PHÂN TÍCH PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ ĐÀI MÓNG CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP THEO MÔ HÌNH GIÀN ẢO PHẲNG, MÔ HÌNH GIÀN ẢO KHÔNG GIAN VÀ MÔ HÌNH DẦM CÔNG XÔN CHO BÀI TOÁN LÝ THUYẾT VÀ THỰC TẾ

● TỪ HỒNG NHUNG - NGUYỄN THÀNH CÔNG

TÓM TẮT:

Bài báo trình bày lý thuyết và so sánh kết quả tính với thiết kế đài móng cọc bê tông cốt thép hình vuông có điều kiện chịu lực phức tạp của công trình thực tế. Phương pháp tính toán được sử dụng là mô hình giàn ảo phẳng (STM 2D), mô hình giàn ảo không gian (STM 3D) và mô hình dầm công xôn. Xét cốt thép chịu lực của đài móng cọc theo phương cạnh ngắn và phương cạnh dài thì kết quả cho thấy, thiết kế thực tế lớn hơn STM 2D, STM 3D và mô hình dầm công xôn từ 17,95% đến 29,03%. Điều đó chứng tỏ, STM 2D, STM 3D, mô hình dầm công xôn dùng phân tích, tính toán đài móng cọc là chính xác, phù hợp, có độ tin cậy cao, đạt hiệu quả cả về yếu tố kinh tế và kỹ thuật.

Từ khóa: đài móng cọc, mô hình giàn ảo phẳng, mô hình giàn ảo không gian, mô hình dầm công xôn, cốt thép chịu lực.

1. Đặt vấn đề

Ngày nay trong thiết kế móng cọc, đài móng cọc bê tông cốt thép (BTCT) thường tính theo mô hình dầm công xôn. Ngoài ra, ở Việt Nam và các nước trên thế giới đã áp dụng thiết kế đài móng cọc theo phương pháp mô hình giàn ảo phẳng (STM 2D), mô hình giàn ảo không gian (STM 3D). Mô hình giàn ảo sử dụng để thiết kế và bố trí cốt thép tại những vùng có trạng thái ứng suất phức tạp (vùng D). Đó là vùng chịu tải trọng đứng và ngang, vùng không liên tục về hình học. Qua đó, STM 2D và STM 3D đã sử dụng trong thiết kế cho đài móng cọc có sự không liên tục về hình học.

Việc tính theo phương pháp giàn ảo gặp nhiều khó khăn là không thể có lời giải chính xác được khi đài móng cọc có thêm tác dụng của mô men uốn hay móng lệch tâm. Vì lý do đó, hiện nay, hầu hết đài móng cọc vẫn được thiết kế theo mô hình dầm công xôn. Nhận thấy được sự cần thiết, nên tác giả làm sáng tỏ những ưu - khuyết điểm của các phương pháp thiết kế đài móng cọc. Trong bài báo này, tác giả sẽ dựa vào một trường hợp đài

móng cọc của một công trình thực tế là công trình chung cư Splendor quận Gò Vấp [1] (sau đây gọi tắt là chung cư Splendor); tiến hành thiết kế lại đài móng cọc theo STM 2D, STM 3D và mô hình dầm công xôn. Các kết quả tính toán lý thuyết của đài móng cọc nêu trên được so sánh với thiết kế thực tế và đưa ra các khuyến nghị phù hợp cả về kinh tế, kỹ thuật.

2. Phương pháp nghiên cứu và số liệu thiết kế đài móng cọc

2.1. Lý thuyết mô hình giàn ảo

Tính đài móng cọc theo mô hình giàn ảo sẽ thống nhất tất cả nội lực và ngoại lực cùng làm việc trong cùng cấu kiện. Hơn nữa, tính chất chất phức tạp về cấu trúc và ứng suất trong cấu kiện được thay thế bằng các thanh chống, thanh giằng, cát nút. Trên cơ sở sự phân bố ứng suất trong đài móng cọc ta có thể thiết lập được nhiều mô hình giàn ảo khác nhau. Tuy nhiên, có một số phương pháp kỹ thuật và quy luật có thể giúp cho kỹ sư thiết lập được một mô hình tối ưu nhất với ít thanh chống nhất cùng chiều dài ngắn nhất được nhận biết theo công thức (1) [2].

$\Sigma T_i l_i$ = minimum (1)

Trong đó:

Ti là lực giằng i; l_i là chiều dài phần tử i.

Lý thuyết phương pháp giàn ảo sử dụng tính đài móng cọc trong nghiên cứu này tuân thủ theo tiêu chuẩn Mỹ ACI 318-14 [3].

2.2. Số liệu tính toán của đài móng cọc thực tế

Công trình chung cư Splendor quận Gò Vấp, đường Nguyễn Văn Dung, P. 6, Q. Gò Vấp, TP. Hồ Chí Minh gồm 12 tầng, 1 tầng hầm với các căn hộ thương mại, tầng kỹ thuật và căn hộ cao cấp. Kết cấu đài móng cọc BTCT M1, có các đặc trưng về kích thước cụ thể xem Hình 1. Ngoài ra, thông số đầu vào sử dụng tính đài móng cọc M1 theo STM 2D, STM 3D và mô hình dầm công xôn được tổng hợp trong Bảng 1.

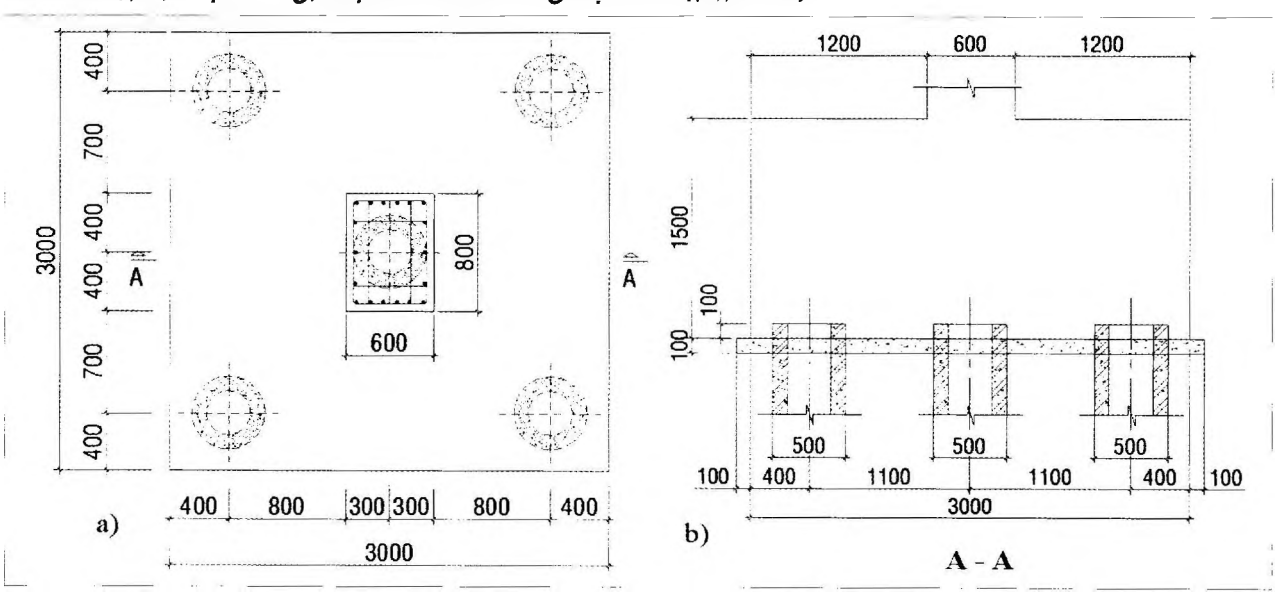
Trong bài báo này, tác giả tập trung nghiên cứu phương pháp tính diện tích cốt thép mặt phía dưới của đài móng cọc. Đối với cốt thép chịu cắt, cốt thép mặt phía trên, cốt thép dọc theo chiều cao của đài cọc sẽ được trình bày chi tiết trong một bài báo khác.

2.3. Các phương pháp thiết kế đài móng cọc

Một đài móng cọc của công trình xây dựng là kết cấu chịu nhiều tác động hết sức phức tạp bởi một tổ hợp nhiều yếu tố. Nhiều tác giả đã nghiên cứu về vấn đề này và đưa ra các phương pháp tính khác nhau. Một số phương pháp tính đài móng cọc được trình bày tóm tắt như sau:

Thiết kế đài móng cọc theo mô hình dầm console: Việc tính toán đài móng cọc được thực hiện theo tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10304:2014 [4] và phải đạt các điều kiện về cường độ, biến dạng. Sử dụng sách chuyên khảo của Nguyễn Văn Quảng [5] và Châu Ngọc Ẩn [6], để phân tích sơ

Hình 1: a), b) Mặt bằng, mặt cắt đài móng cọc M1 ((1), 2008)



Bảng 1. Thông số tính toán đài móng cọc M1 của (1)

Thông số	Tên	Đơn vị	Giá trị
Lực dọc tính toán tại chân cột	N^{tt}	kN	4900
Mô men tính toán tại chân theo cột phương x	M_x^{tt}	kN.m	1,19
Mô men tính toán tại chân theo cột phương y	M_y^{tt}	kN.m	1,27
Lực cắt tính toán tại chân theo cột phương x	Q_x^{tt}	kN	1,38
Lực cắt tính toán tại chân theo cột phương y	Q_y^{tt}	kN	0,77
Chiều cao đài móng cọc	H_m	m	1,5
Các thông số đất nền	-	-	Theo [1]
Chiều dài cọc	L_c	m	32
Đường kính cọc (ngoài/trong)	D_n/D_{tr}	mm	500/300
Sức chịu tải của cọc*	P_a	kN	1350
Trọng bản thân đài cọc và đất trên đài*	G	kN	371,25
Phản lực đầu cọc lớn nhất (dãy cọc biên)*	P_{max}	kN	1059,84
Phản lực đầu cọc nhỏ nhất (dãy cọc biên)*	P_{min}	kN	1048,66
Mác bê tông cọc	M	-	800
Nhóm cốt thép cọc	-	-	CIII
Diện tích mặt cắt ngang cốt thép cọc	$A_{s,coc}$	mm^2	792
Cường độ chịu nén tính toán của bê tông đài móng cọc mác 300 quy đổi từ tiêu chuẩn Mỹ sang tiêu chuẩn Việt Nam	f_c'	MPa	16,7
Cường độ chịu kéo tính toán của cốt thép đài móng cọc nhóm CII quy đổi sang tiêu chuẩn Việt Nam	f_y	MPa	280
Cường độ chịu nén tính toán của bê tông đài móng cọc mác 300 theo tiêu chuẩn Việt Nam	R_b	MPa	13
Khoảng cách từ mép bê tông chịu kéo/chịu nén đến tim thanh giằng/thanh chống	-	mm	125
Chiều cao làm việc của đài móng cọc	d	mm	1250
Chiều rộng cột phương x	a	mm	600
Chiều rộng cột phương y	b	mm	800

*Ghi chú: * là kết quả tính toán của tác giả.*

đồ tính cốt thép đài móng cọc M1 như Hình 2.

Phương pháp này quan niệm đài móng cọc là cấu kiện chịu uốn thuần túy bởi phản lực các đầu cọc. Do đó, phương pháp này chưa hợp lý nên kết quả tính thép lớn. Cánh đài theo phương x và phương y được xem ngàm vào tiết diện đi qua cạnh cột như Hình 2. Khi đó, Mô men quay quanh mặt ngàm I-I và II-II được tính theo công thức (2) và (3).

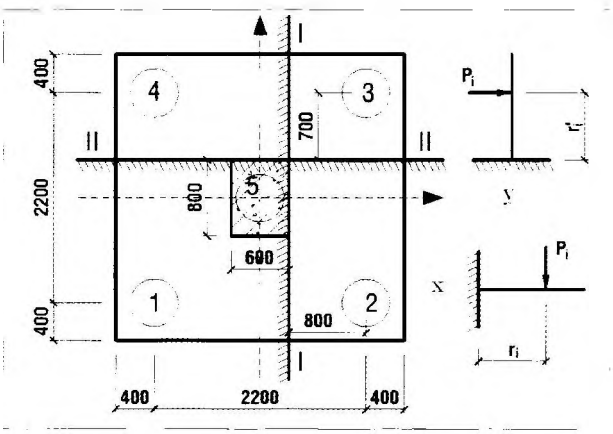
$$M_{I-I} = \Sigma P_i * r'_i \quad (2)$$

$$M_{II-II} = \Sigma P_i * r_i \quad (3)$$

Trong đó: P_i là phản lực của đầu cọc thứ i; r_i, r'_i là khoảng cách từ mặt ngàm phương x, phương y đến tim cọc thứ i.

Diện tích tiết diện ngang cốt thép chịu mô men M_{I-I} được bố trí theo phương x, chịu mô men M_{II-II} được bố trí theo phương y.

Hình 2: Mô hình dầm console tính cốt thép đài móng cọc theo phương x và phương y (tác giả thực hiện, 2021)



$$A_{s,I-I} = \frac{M_{I-I}}{0,9 \times R_s \times h_0} \quad (4)$$

$$A_{s,II-II} = \frac{M_{II-II}}{0,9 \times R_s \times h_0} \quad (5)$$

Thiết kế đài móng cọc theo mô hình giàn ảo phẳng ACI 318-14: Nghiên cứu này đã sử dụng các công thức tính toán của [3, 7, 8, 9] để thiết kế đài móng cọc M1 theo mô hình giàn ảo phẳng. Chọn STM 2D cho đài móng cọc M1 của chung cư Splendor [1] theo hai phương x và y. Đài móng cọc hình vuông, có đặc trưng kích thước và mô hình giàn ảo như Hình 3.

- Quy đổi lực

$$N_1 = \frac{N^{tt} + 1,35G}{4} - \frac{M_x^{tt}}{a} - \frac{M_y^{tt}}{b} \quad (6)$$

$$N_2 = \frac{N^{tt} + 1,35G}{4} - \frac{M_x^{tt}}{a} + \frac{M_y^{tt}}{b} \quad (7)$$

$$N_3 = \frac{N^{tt} + 1,35G}{4} + \frac{M_x^{tt}}{a} + \frac{M_y^{tt}}{b} \quad (8)$$

$$N_4 = \frac{N^{tt} + 1,35G}{4} + \frac{M_x^{tt}}{a} - \frac{M_y^{tt}}{b} \quad (9)$$

$$N_5 = \frac{N^{tt} + 1,35G}{4} \quad (10)$$

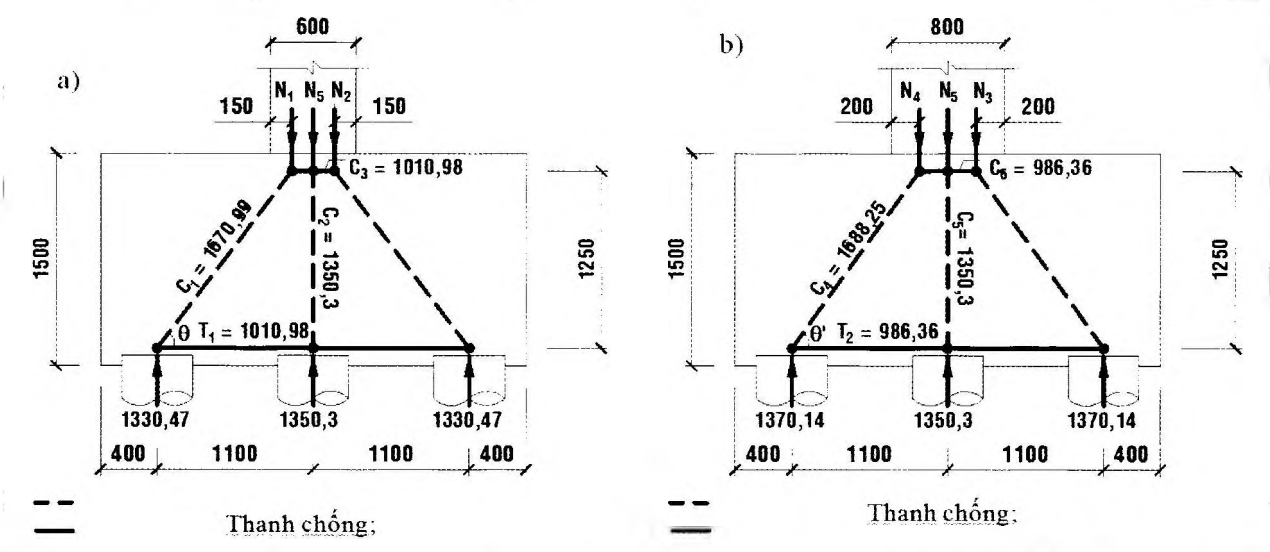
- Điều kiện kiểm tra mô hình giàn ảo

+ Điều kiện chịu lực tại nút: $\phi F_n \geq F_u$ (11)

+ Điều kiện chịu lực của thanh chống:

$F_{ns} \geq f_{cu} A_c$ (12)

Hình 3. a), b) Mô hình giàn ảo phẳng đài móng cọc theo phương x và phương y (tác giả thực hiện, 2021)



Thanh chống N_1 = 1314,59 kN; N_5 = 1350,3 kN
Thanh giằng N_2 = 1346,34 kN; θ = 52,77°

Thanh chống N_3 = 1386,01 kN; N_5 = 1350,3 kN
Thanh giằng N_4 = 1354,26 kN; θ' = 54,24°

+ Điều kiện chịu lực của vùng nút:

$F_{nn} \geq f_{cu}A_n$ (13)

+ Điều kiện góc nghiêng của thanh chống:

$1 \leq tg\theta \leq 2.5$ hoặc $45^0 \leq \theta \leq 68,2^0$ (14)

+ Điều kiện ứng suất tại vị trí đặt lực hoặc gối tựa:

$\sigma \leq 0,85\phi\beta_2 f'_c$ (15)

+ Điều kiện ứng suất tại vùng nút:

$W_{req} \leq W_{prov}$ (16)

Với bề rộng của nút:

$$W_{req} = \frac{F_u}{\phi f_{cu} b} \quad (17)$$

Và bề rộng thanh chống xiên:

$W_{prov} = w_t\cos\theta + l_b\sin\theta$ (18)

+ Tính cốt thép

Tính cốt dọc (cốt thép thanh giằng):

$$A_{st} = \frac{F_{nt}}{\phi f_y} \quad (19)$$

Tính cốt ngang (cốt thép thanh chống):

$$\sum \frac{A_{s,i}}{b_w s_i}\sin\gamma_i = \rho_{vi}\sin\gamma_i \geq 0,003 \quad (20)$$

Với: $s_2 \begin{cases} d/5 \\ 12\ in = 303,8\ mm \end{cases}$ (21)

Giải thích ký hiệu trong công thức (11) đến (21):

F_u/F_n - Khả năng chịu lực/nội lực trong thanh chống hoặc thanh giằng hoặc vùng nút.

F_{ns}/F_{nn} - Khả năng chịu lực của thanh chống hoặc vùng nút.

f_{cu} - Cường độ chịu nén hiệu quả của bê tông trong vùng thanh chống hoặc vùng nút được xác định theo [9].

A_c/A_n - Diện tích mặt cắt ngang hiệu quả của bê tông trong vùng thanh chống hoặc vùng nút.

β_2 - Hệ số kể đến ảnh hưởng của sự nứt và sự hạn chế không gian của cốt thép được xác định theo [9].

ϕ - Hệ số giảm độ bền được xác định theo [9].

w_t - Bề rộng thanh chống hoặc thanh giằng, l_b - Bề rộng chịu ép của bê tông được xác định theo [9].

F_{nt} - Lực kéo thanh giằng.

b_w - Bề rộng tính toán đài móng cọc.

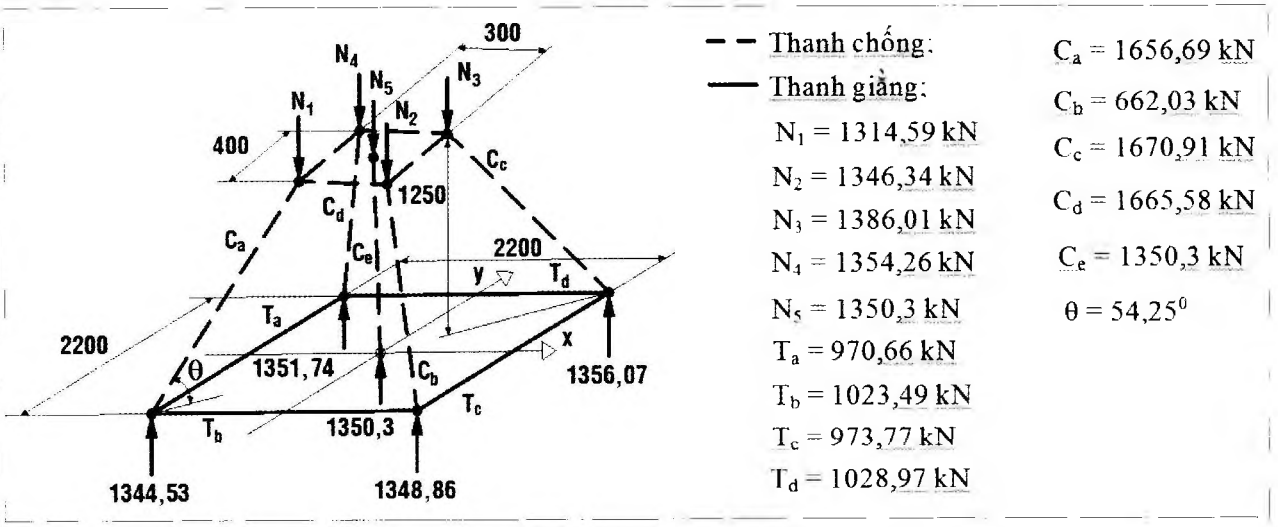
Từ kết quả tính thể hiện trên Hình 3 cho thấy, lực dọc trong các thanh chống, thanh giằng theo phương x và y ít chênh lệch. Do đó, nhằm đơn giản hóa tính toán và thiên về an toàn, tác giả sẽ chọn STM 2D có nội lực lớn là STM 2D phương x để tính toán đài móng cọc M1.

Thiết kế đài móng cọc theo mô hình giàn ảo không gian ACI 318-14: Nghiên cứu này cũng đã sử dụng các công thức tính toán của [3, 7, 8, 9] để thiết kế đài móng cọc M1 theo mô hình giàn ảo không gian. Xét STM 3D cho đài móng cọc M1 của chung cư Splendor [1]. Đài móng cọc hình vuông, có đặc trưng kích thước và mô hình giàn ảo như Hình 4.

- Quy đổi lực, lấy theo công thức (6), (7), (8), (9), (10).

- Phản lực gối tựa, góc nghiêng thanh chống, lực dọc trong thanh chống, thanh giằng được xác định dựa vào cơ học kết cấu và hình học không gian như Hình 4.

Hình 4: Mô hình giàn ảo không gian đài móng cọc (tác giả thực hiện, 2021)



- Điều kiện phá hoại tại chân cột:

$$\sum \frac{N_i}{a^2 \sin^2 \theta_i} + \sum \frac{N_i}{b^2 \sin^2 \theta_i} \le 1,35 f_c' \quad (22)$$

- Điều kiện ứng suất thanh chống chịu nén:

$$\frac{V_{ui}}{(1/4)\pi a_p^2 \sin^2 \theta_i} \le 1,35 f_c' \quad (23)$$

- Điều kiện ứng suất quanh đầu cọc:

$$\tau_{u0} = \frac{V_{ui}}{(a_p + d)d} \le f_{t28} \quad (24)$$

- Tính cốt thép:

+ Thép ở cạnh (thép thanh giằng) được lấy theo:

$A_{stc} = (T_i / \phi f_y)$ (25)

+ Thép ở giữa được lấy theo:

$A_{stg} \ge 1,2(1-\phi)(T_i/f_y)$ (26)

Giải thích ký hiệu trong công thức (22) đến (26):

a_p - Đường kính tiết diện cọc.

V_{ui} - Phản lực gối tựa.

f_{t28} - Cường độ chịu kéo của bê tông,

$f_t = 0,6 + 0,006 f_c'$.

- Các điều kiện kiểm tra vùng nút, ứng suất tại vị trí đặt lực, chịu cắt, góc nghiêng thanh chống xác định tương tự như như STM 2D.

Như vậy, theo phương pháp dầm công xôn, đài móng cọc được thiết kế chịu uốn và chịu nén riêng. Trong khi đó, theo phương pháp STM 2D và STM 3D, đài móng cọc được thiết kế chịu uốn và chịu nén kết hợp đồng thời với nhau. Trong phần sau, tác giả phân tích kết quả thiết kế đài móng cọc theo các phương pháp đã nêu trên.

3. Kết quả và thảo luận

Tiến hành tính toán cốt thép đài móng cọc theo các phương pháp đã trình bày bên trên. Kết quả được so sánh với thiết kế thực tế đã được triển khai trong công trình [1] và được trình trong Bảng 2.

Bảng 2 đã trình bày kết quả tính và chọn cốt thép đài móng cọc theo STM 2D, STM 3D, mô hình dầm công xôn. Chọn số liệu nội lực thanh giằng lớn nhất là thanh giằng T_1, T_2 của STM 2D, thanh giằng T_c, T_d của STM 3D và mô men lớn nhất M_{I-I}, M_{II-II} của mô hình dầm công xôn để tính, chọn cốt thép. Bên cạnh đó, tác giả đã thể hiện lại kết quả tính thép thực tế. Theo đó, thiết kế thực tế đã chọn kết quả tinh thép lớn nhất theo phương x để bố trí

Bảng 2. So sánh kết quả các phương pháp tính đài móng cọc với thực tế

Chỉ tiêu	Theo thiết kế			Theo thực tế
	STM 2D	STM 3D	Mô hình dầm công xôn	
Diện tích cốt thép phương x, mm²	A_s = 4247,82; Chọn: Ø18a170; A_{sch} = 4580,44	Ở cạnh: A_s = 4323,40 Chọn 12Ø22; A_{sch} = 4562 Ở giữa: $A_s \ge$ 661,5 Chọn: Ø12a150; A_{sch} = 1469	A_s = 4338,48; Chọn: Ø18a150; A_{sch} = 5089,38	Theo [1], A_s = 5540 Chọn: Ø20a150; A_{sch} = 6385
Diện tích cốt thép phương y, mm²	A_s = 4144,37; Chọn: Ø18a170; A_{sch} = 4580,44	Ở cạnh: A_s = 4091,47 Chọn 12Ø22; A_{sch} = 4562 Ở giữa: $A_s \ge$ 626 Chọn: Ø12a150; A_{sch} = 1469	A_s = 4958,26; Chọn: Ø18a150; A_{sch} = 5089,38	Theo [1], A_s = 6285 Chọn:Ø20a150; A_{sch} = 6385
Diện tích cốt thép theo phương chiều cao đài, mm²	$A_s \ge$ 847,76 Chọn: Ø12a150; A_{sch} = 1130	$A_s \ge$ 415,86 Chọn: Ø12a150; A_{sch} = 1130	Cấu tạo Chọn Ø12a150; A_{sch} = 1130	Cấu tạo Chọn Ø12a150; A_{sch} = 1130
Diện tích cốt thép lớp trên, mm²	Cấu tạo Chọn Ø12a150; A_{sch} = 2297,67	Cấu tạo Chọn Ø12a150; A_{sch} = 2297,67	Cấu tạo Chọn Ø12a150; A_{sch} = 2297,67	Cấu tạo Chọn Ø12a150; A_{sch} = 2297,67

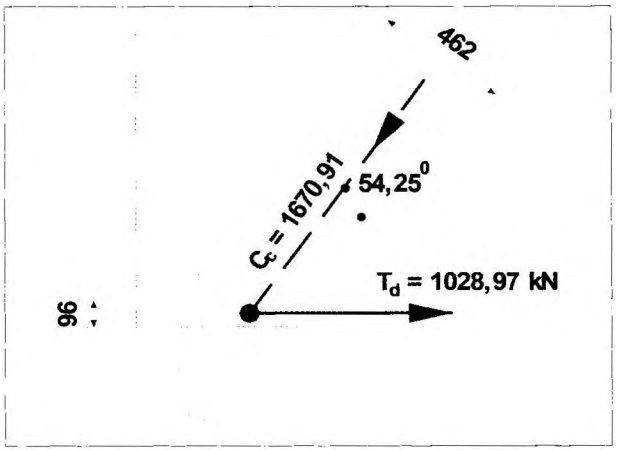
cho cả hai phương của đài móng cọc. Tuy nhiên, thiết kế thực tế phụ thuộc nhiều vào ý chí của kỹ sư, hệ số an toàn,... Do đó, sự so sánh này chỉ mang ý nghĩa về học thuật.

Hai mô hình giàn ảo phẳng và không gian đã được phân tích và kiểm tra sự phù hợp với điều kiện về ứng suất và điều kiện bền. Sau đây, tác giả trình bày chi tiết kết quả kiểm tra điều kiện ứng suất 1 nút gặp bất lợi nhất của STM 3D. (Hình 5)

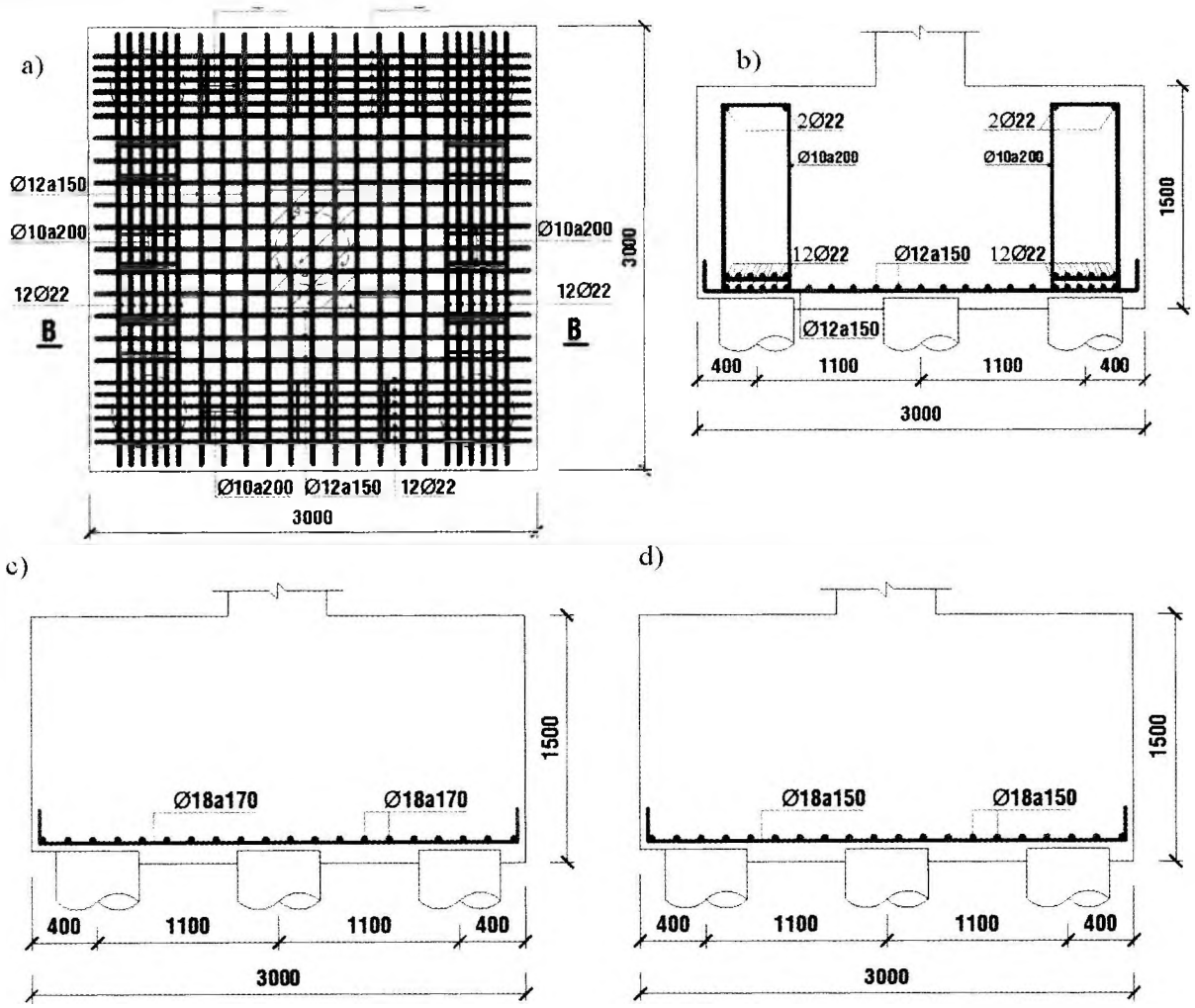
Theo công thức (16), (17), (18) tác giả đã tính được W_{req} = 392,4 mm < W_{prov} = 462 mm. Do đó, vùng nút thỏa điều kiện về ứng suất.

Kết quả của 3 phương pháp tính kết hợp với hồ sơ thiết kế công trình [1] cho phép tác giả bố trí cốt thép cho đài móng cọc như Hình 6.

Hình 5: Nút phía dưới của STM3D (tác giả thực hiện, 2021)



Hình 6: Bố trí cốt thép đài móng cọc. a), b) Theo STM 3D; c) Theo STM 2D; d) Theo mô hình dầm công xôn



Tác giả thực hiện, (2021)

Phương pháp STM 3D đã bố trí cốt thép tại 2 vị trí, ở cạnh 12∅22 chia thành 2 lớp, vùng ở giữa bố trí lưới thép ∅12a150. Các phương pháp còn lại bố trí cốt thép đài cọc dạng lưới, như STM 2D là ∅18a170, mô hình dầm công xôn ∅18a150. Mặt khác, thiết kế thực tế thực chất cũng theo phương pháp dầm công xôn nên đã bố trí theo lưới là ∅20a150 như Hình 7a.

Việc tính toán đài móng cọc theo mô hình dầm công xôn đề cao tính an toàn dẫn đến không kinh tế do chỉ xem đài móng cọc chịu uốn thuần túy. Đối với STM 2D, STM 3D đã thống nhất nội lực và ngoại lực trên cùng 1 cấu kiện. Đây là các mô hình giàn ảo tối ưu được chọn ra từ nhiều mô hình có thể dùng thiết kế đài móng cọc; các sơ đồ giàn đơn giản, dễ hiểu, đánh giá đúng tính chất di chuyển của dòng lực và cơ chế chịu lực.

Căn cứ vào Bảng 2, Hình 6 và Hình 7a, tác giả so sánh sự chênh lệch giữa các phương pháp tính trên với thiết kế đã được triển khai trong thực tế như Hình 7b.

Đối với cốt thép mặt dưới đài móng cọc, kết quả biểu diễn trên Hình 7b cho thấy, các phương pháp STM 3D, STM 2D, mô hình dầm công xôn và thiết kế thực tế có độ chênh lệch từ 3,43% đến 29,03%. Theo đó, STM 2D có kết quả nhỏ nhất còn thiết kế thực tế lớn nhất. Nguyên nhân chính của sự chênh lệch lớn nhất (29,03%) giữa STM 2D và thiết kế thực tế là do STM 2D chưa xét được tất cả các yếu tố tác động khi tính toán đài móng cọc (giàn thực tế là giàn không gian, quy đổi lực tác dụng lên mô hình giàn từ nội lực chân cột,...). Mặt khác, thiết kế thực tế áp dụng phương pháp dầm công xôn, đồng thời chọn thép lớn do thiên về an toàn. Những kết quả đó đã chỉ ra rằng, thiết kế thực tế rất an toàn, các kết quả tính toán theo STM 2D, STM 3D, mô hình dầm công xôn như đã phân tích là chính xác và hợp lý.

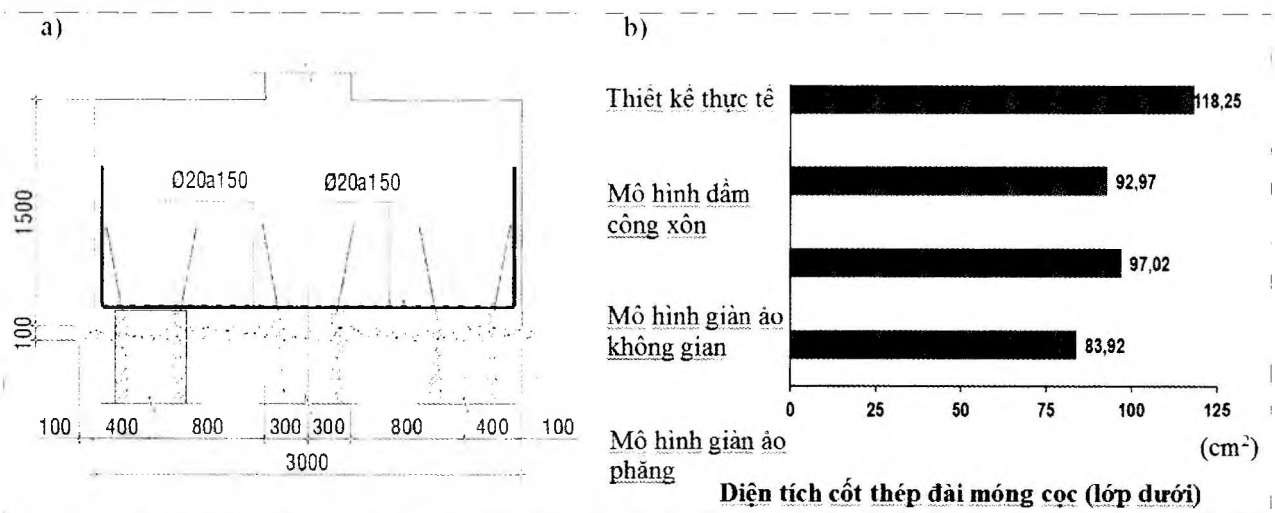
Từ 3 phương pháp tính của tác giả cho thấy, STM 3D có kết quả lớn nhất còn STM 2D nhỏ nhất. Đồng thời, chênh lệch lớn nhất giữa các phương pháp là 13,5%. Điều này được lý giải rằng, STM 3D đã xét đến tính chất làm việc đa phương nên cho kết quả gần và phù hợp với trạng thái làm việc thực tế nhất. Với STM 2D đã lý tưởng hóa mô hình giàn ảo bằng các giả thiết chưa phù hợp với điều kiện làm việc thực tế nhưng đã tiết kiệm vật liệu hơn.

Phương pháp dầm công xôn là phương pháp truyền thống, còn STM 2D, STM 3D là 2 phương pháp hiện đại. Đặc biệt, STM 3D tỏ ra phù hợp hơn khi tính với bài toán đài móng cọc chịu uốn nén đồng thời có bố trí cốt thép ở cạnh và ở giữa khác

Hình 7:

a) Bố trí cốt thép đài móng cọc theo thiết kế thực tế (tác giả thể hiện lại theo (1); 2021)

b) Biểu đồ so sánh diện tích cốt thép đài móng cọc theo STM 2D, STM 3D, mô hình dầm công xôn, thiết kế thực tế



Tác giả thực hiện, (2022)

nhau. So sánh kết quả với thiết kế thực tế cho thấy STM 3D có độ chính xác cao, đáng tin cậy. Mặt khác, so với STM 2D, STM 3D, phương pháp dầm công xôn đạt hiệu quả cao hiện nay bởi cách thực hiện đơn giản, dễ thực hành hơn, thiên về an toàn. Vì lý do đó, ở nước ta, phương pháp dầm công xôn được sử dụng phổ biến hơn. Tuy nhiên, khi tính với bài toán đài móng cọc chịu nén lệch tâm tổng quát có các cạnh bố trí cốt thép khác nhau hay khi cần kiểm tra hồ sơ thiết kế đài móng cọc của công ty nước ngoài, có thể chúng ta cần phải sử dụng phương pháp giàn ảo.

4. Kết luận

Đài móng cọc là một cấu kiện có ứng xử phức tạp, làm việc theo 3 phương, đài móng cọc không chỉ chịu uốn thuần túy, mà là một cấu kiện chịu uốn nén đồng thời. Do đó, việc sử dụng phương pháp dầm công xôn xem đài cọc là cấu kiện chịu uốn đơn thuần là không phù hợp vì kết quả tính thép thường lớn do thiên về an toàn, dẫn đến lãng phí vật liệu.

Cả 3 phương pháp đều thích hợp làm phương án thiết kế đài móng cọc. Đặc biệt, các kết quả tính đã được đối chứng với thực tế cho thấy, các phương pháp này có độ chính xác cao, đáng tin cậy. Phương án bố trí cốt thép đi qua các đầu cọc trong STM 3D sẽ làm tăng khả năng chống xuyên thủng của đài móng cọc.

So với STM 2D, mô hình dầm công xôn thì STM 3D cho thấy sự làm việc của đài móng cọc đúng với thực tế. Hơn nữa, lời giải cho STM 2D và mô hình dầm công xôn phải chấp nhận nhiều giả thiết không đúng với điều kiện thực tế. Vì thế, STM 3D là một phương pháp hay để tính toán cho vùng D của đài móng cọc.

Sử dụng STM 2D, STM 3D, mô hình dầm công xôn để thiết kế đài móng cọc đều dễ thực hiện. Áp dụng kết quả của nghiên cứu này vào từng trường hợp cụ thể trong công tác thiết kế đài móng cọc của các công trình xây dựng sẽ gia tăng hiệu quả cả về yếu tố kinh tế, kỹ thuật và đáp ứng mục tiêu phát triển bền vững ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Công ty Cổ phần Tư vấn thiết kế Tân Kỷ (2008). *Hồ sơ thiết kế công trình chung cư Splendor quận Gò Vấp, TP. Hồ Chí Minh.*

2. Hồ Hữu Chỉnh (2011). *Bài giảng cao học môn Phân tích ứng xử và thiết kế kết cấu bê tông cốt thép.* Trường Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh, TP. Hồ Chí Minh.

3. American Concrete Institute. (2014). *ACI committee Building code requirements for structural concrete (ACI 318-14).* Farmington Hill, Michigan, USA: American Concrete Institute.

4. TCVN 10304:2014 (2014). *Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế.* Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.

5. Nguyễn Văn Quảng (2011). *Nền móng nhà cao tầng.* Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

6. Châu Ngọc Ẩn (2012). *Nền móng.* Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.

7. Radomir Folic, Boris Folic, Ilija M. Milicic. (2018). *Strut - and - Tie model for analysis of piles cap. 6th International conference "Contemporary achievements in civil engineering,* 20 April (page 33-42). Subotica, Serbia.

8. Nori, V.V., & Tharval, M.S. (2007). Design of pile caps: Strut and tie model method. *The Indian Concrete Journal,* 81, 13-19.

9. Karl - Heinz Reineck. (2002). *Examples for Design of structural concrete with Strut and Tie model.* Farmington Hills, Michigan, USA: American Concrete Institute.

Ngày nhận bài: 14/12/2021
Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 24/12/2021
Ngày chấp nhận đăng bài: 24/1/2022

Thông tin tác giả:

1. ThS. TỪ HỒNG NHUNG

2. ThS. NGUYỄN THÀNH CÔNG

Khoa Kỹ thuật và Công nghệ

Trường Đại học Trà Vinh

ANALYZING THE DESIGN OF FOUNDATION REINFORCED CONCRETE PILE CAP FOUNDATION BY USING PLANE AND SPACE STRUT AND TIE MODELS AND CONSOLE BEAM MODEL FOR THEORETICAL AND PRACTICAL PROBLEMS

● Master. **TU HONG NHUNG**[1]

● Master. **NGUYEN THANH CONG**[1]

[1]School of Engineering and Technology

Tra Vinh University

ABSTRACT:

This paper presents theoretical background and compares the calculation results of the design of reinforced concrete square pile cap foundation subjected to complex bearing conditions of the actual construction. The calculation results are obtained by using the plane strut and tie model (STM 2D), space strut and tie model (STM 3D) and console beam model. When the bearing reinforcement capacity of the pile foundation in the short side and the long side is examined, the results show that the actual design is greater than STM 2D, STM 3D and the console beam model from 17.95% to 29.03%. The results also demonstrate that the used STM 2D, STM 3D and console beam models and the design of pile cap foundations are accurate, appropriate, highly reliable, and effective in terms of both economic and technical aspects.

Keywords: tied pile cap foundation, plane strut and tie model, space strut and tie model, console beam model, bearing reinforcement capacity.