

Một số vấn đề thiết kế móng cọc của nhà cao tầng

Sự phát triển của kỹ thuật làm cọc đã sản sinh không ngừng các kiểu cọc mới, điều đó đã mở ra cho việc thiết kế móng cọc nhà cao tầng một địa bàn rộng rãi, khiến cho người thiết kế có thể lựa chọn được những loại cọc có tính năng kỹ thuật tốt hơn, lợi ích kinh tế cao hơn.



1. Nguyên tắc lựa chọn cọc

(1) Điều kiện địa chất

Đây thường là nhân tố phải xem xét đầu tiên, cũng là vấn đề tương đối phức tạp. Nguyên tắc chung có 2 điều:

Thứ nhất: Loại cọc được lựa chọn phải kinh tế, hữu hiệu nhất trong điều kiện địa chất cụ thể, phù hợp với yêu cầu của kết cấu bên trên (chịu lực và lún), tức là tính tiên tiến;

Thứ hai: Loại cọc được lựa chọn có thể thi công được trong điều kiện địa chất và môi trường ấy, tức là tính khả thi.

Lấy ví dụ: Khi đá gốc hoặc tầng đá cuội sỏi rỗng chắc không nằm sâu quá, trước tiên xét đến cọc chống, để phát huy hết tiềm năng chịu lực ở đầu cọc (tầng chịu lực) thì phải chọn loại cọc có đường kính lớn, cường độ cao, tin cậy về chất lượng (đặc biệt là với móng cọc, cột), lại có thể làm sạch đáy lỗ, ngàm vào đá. Nếu như tải trọng công trình không lớn lắm hoặc không tập trung (cụ ly cột tương đối nhỏ), cũng có thể lợi dụng tầng trầm tích làm tầng chịu lực, từ đó lựa chọn loại cọc có đường kính nhỏ hơn.

Khi nham gốc nằm ở rất sâu (ví dụ trên 100m) thì chỉ có thể tính tới cọc ma sát, nhưng nhất thiết phải làm cho cọc được chống tốt vào tầng chịu lực có đủ tính năng và độ dày (tầng cát chặt vừa trở lên hoặc đất sét rắn), để bảo đảm cho nhà cao

tầng không bị lún quá lớn. Khi đó, loại cọc để lựa chọn tương đối nhiều, tầng đất có thể làm tầng chịu lực cho móng cọc cũng không phải chỉ là một, khi lựa chọn loại cọc phải chú ý mấy vấn đề sau đây: Khi cọc phải xuyên qua tầng đất cát có độ dày khá lớn, phải phán đoán được khả năng xuyên vào của cọc đóng hoặc hiệu quả giữ thành khi làm lỗ sâu, phải xem xét đến năng lực thi công cọc khoan nhồi hoặc khả năng xuyên và cường độ của thân cọc đóng; nếu tầng chịu lực tốt có đủ độ dày mà lại ở không sâu quá (tầng cát chặt vừa hoặc đất sét dẻo rắn) thì có thể xem xét dùng cọc ngắn hoặc cọc mở rộng đáy.

(2) Đặc điểm kết cấu

Hình thức kết cấu, bước cột ở tầng trệt (gian rộng), mối quan hệ tầng cao thấp, cùng với độ cứng và tải trọng của nhà cao tầng đều phải được xem xét rất kỹ khi lựa chọn loại cọc. Ví dụ, Đại Lâu ô tô Đông Phong ở Thâm Quyên, nhà chính có một tầng ngầm, 17 tầng trên mặt đất, kết cấu khung - tường lực cắt bằng bê tông cốt thép đổ tại chỗ, nhà vây ba tầng kết cấu khung bê tông cốt thép đổ tại chỗ. Giữa nhà chính và nhà vây không làm khe lún và khe co giãn. Thấy rằng độ cao và tải trọng của hai phần nhà này chênh nhau rõ rệt, đồng thời điều kiện địa chất tương đối tốt nên đã lựa chọn tương ứng hai kiểu cọc khác nhau: Dưới cột khung và tường lực cắt của nhà chính tập trung nên đã chọn cọc nhồi đường kính lớn để chịu tải trọng tập trung (f1400mm và f2200mm), mũi cọc ngầm 800mm vào tầng nham góc phong hoá nhẹ, đáp ứng yêu cầu về chịu lực và về lún của nhà chính; còn với nhà vây có tải trọng nhẹ thì dùng loại cọc nhồi ống chìm giá rẻ (f480mm) tạo thành móng nhóm cọc nhỏ dưới cột, tuy là cọc ma sát, nhưng mũi cọc nằm trong tầng cát sỏi có lẫn sét mà dưới đó lại không có tầng yếu, nên lún cũng rất nhỏ. Xử lý như vậy bảo đảm cho lún chênh lệch giữa nhà cao với nhà thấp là rất ít. Thực tiễn chứng minh, kiểu cọc đã lựa chọn cho công trình này là kinh tế và hợp lý.

(3) Kỹ thuật thi công và điều kiện môi trường

Bất kỳ một loại cọc nào cũng bắt buộc phải dùng đến thiết bị thi công cơ giới chuyên dụng và một quá trình công nghệ thi công nhất định mới có thể thực hiện được. Do đó, trong những điều kiện địa chất và điều kiện môi trường đã xác định, loại cọc được lựa chọn cần xem xét đã tận dụng năng lực thiết bị và kỹ thuật hiện có để đạt các mục tiêu về đường kính và độ sâu hay không, mặt khác điều kiện môi trường của hiện trường có cho phép công nghệ thi công ấy được tiến hành thuận lợi hay không, những vấn đề này đều phải được tính toán cho kỹ, nếu không thì loại cọc được lựa chọn sẽ không thể biến thành hiện thực được và cũng không hợp lý.

Ví dụ: ở vùng Thượng Hải với cọc bê tông cốt thép đúc sẵn dài trên 50m, do trở lực khi hạ cọc vào đất rất lớn phải tăng lực va đập của búa, sẽ dẫn đến ứng suất kéo khi đánh búa vượt quá cường độ của bê tông nên bắt buộc phải dùng cọc dự ứng lực, nếu không thì nhất thiết phải đổi thành loại cọc khác. Ví dụ khác: xung quanh vùng đất xây dựng công trình, nếu là gần đường phố hoặc công trình xây dựng khác, dưới mặt đường lại có nhiều đường ống đan xen, do đó, cọc đóng chấn động lớn, lại có nhiều ảnh hưởng về chèn đất và tiếng ồn nên thường là không cho phép thực hiện, chỉ có thể dùng loại cọc không chèn đất, không chấn động và ít tiếng ồn.

(4) Hiệu quả kinh tế kỹ thuật

Lựa chọn cuối cùng về loại cọc còn phải phân tích luận chứng về kinh tế kỹ thuật toàn diện đối với phương án thiết kế. Nếu chỉ nhìn về khả năng chịu lực của cọc hoặc giá thành của một cây cọc mà bỏ qua lợi ích kinh tế tổng hợp của cả công trình, hoặc chỉ xét đến tốc độ thi công mà bỏ qua ảnh hưởng môi trường và hiệu ích xã hội thì cũng đều không thể chọn ra được loại cọc thực sự hợp lý.

2. Về cấu tạo và tính toán cọc/móng cọc

Ở đây chỉ nêu những vấn đề có tính đặc thù của cọc và móng cọc trong nhà cao tầng còn những vấn đề chung thì theo quy định của tiêu chuẩn thiết kế và thi công cọc tương ứng.

(1) Bố trí cọc

Trong những trường hợp thông thường, khoảng cách của cọc chèn đất (khi làm cọc, đất bị ép chặt) là $3-4d$ (d là đường kính cọc), cọc không chèn đất là $2-3d$, cọc mở đáy là $1,5 - 2 D$ (D là đường kính mở đáy). Khi áp dụng loại cọc và đất cùng nhau chịu lực thì phải có luận cứ khác.

Bố trí cọc phải làm sao cho trọng tâm của nhóm cọc khớp với điểm tác động của hợp lực tải trọng. Còn về hình thức bố trí cọc thì dưới cột phần nhiều là hình đa giác đối xứng, dưới tường thì là hàng cọc; dưới bè hoặc hộp thì phải cố gắng bố trí men theo đường tim trục của lưới cột, dầm sườn hoặc tường ngăn.

(2) Cọc BTCT đúc sẵn

a) Đặt thép thân cọc

a₁) Mật độ thép: Cọc đóng bằng búa không nhỏ hơn 0,8%, cọc ép không nhỏ hơn 0,5%, cọc ép mà thân cọc nhỏ và dài không nên nhỏ hơn 0,8%.

Trong các trường hợp sau đây, mật độ thép phải nâng cao tới 1%-2%:

- Mũi cọc phải xuyên qua lớp đất rắn có độ dày nhất định;
- Tỷ số dài đường kính L/D của cọc lớn hơn 60;
- Cọc bố trí dày trên một khoảng lớn.

Khi L/D lớn hơn hoặc bằng 80, khả năng chịu lực của cọc đơn rất lớn mà số lượng cọc dưới đài rất ít hoặc là cọc chỉ có 1 hàng, thì mật độ thép phải được tăng thêm

a₂) Đường kính và số thanh

Đường kính cốt dọc không nên nhỏ hơn 14mm, khi bề rộng hoặc đường kính cọc lớn hơn 350mm thì số thanh không dưới 8.

a₃) Các trường hợp sau đây nên đặt thép tăng thêm

- Khi dùng 1-2 cây cọc và hàng cọc đơn, nếu có tải trọng lệch tâm thì phải tăng thêm đặt thép ở phần đầu thân cọc.
- Khi thân cọc chỉ đặt thép theo ứng suất cầu cọc thì phải tăng thêm đặt thép ở vùng móc cầu.

b) Bê tông thân cọc

Cường độ bê tông thân cọc không thấp hơn C30. Độ dày lớp bảo vệ cốt thép dọc không nhỏ hơn 30mm.

c) Mối nối của cọc

Số lượng đầu nối của cọc không nên quá hai. Khi trong tầng nông có tồn tại tầng đất khó

xuyên qua dày trên 3m thì đầu nối phải bố trí ở phía bên dưới của tầng đất ấy.

Mối nối bằng keo có thể sử dụng trong trường hợp dự tính là cọc dễ xuyên vào đất.

Khi tải trọng thiết kế lớn cọc nhỏ và dài, phải xuyên qua tầng đất cứng có độ dày nhất định; trong vùng có động đất hoặc nơi tập trung nhiều cọc thì phải dùng phương pháp nối hàn.

3. Cọc nhồi

Các loại cọc nhồi: Kiểu loại cọc nhồi thường dùng có đường kính $D = 600\sim 1500\text{mm}$, sâu 35 - 60m hoặc hơn.

Yêu cầu cấu tạo của cọc nhồi

Nhà cao tầng có thể dùng loại cọc nhồi khoan lỗ, cọc nhồi đóng mũi tạo lỗ, cọc nhồi ống vách tạo lỗ và cọc nhồi đào lỗ. Đường kính, độ dài, khoảng cách, cường độ bê tông... của cọc nhồi phải phù hợp với các yêu cầu sau đây:

a. Đường kính và chiều dài của cọc nhồi thường phải phù hợp với yêu cầu của tải trọng công trình và điều kiện đất nền;

b. Khoảng cách của cọc nhồi bố trí trong khoảng 2,5 – 3,5d;

c. Cường độ bê tông thân cọc không thấp hơn C15.

Khi đổ bê tông dưới nước không thấp hơn C20.

d. Cấp cường độ bê tông khi dùng làm ống bê tông giữ thành và đào lỗ bằng nhân công, không được thấp hơn C15, khi tính khả năng chịu lực của cọc đơn, không kể đến tác dụng của ống bê tông giữ thành, chỉ lấy đường kính trong d làm đường kính tính toán của cọc.

e. Đặt thép thân cọc nhồi bê tông phải xác định bằng tính toán và phải phù hợp với các yêu cầu sau đây:

- Mật độ đặt thép trong cọc chịu nén dọc trục không nên nhỏ hơn $(0,2 \sim 0,4)\%$, đường kính cốt thép dọc không nên nhỏ hơn 10mm, cốt thép dọc trong cọc chống phải đặt liền suốt chiều dài thân cọc và phải bố trí đều theo chu vi cọc.

- Cọc chịu tác dụng của lực ngang, nội lực thân cọc có thể tính theo phương pháp “m”, độ dài của cốt dọc là $4.0/a$, khi độ dài cọc nhỏ hơn $4.0/a$ phải đặt suốt chiều dài cọc. Trong đó a là hệ số biến dạng của thân cọc, suất đặt cốt thép dọc của cọc không nên nhỏ hơn $(0.4 \sim 0,65)\%$.

- Cọc chống nhổ phải căn cứ vào tính toán để đặt cọc thép chịu kéo theo suốt chiều dài hoặc một phần chiều dài thân cọc, cốt thép dọc phải được bố trí đều theo chu vi

cọc. Đầu nối hàn của cốt thép dọc nhất thiết phải phù hợp với yêu cầu của đầu nối chịu kéo.

- Đường kính cốt đai có thể từ 6 ~ 10mm, khoảng cách có thể 200 ~ 300mm, nên dùng loại cốt đai hàng xoáy ốc hoặc là vòng tròn. Cọc chịu lực ngang thì cốt đai ở phần đầu cọc phải tăng dày thoả đáng. Khi độ dài cốt dọc trên 4m thì cứ cách 2m nên đặt 1 đường cốt thép hàn tăng cường.

- Lớp bê tông bảo vệ cốt thép dọc phải có độ dày không nhỏ hơn 30mm, khi đổ bê tông dưới nước thì lớp bê tông bảo vệ cốt thép không nhỏ hơn 50mm.

4. Đài móng cọc

(1) Cấu tạo đài

Đài của móng cọc đơn, móng bè, móng dầm giao thoa và bản đáy của móng hình hộp phải có cấu tạo liên kết với cọc theo các yêu cầu sau đây:

a. Kích thước cơ bản của đài:

- Khoảng cách từ trung tâm của cọc biên tới mép của đài không nên nhỏ hơn đường kính của cọc, đường kính hoặc chiều dài cạnh bình quân của cọc, khoảng cách tính từ cọc tới mép đài không nên nhỏ hơn 150mm

- Bề rộng bản đáy của đài cọc hai hàng hoặc đài cọc một hàng không nên nhỏ hơn 2 lần đường kính hoặc chiều dài cạnh cọc, cũng không nên nhỏ hơn 600mm, khoảng cách tính từ mép cọc tới mép đài không nên nhỏ hơn 150mm.

- Độ dày của đài móng cọc phải căn cứ vào yêu cầu của kết cấu bên trên để xác định, và độ

dày này tính từ mặt lớp đệm lên không được nhỏ hơn 300mm, khi đài hình côn, độ dày của

mép đài cũng không được nhỏ hơn 300mm.

b. Yêu cầu đối với bê tông và đặt thép đài:

Cấp cường độ bê tông không được thấp hơn C15; đường kính cốt thép dọc trong dầm đài không nên nhỏ hơn 12mm, đường kính cốt đứng không nên nhỏ hơn 10mm, đường kính cốt đai không nhỏ hơn 8mm. Đài có dạng bản nên dùng cốt thép chịu lực đường kính tương đối nhỏ, nhưng không dưới 10mm, khoảng cách không nên lớn hơn 200mm, cũng không nên nhỏ hơn 100mm, cốt thép chịu lực ở mặt đáy của đài nên trực tiếp để trên mặt đầu cọc sau khi đầu cọc đã được làm phẳng theo đúng cốt thiết kế.

c. Yêu cầu liên kết cọc với đài hoặc với bản đáy của móng hộp:

Độ dài phần đầu cọc ngàm vào trong đài hoặc bản đáy của móng hộp không nên nhỏ hơn 50mm. Độ dài cốt thép dọc của cọc kéo vào đài hoặc vào bản đáy của móng hộp lấy theo độ dài neo giữ khi chịu kéo.

d. Độ dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép đài:

Độ dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép đài không nhỏ hơn 50mm, khi có lớp đệm bê tông thì lớp bảo vệ cốt thép ở bên dưới có thể giảm xuống còn 30mm.

(2) Vị trí dầm kéo của đài cọc

a. Đài cọc phải làm dầm kéo theo 2 chiều vuông góc với nhau, đài cọc đôi phải làm dầm kéo theo chiều ngắn của đài.

b. Mặt đáy của dầm kéo đài nên cùng cốt với mặt đáy của đài. Chiều cao của dầm kéo phải được xác định theo tính toán và không được nhỏ hơn $1/15$ khoảng cách trung tâm giữa các đài liền kề, bề rộng không nên nhỏ hơn 200mm. Tiết diện nhỏ nhất của cốt thép dọc chịu kéo của dầm kéo có thể xác định bằng cách lấy $1/10$ lực trục lớn nhất của cột mà nó liên kết để làm lực kéo, nhưng không được nhỏ hơn bên trên và bên dưới mỗi bên 2 thanh đường kính 14mm. Đường kính cốt đai không nên nhỏ hơn 8mm, khoảng cách không nên lớn hơn 300mm.

c. Có thể lợi dụng dầm móng đỡ tường bê tông cốt thép hoặc dầm kéo móng khi có thiết kế chống động đất để làm dầm kéo cho đài.

d. Khi thiết kế dầm kéo phải kể đến ảnh hưởng của mômen uốn và mômen xoắn lệch tâm do sai số của vị trí cọc trong thi công gây ra.

(3) Vấn đề tính toán chịu cắt của bản đáy móng cọc bè và cọc hộp

Trong các quy trình, quy phạm hiện hành và một số tài liệu thiết kế có liên quan đều đã nói về yêu cầu cấu tạo và việc tính toán chống chọc thủng, chống cắt và cường độ mặt cắt thẳng...Đặc biệt là tài liệu số đã giới thiệu tương đối chi tiết về tính toán chọc thủng và cắt kéo bản đáy móng cọc bè, cọc hộp dưới tác động của tải trọng đứng. Cần nhấn mạnh là, khi mômen uốn M ở đầu cọc rất lớn mà bản đáy lại không đủ độ dày thì mômen gây ra ứng suất cắt ở bản đáy có thể rất lớn, sau khi cộng tác dụng với ứng suất cắt do lực đứng N nữa thì việc kiểm tra cường độ của nó phải được đặc biệt coi trọng.

PGS. TS Nguyễn Bá Kế

(Nguồn tin: T/C Người Xây dựng, số 1/2006)