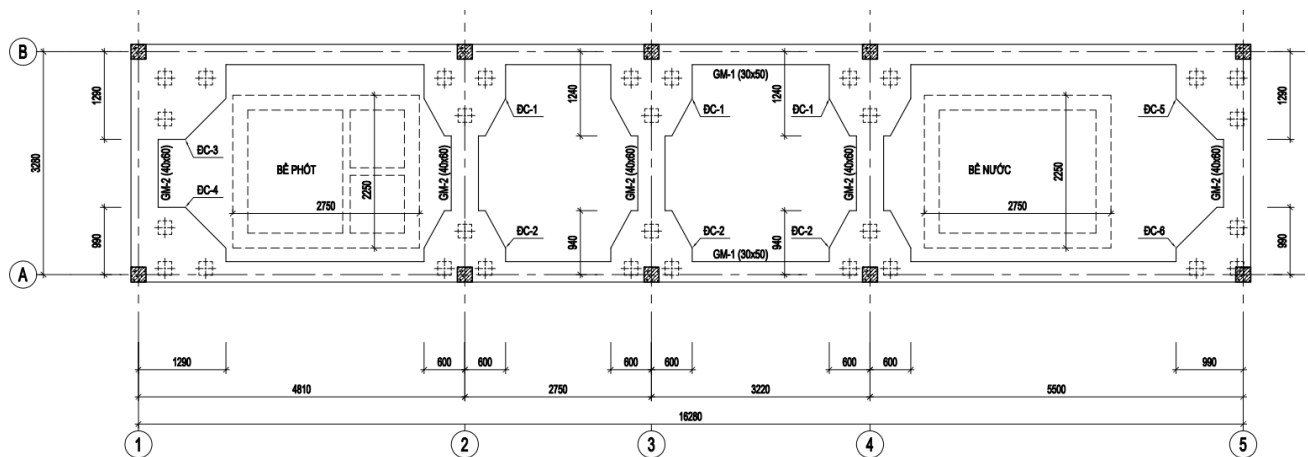


THIẾT KẾ MÓNG CỌC NHÀ DÂN

Bài viết này dành cho các kỹ sư trẻ mới ra trường, khi các bạn đối diện với yêu cầu thiết kế kết cấu nhà dân (hay nhà ở gia đình) - một bài toán phi lý thuyết nhất và cũng thực tế nhất. Tại sao có những ô sàn chỉ đặt một lớp thép? tại sao có những chiếc cột tính thể nào cũng không thể có tiết diện bé 220x220 vậy mà thực tế vẫn được xây và vẫn vững chãi như một vị thần? Sự tồn tại của chúng là một khẳng định cho thấy có những thứ chúng ta sẽ phải học nhiều hơn là trên ghế nhà trường, và Kết cấu là một bộ môn bạn sẽ cần nhiều hơn sự tinh tế để khám phá những điều thú vị trong đó, ngoài những con số và công thức vô hồn.

Bài toán thiết kế móng cọc nhà dân dưới đây không chứa nhiều bí ẩn như thế, nhưng cũng là một bài toán nếu bạn lần đầu tiên bắt gặp sẽ có nhiều nghi vấn mà nếu không được hướng dẫn sẽ rất khó tự tìm ra câu trả lời. Hy vọng tài liệu này sẽ giúp ích được cho các bạn.



Ví dụ về mặt bằng móng cọc nhà dân

1. NHỮNG ĐIỀU VƯỚNG MẮC

Không giống như thông thường, có hai vấn đề mà chúng ta phải đối diện khi thiết kế móng cọc nhà dân đó là:

- Không có khảo sát địa chất
- Bài toán đài cọc lệch tâm

Công trình nhà ở gia đình thường không có tài liệu khảo sát địa chất, do đó bạn sẽ băn khoăn rằng làm thế nào có thể thiết kế móng cọc khi không có khảo sát địa chất, vì nếu không có khảo sát địa chất thì làm sao tính được sức chịu tải của cọc, rồi chiều dài của cọc bằng bao nhiêu ?

Bên cạnh đó, nhà dân ở thành phố thường là nhà xây chen (giáp 2 bên và phía sau đều có nhà khác), điều đó làm cho những móng ở biên thường là móng lệch tâm, cột được bố trí sát biên công trình còn

móng giật vào phía trong dẫn đến tâm của móng không trùng với tim cột (vị trí đặc lực) và do đó sinh ra một mô men lệch tâm mà nếu dùng nó để tính móng thì rất khó thỏa mãn.

2. SỨC CHỊU TẢI CỦA CỌC

2.1. Tiết diện cọc

Nhà ở gia đình thường thấp tầng (khoảng 3 ~ 7 tầng), tải trọng truyền xuống móng thường không lớn (khoảng 50 ~ 100 tấn) do đó thông thường cọc sử dụng cho nhà dân là cọc ép có tiết diện 200x200, bê tông cấp độ bền B15 hoặc B20, cốt thép dọc 4D14 nhóm CB300-V, các đoạn cọc dài khoảng 4 ~ 6m. Nếu bạn ghé thăm các công trình nhà ở đang xây dựng có sử dụng móng cọc, bạn sẽ thấy hầu hết đều sử dụng loại cọc này. Bên cạnh đó, máy thi công cho cọc loại này khá đơn giản và có công suất (lực ép) bé, cũng chỉ phù hợp với với loại cọc này. Bạn nên tìm kiếm thêm trên Google về phương pháp ép neo, là phương pháp dùng phổ biến để thi công móng cọc nhà dân.

2.2. Lực ép khi thi công

Cọc ép 200x200 thường có sức chịu tải theo vật liệu khoảng 50T (500kN), khi tải trọng ép lớn hơn giá trị này thì có thể dẫn tới vỡ đầu cọc. Do đó bạn cần lưu ý thông số $P_{max} = 50T$ (giá trị lực ép tối đa khi thi công cọc, bạn cần ghi chú giá trị này trong bản vẽ)

Cọc cần được ép đến lớp đất tốt, khi đó sức kháng của đất tăng lên, và lực ép cũng cần tăng lên thắng sức kháng của đất để có thể ép được cọc xuống. Do đó lực ép khi thi công cọc sẽ phản ánh sức chịu tải của cọc, lẽ dĩ nhiên chúng ta cần cọc làm việc tối đa có thể, cho nên chúng ta cũng cần quy định lực ép tối thiểu khi thi công cọc. Thông thường lực ép tối thiểu khi thi công cọc là $P_{min} = 40T$ (giá trị lực ép tối thiểu để đảm bảo sức chịu tải của cọc như mong muốn).

2.3. Chiều dài cọc

Chiều dài cọc được quyết định sau khi ép thử một cọc tại hiện trường, thông thường nhà thầu ép cọc sẽ ép cho đến khi nào tải trọng ép đạt P_{max} (cọc không xuống được nữa và tải trọng ép tăng dần cho đến P_{max}). Trong bản vẽ cần ghi chú về chiều dài cọc dự kiến, và nói rõ chiều dài cọc sẽ được quyết định khi ép thử 1 cọc tại hiện trường.

Bạn có thể chỉ định chiều dài cọc dự kiến dựa trên kinh nghiệm, hoặc tham khảo địa chất khu vực lân cận. Bạn có thể tìm kiếm để tham khảo các hồ sơ địa chất được cộng đồng kỹ sư upload tại đây:

<https://ketcausoft.com/tracuu/diachat>

2.4. Sức chịu tải của cọc

Sức chịu tải của cọc được lựa chọn căn cứ vào sức chịu tải theo vật liệu và lực ép đầu cọc. Với các chỉ định $P_{\min} = 40T$ và $P_{\max} = 50T$ thì có thể sử dụng giá trị sức chịu tải cực hạn $R_{cu} = 40T$, sức chịu tải thiết kế cho một cọc đơn là $R_{cd} = 20T$

2.5. Chi tiết cọc

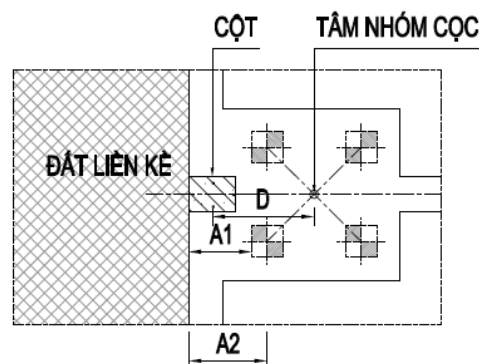
Thông thường cọc tiết diện 200x200 được cung cấp bởi nhà thầu là loại cọc được sử dụng phổ biến, do đó bạn không cần phải thể hiện chi tiết cọc. Bạn có thể tham khảo chi tiết cọc ở một số bản vẽ mẫu tại đây: <https://ketcausoft.com/tailieu>

2.6. Trường hợp khác

Đối với công trình lớn hơn và có tải trọng chân cột lớn hơn, khi đó chúng ta cần dùng đến loại cọc ép có đường kính lớn hơn, hoặc sử dụng cọc khoan nhồi. Nói chung nguyên lý thiết kế các loại cọc ép là giống nhau, vẫn có thể áp dụng nguyên tắc nêu trên để xác định sức chịu tải và chiều dài cọc. Đối với cọc khoan nhồi, do đặc điểm của phương pháp thi công dẫn đến không thể biết được sức chịu tải của cọc dựa vào lực ép như đối với cọc ép, khi đó chúng ta cần yêu cầu chủ đầu tư cung cấp tài liệu khảo sát địa chất, và nếu có thể, cần thực hiện thí nghiệm nén tĩnh để kiểm tra sức chịu tải của cọc.

3. BÀI TOÁN MÓNG CỌC LỆCH TÂM

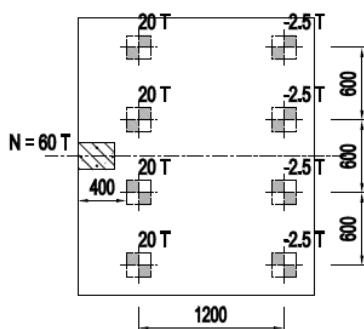
Nhà ở gia đình thông thường là nhà xây chen, cột được bố trí sát biên công trình trong khi móng không được lấn ra ngoài ranh giới, dẫn đến vị trí chân cột (điểm đặt tải trọng) không trùng với tâm của nhóm cọc, như minh họa dưới đây.



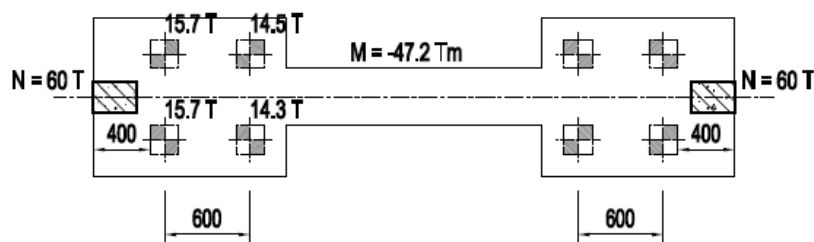
Hình minh họa cho trường hợp móng lệch tâm

Do vị trí tải trọng lệch với tâm nhóm cọc nên phát sinh một mô men lệch tâm tương đương $M_{lt} = N * D$ trong đó N là lực dọc chân cột còn D là độ lệch giữa tâm cột và tâm nhóm cọc. Nếu sử dụng công thức phân phối thông thường của bài toán móng cọc mà không kể đến tác dụng của giằng móng thì

kết quả tính toán sẽ cho ra một bài toán khá tốn kém. Do đó trong trường hợp bài toán lệch tâm, chúng ta cần bố trí giằng móng chống lệch tâm có độ cứng hợp lý để cùng với hệ cọc phân phối lại giá trị mô men lệch tâm ở trên. Các hình ảnh dưới là ví dụ so sánh kết quả tính toán khi có và khi không kể đến tác dụng của giằng móng.



Trường hợp không kể đến tác dụng của giằng móng, số lượng cọc bằng 8 và có một số cọc chịu nhỏ



Trường hợp có kể đến tác dụng của giằng móng, số lượng cọc bằng 4

Bài toán có xét đến giằng móng cần được phân tích bằng phần mềm phần tử hữu hạn chuyên dụng như SAFE, kết quả phân tích cho ta biết được tải trọng đầu cọc lớn nhất và giá trị mô men uốn trong giằng móng để bố trí cốt thép cho giằng móng.

Việc bố trí giằng có kích thước khác nhau cũng như cách bố trí cọc có ảnh hưởng đáng kể đến tải trọng đầu cọc và nội lực trong giằng móng. Bạn có thể xem thêm bài viết phân tích nội dung này tại đây: <https://ketcausoft.com/thuvien/posts/bai-toan-thiet-ke-mong-coc-lech-tam>

4. BÀI TOÁN THIẾT KẾ

Thiết kế móng cọc bao gồm xử lý các bài toán:

- Xác định số lượng cọc và mặt bằng đài cọc
- Xác định chiều cao đài cọc
- Tính toán cốt thép đài cọc và giằng móng

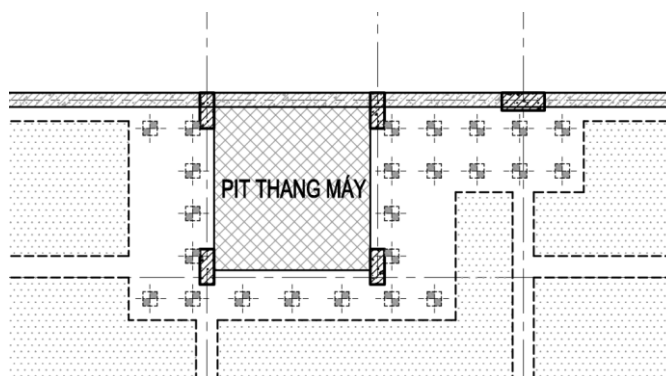
Để xác định số lượng cọc và mặt bằng đài cọc, trước hết chúng ta cần tính sơ bộ số lượng cọc dựa trên tải trọng chân cột và sức chịu tải của cọc theo công thức $n_c \geq N / R_{cd}$; sau đó tiến hành bố trí mặt bằng và kiểm tra tải trọng đầu cọc.

Tải trọng chân cột N được xác định dựa trên mô hình phân tích kết cấu (Etabs, SAP), hoặc được tính gần đúng theo công thức $N = n_s * A_p * p$ trong đó n_s là số tầng, A_p là diện tích chịu tải của cột và p là suất tải trọng trên $1m^2$ sàn. Xem thêm về ví dụ xác định gần đúng tải trọng chân cột trong bài toán móng băng tại đây: <https://ketcausoft.com/thuvien/posts/huong-dan-xac-dinh-so-bo-kich-thuoc-mong-bang>

Chiều cao đài cọc được lựa chọn dựa vào 3 điều kiện: (1) chống chọc thủng đài cọc; (2) cốt thép tính được trong đài cọc ở hàm lượng hợp lý (0.5 ~ 1.5%); và (3) một điều kiện ít được kiểm tra hơn là áp lực đất bị động lên thành đài cọc cân bằng được với lực cắt tại chân cột.

Khi có bài toán lệch tâm, cần đưa vào phần mềm (ví dụ SAFE) để xác định tải trọng đầu cọc, mô men trong đài cọc và trong giằng móng; từ đó các định được cốt thép. Do cốt thép trong đài cọc phụ thuộc chiều cao đài cọc, nên về lý thuyết chúng ta sẽ thực hiện phép thử dần cho đến khi tìm được chiều cao đài cọc mà ở đó tính được hàm lượng cốt thép hợp lý; thông thường chọn chiều cao đài cọc là 700 trừ khi nội lực lớn hơn.

Có một trường hợp nữa cần chú ý là trường hợp nhà có thang máy. Hố pit thang máy thường sâu khoảng 1.2 ~ 1.5m. Vì không muốn đào đất quá sâu có nguy cơ ảnh hưởng đến móng nhà liền kề cũng như lở đất thành hố đào, nên đáy hố pit chỉ có chiều dày khoảng 200mm; dẫn đến đối với đài cọc thang máy, chúng ta nên bố trí cọc ở ngoài phạm vi hố pit để tránh chọc thủng đáy hố pit.



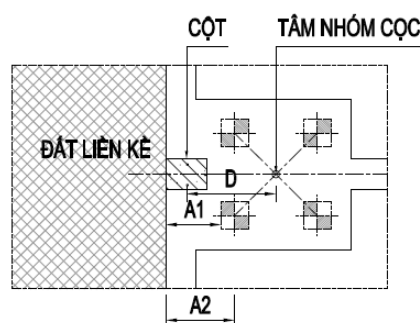
Hình minh họa cho bố trí cọc ở đài thang máy (có hố pit)

5. MỘT SỐ VẤN ĐỀ CẦN BIẾT

5.1. Khoảng cách tối thiểu từ mép cọc đến biên công trình

Chúng ta luôn muốn ép cọc sát biên công trình nhất có thể để giảm độ lệch tâm, nhưng vì thiết bị cần một khoảng thao tác nhất định nên luôn có một khoảng cách tối thiểu giữa mép cọc và biên công

trình. Thông thường với phương pháp ép neo cho cọc tiết diện 200x200 thì khoảng cách này là 400 (khoảng A1 ở hình dưới). Bên cạnh đó cũng cần lường trước được việc nhà bên cạnh cũng sử dụng móng cọc, mà khoảng cách tối thiểu giữa các tim cọc phải đảm bảo điều kiện không ảnh hưởng đến sức kháng của ma sát thành bên, theo tiêu chuẩn thiết kế móng cọc thì khoảng cách này là $3D_c$ (D_c là kích thước cọc). Do đó khoảng cách từ tim cọc đến biên công trình phải đảm bảo lớn hơn $1.5D_c$ (khoảng A2 ở hình dưới) để đảm bảo khoảng cách tim cọc giữa công trình đang xây với công trình liền kề. Bạn cần nắm được vấn đề này để đưa vào mô hình tính toán tránh việc tính thiếu độ lệch tâm.



Hình minh họa cho trường hợp móng lệch tâm

5.2. Phương pháp ép neo và chỉ số áp lực của máy ép

Khi ép cọc xuống, sức kháng của đất sinh ra một phản lực ngược lại đúng bằng lực ép đầu cọc và có xu hướng đẩy hệ ép lên trên. Nhân tố giữ cho hệ ép cân bằng được gọi là đối trọng; đối trọng tạo một lực đủ lớn để giữ cho hệ luôn cân bằng dưới tác dụng của phản lực đầu cọc. Có một số cách để tạo ra đối trọng, trong phương pháp ép neo thì đó là cách sử dụng các mũi neo khoan vào đất và gắn với hệ ép để giữ hệ ép không bị bật lên. Các bạn có thể tìm kiếm trên Google để xem hình ảnh và hiểu rõ hơn về phương pháp này.



Đồng hồ đo áp lực xi lanh

Để kiểm soát lực ép lên đầu cọc người ta thường sử dụng đồng hồ đo áp lực trên xi lanh. Lực ép sẽ bằng: $p * A * n$ trong đó p là áp lực trong xi lanh (chỉ số trên đồng hồ), A là diện tích tiết diện mỗi xi lanh và n là số lượng xi lanh (thông thường máy ép có 2 xi lanh).

Một cách nhanh chóng để xác định lực ép là dựa vào bảng kiểm định của máy ép; thông thường máy ép sẽ có bảng kiểm định ghi thông tin về máy và bảng quy đổi tải trọng ép như hình phía dưới

KẾT QUẢ KIỂM ĐỊNH

(Results of verification)

Giá trị đọc trên phương tiện đo <i>Reading value (Kg/cm²)</i>	Lực đo được trên phương tiện chuẩn <i>Average reading on cal Device (Ton)</i>	Độ lặp lại <i>Repeat (%)</i>
20	10,2	2,59
40	20,3	2,16
60	30,5	1,28
80	40,6	1,12
100	50,8	1,64
120	61,0	1,06
140	71,1	0,60
160	81,3	0,89
180	91,4	0,73
200	101,6	0,68
220	111,8	0,63
240	121,9	0,59
260	132,1	0,55

Kiểm định viên

(Inspector)

Bảng kết quả kiểm định máy ép cho thấy quan hệ giữa chỉ số đo và tải trọng ép

5.3. Ảnh hưởng của công tác thi công đến nhà liền kề

Thực tế đã ghi nhận các trường hợp nhà liền kề (hàng xóm) bị nứt tường khi công trình đang thi công ép cọc. Không thể đánh giá nguyên nhân cũng như nguy cơ tác động, hay khả năng gây ảnh hưởng; tuy nhiên có một biện pháp phòng tránh thường được sử dụng đó là khoan dẫn sau đó ép cọc để tránh bị chèn đất ở các lớp bề mặt.

5.4. Lưu ý lún khi cọc ép quá ngắn

Vì không có khảo sát địa chất nên chúng ta không dự đoán được chiều dài ép cọc; do đó một số trường hợp thực tế cọc chỉ ép được rất ngắn (2 ~ 5m). Chiều dài cọc ngắn dẫn đến kích thước của đáy khối móng quy ước cũng bé (phụ thuộc chiều dài cọc); do đó áp lực gây lún tăng và độ lún cũng sẽ lớn hơn so với khi cọc dài hơn (xem thêm phần lý thuyết tính lún cho móng cọc). Để đề phòng lún công trình và đặc biệt là lún lệch giữa các đài cọc dẫn đến nhà bị nghiêng, nên tăng số lượng cọc lên và mở rộng đài cọc để hạn chế lún cho công trình khi chiều dài cọc quá ngắn.

6. Hồ sơ tham khảo

Bạn có thể download hồ sơ bản vẽ tham khảo tại đây: <https://ketcausoft.com/tailieu/posts/ban-ve-mong-coc-nha-dan>