

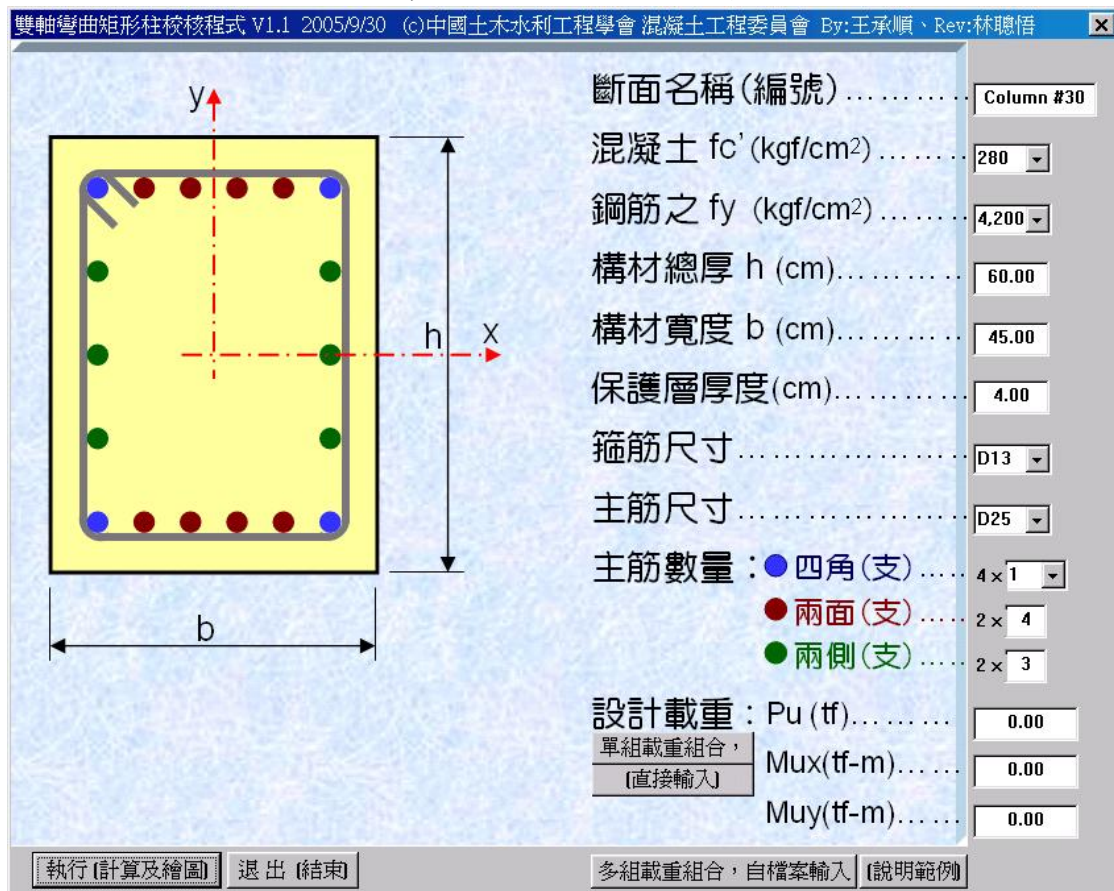
## 程式使用手冊－雙軸彎曲矩形柱校核程式

### 一、 程式功能：

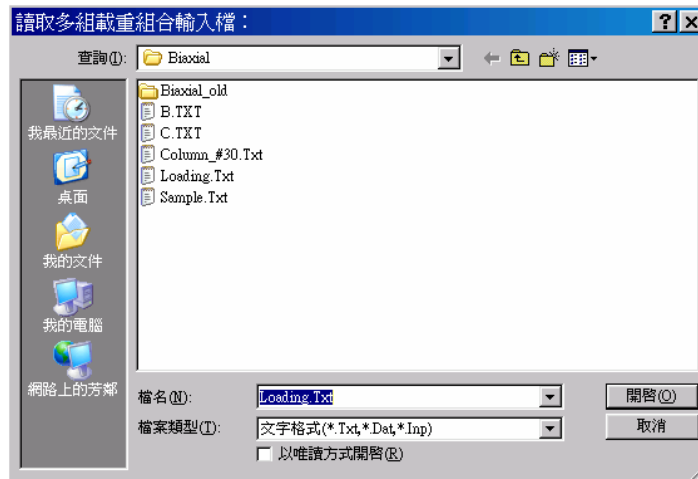
1. 本程式先計算已知配筋之鋼筋混凝土矩形斷面之設計強度( $\phi P_n$ 、 $\phi M_{nx}$ 、 $\phi M_{ny}$ )，再檢核該斷面承受一組或多組設計載重( $P_u$ 、 $M_{ux}$ 、 $M_{uy}$ )時是否安全，並提供增、減鋼筋用量再試算之建議。
2. 本程式提供校核結果；軸力－彎矩設計強度包絡面；沿 $M_x$ 方向、沿 $M_y$ 方向與沿設計載重方向之P－M設計強度圖；應力應變分佈圖；詳細計算書...等多項結果。
3. 本程式未提供鋼筋排列、鋼筋續接、鋼筋細則、斷面剪力、斷面扭力...等校核。
4. 本程式適用於柱斷面之詳細校核計算、教學或研究，但因未提供批次作業，不適用於大量設計、校核工作。
5. 本程式僅提供柱斷面之校核，用於少量詳細設計時需作多次假設，直到找到合適斷面尺寸與鋼筋排列為止。

### 二、 使用步驟：

1. 程式下載：請自本學會網站<http://www.ciche.org.tw/>下載《雙軸彎曲矩形柱校核程式.Exe》，該程式無需安裝，即可使用。
2. 使用環境：Window 98/NT/XP 作業系統，螢幕解析度1,024\*768(更高更佳)，色彩品質16、24、32 bits/pixel。
3. 執行程式：直接執行《雙軸彎曲矩形柱校核程式》即可。出現下列輸入畫面：



4. 資料輸入：分為斷面與鋼筋資料輸入、設計載重資料輸入、執行指令三類：
- a) 斷面與鋼筋資料輸入：位於畫面右上方，共有11個輸入欄位，並分為編輯輸入欄位或選單輸入欄位兩種，但均給予預設值作為輸入格式之提示，分述如下：
- ◎ 斷面名稱(編號)：編輯輸入欄位，最多16個英文字母或數字，用以表示斷面編號，同時作為詳細計算結果之檔名。
  - ◎ 混凝土 $f_c'(kgf/cm^2)$ ：選單輸入欄位，僅可於210、280、350三值中擇一。
  - ◎ 鋼筋之 $f_y(kgf/cm^2)$ ：選單輸入欄位，僅可於2,800、4,200二值中擇一。
  - ◎ 構材總厚 $h(cm)$ ：編輯輸入欄位，目前僅接受20.0~150.0之間數值。
  - ◎ 構材寬度 $b(cm)$ ：編輯輸入欄位，目前僅接受20.0~150.0之間數值。
  - ◎ 保護層厚度 $(cm)$ ：編輯輸入欄位，目前僅接受2.0~12.0之間數值。
  - ◎ 箍筋尺寸：選單輸入欄位，僅可於D10、D13、D16、D19中擇一。
  - ◎ 主筋尺寸：選單輸入欄位，僅可於D16、D19、D22、D25、D29、D32、D36中擇一。本程式目前不提供不同主筋尺寸之排列方式。
  - ◎ 主筋數量：●四角(支)：選單輸入欄位，僅可於1、2、3、4值中擇一，其中1表示每柱角1支鋼筋，2、3、4表示每柱角各1組2、3、4支鋼筋組成束筋。(註：主筋數量分為●四角、●兩面、●兩側三群，分以不同顏色表示，三群鋼筋之數量計算與排列方式，請參考上圖左側示意圖及右下方鋼筋預設值。)
  - ◎ ●兩面(支)：編輯輸入欄位，目前僅接受0~30之間數值，表示除四角外，上、下單面之鋼筋數量。
  - ◎ ●兩側(支)：編輯輸入欄位，目前僅接受0~30之間數值，表示除四角外，左、右單側之鋼筋數量。
- b) 設計載重資料輸入：設計載重分為單組載重組合(直接輸入)(有3個輸入欄位)、多組載重組合(自檔案輸入)(有2個輸入按鈕)兩種輸入方式。分述如下：
- ◎ 單組載重組合(直接輸入)：僅可輸入單一組設計載重組合，有 $P_u(tf)$ 、 $M_{ux}(tf-m)$ 、 $M_{uy}(tf-m)$ 三個設計載重組合輸入欄位，供直接輸入之用，位於畫面右下方，均為編輯輸入欄位，且均給予預設值為0.00。其中：
    - $P_u$ 為軸力設計載重，正值為壓力、負值為拉力，目前僅接受 -1000.0~3000.0之間數值；
    - $M_{ux}$ 與 $M_{uy}$ 分別為繞 $x$ 軸與 $y$ 軸之彎矩設計載重，因鋼筋對稱排列，故無論其值為正、負校核結果均相同，且均取為正值繪圖，目前僅接受-3000.0~+3000.0之間數值。
  - ◎ 多組載重組合，自檔案輸入：有1個輸入按鈕及有1個輔助按鈕，本程式可經由事先準備之純文字或Excel格式檔案(格式將說明于后)，輸入一組以上之設計載重組合 $[P_u(tf)、M_{ux}(tf-m)、M_{uy}(tf-m)]$ 。操作方式為按畫面最下方右側第二個之『多組載重組合，自檔案輸入』輸入按鈕，則程式開啟『讀取多組載重組合輸入檔』視窗(如下圖)，選擇適當之檔案類型及輸入檔名後，程式即開啟並讀取該檔案，並於單組載重組合(直接輸入)之 $P_u(tf)$ 、 $M_{ux}(tf-m)$ 、 $M_{uy}(tf-m)$ 編輯輸入欄位填入『檔案輸入』字樣，以停止直接輸入功能。



純文字格式輸入檔案格式說明：副檔名需為.Txt、.Dat或.Inp，該檔案每一行可輸入一組設計載重組合，每行之內容依序為 $P_u(tf)$ 、 $M_{ux}(tf-m)$ 、 $M_{uy}(tf-m)$ 及載重名稱，並以逗號『，』分開；若一行以驚嘆號『！』為首，則該行視作說明，程式忽略之。若需範例可按畫面右方最下之『說明範例』輔助按鈕，並輸Sample.Txt或其他適合檔名，程式即可產生一純文字格式範例說明輸入檔案，檔案包含三組設計載重組合，內容如下：

```

! 多組組合載重輸入檔說明範例(文字格式)：
! Pu(tf), Mux(tf-m), MUY(th-m),Loading name
140.00, 40.00, 20.00,1.2D+1.6L
275.00, 35.00, 25.00,1.2D+1.0L+1.0E
170.00, 25.00, 40.00,1.2D+1.0L-1.0E
    
```

Excel格式輸入檔案格式說明：副檔名需為.Xls，設計載重組合需置放於該檔案之Sheet 1內，第一組設計載重組合需自第8列起置放，依序於第B、C、D、E欄置放 $P_u(tf)$ 、 $M_{ux}(tf-m)$ 、 $M_{uy}(tf-m)$ 及載重名稱。若需範例可按畫面右方最下之『說明範例』按鈕，並輸Sample.Xls或其他適合檔名，程式即可產生一Excel格式範例說明輸入檔案，檔案包含三組設計載重組合，內容如下

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	多組組合載重輸入檔說明範例(Excel格式)：								
2	說明：								
3	一、請自Sheet 1之B8, C8, D8, E8儲存格起，依序存放Pu, Mux, MUY及Name。								
4	二、載重單位請一律使用公噸及公尺。								
5									
6		Pu	Mux	Muy	組合載重名稱				
7		(tf)	(tf-m)	(tf-m)	(Name)				
8		140.01	40	20	1.2D+1.6L				
9		275	35	25	1.2D+1.0L+1.0E				
10		170	25	40	1.2D+1.0L-1.0E				

- c) 執行指令：有2個輸入按鈕，位於畫面左上方，分述如下：
  - ◎ 退出[結束]按鈕：不作任何計算，逕行結束本程式之執行。
  - ◎ 執行[計算及繪圖]按鈕：執行雙軸彎曲矩形柱校核之計算及繪圖工作，其結果說明如下節。



三、執行結果：本程式校核計算所需時間甚短，通常不足一秒鐘；程式於完成校核計算後，即進行結果檔案輸出、及繪製 5 或 6 個展示視窗作業，展示時間約 20 秒鐘；其後將出現一是否結束之對話視窗，若回答『否(N)』，則該等視窗保留供使用者仔細閱讀，直至使用者主動關閉為止。若回答『是(Y)』，則所有視窗自動消失。結果輸出檔案及展示視窗內容說明如下：

(註：以下說明例係以：1. 斷面與鋼筋資料輸入完全採用程式設定值；2. 設計載重資料輸入採用多組載重組合，自『說明範例』自動產生之 Sample.Txt 檔案輸入)

1. 校核結果輸出視窗：為一文字視窗，如下圖，該視窗除重現輸入之斷面與鋼筋資料外，並顯示主鋼筋總面積、鋼筋比、每一組設計載重值與其校核結果是否安全及標示何組設計載重為控制載重、增加或減少斷面尺寸或鋼筋量與重算之建議。

註一、上述增加或減少鋼筋量之建議係假設所有鋼筋均在原輸入鋼筋之相同位置，但其面積增加或減少，因與實際狀況不同，故建議需重算。(以下各節均同)

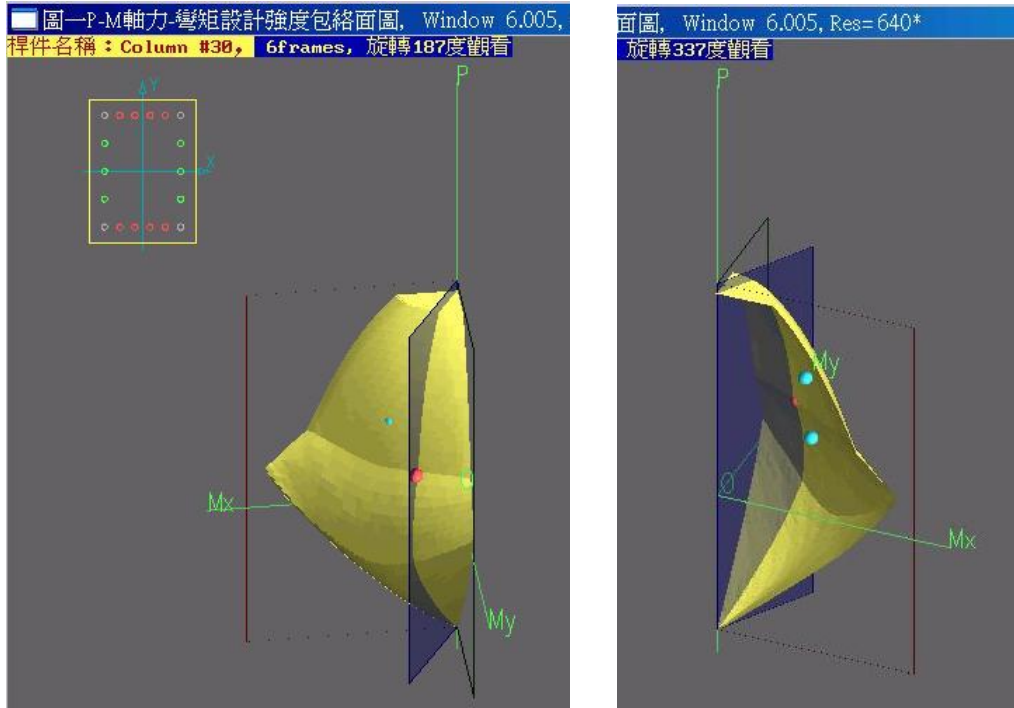
註二、若需增加或減少之鋼筋量過大，則本程式不提供建議。(以下各節均同)



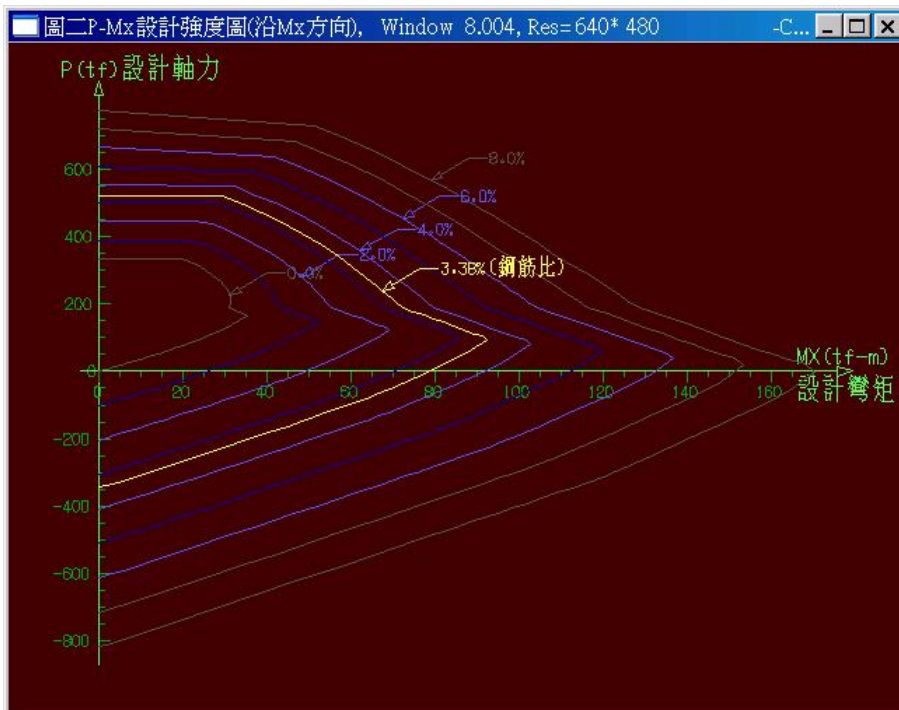
2. 軸力－彎矩設計強度包絡面展示視窗：為本程式最重要之校核結果動態展示視窗，如下左圖。解說如下：

- 該視窗之主體部分係一3D動態圖形，其x、y軸分別表示彎矩 $M_x$ 、 $M_y$ ，其z軸表示軸力 $P$ 。
- 圖中黃色曲面，係利用輸入斷面與鋼筋，計得之各種不同設計強度組合( $\phi P_n$ 、 $\phi M_{nx}$ 、 $\phi M_{ny}$ )，所繪之軸力－彎矩設計強度包絡面。設計載重若在包絡面內之任何位置(一點)即表示安全，否則代表不安全。
- 圖中小圓球之球心即為各組設計載重組合( $P_u$ 、 $M_{ux}$ 、 $M_{uy}$ )位置。若設計載重組合在包絡面內時應屬安全，以水藍色表示；若設計載重組合在外時屬不安全，以紅色表示。球心位置改以3D小圓球表示，係為易於觀測，且對於接近包絡面之設計載重組合，亦可藉由小圓球被包絡面之切割現象而突顯。(如圖)
- 動態圖形展示時下降之三片棕色、綠色、藍色半透明玻璃板，分別代表沿 $P-M_x$ 方向、沿 $P-M_y$ 方向、沿控制設計載重方向切開包絡面繪製下列第3、4及5節P-M圖之位置。(註：該三片半透明玻璃板之顏色與對映P-M圖之底色相同。)

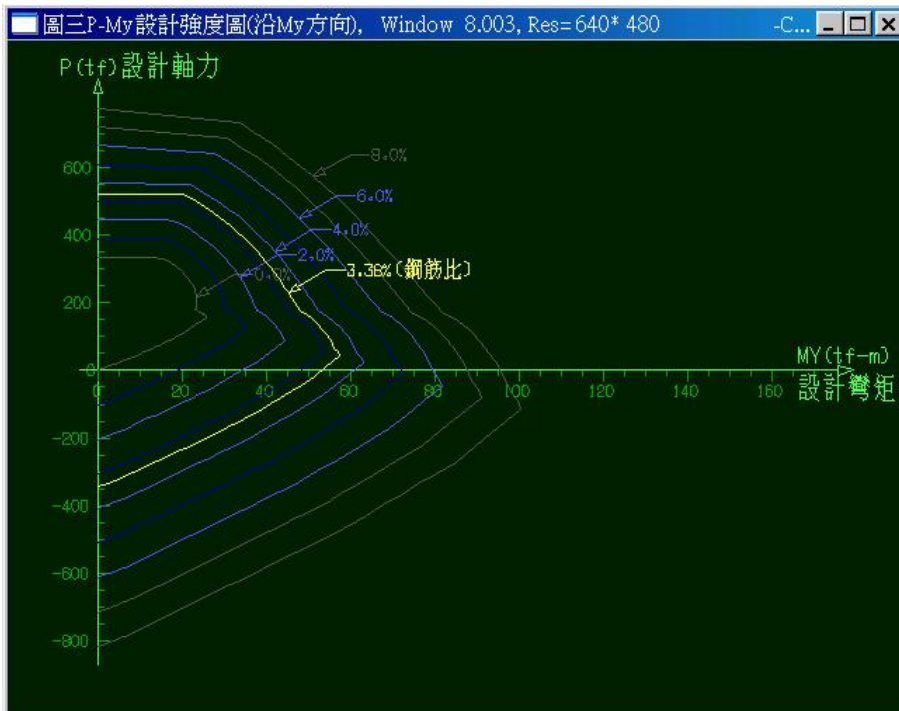
- e) 3D動態圖係模擬設計強度包絡面繞z軸(軸力 $P$ )旋轉，以利不同角度觀察兩者之相對關係位置，下左、右圖即為其中兩角度。
- f) 圖中左上側圖為依照輸入斷面與鋼筋排列按比例繪製之斷面圖，但箍筋未示。



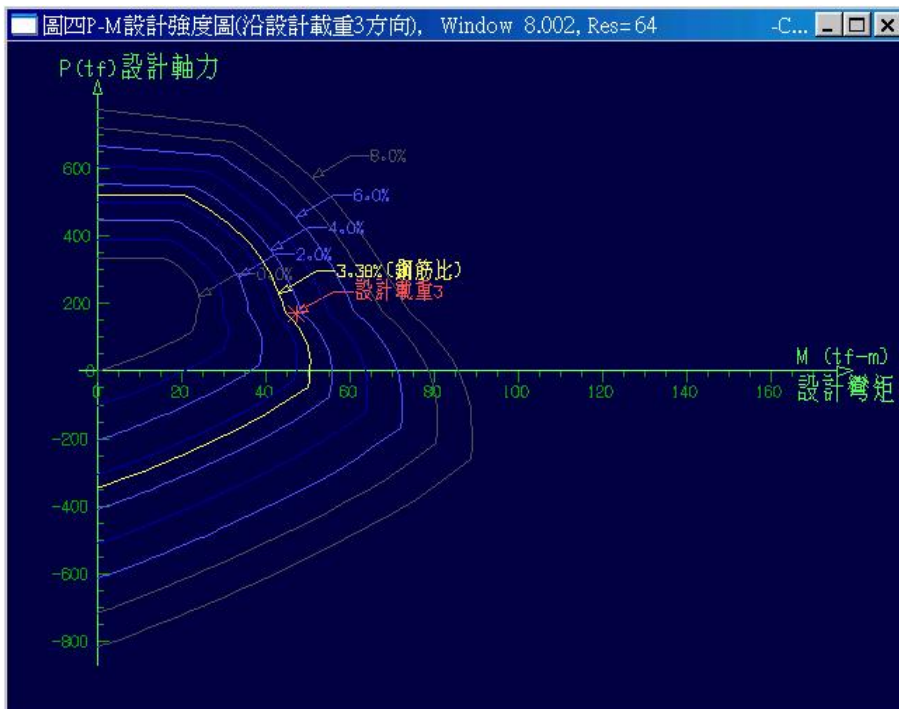
- 3. 沿方向之 $P-M_x$ 設計強度圖展示視窗：圖中黃色曲線即為依輸入斷面與鋼筋計得之 $P-M_x$ 設計強度曲線，亦為上述包絡面在棕色半透明玻璃板上之軌跡，其他9條曲線為不同鋼筋比(自內起依序為鋼筋比0,1,2,3,4,5,6,7,8%，假設所有鋼筋均在原輸入鋼筋之相同位置，但其面積增加或減少)之 $P-M_x$ 設計強度曲線。因鋼筋比1%以下或6%以上時將不合規範第3.10.1節及第15.5.3.1節之規定，故以灰色繪製。



- 4. 沿方向之 $P-M_y$ 設計強度圖展示視窗：同前節，但改為 $P-M_y$ 曲線及綠色玻璃板。

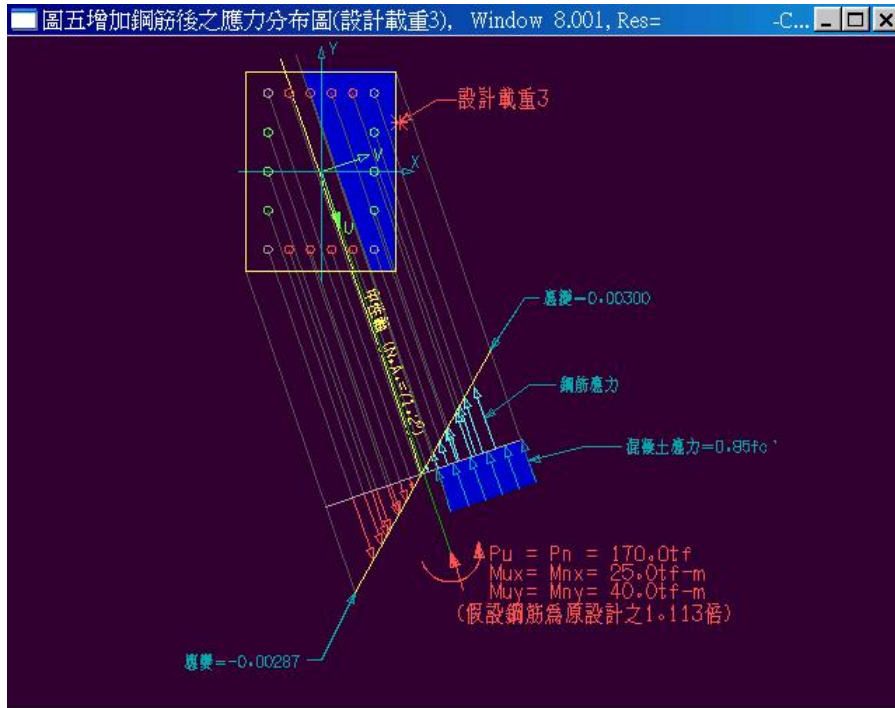


5. 沿控制設計載重方向(固定 $M_{ux}$ 、 $M_{uy}$ 比例)之 $P-M$ 設計強度圖展示視窗：圖中黃色曲線即為依輸入斷面與鋼筋計得之 $P-M$ 設計強度曲線，亦為上述包絡面在藍色半透明玻璃板上之軌跡，其他9條曲線為不同鋼筋比(自內起依序為鋼筋比0,1,2,3,4,5,6,7,8%，假設所有鋼筋均在原輸入鋼筋之相同位置，但其面積增加或減少)之 $P-M_y$ 設計強度曲線。因鋼筋比1%以下或6%以上時將不合規範第3.10.1節及第15.5.3.1節之規定，故以灰色繪製。圖上之紅色『\*』形標誌及『設計載重3』表示第3組設計載重為最大控制設計載重，其位置約在3.75%附近表示該組設計載重若使用輸入鋼筋同一方式之鋼筋大約需求量；若鋼筋可減少，則標誌及文字均改為藍色。



6. 應力應變分佈圖展示視窗：若輸入斷面尺寸不增減，控制設計載重計得之所需鋼筋比可調整在0~6%間，則程式將提供本視窗；否則不提供本視窗。

本視窗係依規範第3.3.1~3.3.4、3.3.6節及第3.4.1~3.4.6節之規定，及依控制設計載重計得之所需鋼筋量，計得之中性軸方向與位置、每一支鋼筋與每一點混凝土之應變量、 $0.85f_c'$ 混凝土塊大小、及每一支鋼筋之應力，再繪製而成。本視窗詳細說明基本鋼筋混凝土應力應變分布之概念。



7. 詳細計算輸出檔案：詳細計算書，定名為『斷面名稱.Txt』，斷面名稱即為第二、4.a)節之斷面名稱，其內容如下表，主要係計算每一鋼筋及混凝土塊之詳細資料、計算設計強度之過程與結果、包絡面每一點之設計強度...等。

*****		(c)中國土木工程學會	混凝土工程委員會
* 雙軸彎曲矩形柱校核程式 V1.1 *		程式開發：王承順	程式驗證：林聰悟
*****		2005/09/30	
一、雙軸彎曲矩形柱設計結果：			
柱之名稱-----	Column #30		
混凝土之規定抗壓強度-----	280 kgf/cm <sup>2</sup>		
鋼筋之規定降伏強度-----	4,200 kgf/cm <sup>2</sup>		
構材總深-----	60.00 cm		
構材寬度-----	45.00 cm		
保護層厚度-----	4.00 cm		
箍筋(Tie)尺寸-----	D13		
主鋼筋尺寸-----	D25		
主鋼筋支數(全部合計)-----	18 支		
其中：角隅鋼筋每角各-----	1 支		
平行 X軸不含角隅鋼筋每面各---	4 支		
平行 y軸不含角隅鋼筋每側各---	3 支		
主鋼筋總面積-----	91.21 cm <sup>2</sup>		
鋼筋比-----	3.3780 %		
設計載重：			
Case	Pu(tf)	Mux(tf-m)	Muy(tf-m) 安全 說明
1	150.00	40.00	20.00 是
2	275.00	50.00	25.00 否 控制載重。
3	230.00	30.00	35.00 否
建議：本例需要增加斷面尺寸或增加鋼筋約 25 CM <sup>2</sup> 後，再重新設計(試算)。			



二、雙軸彎矩矩柱設計計算書：

(假設所有鋼筋在原設計位置，但面積均已增加為原面積之 1.2691 倍)

控制載重組合 Control loading case----- 2  
 原設計總鋼筋面積----- 91.21 cm<sup>2</sup>  
 新設計(增加或減少後)總鋼筋面積----- 115.75 cm<sup>2</sup>  
 中性軸與 X-軸之夾角----- 47.999 度  
 中性軸與斷面中心距(正值表中性軸在上)=- 8.136 cm  
 0.85fc' 界限之中心距(正值表界限在上)=- 1.396 cm  
 混凝土斷面最大壓應變(壓應變為正)----- 0.003000  
 位置(x,y,u,v 座標)----- 22.50, 30.00, -3.35, 37.35 cm  
 混凝土斷面最大拉應變(壓應變為正)----- -0.001914  
 位置(x,y,u,v 座標)----- -22.50, -30.00, 3.35, -37.35 cm  
 鋼筋最大拉應變(壓應變為正)----- -0.001297

\*\*\*\*\* 混凝土應力計算 \*\*\*\*\*

編號	形狀	Xc	Yc	Uc	Vc	面積 A	fc*A	fc*A*Yc	fc*A*Xc
		X1	Y1	U1	V1				
		X2	Y2	U2	V2				
		X3	Y3	U3	V3				
		X4	Y4	U4	V4				
---	====	====	====	====	---	---	====	---	====
1	矩形	-14.191	17.222	-22.294	0.979	143.03	34042	586287	-483078
		-22.500	30.000	-37.350	3.354				
		-2.351	7.623	-7.238	3.354				
		-5.881	4.445	-7.238	-1.396				
		-26.030	26.821	-37.350	-1.396				
2	三角形	-0.784	22.541	-17.275	14.501	503.48	119828	2701048	-93909
		-22.500	30.000	-37.350	3.354				
		22.500	30.000	-7.238	36.795				
		-2.351	7.623	-7.238	3.354				
3	三角形	13.040	2.457	6.900	11.334	809.92	192762	473543	2513540
		22.500	30.000	-7.238	36.795				
		22.500	-27.075	35.176	-1.396				
		-5.881	4.445	-7.238	-1.396				
4	三角形	-23.677	26.574	-35.591	0.187	-12.53	-2981	-79244	70605
		-22.500	22.901	-32.074	-1.396				
		-22.500	30.000	-37.350	3.354				
		-26.030	26.821	-37.350	-1.396				
---	====	====	====	====	---	---	====	---	====
合計						1443.91	343650	3681632	2007156

\*\*\*\*\* 鋼筋應力計算 \*\*\*\*\*

編號	X(cm)	Y(cm)	V(cm)	Eps	fs #1	原設計 As	新 As #2	新 As*fs	新 As*fs*Y	新 As*fs*X
1	15.960	23.460	27.559	0.00238	3962.0	5.067	6.430	25477	597699	406619
2	-15.960	23.460	3.838	0.00080	1392.9	5.067	6.430	8957	210135	-142955
3	-15.960	-23.460	-27.559	-0.00130	-2645.5	5.067	6.430	-17011	399099	271510
4	15.960	-23.460	-3.838	0.00029	585.5	5.067	6.430	3765	-88322	60087
5	9.576	23.460	22.814	0.00207	3962.0	5.067	6.430	25477	597699	243971
6	9.576	-23.460	-8.582	-0.00003	-60.7	5.067	6.430	-390	9161	-3739
7	3.192	23.460	18.070	0.00175	3331.5	5.067	6.430	21423	502588	68383
8	3.192	-23.460	-13.326	-0.00035	-706.9	5.067	6.430	-4545	106646	-14509
9	-3.192	23.460	13.326	0.00143	2685.3	5.067	6.430	17268	405104	-55118
10	-3.192	-23.460	-18.070	-0.00066	-1353.1	5.067	6.430	-8700	204130	27774
11	-9.576	23.460	8.582	0.00112	2039.1	5.067	6.430	13112	307619	-125564
12	-9.576	-23.460	-22.814	-0.00098	-1999.3	5.067	6.430	-12856	301615	123114
13	15.960	11.730	19.709	0.00186	3554.8	5.067	6.430	22859	268136	364830
14	-15.960	11.730	-4.011	0.00028	561.8	5.067	6.430	3613	42377	-57658
15	15.960	0.000	11.860	0.00134	2485.7	5.067	6.430	15984	0	255107
16	-15.960	0.000	-11.860	-0.00025	-507.3	5.067	6.430	-3261	0	52064
17	15.960	-11.730	4.011	0.00081	1416.6	5.067	6.430	9109	-106851	145384
18	-15.960	-11.730	-19.709	-0.00077	-1576.4	5.067	6.430	-10136	118907	161787
---	====	====	====	---	---	---	---	---	---	---
合計						91.206	115.748	110140	3875741	1781081

(#1: 在混凝土應力塊內之壓力鋼筋應力，已扣除 0.85fc' 以簡化計算)

(#2: 新鋼筋為假設所有鋼筋仍在原設計位置，但面積均增加為原面積之 1.2691 倍)

\*\*\*\*\* 應力分析結果 \*\*\*\*\*

		原設計			新設計(增加或減少鋼筋面積)=		
單位	混凝土	鋼筋 #	合計	混凝土	鋼筋 #	合計	
Pn	kgf	343650	86787	430437	343650	110140	453790
Mnx	kgf-cm	3681632	3053974	6735606	3681632	3875741	7557373
Mny	kgf-cm	2007156	1403441	3410596	2007156	1781081	3788236



Pn	tf	343.65	86.79	430.44	343.65	110.14	453.79
Mnx	tf-m	36.82	30.54	67.36	36.82	38.76	75.57
Mny	tf-m	20.07	14.03	34.11	20.07	17.81	37.88
$\phi$		0.6500	0.6500	0.6500	0.6500	0.6500	0.6500
$\phi Pn$	tf	223.37	71.59	279.78	223.37	71.59	294.96
$\phi Mnx$	tf-m	23.93	19.85	43.78	23.93	25.19	49.12
$\phi Mny$	tf-m	13.05	9.12	22.17	13.05	11.58	24.62
-----							
Pu	tf			275.00			275.00
Mux	tf-m			50.00			50.00
Muy	tf-m			25.00			25.00
(#: 新鋼筋為假設所有鋼筋仍在原設計位置, 但面積均增加為原面積之 1.2691 倍)							
三、雙軸彎曲矩形柱強度表：(依原設計總鋼筋面積計算)							
中性軸與 X 軸之夾角 = 0.0 度							
EpsC	EpsT	Fi Pn	Fi Mnx	Fi Mny			
		(Ton)	(T-M)	(T-M)			
0.00300	0.00300	520.07	0.00	0.00			
0.00300	0.00042	520.07	29.27	0.00			
0.00300	0.00030	495.98	34.24	0.00			
0.00300	0.00017	473.03	38.49	0.00			
.....							
0.00120	-0.02000	-282.83	15.83	0.00			
0.00090	-0.02000	-303.46	10.74	0.00			
0.00060	-0.02000	-324.26	5.56	0.00			
0.00030	-0.02000	-338.29	1.92	0.00			
0.00000	-0.02000	-344.76	0.00	0.00			
中性軸與 X 軸之夾角 = 2.5 度							
EpsC	EpsT	Fi Pn	Fi Mnx	Fi Mny			
		(Ton)	(T-M)	(T-M)			
0.00300	0.00300	520.07	0.00	0.00			
0.00300	0.00039	520.07	29.20	0.63			
0.00300	0.00027	496.61	33.94	0.81			
0.00300	0.00015	473.69	38.18	0.85			
0.00300	0.00003	451.89	41.85	0.87			
0.00300	-0.00010	431.21	45.08	0.88			
0.00300	-0.00022	411.52	47.94	0.90			
<以下省略>							

四、其他說明：

1. 過去版本《混凝土工程設計規範之應用(土木404-90)》之Part-II提供『柱之軸力與彎矩強度相關圖』中圖7.1.1至圖7.3.5為不同材料與鋼筋矩形柱之設計強度曲線。
2. 本版《混凝土工程設計規範之應用(土木404-94)》之Part-II已不再提供上述曲線，改供應本程式。因本程式第三、3.及三、4.節已提供經依新《混凝土工程設計規範與解說(土木401-93)》及實際斷面與鋼筋排列修正後之新設計強度曲線，具同樣功能且更正確。
3. 本程式第三、5.節另提供控制設計載重方向(固定Mx、My比例)之P-M設計強度曲線，該等曲線對於雙軸彎曲提供更簡易而直接之協助。

五、程式版本：V1.1，2005/09/30