

臺灣結構耐震評估側推分析法 TEASPA v3.1 輔助程式使用手冊

中華民國 108 年 10 月

目錄

	<u>頁次</u>
1 簡介.....	1
1.1 適用.....	1
1.2 環境.....	1
2 程式.....	2
2.1 架構.....	2
2.2 下載.....	2
3 輸入.....	3
3.1 鋼筋混凝土柱輸入檔.....	3
3.2 鋼筋混凝土梁、鋼筋混凝土牆、磚牆及 PGA 輸入檔	8
4 操作.....	9
4.1 流程.....	9
4.2 柱塑鉸步驟.....	10
4.3 PGA 輔助程式步驟.....	17
5 範例.....	18
5.1 操作.....	18
5.2 驗證.....	24
參考資料.....	30

修訂紀錄

v3.1.2 第 4 章新增 PGA 輔助程式操作說明。

1 簡介

臺灣結構耐震評估側推分析法第 3.1 版 (TEASPA v3.1) 為國家地震工程研究中心(國震中心)與財團法人中興工程顧問社(中興社)合作提出,新版分析方法之柱彎矩塑鉸性質考量斷面軸力彎矩互制曲線,經營建署認證適用範圍不再受 6 層樓以下條件限制,分析上須搭配支援 PM 或 PMM 塑鉸性質的結構分析軟體才可執行。

國震中心為節省工程師建置 PM 塑鉸之繁雜工作量,委託中興社針對一般工程界常用於建築物輔助設計之 ETABS 結構分析軟體開發 TEASPA v3.1 輔助程式,供工程師執行側推分析參考使用,本手冊說明該程式輸入方式及使用流程。

1.1 適用

TEASPA v3.1 輔助程式搭配之 ETABS 版本為 v2016 及 v17,並能有效展現 PM 塑鉸性質,然而實際操作程式之使用者及工程師仍應對運行結果負其專業責任。

1.2 環境

TEASPA v3.1 輔助程式以 MATLAB 開發完成,各子程式執行之工作環境要求如下:

- A. 作業系統: Windows 64bit
- B. 執行函式庫: MATLAB Runtime R2016b
<https://www.mathworks.com/products/compiler/matlab-runtime.html>
- C. 其他軟體: xlsx 編輯軟體

2 程式

TEASPA v3.1 輔助程式主要為節省工程師大量計算結構塑鉸並輸入至模型所需時間，因此程式設計著重於輸入檔建置及各程式功能獨立性，使用者介面則以提供運算過程的 MS-DOS 視窗環境為主。

2.1 架構

針對方法更新的柱構件，本程式細分為 3 個子程式，並採用更新的單一輸入檔；其餘構件雖延續前版（v3.0）方法，但前版輔助程式產出成果並不符合 ETABS v2016、v17 格式，故對於輸出格式進行調整，相關操作方式及輸入檔延續既有設定。整體程式架構如下所示：

A. 鋼筋混凝土柱塑鉸計算相關程式

1. SecGen.exe 鋼筋混凝土柱材料及斷面建立程式
2. FrameInfo.exe 鋼筋混凝土柱構件資訊建立程式
3. HingeProp.exe 鋼筋混凝土柱塑鉸計算程式
4. Input.xlsx 鋼筋混凝土柱輸入檔

B. Bmph.exe 鋼筋混凝土梁塑鉸計算程式

C. Swph.exe 鋼筋混凝土牆等值寬柱塑鉸計算程式

D. Bwph.exe 磚牆等值斜撐塑鉸計算程式

E. PGA.exe 性能目標地表加速度計算程式

F. Input.txt 鋼筋混凝土梁、鋼筋混凝土牆、磚牆及 PGA 輸入檔

2.2 下載

TEASPA v3.1 輔助程式將依據使用者回饋而維護，有關程式最新版本可至 TEASPA 官網（<https://teaspa.ncree.org.tw/>）下載。

3 輸入

為提升使用者輸入資料效率，且不過度變革既有輸入資料之編輯習慣，TEASPA v3.1 輔助程式對於計算方法有主要調整之柱構件改以xlsx 試算表作為輸入標準格式，其餘構件塑鉸及 PGA 計算程式仍以txt 文字檔之形式作為標準，本章將說明兩種輸入格式之內容。

3.1 鋼筋混凝土柱輸入檔

對應程式：SecGen.exe、FrameInfo.exe、HingeProp.exe

TEASPA v3.1 輔助程式計算鋼筋混凝土柱塑鉸時以xlsx 試算表作為標準格式，並可匯入材料及標準斷面性質於結構分析軟體，節省使用者於不同介面輸入資料所耗費之時間。

此標準輸入檔名稱固定為「Input.xlsx」，檔案內有 7 個工作表，各工作表之欄位定義及輸入要求如下：

3.1.1 Mat.Conc 工作表—混凝土材料性質

Mat.Conc 工作表欄位說明如表 3.1-1 所示，使用者須輸入混凝土名稱及抗壓強度，其他材料性質如單位體積重量、彈性模數等，SecGen 輔助程式將參考相關規範或 ETABS 內建之標準混凝土材料性質內插計算。

表3.1-1 Mat.Conc 工作表欄位說明

欄位	單位	定義	要求
ID	-	材料名稱	資料與本欄其它值及 Mat.Rebar ID 欄位值不重複
fc'	kgf/cm ²	抗壓強度	資料為正值

3.1.2 Mat.Rebar 工作表—鋼筋材料性質

Mat.Rebar 工作表欄位說明如表 3.1-2 所示，使用者須輸入鋼筋名稱及降伏強度，其他材料性質輔助程式將比照 Mat.Conc 工作表方式處理。

由於既有結構耐震評估採用之鋼筋降伏強度通常根據結構計算書或圖說記載，多數情況僅須輸入降伏強度為 2800 與 4200 kgf/cm²，2 種鋼筋材料即可。

表3.1-2 Mat.Rebar 工作表欄位說明

欄位	單位	定義	要求
ID	-	材料名稱	資料與本欄其它值及 Mat.Conc ID 欄位值不重複
f _y	kgf/cm ²	降伏強度	資料為正值

3.1.3 Size.Rebar 工作表—鋼筋尺寸資料

Size.Rebar 工作表欄位說明如表 3.1-3 所示，其欄位比照 ETABS 將面積與直徑作為獨立參數輸入，輔助程式在計算塑鉸性質時，主筋與箍筋之面積根據本表之面積計算，而位置則根據本表之直徑計算。

由於既有結構耐震評估多包含鋼筋腐蝕檢測，使用者可根據檢測結果考慮以折減鋼筋面積的方式模擬腐蝕對於耐震能力之影響，因面積與直徑兩者獨立，則鋼筋位置可不受面積折減影響。

表3.1-3 Size.Rebar 工作表欄位說明

欄位	單位	定義	要求
ID	-	尺寸名稱	資料與本欄其它值不重複
Area	cm ²	面積	資料為正值（建議與本欄其它值不重複）
Diameter	cm	直徑	資料為正值

3.1.4 Sec.CC.Rect 工作表—鋼筋混凝土矩形柱的斷面性質

Sec.CC.Rect 工作表欄位說明如表 3.1-4 所示，輔助程式可轉換所輸入之斷面性質於 ETABS 模型檔內。

輔助程式為能直觀依柱配筋圖輸入斷面性質，寬度與深度以結構圖座標系統為準，寬度及深度分別為 X 向及 Y 向尺寸，此是根據一般繪圖規則，柱配筋圖座標與平面圖相同而設計。上述輸入方式轉換至 ETABS 模型檔將依據軟體特性而自動調整，由於 ETABS 柱構件預設局部座標 2 軸平行整體座標 X 軸，局部座標 3 軸平行整體座標 Y 軸，因此，本表所填深度將轉換為垂直 2 軸方向尺寸，寬度轉換為垂直 3 軸方向尺寸，使用者在繪製構件時不須另外執行座標旋轉。

建議使用者以本程式執行柱斷面建立或建模後，應檢視 Frame Sections、Extrude 或 Local Axes 功能，確保成果與預期一致。

表3.1-4 Sec.CC.Rect 工作表欄位說明

欄位	單位	定義	要求
ID	-	斷面名稱	資料與本欄其它值、Mat.CC.Circ ID 欄位值及 Mat.CC.SD ID 欄位值不重複
MatConc	-	混凝土材料名稱	資料對應 Mat.Conc ID 欄位
MatLong	-	主筋材料名稱	資料對應 Mat.Rebar ID 欄位
MatConf	-	箍筋材料名稱	資料對應 Mat.Rebar ID 欄位
Width	cm	寬度	資料為正值
Depth	cm	深度	資料為正值
NumLong _{Wid}	-	沿寬度方向的主筋支數	資料大於等於 2
NumLong _{Dep}	-	沿深度方向的主筋支數	資料大於等於 2
SizeLong	-	主筋尺寸名稱	資料對應 Size.Rebar ID 欄位
SizeCorner	-	角隅主筋尺寸名稱	資料對應 Size.Rebar ID 欄位
NumConf _{Wid}	-	平行寬度方向的箍繫筋支數	資料大於等於 2
NumConf _{Dep}	-	平行深度方向的箍繫筋支數	資料大於等於 2
SizeConf	-	箍筋尺寸名稱	資料對應 Size.Rebar ID 欄位
Spacing	cm	箍繫筋間距	資料為正值
Cover	cm	箍筋外緣保護層厚度	資料為正值

3.1.5 Sec.CC.Circ 工作表—鋼筋混凝土圓形柱的斷面性質

Sec.CC.Circ 工作表欄位說明如表 3.1-5 所示，工作表輸入原則與 Sec.CC.Rect 工作表一致。

表3.1-5 Sec.CC.Circ 工作表欄位說明

欄位	單位	定義	要求
ID	-	斷面名稱	資料與本欄其它值、 Mat.CC.Rect ID 欄位值及 Mat.CC.SD ID 欄位值不重複
MatConc	-	混凝土材料名稱	資料對應 Mat.Conc ID 欄位
MatLong	-	主筋材料名稱	資料對應 Mat.Rebar ID 欄位
MatConf	-	箍筋材料名稱	資料對應 Mat.Rebar ID 欄位
Diameter	cm	直徑	資料為正值
NumLong	-	主筋支數	資料為正值
SizeLong	-	主筋尺寸名稱	資料對應 Size.Rebar ID 欄位
SizeConf	-	箍筋尺寸名稱	資料對應 Size.Rebar ID 欄位
Spacing	cm	箍筋間距	資料為正值
ConfType	-	箍筋類型： 「T」為橫箍，「S」為螺箍	資料為 T 或 S
Cover	cm	箍筋外緣保護層厚度	資料為正值

3.1.6 Sec.CC.SD 工作表—鋼筋混凝土柱的斷面性質（SD section）

Sec.CC.SD 工作表欄位說明如表 3.1-6 所示，SD 指 ETABS Section Designer 功能，亦即輔助程式針對非屬矩形及圓形的雙對稱特殊形狀鋼筋混凝土柱斷面仍能計算其塑鉸性質，但使用者必須自行在 ETABS 模型以 SD section 功能定義斷面性質，且名稱與本工作表 ID 欄位一致。

Sec.CC.SD 工作表包含 TEASPA v3.1 計算鋼筋混凝土柱塑鉸性質的最基本資訊，輔助程式僅協助將使用者參數帶入 TEASPA 公式以計算塑鉸性質，使用者應本其專業於 Sec.CC.SD 工作表中填入斷面等效的寬度、深度及面積等參數。

表3.1-6 Sec.CC.SD 工作表欄位說明

欄位	單位	定義	要求
ID	-	斷面名稱	資料與本欄其它值、 Mat.CC.Rect ID 欄位值及 Mat.CC.Circ ID 欄位值不重複
MatConc	-	混凝土材料名稱	資料對應 Mat.Conc ID 欄位
MatLong	-	主筋材料名稱	資料對應 Mat.Rebar ID 欄位
MatConf	-	箍筋材料名稱	資料對應 Mat.Rebar ID 欄位
Width	cm	寬度	資料為正值
Depth	cm	深度	資料為正值
Area	cm ²	面積	資料為正值
I _{Wid}	cm ⁴	對 width-axis 的慣性矩	資料為正值
I _{Dep}	cm ⁴	對 depth-axis 的慣性矩	資料為正值
NumLong	-	主筋支數	資料為正值
SizeLong	-	主筋尺寸名稱	資料對應 Size.Rebar ID 欄位
NumConf _{Wid}	-	平行寬度方向的箍繫筋支數	資料為正值
NumConf _{Dep}	-	平行深度方向的箍繫筋支數	資料為正值
SizeConf	-	箍筋尺寸名稱	資料對應 Size.Rebar ID 欄位
Spacing	cm	箍筋間距	資料為正值
Cover	cm	至箍筋外緣的保護層厚度	資料為正值

3.1.7 Frame.Info 工作表—構件資訊

Frame.Info 工作表欄位說明如表 3.1-7 所示，本表待執行完 FrameInfo 輔助程式後才需填寫（詳操作流程章節），表中各列代表 ETABS 模型的特定構件，使用者僅須輸入有效長度並覆核構件軸力，其他欄位則由程式協助產生。

程式自動產生的 ID 及 Story 欄位可指出模型中有設定參考塑鉸的特定構件；SecID 及 SecType 表示該構件建模所指定的斷面性質；P 為靜載重加 1/2 活載重引致之軸力（壓力為正值）；而構件長度等於構件兩端點間的距離。一般而言，使用者輸入之有效長度可參考構件長度再扣除兩端梁或台度牆之束制長度而得。

表3.1-7 Frame.Info 工作表欄位說明

欄位	單位	定義	要求
ID	-	構件名稱	資料由程式產生，與 Story、SecID、SecType 及 L 欄位所形成之組合不得修改
Story	-	樓層名稱	資料由程式產生，與 ID、SecID、SecType 及 L 欄位所形成之組合不得修改
SecID	-	斷面名稱	資料由程式產生，與 ID、Story、SecType 及 L 欄位所形成之組合不得修改
SecType	-	斷面類型	資料由程式產生，與 ID、Story、SecID 及 L 欄位所形成之組合不得修改
L	cm	長度（構件兩端點距離）	資料由程式產生，與 ID、Story、SecID 及 SecType 欄位所形成之組合不得修改
L _{Eff}	cm	有效長度	資料為正值
P	kgf	軸力（壓力為正）	資料為實數

3.2 鋼筋混凝土梁、鋼筋混凝土牆、磚牆及 PGA 輸入檔

對應程式：Bmph.exe、Swph.exe、Bwph.exe、PGA.exe

TEASPA v3.1 並未調整上述構件塑鉸性質或性能目標地表加速度計算方法，故輔助程式仍以前版（v3.0）txt 文字檔作為輸入標準，各程式計算所需求之性質模組說明，請參閱前版手冊：「校舍結構耐震評估與補強技術手冊第三版」附錄 B。

4 操作

4.1 流程

TEASPA v3.1 輔助程式要能順利執行，使用者須依循一定的流程操作程式，該流程如圖 4.1-1 所示，其中，左側為新版鋼筋混凝土柱塑鉸計算操作流程，右側為沿用前版（v3.0）邏輯的鋼筋混凝土梁、鋼筋混凝土牆及磚牆塑鉸計算操作流程，兩者不互相影響，本手冊僅介紹更新的柱塑鉸及 PGA 輔助程式計算流程，其餘構件設定方式請參閱前版手冊。



圖4.1-1 TEASPA v3.1 輔助程式操作流程

4.2 柱塑鉸步驟

Step01. 編輯斷面資料

編輯鋼筋混凝土柱單一輸入檔「Input.xlsx」，依需求完成材料及斷面相關工作表：Mat.Conc、Mat.Rebar、Size.Rebar、Sec.CC.Rect、Sec.CC.Circ 及 Sec.CC.SD。

Step02. 執行 SecGen.exe

將初始模型匯出為「Model.e2k」，匯出時力量單位選擇 kgf，長度單位選擇 cm，並將「Model.e2k」、「Input.xlsx」及「SecGen.exe」等 3 個檔案置於同一資料夾內。在執行 SecGen 輔助程式後，程式會將 Input.xlsx 之材料與斷面性質寫入模型並另存為「ModelSec.e2k」於相同資料夾內。

Input.xlsx 各工作表與 ETABS 資料對應關係如表 4.2-1 所示，僅 Sec.CC.SD 工作表資訊輔助程式不會協助寫入 ETABS 模型。針對此特殊形狀鋼筋混凝土柱斷面，使用者必須以 SD section 功能於模型中自行定義斷面性質，並將部分性質填入 Sec.CC.SD 工作表內。需注意 SD section 斷面名稱與 Sec.CC.SD ID 欄位一致；而模型內材料或斷面名稱與表 4.2-1 所列工作表 ID 欄位名稱一致者，其性質將會被輸入檔之性質所覆蓋。

表4.2-1 柱單一輸入檔各工作表與 ETABS 資料對應關係

工作表	ETABS 資料
Mat.Conc	Material Property Data - Concrete
Mat.Rebar	Material Property Data - Rebar
Size.Rebar	Reinforcing Bar Sizes
Sec.CC.Rect	Frame Section Property Data - Concrete Rectangular
Sec.CC.Circ	Frame Section Property Data - Concrete Circle

Step03. 匯入 ModelSec.e2k 檔

將 ModelSec.e2k 匯入 ETABS，並進行後續分析軟體操作。相關

指令於 ETABS 下的 File / Import / ETABS .e2k Text File。匯入完成後使用者應覆核資料建立結果，必要時重新編輯斷面資料並執行 Step1 至 Step3，以確保輸入檔資料符合模型內容。

Step04. 建立結構模型

於 ETABS 環境繪製鋼筋混凝土柱構件，同時將相關斷面性質設定至構件上，有關剛性樓版、開裂勁度折減等耐震評估相關設定，使用者可在此階段依循相關規範或參考前版 TEASPA 手冊執行。

Step05. 設定 Auto 塑鉸

於 ETABS 環境將 Auto P-M2-M3 塑鉸(ASCE 41-13 / ASCE 41-17 Concrete Columns) 設定至需考慮非線性行為的鋼筋混凝土柱構件兩端合適位置作為參考塑鉸，此兩端點為未來輔助程式設定柱彎矩塑鉸位置，而其中點預設為剪力塑鉸位置。有關 Auto P-M2-M3 塑鉸設定方法如下：

- A. 首先點擊 ETABS 下 Assign / Frame / Hinges，此時在彈出的 Frame Assignment – Hinges 視窗將 Hinge Property 下拉式選單設為 Auto，Relative Distance 設為塑鉸位置於該柱構件底部的相對距離，再點擊 Add，詳細操作介面如圖 4.2-1 所示。
- B. 在上一步驟點擊 Add 按鈕後，程式會彈出圖 4.2-2 的 Auto Hinge Assignment Data 視窗，其 Select a Hinge Table 下拉式選單應選擇含 Concrete Columns 之選項，並在 Degree of Freedom 欄位選擇 P-M2-M3，再點擊 OK，以完成一處 Auto 塑鉸設定。
- C. 在兩端 Auto 塑鉸全部設定完成後應點擊 OK，以確認設定。

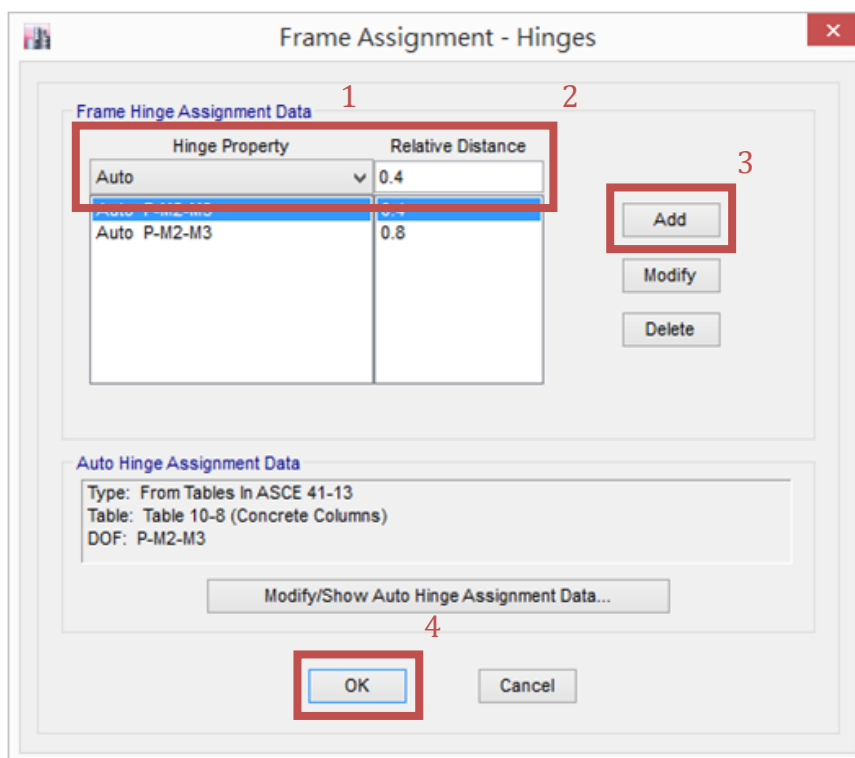


圖4.2-1 ETABS 塑鉸設定視窗 (Frame Assignment - Hinges)

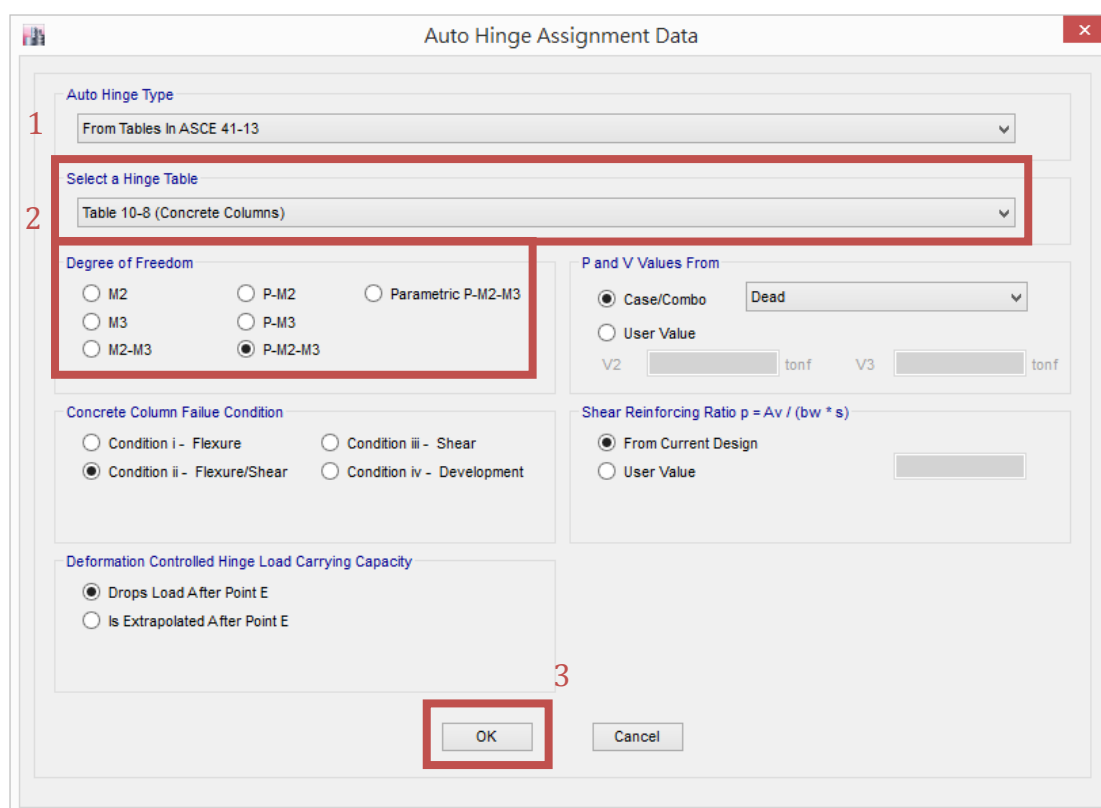


圖4.2-2 ETABS Auto 塑鉸設定視窗 (Auto Hinge Assignment Data)

Step06. 轉成自訂塑鉸

於 ETABS 環境將 Step5 設置的 Auto P-M2-M3 塑鉸轉換為 User Defined 塑鉸。有關塑鉸性質轉換的設定方法如下：

- A. 首先點擊 ETABS 下 Define / Section Properties / Frame/Wall Nonlinear Hinges，此時在彈出的 Define Frame/Wall Hinge Properties 視窗勾選 Show Generated Props。
- B. 在勾選上一步設定後，All Hinge Props 欄位才會顯現存在於 ETABS 模型的 Auto 塑鉸性質，使用者須選取 Auto 塑鉸，再點擊 Convert Auto To User Prop 按鈕，逐一將 Step5 設置的 Auto P-M2-M3 塑鉸轉換為 User Defined 塑鉸。
- C. 全部 Auto 塑鉸轉換完成後應點擊 OK，以確認設定。

一般而言，在勾選 Show Generated Props 選項後 All Hinge Props 欄位將會混雜 Auto 塑鉸與既存於模型的 User Defined 塑鉸，使用者通常可由塑鉸名稱判別：Auto 塑鉸名稱為構件編號及 Hn 的組合，其中 n 為序列號；再者，使用者可勾選 Show Hinge Details 選項，即可從附加資訊判斷。

此外，上述轉換過程無法一次選取大量 Auto 塑鉸執行，使用者若要節省時間可用滑鼠或鍵盤相關之巨集程式操作。

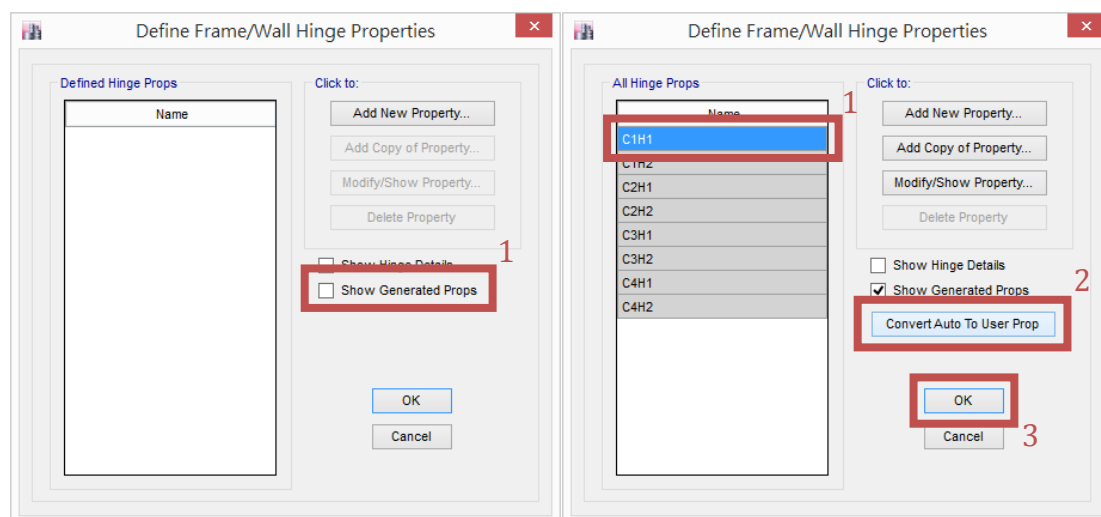


圖4.2-3 ETABS 塑鉸性質視窗（Define Frame/Wall Hinge Properties）

Step07. 執行 DL+1/2LL 分析

於 ETABS 環境將模型執行靜載重加 1/2 活載重分析，分析前應確認側推分析要考慮的垂直載重皆設定正確。

Step08. 匯出模型與構件軸力

於 ETABS 環境將現階段分析模型及構件軸力匯出，有關模型匯出指令於 ETABS 的 File / Export / ETABS .e2k Text File，該模型檔應命名為「ModelSec.e2k」。而構件軸力匯出的方法詳述如下：

- A. 首先點擊 ETABS 下 File / Export / ETABS Tables to Excel，此時彈出的 Choose Tables 視窗如圖 4.2-4 所示，使用者應勾選 Tables / Analysis / Results / Frame Results 下的所有工作表。
- B. 接著在 Choose Tables 視窗的樹狀選單第一個 Tables 選項上按滑鼠右鍵，並點選 Modify Options 按鈕。
- C. 在上一步驟點擊按鈕後，程式會彈出圖 4.2-5 的 Table Options 視窗，其中，Load Cases 區塊單獨選擇靜載重加 1/2 活載重，而 Multi-step Output 區塊中選擇 Last Step 選項，再點擊 OK 退出視窗。
- D. 確認全部選項設定完成後應點擊 OK，並將輸出檔名取為「FrameResult.xlsx」，完成設定。

使用者執行上述流程後，應確認產生之檔案單位是否正確設定，其力量單位應為 kgf，長度單位應為 cm，若未正確設定則輔助程式會無法執行，以避免計算錯誤結果。

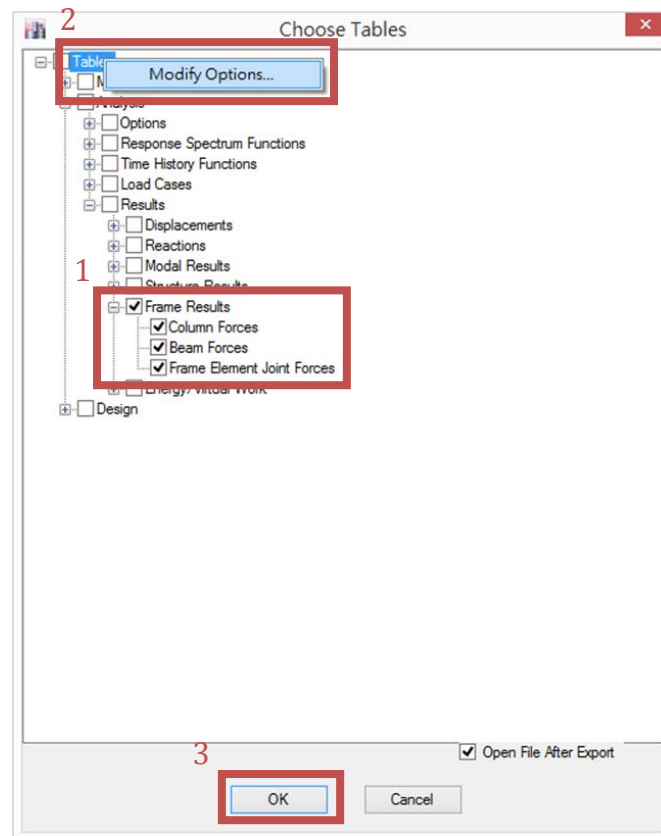


圖4.2-4 ETABS 表格匯出選擇視窗（Choose Tables）

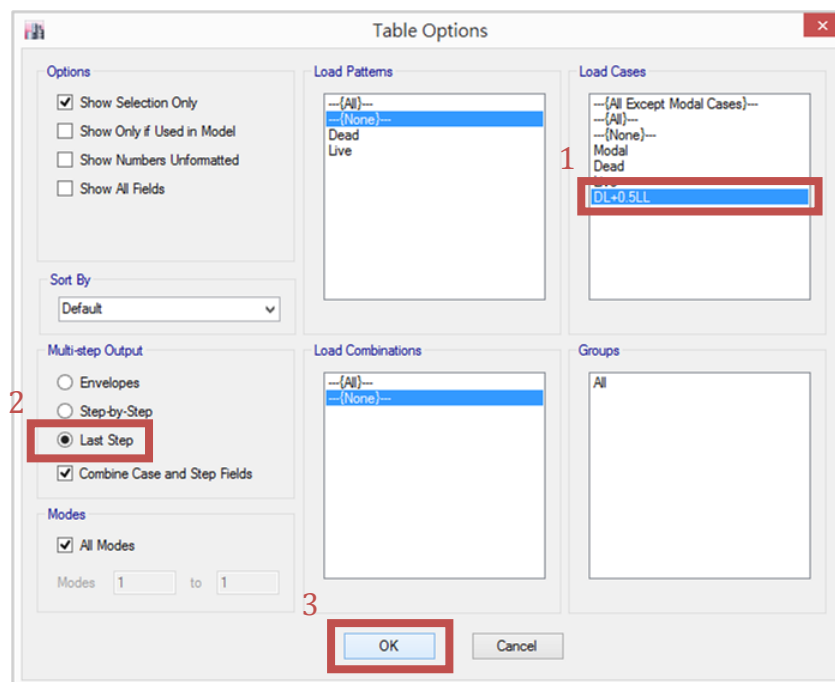


圖4.2-5 ETABS 表格匯出選項視窗（Table Options）

Step09. 執行 FrameInfo.exe

將「Input.xlsx」、「ModelSec.e2k」、「FrameResult.xlsx」及「FrameInfo.exe」等 4 個檔案置於同一資料夾內，並執行 FrameInfo 輔助程式後，程式會將斷面名稱有設定於 Input.xlsx 且有設定參考塑鉸（Step5-Step6 的 P-M2-M3 塑鉸）的構件基本資訊寫入 Input.xlsx 的 Frame.Info 工作表中。

Step10. 輸入構件有效長度

開啟 Input.xlsx 輸入檔並移至 Frame.Info 工作表，此時表內已含有建置於 ETABS 模型的基本構件資訊，此時用戶僅須在 Frame.Info 工作表針對構件實際邊界狀況，如高窗或台度牆束制，於有效長度欄位輸入相應值，同時應確認軸力之合理性，必要時進行修改。

Step11. 執行 HingeProp.exe

將「Input.xlsx」、「ModelSec.e2k」及「HingeProp.xlsx」等 3 個檔案置於同一資料夾內，並執行 HingeProp 輔助程式後，程式會結合 Input.xls 各構件設定參數及參考塑鉸資訊，以 TEASPA v3.1 公式計算塑鉸性質，最後在寫入模型並另存為「ModelHinge.e2k」於相同資料夾內。

Step12. 匯入 ModelHinge.e2k 檔

將 ModelHinge.e2k 匯入 ETABS，再進行後續分析軟體操作，相關指令於 ETABS 下的 File / Import / ETABS .e2k Text File。匯入完成後柱兩端原有參考塑鉸位置應已置換為 PM2、PM3 塑鉸，且兩位置中間位置分別產生一個 V2 及 V3 塑鉸，而原有參考塑鉸則刪除。

使用者應覆核塑鉸建立結果，此外，模型在執行過程有調整時應更新 Input.xlsx 輸入檔並重新執行上述流程，以確保最終模型符合分析需求。

4.3 PGA 輔助程式步驟

PGA 輔助程式與前版差異不大，然而 ETABS 2016 已無法像 ETABS 9 輸出文字文件格式的側推分析容量曲線文字檔，取而代之是 Excel 格式的檔案，為此，本輔助程式操作流程修改如下：

Step1. 輸出 Excel 格式容量曲線

於側推分析結果的容量曲線視窗中，選擇輸出需要被計算的容量曲線數據，此時 ETABS 限制此輸出格式為 Excel 格式。

Step2. 改儲存容量曲線為文字文件格式

開啟 Excel 格式容量曲線檔，在相應工作表中全選並複製工作表內容，再將內容貼上於全新的文字文件格式檔案並儲存。

Step3. 編輯 PGA、RC 梁、RC 牆、磚牆單一輸入檔

編輯 PGA、RC 梁、RC 牆、磚牆單一輸入檔，該輸入檔為文字文件格式，使用者應於輸入檔中加入「\$Weight Mode」區塊，並輸入各層重量及側推方向模態分布，其中，樓層順序由底層往頂層輸入。詳細可參閱系統提供範例或前版 TEASPA 手冊說明。

Step4. 執行 PGA 輔助程式

將 PGA 單一輸入檔、容量曲線文字檔及 PGA.exe 等 3 個檔案置於同一資料夾內，並執行 PGA 輔助程式後，依序按照程式需求提供相應檔案名稱，並於容量曲線部分選擇「ETABS 格式」，輔柱程式即可協助計算容量振譜及側推方向地表加速度 A_p 。

5 範例

本章以一典型鋼筋混凝土矩形柱斷面組成的單層構架作為新版柱 PM 彎矩塑鉸計算的示範案例，說明 Input.xlsx 輸入檔的輸入方式及 TEASPA v3.1 輔助程式計算彎矩與剪力塑鉸的流程，最後展示輔助程式計算塑鉸性質匯入 ETABS 後的成果。

5.1 操作

鋼筋混凝土矩形柱斷面設計資料

斷面尺寸：65 × 80 cm

主筋：#7-20

箍筋：#3@20

混凝土抗壓強度 $f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$

主筋降伏強度 $f_{yv} = 2812 \text{ kgf/cm}^2$

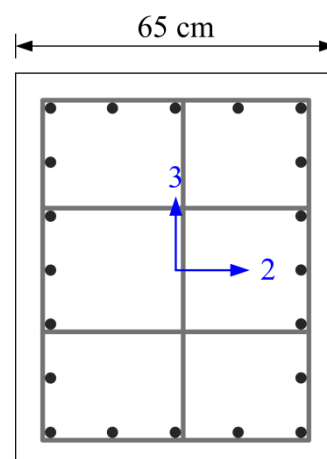
箍筋降伏強度 $f_{yh} = 4218 \text{ kgf/cm}^2$

箍筋外緣保護層厚度 $c = 5 \text{ cm}$

有效長度 $L = 250 \text{ cm}$

軸力 $P = 168635 \text{ kgf}$

標稱彎矩強度 $M_n = 14050840 \text{ kgf-cm (about 2-axis)}$



Input.xlsx 單一輸入檔 (Step1)

由於模型未含圓形或特殊形狀柱斷面，因此 Sec.CC.Circ、Sec.CC.SD 工作表不需輸入，於分析流程 Step1 必要輸入之工作表內容如下：

A. Mat.Conc 工作表

No	ID	fc', kgf/cm ²
1	3000Psi	210.92

B. Mat.Rebar 工作表

No	ID	fy, kgf/cm ²
1	A615Gr40	2812.28
2	A615Gr60	4218.42

C. Size.Rebar 工作表

No	ID	Area, cm ²	Diameter, cm
1	#3	0.70	0.953
2	#7	3.90	2.223

D. Sec.CC.Rect 工作表

No	ID	MatConc	MatLong	MatConf
1	C1	3000Psi	A615Gr60	A615Gr40

Width, cm	Depth, cm	NumLong _{Wid}	NumLong _{Dep}	SizeLong	SizeCorner
65.00	80.00	5	7	#7	#7

NumConf _{Wid}	NumConf _{Dep}	SizeConf	Spacing, cm	Cover, cm
4	3	#3	20.00	5.00

模型匯入及設定 (Step2-Step3)

上述 Input.xlsx 經 SecGen 輔助程式轉成 e2k 檔匯入 ETABS 後可產生如圖 5.1-1 與圖 5.1-2 細節之斷面性質，可見 Sec.CC.Rect 工作表中的寬度對應 2 軸方向尺寸，而深度則對應至 3 軸方向尺寸。

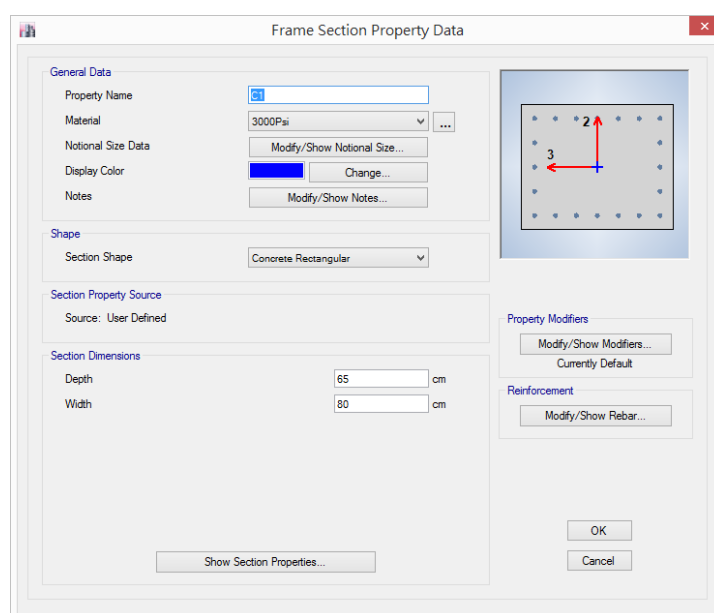


圖5.1-1 ETABS 斷面性質資料視窗 (Frame Section Property Data)

圖5.1-2 ETABS 斷面配筋資料視窗（Frame Sec. Prop. Reinf. Data）

模型建立至 User Defined 參考塑鉸轉換（Step04-Step06）

操作至第 4.2 節 Step06 後，由 ETABS 查詢塑鉸定義資料可獲得鋼筋混凝土柱斷面的軸力彎矩互制曲線如圖 5.1-3 所示，其中，角度由 0° 至 360° 等分為 16 組，正 M2 方向為 0° ，正 M3 方向為 90° ，每 1 方向均可得 1 組軸力彎矩互制曲線；軸力則由極限壓力至極限拉力分為 11 組，每 1 軸力均可得標稱彎矩強度在 M2 及 M3 方向上的分量。

表 5.1-2 為 ETABS 斷面分析所得正 M2 及 M3 方向的軸力彎矩互制曲線資料（軸拉力為正值），HingeProp 輔助程式根據此資料計算每個軸力與彎矩組合下的 TEASPA v3.1 柱彎矩塑鉸性質，並將結果填入輸出的 PM2 與 PM3 塑鉸。

前述案例中的軸力 P 與標稱彎矩強度 M_n 即取表 5.1-2 中 M2 方向的第 8 個組合，後續將作為彎矩塑鉸性質計算之參考。

表5.1-2 ETABS 案例柱 M2 及 M3 方向軸力彎矩互制曲線

No	P (kgf)	M _{n,2} (kgf-cm)	P (kgf)	M _{n,3} (kgf-cm)
1	-1247319	0	-1247319	0
2	-1035531	6381030	-1029199	5488336
3	-905980	9704722	-897487	8280726
4	-770748	12230757	-759905	10378736
5	-617661	14239501	-603176	12131822
6	-437432	15849827	-417849	13661949
7	-303034	15476976	-301723	13250567
8	-168635	14050840	-180372	11979426
9	-22499	11184764	-41332	9477959
10	142985	6418673	135130	5279768
11	329037	0	0	0

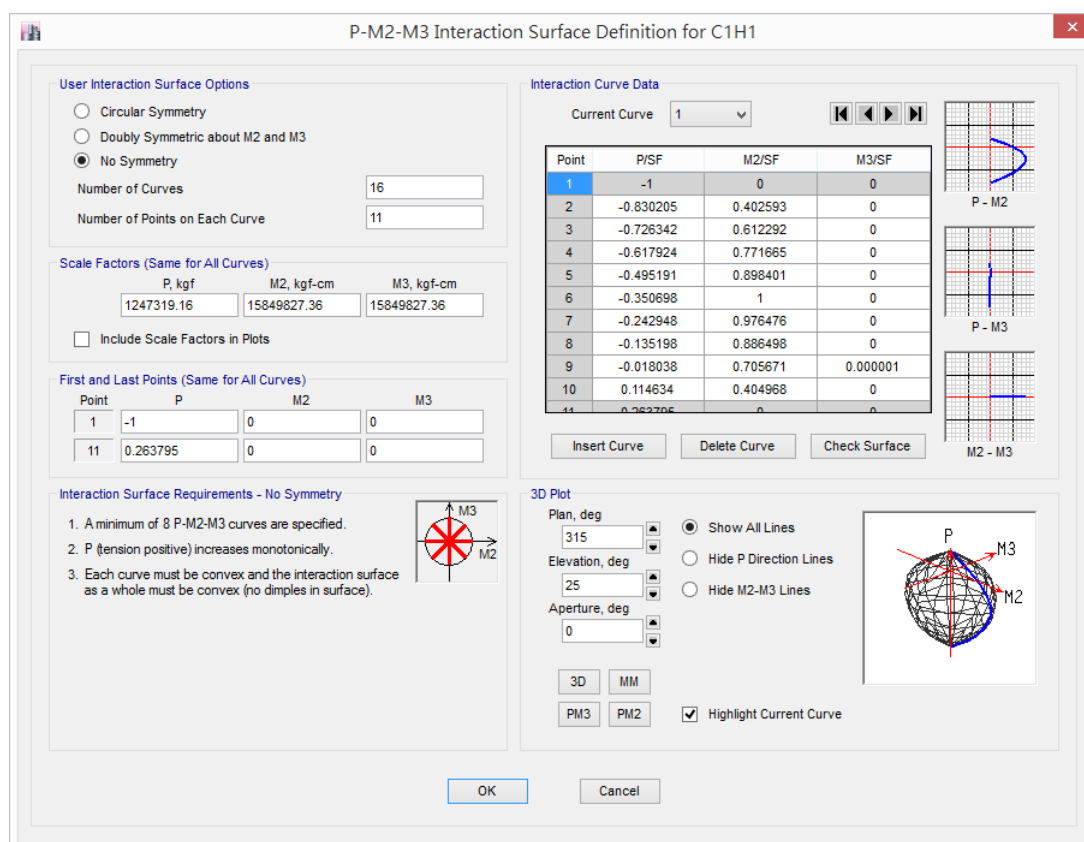


圖5.1-3 ETABS 案例柱軸力彎矩互制曲線

模型分析至輸入有效長度 (Step07-Step10)

本示範案例建模成果如圖 5.1-4 所示，除了構建性質、參考塑鉸及靜、活載重設定之外，剛性樓版等其餘前版手冊所羅列的設定項目建議一併完成。需注意的是，本示範案例柱構件在考量上方梁構件的束制後，有效長度縮減為 250cm，參考塑鉸必須設置於對應位置上。

在備齊第 4.2 節 Step09 所需文件後，執行 FrameInfo 輔助程式會將所有斷面名稱有設定於 Input.xlsx 且有設定參考塑鉸的構件基本資訊寫入 Input.xlsx 的 Frame.Info 工作表中。使用者須開啟 Frame.Info 工作表，其中必要輸入或檢核之內容如下（軸壓力為正）：

A. Frame.Info 工作表

ID	Story	SecID	SecType	L, cm	L _{Eff} , cm	P, kgf
C1	Story1	C1	ConcClmn	300	<u>250</u>	<u>168635</u>
C2	Story1	C1	ConcClmn	300	<u>250</u>	<u>168635</u>
C3	Story1	C1	ConcClmn	300	<u>250</u>	<u>168635</u>
C4	Story1	C1	ConcClmn	300	<u>250</u>	<u>168635</u>

圖5.1-4 單層構架示範案例

塑鉸性質計算成果 (Step11-Step12)

經 HingeProp 輔助程式分析 Input.xlsx、ModelSec.e2k 資訊後，生成的 ModelHinge.e2k 模型檔已包含 TEASPA v3.1 柱塑鉸性質，匯入

ETABS 的成果如圖 5.1-5 所示，兩端既有參考塑鉸位置被置換為 TEASPA 柱 PM2、PM3 彎矩塑鉸，中間點位置則加上 V2 及 V3 剪力塑鉸。使用者可尋塑鉸名稱檢核相關塑鉸性質計算成果。

本案例柱 PM2 塑鉸於第 8 軸壓力之彎矩塑鉸性質如圖 5.1-6 所示，而 V3 剪力塑鉸性質詳圖 5.1-7，此外，若假設案例柱被台度牆束制而形成有效長度僅 100cm 之短柱時，其剪力塑鉸性質詳圖 5.1-8。

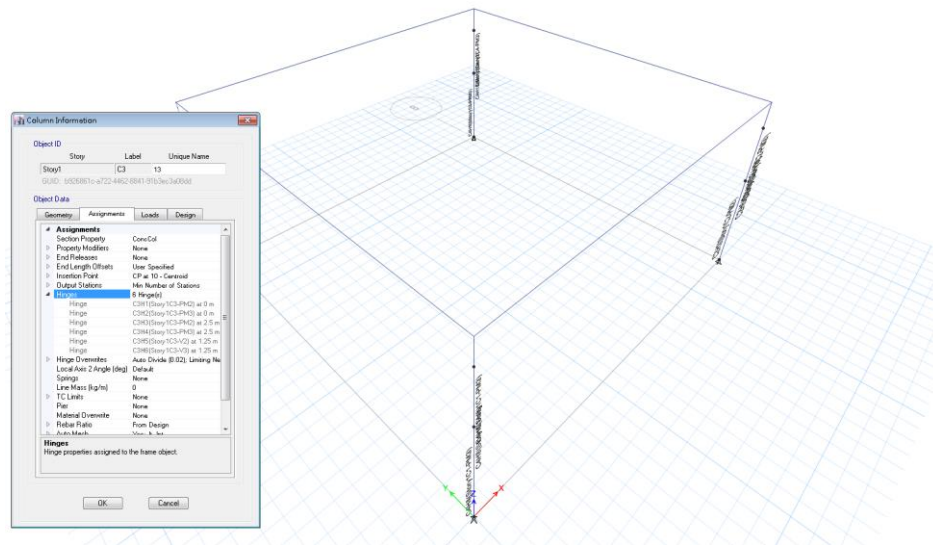


圖5.1-5 單層構架 TEASPA v3.1 柱塑鉸設定成果

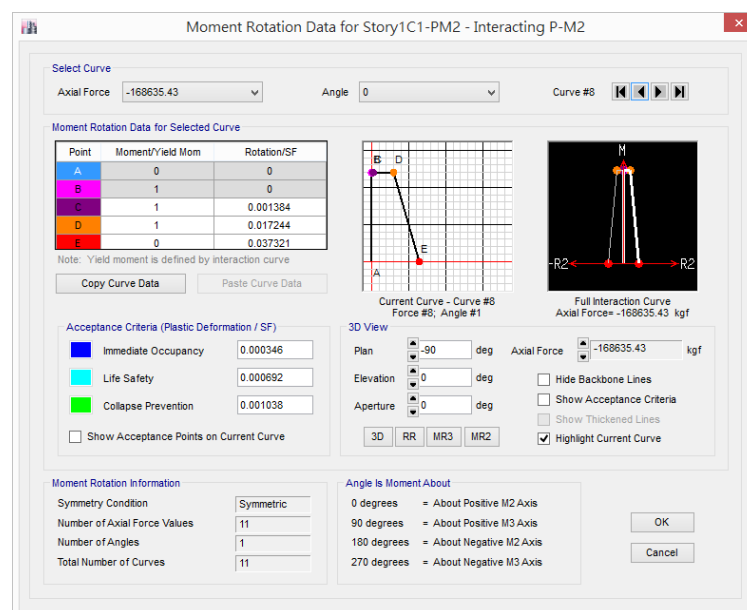


圖5.1-6 ETABS PM2 彎矩塑鉸性質

Hinge Property Data for Story1C1-V3 - Shear V3

Displacement Control Parameters

Point	Force/SF	Disp/SF
E-	0	-0.37321
D-	0	-0.37321
C-	0	-0.037321
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	0	0.037321
D	0	0.37321
E	0	0.37321

☐ Symmetric

Load Carrying Capacity Beyond Point E

☒ Drops To Zero
☐ Is Extrapolated

Scaling for Force and Disp

☐ Use Yield Force Force SF Positive: 72747.39 Negative: 72747.39 kgf
☐ Use Yield Disp Disp SF Positive: 250 Negative: 250 cm
(Steel Objects Only)

Acceptance Criteria (Plastic Disp/SF)

☒ Immediate Occupancy Positive: 0.00933 Negative: -0.00933
☒ Life Safety Positive: 0.018661 Negative: -0.018661
☒ Collapse Prevention Positive: 0.027991 Negative: -0.027991
☐ Show Acceptance Criteria on Plot

Type

☒ Force - Displacement
☐ Stress - Strain
Hinge Length:
☒ Relative Length

Hysteresis Type and Parameters

Hysteresis:
No Parameters Are Required For This Hysteresis Type

OK Cancel

圖5.1-7 ETABS V3 剪力塑鉸性質

Hinge Property Data for Story1C2-V3 - Shear V3

Displacement Control Parameters

Point	Force/SF	Disp/SF
E-	0	-4.050383
D-	0	-4.050383
C-	-1	-1
B-	-0.71465	0
A	0	0
B	0.71465	0
C	1	1
D	0	4.050383
E	0	4.050383

☐ Symmetric

Load Carrying Capacity Beyond Point E

☒ Drops To Zero
☐ Is Extrapolated

Scaling for Force and Disp

☐ Use Yield Force Force SF Positive: 120742.88 Negative: 120742.88 kgf
☐ Use Yield Disp Disp SF Positive: 0.52 Negative: 0.52 cm
(Steel Objects Only)

Acceptance Criteria (Plastic Disp/SF)

☒ Immediate Occupancy Positive: 0.25 Negative: -0.25
☒ Life Safety Positive: 0.5 Negative: -0.5
☒ Collapse Prevention Positive: 0.75 Negative: -0.75
☐ Show Acceptance Criteria on Plot

Type

☒ Force - Displacement
☐ Stress - Strain
Hinge Length:
☒ Relative Length

Hysteresis Type and Parameters

Hysteresis:
No Parameters Are Required For This Hysteresis Type

OK Cancel

圖5.1-8 ETABS V3 剪力塑鉸性質（極短柱假設）

5.2 驗證

本節將驗證前述案例柱斷面在相同條件下的彎矩塑鉸、非極短柱

剪力塑鉸及極短柱剪力塑鉸性質參數。

M2 彎矩塑鉸性質計算

在此取 PM2 塑鉸性質的其中一組作為彎矩塑鉸性質計算及驗證之參考，該性質為軸壓力 $P = 168635\text{kgf}$ 時 M2 方向的彎矩塑鉸，計算流程如下所示，結果列於表 5.2-1，此結果與相同條件下由 HingeProp 輔助程式計算而得之彎矩塑鉸性質（圖 5.1-6）一致。不同方向或軸壓力的彎矩塑鉸性質之檢核方式可參照辦理。

雙曲率柱之 撓曲強度	$V_b = \frac{2M_n}{L}$	$\frac{2 \times 14050840}{250} = 112407 \text{ kgf}$
全斷面 慣性矩	$I_g = \frac{bh^3}{12}$	$\frac{65 \times 80^3}{12} = 2773333 \text{ cm}^4$
混凝土彈性 模數	$E_c = 15000 \sqrt{f'_c}$	$15000 \sqrt{210} = 217846 \text{ kgf/cm}^2$
柱主筋降伏 時側向位移	$\Delta_y = \frac{V_b L^3}{12(0.7E_c I_g)}$	$\frac{112407 \times 250^3}{12 \times (0.7 \times 217846 \times 2773333)} = 0.346 \text{ cm}$
有效深度	$d = 0.8h$	$0.8 \times 80 = 64 \text{ cm}$
撓曲強度對 應之剪應力	$v_m = \frac{V_b}{bd}$	$\frac{112407}{65 \times 64} = 27.02 \text{ kgf/cm}^2$
箍筋 總面積	$A_{st} = A_h n_h$	$0.7 \times 3 = 2.1 \text{ cm}^2$
箍筋 體積比	$\rho'' = \frac{A_{st}}{bs}$	$\frac{2.1}{65 \times 20} = 0.0016$
柱 斷面積	$A_g = bh$	$65 \times 80 = 5200 \text{ cm}^2$
撓剪破壞時 之變位角	$\frac{\Delta_s}{L} = \frac{3}{100} + 4\rho'' - \frac{1}{133} \frac{v_m}{\sqrt{f'_c}}$ $-\frac{1}{40} \frac{P}{A_g f'_c} \geq \frac{1}{100}$	$\frac{3}{100} + 4 \times 0.0016 - \frac{1}{133} \times \frac{27.02}{\sqrt{210}}$ $-\frac{1}{40} \times \frac{168635}{5200 \times 210} = 0.01863 \geq \frac{1}{100}$
剪力裂縫與 水平之夾角	$\theta = 65^\circ \leq \tan^{-1} \left(\frac{L}{h} \right)$	$65^\circ \leq \tan^{-1} \left(\frac{250}{80} \right) = 72.26^\circ$
核心混凝土 深度	$d_c = h - 2c - d_{b,c}$	$80 - 2 \times 5 - 0.953 = 69.05 \text{ cm}$

軸向破壞時之變位角	$\frac{\Delta_a}{L} = \frac{4}{100} \frac{1 + (\tan\theta)^2}{\tan\theta + P \frac{s}{A_{st} f_{yt} d_c \tan\theta}}$	$\frac{4}{100} \times \frac{1 + (\tan 65^\circ)^2}{\tan 65^\circ + 168635 \times \frac{20}{2.1 \times 2800 \times 69.05 \times \tan 65^\circ}} = 0.03732$
塑鉸參數	$aa = \frac{\Delta_n}{L} - \frac{\Delta_y}{L} = \frac{\Delta_y}{L}$	$\frac{0.3461}{250} = 0.0014$
	$bb = \frac{\Delta_s}{L} - \frac{\Delta_y}{L}$	$0.01863 - \frac{0.3461}{250} = 0.0172$
	$cc = \max\left(\frac{\Delta_a}{L}, \frac{\Delta_s}{L}\right)$	$\max(0.03732, 0.01863) = 0.03732$

表5.2-1 M2 彎矩塑鉸性質

Points	Moment/SF	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1	$aa = 0.0014$
D	1	$bb = 0.0172$
E	0	$cc = 0.0373$
SF	$M_n = 14050840 \text{ kgf-cm}$	1 rad

非極短柱 V3 剪力塑鉸性質

案例柱 V3 剪力塑鉸計算流程如下所示，結果列於表 5.2-2，此結果與相同條件下由 HingeProp 輔助程式計算而得之剪力塑鉸性質（圖 5.1-7）一致。不同方向或軸壓力的剪力塑鉸性質之檢核方式可參照辦理。

極短柱判斷	$L - 2h$	$250 - 2 \times 80 = 90 \text{ cm} \geq 0$ (非極短柱)
混凝土剪力強度	$V_c = 0.53 \left(1 + \frac{P}{140 A_g}\right) \sqrt{f'_c} b d$	$0.53 \times \left(1 + \frac{168635}{140 \times 5200}\right) \times \sqrt{210} \times 65 \times 64 = 39438 \text{ kgf}$
軸壓應力	$\sigma = \frac{P}{A_g}$	$\frac{168635}{5200} = 32.43 \text{ kgf/cm}^2$
混凝土抗拉強度	$f_t = 1.06 \sqrt{f'_c}$	$1.06 \times \sqrt{210} = 15.39 \text{ kgf/cm}^2$

剪力裂縫角度	$\alpha = 45^\circ - \frac{\tan^{-1}\left(\frac{\sigma}{2f_t\sqrt{1+\frac{\sigma}{f_t}}}\right)}{2}$	$45^\circ - \frac{\tan^{-1}\left(\frac{32.43}{2 \times 15.39 \times \sqrt{1+\frac{32.43}{15.39}}}\right)}{2} = 29.56^\circ$
箍筋剪力強度	$V_s = \frac{A_{st}f_{yt}d}{s} \cot\alpha$	$\frac{2.1 \times 2812 \times 64}{20} \times \cot 29.56^\circ = 33310 \text{ kgf}$
柱剪力強度	$V_n = V_c + V_s$	$V_n = 39438 + 33310 = 72747 \text{ kgf}$
塑鉸參數	$dd = \min\left(\frac{\Delta_a}{L}, 0.04\right)$	$\min(0.03732, 0.04) = 0.03732$

表5.2-2 非極短柱 V3 剪力塑鉸性質

Points	Force/SF	Disp./SF
A	0	0
B	1	0
C	0	$dd = 0.0373$
D	0	$10dd = 0.3732$
E	0	$10dd = 0.3732$
SF	$V_n = 72747 \text{ kgf}$	$L = 250 \text{ cm}$

極短柱 V3 剪力塑鉸性質

假設案例柱有效長度修改為 $L = 100\text{cm}$ 成為極短柱，以下為 V3 剪力塑鉸計算流程，結果列於表 5.2-3，此結果與相同條件下由 HingeProp 輔助程式計算而得之剪力塑鉸性質（圖 5.1-8）一致。不同方向或軸壓力的剪力塑鉸性質之檢核方式可參照辦理。

極短柱判斷	$L - 2h$	$100 - 2 \times 80 = -60 \text{ cm} < 0$ (極短柱)
剪力開裂點	(V_{scr}, δ_{scr})	
剪力開裂強度	$V_{scr1} = 0.87\sqrt{f'_c}bd + \frac{Pd}{4h}$	$0.87 \times \sqrt{210} \times 65 \times 64 + \frac{168635 \times 64}{4 \times 80} = 86289 \text{ kgf}$
	$V_{scr2} = \left[0.16\sqrt{f'_c} + \frac{h\left(0.33\sqrt{f'_c} + \frac{P}{5bh}\right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{h}{2}} \right] bd$	$\left[0.16 \times \sqrt{210} + \frac{80 \times \left(0.33 \times \sqrt{210} + \frac{168635}{5 \times 65 \times 80}\right)}{\frac{100}{2} - \frac{80}{2}} \right] \times 65 \times 64 = 385018 \text{ kgf}$
	$V_{scr} = \min(V_{scr1}, V_{scr2})$	$\min(86289, 385018) = 86289 \text{ kgf}$

剪力開裂 位移	$\delta_{s,cr} = \frac{2(1+\nu)}{E_c} \frac{1.2}{bh} V_{scr} L$	$\frac{2(1+0.25)}{217846} \times \frac{1.2}{65 \times 80} \times 86289 \times 100$ $= 0.0229 \text{ cm}$
撓曲開裂 位移	$\delta_{f,cr} = \frac{V_{scr} L^3}{12E_c(0.7I_g)}$	$\frac{86289 \times 100^3}{12 \times 217846 \times 0.7 \times 2773333}$ $= 0.0170 \text{ cm}$
開裂位移	$\delta_{scr} = \delta_{s,cr} + \delta_{f,cr}$	$0.0229 + 0.0170 = 0.0399 \text{ cm}$
剪力極限點	(V_{su}, δ_{su})	
受壓區深度	$a_c = (0.25 + 0.85 \frac{P}{A_g f_c'}) h$	$(0.25 + 0.85 \times \frac{168635}{5200 \times 210}) \times 80$ $= 30.46 \text{ cm}$
壓桿面積	$A_{str} = b \times a_c$	$65 \times 30.46 = 1980 \text{ cm}^2$
混凝土軟化 係數	$\zeta = \frac{10.7}{\sqrt{f_c'}} \leq 0.52$	$\frac{10.7}{\sqrt{210}} = 0.74 \Rightarrow \zeta = 0.52$
斜壓桿 傾斜角	$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{L}{h - \frac{2a_c}{3}} \right)$	$\tan^{-1} \left(\frac{100}{80 - \frac{2 \times 30.46}{3}} \right) = 59.16^\circ$
拉桿指標	$\gamma_h = \frac{2 \tan \theta - 1}{3}, 0 \leq \gamma_h \leq 1$	$\frac{2 \tan 59.16^\circ - 1}{3} = 0.7834$
拉桿指標	$\gamma_v = \frac{2 \cot \theta - 1}{3}, 0 \leq \gamma_v \leq 1$	$\frac{2 \cot 59.16^\circ - 1}{3} = 0.0646$
水平拉桿 指標	$\bar{K}_h = \frac{1}{1 - 0.2(\gamma_h + \gamma_h^2)}$	$\frac{1}{1 - 0.2 \times (0.7834 + 0.7834^2)} = 1.3878$
垂直拉桿 指標	$\bar{K}_v = \frac{1}{1 - 0.2(\gamma_v + \gamma_v^2)}$	$\frac{1}{1 - 0.2 \times (0.0646 + 0.0646^2)} = 1.0140$
水平拉桿平 衡抗拉強度	$\bar{F}_h = \gamma_h (\bar{K}_h \zeta f_c' A_{str}) \times \cos \theta$	$0.7834 \times (1.3878 \times 0.52 \times 210 \times 1980)$ $\times \cos 59.16^\circ$ $= 121000 \text{ kgf}$
垂直拉桿平 衡抗拉強度	$\bar{F}_v = \gamma_v (\bar{K}_v \zeta f_c' A_{str}) \times \sin \theta$	$0.0646 \times (1.0140 \times 0.52 \times 210 \times 1980)$ $\times \sin 59.16^\circ$ $= 12219 \text{ kgf}$
水平拉桿鋼 筋斷面積	$A_{sth} = A_h n_h \frac{L}{S}$	$0.7 \times 3 \times \frac{100}{20} = 10.5 \text{ cm}^2$
垂直拉桿鋼 筋斷面積	$A_{stv} = A_v n_v$	$3.9 \times 20 = 78.0 \text{ cm}^2$
水平拉桿抗 拉強度	$F_{yh} = A_{th} f_{yh}$	$F_{yh} = (0.75 \times 10.5) \times 2812 = 22147 \text{ kgf}$
垂直拉桿抗 拉強度	$F_{yv} = A_{tv} f_{yv}$	$F_{yv} = (0.75 \times 78.0) \times 4218$ $= 246778 \text{ kgf}$
水平拉桿指 標修正值	$K_h = 1 + (\bar{K}_h - 1) \frac{F_{yh}}{\bar{F}_h} \leq \bar{K}_h$ $K_h = \min(1, \bar{K}_h) \text{ if } \bar{F}_h = 0$	$1 + (1.3878 - 1) \times \frac{22147}{121000} = 1.0710$ ≤ 1.3878

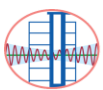
垂直拉桿指標修正值	$K_v = 1 + (\bar{K}_v - 1) \frac{F_{yv} + 0.75P}{\bar{F}_v} \leq \bar{K}_v$ $K_v = \min(1, \bar{K}_v) \text{ if } \bar{F}_v = 0$	$1 + (1.0140 - 1) \times \frac{246778 + 0.75 \times 168635}{12219} = 1.4263$ ≤ 1.0140
剪力極限點之水平剪力	$V_{su} = (K_h + K_v - 1) \zeta f'_c A_{str} \cos \theta$	$(1.0710 + 1.0140 - 1) \times 0.52 \times 210 \times 1980 \times \cos 59.16^\circ = 120473 \text{ kgf}$
剪立極限點之剪應變	$\gamma_{vh,su} = 0.006 \sin 2\theta$	$0.006 \times \sin (2 \times 59.16^\circ) = 0.0053$
剪力極限點之剪力位移	$\delta_{s,su} = \gamma_{vh,su} L$	$0.0053 \times 100 = 0.5281 \text{ cm}$
剪力極限點之撓曲位移	$\delta_{f,su} = \frac{V_{su} L^3}{12 E_c (0.35 I_g)}$	$\frac{120473 \times 100^3}{12 \times 217846 \times 0.35 \times 2773333} = 0.0476 \text{ cm}$
剪力極限點位移	$\delta_{su} = \delta_{s,su} + \delta_{f,su}$	$0.5281 + 0.0476 = 0.5757 \text{ cm}$
殘餘強度點	(V_{sp}, δ_{sp})	
軸力比	$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\frac{168635}{5200 \times 210} = 0.1538$
箍筋體積比	$\frac{A_{st}}{b_s}$	$\frac{2.1}{65 \times 20} = 0.0016$
位移係數	r	0.0153 (依表內插計算)
剪力殘餘強度點位移	$\delta_{sp} = \delta_{su} + rL$	$0.5757 + 0.0153 \times 100 = 2.1060 \text{ cm}$
塑鉸參數	$\frac{V_{scr}}{V_{su}}$	$\frac{86289}{120473} = 0.7147$
	$\text{Disp. SF} = \delta_{su} - \left(\frac{\delta_{scr}}{V_{scr}} \right) V_{su}$	$0.5757 - \left(\frac{0.0399}{86289} \right) \times 120473 = 0.5200 \text{ cm}$
	$cc = \frac{\delta_{sp}}{\text{Disp. SF}}$	$\frac{2.1060}{0.5200} = 4.0504$

表5.2-3 極短柱 V3 彎矩塑鉸性質

Points	Force/SF	Disp./SF
A	0	0
B	$V_{scr}/V_{su} = 0.7147$	0
C	1	1
D	0	$cc = 4.0504$
E	0	$cc = 4.0504$
SF	$V_{su} = 120473 \text{ kgf}$	$\delta_{su} - (\delta_{scr}/V_{scr}) V_{su} = 0.5200 \text{ cm}$

參考資料

- [1] 蕭輔沛，鍾立來，葉勇凱，簡文郁，沈文成，邱聰智，周德光，趙宜峰，翁樸文，楊耀昇，涂耀賢，柴駿甫，黃世建，"校舍結構耐震評估與補強技術手冊第三版"，國家地震工程研究中心，NCREE-13-023，台北，2013。
- [2] 邱聰智，蕭輔沛，鍾立來，翁健煌，李其航，劉建均，薛強，何郁嫻，陳幸均，楊智斌，翁樸文，沈文成，涂耀賢，楊耀昇，李翼安，葉勇凱，黃世建，"臺灣結構耐震評估側推分析法(TEASPA V3.1)"，國家地震工程研究中心，NCREE-18-015，台北，2018。
- [3] CSi, "CSI Analysis Reference Manual for SAP2000, ETABS, SAFE and CSiBridge," Computer & Structures, Inc., Berkeley, California, USA, July 2016.



NAR Labs 國家實驗研究院

國家地震工程研究中心

National Center for Research on Earthquake Engineering



財團
法人 **中興工程顧問社**
SINOTECH ENGINEERING CONSULTANTS, INC.