

TÍNH TIẾT DIỆN TRÒN CHỊU NÉN UỐN HAI PHƯƠNG

Công trình :

Địa điểm :

Hạng mục :

1. Dữ liệu ban đầu

- Mặt cắt có đường kính
- Cường độ chịu nén quy định của bê tông = 297.5 kg/cm²
- Trọng lượng riêng của bê tông = 2400 Kg/m³
- Trọng lượng riêng của bê tông cốt thép = 2500 Kg/m³
- Mô đun đàn hồi của bê tông $E_c = 0.043 \gamma_c^{1.5} f_c^{0.5}$
- Giới hạn chảy của thép thường chịu kéo = 4079 kg/cm²
- Giới hạn chảy của thép thường chịu nén
- Mô đun đàn hồi của thép = 2039443 kg/cm²
- Cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông $f_r = 0.63 f_c^{0.5}$
- Hệ số poát sông
- Cường độ chịu cắt của bê tông $G = E / (2 * (n + 1))$
- Chiều cao thân trụ

$$\begin{aligned} B_p &= 0.40 \text{ m} \\ f_c &= 29.17 \text{ Mpa} \\ \gamma_c &= 23.5 \text{ KN/m}^3 \\ \gamma_{cs} &= 24.5 \text{ Kg/m}^3 \\ E_c &= 27306 \text{ Mpa} \\ f_y &= 400.0 \text{ Mpa} \\ f'_y &= 400.0 \text{ MPa} \\ E_s &= 200000.0 \text{ Mpa} \\ f_r &= 3.4 \text{ Mpa} \\ n &= 0.2 \\ G &= 11378 \text{ Mpa} \\ h_c &= 3.0 \text{ m} \end{aligned}$$

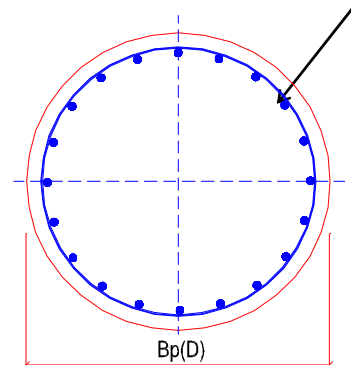
Tính đặc trưng hình học của tiết diện

Đặc trưng hình học		Giá trị	Đơn vị
Diện tích tiết diện	A	0.1257	m ²
Mô men quán tính	I	1.26E-03	m ⁴
Bán kính quán tính	r	0.10	m
C.G. đến thớ dưới	y _b	0.20	m
C.G. thớ trên	y _t	0.20	m
Mô men tĩnh mép dưới	S _b	6.28E-03	m ³
Mô men tĩnh mép trên	S _t	6.28E-03	m ³

Mặt cắt ngang

9(PSC)

D25



Số liệu tải trọng tác dụng từ bảng tính

Cặp	Lực dọc	Phương dọc cầu		Phương ngang cầu	
	P _{umax}	V _{ux}	M _{uy}	V _{uy}	M _{ux}
	KN	KN	KN.m	KN	KN.m
A	800.0	100.0	176.0	0.0	0.0
B	780.0	95.0	120.0	0.0	0.0
C	750.0	90.0	80.0	0.0	0.0
D	700.0	80.0	60.0	0.0	0.0

Do cột tròn nên có thể chuyển 2 phương về 1 phương và giá trị mô men được nhân thêm hệ số δ :

$$M_u = \delta (M_{ux}^2 + M_{uy}^2)^{0.5} \quad V_u = (V_{ux}^2 + V_{uy}^2)^{0.5}$$

Cặp	P _{umax}	δM_u	V _u
	KN	KN.m	KN
A	800.0	183.2	100.00
B	780.0	124.80	95.00
C	750.0	83.07	90.0
D	700.0	62.1	80.0

Mô men do tải trọng thường xuyên M_{Tx}

140.00 KN.m

TÍNH TIẾT DIỆN TRÒN CHỊU NÉN UỐN HAI PHƯƠNG

2. Kiểm toán

• Hệ số sức kháng dùng cho trường hợp nén dọc trục $\phi = 0.75$ (5.5.4.2.1)

2.1- Tính với trường hợp cột chịu nén đúng tâm

$$P_n = 0.85 \cdot (0.85 \cdot f_c \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}) \quad (\text{Thép đai xoắn})$$

$$P_n = 0.8 \cdot (0.85 \cdot f_c \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}) \quad (\text{Thép đai thường})$$

$$P_r = \phi P_n$$

Trong đó

* Đường kính thép

$$d_s = 0.025 \text{ m}$$

* Số lượng thanh

$$n_s = 9 \text{ PSC}$$

* Diện tích 1 thanh thép

$$A_{st} = 0.00442 \text{ m}^2$$

* Giới hạn chảy của thép thường chịu kéo

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

* Diện tích tiết diện

$$A_g = 0.1257 \text{ m}^2$$

* Sức kháng danh định của tiết diện

$$P_n = 4.06 \times 10^3 \text{ KN}$$

* Sức kháng tính toán của tiết diện

$$P_r = \phi P_n = 3.04 \times 10^3 \text{ KN}$$

2.2- Xét tới hiệu ứng độ mảnh

+ Với khung không giằng ngang (Trong cầu chỉ có loại này)

Với trục X-X (Phương dọc cầu)

$$b = B_p = D = 0.40 \text{ m}$$

$$h = B_p = D = 0.40 \text{ m}$$

Với trục Y-Y (Phương ngang cầu)

$$b = B_p = D = 0.40 \text{ m}$$

$$h = B_p = D = 0.40 \text{ m}$$

$K \cdot I_u / r_{x,y} < 22$ Không xét đến hiệu ứng độ mảnh

$K \cdot I_u / r_{x,y} \geq 22$ Phải xét đến hiệu ứng độ mảnh tức là trị số M_{ux} , M_{uy} sẽ được nhân thêm

hiệu ứng độ mảnh (hệ số khuếch đại mô men)

K : Hệ số chiều dài có hiệu

K_d : Hệ số chiều dài có hiệu phương dọc cầu

$$= 1.00$$

K_{ng} : Hệ số chiều dài có hiệu phương ngang cầu

$$= 1.00$$

I_u Chiều dài không giằng của cột

$$= 3.00 \text{ m}$$

r Bán kính quán tính

$$r = (I_g / A_g)^{0.5}$$

I_g, A_g Mô men quán tính và diện tích của mặt nguyên của tiết diện

$$A_g = 0.1257 \text{ m}^2$$

$$I_{(Dọc cầu)} = \pi D^4 / 64 = 0.0013 \text{ m}^4$$

$$I_{(Ngang cầu)} = I_x = \pi D^4 / 64 = 0.0013 \text{ m}^4$$

$$r_y = \text{Bán kính quán tính với trục x} = (I_y / A_g)^{0.5} = 0.1000 \text{ m}$$

$$r_x = \text{Bán kính quán tính với trục y} = (I_x / A_g)^{0.5} = 0.100 \text{ m}$$

Lưu ý:

+ Bán kính quán tính đường tròn có đường kính D , $I_x = I_y = 0.25 D^4$ $= 0.100 \text{ m}$

$$\lambda = K \cdot I_u / r \quad \text{Phương dọc cầu} = 30.000$$

$$\lambda = K \cdot I_u / r \quad \text{Phương ngang cầu} = 30.000$$

Kết luận:

$$\text{Độ mảnh của cầu kiện theo phương dọc cầu} \quad \lambda = 30.0$$

$$\text{Độ mảnh của cầu kiện theo phương ngang cầu} \quad \lambda = 30.0$$

TÍNH TIẾT DIỆN TRÒN CHỊU NÉN UỐN HAI PHƯƠNG

Bảng xác định hệ số phóng đại mô men δ cho từng phương

		Ngang cầu	Dọc cầu	
Kiểm tra điều kiện có xét đến hiệu ứng độ mảnh của trụ không?		Có	Có	
• Chiều cao mặt cắt	h	400.0	400.0	mm
• Bề rộng mặt cắt	b	400.0	400.0	mm
• Diện tích mặt cắt nguyên	A_g	125663.7	125663.7	mm ²
• Mô men quán tính	I_g	1.3E+09	1.3E+09	mm ⁴
• Cốt thép chịu kéo: K/c tới mép bê tông chịu kéo	d_{sc}	42.50	42.50	mm
• Mô men quán tính của cốt thép dọc xung quanh trục chính	I_s			mm ⁴
• Quy đổi thép chủ theo chu vi đường tròn chiều dày $=t$	$t=A_{st}/\pi D_r$	4.5	4.5	mm
• Đường kính tính đến tim thép chủ	$D_r = D - 2d_{sc}$	315.0	315.0	mm
$I_s = \pi(D_r + t/2)^4/64 - \pi(D_r - t/2)^4/64$		2.7E+07	2.7E+07	
• Tỷ số mô men thường xuyên và mô men lớn nhất	$\beta_d = M_{TX}/M$	0.795	0.795	
	$(E_c \cdot I_g/5 + E_s \cdot I_s)/(1 + \beta_d)$	1.2E+13	1.2E+13	N.mm ²
	$(E_c \cdot I_g/2.5)/(1 + \beta_d)$	2.5E+13	2.5E+13	N.mm ²
• Độ cứng chống uốn chọn	EI	2.5E+13	2.5E+13	N.mm ²
• Tải trọng nén dọc tới hạn O'le	$P_e = \pi^2 EI / (K \cdot l_u)^2$	2.7E+07	2.7E+07	N
• Hệ số Gradient của mô men	$C_m = 0.6 + 0.4 \cdot M_b/M_l$	1.000	1.000	
Hệ số phóng đại mô men cặp	A	$\delta = C_m / (1 - P_u / (\phi \cdot P_e))$	1.04109	1.04109
Hệ số phóng đại mô men	B	$\delta = C_m / (1 - P_u / (\phi \cdot P_e))$	1.04002	1.04002
Hệ số phóng đại mô men	C	$\delta = C_m / (1 - P_u / (\phi \cdot P_e))$	1.03843	1.03843
Hệ số phóng đại mô men	D	$\delta = C_m / (1 - P_u / (\phi \cdot P_e))$	1.03577	1.03577

2.3-Kết quả tính toán như sau:

Chiều dày lớp bê tông bảo vệ

0.030 m

Khoảng cách từ mép ngoài cùng tiết diện đến trọng tâm thanh thép

$d_{sc} =$

0.0425 m

Sức kháng danh định của tiết diện được tính theo công thức :

$$F_n = A_c = h^2 [(\theta - \sin \theta \cos \theta) / 4]$$

$$Y = (h^3 / A_c) \cdot (\sin^3 \theta / 12)$$

$$P_n = 0.85 f'_c A_c + \sum A'_s f'_s - \sum A_s f_s$$

$$M_n = 0.85 f'_c A_c Y + \sum A'_s f'_s (h/2 - d'_s) + \sum A_s f_s (d_s - h/2)$$

$$(A_c = F_n, Y = y_n, C_c = 0.85 f'_c A_c)$$

Bảng tính các giá trị trung gian

z	c (m)	β_1	a (m)	F_n (m2)	C_c (KN)
0.00	0.35750	0.8416	0.300887	0.101410	2514.4
-0.40	0.28224	0.8416	0.237543	0.066597	1651.2
-0.80	0.23315	0.8416	0.196231	0.061312	1520.2
-1.20	0.19861	0.8416	0.167160	0.049744	1233.4
-1.55	0.17582	0.8416	0.147977	0.042250	1047.6
-2.00	0.15321	0.8416	0.128952	0.035014	868.1
-2.40	0.13750	0.8416	0.115726	0.030141	747.3
-3.00	0.11917	0.8416	0.100296	0.024664	611.5
-3.40	0.10944	0.8416	0.092108	0.021865	542.1
-3.80	0.10118	0.8416	0.085157	0.019556	484.9

TÍNH TIẾT DIỆN TRÒN CHỊU NÉN UỐN HAI PHƯƠNG

* Khả năng chịu kéo dọc trục :

$$P_{nt} = \sum (-f_y A_{st}) = -1767.1 \text{ (KN)}$$

$\phi = 0.9$

Bảng tính sức kháng danh định của tiết diện

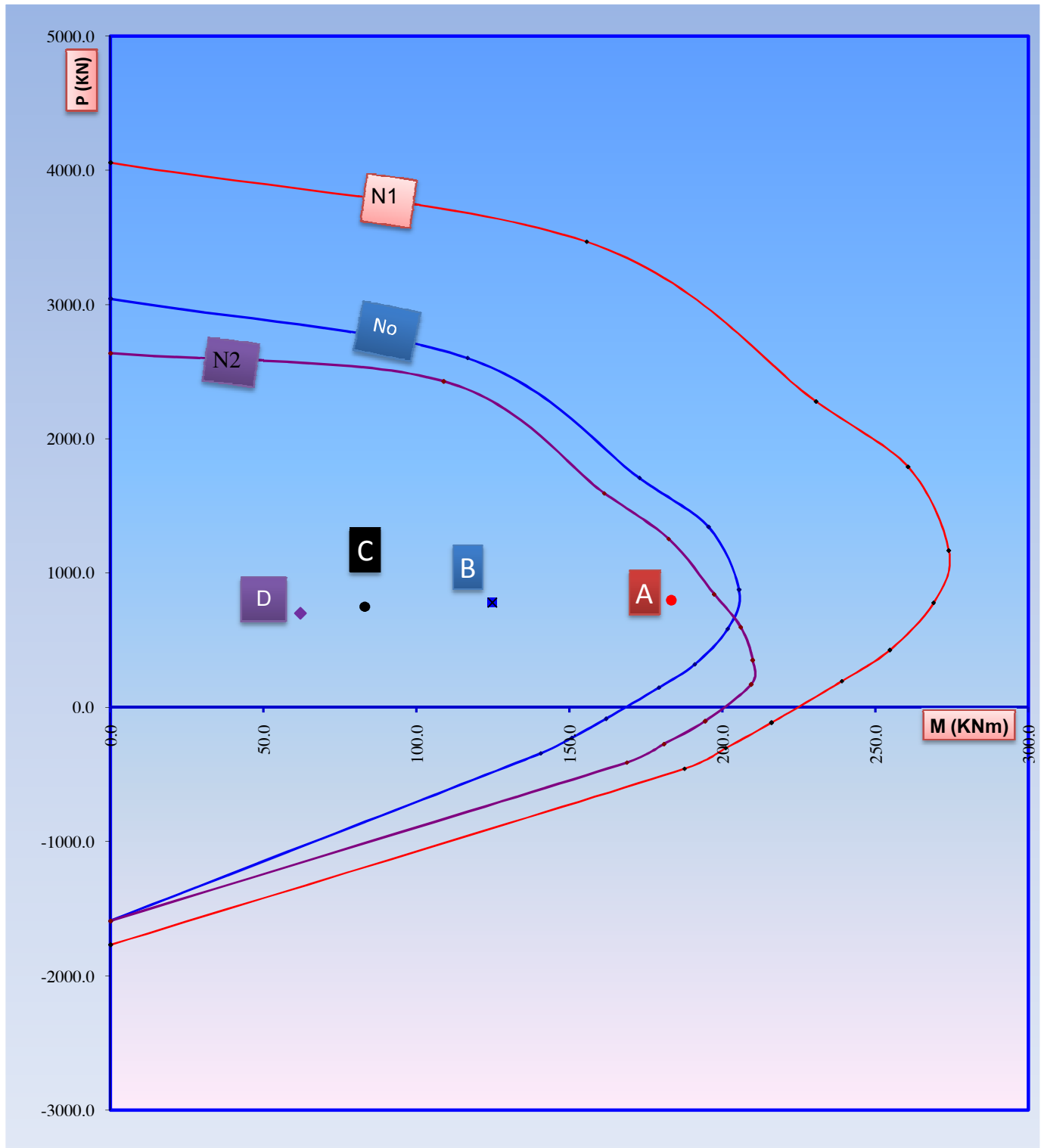
P_n (KN)	y_n (m)	M_n (KN-m)	ϕP_n	ϕM_n
3468.281	0.034	155.612	2601.211	116.709
2278.203	0.080	230.585	1708.652	172.939
1791.775	0.087	260.658	1343.832	195.493
1169.200	0.103	273.949	876.900	205.462
779.330	0.114	269.010	584.497	201.758
427.481	0.124	254.676	320.611	191.007
195.928	0.132	239.013	146.946	179.259
-112.835	0.141	216.022	-84.626	162.016
-302.286	0.146	201.068	-226.715	150.801
-456.205	0.150	187.580	-342.154	140.685

Bảng tính sức kháng danh định, tính toán của tiết diện

P_n (KN)	M_n (KN-m)	ϕP_n (KN)	ϕM_n (KN-m)	$0.35 \cdot \phi P_n$	$0.35 \cdot \phi M_n$
4057.4	0.0	3043.0	0.0	1065.1	0.0
3468.3	155.6	2601.2	116.7	910.4	40.8
2278.2	230.6	1708.7	172.9	598.0	60.5
1791.8	260.7	1343.8	195.5	470.3	68.4
1169.2	273.9	876.9	205.5	306.9	71.9
779.3	269.0	584.5	201.8	204.6	70.6
427.5	254.7	320.6	191.0	112.2	66.9
195.9	239.0	146.9	179.3	51.4	62.7
-112.8	216.0	-84.6	162.0	-29.6	56.7
-302.3	201.1	-226.7	150.8	-79.4	52.8
-456.2	187.6	-342.2	140.7	-119.8	49.2
-1767.1	0.0	-1590.4	0.0	-556.7	0.0

TÍNH TIẾT DIỆN TRÒN CHỊU NÉN UỐN HAI PHƯƠNG

Biểu đồ tương tác P-M



Chú thích :

N1 : Tương tác giữa P_n - M_n (Chung cả 22TCN 272-05& ACI 318-05)No : Tương tác giữa ϕP_n - ϕM_n (22TCN272-05)N2 : Tương tác giữa ϕP_n - ϕM_n (ACI 318-05)A: P_{max} , M (Tải trọng có nhân hệ số)B: P_{max} , M (Tải trọng GH sử dụng)C: $M_{max,P}$ (Tải trọng GH sử dụng)D: $M_{max,P}$ (Tải trọng có nhân hệ số)

TÍNH TIẾT DIỆN TRÒN CHỊU NÉN UỐN HAI PHƯƠNG

2.4-Kiểm tra hàm lượng cốt thép

Hàm lượng thép tối đa

Diện tích cốt thép dự ứng lực và cốt thép thường theo chiều dọc của các cấu kiện chịu nén không liên hợp nhiều nhất là như sau :

$$A_s/A_g + A_{ps}f_{pu}/(A_gf_y) \leq 0.08 \quad (5.7.4.2-1)$$

Do không có thép DUL nên số hạng thứ 2 =0

$$A_s/A_g \leq 0.08$$

$$A_{sfy}/A_g = 0.0352 < 0.08 \quad \text{OK}$$

Hàm lượng thép tối thiểu

Diện tích thép dự ứng lực và thép thường theo chiều dọc của các cấu kiện chịu nén không liên hợp tối thiểu là như sau :

$$A_sf_y/(A_gf'_c) + A_{ps}f_{pu}/(A_gf'_c) \geq 0.135 \quad (5.7.4.2-3)$$

Do không có thép DUL nên số hạng thứ 2 =0

$$A_sf_y/A_gf'_c \geq 0.135$$

$$A_sf_y/A_gf'_c = 0.4821 > 0.135 \quad \text{OK}$$

$$A_s = \text{Diện tích cốt thép thường chịu kéo (mm}^2\text{)}$$

$$A_g = \text{Diện tích mặt cắt nguyên (mm}^2\text{)}$$

$$A_{ps} = \text{Diện tích mặt cắt thép dự ứng lực (mm}^2\text{)}$$

$$f_{pu} = \text{Cường độ chịu kéo quy định của thép dự ứng lực (MPa)}$$

$$f_y = \text{Giới hạn chảy quy định của cốt thép thường chịu kéo (MPa)}$$

$$f'_c = \text{Cường độ chịu nén quy định của bê tông (MPa)}$$

Xác định giá trị sức kháng tính toán P_r , M_r trên biểu đồ tương tác P-M

Xác định tỉ số

$$e_o = \delta M_u / P_u \quad \text{đây chính là tang góc } \theta$$

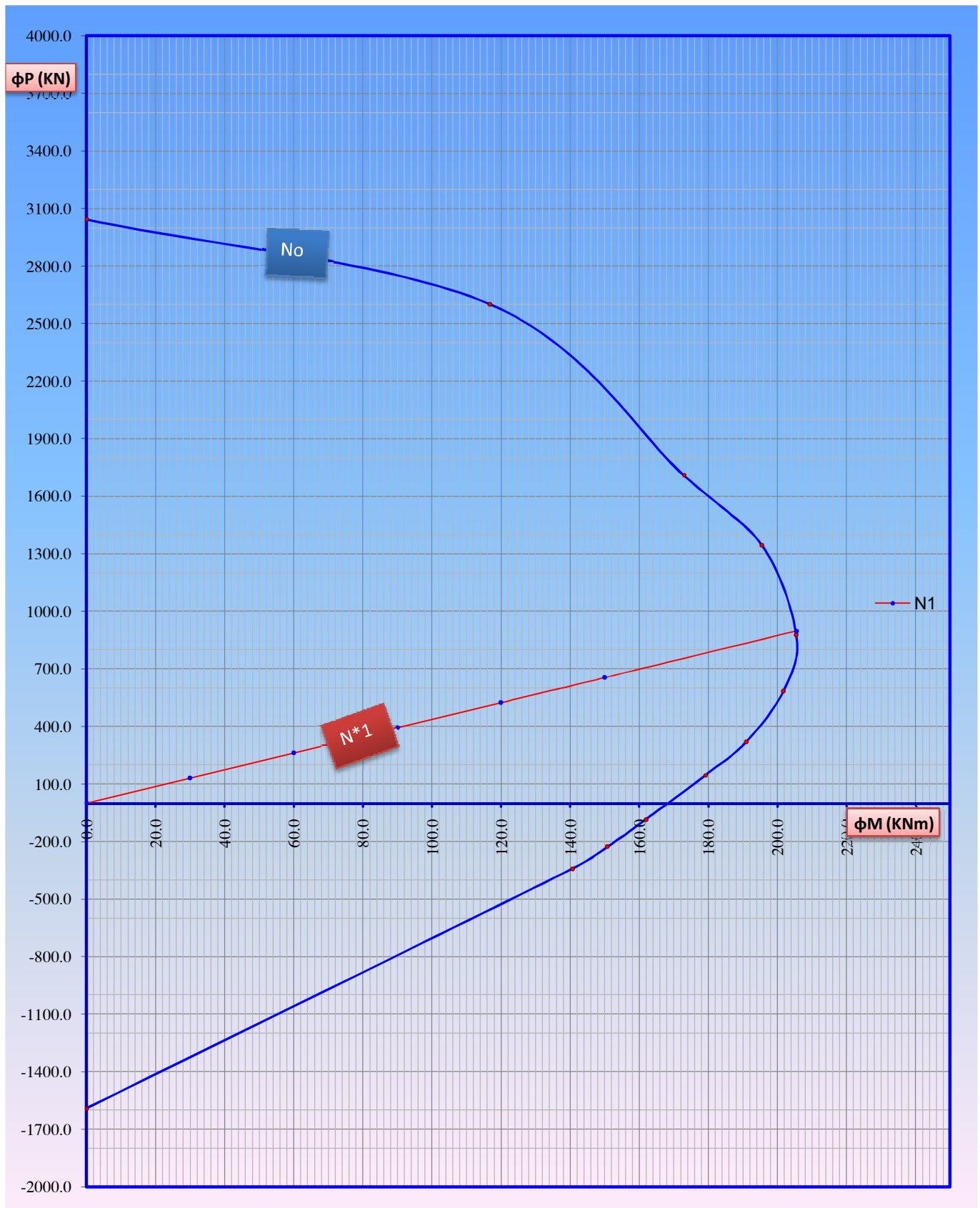
Từ gốc tọa độ vẽ 1 đường thẳng hợp bởi với trục P (thẳng đứng) một góc θ , đường thẳng đó giao cắt với đường bao $\phi M_n - \phi P_n$ của biểu đồ tương tác, giống đường đó vào trục ϕP sẽ được giá trị P_r , giống điểm đó xuống trục ϕM được giá trị M_r cần tìm

Xác định sức kháng tính toán lực dọc trục và mô men bằng bảng tính

e	0.2290403	0.22904026	0.229040261	0.22904026	0.22904026	0.229040261	0.229040261	Cặp A
M	0	30	60	90	120	150	205.5	N*1
P	0	131.0	262.0	392.9	523.9	654.9	897.2	

TÍNH TIẾT DIỆN TRÒN CHỊU NÉN UỐN HAI PHƯƠNG

Xác định sức kháng tính toán của lực dọc trục và mô men trên biểu đồ tương tác



TÍNH TIẾT DIỆN TRÒN CHỊU NÉN UỐN HAI PHƯƠNG

So sánh hai cách tính (giải tích và tra trên biểu đồ tương tác P-M)

Tính theo 22TCN272-05

Cặp	Theo biểu đồ P-M		Theo giải tích		Chênh 2 cách tính	
	Pr(KN)	Mr(KNm)	Pr(KN)	Mr(KNm)	P(KN)	M(KNm)
A	897.2	205.5	899.4	206.0	=0.24%	=0.24%

So sánh sức kháng tính toán với tải trọng tính toán (Theo giải tích)

Tính theo 22TCN272-05

Cặp	Theo giải tích		Theo tải trọng tác dụng		So sánh	
	Pr(KN)	Mr(KNm)	Pu(KN)	Mu(KNm)	P(KN)	M(KNm)
A	899.4	206.0	800	183.2	Đạt	Đạt

So sánh sức kháng tính toán với tải trọng tính toán (Tra trên biểu đồ)

Tính theo 22TCN272-05

Cặp	Theo giải tích		Theo Tải trọng tác dụng		So sánh	
	Pr(KN)	Mr(KNm)	Pu(KN)	Mu(KNm)	P(KN)	M(KNm)
A	897.2	205.5	800	183	Đạt	Đạt

So sánh sức kháng tính toán với tải trọng tính toán (Theo giải tích)

Tính theo ACI 318-05

Cặp	Theo giải tích		Theo tải trọng tác dụng		So sánh	
	Pr(KN)	Mr(KNm)	Pu(KN)	Mu(KNm)	P(KN)	M(KNm)
A	863.2	197.7	800	183.2	Đạt	Đạt

Tính theo ACI318-05: (Cốt đai xoắn)

Khi $c/d_t \leq 0.375$

thì $\phi = 0.9$

(Độ lệch tâm gây phá hoại kéo)

Khi $0.375 < c/d_t < 0.6$

$0.7 \leq [\phi = 0.37 + 0.2/(c/d_t)] \leq 0.9$

(Độ lệch tâm gây phá hoại chuyển tiếp)

Khi $c/d_t \geq 0.6$

thì $\phi = 0.65$

(Độ lệch tâm gây phá hoại nén)

$\phi = 0.766$

Tính theo ACI318-05: (Cốt đai thường)

$0.65 \leq [\phi = 0.23 + 0.25/(c/d_t)] \leq 0.9$

$\phi = 0.725$

Tiêu chuẩn áp dụng : ACI318-05

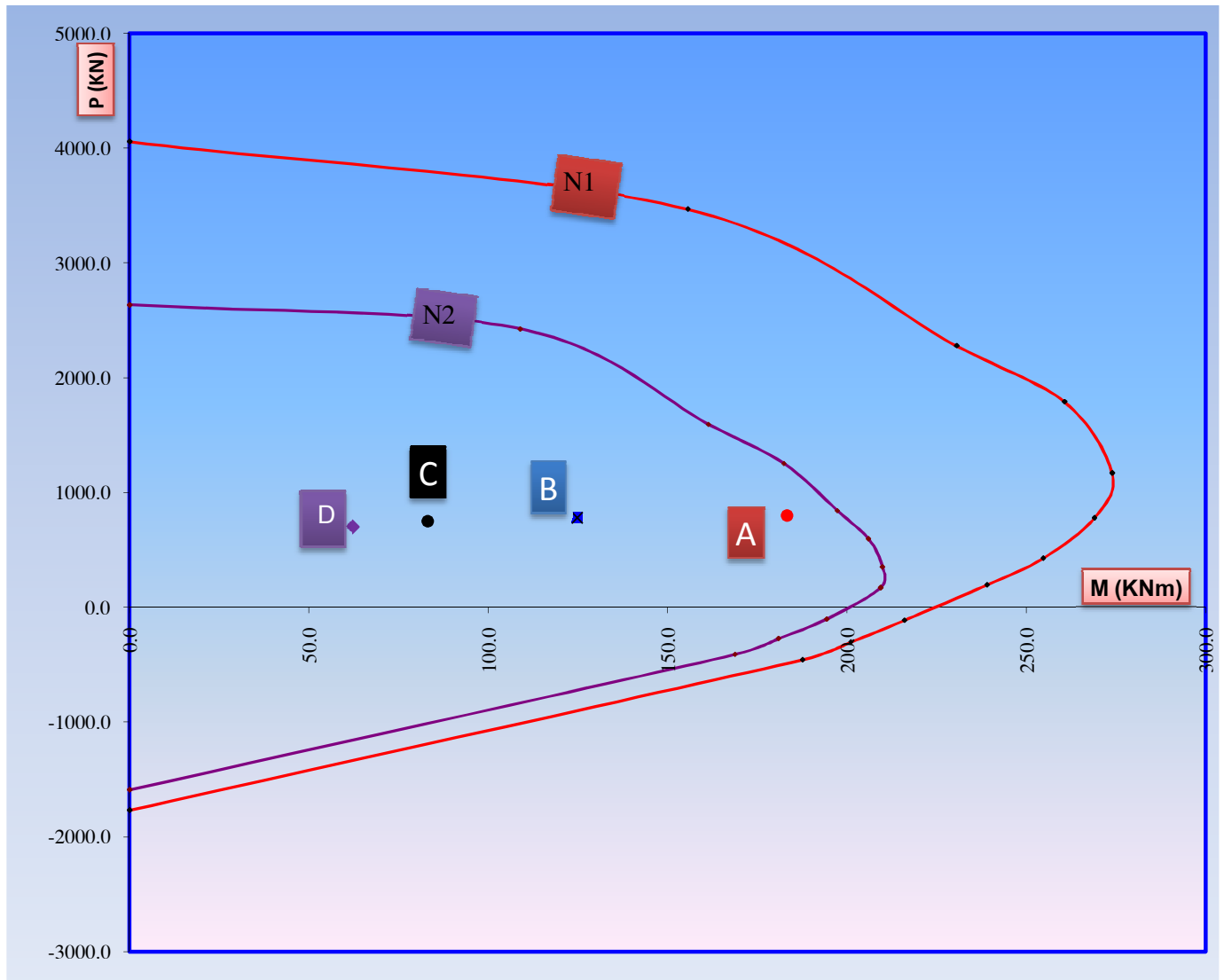
Bảng tính sức kháng danh định, tính toán lực dọc trục và mô men

P _n (KN)	M _n (KN-m)	c/d _i	ϕ	ϕP_n (KN-m)	M _n (KN-m)
(KN)	(KN-m)			(KN)	(KN-m)
4057.4	0.0		0.650	2637.290	0.000
3468.3	155.6	1.027	0.700	2427.797	108.929
2278.2	230.6	0.811	0.700	1594.742	161.409
1791.8	260.7	0.670	0.700	1254.243	182.461
1169.2	273.9	0.571	0.720	842.332	197.363

TÍNH TIẾT DIỆN TRÒN CHỊU NÉN UỐN HAI PHƯƠNG

779.3	269.0	0.505	0.766	596.859	206.025
427.5	254.7	0.440	0.824	352.359	209.921
195.9	239.0	0.395	0.876	171.669	209.419
-112.8	216.0	0.342	0.900	-101.551	194.420
-302.3	201.1	0.314	0.900	-272.058	180.961
-456.2	187.6	0.291	0.900	-410.585	168.822
-1767.1	0.0		0.900	-1590.431	0.000

Biểu đồ tương tác P-M



Chú thích :

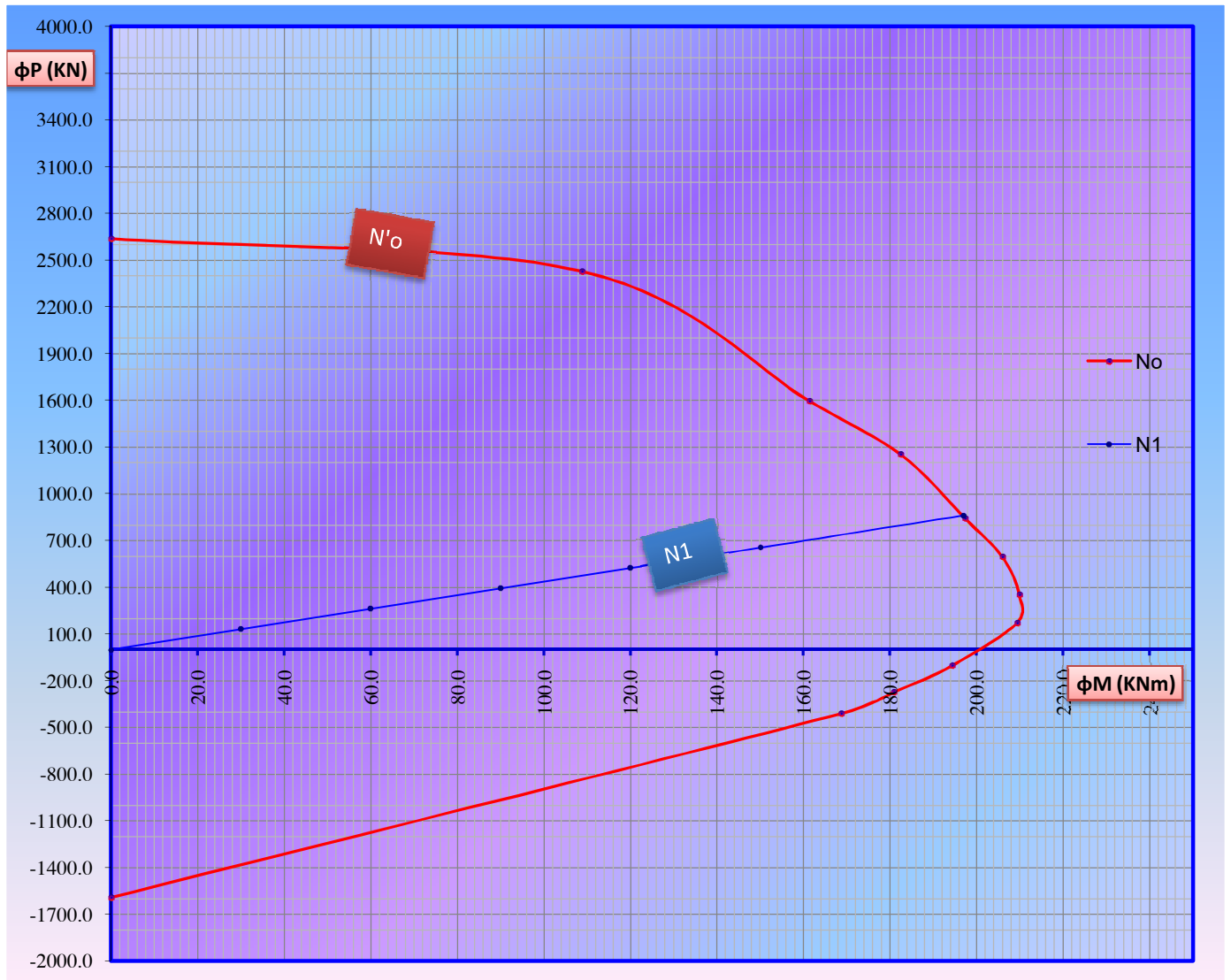
N1 : Tương tác giữa P_n - M_n N2 : Tương tác giữa ϕP_n - ϕM_n (ACI318-05)D: M_{max}, P (Tải trọng có nhân hệ số)A: P_{max}, M (Tải trọng có nhân hệ số)B: P_{max}, M (Tải trọng GH sử dụng)C: M_{max}, P (Tải trọng GH sử dụng)

TÍNH TIẾT DIỆN TRÒN CHỊU NÉN UỐN HAI PHƯƠNG

Xác định sức kháng tính toán lực dọc trục và mô men bằng bảng tính

e	0.2290403	0.22904026	0.229040261	0.22904026	0.22904026	0.229040261	0.229040261	Cặp A
M	0	30	60	90	120	150	197	N1
P	0	131.0	262.0	392.9	523.9	654.9	860.1	

Xác định sức kháng tính toán của lực dọc trục và mô men trên biểu đồ tương tác



TÍNH TIẾT DIỆN TRÒN CHỊU NÉN UỐN HAI PHƯƠNG

Cặp	Theo biểu đồ P-M		Theo giả tích		Chênh 2 cách tính	
	$P_r(KN)$	$M_r(KNm)$	$P_r(KN)$	$M_r(KNm)$	$P(KN)$	$M(KNm)$
A	860.1	197.0	863.2	197.7	0.4%	0.4%

Cặp	Theo giả tích		Theo Tải trọng tác dụng		So sánh	
	$P_r(KN)$	$M_r(KNm)$	$P_u(KN)$	$M_u(KNm)$	$P(KN)$	$M(KNm)$
A	863.2	197.7	800	183	Đạt	Đạt

So sánh sức kháng tính toán (Tra trên biểu đồ) với tải trọng tác dụng

Cặp	Theo biểu đồ		Theo tải trọng tác dụng		So sánh	
	$P_r(KN)$	$M_r(KNm)$	$P_u(KN)$	$M_u(KNm)$	$P(KN)$	$M(KNm)$
A	860.1	197.0	800	183	Đạt	Đạt