

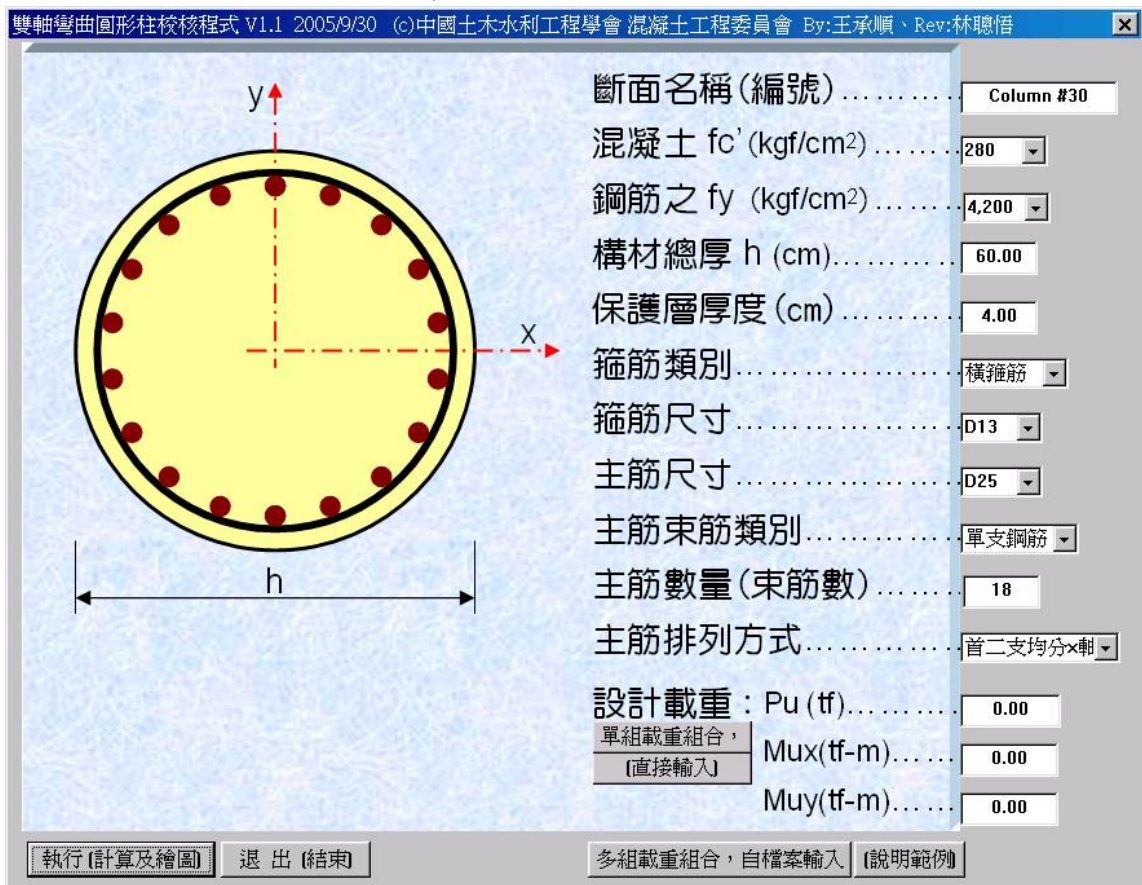
程式使用手冊－雙軸彎曲圓柱校核程式

一、 程式功能：

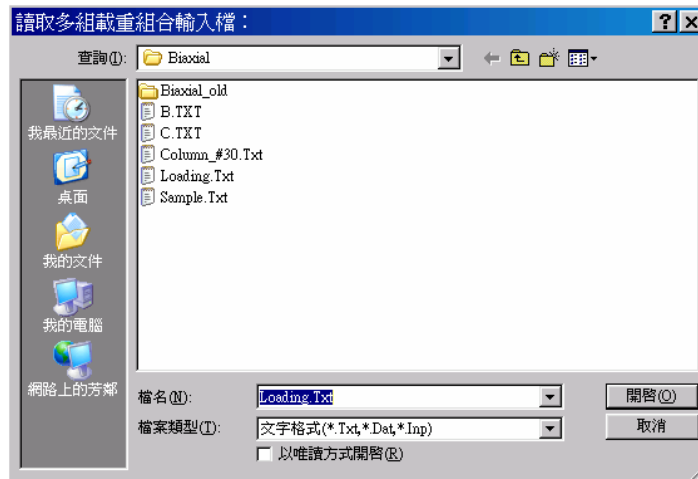
1. 本程式先計算已知配筋之鋼筋混凝土圓形螺箍或橫箍斷面之設計強度(ϕP_n 、 ϕM_{nx} 、 ϕM_{ny})，再檢核該斷面承受一組或多組設計載重(P_u 、 M_{ux} 、 M_{uy})時是否安全，並提供增、減鋼筋用量再試算之建議。
2. 本程式提供校核結果；軸力－彎矩設計強度包絡面；沿 M_x 方向、沿 M_y 方向與沿設計載重方向之P－M設計強度圖；應力應變分佈圖；詳細計算書...等多項結果。
3. 本程式未提供鋼筋排列、鋼筋續接、鋼筋細則、斷面剪力、斷面扭力...等校核。
4. 本程式適用於柱斷面之詳細校核計算、教學或研究，但因未提供批次作業，不適用於大量設計、校核工作。
5. 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《雙軸彎曲圓形柱校核程式.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《雙軸彎曲圓形柱校核程式》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。
 - ◎ 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。
 - ◎ 箍筋類別：選單輸入欄位，僅可於橫箍筋、螺箍筋擇一，程式預設值為『橫箍筋』，**橫箍筋與螺箍筋之強度折減因數(參閱規範第2.3節) ϕ 值、最大軸力設計強度 ϕP_n 度均不相同，選擇時應特別注意。**
 - ◎ 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。
 - ◎ 主筋束筋類別：選單輸入欄位，僅可於單支鋼筋、兩支沿圓周、兩支向圓心、三支束筋中擇一。
 - ◎ 主筋數量(束筋數)：編輯輸入欄位，目前僅接受4~200之間數值。束筋以束筋組數計數。
 - ◎ 主筋排列方式：選單輸入欄位，僅可於首支自x軸開始、首二支均分x軸中擇一。
- 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
170.00, 15.00, 55.00,1.2D+1.6L
275.00, 30.00, 30.00,1.2D+1.0L+1.0E
200.00, 45.00, 25.00,1.2D+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		170.01	15	55	1.2D+1.6L				
9		275	30	30	1.2D+1.0L+1.0E				
10		200	45	25	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：執行雙軸彎曲圓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)

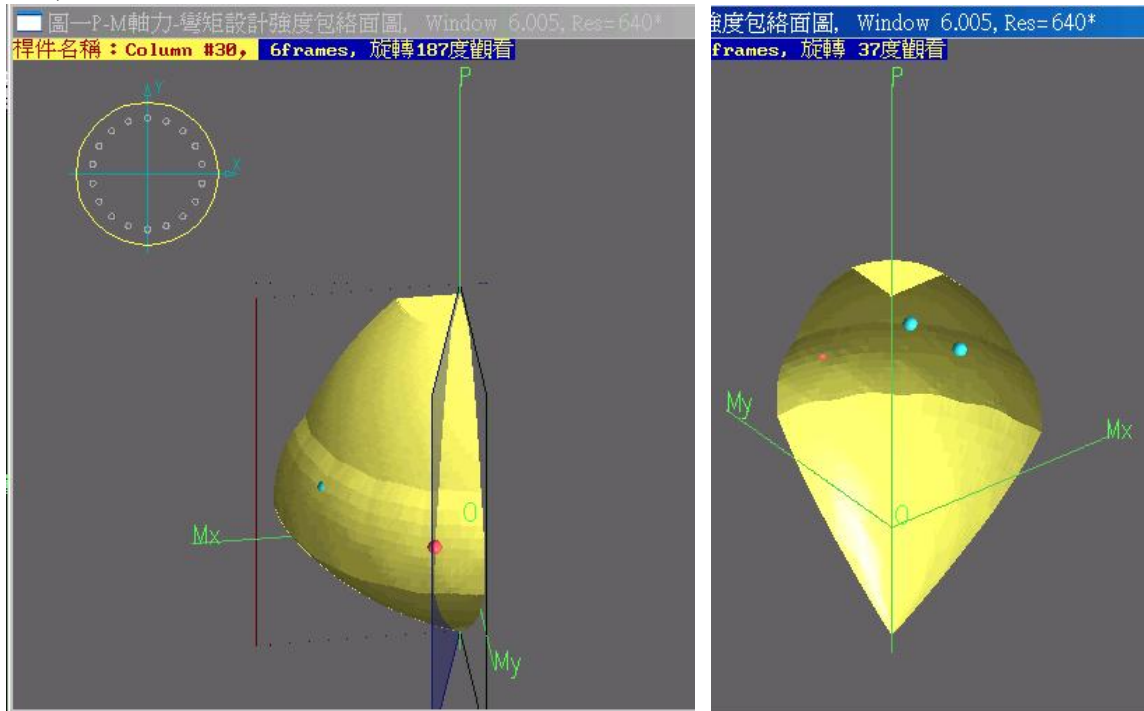


2. 軸力—彎矩設計強度包絡面展示視窗：為本程式最重要之校核結果動態展示視窗，如下左圖。解說如下：

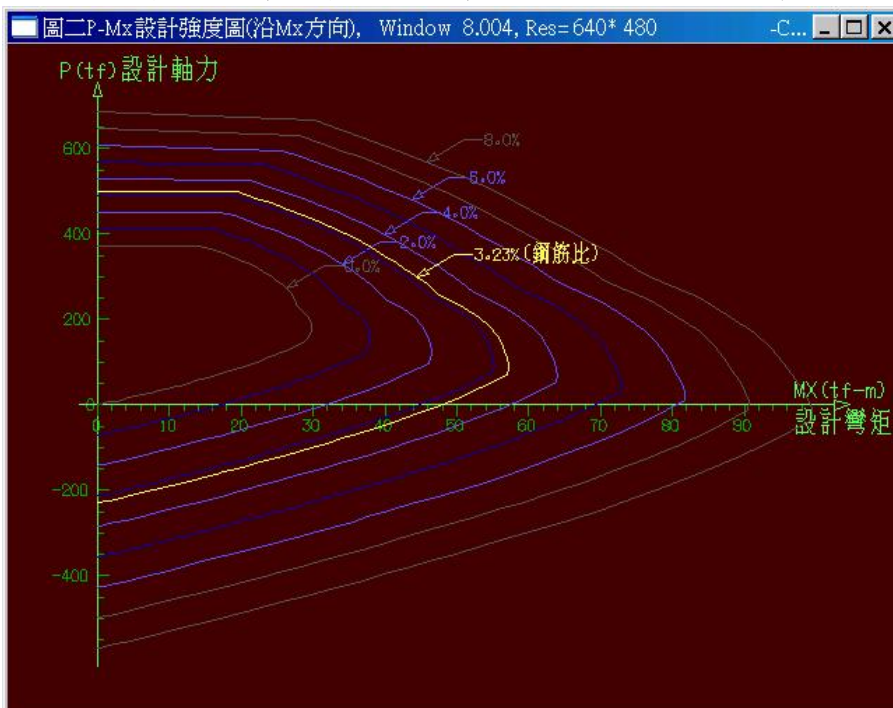
- a) 該視窗之主體部分係一3D動態圖形，其x、y軸分別表示彎矩 M_x 、 M_y ，其z軸表示軸力 P 。
- b) 圖中黃色曲面，係利用輸入斷面與鋼筋，計得之各種不同設計強度組合(ϕP_n 、 ϕM_{nx} 、 ϕM_{ny})，所繪之軸力—彎矩設計強度包絡面。設計載重若在包絡面內之任何位置(一點)即表示安全，否則代表不安全。
- c) 圖中小圓球之球心即為各組設計載重組合(P_u 、 M_{ux} 、 M_{uy})位置。若設計載重組合在包絡面內時應屬安全，以水藍色表示；若設計載重組合在外時屬不安全，以紅色表示。球心位置改以3D小圓球表示，係為易於觀測，且對於接近包絡面之設計載重組合，亦可藉由小圓球被包絡面之切割現象而突顯。(如圖)
- d) 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。

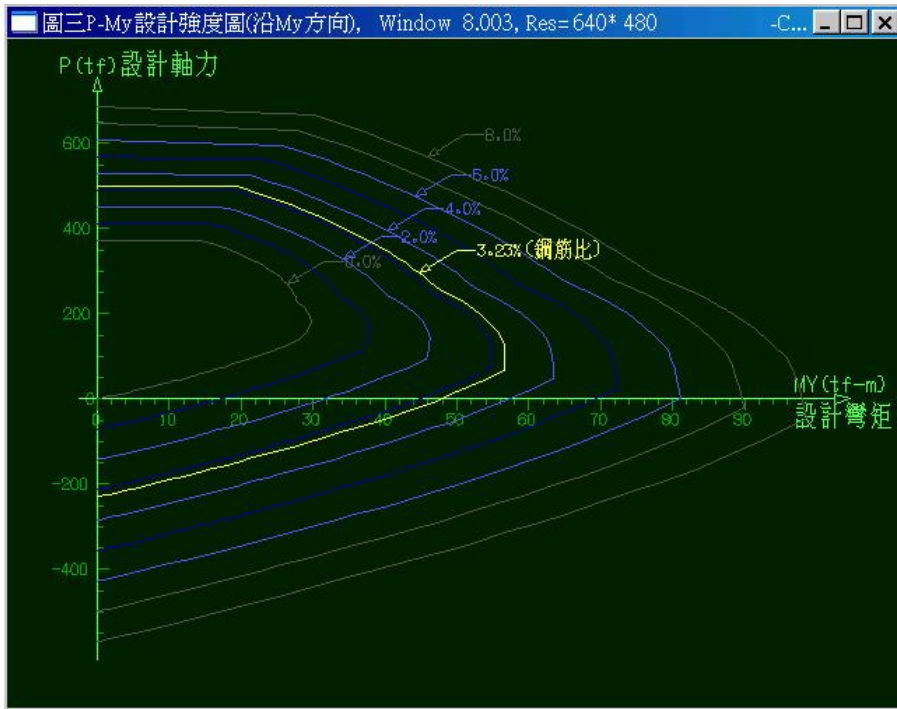
f) 圖中左上側圖為依照輸入斷面與鋼筋排列按比例繪製之斷面圖，但箍筋未示。



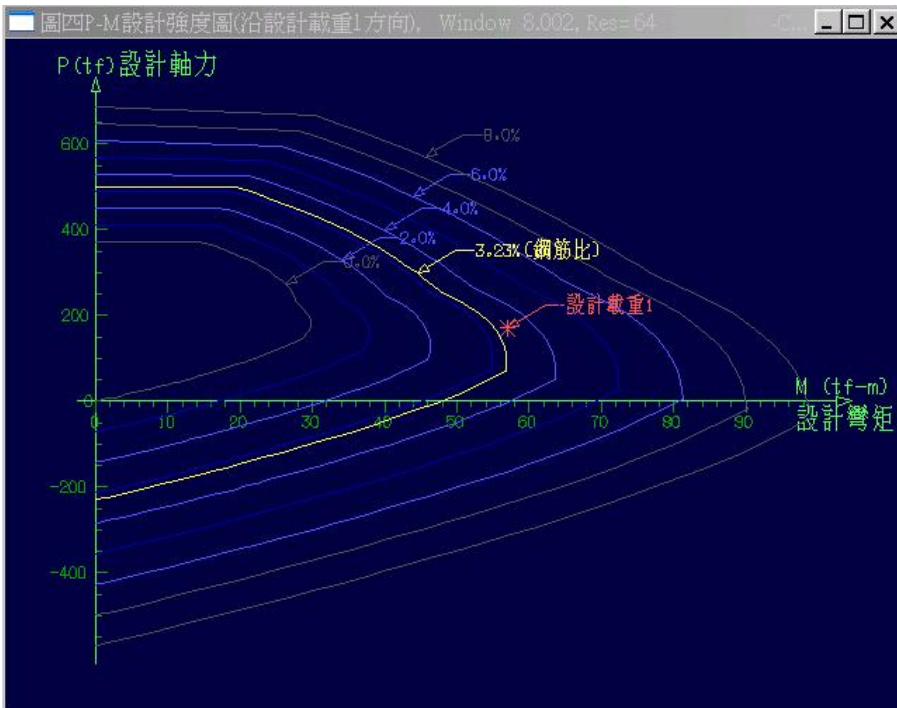
3. 沿方向之 $P-M_x$ 設計強度圖展示視窗：圖中黃色曲線即為依輸入斷面與鋼筋計得之 $P-M_x$ 設計強度曲線，亦為上述包絡面在棕色半透明玻璃板上之軌跡，其他9條曲線為不同鋼筋比(自內起依序為鋼筋比0,1,2,3,4,5,6,7,8%，假設所有鋼筋均在原輸入鋼筋之相同位置，但其面積增加或減少)之 $P-M_x$ 設計強度曲線。因鋼筋比1%以下或6%以上時將不合規範第3.10.1節及第15.5.3.1節之規定，故以灰色繪製。



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。



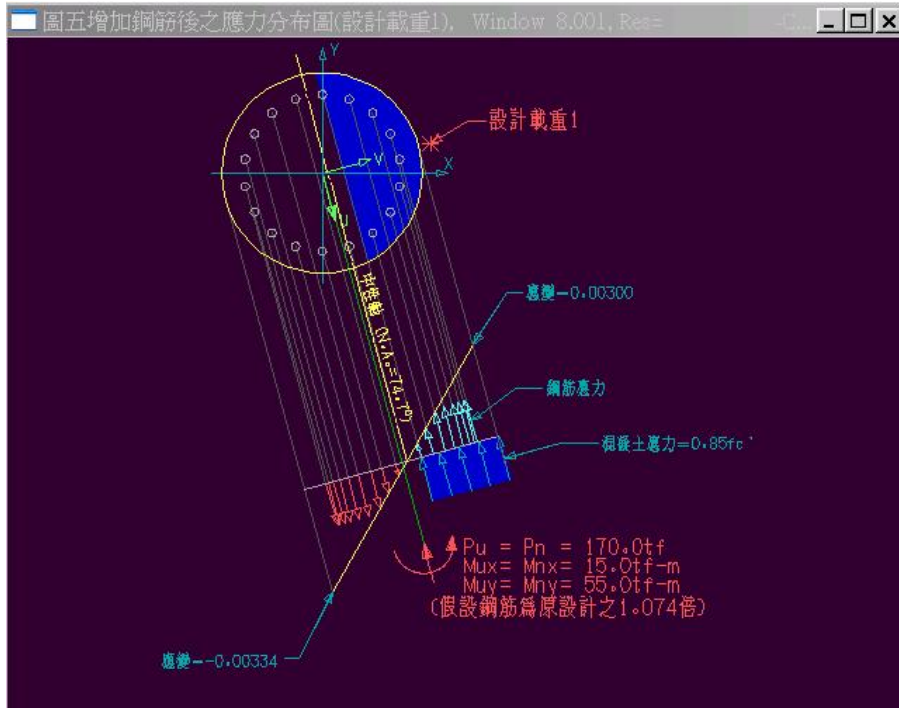
5. 沿控制設計載重方向(固定 M_{ux} 、 M_{uy} 比例)之 $P-M$ 設計強度圖展示視窗：圖中黃色曲線即為依輸入斷面與鋼筋計得之 $P-M$ 設計強度曲線，亦為上述包絡面在藍色半透明玻璃板上之軌跡，其他9條曲線為不同鋼筋比(自內起依序為鋼筋比0,1,2,3,4,5,6,7,8%，假設所有鋼筋均在原輸入鋼筋之相同位置，但其面積增加或減少)之 $P-M_y$ 設計強度曲線。因鋼筋比1%以下或6%以上時將不合規範第3.10.1節及第15.5.3.1節之規定，故以灰色繪製。圖上之紅色『*』形標誌及『設計載重1』表示第1組設計載重為最大控制設計載重，其位置約在3.5%附近表示該組設計載重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。

```

*****
* 雙軸彎曲圓形柱校核程式 V1.1 *                (c)中國土木水利工程學會  混凝土工程委員會
*****                                           2005/09/30
    
```

一、雙軸彎曲圓形柱設計結果：

柱之名稱-----Column #30
 混凝土之規定抗壓強度----- 280 kgf/cm²
 鋼筋之規定降伏強度----- 2,800 kgf/cm²
 構材總深----- 60.00 cm
 保護層厚度----- 4.00 cm
 橫筋尺寸----- D13
 主鋼筋尺寸----- D25
 主鋼筋束筋類別----- 單支鋼筋
 主鋼筋支數(全部合計)----- 1 x 18 = 18 支
 主鋼筋總面積----- 91.21 cm²
 鋼筋比----- 3.2258 %

設計載重：

Case	Pu(tf)	Mux(tf-m)	Muy(tf-m)	安全	說明
1	170.00	15.00	55.00	否	控制載重。
2	275.00	30.00	30.00	是	
3	200.00	45.00	25.00	是	

建議：本例需要增加斷面尺寸或增加鋼筋約 7 CM² 後，再重新設計(試算)。

二、雙軸彎曲圓柱設計計算書：
 (假設所有鋼筋在原設計位置，但面積均已增加為原面積之 1.0745 倍)

控制載重組合 Control loading case----= 1

原設計總鋼筋面積-----	= 91.21 cm ²									
新設計(增加或減少後)總鋼筋面積-----	= 98.00 cm ²									
中性軸與 X-軸之夾角-----	= 74.719 度									
中性軸與斷面中心距(正值表中性軸在上)=	1.628 cm									
0.85fc' 界限之中心距(正值表界限在上)-=	5.884 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)-----	7.91,	28.94,	0.00,	30.00 cm						
混凝土斷面最大拉應變(壓應變為正)-----	= -0.003344									
位置(x,y,u,v 座標)-----	-7.91,	-28.94,	0.00,	-30.00 cm						
鋼筋最大拉應變(壓應變為正)-----	= -0.002642									
***** 混凝土應力計算 *****										
雙軸彎曲圓柱斷面之半徑-----	R = 30.000 cm									
0.85fc' 界限之中心距(正值表界限在上)-----	V = 5.884 cm									
0.85fc' 界限之寬度-----	U = SQRT(R**2 - V**2) = 29.417 cm									
0.85fc' 界限與圓周所圍弓形之面積-----	A = (π/2 - aTAN(V/U))*R**2 - U*V = 1062.950 cm ²									
弓形面積重心至圓心之距離-----	Vg = (2/3)*U**3/A = 15.966 cm									
中性軸與 X-軸之夾角-----	θ = 74.719 度									
混凝土塊提供之軸力-----	Pu = 252982kg									
混凝土塊提供之 x 軸方向彎矩-----	Mux = 1064550kg-cm									
混凝土塊提供之 y 軸方向彎矩-----	Muy = 3896382kg-cm									
***** 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
					(kgf/cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(kgf)	(kgf-cm)	(kgf-cm)
1	23.104	4.074	23.360	0.00230	2562.0	5.067	5.444	13948	56822	322252
2	20.317	11.730	22.690	0.00223	2562.0	5.067	5.444	13948	163612	283384
3	15.080	17.971	19.283	0.00187	2562.0	5.067	5.444	13948	250668	210335
4	8.024	22.045	13.550	0.00126	2333.7	5.067	5.444	12705	280084	101942
5	0.000	23.460	6.183	0.00048	744.5	5.067	5.444	4053	95087	0
6	-8.024	22.045	-1.930	-0.00038	-767.6	5.067	5.444	-4178	-92120	33529
7	-15.080	17.971	-9.810	-0.00121	-2467.4	5.067	5.444	-13432	-241408	202567
8	-20.317	11.730	-16.507	-0.00192	-2800.0	5.067	5.444	-15243	-178810	309709
9	-23.104	4.074	-21.213	-0.00242	-2800.0	5.067	5.444	-15243	-62099	352188
10	-23.104	-4.074	-23.360	-0.00264	-2800.0	5.067	5.444	-15243	62100	352188
11	-20.317	-11.730	-22.690	-0.00257	-2800.0	5.067	5.444	-15243	178811	309709
12	-15.080	-17.971	-19.283	-0.00221	-2800.0	5.067	5.444	-15243	273954	229874
13	-8.024	-22.045	-13.550	-0.00160	-2800.0	5.067	5.444	-15243	336054	122314
14	0.000	-23.460	-6.183	-0.00083	-1685.0	5.067	5.444	-9172	215207	0
15	8.024	-22.045	1.930	0.00003	65.1	5.067	5.444	354	-7809	2843
16	15.080	-17.971	9.810	0.00087	1526.9	5.067	5.444	8313	-149391	125355
17	20.317	-11.730	16.507	0.00157	2562.0	5.067	5.444	13948	-163611	283384
18	23.104	-4.074	21.213	0.00207	2562.0	5.067	5.444	13948	-56821	322252
合計						91.206	97.996	-23081	960321	3563826
(#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 1.0745 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	252982	-21482	231499	252982	-23081	229900			
Mnx	kgf-cm	1064550	893778	1958329	1064550	960321	2024871			
Mny	kgf-cm	3896382	3316882	7213264	3896382	3563826	7460208			
Pn	tf	252.98	-21.48	231.50	252.98	-23.08	229.90			
Mnx	tf-m	10.65	8.94	19.58	10.65	9.60	20.25			
Mny	tf-m	38.96	33.17	72.13	38.96	35.64	74.60			
φ		0.7375	0.7375	0.7375	0.7375	0.7375	0.7375			
φPn	tf	186.58	-17.02	170.73	186.58	-17.02	169.55			
φMnx	tf-m	7.85	6.59	14.44	7.85	7.08	14.93			
φMny	tf-m	28.74	24.46	53.20	28.74	26.28	55.02			
Pu	tf			170.00			170.00			
Mux	tf-m			15.00			15.00			
Muy	tf-m			55.00			55.00			
(#: 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 1.0745 倍)										
三、雙軸彎曲圓形柱強度表：(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	498.78	0.00	0.00
0.00300	0.00025	498.78	19.45	0.00
0.00300	0.00017	484.42	22.04	0.00
0.00300	0.00009	471.76	24.19	0.00
.....				
0.00090	-0.02000	-223.84	1.73	0.00
0.00060	-0.02000	-226.49	0.98	0.00
0.00030	-0.02000	-228.63	0.36	0.00
0.00000	-0.02000	-229.84	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	498.78	0.00	0.00
0.00300	0.00025	498.78	19.44	0.90
0.00300	0.00017	485.19	21.89	0.88
0.00300	0.00009	471.74	24.18	1.09
<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為不同材料與鋼筋圓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