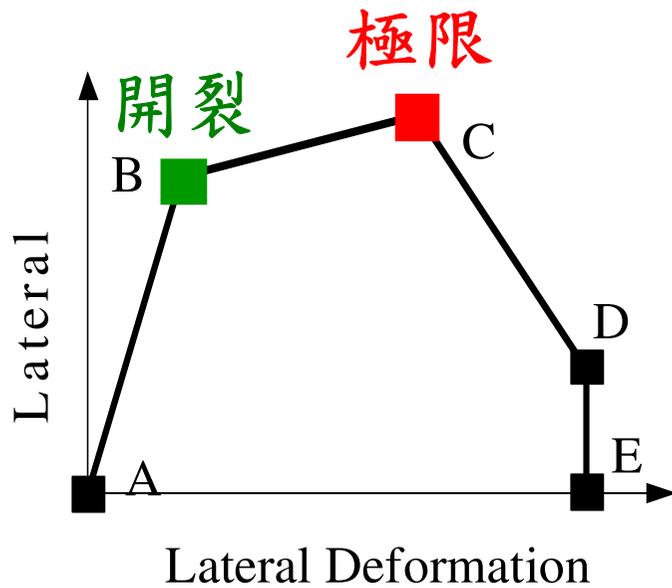
- Define → Material Properties



新增剪力牆斷面



新增剪力牆斷面



Frame Hinge Property Data for SW1F - M3

Edit

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	0	-2.6339
D-	-0.4	-2.6339
C-	-1	-1
B-	-0.8435	0.
A	0.	0.
B	0.8435	0.
C	1.	1.
D	0.4	2.6339
E	0.	2.6339

Hinge is Rigid Plastic
 Symmetric

Scaling for Moment and Rotation

	Positive	Negative
<input type="checkbox"/> Use Yield Moment	Moment SF 80974600.	
<input type="checkbox"/> Use Yield Rotation	Rotation SF 7.421E-03	

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

	Positive	Negative
Immediate Occupancy	100.	
Life Safety	200.	
Collapse Prevention	300.	

OK
Cancel

新增剪力牆斷面

$$\left[\frac{V_y H^3}{12E_c \times nI_g} + \frac{2(1+\nu) V_y H}{E_c m A_w} \right] = \delta_{s,y} + \delta_{f,y} + \delta_{slip,y}$$

ETABS Software

$$\delta_{s,y} = \gamma_{vh} H \quad (\text{降伏點剪變形})$$

$$\delta_{f,y} = \frac{V_y H^3}{12E_c I} \quad (\text{降伏點撓曲變形})$$

$$\delta_{slip,y} = \frac{d_b f_y^2}{8uE_s (d - a_c)} H \quad (\text{降伏點滑移變形})$$

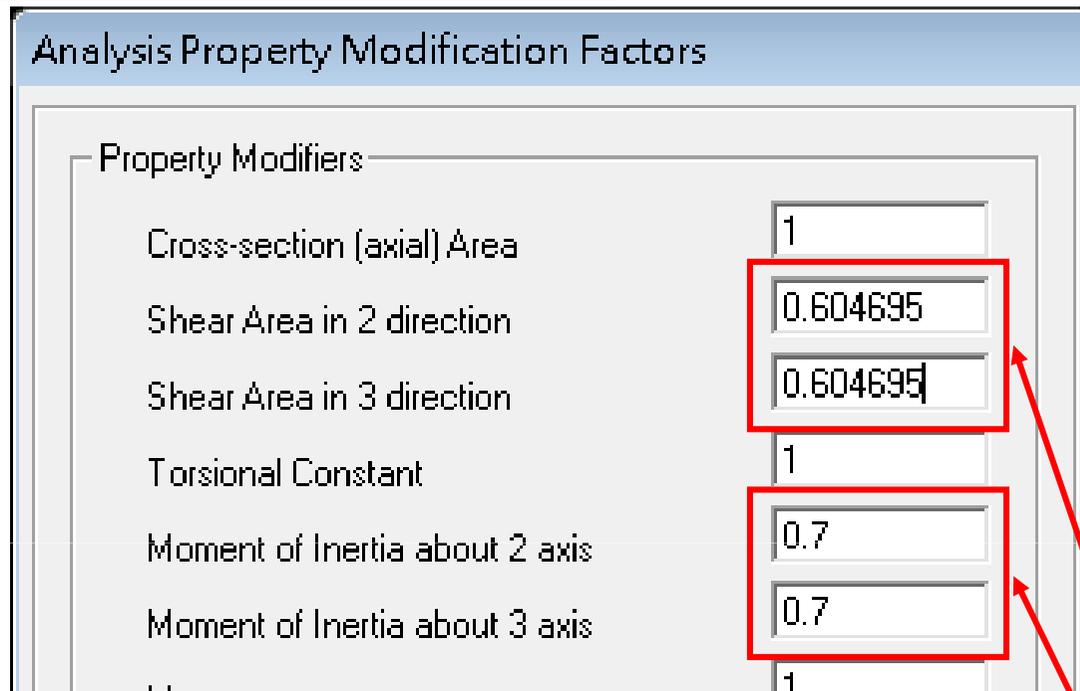
新增剪力牆斷面

$$\frac{V_y H^3}{12E_c \times nI_g} + \frac{2(1+\nu) V_y H}{E_c m A_w} = \delta_{s,y} + \delta_{f,y} + \delta_{slip,y}$$

ACI 318-08建議，
剪力牆未開裂
撓曲剛度折減0.7

m 待定係數

新增剪力牆斷面



hjxp-sw-done_swecho.txt - 記事本

檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)

```
$ RC SHEAR WALL PROPERTIES
$Name section f_c H Hn lw tw Nu Ig db f_y dbh f_yh
f_yv nv
SW1 SW 280 300 300 360 24 152657 135900000 2.22 2800 0.953 4200
0.953 4200 40
SW2 SW 280 300 300 360 24 89080 135900000 2.22 2800 0.953 4200
0.953 4200 40

$ CALCULATED RESULT
$Name flexure shear Mn PHlu My PHly m of GA n of EI
SW1 539830 311428 8.09746e+07 0.000100918 6.82988e+07 4.22929e-06 0.604695 0.7
SW2 473497 293777 7.10246e+07 0.000119087 5.83659e+07 4.14871e-06 0.585453 0.7
```

新增柱線

- 加入參考線
- 繪製柱線

Edit Reference Lines

Location of Reference Line (Vertical)

X-Ord	Y-Ord
1350	270
1350	270
1350	1020
1750	270
2750	270
3750	270
4750	270

Add

Modify

Delete

Delete All

Change Units: cm

OK Cancel

新增柱線

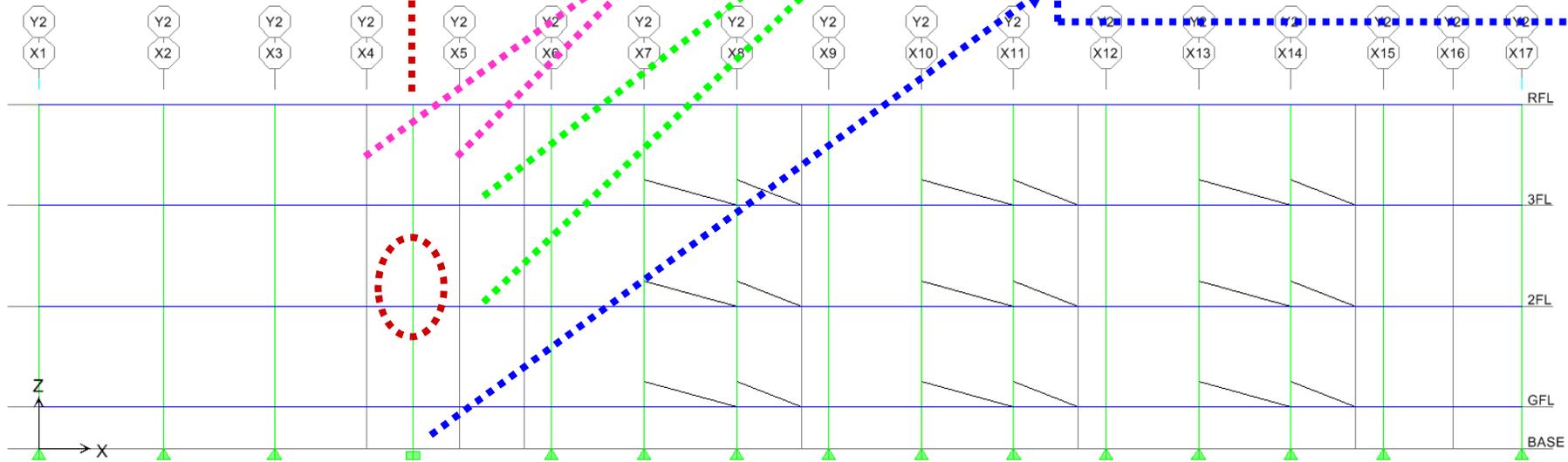
建立等值寬柱

C48

移除部分
台度磚牆斜撐

移除邊柱

補強處底端
改固定端



輸出重分配後的軸力

Run analysis ⇨ 重分配軸力

	Story	Column	Load	Loc	P	V2	V3	T	M2
▶	RFL	C1	DEAD	0.000	-4031.22	-572.09	-474.51	-1192.425	-70549.50
	RFL	C1	DEAD	157.500	-3540.71	-572.09	-474.51	-1192.425	4185.81
	RFL	C1	DEAD	315.000	-3050.21	-572.09	-474.51	-1192.425	78921.13
	3FL	C1	DEAD	0.000	-8778.15	-444.45	-369.90	-1105.986	-59662.62
	3FL	C1	DEAD	157.500	-8287.65	-444.45	-369.90	-1105.986	-1402.70
	3FL	C1	DEAD	315.000	-7797.15	-444.45	-369.90	-1105.986	56857.20
	2FL	C1	DEAD	0.000	-13322.24	-383.23	-323.03	-891.341	-50969.69
	2FL	C1	DEAD	157.500	-12831.74	-383.23	-323.03	-891.341	-92.350
	2FL	C1	DEAD	315.000	-12341.24	-383.23	-323.03	-891.341	50784.99
	GFL	C1	DEAD	0.000	-17169.25	-744.61	-386.93	0.000	0.000
	GFL	C1	DEAD	52.500	-17005.75	-744.61	-386.93	0.000	20313.95
	GFL	C1	DEAD	105.000	-16842.25	-744.61	-386.93	0.000	40627.91
	RFL	C2	DEAD	0.000	-8348.34	-648.96	-686.58	-1192.425	-100982.8
	RFL	C2	DEAD	152.500	-7873.41	-648.96	-686.58	-1192.425	3720.91
	RFL	C2	DEAD	305.000	-7398.48	-648.96	-686.58	-1192.425	108424.6
	3FL	C2	DEAD	0.000	-17726.44	-521.21	-572.68	-1105.986	-88511.29
	3FL	C2	DEAD	152.500	-17251.51	-521.21	-572.68	-1105.986	-1177.41
	3FL	C2	DEAD	305.000	-16776.59	-521.21	-572.68	-1105.986	86156.45
	2FL	C2	DEAD	0.000	-26956.98	-412.06	-471.83	-891.341	-70540.05
	2FL	C2	DEAD	152.500	-26482.06	-412.06	-471.83	-891.341	1413.49

輔助程式共用輸入檔

重量修正

```
hjxp.txt - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
$ Junior high school HJ (x) (Unit: kgf-cm)
$ BUILDING PROPERTIES
$Weight Modal
479000    0.0151
479000    0.0270
413400    0.0333
```

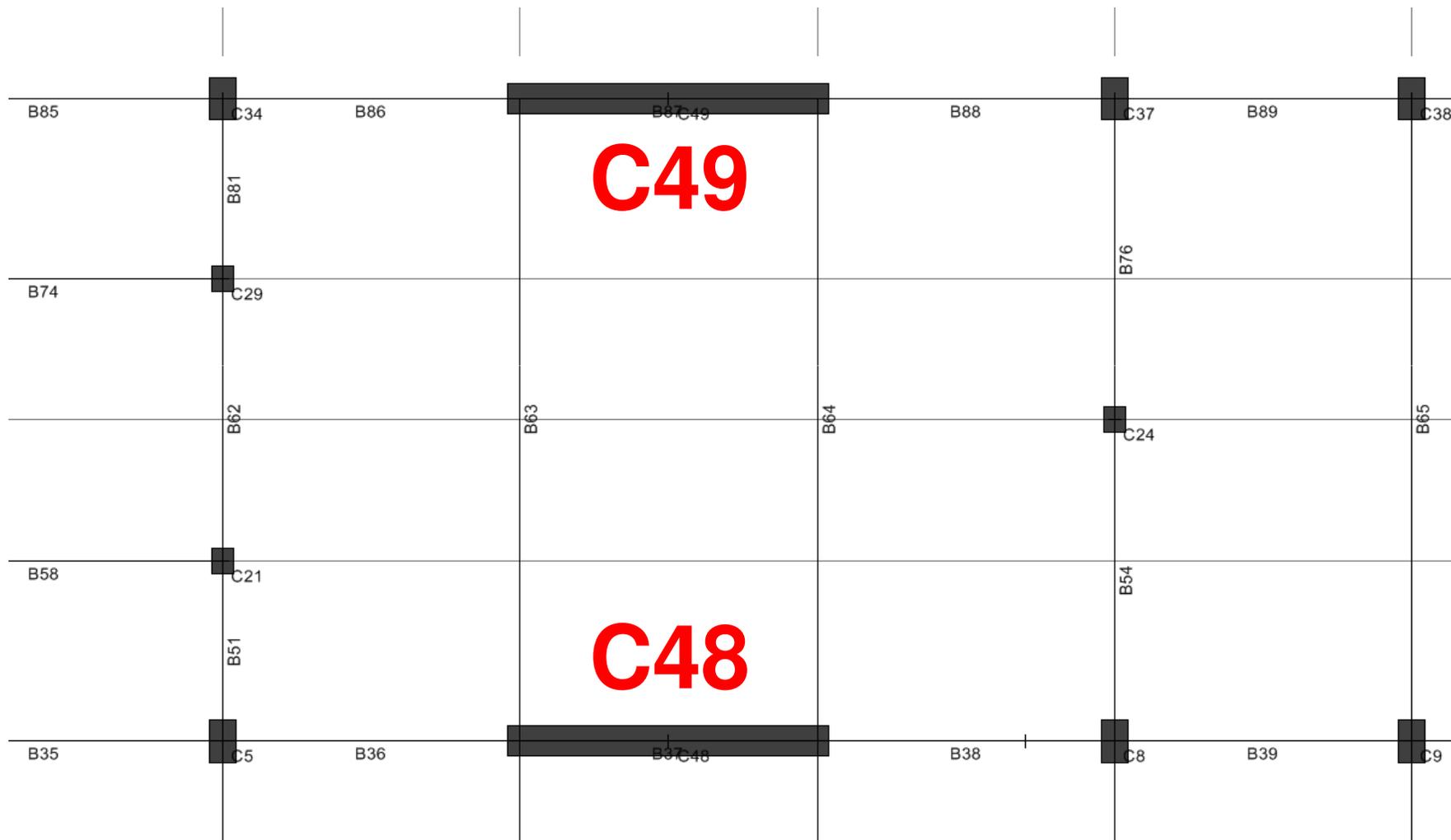
```
X-SW - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
$ Junior high school HJ (x) (Unit: kgf-cm)
$ BUILDING PROPERTIES
$Weight Modal
491956    0.0089
491956    0.0239
420424    0.0391
```

軸力修正

hjxp.txt - 記事本			
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)			
\$	AXIAL	LOAD	
\$Story	Column	Loc	P
RFL	C1	0	-3951.01
RFL	C1	157.5	-3460.51
RFL	C1	315	-2970.01
3FL	C1	0	-8683.67
3FL	C1	157.5	-8193.17
3FL	C1	315	-7702.67
2FL	C1	0	-13202.93
2FL	C1	157.5	-12712.43
2FL	C1	315	-12221.93
GFL	C1	0	-17276.86
GFL	C1	52.5	-17113.36
GFL	C1	105	-16949.86
RFL	C2	0	-7922.73
RFL	C2	152.5	-7447.8
RFL	C2	305	-6972.87
3FL	C2	0	-16997.25
3FL	C2	152.5	-16522.32
3FL	C2	305	-16047.39
2FL	C2	0	-25931.91
2FL	C2	152.5	-25456.97
2FL	C2	305	-24982.04
GFL	C2	0	-34509.36
GFL	C2	47.5	-34361.43
GFL	C2	95	-34213.5
RFL	C3	0	-5856.47
RFL	C3	157.5	-5288.76
RFL	C3	315	-4721.05
3FL	C3	0	-12503.45

hjxp-sw.txt - 記事本			
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)			
\$	AXIAL	LOAD	
\$Story	Column	Loc	P
RFL	C1	0	-3976.69
RFL	C1	157.5	-3486.19
RFL	C1	315	-2995.68
3FL	C1	0	-8644.17
3FL	C1	157.5	-8153.67
3FL	C1	315	-7663.17
2FL	C1	0	-12981.56
2FL	C1	157.5	-12491.06
2FL	C1	315	-12000.56
GFL	C1	0	-233.57
GFL	C1	52.5	-70.07
GFL	C1	105	93.43
RFL	C2	0	-8293.2
RFL	C2	152.5	-7818.27
RFL	C2	305	-7343.34
3FL	C2	0	-17568.67
3FL	C2	152.5	-17093.74
3FL	C2	305	-16618.81
2FL	C2	0	-26551.16
2FL	C2	152.5	-26076.23
2FL	C2	305	-25601.3
GFL	C2	0	-233.57
GFL	C2	47.5	-85.64
GFL	C2	95	62.29
RFL	C3	0	-6036.11
RFL	C3	157.5	-5468.4
RFL	C3	315	-4900.69
3FL	C3	0	-12787.16

剪力牆軸力



剪力牆軸力

- 軸力資料模組

單位：kgf-cm

\$ AXIAL LOAD

- Story Column Loc P

2FL

C48

0

-152657



N_u1

2FL

C49

0

-89080



N_u2

剪力牆性質模組

```

X-SW - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
$ Junior high school HJ (x) (Unit: kgf-cm)
$ BUILDING PROPERTIES
$Weight Modal
491956      0.0089
491956      0.0239
420424      0.0391
$ SITE SPECTRUM PARAMETER
$$s      S_1
0.7      0.52
$ BRICK WALL PROPERTIES
$Name  width  height  thick  f_mc  f_bc  P      Bond  Confinement
BW1    218    90      24     150   150   2      150   0      3      2
BW2    303    90      24     150   150   2      150   0      3      2
$ RC SHEAR WALL PROPERTIES
$Name  section  f_c    H      Hn     lw     tw     Nu     Ig     db     f_y    dbh    f_yh   nh
SW1    SW       280    300    300    360    24     152657  135900000  2.22  2800  0.953  4200  40
SW2    SW       280    300    300    360    24     89080   135900000  2.22  2800  0.953  4200  40
$ COLUMN PROPERTIES
$Name  f_cp    f_yl   f_yt   cover  hoop   spacing  num_hoop  TR
C1L    160     2800  2800   4       3      25       2         0
C1S    160     2800  2800   4       3      25       2         0
C2     160     2800  2800   4       3      25       2         0
  
```

N_u1

N_u2

剪力牆性質模組

```

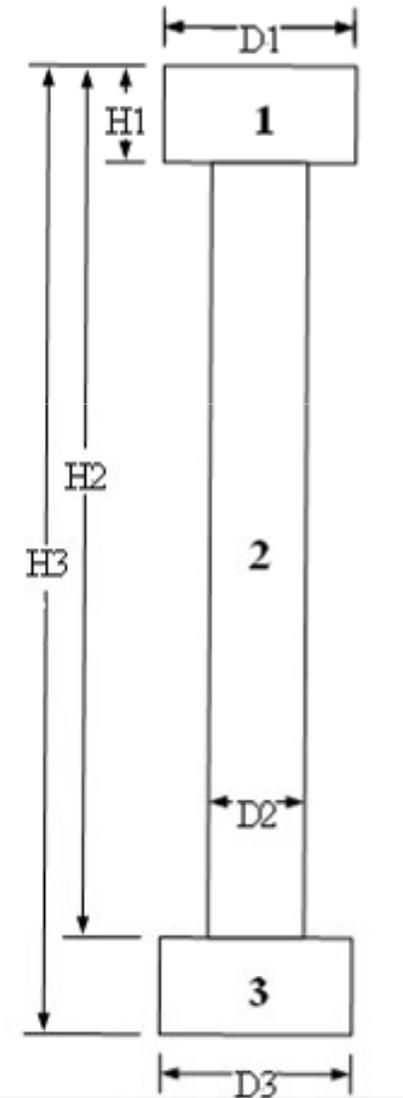
X-SW - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
$ Junior high school HJ (x) (Unit: kgf-cm)
$ BUILDING PROPERTIES
$Weight Modal
491956 0.0089
491956 0.0239
420424 0.0391
$ SITE SPECTRUM PARAMETER
$S_s S_1
0.7 0.52
$ BRICK WALL PROPERTIES
$Name width height thick f_mc f_bc P Bond Confinement
BW1 218 90 24 150
BW2 303 90 24 150
$ RC SHEAR WALL PROPERTIES
$Name section f_c H Hn lw tw Nu Ig db f_y dbh f_yh nh
SW1 SW 280 300 300 360 24 152657 135900000 2.22 2800 0.953 4200 40
SW2 SW 280 300 300 360 24 89080 135900000 2.22 2800 0.953 4200 40
$ COLUMN PROPERTIES
$Name f_cp f_y1 f_yt cover hoop spacing num_hoop TR
C1L 160 2800 2800 4 3 25 2 0
C1S 160 2800 2800 4 3 25 2 0
C2 160 2800 2800 4 3 25 2 0
        
```

db=拉力主筋直徑 dbv=垂直筋直徑 dbh=水平筋直徑
nv=垂直筋根數

斷面性質 (\$ SECTION PROPERTIES)

SW	D1	H2	D2	H3	D3
\$H1					
30	50	330	24	360	50
6	2800	7	6	6	7
12	2800	6			6
18	2800	6			6
24	2800	7	6	6	7
35	4200		3	3	
50	4200		3	3	
65	4200		3	3	
80	4200		3	3	
95	4200		3	3	
110	4200		3	3	
125	4200		3	3	
140	4200		3	3	
155	4200		3	3	
170	4200		3	3	
185	4200		3	3	
200	4200		3	3	
215	4200		3	3	
230	4200		3	3	
245	4200		3	3	
260	4200		3	3	
275	4200		3	3	
290	4200		3	3	
310	4200		3	3	
325	4200		3	3	
336	2800	7	6	6	7
342	2800	6			6
348	2800	6			6
354	2800	7	6	6	7

單位：kgf-cm



非線性鉸計算與設定

自動計算 RC 柱、梁非線性鉸程式 (COLPH.exe)

◇檔案名稱可任意命名

- 請問輸出為X方向還是Y方向之非線性鉸
(X:X方向； Y:Y方向)？ (X/Y)：X
- 是否要考慮梁之非線性鉸？ (Y/N)：Y
- 請輸入輔助程式共用輸入檔檔名 (*.txt)：X-SW
- 請輸入 ETABS 結構模型檔檔名 (*.e2k)：
X-SW
- 請輸入完成梁、柱非線性鉸計算後之 ETABS 結
構模型檔檔名 (*.e2k)：X-SW-colph

因未變動磚牆，故不須重新執行

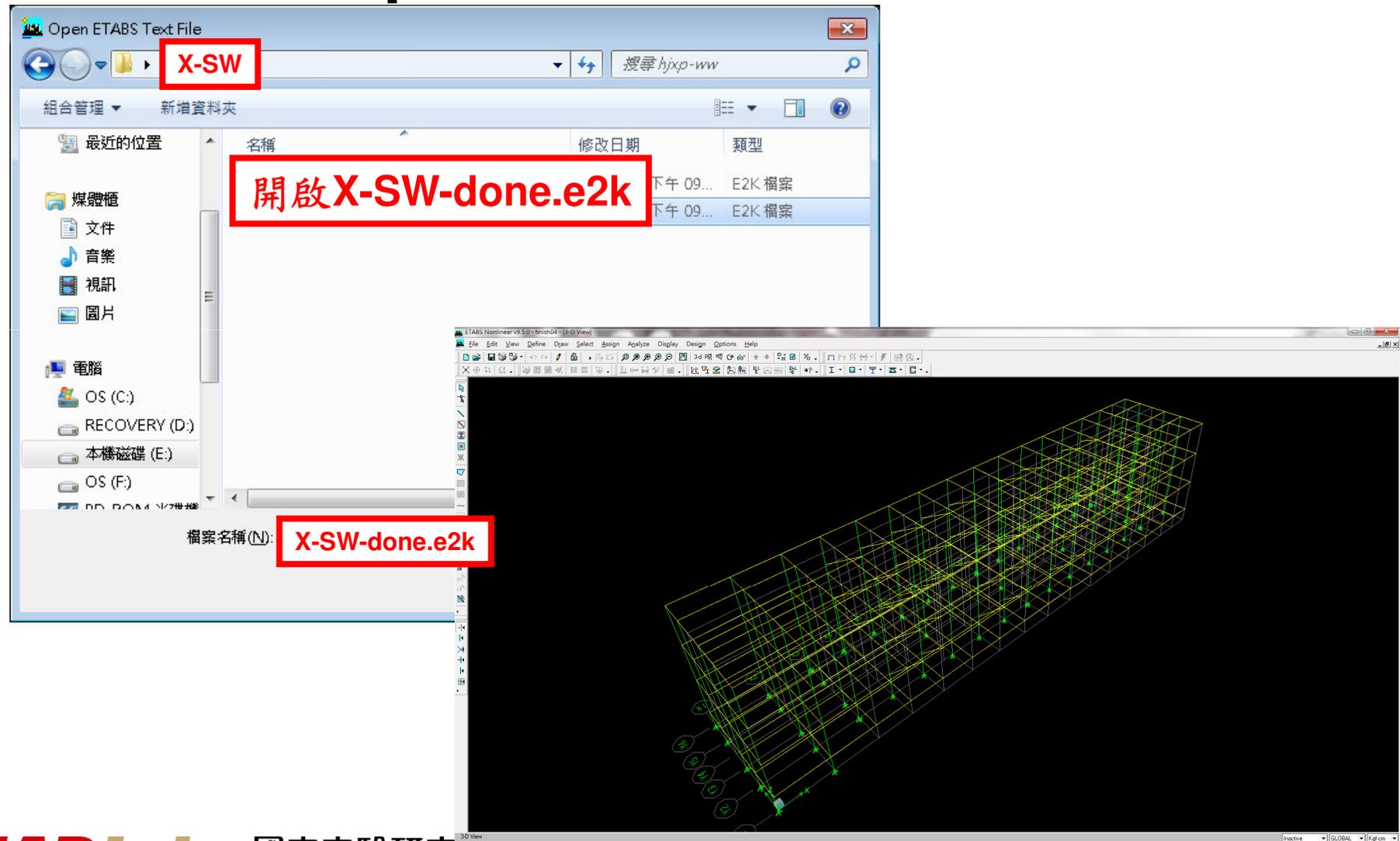
『自動計算磚牆等值斜撐非線性鉸程式 (BWPH.exe)』

自動計算 RC 牆非線性鉸程式

- 請問輸出為X方向還是Y方向之非線性鉸(X:X方向；Y:Y方向)？(X/Y)：**X**
- 請輸入輔助程式共用輸入檔檔名 (*.txt)：**X-SW**
- 請輸入已完成梁、柱及磚牆等值斜撐非線性鉸計算之 **ETABS** 結構模型檔檔名 (*.e2k)：
X-SW-colph
- 請輸入完成**RC**剪力牆等值寬柱非線性鉸計算後之 **ETABS** 結構模型檔檔名 (*.e2k)：
X-SW-done

匯入已完成非線性鉸設定之模型檔

- **File → Import → ETABS.e2k Text File**

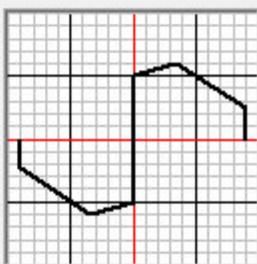


檢查剪力牆非線性鉸參數(SW1)

Frame Hinge Property Data for SW1F - M3

Edit

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	0	-2.6339
D-	-0.4	-2.6339
C-	-1	-1
B-	-0.8435	0
A	0	0
B	0.8435	0
C	1	1
D	0.4	2.6339
E	0	2.6339



Hinge is Rigid Plastic
 Symmetric

Scaling for Moment and Rotation

Use Yield Moment Moment SF Positive: 80974600. Negative:

Use Yield Rotation Rotation SF Positive: 7.421E-03 Negative:

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

Immediate Occupancy Positive: 100. Negative:

Life Safety Positive: 200. Negative:

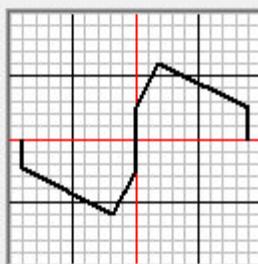
Collapse Prevention Positive: 300. Negative:

OK
Cancel

Frame Hinge Property Data for SW1V - V2

Edit

Point	Force/SF	Disp/SF
E-	0	-5.0699
D-	-0.4	-5.0699
C-	-1	-1
B-	-0.4211	0
A	0	0
B	0.4211	0
C	1	1
D	0.4	5.0699
E	0	5.0699



Hinge is Rigid Plastic
 Symmetric

Scaling for Force and Disp

Use Yield Force Force SF Positive: 311428. Negative:

Use Yield Disp Disp SF Positive: 1.168 Negative:

Acceptance Criteria (Plastic Disp/SF)

Immediate Occupancy Positive: 100. Negative:

Life Safety Positive: 200. Negative:

Collapse Prevention Positive: 300. Negative:

Type

Force - Displacement

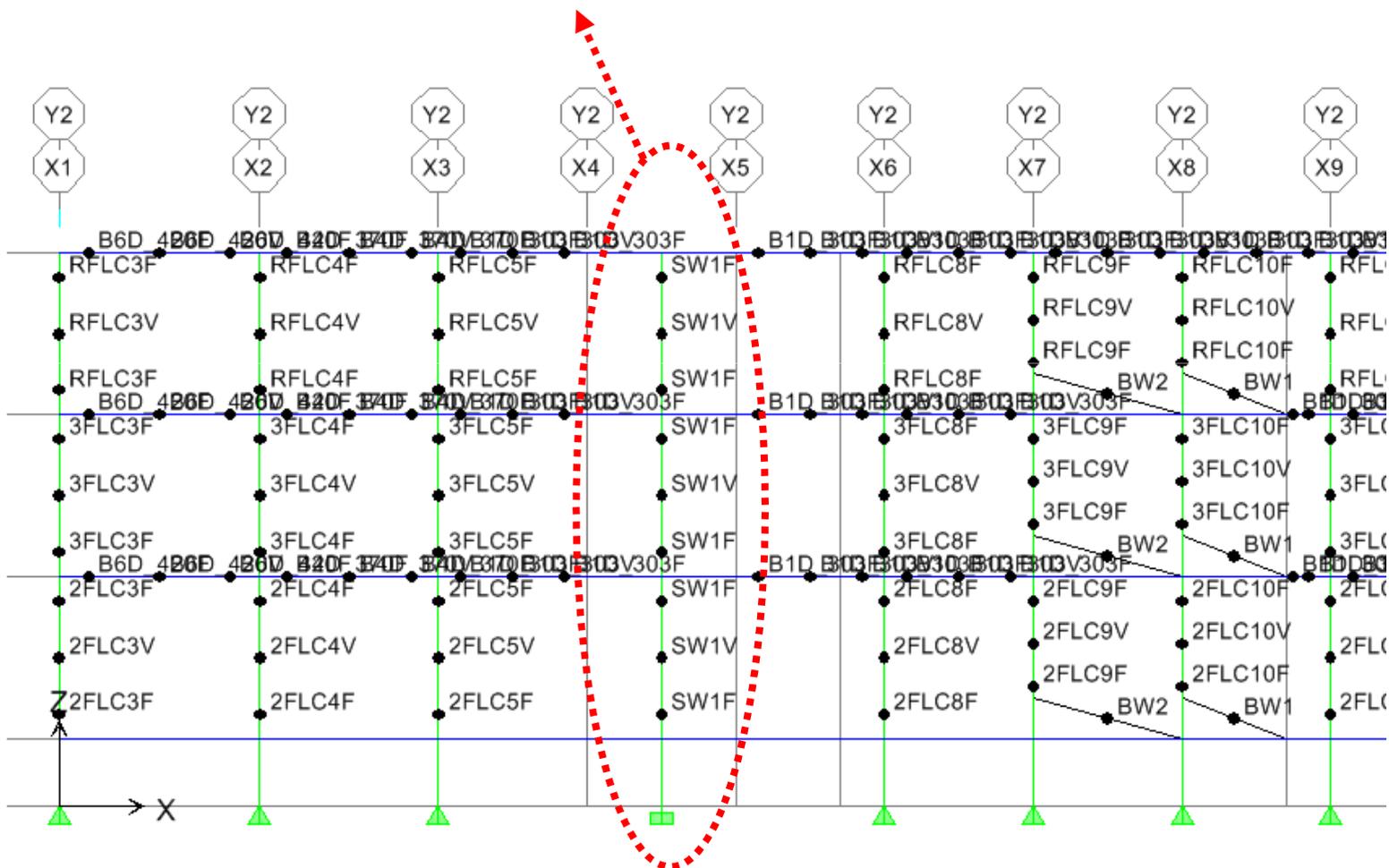
Stress - Strain Hinge Length:

Relative Length

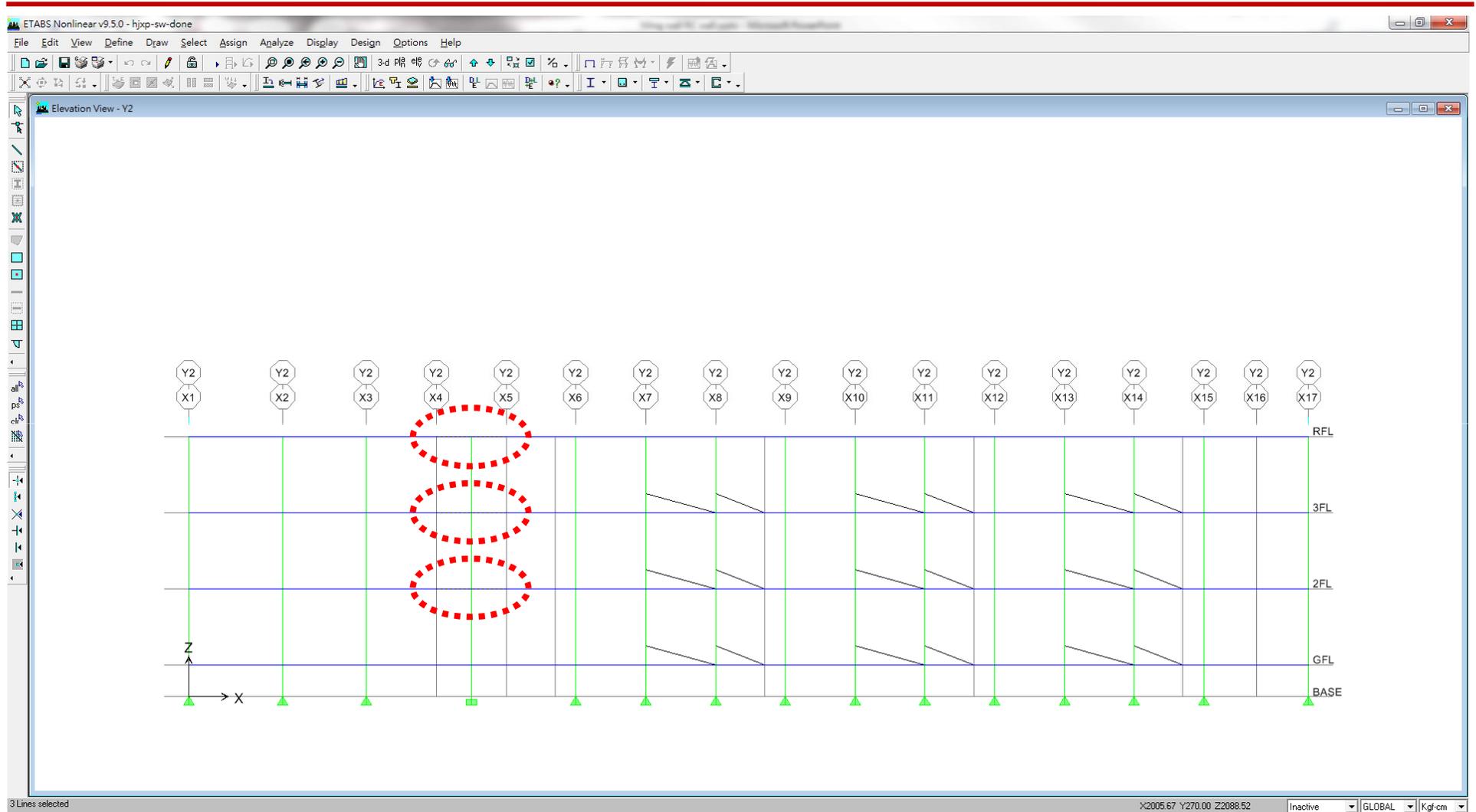
OK
Cancel

設定剪力牆非線性鉸位置

Assign shear wall hinge



剪力牆上方梁設定為 Rigid Beam



剪力牆上方梁設定為 Rigid Beam

Analysis Property Modification Factors

Property Modifiers

Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	10
Moment of Inertia about 3 axis	10
Mass	1
Weight	1

OK Cancel

Line Information

Location Assignments Loads

Identification

Label B37 Line Type Beam

Story RFL Design Procedure Concrete Frame

Section Property	B1
Special Moment Beam	No
Releases	None
Partial Fixity Springs	None
End Length Offsets	Automatic
End I Length Offset	0.
End J Length Offset	0.
Rigid Zone Factor	1.
Cardinal Point	8 (top center)
Joint Offsets	None
Mirror about 2	No
Transform Stiff. for Offsets	No
Max. Station Spacing	50.
Local axis 2 Angle	Default
Prop. Modifier, I2	10.
Prop. Modifier, I3	10.
T/C Limits	None
Link Properties	None

Units Kgf-cm

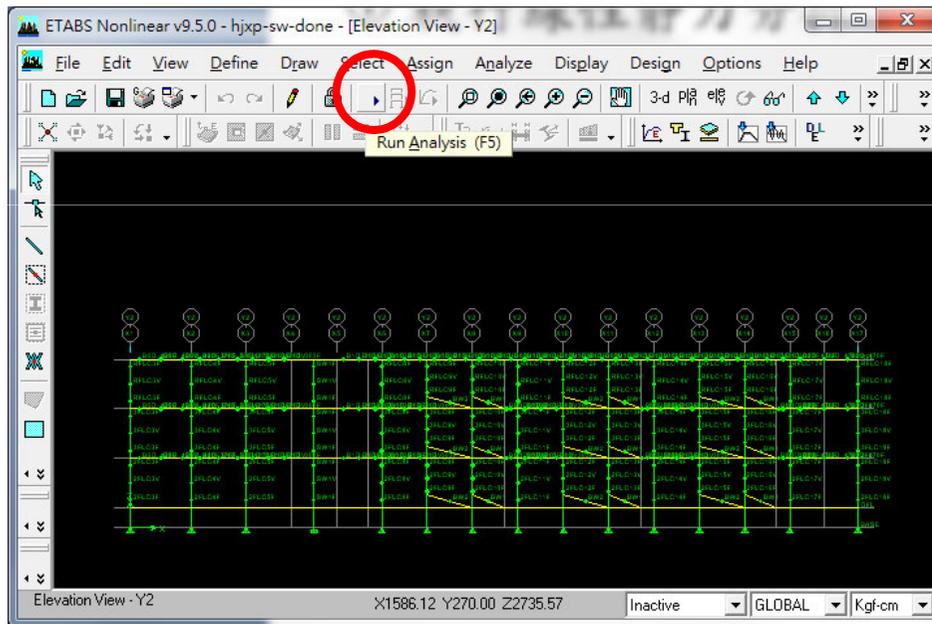
OK

乘10倍

非線性側推分析

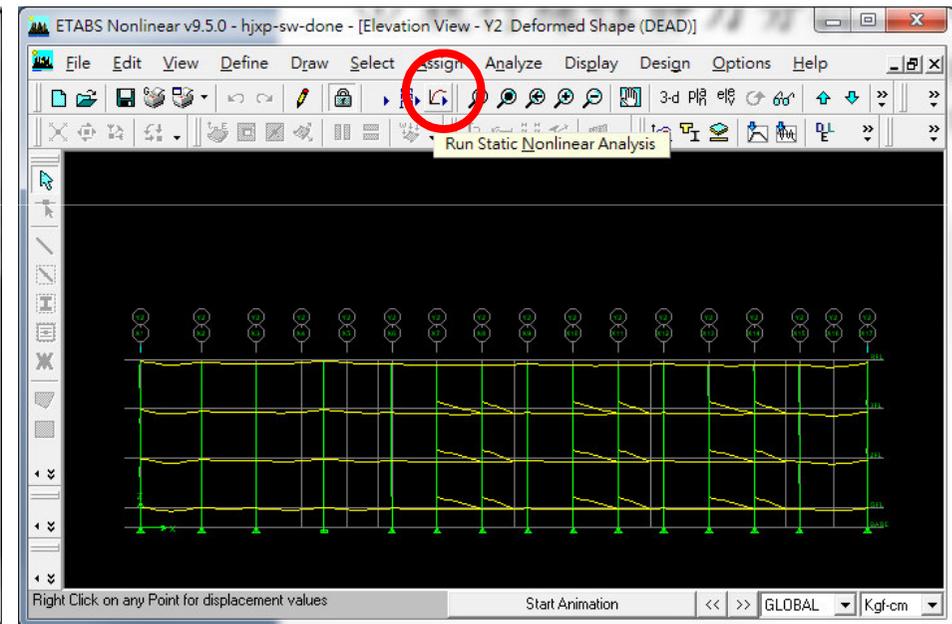
① 執行線性靜力分析

Analyze → Run Analysis

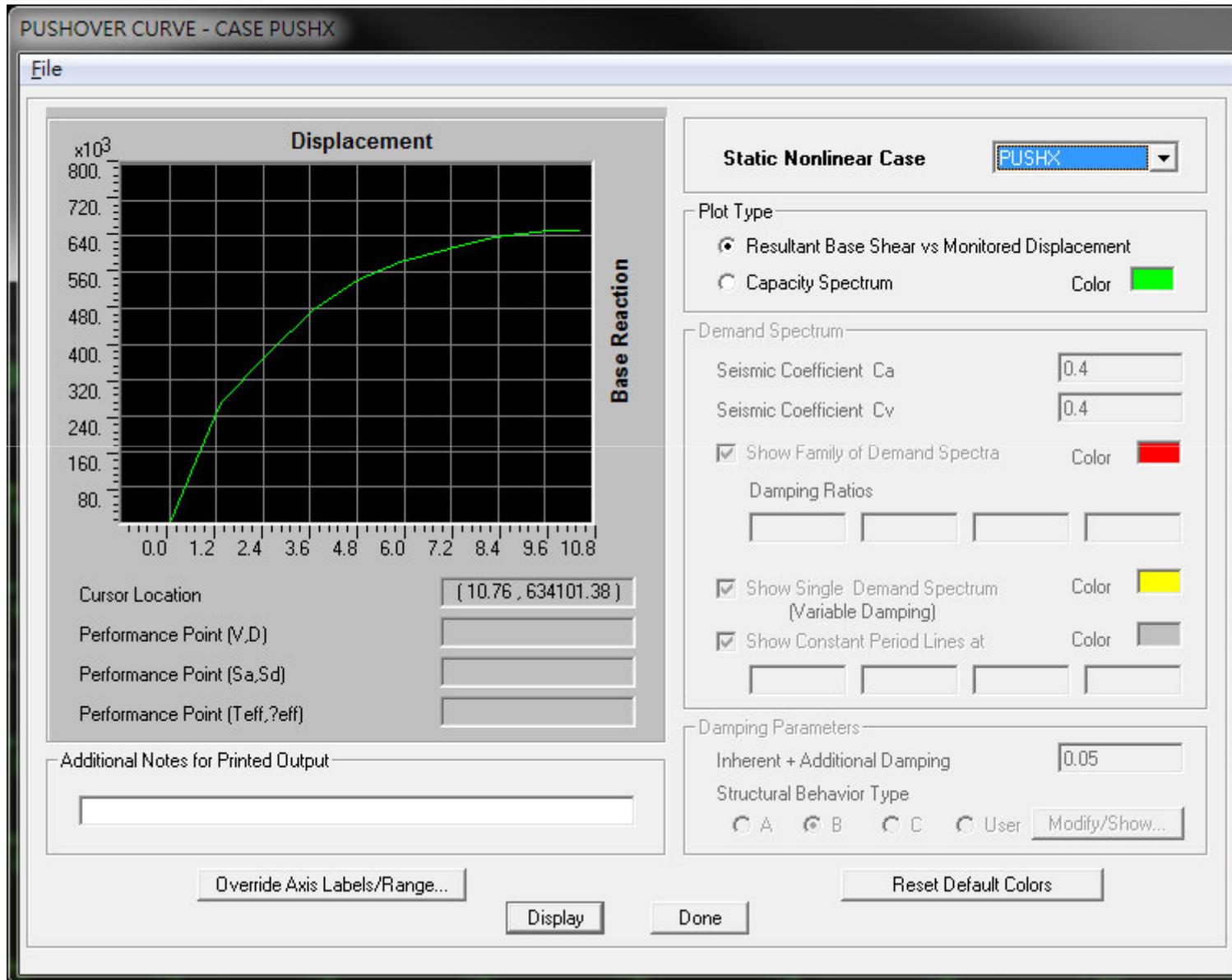


② 執行非線性側推分析

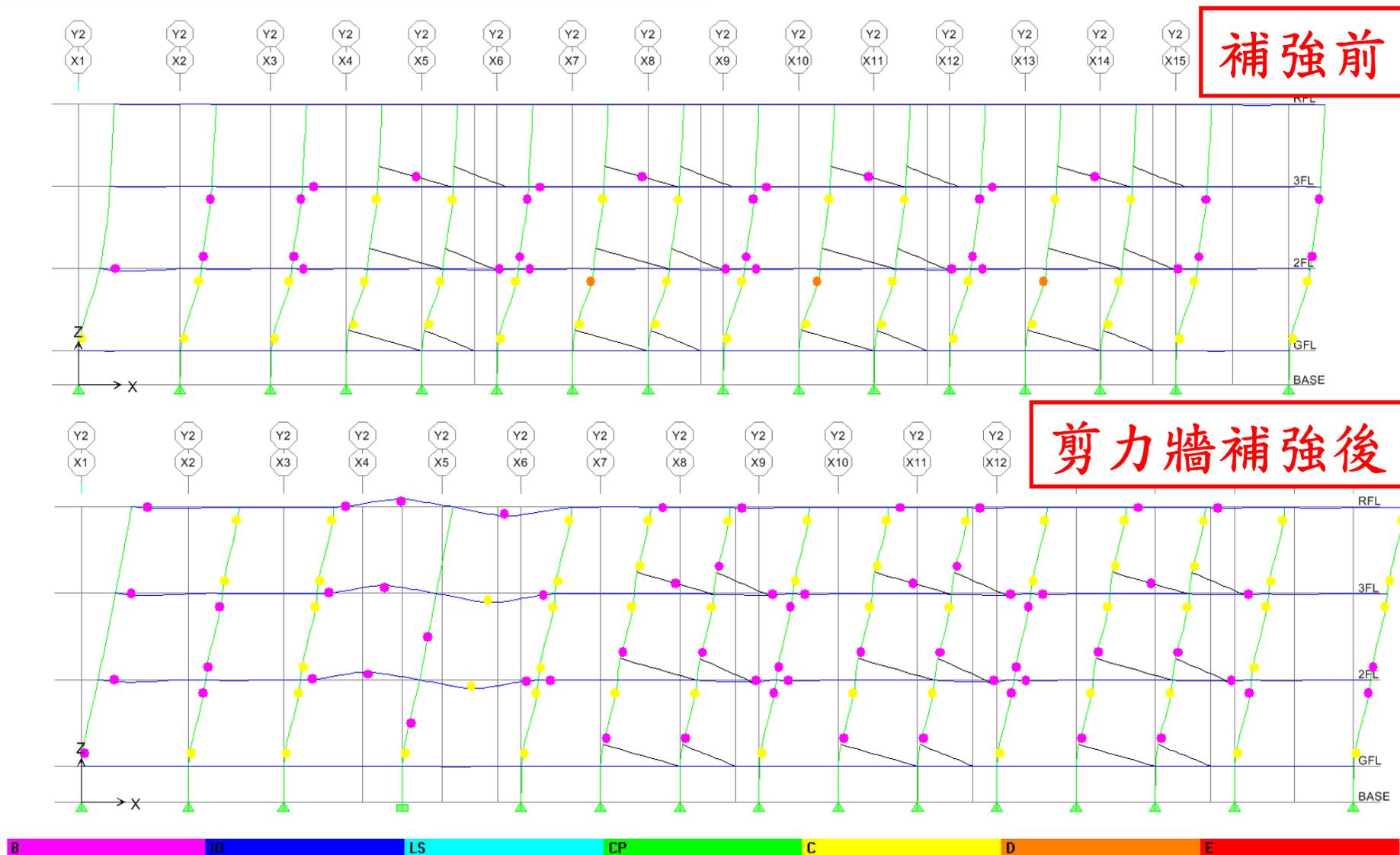
Analyze → Run Static Nonlinear Analysis



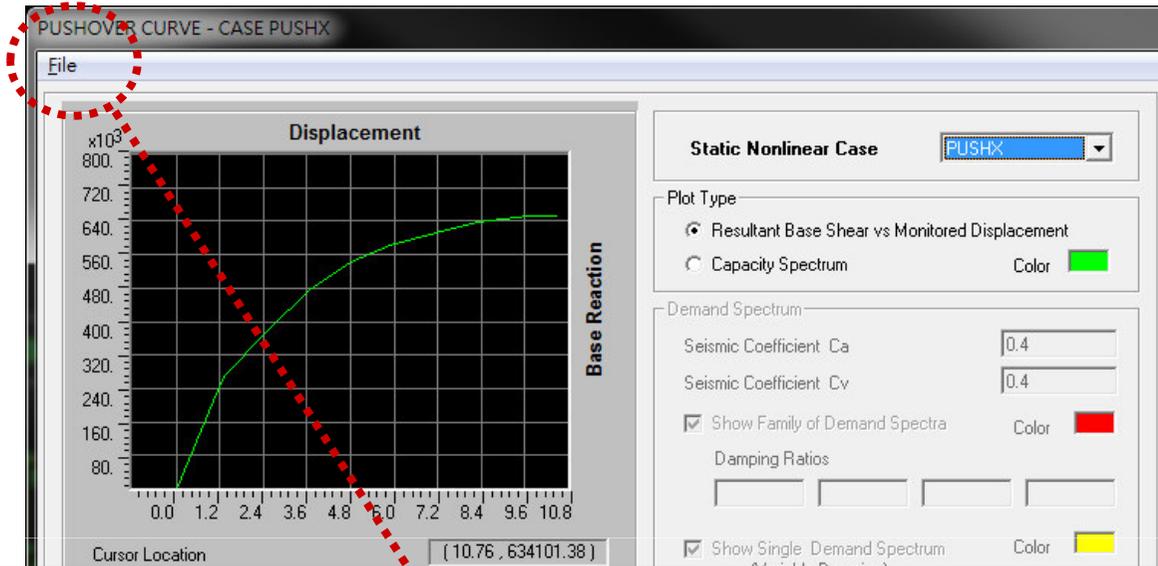
建築物容量曲線



靠走廊側非線性鉸發展情況(Y2)



沿走廊方向容量曲線



輸出容量曲線：

X-SW_pd.txt

PUSHOVER CURVE

Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	-0.0013	0.0000	814	11	0	0	0	0	0	0	825
1	1.0126	216831.4375	810	15	0	0	0	0	0	0	825
2	1.3180	275587.4375	801	24	0	0	0	0	0	0	825
3	2.5857	394130.0938	769	56	0	0	0	0	0	0	825
4	3.6730	488381.9063	675	148	0	0	0	2	0	0	825
5	4.7620	556415.4375	624	171	0	0	0	30	0	0	825
6	5.8518	596755.8125	587	178	0	0	0	60	0	0	825
7	7.0454	627776.1875	554	194	0	0	0	77	0	0	825
8	8.1447	651409.5625	531	172	0	0	0	122	0	0	825
9	9.2447	666537.8125	526	153	0	0	0	146	0	0	825
10	9.7439	671729.8125	522	139	0	0	0	164	0	0	825
11	10.2696	672803.4375	522	129	0	0	0	174	0	0	825
12	10.4957	672994.2500	522	127	0	0	0	176	0	0	825
13	10.5434	673013.7500	825	0	0	0	0	0	0	0	825

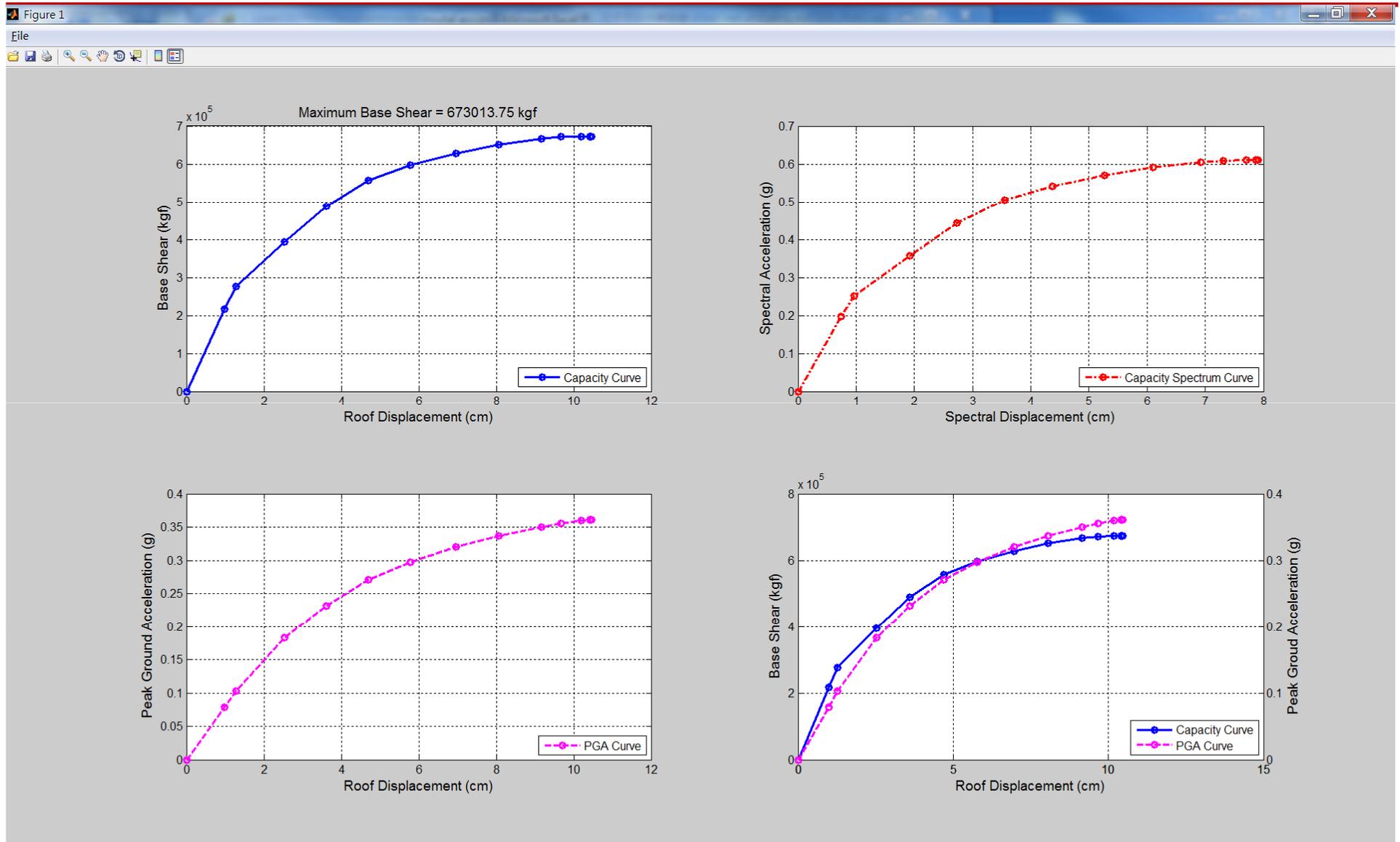
補強後之耐震能力

自動計算性能目標地表加速度程式 (PGA.exe)

◇檔案名稱可任意命名

- 請輸入阻尼修正係數 (既有校舍建築 κ 可設為 **0.33**) :
0.33 or 1/3
- 請輸入輔助程式共用輸入檔檔名 (*.txt) : **X-SW**
- 請選擇要使用 [1]自行定義 或 [2]ETABS 定義 或 [3]MIDAS 定義之 P-D 曲線檔 : **1**
- 請輸入 ETABS 定義之 P-D 曲線檔檔名 (*.txt) :
X-SW_pd
- 請輸入完成性能目標地表加速度計算之文字檔檔名 (*.txt) : **X-SW_pga**

執行PGA.exe結果



性能目標：強度準則

第13步產生最大強度

第13步對應的加速度

\$	PGA	DATA										
\$S_a	S_d	A_e	BETA_0	BETA_eq	T_e	T_0	B_s	B_1	Force	Disp.	A_p	
0	0.000454	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0.0006	0	
0.196727	0.744	0.073138	0	0.05	0.390122	0.742857	1	1	216831	0.9843	0.078691	
0.250035	0.969021	0.123403	0.011869	0.053917	0.394922	0.747423	1.02585	1.01958	275587	1.282	0.102599	
0.357586	1.91794	0.411694	0.12769	0.092138	0.464592	0.784225	1.27811	1.21069	394130	2.5374	0.182814	
0.443099	2.73223	0.737691	0.13921	0.095939	0.498143	0.78726	1.3032	1.2297	488382	3.6147	0.230978	
0.504824	3.54963	1.1251	0.162809	0.103727	0.531945	0.790488	1.34006	1.25932	556415	4.6961	0.270599	
0.541424	4.36982	1.55417	0.199766	0.115923	0.569912	0.790767	1.37299	1.28981	596756	5.7812	0.297348	
0.569568	5.26915	2.05374	0.234684	0.127446	0.610158	0.791018	1.4041	1.31861	627776	6.971	0.319893	
0.591011	6.0978	2.5346	0.25885	0.135421	0.644369	0.791186	1.42564	1.33855	651410	8.0673	0.337026	
0.604736	6.92782	3.03085	0.28449	0.143882	0.678986	0.791359	1.44848	1.3597	666538	9.1654	0.350379	
0.609447	7.3047	3.25964	0.295652	0.147565	0.69451	0.791432	1.45843	1.36891	671730	9.664	0.355533	
0.610421	7.70206	3.50201	0.311779	0.152887	0.712581	0.791537	1.4728	1.38222	672803	10.1897	0.35961	
0.610594	7.87296	3.60634	0.318564	0.155126	0.720341	0.79158	1.47884	1.38782	672994	10.4158	0.361188	
0.610612	7.90901	3.62836	0.319986	0.155595	0.721978	0.791589	1.48011	1.38899	673014	10.4635	0.361508	

性能目標：位移準則

	Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY
▶	RFL	Max Drift X	PUSHX	24-1	2183.000	270.000	960.000	0.009698	
	RFL	Max Drift Y	PUSHX	46	0.000	810.000	1230.000		0.000815
	3FL	Max Drift X	PUSHX	25-1	2517.000	270.000	600.000	0.010440	
	3FL	Max Drift Y	PUSHX	35	0.000	480.000	870.000		0.001017
	2FL	Max Drift X	PUSHX	17	5350.000	0.000	510.000	0.010020	
	2FL	Max Drift Y	PUSHX	1	0.000	0.000	510.000		0.000958
	GFL	Max Drift X	PUSHX	2	450.000	0.000	150.000	0.000583	
	GFL	Max Drift Y	PUSHX	51	0.000	1020.000	150.000		0.000503

最大樓層間位移比是否小於2%：

RFL : 0.97% <2%

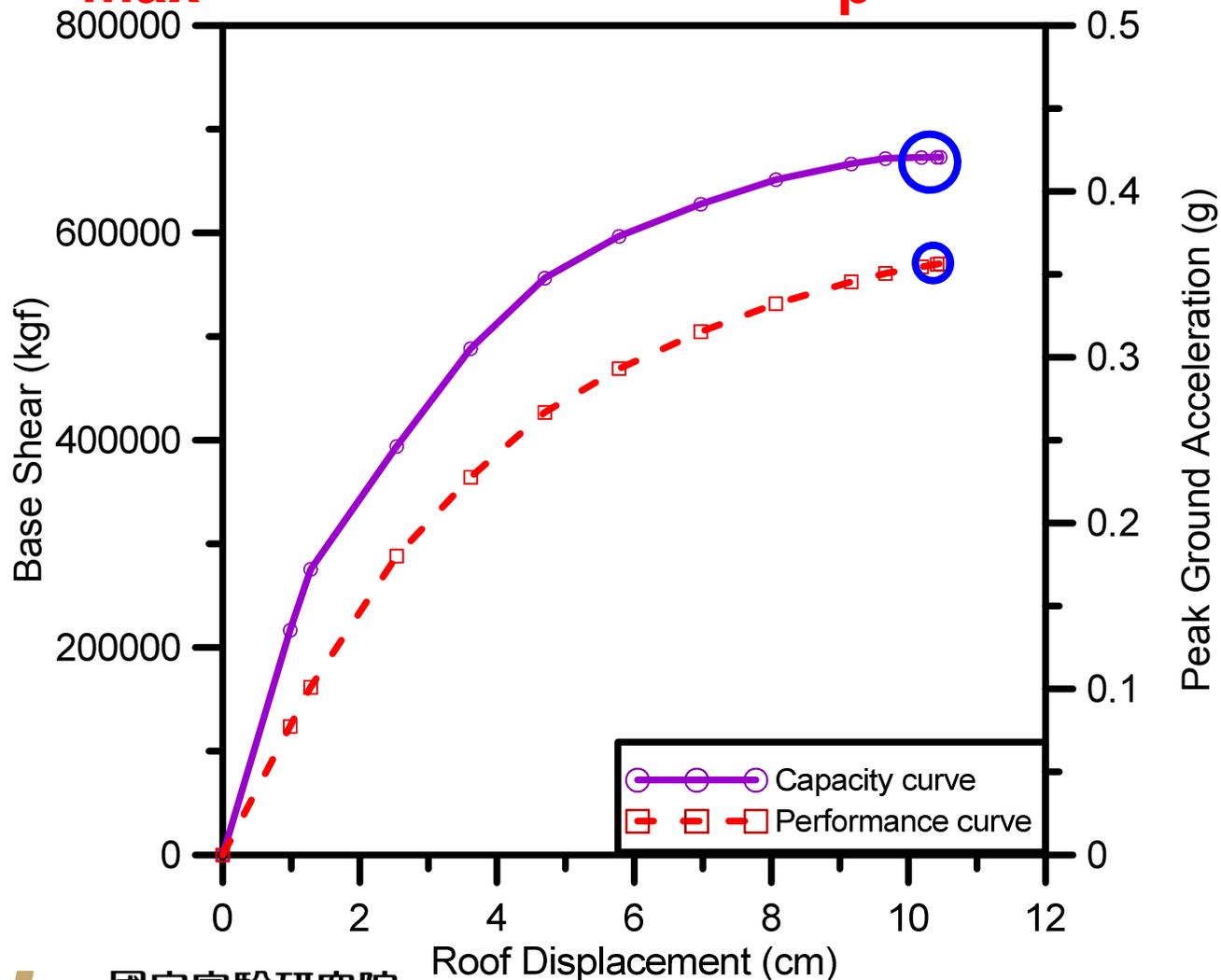
3FL : 1.04% <2%

2FL : 1.0% <2%

故目標性能點由強度準則控制

容量曲線及性能目標地表加速度圖

$$V_{\max} = 673.014 \text{ tf} \quad A_p = 0.362g$$



結論

- 應充分瞭解耐震補強工法之特性與適用時機，綜合考量建築物之實際情形，再決定較為合適之耐震補強工法以及補強位置
- 僅須調整補強前分析模型部分內容，即可進行補強後評估分析，方便使用
- 擴柱、翼牆及剪力牆均為傳統且經濟有效之補強工法，可廣泛運用於老舊建築物耐震補強

NARLabs 國家實驗研究院

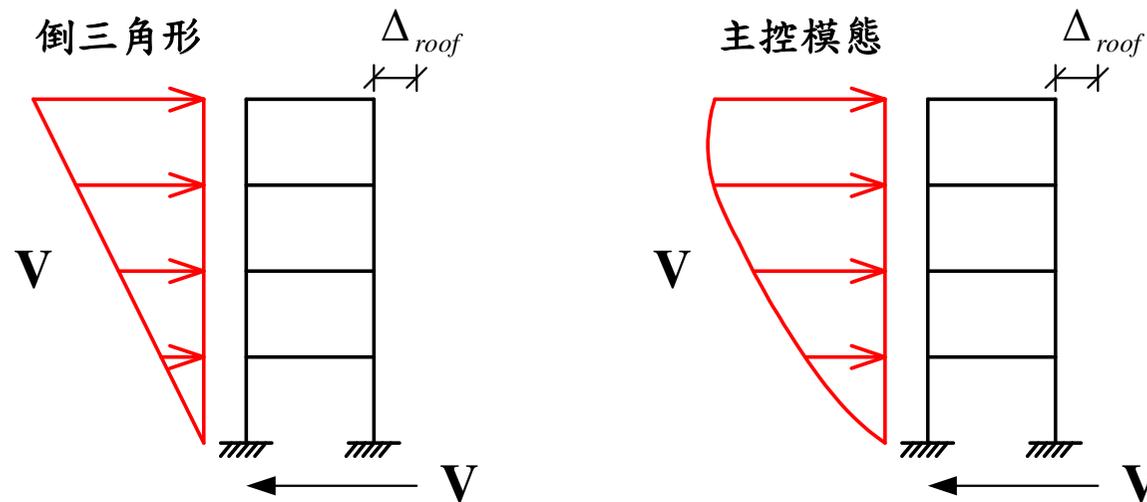
國家地震工程研究中心

簡報結束，敬請指教

非線性側推分析之設定

地震力豎向分配

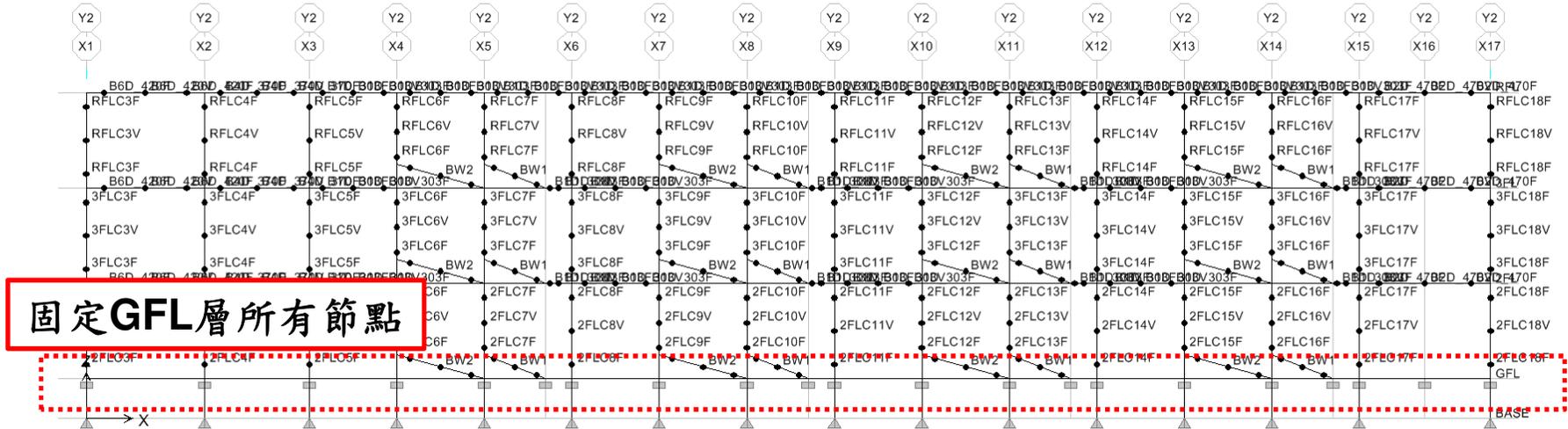
- 以側推方向之主控模態進行地震力之豎向分配
- 各樓層側力之合力通過該樓層之質心
- 以屋頂層質心作為位移之監控點



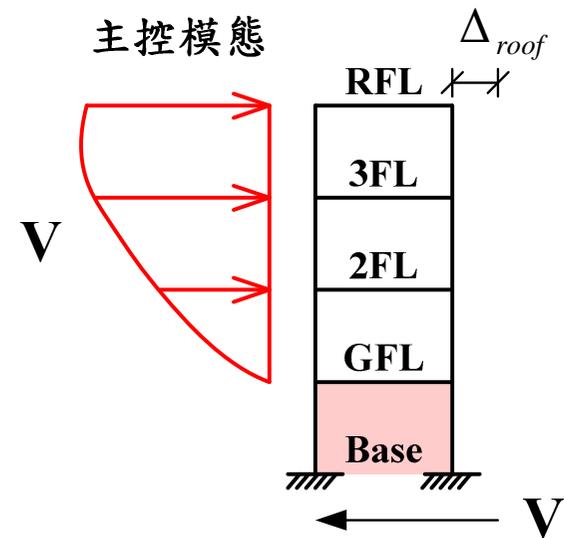
技術手冊
第二版

技術手冊
第三版

各樓層主控模態

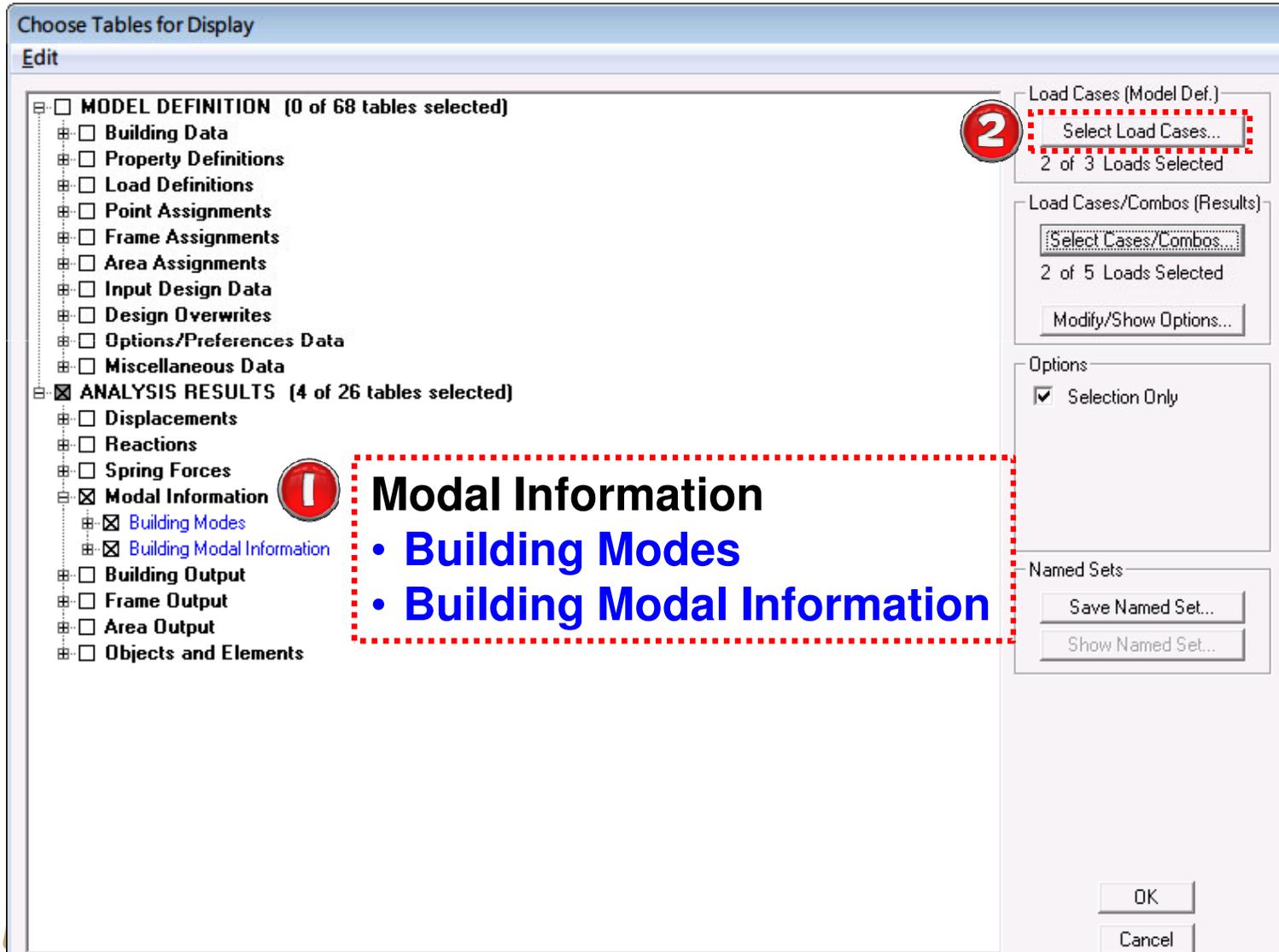


- 固定GFL層所有節點
- 以上部結構之主控模態設定各樓層之地震力分配
- 執行線性靜力分析
Analyze → Run Analysis



查詢主控模態

- **Display → Show Tables**



判定主控模態

- 選擇 Modal Participating Mass Ratios

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	BX
1	0.646132	65.4519	0.0025	0.0000				
2	0.586875	0.1593	72.6143	0.0000				
3	0.564028	4.5377	1.9873	0.0000				
4	0.221671	6.6881	0.0000	0.0000				
5	0.187054	0.0020	9.4815	0.0000				
6	0.181460	0.1061	0.1727	0.0000				
7	0.145037	1.3237	0.0000	0.0000				
8	0.107143	0.0000	3.0979	0.0000				
9	0.105114	0.0011	0.0270	0.0000	78.2700	87.3833	0.0000	0.0013
10	0.066876	0.6544	8.0791	0.0000	78.9244	95.4624	0.0000	0.0483
11	0.065981	1.3904	4.5358	0.0000	80.3148	99.9981	0.0000	0.0304
12	0.057499	19.6852	0.0019	0.0000	100.0000	100.0000	0.0000	0.0000

反之，當側推方向為 Y 向，即查詢 UY 一欄中最大之模態參與係數為何？

當側推方向為 X 向，查詢 UX 一欄發現第 1 模態參與係數達 65.5%，判定由第 1 模態主控

各樓層模態分量

- 選擇 Building Modes

側推方向為 X 向

Building Modes

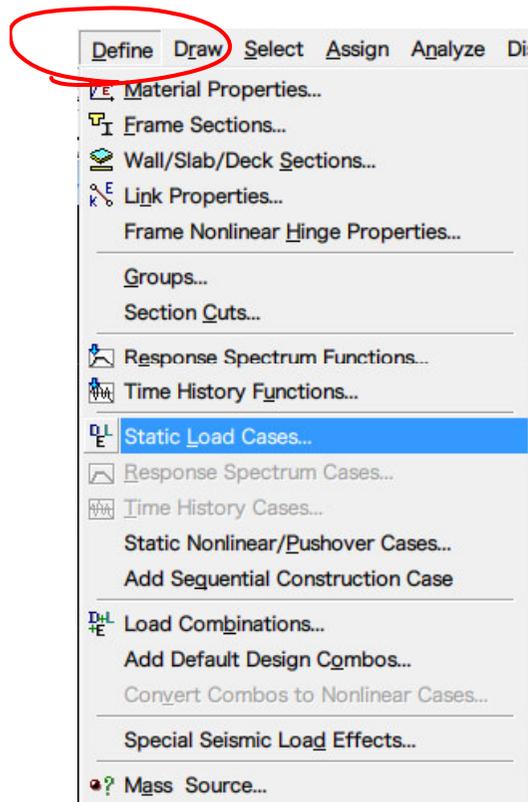
	Story	Diaphragm	Mode	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
▶	RFL	D1	1	-0.0333	-0.0003	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00001
	3FL	D1	1	-0.0270	-0.0001	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
	2FL	D1	1	-0.0151	-0.0001	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
	GFL	D1	1	-0.0010					0.000
	RFL	D1	2	0.0017					0.000
	3FL	D1	2	0.0013					0.000
	2FL	D1	2	0.0007					0.000
	GFL	D1	2	0.0000					0.000
	RFL	D1	3	0.0088					0.002
	3FL	D1	3	0.0072	0.0047	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00002
	2FL	D1	3	0.0040	0.0028	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00001
	GFL	D1	3	0.0001	0.0006	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
	RFL	D1	4	0.0293	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
	3FL	D1	4	-0.0126	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
	2FL	D1	4	-0.0332	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
	GFL	D1	4	-0.0025	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
	RFL	D1	5	-0.0006	0.0292	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
	3FL	D1	5	0.0003	-0.0109	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
	2FL	D1	5	0.0006	-0.0329	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
	GFL	D1	5	0.0000	-0.0090	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000

依此模態之分量
設定地震力之豎向分配

OK

非線性側推分析之設定 (Static Load Cases)

• Define → Static Load Cases



1 新增廣義地震力 PUSHX (X 向)
PUSHY (Y 向)

2 Add New Load
Modify Load
Modify Lateral Load...
Delete Load

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
PUSHX	QUAKE	0	User Loads
DEAD	DEAD	1	
LIVE	LIVE	0	
PUSHX	QUAKE	0	User Loads
PUSHY	QUAKE	0	User Loads

3 地震力之豎向分配
分別輸入各樓層之[模態分量*質量]
X 向輸入於 FX 欄位
Y 向輸入於 FY 欄位

Story	Diaphragm	FX	FY	MZ
RFL	D1	15.0341	0.	0.
3FL	D1	13.354	0.	0.
2FL	D1	6.2784	0.	0.

4 不考慮額外偏心
Additional Ecc. Ratio (all Diaph.) 0

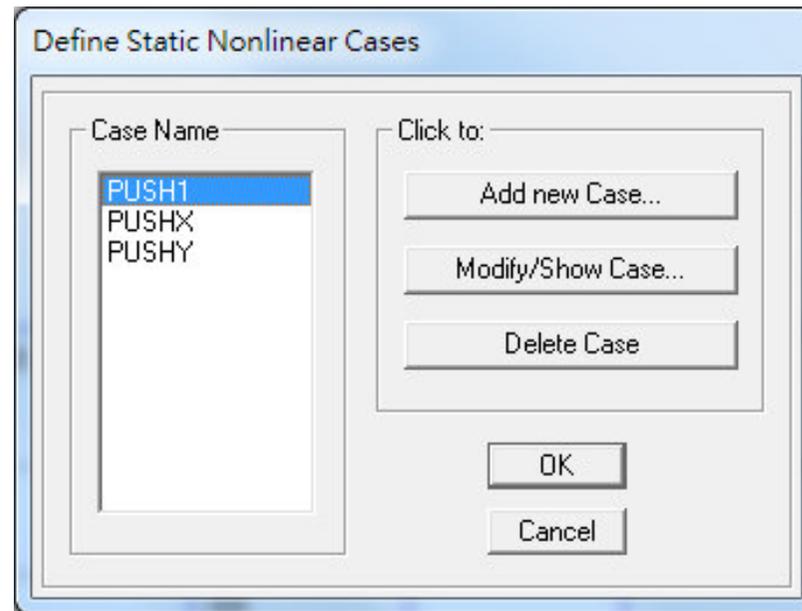
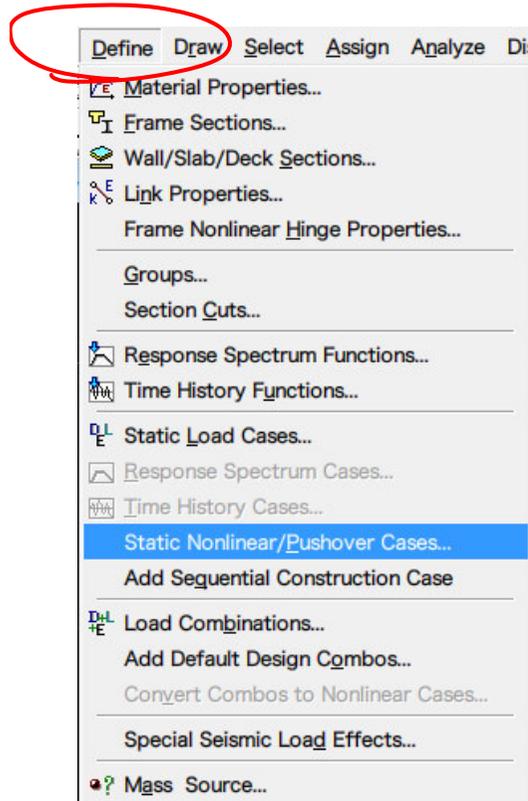
非線性側推分析之設定 (Static Nonlinear/Pushover Case)

- Define → Static Nonlinear/Pushover Case

第一個 Case 為 PUSH1 (力控制)

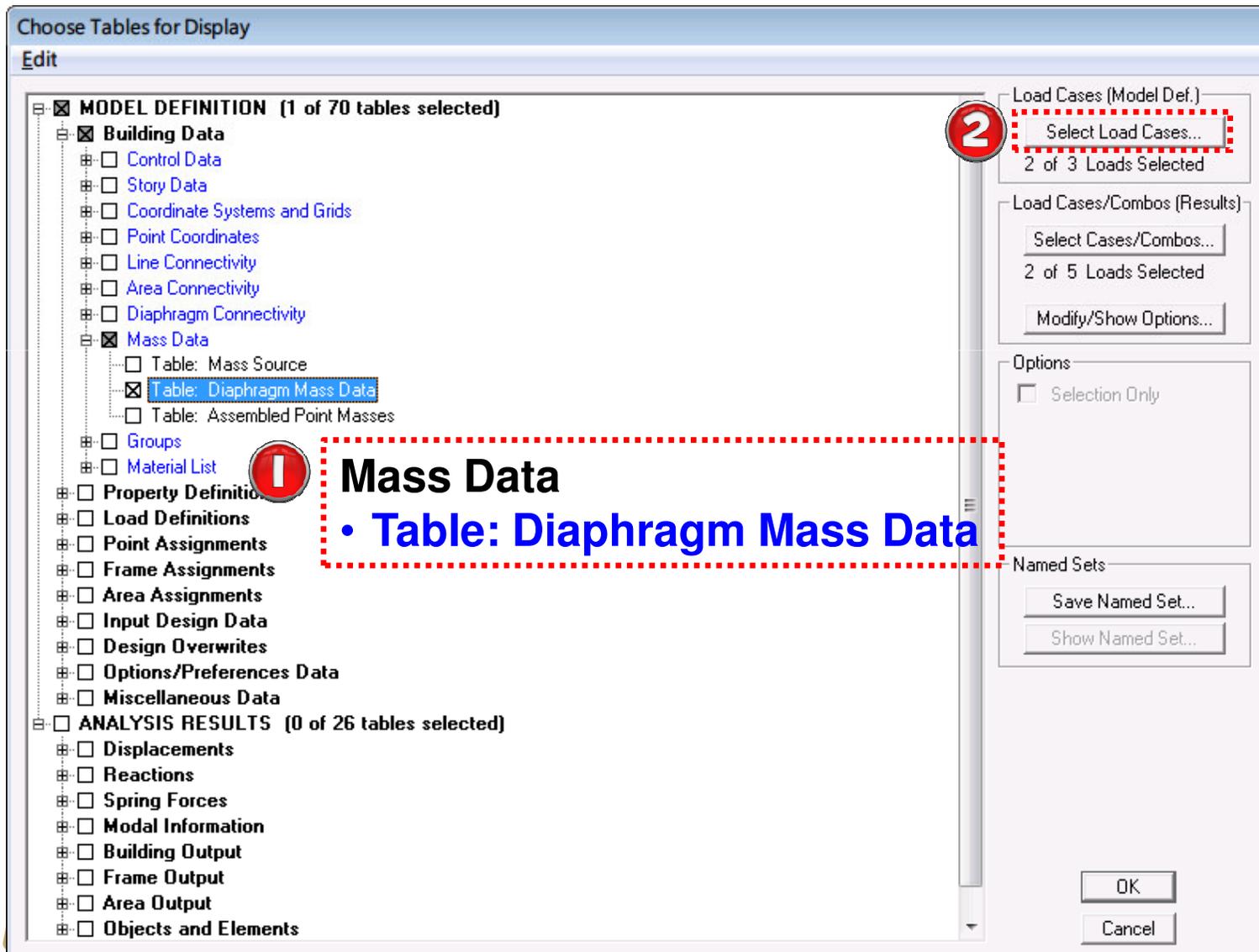
第二個 Case 為 PUSHX (位移控制)

第三個 Case 為 PUSHY (位移控制)



查詢質心點座標

- **Display → Show Tables**



查詢質心點座標

- 各樓層質心座標

Diaphragm Mass Data

Edit View

Diaphragm Mass Data

	Story	Diaphragm	MassX	MassY	MMI	XM	YM
▶	RFL	D1	420.8828	420.8828	1100391255.4	2690.657	524.040
	3FL	D1	487.4551	487.4551	1238039266.1	2664.711	523.066
	2FL	D1	487.4551	487.4551	1238039266.1	2664.711	523.066
	GFL	D1	472.0451	472.0451	1190594614.6	2669.016	519.996

屋頂層

質心座標

OK

繪製屋頂層質心點位

- Draw → Draw Point Objects

1. 輸入質心座標
(2690.657, 524.040)

2. 指定原點

3. 質心點位編號為 44

質心座標

Properties of Object	
Plan Offset X	2690.657
Plan Offset Y	524.040

X = 2690.657

Y = 524.040

44

定義 PUSH1

依分析方向選擇 **UZ**

只儲存分析結果為正之步驟

建議選用「**Unload Entire Structure**」
可得較可信的結果

除建築物本身靜載重外
另有設計靜載重 (**Live Load**)

Static Nonlinear Case Data

Static Nonlinear Case Name

Options

Load to Level Defined by Pattern

Monitor **UZ** RFL

Start from Previous Case

Save Positive Increments Only

Member Unloading Method

Unload Entire Structure

Geometric Nonlinearity Effects

None

Load Pattern

Load	Scale Factor
LIVE	1.
DEAD	1.
LIVE	1.

OK Cancel

使用預設值即可

選擇力控制

低矮型建築
不需考慮 P-Delta 效應

定義 PUSHX

- 側推方向為 X 方向

質心點位編號

預設目標位移量為 $0.04 \times$ 總樓高

依分析方向選擇 UX

只儲存分析結果為正之步驟

建議選用「Unload Entire Structure」
可得較可信的結果

Static Load Cases 新增之
地震力側向分佈 PUSHX

Static Nonlinear Case Data

Static Nonlinear Case Name

選擇位移控制

使用預設值即可

Minimum Saved Steps 40

Maximum Null Steps 200

Maximum Total Steps 800

Maximum Iterations/Step 50

Monitor UX 44 RFL

Start from Previous Case PUSH1

由前次分析結果接續此次分析

Member Unloading Method

Unload Entire Structure

None

Load Pattern

Load	Scale Factor
PUSHX	1.
PUSHX	1.

低矮型建築不需考慮 P-Delta 效應

負方向側推時, Scale Factor 改為 -1

Loads Apply to Added Elements Only

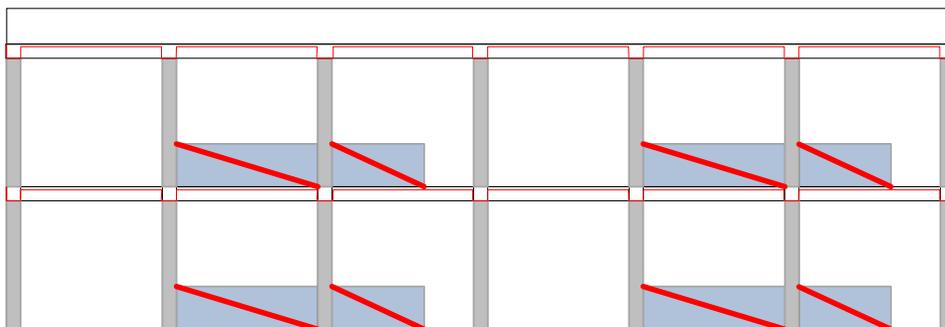
Cancel

☆等值斜撐應依側推方向予以調整

依側推方向調整等值斜撐

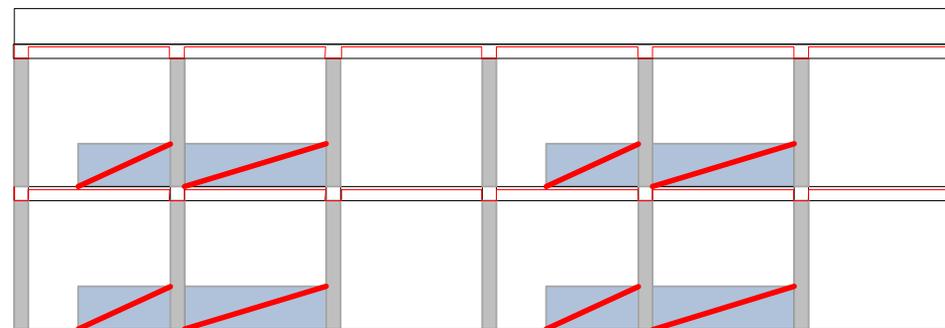


側推方向



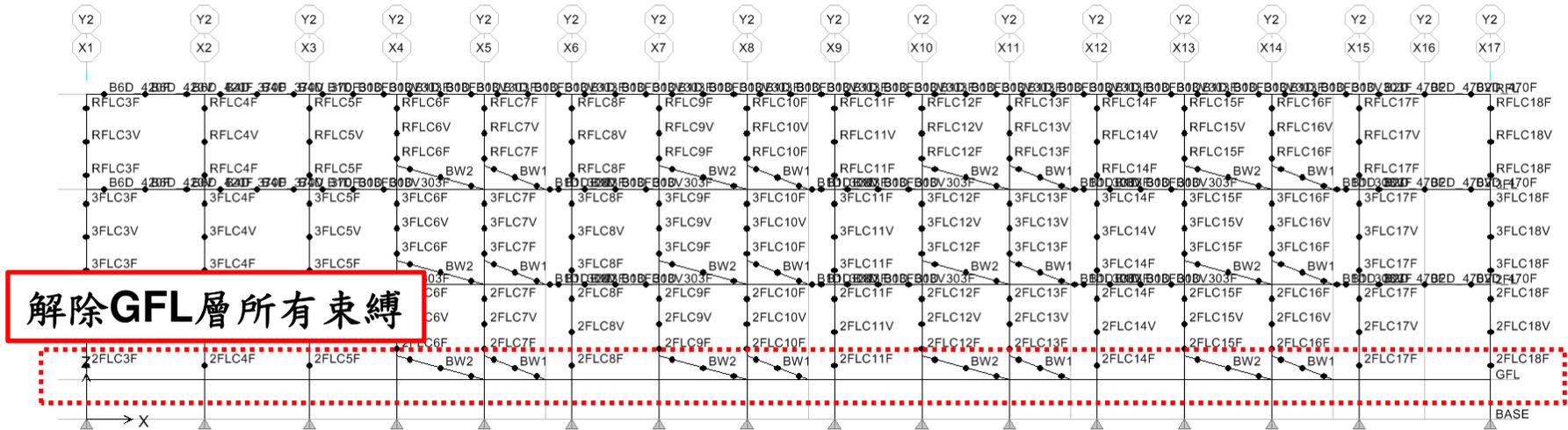
— 等值斜撐

側推方向



— 等值斜撐

非線性側推分析

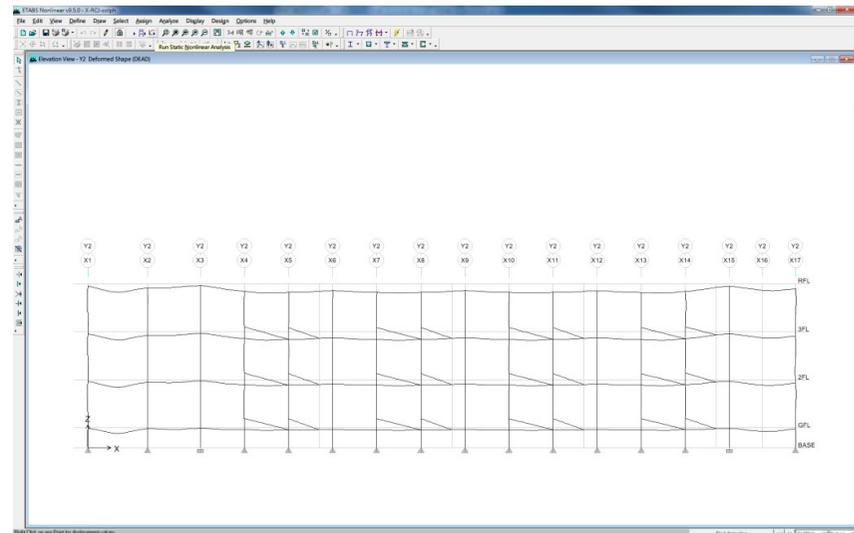
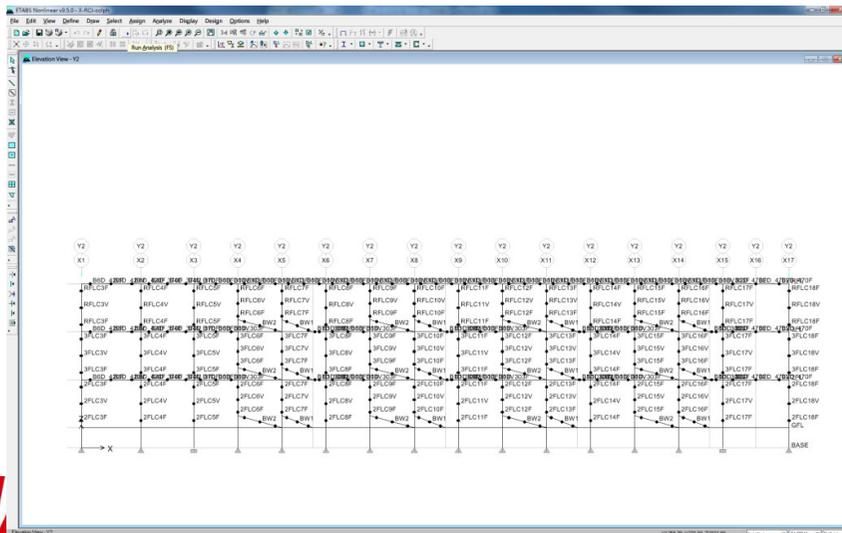


① 執行線性靜力分析

Analyze → Run Analysis

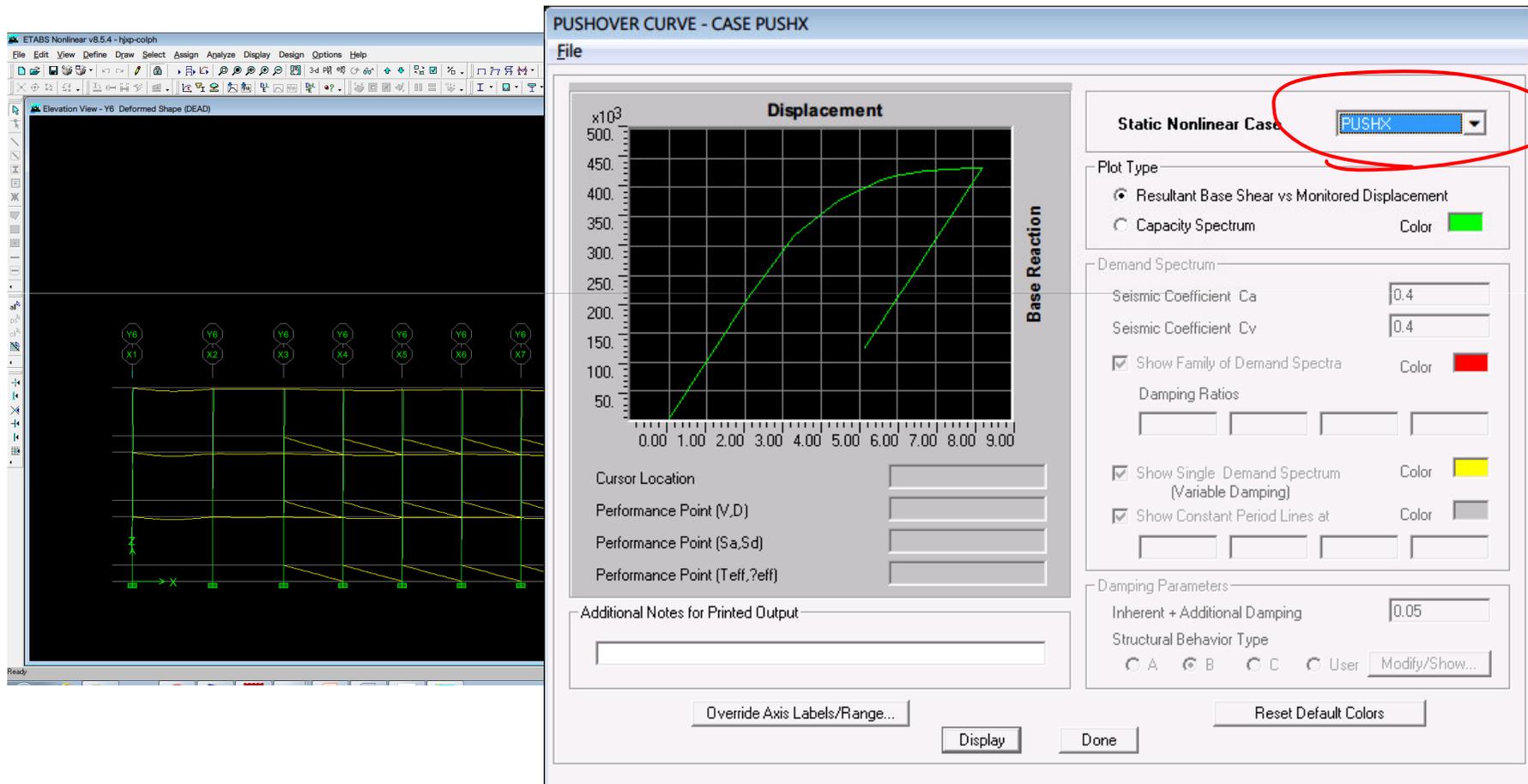
② 執行非線性側推分析

Analyze → Run Static Nonlinear Analysis



檢視容量曲線

- Display → Show Static Pushover Curve...

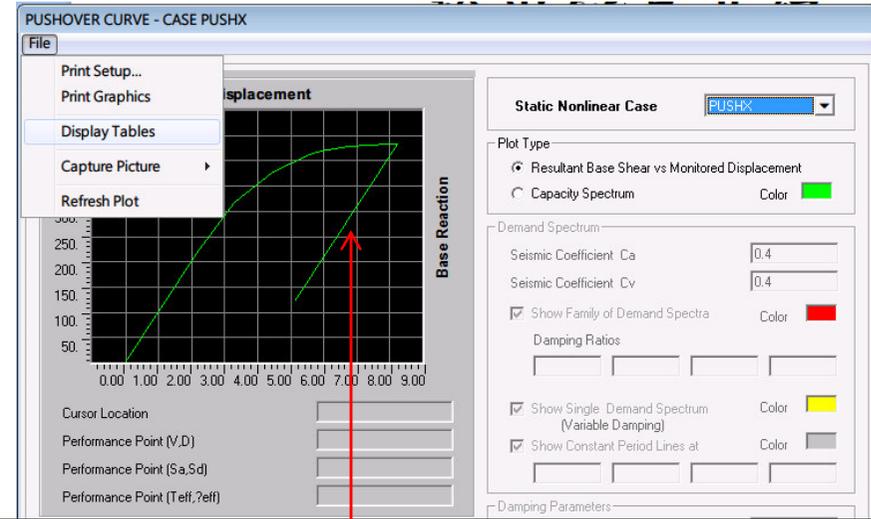


輸出容量曲線

- File → Display Tables

匯出檔案 X_pd.txt 

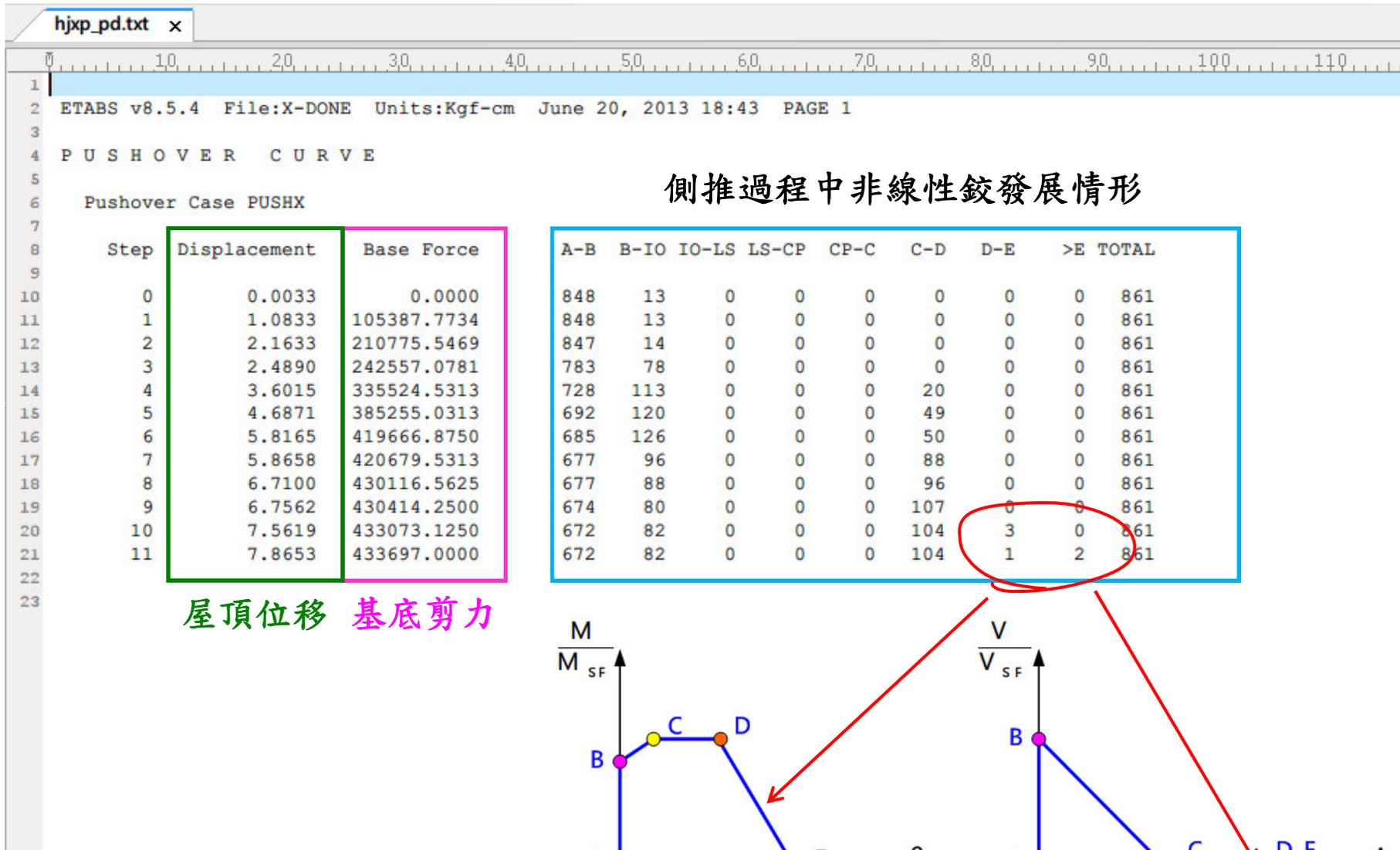
Print Tables to File...



Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E TOTAL
0	-0.0318	0.0000	848	13	0	0	0	0	0	0 861
1	1.0482	103339.2500	848	13	0	0	0	0	0	0 861
2	2.1282	206678.5000	847	14	0	0	0	0	0	0 861
3	2.5032	242557.0781	784	77	0	0	0	0	0	0 861
4	3.5868	332810.7813	730	111	0	0	0	20	0	0 861
5	4.6731	383368.0938	694	125	0	0	0	42	0	0 861
6	5.7594	417457.4375	685	126	0	0	0	50	0	0 861
7	5.9115	420679.5313	677	96	0	0	0	88	0	0 861
8	6.7579	430116.5625	677	88	0	0	0	96	0	0 861
9	6.8041	430414.2500	674	80	0	0	0	107	0	0 861
10	7.6105	433073.1250	672	82	0	0	0	104	3	0 861
11	7.9142	433697.0000	672	82	0	0	0	104	1	2 861
12	4.7658	131191.2969	861	0	0	0	0	0	0	0 861

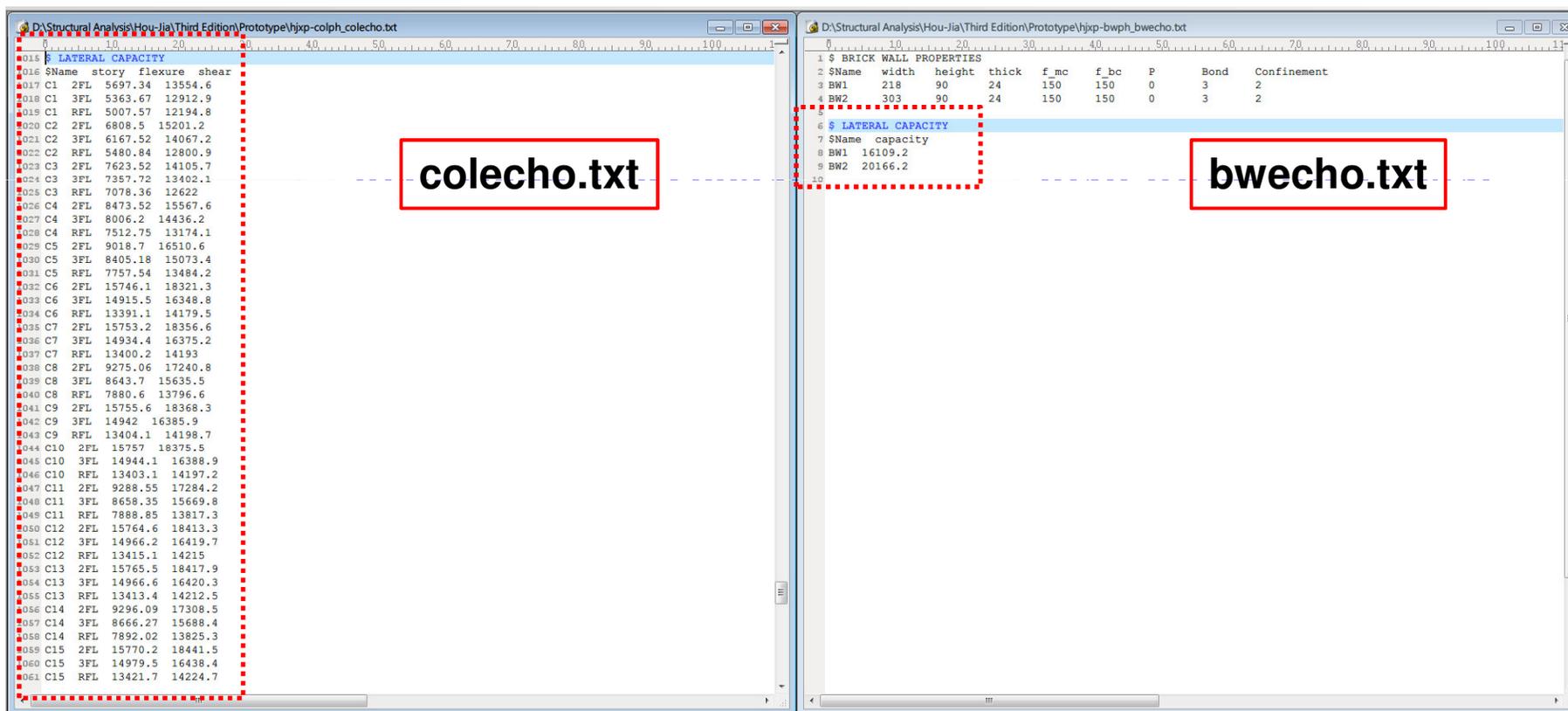
最後一點屋頂位移增量為負值，應手動移除此列數據

檢視容量曲線文字檔



檢核側力強度是否合理

- 執行自動計算 RC 梁、柱 (COLPH.exe) 及磚牆等值斜撐 (BWPH.exe) 非線性鉸程式後出現 colecho 或 bwecho 文字檔可供檢核



垂直構件可抵抗之側力強度

A1067 \$ LATERAL CAPACITY					A1067 \$ LATERAL CAPACITY						
	A	B	C	D		A	B	C	D	E	
1067	\$ LATERAL CAPACITY					1067	\$ LATERAL CAPACITY				
1068	\$Name	story	flexure	shear		1068	\$Name	story	flexure	shear	min(flexure, shear)
1069	C1	2FL	5697.34	13554.6		1069	C1	2FL	5697.34	13554.6	5697.34
1070	C1	3FL	5363.67	12912.9		1070	C1	3FL	5363.67	12912.9	5363.67
1071	C1	RFL	5007.57	12194.8		1071	C1	RFL	5007.57	12194.8	5007.57
1072	C2	2FL	6808.5	15201.2		1072	C2	2FL	6808.5	15201.2	6808.5
1073	C2	3FL	6167.52	14067.2		1073	C2	3FL	6167.52	14067.2	6167.52
1074	C2	RFL	5480.84	12800.9		1074	C2	RFL	5480.84	12800.9	5480.84
1075	C3	2FL	7623.52	14105.7		1075	C3	2FL	7623.52	14105.7	7623.52
1076	C3	3FL	7357.72	13402.1		1076	C3	3FL	7357.72	13402.1	7357.72
1077	C3	RFL	7078.36	12622		1077	C3	RFL	7078.36	12622	7078.36
1078	C4	2FL	8473.52	15567.6		1078	C4	2FL	8473.52	15567.6	8473.52
1079	C4	3FL	8006.2	14436.2		1079	C4	3FL	8006.2	14436.2	8006.2
1080	C4	RFL	7512.75	13174.1		1080	C4	RFL	7512.75	13174.1	7512.75
1081	C5	2FL	9018.7	16510.6		1081	C5	2FL	9018.7	16510.6	9018.7
1082	C5	3FL	8405.18	15073.4		1082	C5	3FL	8405.18	15073.4	8405.18
1083	C5	RFL	7757.54	13484.2		1083	C5	RFL	7757.54	13484.2	7757.54
1084	C6	2FL	15746.1	18321.3		1084	C6	2FL	15746.1	18321.3	15746.1
1085	C6	3FL	14915.5	16348.8		1085	C6	3FL	14915.5	16348.8	14915.5
1086	C6	RFL	13391.1	14179.5		1086	C6	RFL	13391.1	14179.5	13391.1
1087	C7	2FL	15753.2	18356.6		1087	C7	2FL	15753.2	18356.6	15753.2
1088	C7	3FL	14934.4	16375.2		1088	C7	3FL	14934.4	16375.2	14934.4
1089	C7	RFL	13400.2	14193		1089	C7	RFL	13400.2	14193	13400.2
1090	C8	2FL	9275.06	17240.8		1090	C8	2FL	9275.06	17240.8	9275.06
1091	C8	3FL	8643.7	15635.5		1091	C8	3FL	8643.7	15635.5	8643.7
1092	C8	RFL	7880.6	13796.6		1092	C8	RFL	7880.6	13796.6	7880.6
1093	C9	2FL	15755.6	18368.3		1093	C9	2FL	15755.6	18368.3	15755.6
1094	C9	3FL	14942	16385.9		1094	C9	3FL	14942	16385.9	14942
1095	C9	RFL	13404.1	14198.7		1095	C9	RFL	13404.1	14198.7	13404.1
1096	C10	2FL	15757	18375.5		1096	C10	2FL	15757	18375.5	15757
1097	C10	3FL	14944.1	16388.9		1097	C10	3FL	14944.1	16388.9	14944.1
1098	C10	RFL	13403.1	14197.2		1098	C10	RFL	13403.1	14197.2	13403.1
1099	C11	2FL	9288.55	17284.2		1099	C11	2FL	9288.55	17284.2	9288.55
1100	C11	3FL	8658.35	15669.8		1100	C11	3FL	8658.35	15669.8	8658.35
1101	C11	RFL	7888.85	13817.3		1101	C11	RFL	7888.85	13817.3	7888.85
1102	C12	2FL	15764.6	18413.3		1102	C12	2FL	15764.6	18413.3	15764.6
1103	C12	3FL	14966.2	16419.7		1103	C12	3FL	14966.2	16419.7	14966.2
1104	C12	RFL	13415.1	14215		1104	C12	RFL	13415.1	14215	13415.1

判斷該垂直構件係由彎矩強度或剪力強度控制

加總最底層所有柱之側力強度

如有「四面圍束」或「三面圍束」磚牆時，應加計磚牆強度

柱 + 磚牆 + RC 牆提供之強度總和為可抵抗之側力上限值

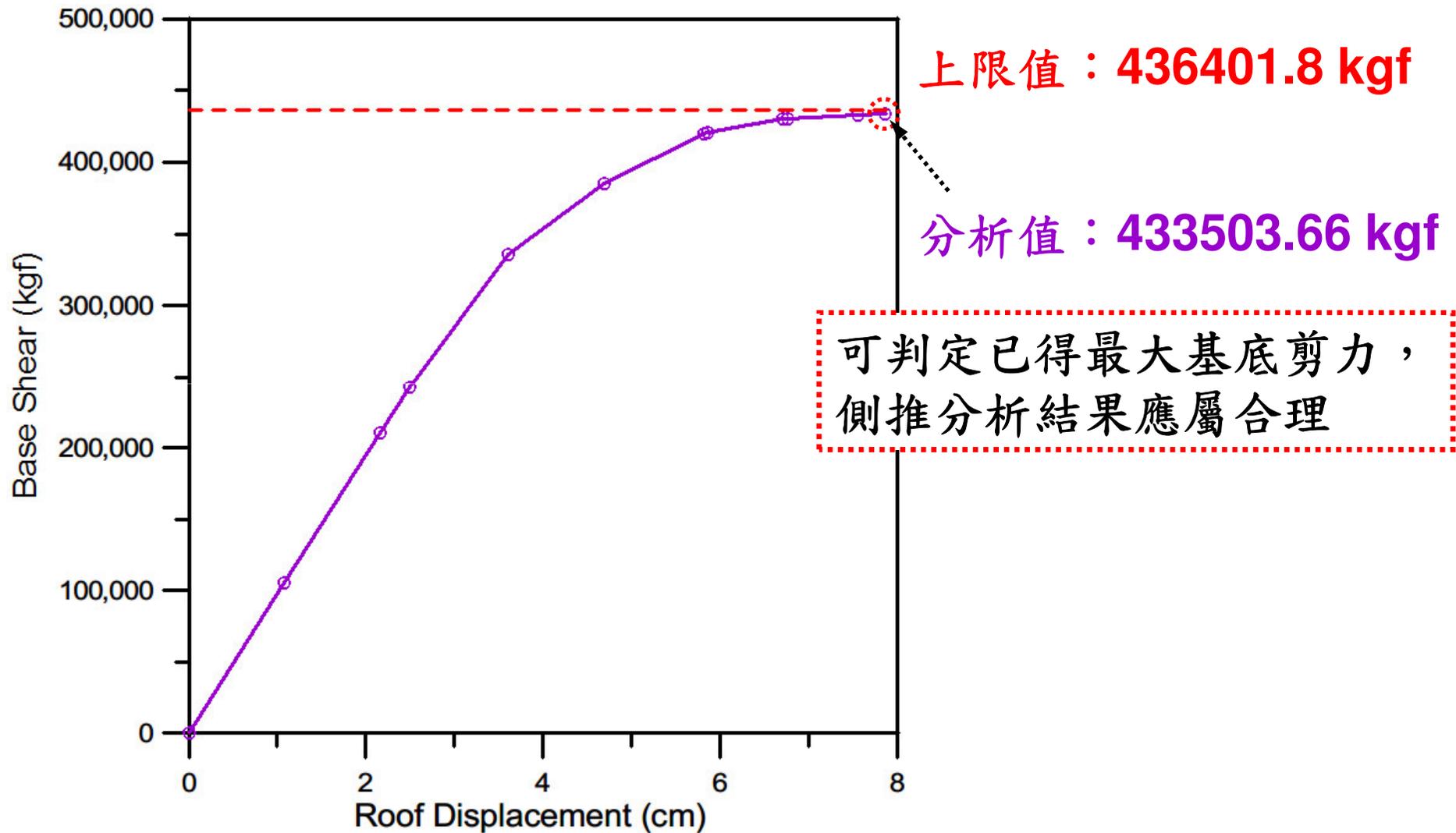
最大側力強度之檢核

	撓曲強度	剪力強度	破壞模式	可抵抗側力強度
2FLC1	5697.34	13554.6	撓曲	5697.34
2FLC2	6808.5	15201.2	撓曲	6808.5
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:
2FLC47	7644.14	13190.3	撓曲	7644.14
Σ 2FL Column Strength			436401.8 kgf	

V_{max} obtained by ETABS = 433503.66 kgf < 436401.8 kgf



容量曲線之檢核



上部結構之屋頂位移

- RFL 層位移 - GFL 層位移 = 上部結構之屋頂位移

RFL 層位移

Story	Load	UX
RFL	PUSHX-0	0.0031
RFL	PUSHX-1	1.0831
RFL	PUSHX-2	2.1631
RFL	PUSHX-3	2.6994
RFL	PUSHX-4	3.7815
RFL	PUSHX-5	5.0292
RFL	PUSHX-6	6.0448
RFL	PUSHX-7	6.8583
RFL	PUSHX-8	6.9077
RFL	PUSHX-9	7.7914
RFL	PUSHX-10	8.0893

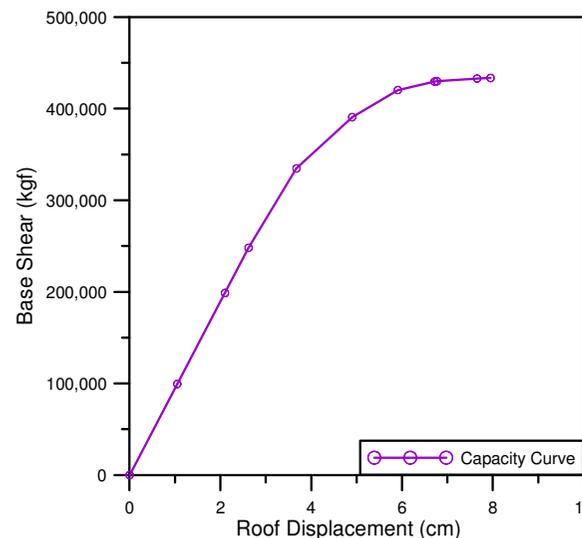
GFL 層位移

Story	Load	UX
GFL	PUSHX-0	-0.0003
GFL	PUSHX-1	0.0308
GFL	PUSHX-2	0.0619
GFL	PUSHX-3	0.0773
GFL	PUSHX-4	0.1052
GFL	PUSHX-5	0.1248
GFL	PUSHX-6	0.1356
GFL	PUSHX-7	0.1387
GFL	PUSHX-8	0.1388
GFL	PUSHX-9	0.1395
GFL	PUSHX-10	0.1397

上部結構之位移

Story	Load	UX
RFL-GFL	PUSHX-0	0.0034
RFL-GFL	PUSHX-1	1.0523
RFL-GFL	PUSHX-2	2.1012
RFL-GFL	PUSHX-3	2.6221
RFL-GFL	PUSHX-4	3.6763
RFL-GFL	PUSHX-5	4.9044
RFL-GFL	PUSHX-6	5.9092
RFL-GFL	PUSHX-7	6.7196
RFL-GFL	PUSHX-8	6.7689
RFL-GFL	PUSHX-9	7.6519
RFL-GFL	PUSHX-10	7.9496

上部結構之容量曲線



自動計算性能目標地表加速度程式 (PGA.exe)

◇檔案名稱可任意命名

- 請輸入阻尼修正係數 (既有校舍建築 κ 可設為 **0.33**) :
0.33 or 1/3
- 請輸入輔助程式共用輸入檔檔名 (*.txt) : **X**
- 請選擇要使用 [1]自行定義 或 [2]ETABS 定義 或 [3]MIDAS 定義之 P-D 曲線檔 : **1**
- 請輸入 ETABS 定義之 P-D 曲線檔檔名 (*.txt) :
X_pd
- 請輸入完成性能目標地表加速度計算之文字檔檔名 (*.txt) : **X_pga**

性能目標地表加速度

475 年回歸期設計地表加速度 $A_T = 0.4S_{DS} = 0.28g$

	✓ 強度準則	位移準則	軸力破壞準則
一般校舍	$V_{max} = 433.503 \text{ tf}$ $A_p = 0.215g$	<i>Inter Story Drift</i> RFL : $0.25\% < 2\%$ 2FL : $0.65\% < 2\%$ 1FL : $1.31\% < 2\%$	無

$$\begin{aligned} \text{Capacity-Demand Ratio} &= A_p / A_T \\ &= 0.215g / 0.28g = 0.768 < 1 \end{aligned}$$

→ 案例校舍需進行耐震補強

設計與分析之注意事項

- 擴柱之主筋置於四周角隅，使得主筋直通上下樓層，其餘防裂鋼筋因無受力需求，遇到梁或樓版時可截斷
- 若採用不貫穿樓版進行設計時，分析模型之柱上端非線性鉸參數必須調整以原有柱之條件計算
- 若屋頂防水層不易處理時，可採用不貫穿屋頂層樓版方式處理