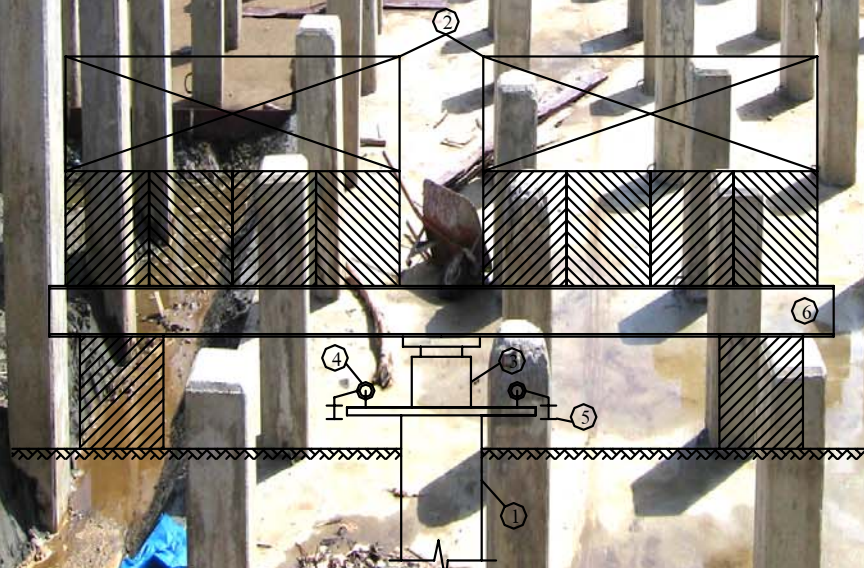




ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA XÂY DỰNG CẦU ĐƯỜNG



BỘ MÔN CƠ SỞ KỸ THUẬT XÂY DỰNG
BÀI GIẢNG
NỀN MÓNG



- 1/ Cọc thí nghiệm
- 2/ Các khối bê tông lam đỡ trong
- 3/ Kích thủy lực
- 4/ Thiên phân ké
- 5/ Dầm gắn TP ké
- 6/ Hệ dầm đỡ tải

LỜI NÓI ĐẦU

Để đáp ứng với yêu cầu đổi mới trong chương trình đào tạo của Trường Đại Học Bách Khoa đối với các ngành Xây dựng Cầu Đường, Xây dựng Dân dụng - Công nghiệp và Xây dựng thủy lợi - Thủy điện thuộc các hệ đào tạo dài hạn và vừa học vừa làm, đồng thời nhân kỷ niệm 30 năm thành lập Trường Đại Học Bách Khoa Đà Nẵng. Bộ môn Cơ sở kỹ thuật Xây dựng khoa Xây dựng Cầu Đường Trường Đại Học Bách Khoa thuộc Đại Học Đà Nẵng cho xuất bản Giáo trình Cơ học Đất.

Cuốn sách này dùng để làm tài liệu phục vụ cho công tác giảng dạy và học tập của sinh viên các ngành Xây dựng, đồng thời có thể làm tài liệu tham khảo cho các Kỹ sư thiết kế Nền- Móng.

Ngày nay, các bài toán Cơ học Đất đã được nghiên cứu phát triển rất nhiều, khối lượng kiến thức về Cơ học Đất rất lớn. Khi biên soạn cuốn sách này, chúng tôi cố gắng nêu lên những vấn đề cơ bản chủ yếu nhất, đồng thời bám sát các tiêu chuẩn hiện hành ở nước ta và giới thiệu các phương pháp đang được áp dụng rộng rãi ở các nước Tây - Âu, để người đọc có thể dễ dàng nắm bắt và thực hành được. Chúng tôi mong rằng ở mức độ ngắn gọn và dễ dàng, cuốn sách này cũng sẽ có ích cho những người đã học Cơ học đất trước đây hoặc đang nghiên cứu về Cơ học đất, nó sẽ củng cố lại các kiến thức Cơ học đất so với những tài liệu cũ đã giới thiệu.

Khi biên soạn nội dung chương VI, các tác giả có kết hợp sử dụng chọn lọc nhiều nội dung trong cuốn (Thí nghiệm đất hiện trường và ứng dụng phân tích Nền Móng) của GS.TS. Vũ Công Ngữ - ThS. Nguyễn Thái do Nhà Xuất bản Khoa học và kỹ thuật xuất bản năm 2003. Nội dung các chương khác được tham khảo theo nhiều giáo trình được liệt kê tại mục các tài liệu tham khảo.

Các tác giả xin được gửi gắm vào cuốn giáo trình này lòng biết ơn sâu sắc đối với các thầy đã giúp cho các tác giả có được thành quả ngày hôm nay:

GS.TS. Vũ Công Ngữ, GS.TS. Dương Học Hải, TS. Hoàng Truyền, TS. Nguyễn Hùng Sơn. Đồng thời các tác giả cũng xin chân thành cảm ơn tập thể cán bộ khoa Xây dựng Cầu đường, Trường Đại Học Bách Khoa - Đại Học Đà Nẵng đã giành cho các tác giả sự quan tâm, giúp đỡ có hiệu quả để cuốn giáo trình hoàn thành và sớm ra mắt bạn đọc.

Do Cơ học đất đã phát triển quá nhanh trong thời gian qua, do kinh nghiệm và kiến thức có hạn, nên chắc chắn bản thân những người viết đã không thể nắm được đầy đủ những diễn giải hay, những kết quả tốt của nó, nên không thể tránh khỏi các thiếu sót. Mong các bạn đồng nghiệp trong chuyên ngành chỉ dẫn cho. Mọi sự góp ý về nội dung cuốn sách sẽ được tiếp nhận với lòng biết ơn.
Địa chỉ góp ý gửi về: Bộ môn Cơ sở kỹ thuật Xây dựng khoa Xây dựng Cầu đường.

Trường Đại Học Bách Khoa - Đại Học Đà Nẵng
54 Nguyễn Lương Bằng - Quận Liên Chiểu - TP Đà Nẵng
Email: xdcauduong@yahoo.com

Các tác giả.

CHƯƠNG I. MỘT SỐ VẤN ĐỀ CƠ BẢN TRONG THIẾT KẾ NỀN MÓNG

§1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

1.1. Móng

Móng là bộ phận chịu lực đặt thấp nhất, là kết cấu cuối cùng của nhà hoặc công trình. Nó tiếp thu tải trọng công trình và truyền tải trọng đó lên nền đất dưới đáy móng.

1.2. Mặt móng

Bề mặt móng tiếp xúc với công trình bên trên (chân cột, chân tường) gọi là mặt móng. Mặt móng thường rộng hơn kết cấu bên trên một chút để tạo điều kiện cho việc thi công cấu kiện bên trên một cách dễ dàng.

1.3. Gò móng

Phần nhô ra của móng gọi là gờ móng, gờ móng được cấu tạo để đề phòng sai lệch vị trí có thể xảy ra khi thi công các cấu kiện bên trên, lúc này có thể xô dịch cho đúng thiết kế.

1.4. Đáy móng

Bề mặt móng tiếp xúc với nền đất gọi là đáy móng. Đáy móng thường rộng hơn nhiều so với kết cấu bên trên. Sở dĩ như vậy bởi vì chênh lệch độ bền tại mặt tiếp xúc móng - đất rất lớn (từ 100 - 150 lần), nên mở rộng đáy móng để phân bố lại ứng suất đáy móng trên diện rộng, giảm được ứng suất tác dụng lên nền đất.

* *Khái niệm về áp lực đáy móng:*

Áp lực do toàn bộ tải trọng công trình (bao gồm cả trọng lượng bản thân móng và phần đất trên móng), thông qua móng truyền xuống đất nền gọi là áp lực đáy móng.

$$\text{Công thức: } \sigma_d^{tb} = \frac{N + G}{a \times b} \quad (1.1)$$

Trong đó:

N - Tổng tải trọng thẳng đứng tính đến mặt đỉnh móng.

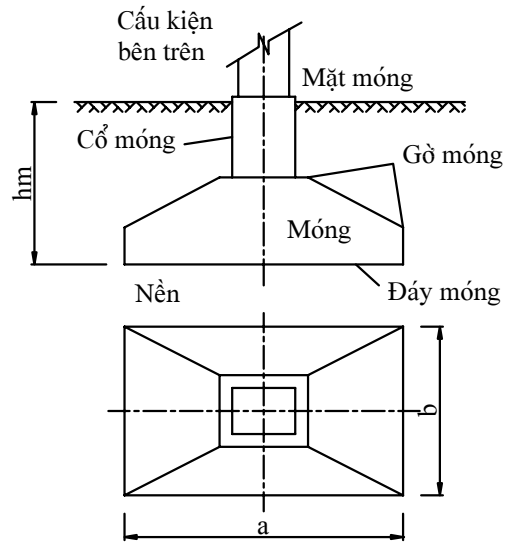
G - Trọng lượng của vật liệu móng và phần đất nằm trên móng.

* *Khái niệm về phản lực nền:*

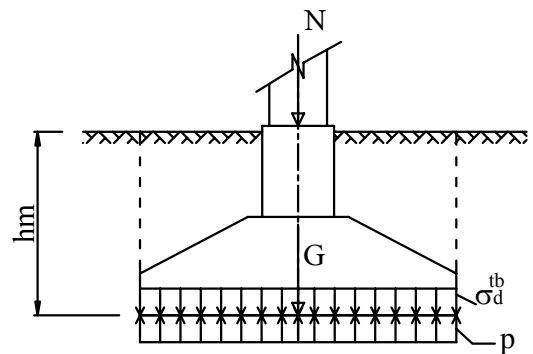
Khi chịu tác dụng của áp lực đáy móng, nền đất dưới đáy móng cứng xuất hiện phản lực nền, có cùng trị số nhưng ngược chiều với áp lực đáy móng.

$$\text{Công thức: } p = \sigma_d^{tb} = \frac{N + G}{a \times b} \quad (1.2)$$

Việc tính toán phản lực nền có ý nghĩa rất lớn cho việc tính toán độ bền, ổn định của móng sau này.



Hình 1.1 Nền và móng



Hình 1.2: Áp lực đáy móng và phản lực nền

1.5. Nền

Nền là phần đất nằm dưới đáy móng, tiếp thu tải trọng từ móng truyền xuống. Người ta phân nền làm hai loại:

+ Nền thiên nhiên: Là nền khi xây dựng công trình, không cần biện pháp nào để xử lý về mặt vật lý và cơ học của đất.

+ Nền nhân tạo: Là loại nền khi xây dựng cần dùng các biện pháp nào đó để cải thiện, làm tăng cường khả năng chịu tải của đất nền.

1.6. Ý nghĩa của công tác thiết kế nền móng

Khi tính toán thiết kế và xây dựng công trình, cần chú ý và cố gắng làm sao đảm bảo thỏa mãn ba yêu cầu sau:

1- Bảo đảm sự làm việc bình thường của công trình trong quá trình sử dụng.

2- Bảo đảm cường độ của từng bộ phận và toàn bộ công trình.

3- Bảo đảm thời gian xây dựng ngắn nhất và giá thành rẻ nhất.

Với yêu cầu thứ nhất thì nếu công trình có độ lún, hoặc lún lệch, hoặc chuyển vị ngang quá lớn thì công trình không thể làm việc bình thường, ngay cả khi nó chưa bị phá hủy.

Với yêu cầu thứ hai: Cường độ công trình ngoài việc phụ thuộc vào cường độ bản thân kết cấu, móng, còn phụ thuộc rất lớn vào cường độ của đất nền dưới đáy công trình. Do vậy công tác khảo sát, thiết kế và tính toán nền phải chặt chẽ và chính xác để đảm bảo an toàn cho công trình.

Với yêu cầu thứ ba: thì việc tính toán, thiết kế và chọn biện pháp thi công hợp lý có ảnh hưởng rất lớn đến thời gian thi công công trình. Thông thường việc thi công nền móng thường mất nhiều thời gian, do vậy yêu cầu này cần được thể hiện tính hợp lý và chặt chẽ.

Giá thành xây dựng nền móng thường chiếm 20-30% giá thành công trình (đối với công trình dân dụng). Với công trình cầu, thủy lợi tỷ lệ đó có thể đến 40-50%.

Kinh nghiệm thực tiễn cho thấy hầu hết các công trình bị sự cố đều do giải quyết chưa tốt các vấn đề về thiết kế nền móng. Do vậy, việc nghiên cứu, tính toán, thiết kế nền và móng một cách toàn diện có ý nghĩa rất quan trọng đối với người kỹ sư thiết kế nền móng.

§2. PHÂN LOẠI MÓNG VÀ PHẠM VI SỬ DỤNG

2.1. Phân loại theo vật liệu:

Thông thường sử dụng các loại vật liệu để làm móng như sau: Gạch, đá hộc, đá, bê tông, bê tông cốt thép ...

+ Móng gạch: Sử dụng cho các loại móng mà công trình có tải trọng nhỏ, nền đất tốt, sử dụng ở nơi có mực nước ngầm sâu.

+ Móng đá hộc: Loại móng này có cường độ lớn, sử dụng ở những vùng có sẵn vật liệu.

+ Móng gỗ: Cường độ nhỏ, tuổi thọ ít, ít được sử dụng, thường sử dụng cho các công trình tạm thời, hoặc dùng để xử lý nền đất yếu.

+ Móng thép: Ít được sử dụng để làm móng vì thép dễ bị gỉ do nước trong đất và nước ngầm xâm thực.

+ Móng bê tông và bê tông cốt thép: Cường độ cao, tuổi thọ lâu, được sử dụng rộng rãi trong xây dựng công trình. Với loại móng này yêu cầu bê tông Mác ≥ 200 .

2.2. Phân loại theo cách chế tạo móng:

Theo cách chế tạo móng người ta phân ra hai loại: móng đổ toàn khối và móng lắp ghép.

+ Móng đổ toàn khối: Thường sử dụng vật liệu là bê tông đá hộc, bê tông và bê tông cốt thép, loại móng này được sử dụng nhiều.

+ Móng lắp ghép: Các cấu kiện móng được chế tạo sẵn, sau đó mang đến công trường để lắp ghép. Loại móng này được cơ giới hoá, chất lượng tốt tuy nhiên ít được sử dụng vì việc vận chuyển khó khăn.

2.3. Phân loại theo đặc tính tác dụng của tải trọng:

Theo đặc tính tác dụng của tải trọng người ta phân thành móng chịu tải trọng tĩnh và móng chịu tải trọng động:

+ Móng chịu tải trọng tĩnh: Móng nhà, công trình chịu tải trọng tĩnh.

+ Móng chịu tải trọng động: Móng công trình cầu, móng máy, móng cầu trục...

2.4. Phân loại theo phương pháp thi công:

Theo phương pháp thi công người ta phân thành móng nông và móng sâu:

* **Móng nông:** Là móng xây trên hố móng đào trần, sau đó lấp lại, độ sâu chôn móng từ $1.2 \div 3.5\text{m}$.

Móng nông sử dụng cho các công trình chịu tải trọng nhỏ và trung bình, đặt trên nền đất tương đối tốt (nền đất yếu thì có thể xử lý nền). Thuộc loại móng nông người ta phân ra các loại sau:

+ Móng đơn: Sử dụng dưới chân cột nhà, cột điện, móng trụ cầu...

+ Móng băng: Sử dụng dưới các tường chịu lực, tường phụ hoặc các hàng cột, móng các công trình tường chắn.

+ Móng bản (móng bè): Thường sử dụng khi nền đất yếu, tải trọng công trình lớn, hoặc công trình có tầng hầm.

* **Móng sâu:** Là loại móng khi thi công không cần đào hố móng hoặc chỉ đào một phần rồi dùng phương pháp nào đó hạ, đưa móng xuống độ sâu thiết kế. Thường sử dụng cho các công trình có tải trọng lớn mà lớp đất tốt nằm ở tầng sâu.

Móng sâu gồm có các loại sau:

+ **Móng giếng chìm:** là kết cấu rỗng bên trong, vỏ ngoài có nhiệm vụ chống đỡ áp lực đất và áp lực nước trong quá trình hạ và tạo trọng lượng thắng ma sát. Sau khi hạ đến độ sâu thiết kế thì người ta lấp đầy (hoặc một phần) bê tông và phần rỗng. Sơ đồ thi công móng giếng chìm tự trọng như hình vẽ (1.3).

Việc lấy đất dưới đáy giếng có thể bằng nhân công để đào đất và đưa lên trên, ngoài ra có thể dùng vòi xói áp lực lớn để xói đất và hút cả đất và nước ra ngoài, hạ giếng xuống cao độ thiết kế.

* **Ưu điểm:**

- Móng có kích thước lớn, khả năng chịu tải rất lớn.

- Thi công thiết bị đơn giản.

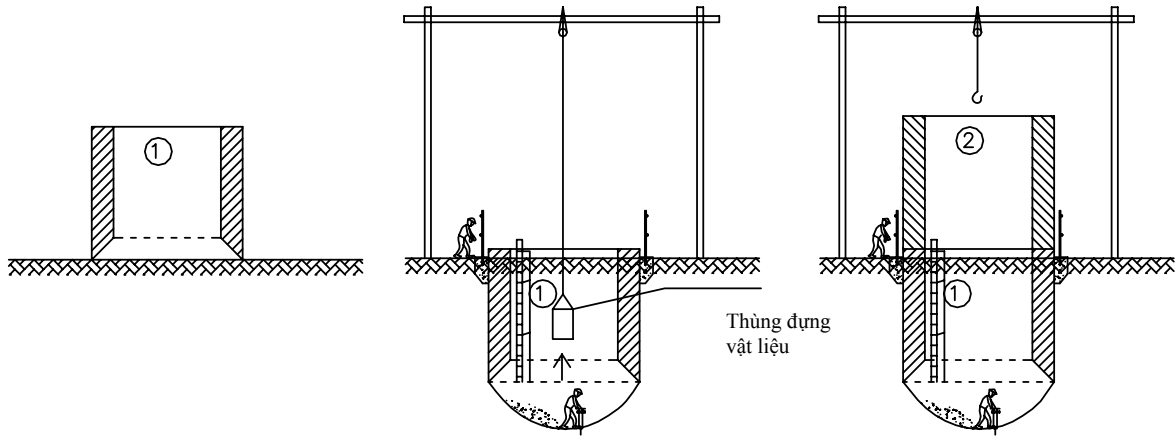
* **Nhược điểm:**

- Không phù hợp khi nước ngầm lớn hoặc có nước mặt.

- Năng suất không cao.

-Thời gian thi công lâu.

Nhận xét: Móng giếng chìm phù hợp khi xây dựng móng cầu lớn và điều kiện thi công phù hợp. Tuy nhiên cần cân nhắc giữa các phương án móng sâu để đáp ứng yêu cầu về tiến độ thi công và năng suất lao động.



1. Đúc đợt đầu tiên

2. Đào hạ giếng

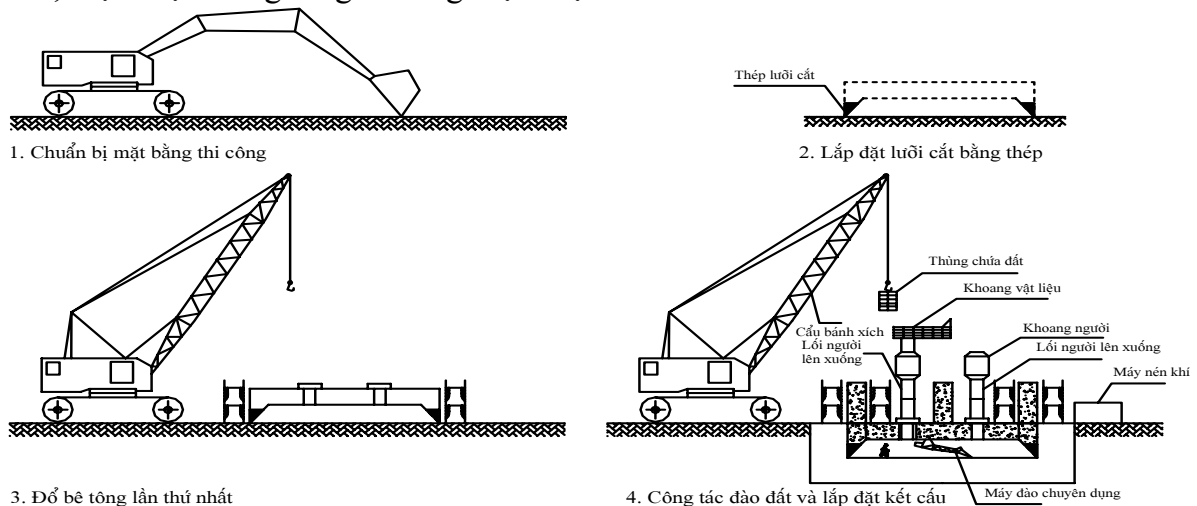
3. Đúc đợt thứ 2

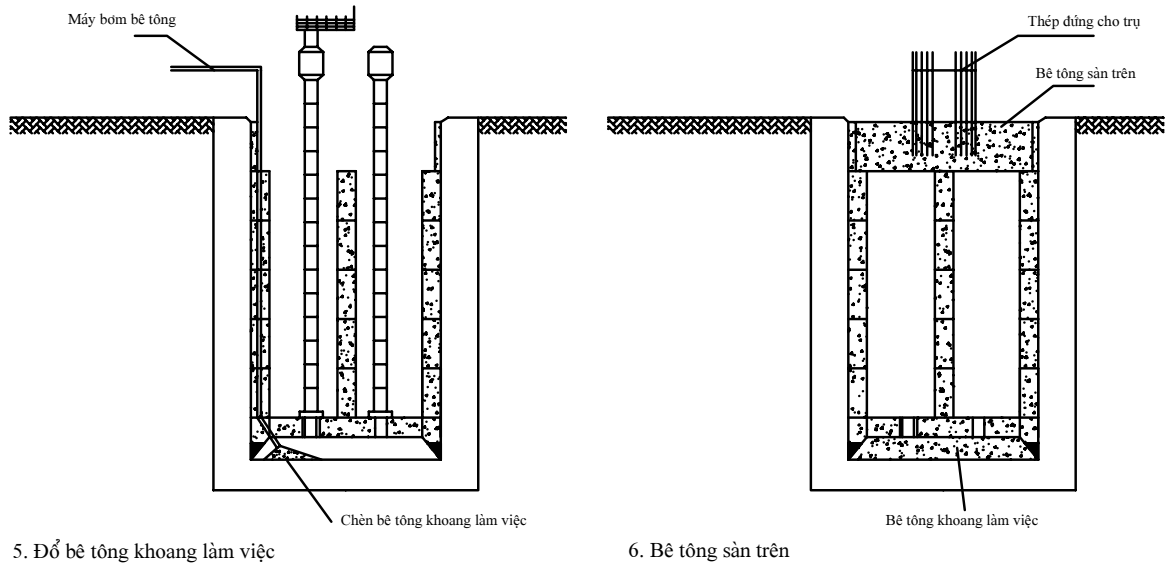
Hình 1.3. Sơ đồ hạ giếng chìm

+ Móng giếng chìm hơi ép:

Khi gặp điều kiện địa chất thủy văn phức tạp người ta thay móng giếng chìm bằng móng giếng chìm hơi ép. Nguyên tắc làm việc của nó là dùng khí nén vào buồng kín của giếng để nhờ sức ép của khí đó mà nước bị đẩy ra ngoài tạo điều kiện khô ráo để công nhân đào đất. Sơ đồ thi công Giếng chìm hơi ép như trên hình (1.4).

Sau khi hoàn thành công tác tạo mặt bằng thi công, lưới cắt bằng thép được lắp trực tiếp trên nền và đúng vị trí. Phần trong của lưới cắt được đổ đầy cát và công tác đổ bê tông khoang làm việc được thực hiện. Việc lắp đặt các thiết bị và đổ bê tông tường cho Giếng cùng với công tác đào đất được thực hiện đồng thời. Sau khi hoàn thành công việc thi công tường giếng, nắp Giếng (sàn trên) được xây dựng và phía trong khoang làm việc được bơm đầy bê tông. Khả năng chịu tải của đất đá trực tiếp dưới đáy của Giếng được khẳng định bằng thí nghiệm kiểm tra khả năng chịu tải bằng tấm nén, thực hiện trong lòng khoang thực hiện.





5. Đổ bê tông khoang làm việc

6. Bê tông sàn trên

Hình 1.4 Trình tự hạ móng Giếng chìm hơi ép

Đánh giá ưu – nhược điểm:

* *Ưu điểm:*

- Vững chắc, chịu tải lớn
- Ít ảnh hưởng đến môi trường.
- Hiệu quả kinh tế cao.
- Thời gian thi công ngắn.
- Độ tin cậy cao.

* *Nhược điểm:*

Việc thi công móng ảnh hưởng nhiều đến sức khỏe của công nhân khi đào giếng trong điều kiện áp suất cao. Cần nghiên cứu để phát huy những ưu nhược điểm và hạn chế thấp nhất ảnh hưởng đến sức khỏe người lao động, có thể chế tạo robot đào trong giếng là hợp lý nhất, vừa hiệu quả vừa không ảnh hưởng đến sức khỏe con người.

Nhận xét: Với những ưu khuyết điểm như trên, móng giếng chìm hơi ép phù hợp khi làm móng cho các công trình cầu lớn, các trụ tháp cầu dây văng, cầu treo dây văng nhịp lớn, đóng các mỏ neo cầu treo chịu lực nhỏ lớn ... Tuy nhiên cần khắc phục ảnh hưởng đến sức khỏe người lao động như đã nêu.

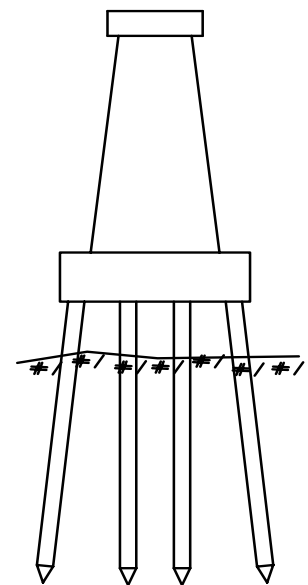
+ *Móng cọc:* Gồm các cọc riêng rẽ, hạ xuống đất và nối với nhau bằng đài cọc.

Móng cọc sử dụng các loại vật liệu như: Gỗ, thép, bê tông và bê tông cốt thép.

Thường sử dụng cho các công trình chịu tải trọng lớn, công trình trên nền đất yếu như mỏ trụ cầu, cầu cảng, bờ kè...

Thuộc loại móng cọc có nhiều loại, ở đây dựa vào phương pháp thi công ta chia thành các loại sau: (Đối với cọc bê tông cốt thép)

- Cọc bê tông cốt thép đúc sẵn: Loại cọc này được chế tạo



Hình 1.5: Móng cọc trong trụ cầu

sẵn trên các bãi đúc, tiết diện từ 20x20cm đến 40x40cm, sau đó hạ cọc bằng phương pháp đóng hoặc ép.

- Cọc bê tông cốt thép đổ tại chỗ (cọc khoan nhồi): Dùng máy khoan để tạo lỗ sau đó đưa lồng thép vào và nhồi bê tông vào lỗ. Cọc có đường kính nhỏ nhất $d=60\text{cm}$, lớn nhất có thể đạt $d=2.5\text{m}$. Chiều sâu hạ cọc đến hơn 100m.

§3. KHÁI NIỆM VỀ TÍNH TOÁN NỀN MÓNG THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN

3.1. Khái niệm về trạng thái giới hạn:

Trạng thái giới hạn là trạng thái ứng với khi công trình không ở điều kiện sử dụng bình thường (võng quá lớn, biến dạng lớn, nứt quá phạm vi cho phép, mất ổn định) hoặc bị phá hoàn toàn.

Theo quy phạm mới, việc tính toán nền móng theo 3 trạng thái giới hạn (TTGH)

+ Trạng thái giới hạn 1: Tính toán về cường độ ổn định của nền và móng.

+ Trạng thái giới hạn 2: Tính toán về biến dạng, lún của nền móng.

+ Trạng thái giới hạn 3: Tính toán về sự hình thành và phát triển khe nứt (chỉ sử dụng cho tính toán kết cấu móng).

3.2. Khái niệm về tính toán móng theo TTGH:

Như mọi kết cấu chịu lực khác, kết cấu móng có thể phải tính toán thiết kế theo ba trạng thái giới hạn: trạng thái giới hạn thứ nhất, thứ hai và thứ ba.

Ngoài ra, vì móng làm việc chung với nền cho nên có thể xảy ra một dạng phá hỏng khác là móng bị lật đổ hoặc trượt trên nền. Khi bị mất ổn định như thế, móng không còn làm việc được nữa, công trình bị bị hỏng mặt dù bản thân móng không đạt tới TTGH nào trong 3 TTGH kể trên. Do vậy khác với kết cấu chịu lực khác, ngoài 3 TTGH thông thường, móng còn có thể tính theo TTGH về ổn định (lật đổ và trượt) trên nền.

- Những móng chịu tải trọng ngang lớn mà lực thẳng đứng nhỏ (Như các tường chắn đất, móng neo...) thì phải tính theo TTGH về ổn định trên nền.

- Móng bản đáy của các bể chứa vật liệu lỏng, móng đặt trong môi trường có tính ăn mòn mạnh phải tính theo TTGH3.

- Những móng dạng tấm mỏng, biến dạng lớn thì phải tính theo TTGH2.

- Tất cả các loại móng đều phải tính toán theo TTGH1. Đối với móng của hầu hết các nhà Dân dụng và Công nghiệp thì chỉ cần thiết kế và tính toán theo TTGH1 mà thôi.

3.3. Khái niệm về tính toán nền theo TTGH

Không như những kết cấu chịu lực làm bằng những vật liệu khác, nền đất chỉ có hai TTGH: Trạng thái giới hạn thứ nhất (về cường độ) và TTGH thứ hai (về biến dạng). TTGH thứ ba về sự hình thành và phát triển khe nứt) không có ý nghĩa đối với nền đất.

3.3.1. Tính toán nền theo TTGH1:

Theo TCXD 45-70, đối với các loại nền sau:

- Các nền đất sét rất cứng, cát rất chặt, đất nửa đá và đá.(1)

- Các nền đặt móng thường xuyên chịu tải trọng ngang với trị số lớn (Tường chắn, đê chắn...)

- Các nền trong phạm vi mái dốc (Ở trên hay ngay dưới mái dốc) hoặc lớp đất mềm phân bố rất dốc thì phải tính toán thiết kế theo TTGH1.

- Các nền đất thuộc loại sét yếu bão hòa nước và than bùn.

Các nền đất (1) chỉ biến dạng rất nhỏ dưới tác dụng của tải trọng công trình, ngay cả khi tải trọng đạt đến tải trọng cực hạn phá hỏng nền đất thì biến dạng vẫn còn bé. Do vậy những loại nền này khi chịu tác dụng của tải trọng, sẽ dẫn tới TTGH1 trước khi xuất hiện TTGH2.

Công thức kiểm tra:

$$N \leq \frac{\Phi}{K_{at}} \quad (1.3)$$

Trong đó: N - Tải trọng ngoài tác dụng lên nền trong trường hợp bất lợi nhất.

Φ - Sức chịu tải của nền theo phương của lực tác dụng.

K_{at} - Hệ số an toàn, phụ thuộc loại nền và tính chất của tải trọng, công trình, do cơ quan thiết kế quy định.

3.3.2. Tính toán nền theo TTGH2

Việc tính toán nền theo TTGH2 được áp dụng cho tất cả các loại nền trừ các loại nền nêu ở (1). Mục đích của việc tính toán là khống chế biến dạng tuyệt đối và chuyển vị ngang của nền không vượt quá giới hạn cho phép, đảm bảo điều kiện làm việc bình thường của công trình.

Các điều kiện: $S < [S]$
 $\Delta S < [\Delta S]$
 $U < [U]$ (1.4)

Trong đó: S, ΔS , U - chuyển vị lún, lún lệch và chuyển vị ngang do tải trọng gây ra.

[S], $[\Delta S]$, [U] - chuyển vị lún, lún lệch và chuyển vị ngang giới hạn.

3.4. Các loại tải trọng và tổ hợp tải trọng

3.4.1. Các loại tải trọng

3.4.1.1. Tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời

Tải trọng thường xuyên: Là tải trọng tác dụng trong suốt thời gian thi công và sử dụng công trình: Trọng lượng bản thân kết cấu, áp lực đất, áp lực nước...

Tải trọng tạm thời: Chỉ xuất hiện trong một thời kỳ nào đó trong thi công hoặc sử dụng công trình, sau đó giảm dần hoặc mất hẳn.

Tuỳ theo thời gian tồn tại, người ta phân tải trọng tạm thời thành:

+ Tải trọng tạm thời tác dụng lâu dài (dài hạn): Trọng lượng thiết bị, vật liệu chứa...

+ Tải trọng tạm thời tác dụng ngắn hạn: Trọng lượng người, xe máy thi công, tải trọng gió, áp lực sóng...

+ Tải trọng tạm thời đặc biệt: Xuất hiện trong trường hợp rất đặc biệt khi thi công hoặc khi sử dụng công trình (động đất, sự cố công trình...)

3.4.1.2. Tải trọng tiêu chuẩn và tải trọng tính toán

Tải trọng tác dụng lên công trình được phân thành tải trọng tiêu chuẩn và tải trọng tính toán:

+ Tải trọng tiêu chuẩn: Là tải trọng lớn nhất, không gây trở ngại, làm hư hỏng và không làm ảnh hưởng đến sự làm việc bình thường khi sử dụng cũng như khi sửa chữa công trình.

+ Tải trọng tính toán: Tải trọng đã xét đến khả năng có thể xảy ra sự khác nhau giữa tải trọng thực và tải trọng tiêu chuẩn về phía không có lợi cho sự làm việc bình thường của công trình.

Tải trọng tính toán được xác định bằng cách nhân tải trọng tiêu chuẩn với hệ số vượt tải tương ứng:

$$N^{tt} = n \cdot N^{tc} \quad (1.5)$$

Với n là hệ số vượt tải, lấy như sau:

Trọng lượng bản thân các loại vật liệu: $n=1,1$.

Trọng lượng các lớp đất đắp, lớp cách âm cách nhiệt ... $n=1,2$.

Trọng lượng các thiết bị kỹ thuật (kể cả trọng lượng vật liệu chứa trong thiết bị khi nó hoạt động) lấy $n=1,2$.

Trọng lượng thiết bị vận chuyển: $n=1,3$.

3.4.2. Các tổ hợp tải trọng

Khi tính toán cần xét các tổ hợp tải trọng sau:

+ Tổ hợp tải trọng chính: (tổ hợp cơ bản): Bao gồm các tải trọng thường xuyên, các tải trọng tạm thời dài hạn và một trong các tải trọng tạm thời ngắn hạn.

+ Tổ hợp tải trọng phụ: (Tổ hợp bổ sung): Bao gồm các tải trọng thường xuyên, các tải trọng tạm thời dài hạn và hai hoặc nhiều hơn hai tải trọng tạm thời ngắn hạn.

+ Tổ hợp tải trọng đặc biệt: Bao gồm các tải trọng thường xuyên, các tải trọng tạm thời dài hạn, một số tải trọng tạm thời ngắn hạn và tải trọng đặc biệt.

* Việc tính toán nền móng theo biến dạng tiến hành với tổ hợp chính (tổ hợp cơ bản) của các tải trọng tiêu chuẩn.

* Việc tính toán nền móng theo cường độ và ổn định tiến hành với tổ hợp chính, tổ hợp phụ hoặc tổ hợp đặc biệt của các tải trọng tính toán.

3.5. Các hệ số tính toán

Khi tính toán nền móng theo trạng thái giới hạn, người ta thường dùng các hệ số sau đây:

+ Hệ số vượt tải n : Dùng để xét tới sự sai khác có thể xảy ra của tải trọng trong quá trình thi công và sử dụng công trình. Tùy loại công trình mà người ta quy định hệ số vượt tải là bao nhiêu. Tùy theo tính chất tác dụng của tải trọng tác động lên công trình mà n có thể lớn hơn hoặc bé hơn 1.

+ Hệ số đồng nhất K : Dùng để xét tới khả năng phân tán cường độ của đất tại các điểm khác nhau trong nền do tính chất phân tán về các chỉ tiêu cơ học gây ra. Vì đất có tính đồng nhất kém nên K thường bé hơn 1.

+ Hệ số điều kiện làm việc m : Dùng để xét tới điều kiện làm việc thực tế của nền đất. Tùy điều kiện cụ thể mà m có thể lớn hơn hoặc bé hơn 1. Hệ số điều kiện làm việc xác định theo các số liệu thực nghiệm.

§4. CÁC TÀI LIỆU CẦN THIẾT ĐỂ THIẾT KẾ NỀN MÓNG

Trước khi thiết kế nền móng của công trình nào đó, người thiết kế phải có các tài liệu cơ bản sau đây:

4.1. Các tài liệu về địa chất công trình và địa chất thủy văn

Nội dung của các tài liệu này bao gồm:

- Bản đồ địa hình, địa mạo nơi xây dựng công trình, quy mô, vị trí các công trình đã xây trước để làm cơ sở để chọn phương án móng hoặc xử lý nếu có.
- Các tài liệu khoan địa chất, hình trụ lỗ khoan, mặt cắt địa chất, cấu trúc địa tầng, nguồn gốc, chiều cao mực nước ngầm, kết quả khảo sát biến động của nước ngầm
- Kết quả thí nghiệm đánh giá các tính chất của nước ngầm, để tránh tác động xấu đến nền móng sau này.

Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ học, vật lý của các lớp đất: Thành phần hạt, dung trọng, tỷ trọng, độ ẩm giới hạn chảy, độ ẩm giới hạn dẻo, hệ số thấm, góc nội ma sát, lực dính, các kết quả thí nghiệm cắt, nén, kết quả thí nghiệm xuyên động SPT, kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh CPT, cắt cánh, CBR .v.v. để làm cơ sở, nền tảng quyết định phương án móng.

4.2. Các số liệu về công trình và tải trọng

- Hình dáng, kích thước đáy công trình.
- Đặc điểm cấu tạo của công trình (công trình có tầng hầm hay không, có bố trí hệ thống ống nước, ống cáp, đường hầm nối giữa các công trình lân cận hay không).
- Các tài liệu về chi tiết các công trình bên trên và các tải trọng tác dụng, cụ thể như sau:
 - + Trọng lượng bản thân: Tính từ kích thước hình học của các kết cấu truyền xuống.
 - + Trọng lượng các thiết bị chứa hoặc thiết bị thi công.
 - + Áp lực đất, áp lực nước.
 - + Áp lực gió, cường độ, hướng gió.
 - + Áp lực sóng.
 - + Áp lực thấm.
 - + Lực va của tàu bè.
 - + Tải trọng chấn động và cấp động đất của từng vùng nếu có.

§5. ĐỀ XUẤT SO SÁNH VÀ CHỌN PHƯƠNG ÁN MÓNG

5.1. Chọn chiều sâu chôn móng

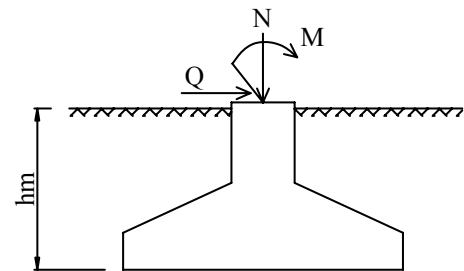
Việc chọn chiều sâu chôn móng là khâu cơ bản nhất trong công tác thiết kế nền móng.

Độ sâu h_m kể từ mặt đất thiên nhiên tới đáy móng gọi là độ sâu chôn móng

Việc lựa chọn chiều sâu chôn móng sao cho hợp lý nó phụ thuộc vào các yếu tố cơ bản sau:

5.1.1. Điều kiện địa chất và địa chất thủy văn

Đây là yếu tố ảnh hưởng nhiều nhất đến

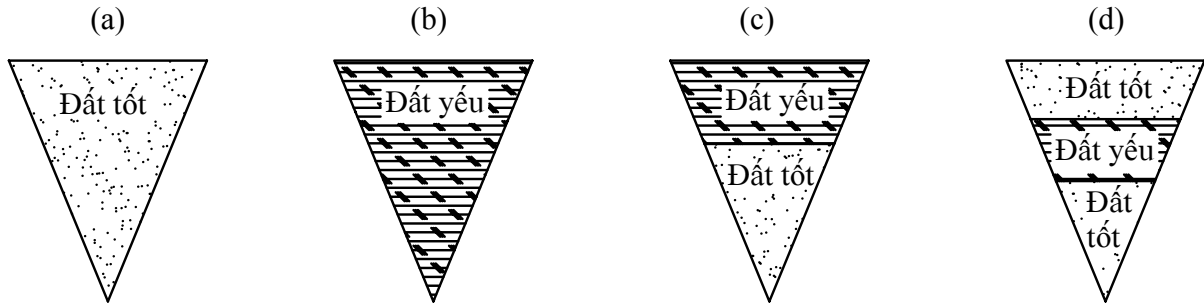


Hình 1.6: Chiều sâu chôn móng

việc chọn chiều sâu chôn móng, trong đó xác định vị trí lớp đất chịu lực là quan trọng nhất. Lớp đất chịu lực là lớp đất tốt tiếp xúc trực tiếp với đáy móng.

Theo Gs Berezantex, những lớp đất sau đây không nên dùng làm lớp đất chịu lực: Đất cát rời, đất sét nhão, sét chứa nhiều hữu cơ hoặc sét có hệ số rỗng $e > 1,1$; á sét có $e > 1,0$; hoặc á cát có $e > 0,7$.

Để xét ảnh hưởng của điều kiện địa chất nơi xây dựng, ta xét một vài sơ đồ điển hình như sau:



Hình 1.7: Các sơ đồ điển hình của nền đất khi chọn độ sâu chôn móng

- Sơ đồ a: Trường hợp này chiều sâu chôn móng chủ yếu do tính toán quyết định, tuy nhiên không đặt móng trong lớp đất trống rỗng và nên đặt đỉnh móng thấp hơn mặt đất tự nhiên 25 - 30cm để tránh va chạm.

- Sơ đồ b: Trường hợp này độ sâu chôn móng phụ thuộc chủ yếu vào phương pháp xử lý nền.

- Sơ đồ c: Nếu lớp đất yếu mỏng thì đặt móng vào lớp đất tốt 25 - 30 cm còn nếu lớp đất yếu dày thì trở lại sơ đồ b.

- Sơ đồ d: Nếu lớp đất tốt dày thì có thể đặt móng, nhưng phải đảm bảo chiều sâu đất tốt dưới đáy móng, nếu lớp đất tốt mỏng thì trở lại sơ đồ b hoặc c.

* *Chú ý:* Khi chọn chiều sâu chôn móng theo các điều kiện địa chất thủy văn phải tuân theo các quy tắc sau đây:

1- Chọn lớp đất chịu lực của nền phụ thuộc vào vị trí các lớp đất, trạng thái vật lý của chúng, phương pháp xây dựng móng, trị số độ lún giới hạn và sự ổn định của nền.

2- Phải đặt đáy móng vào lớp đất tốt chịu lực từ 15-20cm.

3- Không nên để dưới đáy móng có một lớp đất mỏng nếu tính nén lún của lớp đất đó lớn hơn nhiều so với tính nén lún của lớp đất nằm dưới.

4- Nên đặt móng cao hơn mực nước ngầm để giữ nguyên kết cấu của đất và không phải tháo nước khi thi công.

5- Khi chiều sâu chôn móng thấp hơn mực nước ngầm (có kể đến sự lên xuống của nó) thì phải giải quyết giữ nguyên kết cấu đất trong nền khi đào hố móng và xây móng.

5.1.2. Ảnh hưởng của trị số và đặc tính của tải trọng

Nếu tải trọng công trình lớn thì nên tăng chiều sâu chôn móng để móng tựa lên các lớp đất chặt hơn nằm ở dưới và giảm độ lún.

Khi móng chịu tải trọng nhỏ (hướng lên) hoặc tải trọng ngang, momen lớn (lệch tâm lớn) thì yêu cầu phải ngàm sâu móng đến độ sâu thích hợp để đảm bảo ổn định cho móng.

5.1.3. Ảnh hưởng của đặc điểm cấu tạo công trình

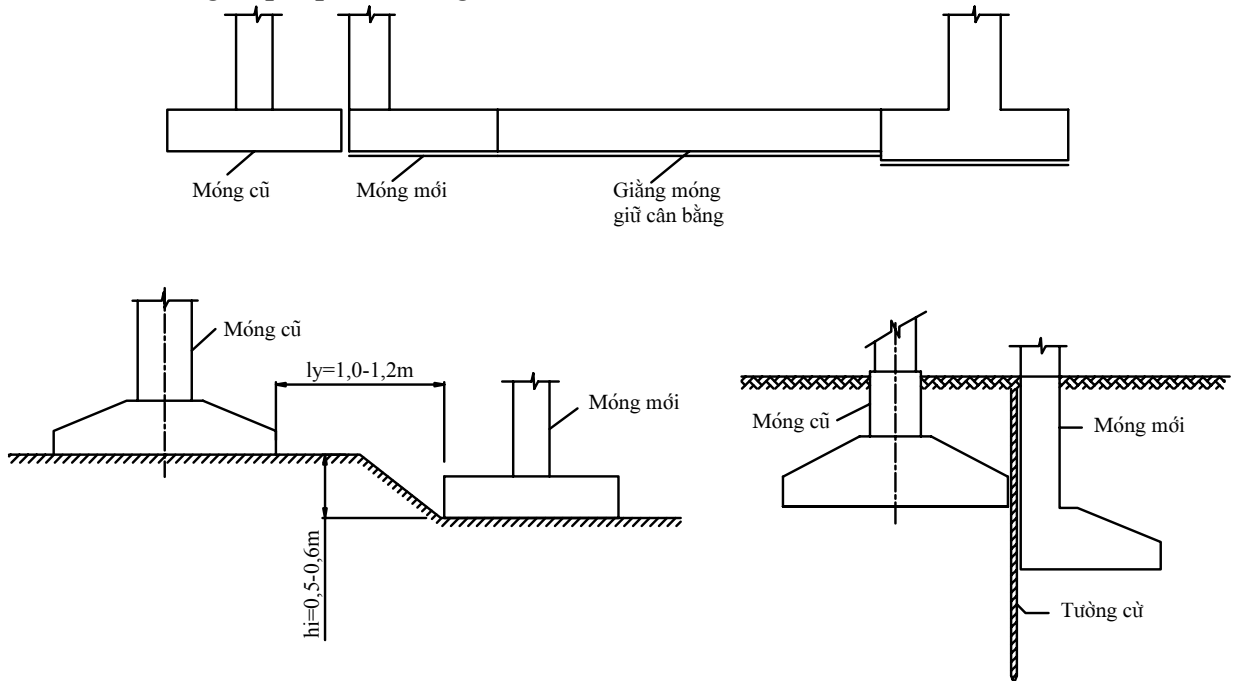
Khi chọn chiều sâu chôn móng, cần phải kể đến đặc điểm của nhà và công trình (nhà có tầng hầm, có hào, hố, có đường liên lạc ngầm...) cũng cần chú ý đến việc đặt ống dẫn nước ở bên trong cũng như gần nhà và công trình.

5.1.4. Ảnh hưởng của móng các công trình lân cận

Thông thường người ta chọn chiều sâu chôn móng ngang với cao trình đáy của các móng chính của nhà và công trình lân cận. Chỉ được phép đặt cao hơn khi đảm bảo giữ được kết cấu của đất nằm trên chiều sâu chôn móng của nhà hoặc công trình lân cận.

Nguyên tắc chung của các giải pháp kỹ thuật nhằm khắc phục những tác động xấu của móng mới tác động lên móng nhà hoặc công trình cũ là hạn chế đến mức thấp nhất các áp lực từ móng nhà mới tác dụng lên móng nhà cũ kề bên.

Một số giải pháp đặt móng:



Hình 1.8: Một số giải pháp đặt móng khi có móng công trình lân cận

5.1.6. Ảnh hưởng của biện pháp thi công móng

Tùy theo phương pháp thi công mà kết cấu của đất nền có thể bị phá hoại. Nếu biện pháp thi công không đảm bảo giữ nguyên được kết cấu đất nền khi đào hố móng dưới mực nước ngầm thì phải lấy chiều sâu chôn móng tối thiểu cho phép và diện tích đáy móng tăng đến trị số lớn nhất.

Khi biện pháp thi công đảm bảo giữ nguyên được kết cấu đất nền (hút nước tầng sâu, dùng giếng chìm hơi ép...) thì cho phép móng có diện tích đáy móng bé nhất, đặt ở độ sâu tương đối lớn.

5.2. Đề xuất, so sánh và chọn phương án móng.

Cũng như đối với nhiều công trình khác, khi thiết kế nền móng, nhiệm vụ của người thiết kế phải chọn phương án tốt nhất cả về kinh tế và kỹ thuật.

Thông thường với nhiệm vụ thiết kế đã cho, với các tài liệu về địa chất công trình, địa chất thủy văn, tải trọng, ... người thiết kế có thể đề ra nhiều phương án nền móng khác nhau như :

- Phương án làm nông trên nền thiên nhiên.
- Phương án móng nông trên nền nhân tạo.
- Phương án móng cọc.
- Phương án móng giằng chìm, ...

Mỗi phương án lớn có thể đề xuất nhiều phương án nhỏ ví dụ phương án móng nông có thể là: móng đơn, móng băng hay móng bè; phương án móng cọc có thể là : cọc dài, ngắn, cọc đóng, cọc ép, cọc nhồi, ... và mỗi phương án nhỏ cũng có thể có nhiều phương án nhỏ hơn, khác nhau về hình dáng, kích thước và cách bố trí.

Tuy nhiên tùy loại công trình, đặc điểm, qui mô và tính chất và do kinh nghiệm của người thiết kế mà người ta có thể đề xuất ra một vài phương án hợp lý để so sánh và lựa chọn phương án phù hợp nhất.

Khi thiết kế sơ bộ để so sánh phương án người ta dựa vào chỉ tiêu kinh tế để quyết định (dùng tổng giá thành xây dựng nền móng).

Khi thiết kế kỹ thuật thì người ta kết hợp cả hai chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật đồng thời với điều kiện và thời gian thi công để quyết định phương án.

Việc so sánh lựa chọn phương án nền móng là một công việc khó khăn và quan trọng. Muốn giải quyết tốt công việc này, người thiết kế phải nắm vững những lý thuyết tính toán trong Cơ học đất và Nền móng kết hợp với kinh nghiệm tích lũy trong quá trình thiết kế và thi công để đề xuất và lựa chọn phương án tối ưu nhất về nền móng của công trình xây dựng.

CHƯƠNG II: MÓNG NÔNG TRÊN NỀN THIÊN NHIÊN

§ 1. KHÁI NIỆM CHUNG

1.1. Định nghĩa

Móng nông là những móng xây trên hố đào trần, sau đó lấp lại, chiều sâu chôn móng khoảng dưới 2÷3m, trong trường hợp đặc biệt có thể sâu đến 5m.

So với các loại móng sâu, móng nông có những ưu điểm:

+ Thi công đơn giản, không đòi hỏi các thiết bị thi công phức tạp. Việc thi công móng nông có thể dùng nhân công để đào móng, một số trường hợp với số lượng móng nhiều, hoặc chiều sâu khá lớn có thể dùng các máy móc để tăng năng suất và giảm thời gian xây dựng nền móng.

+ Móng nông được sử dụng rộng rãi trong các công trình xây dựng vừa và nhỏ, giá thành xây dựng nền móng ít hơn móng sâu.

+ Trong quá trình tính toán bỏ qua sự làm việc của đất từ đáy móng trở lên.

1.2. Phân loại móng nông

1.2.1. Dựa vào đặc điểm của tải trọng

Dựa vào tình hình tác dụng của tải trọng người ta phân thành :

- + Móng chịu tải trọng đứng tâm.
- + Móng chịu tải trọng lệch tâm.
- + Móng các công trình cao (tháp nước, ống khói,...).
- + Móng thường chịu lực ngang lớn (tường chắn, đập nước, ...).
- + Móng chủ yếu chịu tải trọng thẳng đứng, mô men nhỏ.

1.2.2. Dựa vào độ cứng của móng

+ Móng tuyệt đối cứng: Móng có độ cứng rất lớn (xem như bằng vô cùng) và biến dạng rất bé (xem như gần bằng 0), thuộc loại này có móng gạch, đá, bê tông.

+ Móng mềm: Móng có khả năng biến dạng cùng cấp với đất nền (biến dạng lớn, chịu uốn nhiều), móng BTCT có tỷ lệ cạnh dài/ngắn > 8 lần thuộc loại móng mềm.

+ Móng cứng hữu hạn: Móng Bê tông cốt thép có tỷ lệ cạnh dài/cạnh ngắn < 8 lần. Việc tính toán mỗi loại móng khác nhau, với móng mềm thì tính toán phức tạp hơn.

1.2.3. Dựa vào cách chế tạo

Dựa vào cách chế tạo, người ta phân thành móng toàn khối và móng lắp ghép.

+ Móng toàn khối: Móng được làm bằng các vật liệu khác nhau, chế tạo ngay tại vị trí xây dựng (móng đổ tại chỗ).

+ Móng lắp ghép: Móng do nhiều khối lắp ghép chế tạo sẵn ghép lại với nhau khi thi công móng công trình.

1.2.4. Dựa vào đặc điểm làm việc

Theo đặc điểm làm việc, có các loại móng nông cơ bản sau :

+ Móng đơn: dưới dạng cột hoặc dạng bản, được dùng dưới cột hoặc tường kết hợp với dầm móng.

+ Móng băng dưới cột chịu áp lực từ hàng cột truyền xuống, khi hàng cột phân bố theo hai hướng thì dùng máy đóng băng giao thoa.

+ Móng băng dưới tường: là phần kéo dài xuống đất của tường chịu lực và tường không chịu lực.

+ Móng bản, móng bè : móng dạng bản BTCT nằm dưới một phần hay toàn bộ công trình.

+ Móng khối: là các móng cứng dạng khối đơn nằm dưới toàn bộ công trình.

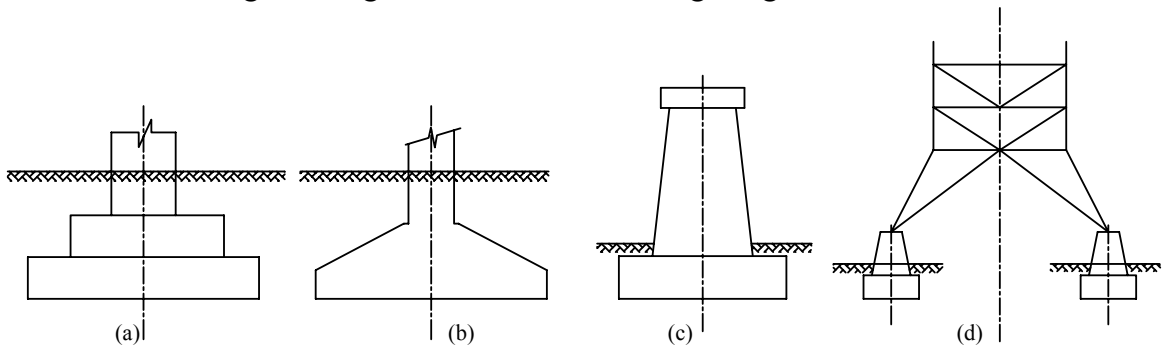
Theo cách phân loại này ta sẽ nghiên cứu cấu tạo chi tiết của một số loại thường gặp.

§2. CẤU TẠO CÁC LOẠI MÓNG NÔNG THƯỜNG GẶP

2.1. Móng đơn.

Móng đơn được chế tạo, kiến thiết dưới chân cột nhà dân dụng nhà công nghiệp, dưới trụ đỡ dầm tường, móng đỡ trụ cầu, móng trụ điện, tháp ăng ten, ...

Móng đơn có kích thước không lớn lắm, móng thường có đáy hình vuông, chữ nhật, tròn, ... trong đó dạng chữ nhật được sử dụng rộng rãi nhất.



Hình 2.1: Một số loại móng đơn

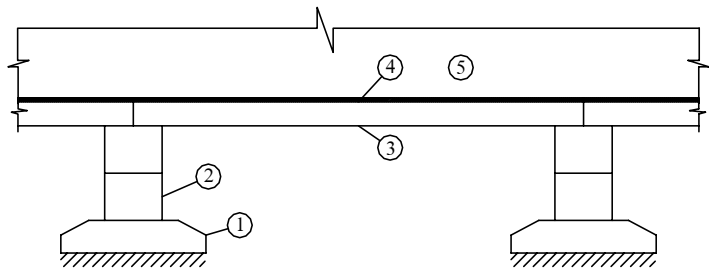
- Móng đơn dưới cột nhà: gạch, đá xây, bê tông, ...
- Móng đơn dưới cột: bê tông hoặc bê tông cốt thép.
- Móng đơn dưới trụ cầu.
- Móng đơn dưới chân trụ điện, tháp ăng ten.

Thuộc loại móng đơn, ta xét cấu tạo chi tiết các loại sau

2.1.1. Móng đơn dưới tường

Móng đơn dưới tường được áp dụng hợp lý khi áp lực do tường truyền xuống có trị số nhỏ hoặc khi nền đất tốt và có tính nén lún bé.

Các móng này đặt cách nhau từ 3÷6m dọc theo tường và đặt dưới các tường góc nhà, tại các tường ngăn chịu lực và tại các chỗ có tải trọng tập trung trên các móng đơn, người ta đặt các dầm móng (dầm giằng).



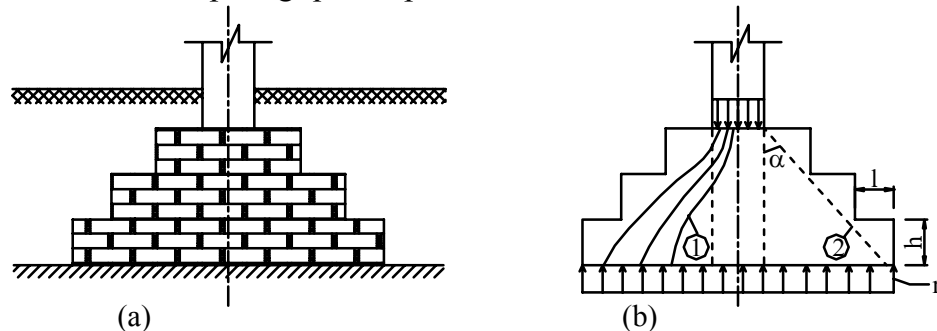
Hình 2.2: Cấu tạo móng đơn dưới tường

- Bản móng, đệm móng;
- Cột truyền lực bằng bê tông;
- Dầm móng;
- Lớp lót tường;
- Tường nhà.

2.1.2. Móng đơn dưới cột và dưới trụ

Móng đơn dưới cột làm bằng đá hộc như hình (2.3a). Móng bê tông và bê tông đá hộc cũng có dạng tương tự. Nếu trên móng bê tông hoặc móng đá hộc là cột thép hoặc bê tông cốt thép thì cần phải cấu tạo bộ phận để đặt cột, bộ phận này được tính toán theo cường độ của vật liệu xây móng.

Các móng đơn làm bằng gạch đá xây loại này, khi chịu tác dụng của tải trọng (Hình 2.3b) tại đáy móng xuất hiện phản lực nền, phản lực này tác dụng lên đáy móng, và phần móng chia ra khỏi chân cột hoặc bậc bị uốn như dầm công xôn, đồng thời móng có thể bị cắt theo mặt phẳng qua mép cột.



Hình 2.3a: Cấu tạo móng đơn bằng đá hộc

Hình 2.3b: Sơ đồ làm việc của móng

1. Đường truyền ứng suất; 2. Góc mở α

Do vậy tỷ số h/l (giữa chiều cao và rộng của bậc móng) phải lớn khi phản lực nền r lớn và cường độ vật liệu nhỏ. Mặt biên của móng phải nằm ngoài hệ thống đường truyền ứng suất trong khối móng. Do vậy để quy định móng cứng hay móng mềm, người ta dựa vào góc α .

Đối với móng cứng α phải bé hơn α_{max} nào đó, nghĩa là tỷ số h/l không được nhỏ hơn các trị số sau :

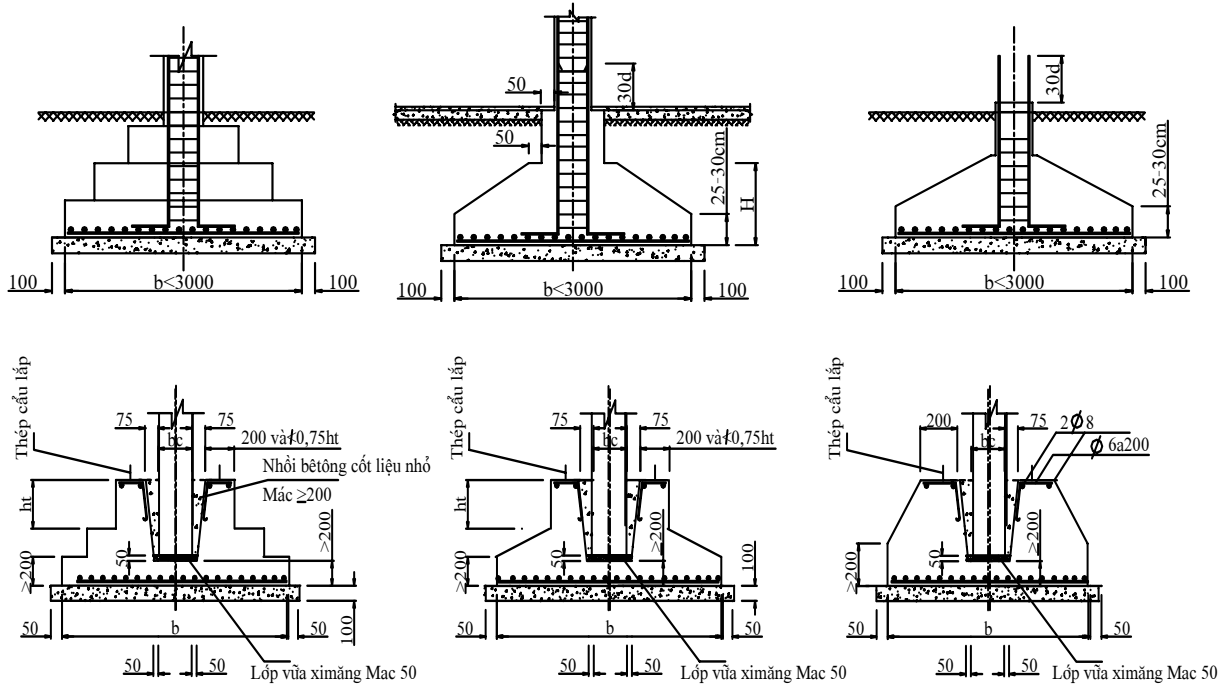
Loại móng	Áp lực trung bình dưới đáy móng			
	$P \leq 1,5kG/cm^2$		$P > 1,5kG/cm^2$	
	Mác Bê tông			
	< 100	≥ 100	< 100	≥ 100
Móng băng	1,5	1,35	1,75	1,5
Móng đơn	1,65	1,5	2,0	1,65
Móng đá hộc & BT đá hộc khi mác vữa	Áp lực trung bình dưới đáy móng			
	$P \leq 2,5kG/cm^2$		$P > 2,5kG/cm^2$	
	50 ÷ 100	1,25	1,5	1,5
10 ÷ 35	1,5	1,75	1,75	
4	1,75	2,00	2,00	

Trường hợp đặt cốt thép ở bậc cuối cùng thì tỷ số h/l của các bậc phía trên phải < 1 (tức $\alpha_{max} = 45^0$).

Chiều cao bậc móng: Móng bê tông đá hộc $h_b \geq 30$, móng gạch đá xây thì $h_b = 35 \div 60$ cm.

* Với móng đơn bê tông cốt thép thì không cần khống chế tỷ số h/l mà căn cứ vào kết quả tính toán để xác định chiều cao, kích thước hợp lý của móng và cốt thép.

Thuộc loại móng đơn bê tông cốt thép có thể người ta dùng móng đơn BTCT đổ tại chỗ khi mà dùng kết cấu lắp ghép không hợp lý hoặc khi cột truyền tải trọng lớn. Móng bê tông cốt thép đổ tại chỗ có thể được cấu tạo nhiều bậc vát móng.

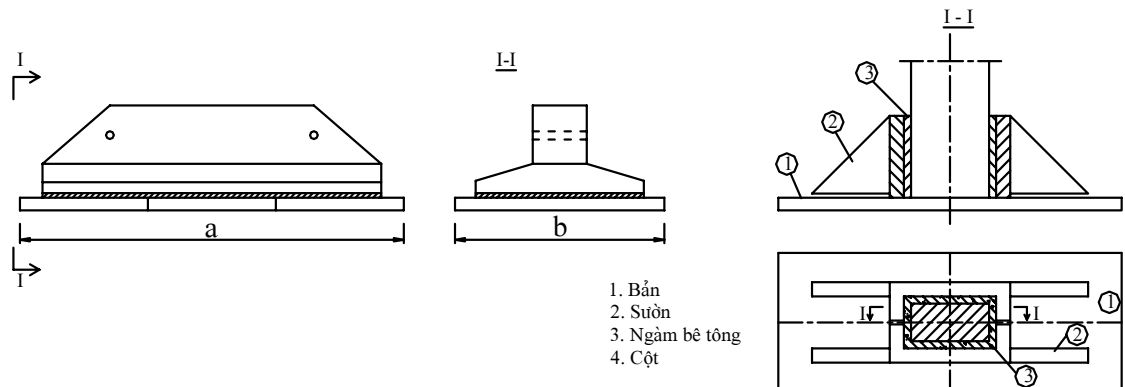


Hình 2.4 Cấu tạo một số móng đơn BTCT đổ tại chỗ

Dưới các móng bê tông cốt thép, thường người ta làm một lớp đệm sỏi có tưới các chất dính kết đen hoặc vữa xi măng, hoặc bằng bê tông mác thấp hoặc bê tông gạch vỡ. Lớp đệm này có các tác dụng sau:

- + Tránh hồ xi măng thấm vào đất khi đổ bê tông.
- + Giữ cốt thép và cốt pha ở vị trí xác định, tạo mặt bằng thi công.
- + Tránh khả năng bê tông lẫn với đất khi thi công bê tông.

- Móng đơn bê tông cốt thép lắp ghép dưới cột được cấu tạo bằng một hoặc nhiều khối, để giảm trọng lượng, người ta làm các khối rỗng hoặc khối có sườn để việc cấu lắp thi công dễ dàng.

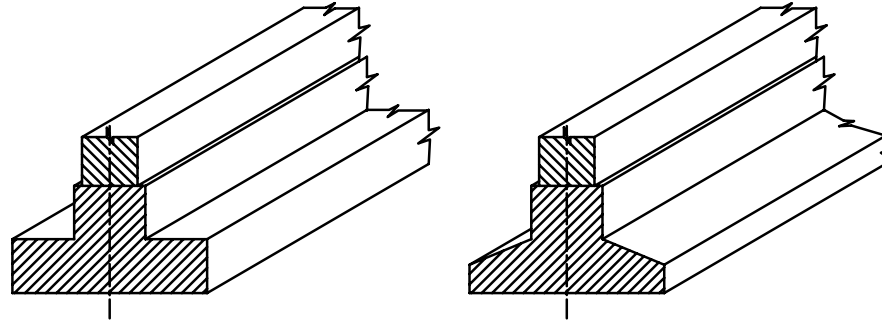


Hình 2.5: Cấu tạo móng lắp ghép
2.2. Móng băng và móng băng giao thoa

Móng băng là loại móng có chiều dài rất lớn so với chiều rộng, móng băng còn được gọi là móng dầm, được kiến thiết dưới tường nhà, móng tường chắn, dưới dãy cột.

2.2.1. Móng băng dưới tường

Móng băng dưới tường được chế tạo tại chỗ bằng khối xây đá hộc, bê tông đá hộc hoặc bê tông hoặc bằng cách lắp ghép các khối lớn và các panen bê tông cốt thép. Móng tại chỗ tại dùng ở những nơi mà việc lắp ghép các khối là không hợp lý.



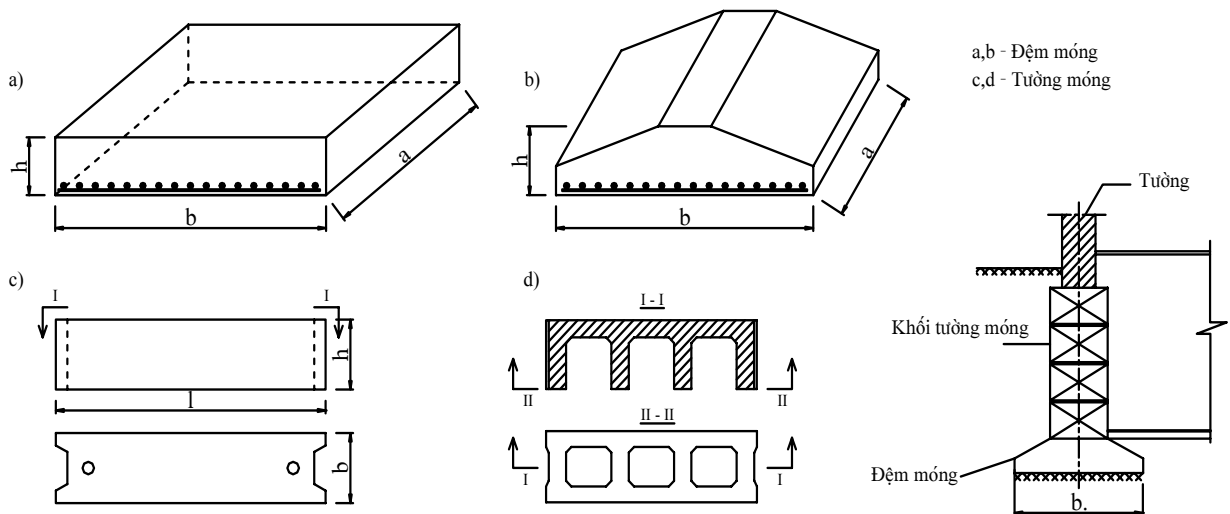
Hình 2.6: Cấu tạo móng băng dưới tường bằng đá xây hoặc BTCT

Móng băng dưới tường lắp ghép:

Cấu tạo gồm hai phần chính: Đệm và tường.

Đệm móng bao gồm các khối đệm, các khối này thường không làm rỗng và được thiết kế định hình sẵn. Các khối đệm được đặt liền nhau hoặc với nhau gọi là đệm không liên tục. Khi dùng các khối đệm không liên tục sẽ làm giảm được số lượng các khối định hình nhưng sẽ làm trị số áp lực tiêu chuẩn tác dụng lên nền đất tăng lên một ít.

Tường móng được cấu tạo bằng các khối tường rỗng hoặc không rỗng và được thiết kế định hình sẵn.



Hình 2.7: Cấu tạo móng băng lắp ghép

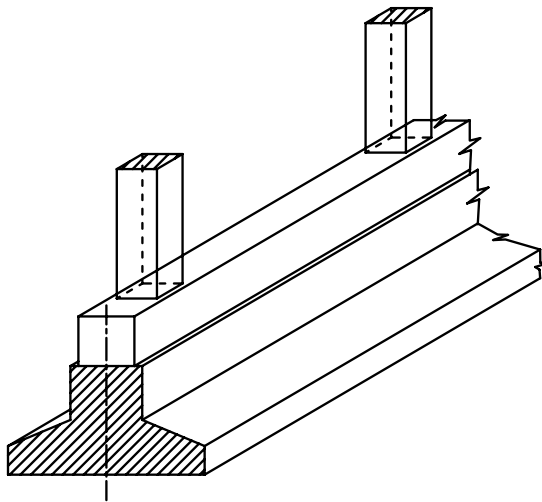
2.2.2. Móng băng dưới cột

Móng băng dưới cột được dùng khi tải trọng lớn, các cột đặt ở gần nhau nếu dùng móng đơn thì đất nền không đủ khả năng chịu lực hoặc biến dạng vượt quá trị số cho phép.

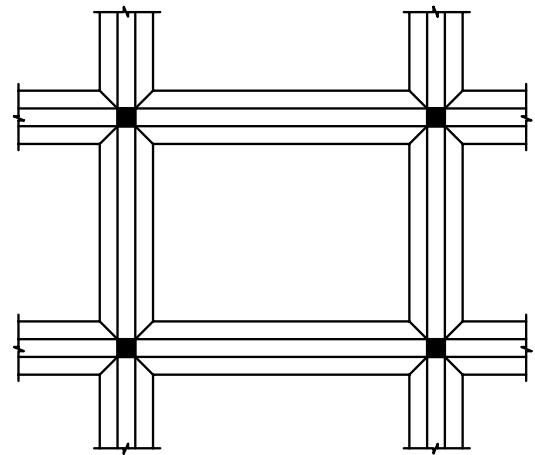
Dùng móng băng bê tông cốt thép đặt dưới hàng cột nhằm mục đích cân bằng độ lún lệch có thể xảy ra của các cột dọc theo hàng cột đó.

Khi dùng móng băng dưới cột không đảm bảo điều kiện biến dạng hoặc sức chịu tải của nền không đủ thì người ta dùng móng băng giao thoa nhau để cân bằng độ lún theo hai hướng và tăng diện chịu tải của móng, giảm áp lực xuống nền đất.

Trong các vùng có động đất nên dùng móng băng dưới cột để tăng sự ổn định và độ cứng chung được tăng lên. Móng băng dưới cột được đổ tại chỗ. Việc tính toán móng băng dưới cột tiến hành như tính toán dầm trên nền đàn hồi.

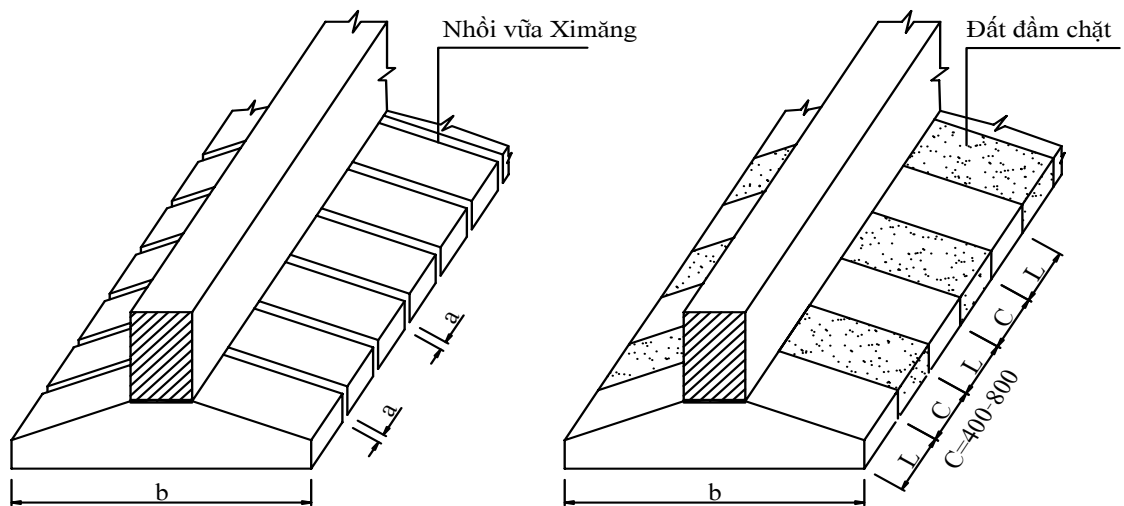


a. Móng băng dưới cột

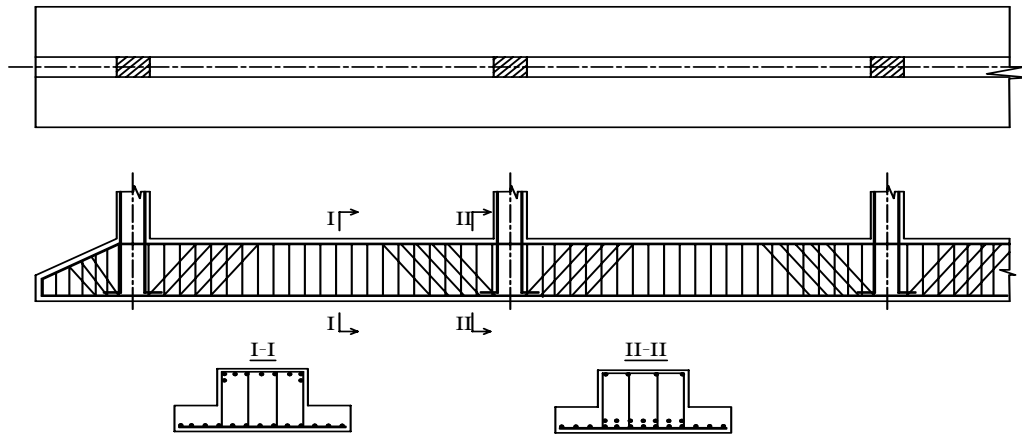


b. Móng băng giao thoa

Hình 2.8: Móng băng dưới cột và móng băng giao thoa



Hình 2.9: Móng băng lắp ghép



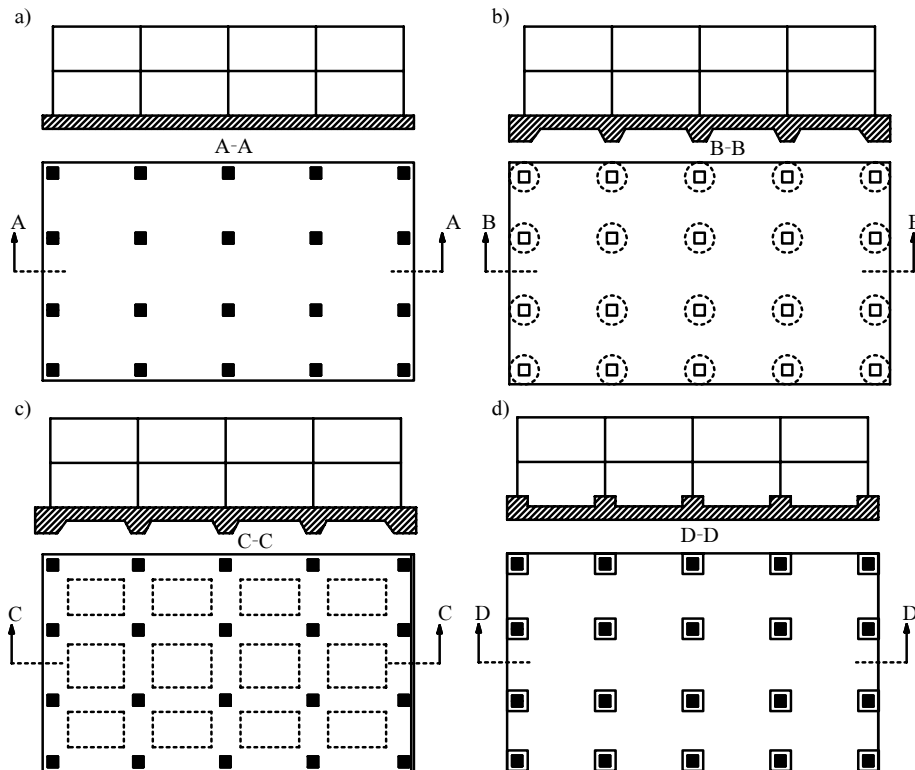
Hình 2.10: Cấu tạo chi tiết móng băng BTCT

2.3. Móng bè

Là móng bê tông cốt thép đổ liền khối, có kích thước lớn, dưới toàn bộ công trình hoặc dưới đơn nguyên đã được cắt ra bằng khe lún.

Móng bè được dùng cho nhà khung, nhà tường chịu lực khi tải trọng lớn hoặc trên đất yếu nếu dùng phương án móng băng hoặc móng băng giao thoa vẫn không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật. Móng bè hay được dùng cho móng nhà, tháp nước, xilô, bunke bể nước, bể bơi...

Khi mực nước ngầm cao, để chống thấm cho tầng hầm ta có thể dùng phương án móng bè, lúc đó móng bè làm theo nhiệm vụ ngăn nước và chống lại áp lực nước ngầm. Móng bè có thể làm dạng bản phẳng hoặc bản sườn.



Hình 2.11: a) Móng bè bản phẳng; b) Móng bè bản phẳng có gia cường mũ cột; c) Móng bè bản sườn dưới; d) Móng bè bản sườn trên

Loại móng bản có thể dùng khi bước cột không quá 9m, tải trọng tác dụng xuống mỗi cột không quá 100T, bề dày bản lấy khoảng 1/6 bước cột.

Khi tải trọng lớn và bước cột lớn hơn 9m thì dùng bản có sườn để tăng độ cứng của móng, bề dày lấy khoảng 1/8-1/10 bước cột, sườn chỉ nên làm theo trục các dầm cột.

Móng bè sử dụng có khả năng giảm lún và lún không đều, phân phối lại ứng suất đều trên nền đất, thường dùng khi nền đất yếu và tải trọng lớn.

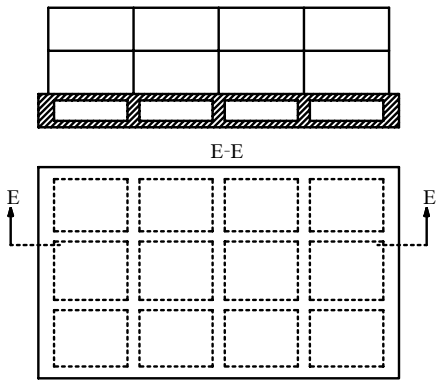
Việc tính toán móng bản (móng bè) được tính như bản trên nền đàn hồi. Các móng Bê tông cốt thép dạng hộp dùng dưới nhà nhiều tầng cũng thuộc loại móng này.

Các móng này gồm hai bản (trên và dưới) và các sườn tường giao nhau nối các bản đó lại thành một kết cấu thống nhất

2.4. Móng vỏ:

Móng vỏ được nghiên cứu và áp dụng cho các công trình như bể chứa các loại chất lỏng (dầu, hoá chất...), nhà tường chịu lực..

Móng vỏ là loại móng kinh tế với chi phí vật liệu tối thiểu, có thể chịu được tải trọng lớn, tuy nhiên việc tính toán khá phức tạp.



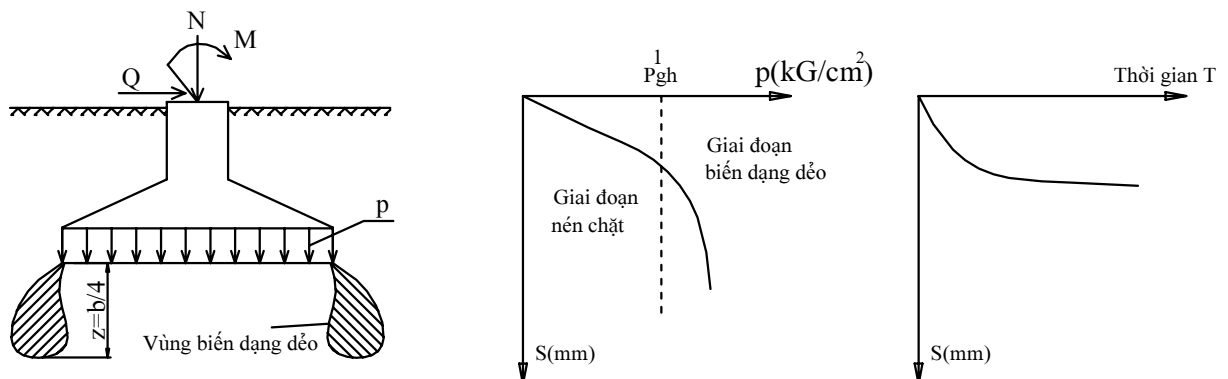
Hình 2.12: Móng hộp

§3 XÁC ĐỊNH KÍCH THƯỚC ĐÁY MÓNG THEO ĐIỀU KIỆN ÁP LỰC TIÊU CHUẨN CỦA NỀN ĐẤT

3.1. Xác định áp lực tiêu chuẩn của nền đất

Như ta đã biết trong lý thuyết Cơ học đất: Nếu tải trọng tác dụng trên nền nhỏ hơn một giới hạn xác định (P_{gh}^1) thì biến dạng của nền đất chỉ là biến dạng nén chặt, tức là sự giảm thể tích lỗ rỗng khi bị nén chặt, tắt dần theo thời gian và những kết quả thực nghiệm cho thấy giữa ứng suất và biến dạng có quan hệ bậc nhất với nhau.

Nếu tải trọng tác dụng lên nền tiếp tục tăng vượt qua trị số P_{gh}^1 thì trong nền đất hình thành các vùng biến dạng dẻo do các hạt đất trượt lên nhau, thể tích đất không đổi và không nén chặt thêm. Lúc này quan hệ giữa ứng suất và biến dạng chuyển sang quan hệ phi tuyến.



Hình 2.13

Để thiết kế nền theo trạng thái giới hạn về biến dạng thì trước hết phải khống chế tải trọng đặt lên nền không được lớn quá một trị số quy định P_{gh}^1 để đảm bảo mối quan hệ bậc nhất giữa ứng suất và biến dạng, từ đó mới xác định được biến dạng của nền vì tất cả các phương pháp tính lún đều dựa vào giả thiết nền biến dạng tuyến tính.

Tải trọng quy định giới hạn (P_{gh}^1) đó gọi là tải trọng tiêu chuẩn, hay áp lực tiêu chuẩn của nền hay còn gọi là áp lực tính toán quy ước của nền.

Khi thiết kế nền móng hay cụ thể là xác định kích thước đáy móng thì người thiết kế phải chọn diện tích đáy móng đủ rộng và sao cho ứng suất dưới đáy móng bằng hoặc nhỏ hơn trị số áp lực tiêu chuẩn.

Việc xác định áp lực tiêu chuẩn của nền đất là công việc đầu tiên khi thiết kế nền móng, có thể xác định áp lực tiêu chuẩn theo hai cách sau đây.

3.1.1. Xác định áp lực tiêu chuẩn theo kinh nghiệm

Tuỳ theo từng loại đất và trạng thái của nó, theo kinh nghiệm người ta cho sẵn trị số áp lực tiêu chuẩn R^{tc} của nền như trong bảng sau:

Bảng 2.1: Trị số áp lực tiêu chuẩn R^{tc} của nền theo kinh nghiệm

Tên đất	$R^{tc}(kG/cm^2)$		Tên đất	$R^{tc}(kG/cm^2)$ ở trạng thái		
Đất mảnh lớn			Đất loại sét (dính)	Hệ số rộng e	Độ sệt B	
1. Đất đá to có cát nhồi trong kẽ hở	6,0				B=0	B=1
2. Cuội sỏi là mảnh vỡ đá kết tinh	5,0					
3. Dăm, mảnh vỡ đã trầm tích	3,0		8. Á cát	0,5	3,0	3,0
Đất cát	$R^{tc}(kG/cm^2)$ ở trạng thái		9. Á sét	0,7	2,5	2,0
	Chặt	Chặt vừa		0,5	3,0	2,0
Đất mảnh lớn	4,5	3,5	10. Sét	0,7	2,5	1,8
4. Cát thô không phụ thuộc độ ẩm	3,5	2,5		1,0	2,0	1,0
5. Cát vừa, không phụ thuộc độ ẩm				0,5	6,0	4,0
6. Cát nhỏ:				0,6	5,0	3,0
a. Ít ẩm	3,0	2,0		0,8	3,0	2,0
b. Rất ẩm	2,5	1,5		1,1	2,5	1,0
7. Cát bụi						
a. Ít ẩm	2,5	2,0				
b. Rất ẩm	2,0	1,5				
c. Bão hòa nước	1,5	1,0				

* **Ghi chú:** với các trị số e, B trung gian, xác định R^{tc} bằng cách nội suy. Các trị số trong bảng ứng với bề rộng móng $b=1m$, $h_m=1,5 - 2m$. Nếu $b \neq 1m$ và $h_m \neq 1,5m$ thì phải hiệu chỉnh:

$$R^{tc} = R \cdot m \cdot n \quad (2.1)$$

Trong đó: R - Trị số áp lực tiêu chuẩn tra theo bảng trên.

m - Hệ số hiệu chỉnh bề rộng móng.

Khi $b \geq 5m$ thì $m = 1,5$ cho đất cát, $m = 1,2$ cho đất loại sét.

Khi $1 < b < 5m$ thì:

$$m = \frac{(b-1)}{4} \cdot \alpha + 1 \quad (2.2)$$

$\alpha = 0,5$ cho đất cát.

$\alpha = 0,2$ cho đất sét.

n - Hệ số điều chỉnh độ sâu đặt móng.

$n = 0,5 + 0,0033 \cdot h$ (khi $h < 1,5m$)

$$n = 1 + \frac{\gamma}{m \cdot R} \cdot k(h - 200) \quad (\text{khi } h > 2m) \quad (2.3)$$

γ - Dung trọng của đất (tính ra kG/cm^3), h - Chiều sâu chôn móng (cm), $k = 1,5$ cho đất sét, $k = 2,5$ cho đất cát, và $k = 2,0$ cho đất á sét và á cát.

* Ngoài ra, đối với các loại đất đắp dùng làm nền công trình, loại đất này tuy có nhược điểm là biến dạng lớn và tính không đồng nhất cao, nhưng ở một điều kiện thích hợp nó vẫn dùng làm nền công trình tốt. Theo quy phạm, đối với nền đất đắp đã ổn định, trị số áp lực tiêu chuẩn của một số loại đất như sau:

Bảng 2.2 Áp lực tiêu chuẩn trên nền đất đắp đã ổn định

Đất đắp	R^{tc} (kG/cm^2)			
	Xi hạt to, cát vừa và cát nhỏ		Cát xi, xi nhỏ, đất loại nhỏ	
	Độ bão hoà nước G			
	$G \leq 0,5$	$G \geq 0,8$	$G \leq 0,5$	$G \geq 0,8$
1. Đất san lấp theo quy hoạch, có đầm chặt	2,5	2,0	1,8	1,5
2. Đất thải bã công nghiệp có đầm chặt	2,5	2,0	1,8	1,5
3. Đất thải bã công nghiệp không đầm chặt	1,8	1,5	1,2	1,0
4. Đất đổ, bã thải công nghiệp có đầm chặt.	1,5	1,2	1,2	1,0
4. Đất đổ, bã thải công nghiệp không đầm chặt.	1,2	1,0	1,0	0,8

* Ghi chú : Trị số R^{tc} trong bảng dùng cho móng có chiều sâu chôn móng $h_1 > 2m$, khi $h_1 < 2m$ thì trị số R^{tc} phải giảm xuống bằng cách nhân với hệ số K:

$$K = \frac{h + h_1}{2h_1} \quad (2.4)$$

Đối với đất đổ, bã thải công nghiệp chưa ổn định thì R^{tc} nhân với hệ số 0,8

Trị số R^{tc} trung gian của độ bão hoà G thì nội suy.

2.1.2. Xác định bằng cách tính theo quy phạm

Theo TCXD 45 - 70 và 45 - 78 cho phép tính toán trị số áp lực tiêu chuẩn của nền đất khi vùng biến dạng dẻo phát sinh đến độ sâu bằng 1/4 bề rộng móng b.

Biểu thức tính toán R^{tc} theo TCXD 45 - 70:

$$R^{tc} = m[(Ab + Bh)\gamma + D \cdot c^{tc}] \quad (2.5)$$

Biểu thức tính toán R^{tc} theo TCXD 45 - 78:

$$R^{tc} = \frac{m_1 \cdot m_2}{K_{tc}} [Aby + Bh\gamma' + D \cdot c^{tc}] \quad (2.6)$$

Trong đó: R^{tc} - Cường độ tiêu chuẩn của nền đất
 m - Hệ số điều kiện làm việc của đất nền

$m=0,8$ Khi nền đất là đất cát nhỏ, bão hoà nước

$m=0,6$ - Khi nền đất là cát bụi, bão hoà nước

$m=1$ trong các trường hợp khác

c^{tc} - Lực dính tiêu chuẩn của đất dưới đáy móng.

γ - Dung trọng trung bình của đất dưới đáy móng

γ' - Dung trọng trung bình của đất trên đáy móng

K_{tc} - Hệ số tin cậy, nếu các chỉ tiêu cơ lý được xác định bằng thí nghiệm trực tiếp đối với đất thì K_{tc} lấy bằng 1,0. Nếu các chỉ tiêu đó lấy theo bảng quy phạm thì K_{tc} lấy bằng 1,1.

m_1, m_2 – lần lượt là hệ số điều kiện làm việc của nền và hệ số điều kiện làm việc của công trình tác dụng qua lại với nền, lấy theo bảng sau:

Bảng 2- 3: Trị số của m_1, m_2

Loại đất	Hệ số	Hệ số m_2 đối với nhà và công trình có sơ đồ kết cấu cứng với tỷ số giữa chiều dài	
		≥ 4	$\leq 1,5$
Đất hòn lớn có chất nhót là cát và đất sét, không kể đất phân và bụi	1,4	≥ 4	$\leq 1,5$
		1,2	1,4
Cát mịn : - Khô và ít ẩm - No nước	1,3	1,1	1,3
	1,2	1,1	1,3
Cát bụi : - Khô và ít ẩm - No nước	1,2	1,0	1,2
	1,1	1,0	1,2
Đất hòn lớn có chất nhót là sét và đất sét có độ sệt $B \leq 0,5$	1,2	1,0	1,1
Như trên có độ sệt $B > 0,5$	1,1	1,0	1,0

- A,B,D các hệ số phụ thuộc vào trị số góc nội ma sát φ^{tc} tra bảng:

Bảng 2.4 : Trị số A, B và D

Trị số tiêu chuẩn của góc (góc ma sát trong $\varphi^{tc} (^\circ)$)	A	B	D
0	0,00	1,00	3,14
2	0,03	1,12	3,32
4	0,06	1,25	3,51
6	0,10	1,39	3,71
8	0,14	1,55	3,93
10	0,18	1,73	4,17
12	0,23	1,94	4,42

14	0,29	2,17	4,69
16	0,36	2,43	5,00
18	0,43	2,72	5,31
20	0,51	3,05	5,66
22	0,61	3,44	6,04
24	0,72	3,87	6,45
26	0,84	4,37	6,90
28	0,98	4,93	7,40
30	1,15	5,59	7,95
32	1,34	6,35	8,55
34	1,55	7,21	9,21
36	1,81	8,25	9,98
38	2,11	9,44	10,80
40	2,46	10,84	11,73
42	2,87	12,50	12,77
44	3,37	14,48	13,96
45	3,66	15,64	14,64

* **Nhận xét:** Việc xác định áp lực tiêu chuẩn theo kinh nghiệm (tra bảng) thường thiên về an toàn, các trị số nêu ra trong bảng đại diện cho một dãy các trị số dao động trong diện rộng. Trong thực tế thì các loại đất rất phong phú về loại và trạng thái nên xác định R^{tc} từ cách tra bảng thường ít chính xác và không chặt chẽ về lý thuyết. Có thể sử dụng trị số này trong thiết kế sơ bộ, hoặc cho các công trình nhỏ đặt trên nền đất tương đối đồng nhất, công trình loại IV và loại V.

Xác định R^{tc} theo TCXD 45 - 70 và 45 - 78 cũng chưa chặt chẽ lắm về mặt lý thuyết vì sự phát triển của vùng biến dạng dẻo của đất cũng khác với vật thể đàn hồi. Tuy nhiên khi vùng biến dạng dẻo còn nhỏ thì sai khác đó cũng không lớn, hiện nay trong thiết kế người ta hay sử dụng trị số này.

Trong một số nghiên cứu gần đây cho thấy có thể sử dụng cường độ tính toán của đất nền trong tính toán kích thước móng bằng cách tính toán cường độ chịu tải của đất nền theo công thức của Terzaghi hoặc Berezantev rồi chia cho hệ số an toàn ($F_s = 2 - 2,5$). Theo quan điểm này cho rằng lấy cường độ tính toán như vậy vừa đảm bảo điều kiện biến dạng, vừa đảm bảo điều kiện chịu tải. Tuy nhiên việc lấy trị số F_s chính xác là bao nhiêu thì cũng chưa thống nhất. Do vậy việc tính cường độ tính toán của nền đất theo phương pháp nào sao cho phù hợp với thực tế của nền đất và tính chất công trình để đảm bảo tối ưu trong thiết kế xây dựng công trình.

3.2. Xác định diện tích đáy móng trong trường hợp móng chịu tải trong đúng tâm

Xét một móng đơn chịu tải trong đúng tâm như hình vẽ (2.14):

Trong điều kiện làm việc, móng chịu tác dụng của các lực sau:

- Tải trọng công trình truyền xuống móng qua cột ở mặt đỉnh móng: N_o^{tc}
- Trọng lượng bản thân móng: N_m^{tc}

- Trọng lượng đất đắp trên móng trong phạm vi kích thước móng N_a^{tc} ;

- Phản lực nền đất tác dụng lên đáy móng p^{tc} .

Biểu đồ ứng suất tiếp xúc dưới đáy móng là đường cong, nhưng đối với cấu kiện móng cứng, ta lấy gần đúng theo dạng hình chữ nhật.

Điều kiện cân bằng tĩnh học:

$$N_o^{tc} + N_m^{tc} + N_a^{tc} = p_{tc} \cdot F \quad (2.7)$$

Trong đó: F - Diện tích đáy móng

Trọng lượng của móng và đất đắp trên móng có thể lấy bằng trọng lượng của khối nằm trong mặt cắt từ đáy móng:

$$N_m^{tc} + N_a^{tc} = F \cdot h_m \cdot \gamma_{tb} \quad (2.8)$$

Trong đó: γ_{tb} - Dung trọng trung bình của vật liệu móng và đất đắp trên móng, lấy bằng 2 - 2,2 (g/cm^3) hoặc 2 - 2,2 (T/m^3).

h_m - Độ sâu chôn móng.

Từ (2.7) và (2.8) ta có:

$$N_o^{tc} + F \cdot h_m \cdot \gamma_{tb} = p^{tc} \cdot F$$

Suy ra:

$$F = \frac{N_o^{tc}}{p^{tc} - \gamma_{tb} \cdot h_m} \quad (2.9)$$

Để đảm bảo điều kiện nền biến dạng tuyến tính thì áp lực do tải trong tiêu chuẩn của công trình gây ra phải thỏa điều kiện:

$$p^{tc} \leq R^{tc} \quad (2.10)$$

Do đó:
$$F \geq \frac{N_o^{tc}}{R^{tc} - \gamma_{tb} \cdot h_m} \quad (2.11)$$

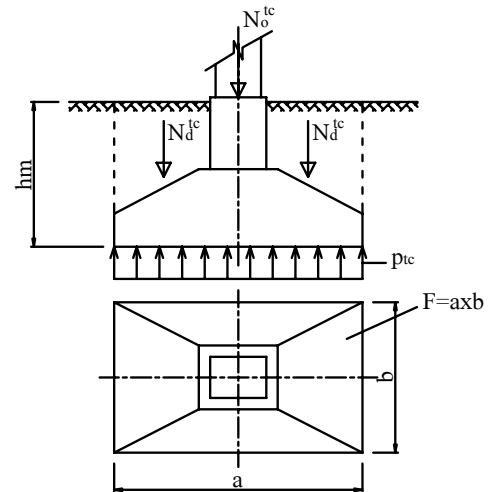
Công thức (2.11) cho phép xác định được diện tích đáy móng F khi biết tải trọng ngoài tác dụng N_o^{tc} , áp lực tiêu chuẩn R^{tc} và chiều sâu chôn móng h_m . Ở đây cần chú ý rằng trị số R^{tc} lấy theo kinh nghiệm thì xác định được sơ bộ diện tích đáy móng F, còn nếu R^{tc} xác định theo công thức (2.6) và (2.7) thì tham số bề rộng móng b phải giả thiết trước, sau khi có được diện tích đáy móng F, chọn tỷ số $\alpha = \frac{a}{b}$ để tìm được cạnh a và kiểm tra lại điều kiện $F^* = axb \geq F$.

*** Xác định kích thước hợp lý của móng đơn**

Việc chọn kích thước hợp lý của móng đơn ở đây ta cần tìm bề rộng b của móng và từ tỷ số $a = \alpha \cdot b$ để tìm được cạnh dài a và so sánh với diện tích yêu cầu. Phương pháp này xuất phát từ điều kiện:

$$p_{tb}^{tc} = R^{tc} \quad (2.12)$$

Với: R^{tc} - Cường độ tiêu chuẩn của nền đất



Hình 2.14

p_{ib}^{tc} - Cường độ áp lực trung bình tiêu chuẩn do tải trọng công trình gây ra tại đáy móng.

$$p_{ib}^{tc} = \frac{N_o^{tc} + G}{axb} \quad (2.13)$$

G - Trọng lượng của móng và đất đắp trên móng

hoặc
$$p_{ib}^{tc} = \frac{N_o^{tc}}{\alpha \cdot b^2} + \gamma_{ib} \cdot h_m \quad (2.14)$$

Trong đó:
$$\alpha = \frac{a}{b}$$

Thay (2.6) và (2.14) vào (2.12) biến đổi ta được phương trình bậc ba để xác định bề rộng móng như sau:

$$b^3 + K_1 \cdot b^2 - K_2 = 0 \quad (2.15)$$

Trong đó:
$$K_1 = M_1 \cdot h_m + \frac{M_2 \cdot c_{tc}}{\gamma} - M_3 \cdot \frac{\gamma_{ib} \cdot h_m}{\gamma} \quad (2.16)$$

$$K_2 = M_3 \cdot \frac{N_o^{tc}}{m \cdot \alpha \cdot \gamma} \quad (2.17)$$

Với : M_1, M_2, M_3 - Các hệ số phụ thuộc vào góc nội ma sát φ^{tc} của đất nền, tra bảng (2.5).

m - Hệ số điều kiện làm việc, lấy bằng 1.

γ - Dung trọng của đất nền dưới đáy móng.

Giải phương trình (2.15) tìm được trị số b - bề rộng của móng, từ đó xác định a dựa vào điều kiện $a = \alpha b$ và có được diện tích đáy móng.

*** Xác định kích thước hợp lý của móng băng**

Đối với móng băng có chiều dài lớn hơn nhiều lần so với bề rộng, khi tính toán người ta cắt ra 1m dài để tính toán, do vậy trị số áp lực trung bình tiêu chuẩn tại đáy móng sẽ là:

$$p_{ib}^{tc} = \frac{N_o^{tc}}{b} + \gamma_{ib} \cdot h_m \quad (2.18)$$

Thay (2.6) và (2.18) vào (2.12) biến đổi ta được phương trình bậc hai để xác định bề rộng móng băng như sau:

$$b^2 + L_1 \cdot b - L_2 = 0 \quad (2.19)$$

Trong đó:
$$L_1 = M_1 \cdot h_m + \frac{M_2 \cdot c_{tc}}{\gamma} - M_3 \cdot \frac{\gamma_{ib} \cdot h_m}{m \cdot \gamma}$$

$$L_2 = -M_3 \cdot \frac{N_o^{tc}}{m \cdot \gamma}$$

M_1, M_2, M_3 - Các hệ số phụ thuộc vào góc nội ma sát φ^{tc} của đất nền, tra bảng (2.5).

Giải phương trình (2.19) tìm được bề rộng hợp lý của móng băng theo điều kiện áp lực tiêu chuẩn. Việc xác định kích thước móng từ việc giải phương trình (2.15) và (2.19) thì không cần kiểm tra lại điều kiện (2.12).

Bảng 2.5: Các Trị số M_1, M_2, M_3

$\varphi^{tc}(\text{độ})$	M_1	M_2	M_3	$\varphi^{tc}(\text{độ})$	M_1	M_2	M_3
1	74,97	229,2	70,79	23	5,51	9,12	1,511
2	38,51	114,6	34,51	24	5,39	8,88	1,393
3	26,36	76,3	22,36	25	5,29	8,58	1,287
4	20,30	57,2	16,30	26	5,19	8,20	1,188
5	16,66	45,7	12,66	27	5,10	7,85	1,099
6	14,25	38,1	10,25	28	5,02	7,52	1,017
7	12,52	32,6	8,52	29	4,94	7,21	0,944
8	11,24	28,5	7,24	30	4,87	6,93	0,872
9	10,24	25,3	6,24	31	4,82	6,66	0,808
10	9,44	22,7	5,44	32	4,75	6,40	0,749
11	8,80	20,6	4,80	33	4,69	6,16	0,694
12	8,26	18,82	4,26	34	4,64	5,93	0,643
13	7,8	17,32	3,80	35	4,60	5,71	0,596
14	7,42	16,04	3,42	36	4,55	5,51	0,552
15	7,08	14,93	3,08	37	4,52	5,31	0,512
16	6,08	13,95	2,80	38	4,47	5,12	0,474
17	6,54	13,08	2,54	39	4,44	4,94	0,439
18	6,32	12,31	2,32	40	4,41	4,77	0,406
19	6,12	11,62	2,12	41	4,38	4,60	0,376
20	5,91	10,99	1,942	42	4,35	4,44	0,347
21	5,78	10,42	1,783	43	4,32	4,29	0,321
22	5,64	9,90	1,640	44	4,30	4,14	0,296
				45	4,27	4,00	0,273

*** Một số cách gần đúng xác định diện tích đáy móng F**

+ Xác định R^{tc} theo các bảng (2.2) hoặc (2.3) tùy thuộc vào tình hình cụ thể của đất nền hoặc theo giá trị R^{tc} do thí nghiệm cung cấp. Thay trị số R^{tc} vào công thức (2.11) xác định được diện tích đáy móng F , từ đó chọn các kích thước chi tiết cho phù hợp.

Với móng vông hoặc chữ nhật: $F^* = axb$

Với móng hình tròn: $F^* = \pi.R^2$

+ Xác định kích thước móng theo kinh nghiệm: Chọn trước một trị số kích thước đáy móng axb nào đó, từ đó kết hợp với điều kiện đất nền tính ra R^{tc} và sau đó kiểm tra lại điều kiện: $p_{tb}^{tc} \leq R^{tc}$, nếu chưa thỏa mãn thì chọn lại và kiểm tra cho đến khi đạt yêu cầu, thông thường chọn kiểm tra đến lần thứ hai hoặc ba là đạt.

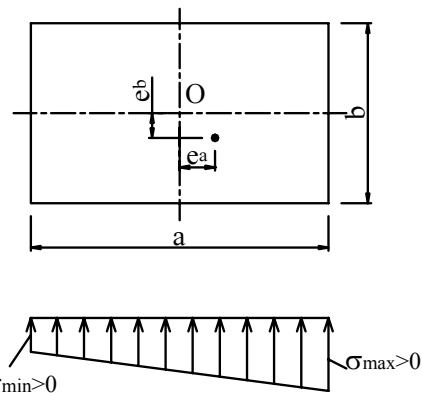
3.3. Trường hợp tải trọng lệch tâm

Móng chịu tải lệch tâm là móng có điểm đặt của tổng hợp lực không đi qua trọng tâm diện tích đáy móng. Thường là móng các công trình chịu momen và tải trọng ngang. Độ lệch tâm e được tính như sau:

$$e = \frac{M^{tc}}{N^{tc}} \quad (2.22)$$

Trong đó: M^{tc} - Giá trị momen tiêu chuẩn ứng với trọng tâm diện tích đáy móng.

N^{tc} - Tổng tải trọng thẳng đứng tiêu chuẩn tác dụng lên móng.



Hình 2.15: Móng chịu tải lệch tâm

3.3.1. Trường hợp lệch tâm bé

Trường hợp này độ lệch tâm $e < a/6$, biểu đồ ứng suất đáy móng như hình vẽ (Hình 2.15).

Việc xác định kích thước đáy móng trong trường hợp này giống như đối với móng chịu tải trọng đúng tâm, sau đó tăng diện tích đã tính lên để chịu momen và lực ngang bằng cách nhân với hệ số K ($K = 1,0 - 1,5$), khi momen và lực ngang bé thì lấy K bé và ngược lại.

$$F_{\text{lệch tâm}} = K \cdot F_{\text{đúng tâm}} \quad (2.23)$$

Sau khi chọn được kích thước đáy móng cần kiểm tra lại điều kiện áp lực:

$$\begin{aligned} \sigma_{\max}^{tc} &\leq 1,2R^{tc} \\ \sigma_{tb}^{tc} &\leq R^{tc} \end{aligned} \quad (2.24)$$

$$\text{Với: } \sigma_{\max, \min}^{tc} = \frac{N_o^{tc}}{F} \pm \frac{M_o^{tc}}{W_x} \pm \frac{M_o^{tc}}{W_y} + \gamma_{tb} \cdot h_m \quad (2.25)$$

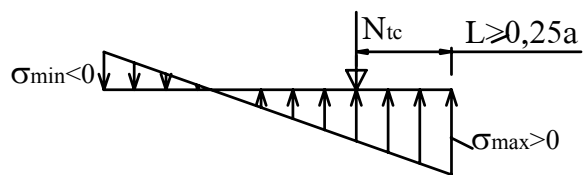
$$\text{hay: } \sigma_{\max, \min}^{tc} = \frac{N_o^{tc}}{axb} \left(1 \pm \frac{6e_a}{a} \pm \frac{6e_b}{b} \right) + \gamma_{tb} \cdot h_m \quad (2.26)$$

$$\sigma_{tb}^{tc} = \frac{\sigma_{\max}^{tc} + \sigma_{\min}^{tc}}{2} = \frac{N_o^{tc}}{axb} + \gamma_{tb} \cdot h_m$$

3.3.2. Trường hợp móng chịu tải trọng lệch tâm lớn

Dạng biểu đồ ứng suất trong trường hợp này như hình vẽ và $\sigma_{\max} > 0, \sigma_{\min} < 0$, trường hợp này sau khi chọn diện tích đáy móng cần kiểm tra lại theo điều kiện lệch tâm.

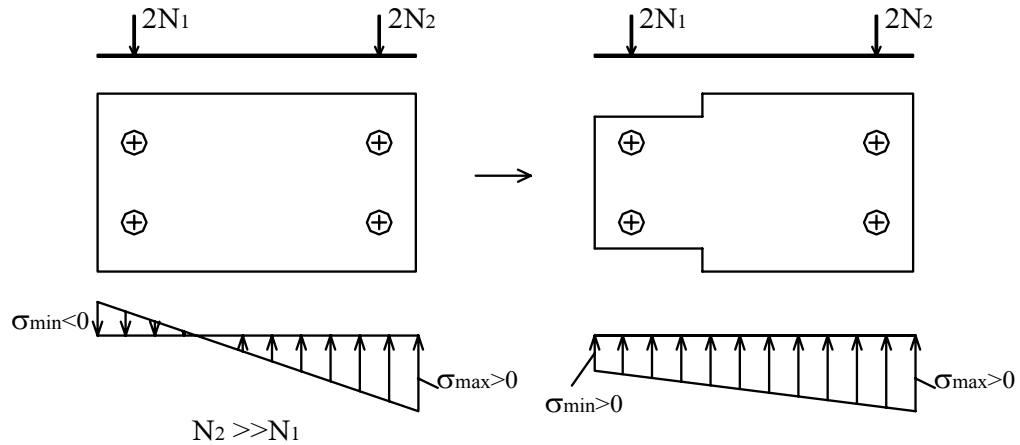
Lưu ý: Tổng tải trọng tiêu chuẩn đặt cách mép móng một đoạn $L \geq 0,25a$ để phần cạnh móng không bị tách khỏi mặt nền quá 25%.



Hình 2.16: Móng chịu tải lệch tâm lớn

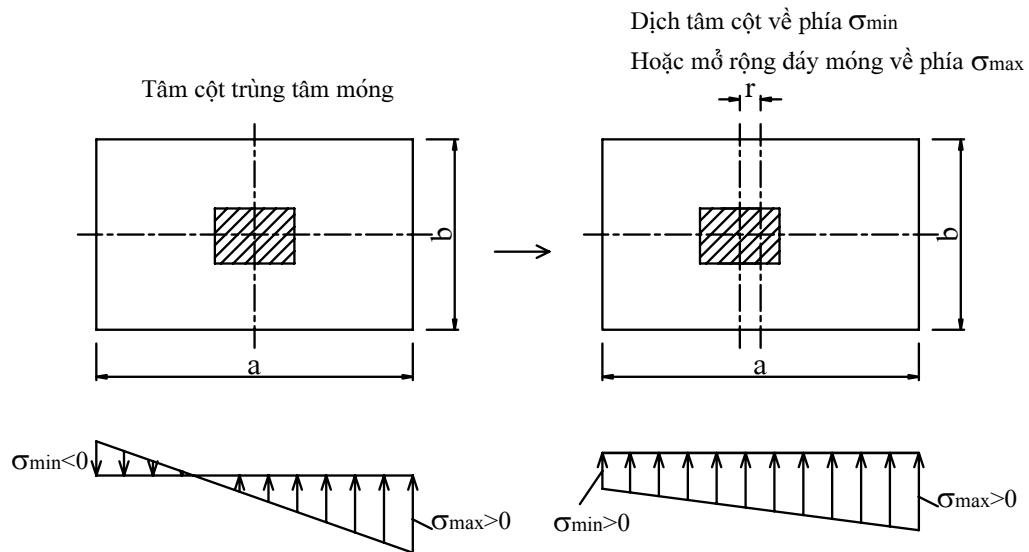
3.4. Một số biện pháp làm giảm hoặc triệt tiêu phần biểu đồ ứng suất âm dưới đáy móng

+ Thay đổi kích thước, hình dáng móng



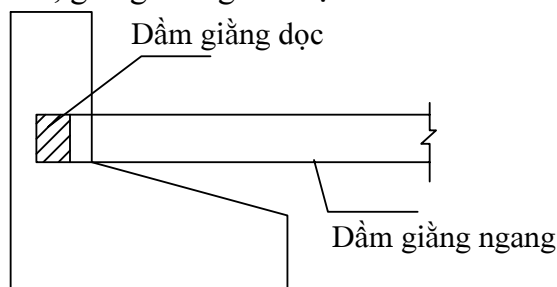
Hình 2.17

+ Thay đổi trọng tâm móng



Hình 2.18

+ Cấu tạo hệ thống dầm, giằng móng để chịu momen.



Hình 2.19: Dầm và giằng móng để triệt tiêu ứng suất do lệch tâm gây ra

3.5. Ví dụ mẫu:

Ví dụ II-1: Xác định sơ bộ kích thước đáy móng dưới cột hình chữ nhật kích thước 30x40cm với tổ hợp tải trọng chính tại mặt móng là: $N=90,0T$, $M=2,40Tm$, $Q=1,20T$.
Nền đất gồm hai lớp có các chỉ tiêu cơ lý cơ bản như sau:

Lớp trên: á sét dẻo cứng có: $\gamma=1,95T/m^3$, $\varphi = 20^0$, $c=1,8 T/m^2$

Lớp dưới: á cát dẻo có: $\gamma=1,95T/m^3$, $\varphi = 22^0$, $c=2,0 T/m^2$

Giải :

+ Xác định tải trọng tiêu chuẩn của tổ hợp tải trọng chính :

$$N_o^c = N/1,2 = 75,0T, M_o^c = M/1,2 = 2,0T, Q_o^c = Q/1,2 = 1,0T$$

+ Vật liệu làm móng được chọn là Bê tông cốt thép.

+ Chọn chiều sâu chôn móng là $h_m = 2m$.

+ Xác định kích thước đáy móng :

Do móng chịu tải trọng lệch tâm nên kích thước đáy móng phải thỏa mãn hai điều kiện sau đây:

- Ứng suất trung bình tại đáy móng phải nhỏ hơn hoặc bằng cường độ áp lực tiêu chuẩn của nền đất.

- Trị số ứng suất lớn nhất tại đáy móng phải nhỏ hơn hoặc bằng 1,2 lần cường độ áp lực tiêu chuẩn của nền đất.

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{TB}^d \leq R^{tc} \quad (1) \\ \sigma_{max}^d \leq 1,2 R^{tc} \quad (2) \end{array} \right.$$

Kích thước hợp lý nhất của đáy móng được xác định từ điều kiện (1) trong trường hợp xảy ra phương trình.

Từ đó ta có phương trình để xác định bề rộng móng như sau:

$$b^3 + K_1 \cdot b^2 - K_2 = 0$$

Trong đó:
$$K_1 = M_1 \cdot h + M_2 \cdot \frac{c}{\gamma} - M_3 \cdot \frac{\gamma_{tb} \cdot h}{\gamma}$$

$$K_2 = M_3 \cdot \frac{N_o^{tc}}{m \cdot \gamma \cdot \alpha}$$

- Với $\varphi^{tc} = 20^0$ tra bảng (2.5) ta được:

$$M_1 = 5,91; M_2 = 10,99; M_3 = 1,942$$

- Hệ số điều kiện làm việc, $m = 1$

- Chiều sâu chôn móng $h_m = 2m$

- $c = 0,18 kG/cm^2 = 1,8 T/m^2$

- γ_{tb} là dung trọng trung bình của đất ngay đáy móng và vật liệu làm móng, lấy $\gamma_{tb} = 2,2 (T/m^3)$

- γ : là dung trọng của lớp 1, $\gamma = 1,95 (T/m^3)$

- Chọn $\alpha = 1,4 = \frac{a}{b}$

$$\Rightarrow K_1 = 5,91 \cdot 2 + 10,99 \cdot \frac{1,8}{1,95} - 1,942 \cdot \frac{2,2 \cdot 2}{1,95} = 17,58$$

$$K_2 = 1,942 \cdot \frac{75,0}{1.1,95.1,4} = 53,35$$

Thay vào phương trình trên ta có phương trình sau:

$$b^3 + 17,58.b^2 - 53,35 = 0$$

Giải phương trình này bằng phương pháp thử dần nghiệm

$$\Rightarrow b \cong 1,663 \text{ (m)}, \text{ chọn } b = 1,7 \text{ (m)}$$

Do tỷ số $\alpha = 1,4 = \frac{a}{b} \Rightarrow a = 1,4.1,7 = 2,38$, chọn $a = 2,4 \text{ (m)}$

Vậy kích thước sơ bộ đáy móng được chọn là : $b = 1,7\text{m}$, $a = 2,4 \text{ m}$

+ Tính Cường độ tiêu chuẩn R^{tc} của nền đất

Cường độ tiêu chuẩn R^{tc} của nền đất được xác định theo công thức sau:

$$R^{tc} = m \cdot [(A \cdot b + B \cdot h_m) \cdot \gamma + D \cdot c]$$

Với: $m=1$; $b=1,7\text{m}$; $h_m=2\text{m}$; $\gamma=1,95(\text{T}/\text{m}^3)$; $c = 0,18 \text{ KG}/\text{cm}^2 = 1,8 \text{ T}/\text{m}^2$, $\varphi = 20^\circ$ Tra bảng (2.4) ta có: $A = 0,51$, $B = 3,06$, $D = 5,66$.

Suy ra:

$$R^{tc} = (0,51.1,7 + 3,06.2) \cdot 1,95 + 5,66.1,8 = 23,8 \text{ (T}/\text{m}^2)$$

+ Xác định ứng suất dưới đáy móng :

$$\sigma_{\text{Max,Min}}^{tc} = \frac{N_d^{tc}}{a \cdot b} \left(1 \pm \frac{6e_a}{a} \pm \frac{6e_b}{b} \right)$$

Trong đó: $N_d^{tc} = N_o^{tc} + \gamma_{tb} \cdot F \cdot h = 75,0 + 2,2.1,7.2,4.2 = 92,952 \text{ (T)}$

$$e_b = 0; e_a = \frac{M_o^{tc} + Q_o^{tc} \cdot h_m}{N^{tc}} = \frac{2,0 + 1,0.2}{75,0} = 0,0533 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \left| \sigma_{\text{Max,Min}}^{tc} \right| = \frac{92,952}{1,7.2,4} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0,0533}{2,4} \right) = \begin{cases} 25,82 \text{ (T}/\text{m}^2) \\ 19,75 \text{ (T}/\text{m}^2) \end{cases}$$

$$\sigma_{ib}^{tc} = \gamma_{tb} \cdot h + \frac{N_o^{tc}}{F} = 2,2.2 + \frac{75,0}{1,7.2,4} = 22,78 \text{ (T}/\text{m}^2)$$

Kiểm tra điều kiện

$$\Rightarrow \begin{cases} \sigma_{ib}^{tc} = 22,78 \text{ (T}/\text{m}^2) < R^{tc} = 23,8 \text{ (T}/\text{m}^2) \\ \sigma_{\text{max}}^{tc} = 25,82 < 1,2 \cdot R^{tc} = 1,2.23,8 = 28,56 \text{ (T}/\text{m}^2) \end{cases}$$

Hai điều kiện (1) và (2) được thỏa mãn, vậy kích thước đáy móng đã chọn ở trên là chấp nhận được.

Ví dụ II-2: Xác định sơ bộ kích thước đáy móng dưới cột hình chữ nhật kích thước 30x40cm với tải trọng của tổ hợp tải trọng chính (TH cơ bản) tại mặt móng là: $N_o'' = 80,15\text{T}$, $M_o'' = 2,25\text{Tm}$, $Q_o'' = 1,4\text{T}$. Nền đất gồm hai lớp có các chỉ tiêu cơ lý cơ bản như sau:

Lớp trên: đất lấp dày 0,8m, $\gamma = 1,8\text{T}/\text{m}^3$

Lớp dưới: á cát dẻo có: $\gamma = 1,94\text{T}/\text{m}^3$, $\varphi = 22^\circ$, $c = 1,9 \text{ T}/\text{m}^2$

Giải :

+ Chọn vật liệu : móng bê tông cốt thép

+ Chọn độ sâu chôn móng : $h_m = 1,5\text{m}$

- + Chọn kích thước ban đầu: bề rộng móng $b=1,6m$
- + Xác định R^{tc} theo TCXD 45-78:

$$R^{tc} = \frac{m_1 \cdot m_2}{K_{tc}} [A\gamma + B\gamma' + D \cdot c^{tc}]$$

Với $\varphi = 22^\circ$ tra bảng (2.4) ta có : $A=0,61$; $B=3,44$; $D=6,04$
 $m_1 = 1,0$; $m_2 = 1,4$; $K_{tc} = 1,1$; $\gamma' = (1,8 + 1,94) / 2 = 1,87T / m^3$

Thay vào có: $R^{tc} = \frac{1 \cdot 1,4}{1,1} [0,61 \cdot 1,6 \cdot 1,94 + 3,44 \cdot 1,5 \cdot 1,87 + 6,04 \cdot 1,9] = 29,3T / m^2$

- + Diện tích đáy móng yêu cầu:

$$F \geq \frac{N_o^{tc}}{R^{tc} - \gamma_{tb} \cdot h_m} = \frac{80,15/1,2}{29,3 - 2 \cdot 1,5} = 2,54m^2$$

Móng chịu tải trọng lệch tâm, ta tăng kích thước móng lên bằng cách nhân với hệ số $K=1,2$

$$F^* = K \cdot F = 1,2 \cdot 2,54 = 3,05m^2$$

Vậy cạnh dài của móng là: $a=F^*/b=3,05/1,6=1,905m$; ta chọn $a=2m$

- + Xác định ứng suất dưới đáy móng :

$$\sigma_{\max, \min}^{tc} = \frac{N_o^{tc}}{axb} \left(1 \pm \frac{6e_a}{a} \pm \frac{6e_b}{b}\right) + \gamma_{tb} \cdot h_m$$

Với : $e_a = \frac{M_o^{tc} + Q_o^{tc} \cdot h_m}{N_o^{tc}} = \frac{2,25/1,2 + 1,5 \cdot 1,4/1,2}{80,15/1,2} = 0,054m$, $e_b = 0$

Vậy : $\sigma_{\max}^{tc} = \frac{N_o^{tc}}{axb} \left(1 + \frac{6e_a}{a}\right) + \gamma_{tb} \cdot h_m = \frac{80,15/1,2}{2 \cdot 1,6} \left(1 + \frac{6 \cdot 0,054}{2}\right) + 2 \cdot 1,5 = 27,27T / m^2$

$$\sigma_{\min}^{tc} = \frac{N_o^{tc}}{axb} \left(1 - \frac{6e_a}{a}\right) + \gamma_{tb} \cdot h_m = \frac{80,15/1,2}{2 \cdot 1,6} \left(1 - \frac{6 \cdot 0,054}{2}\right) + 2 \cdot 1,5 = 20,47T / m^2$$

$$\sigma_{tb}^{tc} = \frac{N_o^{tc}}{axb} + \gamma_{tb} \cdot h_m = \frac{80,15/1,2}{2 \cdot 1,6} + 2 \cdot 1,5 = 23,87T / m^2$$

Kiểm tra điều kiện:

$$\sigma_{\max}^{tc} = 27,27T / m^2 \leq 1,2R^{tc} = 1,2 \cdot 29,3 = 35,16T / m^2$$

$$\sigma_{tb}^{tc} = 23,87T / m^2 \leq R^{tc} = 29,3T / m^2$$

Đạt yêu cầu, vậy kích thước móng đã chọn $F=axb = 2 \times 1,6m$ là hợp lý.

Ví dụ II-3: Xác định sơ bộ kích thước móng băng dưới tường dày 20cm với tổ hợp tải trọng chính tại mặt móng là: $N=30T/m$, $M=2,5Tm/m$. Nền đất gồm hai lớp có các chỉ tiêu cơ lý như ở ví dụ 2.

Giải:

- + Chọn vật liệu : móng bê tông cốt thép
- + Chọn độ sâu chôn móng : $h_m = 1,2m$
- + Chọn kích thước ban đầu: bề rộng móng $b=1,5m$
- + Xác định ứng suất dưới đáy móng (với móng băng ta cắt ra 1m dài để tính toán):

$$\sigma_{\max, \min}^{tc} = \frac{N_o^{tc}}{lxb} \left(1 \pm \frac{6e_b}{b}\right) + \gamma_{tb} \cdot h_m$$

Với : $e_b = \frac{M_o^{tc}}{N_o^{tc}} = \frac{2,5/1,2}{30/1,2} = 0,083m, e_a = 0$

Vậy : $\sigma_{\max}^{tc} = \frac{N_o^{tc}}{lxb} \left(1 + \frac{6e_b}{b}\right) + \gamma_{tb} \cdot h_m = \frac{30/1,2}{1.1,5} \left(1 + \frac{6.0,083}{1,5}\right) + 2.1,5 = 25,22T/m^2$

$$\sigma_{\min}^{tc} = \frac{N_o^{tc}}{lxb} \left(1 - \frac{6e_b}{b}\right) + \gamma_{tb} \cdot h_m = \frac{30/1,2}{1.1,5} \left(1 - \frac{6.0,083}{1,5}\right) + 2.1,5 = 14,13T/m^2$$

$$\sigma_{tb}^{tc} = \frac{N_o^{tc}}{axb} + \gamma_{tb} \cdot h_m = \frac{30/1,2}{1.1,5} + 2.1,5 = 19,67T/m^2$$

+ Xác định R^{tc} theo TCXD 45-78 như ở ví dụ 2 ta được: $R^{tc} = 29,15T/m^2$

+ Kiểm tra điều kiện:

$$\sigma_{\max}^{tc} = 25,22T/m^2 \leq 1,2R^{tc} = 1,2.29,15 = 34,98T/m^2$$

$$\sigma_{tb}^{tc} = 19,67,2T/m^2 \leq R^{tc} = 29,15T/m^2$$

Đạt yêu cầu, vậy bề rộng móng băng đã chọn $b = 1,5m$ là hợp lý.

S4 TÍNH TOÁN NỀN THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN VỀ BIẾN DẠNG (TTGH II)

4.1. Khái niệm:

Sau khi đã xác định được kích thước đáy móng theo điều kiện áp lực tiêu chuẩn, ta phải kiểm tra lại nền theo trạng thái giới hạn về biến dạng, hay còn gọi là TTGH II.

Nội dung của phần tính toán này nhằm để khống chế biến dạng của nền, không cho biến dạng của nền lớn tới mức làm nứt nẻ, hư hỏng công trình bên trên hoặc làm cho công trình bên trên nghiêng lệch lớn, không thỏa mãn điều kiện sử dụng. Để đảm bảo yêu cầu trên thì độ lún của nền phải thỏa điều kiện:

$$S_{tt} \leq [S_{gh}] \quad (2.27)$$

Trong đó: S_{tt} - Độ lún tính toán của công trình thiết kế

$[S_{gh}]$ - Trị số giới hạn về biến dạng của công trình, trị số này phụ thuộc vào:

+ Đặc tính của công trình bên trên: Vật liệu, hình thức kết cấu, độ cứng không gian và tính nhạy cảm với biến dạng của nền...

+ Phụ thuộc vào đặc tính của nền: Loại đất, trạng thái và tính biến dạng của đất, phân bố các lớp đất trong nền...

+ Phụ thuộc vào phương pháp thi công.

Trị số độ lún giới hạn $[S_{gh}]$ theo TCXD quy định tùy thuộc vào tình hình cụ thể của công trình, lấy theo bảng sau:

Bảng 2.6 Trị số giới hạn về độ lún của móng

Kết cấu nhà và kiểu móng	Trị số $[S_{gh}]$ (cm)	
	Trung bình	Tuyệt đối

1. Nhà Panen lớn, nhà Bloc không có khung	8	-
2. Nhà bằng tường gạch, tường Bloc lớn, móng đơn có: L:H ≥ 2,5 (L chiều dài tường, H chiều cao L:H ≤ 1,5	8 10	- -
3. Nhà tường gạch, tường Bloc lớn có giằng BTCT hoặc gạch, cột thép.	15	-
5. Nhà khung trên toàn bộ sơ đồ	10	-
5. Móng BTCT kín khắp của lò nung, ống khói, tháp nước.	30	-
6. Móng nhà công nghiệp một tầng và nhà có kết cấu tương tự khi bước cột là: 6m 12m	- -	8 10

Ngoài ra ta cần đặc biệt chú ý đến độ chênh lệch lún hay lún không đều của các móng trong cùng một công trình. Nếu trị số này lớn sẽ gây ra sự phân bố lại nội lực trong kết cấu bên trên, làm nứt gãy kết cấu. Độ chênh lệch lún được đánh giá qua các đại lượng:

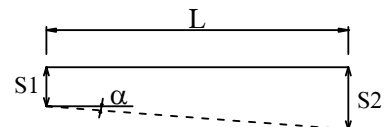
- Độ lún lệch tuyệt đối:

$$\Delta S = S_2 - S_1 \leq [\Delta S_{gh}] \quad (2.28)$$

- Độ nghiêng của móng hoặc công trình: Là tỷ số giữa độ lún của các điểm bên ngoài của móng (hoặc công trình) với kích thước (chiều dài, chiều rộng) qua điểm ấy:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_2 - S_1}{L} \quad (2.29)$$

$$\text{Góc nghiêng: } \alpha = \arctg \frac{S_2 - S_1}{L} \quad (2.30)$$



Hình 2.20

Trị số góc nghiêng này phải bé hơn trị số góc nghiêng giới hạn, quy định theo quy trình.

4.2. Tính toán độ lún của móng

Hiện nay có nhiều phương pháp khác nhau để tính toán độ lún của nền móng, một số phương pháp đã được trình bày kỹ trong giáo trình Cơ học đất. Trong nội dung này chỉ giới thiệu những bước cơ bản của phương pháp cộng lún từng lớp. Đây là một trong những phương pháp được chú ý nhất và cho kết quả gần sát với thực tế nhất.

Nội dung của phương pháp cộng lún từng lớp:

1. Chia nền đất dưới đáy móng thành nhiều lớp có chiều dày $h_i \leq (0,2 - 0,4)b$ hoặc $h_i \leq 1/10 H_a$, với b là bề rộng móng, H_a là chiều sâu vùng nén ép.

2. Tính và vẽ biểu đồ ứng suất do trọng lượng bản thân đất:

$$\sigma_{zi}^{bt} = \gamma_i h_i \quad (2.31)$$

3. Xác định áp lực gây lún: σ^{gl}

$$\sigma^{gl} = \sigma_{ib}^d - \gamma_m h_m \quad (2.32)$$

Trong đó: σ_{ib}^d - Áp lực trung bình tại đáy móng do tải trọng công trình và trọng lượng móng, đất đắp trên móng gây ra:

$$\sigma_{tb}^d = \frac{N_o^{tc} + G}{axb} \quad (2.33)$$

γ - Dung trọng của lớp đất đặt móng

h_m - Chiều sâu chôn móng

4. Tính và vẽ biểu đồ ứng suất do ứng suất gây lún gây ra:

$$\sigma_{zi} = K_{oi} \cdot \sigma^{gl} \quad (3.34)$$

Với $K_{oi} = f(a/b, 2z/b)$ tra bảng trong sách Cơ học đất.

5. Xác định chiều sâu vùng ảnh hưởng H_a , theo TCXD 45-70, Xác định H_a dựa vào điều kiện ở nơi có : $\sigma_{zi}^{bt} \leq 0,2 \cdot \sigma_{zi}^{gl}$

6. Tính toán độ lún của các lớp đất phân tố S_i theo các công thức:

$$S_i = \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} \cdot h_i$$

$$S_i = \frac{a_i}{1 + e_{1i}} \cdot p_i \cdot h_i \quad (2.35)$$

$$S_i = a_{oi} \cdot p_i \cdot h_i$$

$$S_i = \frac{\beta}{E_{oi}} \cdot p_i \cdot h_i$$

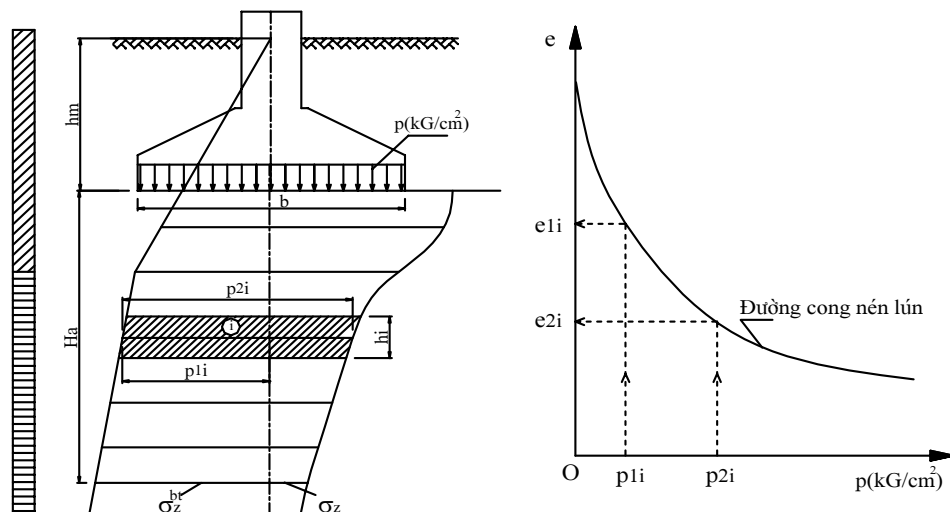
7. Tính toán độ lún cuối cùng của móng:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i \quad (2.36)$$

Xác định e_{1i} và e_{2i} tương ứng với các trị số p_{1i} và p_{2i} với

$$p_{1i} = \frac{\sigma_{bt}^{zi-1} + \sigma_{bt}^{zi}}{2} \quad (2.37)$$

$$p_{2i} = p_{1i} + \frac{\sigma_{gl}^{zi-1} + \sigma_{gl}^{zi}}{2} \quad (2.38)$$



§5. **TÍNH TOÁN NỀN THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN VỀ CƯỜNG ĐỘ (TTGH I)**

5.1. Khái niệm

Khi tải trọng ngoài vượt quá khả năng chịu lực của nền đất, nền bị phá hỏng về mặt cường độ, ổn định, lúc này nền được xem là đã đạt đến trạng thái giới hạn thứ nhất.

Đối với nền đá, khi đạt đến TTGH1 thì nền không còn đủ khả năng chịu tải nữa và nền bị phá hoại.

Đối với nền đất, khi đạt đến TTGH1 thì xảy ra hiện tượng lún đột ngột, làm phá hỏng công trình bên trên.

Phạm vi sử dụng để tính toán nền theo TTGH1:

- + Nền đá.
- + Nền sét rất cứng, cát rất chặt, đất nửa đá.
- + Nền sét yếu, bão hòa nước và đất than bùn.
- + Nền đất móng thường xuyên chịu tải trọng ngang.
- + Nền của công trình trên mái dốc.

Tải trọng tính toán: Dùng tải trọng tính toán và tổ hợp bổ sung.

Điều kiện kiểm tra: Muốn cho nền đất không bị phá hỏng, mất ổn định (trượt, trôi) thì tải trọng truyền lên móng công trình tác dụng lên nền đất phải có cường độ nhỏ hơn cường độ giới hạn của nền đất ấy.

$$N \leq \frac{\Phi}{K_{at}} \quad (2.39)$$

Trong đó:

N - Tải trọng công trình tác dụng lên móng

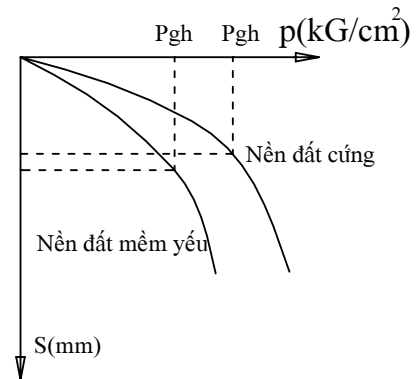
Φ - Khả năng chịu tải của nền theo phương tác dụng của tải trọng

K_{at} - Hệ số an toàn, do cơ quan thiết kế quy định, hệ số này phụ thuộc vào cấp nhà, cấp công trình, ý nghĩa và hậu quả của việc nền mất khả năng chịu tải, mức độ nghiêm cứu các điều kiện của nền đất, thường chọn >1 .

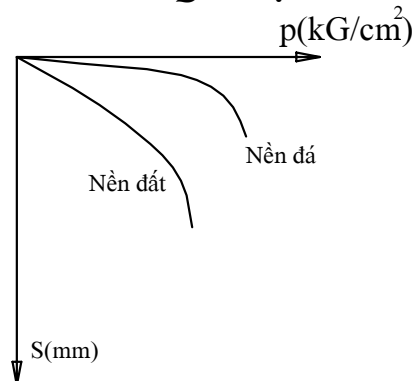
Khi tính toán nền theo TTGH1, lúc này tải trọng khi gần đạt đến TTGH1 là rất lớn, tại nhiều vùng trong nền đất quan hệ ứng suất biến dạng không còn bậc nhất nữa, lúc này không thể giải quyết bài toán theo kết quả của lý thuyết đàn hồi nữa mà phải giải quyết theo hai hướng sẽ trình bày ở các mục sau.

5.2. Sức chịu tải của nền đá

Đối với nền đá, tính nén lún của nó rất bé, không đáng kể, môđun biến dạng của đá có thể lớn hơn môđun biến dạng của đất hàng nghìn lần. Có khi ứng suất tác dụng lên nền đá gần đạt đến trị số phá hoại mà biến dạng của nó còn rất bé. Vì vậy người ta không cần kiểm tra biến dạng của nền đá mà chỉ cần tính toán và kiểm tra nền theo TTGH1 về cường độ.



Hình 2.22: Quan hệ P-S



Hình 2.23

Sức chịu tải tính toán R của nền đá được xác định theo biểu thức:

$$R = k.m.R_n \quad (2.40)$$

Trong đó:

R_n - Cường độ phá hoại của mẫu đá khi bị nén một trục ở trạng thái bão hoà nước.

k - Hệ số đồng nhất

m - Hệ số điều kiện làm việc

Đối với các trường hợp cụ thể, cần tiến hành thí nghiệm để xác định các trị số cần thiết. Khi không có đủ số liệu, người ta thường lấy $k.m = 0,5$.

5.3. Sức chịu tải của nền đất

5.3.1. Phương pháp giải tích

Việc tính toán sức chịu tải của nền đất đã được giới thiệu kỹ trong Cơ học đất. Ở đây chỉ giới thiệu lại một số biểu thức tính toán sức chịu tải cơ bản:

5.3.1.1. Phương pháp của Xocolovski

a: nền đất chịu tải trọng thẳng đứng, lệch tâm (Hình 2 - 24)

Tải trọng giới hạn trong trường hợp này được tính theo công thức sau:

$$p_{gh} = p_T \cdot (c + q.tg\varphi) + q \quad (2.41)$$

Trong đó:

p_T : hệ số không thứ nguyên phụ thuộc vào Y_T và φ , tra bảng (2-7)

$$Y_T = \frac{\gamma}{q.tg\varphi + c} \cdot y \quad \text{Với: } 0 \leq y \leq b \quad (2.42)$$

Từ công thức (2-41), ta suy ra các trường hợp đặc biệt sau:

+ Khi móng đặt trên mặt đất dính ($h=0, c \neq 0$) thì:

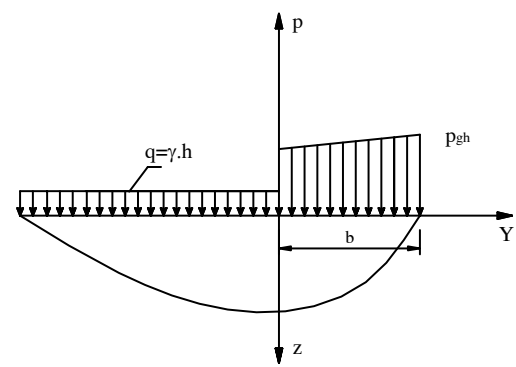
$$p_{gh} = p_t \cdot c \quad (2.43)$$

Trong đó: p_T phụ thuộc vào $Y_T = \frac{\gamma}{c} \cdot y$

Khi móng đặt trên đất cát ($c=0, q \neq 0, h/b < 0.5$)

$$p_{gh} = q(p_T \cdot tg\varphi + 1) \quad (2.44)$$

Trong đó: $p_T = \frac{\gamma}{q.tg\varphi} \cdot y$



Hình 2.24

Bảng 2- 7: Trị số của p_T .

φ (độ) Y_T	5	10	15	20	25	30	35	40
0	6,49	8,34	11,0	14,8	20,7	30,1	46,1	75,3
0,5	7,73	0,02	12,5	17,9	27,0	43,0	73,8	139
1,0	6,95	9,64	13,8	20,6	32,3	53,9	97,1	193
1,5	7,17	10,20	15,1	20,1	37,3	64,0	119	243
2,0	7,38	10,80	16,2	25,4	41,9	73,6	140	292
2,5	7,56	11,30	17,3	27,7	46,4	82,9	160	339
3,0	7,77	11,80	18,4	29,8	50,8	91,8	179	386
3,5	7,96	12,30	19,4	31,9	55,0	101,0	199	432
4,0	8,15	12,80	20,5	34,0	59,2	109	218	478
4,5	8,33	13,20	21,4	36,0	63,8	118	237	523
5,0	8,50	13,70	22,4	38,0	67,3	127	256	568
5,5	8,67	14,10	23,3	39,9	71,3	135	275	613
6,0	8,84	14,50	24,3	41,8	75,3	143	293	658

b. Nền đất chịu tải trọng nghiêng, lệch tâm (hình 2 - 25):

Thành phần thẳng đứng của tải trọng giới hạn (p_{gh}) trong trường hợp này được xác định như sau:

$$p_{gh} = N_{\gamma} \cdot \gamma \cdot y + N_q \cdot \gamma \cdot h + N_c \cdot c \quad (2.45)$$

Trong đó: N_{γ} , N_q , N_c - các hệ số sức chịu tải của đất phụ thuộc vào góc ma sát trong φ của đất và góc nghiêng δ của tải trọng, lấy theo bảng (2.8).

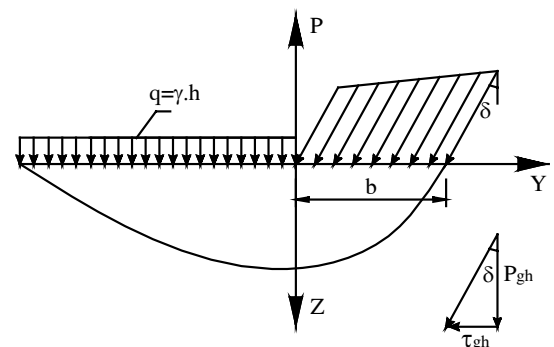
Thành phần nằm ngang τ_{gh} của tải trọng giới hạn xác định theo công thức:

$$\tau_{gh} = p_{gh} \cdot \text{tg}\delta \quad (2.46)$$

Biểu đồ tải trọng tính theo công thức (2.45) có dạng hình thang, các trị số của p_{gh} tại điểm $y = 0$ và $y = b$ được tính như sau (b: chiều rộng của móng hình băng)

$$\left. \begin{aligned} p_{gh(y=0)} &= N_q \cdot \gamma \cdot h + N_c \cdot c \\ p_{gh(y=b)} &= p_{gh(y=0)} + N_{\gamma} \cdot \gamma \cdot b \end{aligned} \right\} \quad (2.47)$$

Hai thành phần thẳng đứng và nằm ngang của tổng hợp lực tải trọng giới hạn xác định theo các công thức sau đây:



Hình 2-25

$$\left. \begin{aligned} p_{gh} &= \frac{1}{2} \cdot (p_{gh(y=0)} + p_{gh(y=b)}) \cdot b \\ \tau_{gh} &= p_{gh} \cdot \text{tg}\delta \end{aligned} \right\} \quad (2.48)$$

Đối với trường hợp tải trọng lệch tâm như ở trên (cả hai trường hợp a và b) thực ra nếu muốn tính toán sức chịu tải của nền cho chặt chẽ thì không những chỉ kiểm tra trị số p_{gh} và p , mà còn phải kiểm tra cả điểm đặt của tải trọng nữa (điểm đặt của p_{gh} phải trùng với điểm đặt của p do tải trọng ngoài tác dụng. Nhưng theo lời giải của V.V.Xôcolovxki thì tải trọng giới hạn p_{gh} chỉ có một điểm đặt nhất định với độ lệch tâm e_{gh} :

$$e_{gh} = \frac{b}{3} \cdot \left[\frac{2 \cdot p_{gh(y=b)} + p_{gh(y=0)}}{p_{gh(y=b)} + p_{gh(y=0)}} - \frac{3}{2} \right] \quad (2.49)$$

Bảng 2-8: Trị số của N_q , N_c và N_γ

φ δ		5	10	15	20	25	30	35	40	45
0	N_q	1,57	2,47	3,94	6,40	10,70	18,4	33,30	64,20	134,50
	N_c	6,49	8,34	11,0	14,90	20,7	30,2	46,20	75,30	133,50
	N_γ	0,17	0,56	1,4	3,16	6,92	15,32	35,16	86,46	236,30
5	N_q	1,24	2,46	3,44	5,56	9,17	15,60	27,90	52,70	96,40
	N_c	2,72	6,56	9,12	12,52	17,50	25,40	38,40	61,60	95,40
	N_γ	0,09	0,38	0,99	2,31	5,02	11,10	24,38	61,38	163,30
10	N_q		1,50	2,84	4,65	7,65	12,90	22,80	42,40	85,10
	N_c		2,84	6,88	10,00	14,30	20,60	31,10	49,30	84,10
	N_γ		0,17	0,62	1,51	3,42	7,64	17,40	41,78	109,50
15	N_q			1,77	3,64	6,13	10,40	18,10	33,30	65,40
	N_c			2,94	7,27	11,00	16,20	24,50	38,50	64,40
	N_γ			0,25	0,89	2,15	4,93	11,34	27,61	70,58
20	N_q				2,09	4,58	7,97	13,90	25,40	49,20
	N_c				3,00	7,68	21,10	18,50	29,10	48,20
	N_γ				0,32	1,19	2,92	6,91	16,41	43,00
25	N_q					2,41	5,67	10,20	18,70	26,75
	N_c					3,03	8,09	13,20	21,10	35,75
	N_γ					0,38	1,50	3,84	9,58	24,86
30	N_q						2,75	8,94	13,10	25,40
	N_c						3,02	8,49	14,40	24,40
	N_γ						0,43	1,84	4,96	13,31
35	N_q							3,08	8,43	16,72
	N_c							2,97	8,86	15,72
	N_γ							0,47	2,21	6,41
40	N_q								3,42	10,15
	N_c								2,88	9,15
	N_γ								0,49	2,60
45	N_q									3,78

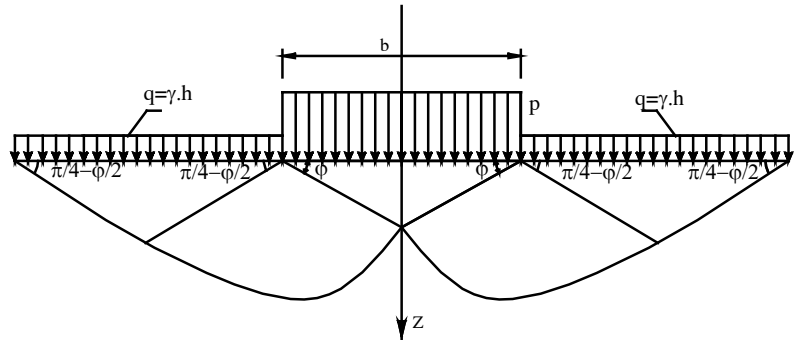
	N_c								2,70
	N_γ								0,50

5.3.1.2. Phương pháp của Terzaghi

K.Terzaghi đã đưa ra công thức tính tải trọng giới hạn ở trường hợp bài toán phẳng như sau:

$$p_{gh} = N_\gamma \cdot \frac{\gamma \cdot b}{2} + N_q \cdot \gamma \cdot h + N_c \cdot c \quad (2.50)$$

Trong đó: N_γ , N_q và N_c
 - Các hệ số sức chịu tải, phụ thuộc vào góc ma sát ϕ và tính theo biểu đồ (hình 2.27).



Hình 2-26: Sơ đồ tính toán đối với bài toán phẳng của K.Terzaghi

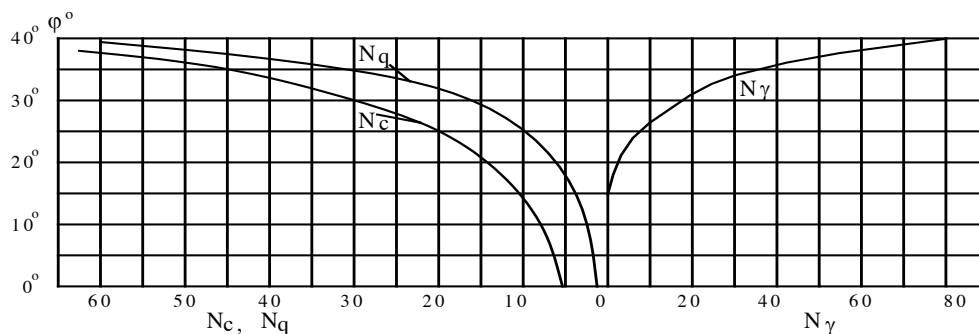
Ngoài ra K.Terzaghi còn đưa ra các hệ số kinh nghiệm vào công thức (2-50) để tính tải trọng giới hạn trong trường hợp bài toán không gian.

- Đối với móng vuông có cạnh là b :

$$p_{gh} = 0,4 \cdot N_\gamma \cdot \gamma \cdot b + N_q \cdot \gamma \cdot h + 1,3 \cdot N_c \cdot c \quad (2.51)$$

- Đối với móng tròn có bán kính R :

$$p_{gh} = 0,6 \cdot N_\gamma \cdot \gamma \cdot R + N_q \cdot \gamma \cdot h + 1,3 \cdot N_c \cdot c \quad (2.52)$$



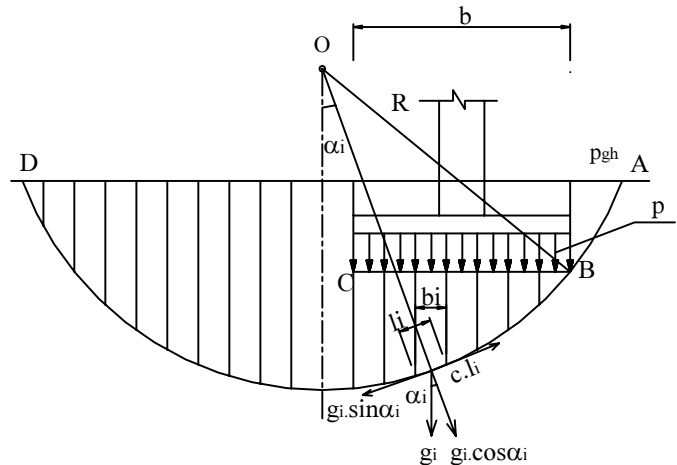
Hình 2-27: Biểu đồ để tra N_γ , N_q và N_c

5.3.2. Phương pháp đồ giải xác định khả năng chịu tải của đất

Trong trường hợp không thể dùng phương pháp giải tích để xác định khả năng chịu tải của nền được, lúc này ta phải sử dụng phương pháp đồ giải. Một số trường hợp hay gặp là:

- Nền đất không đồng nhất, gồm hai hoặc ba lớp đất có chỉ tiêu cơ lý khác nhau
- Phụ tải hai bên móng chênh lệch nhau quá 25%
- Móng đặt trên mái dốc, mặt dưới mái dốc hoặc móng đặt trên một tầng đất phân bố rất dốc.

Trong những trường hợp trên ta dùng phương pháp đồ giải với giả thiết mặt trượt là mặt trụ tròn. Theo phương pháp này, người ta tính theo sơ đồ bài toán phẳng: Cắt ra một đoạn dài 1 đơn vị để tính toán. Với những móng băng, tường chắn đất, nền đường có chiều dài lớn mới phù hợp với bài toán phẳng. Nhưng với móng hình chữ nhật người ta vẫn tính theo sơ đồ bài toán phẳng để thuận tiện và thiên về an toàn.



Hình 2.28

Nội dung của phương pháp như sau:

+ Giả thiết mặt trượt là một cung tròn đi qua mép móng tâm O1, bán kính R1. Chia lăng thể trượt thành nhiều mảnh bằng các mặt cắt thẳng đứng (Hình 2.28)

+ Ta xét mảnh thứ i:

- Tổng các lực tác dụng lên mảnh i:

$$G_i = p_i + q_i \quad (2.53)$$

Trong đó: $q_i = \Delta F_i \cdot \gamma$

$$p_i = p \cdot \Delta b_i$$

Với ΔF_i - Diện tích mảnh thứ i

γ - Dung trọng của đất

p - Cường độ ứng suất tính toán tại đáy móng.

Δb_i - bề rộng mảnh thứ i

Đối với những mảnh nằm ngoài phạm vi đáy móng thì không có p_i

Lực gây trượt mảnh thứ i: $g_i \cdot \sin \alpha_i$

Lực giữ mảnh thứ i: Lực ma sát: $g_i \cdot \cos \alpha_i \cdot \text{tg} \varphi_i$

Lực dính: $c_i \cdot \Delta l_i$

Trong đó: α_i - góc nghiêng của bán kính với tâm trượt i

Δl_i - Chiều dài cung trượt

c_i, φ_i - trị số lực dính và góc nội ma sát trong đoạn cung trượt thứ i

Hệ số ổn định K_i cho mảnh trượt i:

$$K_i = \frac{M_{gi}}{M_{gtri}} = \frac{R(g_i \cos \alpha_i \text{tg} \varphi_i + c_i \Delta l_i)}{R \cdot g_i \sin \alpha_i} \quad (2.54)$$

Xét toàn bộ lăng thể trượt gồm n mảnh, ta có hệ số ổn định:

$$K_i = \frac{M_g}{M_{gtr}} = \frac{\sum_{i=1}^n R(g_i \cos \alpha_i \text{tg} \varphi_i + c_i \Delta l_i)}{\sum_{i=1}^n R \cdot g_i \sin \alpha_i} \quad (2.55)$$

Trong đó: M_g, M_{gtr} là mô men giữ và mô men gây trượt của lăng thể trượt

Sau khi xác định được các trị số K đối với mỗi cung trượt, ta chọn trị số nhỏ nhất K_{\min} để xét độ ổn định của nền. Muốn nền ổn định phải thỏa mãn điều kiện sau:

$$K_{\min} > |K| \quad (2.56)$$

Trong đó $|K|$ - hệ số ổn định cho phép, lấy từ 1,2-1,5.

5.4. Kiểm tra lật và trượt cho móng

5.4.1. Kiểm tra ổn định lật

Trong quá trình chịu lực, nếu dưới đáy móng xuất hiện biểu đồ ứng suất âm, tức $\sigma_{\min} < 0$ thì móng có khả năng bị lật, do vậy cần phải kiểm tra ổn định lật của móng.

Việc kiểm tra ổn định lật đồ được tiến hành so với trục đi qua mép ngoài của đáy móng (điểm O) dưới tác dụng của tổ hợp tải trọng tính toán bất lợi nhất.

Điều kiện kiểm tra:

$$K = \frac{\sum M_{gi}}{\sum M_{gl}} \geq [K_l] \quad (2.56)$$

Trong đó: $\sum M_{gi}$ - Tổng momen giữ để móng không bị lật, lấy với mép móng.

$\sum M_{gl}$ - Tổng momen gây lật cho móng, lấy với mép móng.

$[K_l]$ - Hệ số ổn định lật cho phép, thông thường lấy $\geq 1,5$.

Nếu công trình được thiết kế nằm trên nhiều móng và tổng hợp lực không nằm ngoài lõi của diện tích đáy móng có liên kết cứng với nhau bằng các kết cấu chịu lực thì công trình có thể không bị lật đổ.

5.4.2. Kiểm tra ổn định trượt

Dưới tác dụng của tải trọng ngang Q sẽ làm cho móng có xu hướng bị trượt ở mặt phẳng đáy móng.

Để đảm bảo móng không bị trượt thì phải thỏa mãn điều kiện sau:

$$\sum N'' \cdot f \cdot n_o \geq n \cdot Q \quad (2.57)$$

Trong đó: $\sum N''$ - Tổng tải trọng thẳng đứng tính toán tính tại đáy móng

$$\sum N'' = N_o'' + G$$

với: $G = \gamma_{tb} \cdot F \cdot h_m$

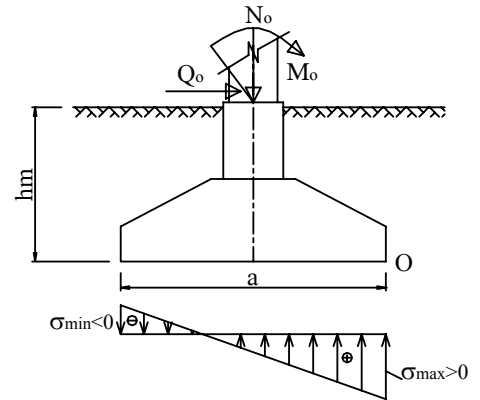
n_o - hệ số vượt tải của tải trọng thẳng đứng (lấy < 1).

n - Hệ số vượt tải của tải trọng ngang (lấy > 1).

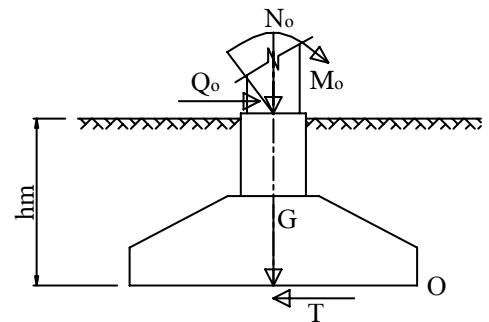
Q - tổng tải trọng ngang tác dụng lên móng.

f - Hệ số ma sát giữa đất và nền phụ thuộc vào độ nhám của đáy móng và loại đất. Trị số f của đá hoặc bê tông với các loại đất khác nhau lấy theo bảng sau:

Bảng 2.9: Trị số của f



Hình 2.29



Hình 2.30

Loại đất dưới đáy móng	Trị số f
1. Đất sét và nham thạch có bề mặt bị bào mòn	0,25
2. Đất sét ở trạng thái cứng	0,3
3. Đất sét ở trạng thái dẻo	0,2
4. Cát ẩm ít	0,55
5. Cát ẩm	0,45
6. Á sét ở trạng thái cứng	0,45
7. Á sét ở trạng thái dẻo	0,25
8. Á cát ở trạng thái cứng	0,5
9. Á cát ở trạng thái dẻo	0,35
10. Đất đá	0,75

Trong thực tế đối với các móng của các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp, các điều kiện lật và trượt đều thỏa mãn. Điều kiện này cần được kiểm tra chặt chẽ đối với các công trình có diện tích đáy móng hẹp, chiều cao lớn, chịu tải trọng ngang, tải trọng nhỏ lớn như tháp ăngten, tháp nước, trụ điện...

§6. TÍNH TOÁN MÓNG THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN I

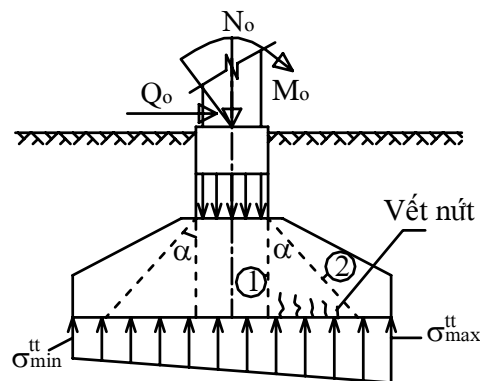
6.1. Sơ đồ tính toán

Ta xét trạng thái chịu lực của một móng đơn như hình vẽ. Bỏ qua lực ngang và ma sát trên mặt bên của móng. Vật thể móng chịu tác dụng của các lực sau:

- Lực tác dụng do tải trọng công trình tác dụng trên toàn diện tích đáy móng trên một diện tích hẹp (chân cột hoặc chân tường chịu lực).
- Phản lực nền tác dụng trên toàn diện tích đáy móng, có chiều ngược lại.

Trong điều kiện chịu lực như vậy, móng có khả năng bị phá hỏng theo các kiểu sau:

1. Móng bị chọc thủng bởi ứng suất cắt trực tiếp trên tiết diện xung quanh chân cột hoặc chân tường (đường 1 trên hình vẽ).
2. Móng bị chọc thủng do tác dụng của ứng suất kéo chính, lúc này mặt phá hỏng là mặt nghiêng 45° so với phương thẳng đứng. (đường 2 trên hình vẽ).
3. Móng bị nứt gãy do tác dụng của momen uốn. Trong phạm vi chân cột hoặc chân tường, độ cứng của kết cấu móng rất lớn, nên có thể xem móng bị ngàm tại đó, phần móng chia ra ngoài chân cột (hoặc chân tường) bị uốn như dầm công xôn.



Hình 2.31: Các hình thức phá hoại của móng khi chịu tải

Tính toán móng theo trạng thái giới hạn I, hay nói cách khác là tính toán độ bền của móng. Nội dung chính là xác định kích thước của móng và cấu tạo cho hợp lý, đảm bảo cho móng không bị phá hỏng theo những kiểu đã nêu trên. Việc tính toán gồm hai nội dung chính sau đây:

- Tính toán chiều cao của móng, bậc móng.

- Tính toán và bố trí cốt thép đối với móng bê tông cốt thép
 Khi tính toán móng theo TTGH I dùng tải trọng tính toán, tổ hợp bổ sung.

6.2. Xác định chiều cao của móng cứng

6.2.1. Xác định chiều cao móng cứng theo điều kiện cắt trực tiếp

Xét sơ đồ móng cứng chịu tác dụng của tải trọng như hình vẽ:

Điều kiện bền của móng:

$$\tau = \frac{N_o''}{u \cdot h_c} \leq R_c \quad (2.58)$$

Trong đó: τ - ứng suất cắt do tải trọng công trình gây ra

N_o'' - tổng tải trọng thẳng đứng tính toán của công trình tác dụng lên móng tại mặt đỉnh móng.

u - chu vi tiết diện ngang của cột hay tường đặt lên móng

h_c - chiều cao của móng tính theo điều kiện độ bền chống cắt

Từ điều kiện bền ta có:

$$h_c \geq \frac{N_o''}{u \cdot R_c} \quad (2.59)$$

Theo kinh nghiệm cho thấy nếu móng có cấu tạo hợp lý thì điều kiện phá hoại này luôn thỏa mãn. Trong thiết kế móng có thể tính toán chiều cao móng từ công thức (2.59) hoặc chọn một giá trị rồi kiểm tra lại theo công thức (2.58).

6.2.2. Xác định chiều cao móng theo điều kiện độ bền chống uốn

Xét một móng chịu uốn như hình vẽ (2.33). Khi chịu tác dụng của tải trọng ngoài (N, M, Q), dưới đáy móng phát sinh phản lực nền, phản lực này gây ra momen uốn ở phần chia ra của móng (phần này làm việc như dầm công xôn) nên có thể gây ra nứt gãy móng.

Điều kiện bền:

$$\frac{M}{W} \leq R_{ku} \quad (2.60)$$

Trong đó:

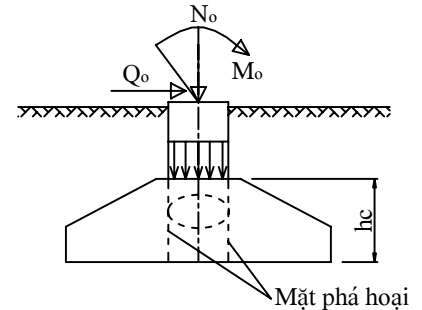
M - momen uốn do phản lực nền gây ra tại tiết diện tính toán (I-I) và (II-II)

$$M^{I-I} = \sigma_u^{\max} \cdot b \cdot \frac{a - a_c}{2} \cdot \frac{a - a_c}{4} = 0,125 \sigma_u^{\max} \cdot b \cdot (a - a_c)^2$$

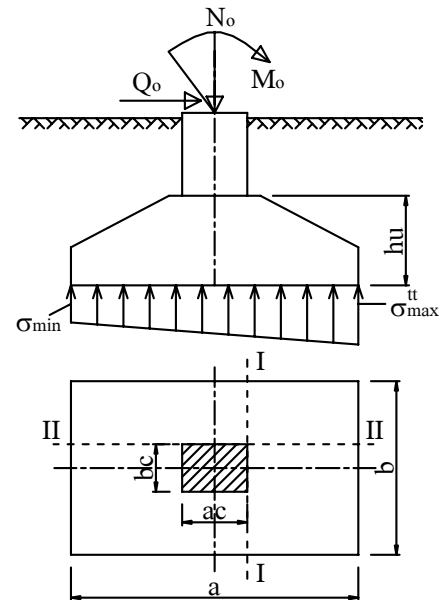
$$M^{II-II} = \sigma_u^{\max} \cdot a \cdot \frac{b - b_c}{2} \cdot \frac{b - b_c}{4} = 0,125 \sigma_u^{\max} \cdot a \cdot (b - b_c)^2$$

(Lưu ý: ở đây thiên về an toàn ta sử dụng σ_u^{\max} để tính toán momen tại tiết diện)

W - momen chống uốn của tiết diện tính toán:



Hình 2.32: Dạng phá hoại thứ nhất



Hình 2.33

$$W^{I-I} = \frac{b \cdot h_u^2}{6}$$

$$W^{II-II} = \frac{a \cdot h_u^2}{6}$$

R_{ku} – cường độ chịu kéo khi uốn của vật liệu móng

Từ đó thay vào (2.60) ta tính được chiều cao của móng theo điều kiện bền chịu momen uốn như sau:

$$h_u^I \geq 0,87(a - a_c) \sqrt{\frac{\sigma_{tt}^{\max}}{R_{ku}}} \quad (2.61)$$

$$h_u^I \geq 0,87(b - b_c) \sqrt{\frac{\sigma_{tt}^{\max}}{R_{ku}}} \quad (2.62)$$

Chiều cao móng chọn: $h_u = \max(h_u^I, h_u^{II})$

Lưu ý: khi tính toán móng bê tông chịu uốn, dùng điều kiện (2.60) khi xác định momen chống uốn W , có kể đến tính không đàn hồi của vật liệu. Theo TCXD 41-70 cho phép tính gần đúng như sau:

$$W = \frac{b \cdot h_u^2}{3,5}$$

Từ đó kết hợp với điều kiện (2.60) ta rút ra:

$$h_u^I \geq 0,66(a - a_c) \sqrt{\frac{\sigma_{tt}^{\max}}{R_{ku}}} \quad (2.63)$$

$$h_u^I \geq 0,66(b - b_c) \sqrt{\frac{\sigma_{tt}^{\max}}{R_{ku}}} \quad (2.64)$$

6.2.3. Xác định chiều cao móng theo điều kiện chống chọc thủng trên mặt phẳng nghiêng

Theo điều kiện này người ta cho rằng nếu móng bị chọc thủng thì sự chọc thủng xảy ra theo bề mặt hình chóp cụt có các mặt bên xuất phát từ chân cột, và nghiêng một góc 45° so với phương thẳng đứng.

Để móng không bị chọc thủng thì sức chống chọc thủng của thân móng phải lớn hơn lực gây ra chọc thủng.

Điều kiện bền:

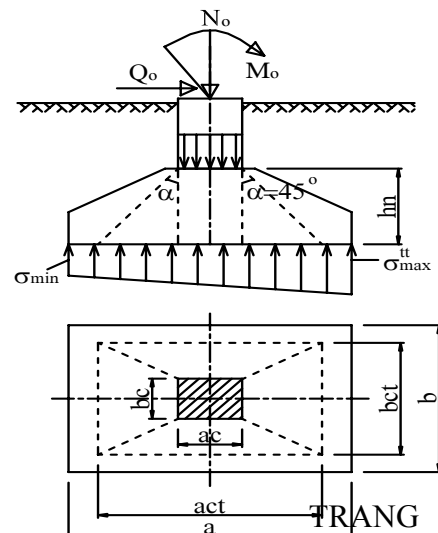
$$P_{ct}^{tt} \leq 0,75 \cdot R_k \cdot U_{tb} \cdot h_n \quad (2.65)$$

Trong đó: P_{ct}^{tt} - Lực chọc thủng tính toán, được tính bằng hiệu số giữa lực dọc tính toán N_o^{tt} và phản lực nền trong phạm vi đáy tháp chọc thủng.

$$P_{ct}^{tt} = N_o^{tt} - \sigma_{tb}^{tt} \cdot F_{ct}$$

với:
$$\sigma_{tb}^{tt} = \frac{\sigma_{\max}^{tt} + \sigma_{\min}^{tt}}{2} = \frac{N_o^{tt}}{a \cdot b}$$

F_{ct} – diện tích đáy tháp chọc thủng



$F_{ct} = a_{ct} \cdot b_{ct}$, với: $a_{ct} = a_c + 2h_n \operatorname{tg} \alpha$, $b_{ct} = b_c + 2h_n \operatorname{tg} \alpha$; a_c , b_c – cạnh dài và rộng của cột.
 0,75 – hệ số thực nghiệm, kể đến sự giảm cường độ chọc thủng của bê tông so với cường độ chịu kéo.

U_{tb} – Chu vi trung bình của tháp chọc thủng

$$U_{tb} = \frac{U_t + U_d}{2}$$

Với $U_t = 2(a_c + b_c)$, $U_d = 2(a_{ct} + b_{ct}) = 2(a_c + b_c + 4h_n \operatorname{tg} \alpha)$

$\Rightarrow U_{tb} = 2(a_c + b_c + 2h_n)$ (với $\alpha = 45^\circ$, $\operatorname{tg} \alpha = 1$)

h_n – chiều cao móng tính theo điều kiện chống chọc thủng

R_k – cường độ chịu kéo tính toán của bê tông

Thay các giá trị tìm được vào (2.65) và giải phương trình bậc hai, tìm được giá trị của h_n , hoặc có thể chọn trước giá trị của h_n rồi thay vào (2.65) để kiểm tra cho thỏa điều kiện bền.

Chiều cao móng chọn cuối cùng $h = \max(h_c, h_u, h_n)$

Ví dụ II-4: Xác định chiều cao móng của móng đã lựa chọn kích thước trong ví dụ 1

Giải:

Các thông số sơ bộ: $a \times b = 2,4 \times 1,7 \text{ m}$, $h_m = 2 \text{ m}$, $N^t = 120,3 \text{ T}$, $M^t = 3,2 \text{ Tm}$

Vật liệu móng: Bê tông đổ tại chỗ mac 200, cường độ tính toán: $R_n = 900 \text{ T/m}^2$,
 $R_{ku} = 65 \text{ T/m}^2$

Ứng suất tính toán tại đáy móng: $\sigma_{\max}^t = 33,68 \text{ T/m}^2$, $\sigma_{\min}^t = 25,28 \text{ T/m}^2$,
 $\sigma_{tb}^t = r = 29,48 \text{ T/m}^2$.

+ Chiều cao móng xác định theo điều kiện độ bền chống uốn:

$$h_m^{I-I} \geq 0,66 \cdot (a - a_c) \sqrt{\frac{r}{R_k}} = 0,66(2,4 - 0,65) \sqrt{\frac{29,48}{65}} = 0,77 \text{ (m)}$$

$$h_m^{II-II} \geq 0,66 \cdot (b - b_c) \sqrt{\frac{r}{R_k}} = 0,66(1,7 - 0,30) \sqrt{\frac{29,48}{65}} = 0,62 \text{ (m)}$$

Vì móng thiết kế là móng Bê tông cốt thép, toàn bộ ứng suất kéo do momen uốn gây ra do cốt thép tiếp thu nên ta chọn chiều cao móng $h_m = 0,7 \text{ m}$.

+ Chiều cao móng bảo đảm độ bền chống chọc thủng

Điều kiện bền: $P_{ct}^t \leq 0,75 \cdot R_k \cdot U_{tb} \cdot h_n$

Với: $P_{ct}^t = N^t - r(a_c + 2h_n) \cdot (b_c + 2h_n)$

$$\Rightarrow P_{ct}^t = 120,3 - 29,48 \cdot (0,65 + 2h_n) \cdot (0,30 + 2h_n)$$

$U_t = 2(a_c + b_c)$, $U_d = 2(a_{ct} + b_{ct}) = 2(a_c + b_c + 4h_n \operatorname{tg} \alpha)$

$$\Rightarrow U_{tb} = 2(a_c + b_c + 2h_n) = 2(0,95 + 2h_n)$$

$h_n = h_0$ – Chiều cao làm việc của móng

Thay vào điều kiện bền, ta có bất phương trình sau:

$$120,3 - 29,48(0,65 + 2h_0) \cdot (0,30 + 2h_0) \leq 0,75 \cdot 65 \cdot 2 \cdot (0,95 + 2h_0) \cdot h_0$$

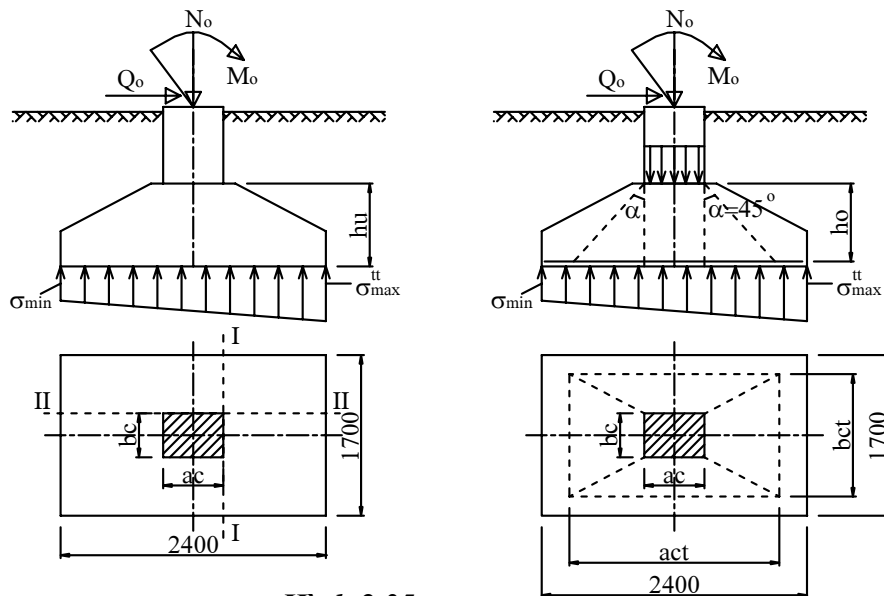
Giả sử chọn $h_0 = 0,65 \text{ (m)}$, thay vào bất phương trình ta có:

$$120,3 - 29,48(0,65 + 2 \cdot 0,65) \cdot (0,30 + 2 \cdot 0,65) \leq 0,75 \cdot 65 \cdot 2 \cdot (0,95 + 2 \cdot 0,65) \cdot 0,65$$

$$\Leftrightarrow 28,32 < 142,6 \Rightarrow \text{thỏa mãn}$$

Vậy ta chọn chiều cao móng $h_m = h_0 + 0,05 = 0,65 + 0,05 = 0,7 \text{ (m)}$

Sơ đồ tính toán chịu uốn và chọc thủng như hình vẽ:



Hình 2.35

6.3. Tính độ bền của móng bê tông cốt thép

6.3.1. Xác định chiều cao của móng Bê tông cốt thép

Chiều cao của móng bê tông cốt thép phải được tính toán và kiểm tra theo điều kiện chọc thủng (2.65) và chú ý thay chiều cao h_n bằng chiều cao h_o . Sở dĩ vậy là vì mặc dù là móng bê tông cốt thép nhưng người ta vẫn đặt ra yêu cầu là móng đủ độ bền chống chọc thủng mà không có cốt thép.

6.3.2. Tính độ bền chịu uốn của móng BTCT

Tính độ bền chịu uốn của móng BTCT tức là tính toán xác định hàm lượng cốt thép cần đặt trong móng để chịu momen uốn. Khi tính toán cốt thép trong móng người ta dựa vào hai giả thiết sau:

- Toàn bộ ứng suất kéo do cốt thép tiếp thu.
- Cánh tay đòn ngẫu lực lấy bằng $0,9h_o$ với h_o là chiều cao làm việc của móng: $h_o = h - c$, với c là chiều dày lớp bê tông bảo vệ.

Diện tích cốt thép trong móng tính theo biểu thức:

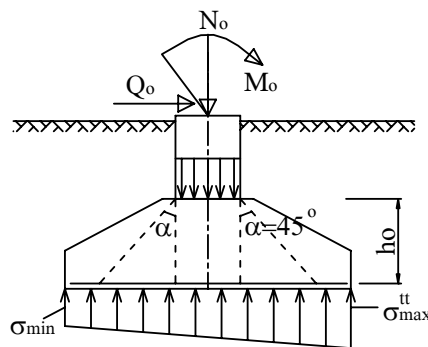
$$F_a = \frac{M_{td}''}{0,9 \cdot h_o \cdot m_a \cdot R_a} \quad (2.66)$$

Trong đó: R_a – Cường độ chịu kéo tính toán của cốt thép

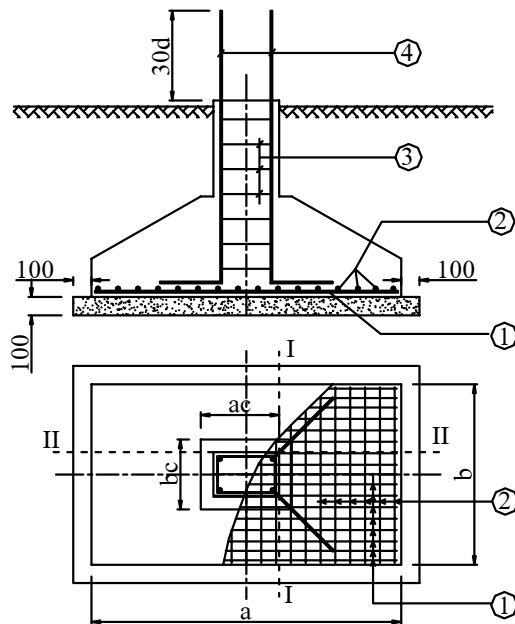
m_a – Hệ số điều kiện làm việc của cốt thép trong móng lấy từ 0,85-0,95.

M_{td}'' - Momen tại các tiết diện tính toán (M^{I-I} , M^{II-II}).

Sau khi xác định được hàm lượng cốt thép, chọn đường kính cốt thép, tính toán số thanh và bố trí cốt thép cho móng.



Hình 2.36



Cốt thép số 1: Chịu lực do mô men tại mặt ngàm I-I
 Cốt thép số 2: Chịu lực do mô men tại mặt ngàm II-II
 Yêu cầu: Cốt thép có $\phi > 10$ mm, khoảng cách $a = 10-25$ cm
 Cốt thép 3- Cốt thép chịu lực của cột, bố trí đoạn chõ trên cột một đoạn $L = 30d$ (d - đường kính cốt thép)
 Cốt thép 4 - Cốt thép đai, $\phi 6 - \phi 8$, $a = 20$ cm

Hình 2.37: Bố trí cốt thép cho móng

Ví dụ II-5: Tính toán và bố trí cốt thép cho móng đã xác định kích thước như ở ví dụ II-4:

Giải:

Chọn sử dụng thép móng loại AII có $R_a = 26000 \text{ T/m}^2$

Tính mômen uốn lớn nhất

- Theo phương cạnh dài

$$M_{Max}^{I-I} = 0,125 \cdot r \cdot b \cdot (a - a_c)^2 = 0,125 \cdot 29,48 \cdot 1,7 \cdot (2,4 - 0,65)^2 = 19,19 \text{ (Tm)}$$

- Theo phương cạnh ngắn

$$M_{Max}^{II-II} = 0,125 \cdot r \cdot a \cdot (b - b_c)^2 = 0,125 \cdot 29,48 \cdot 2,4 \cdot (1,7 - 0,3)^2 = 17,33 \text{ (Tm)}$$

Tính và bố trí cốt thép

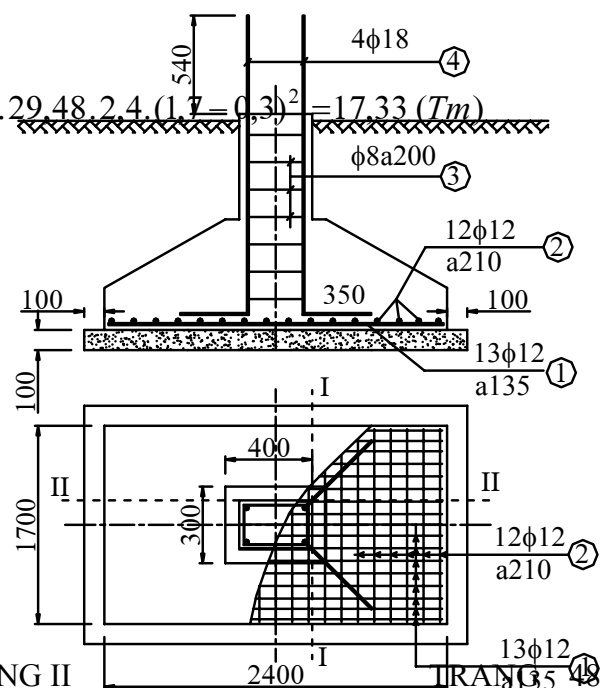
Theo phương cạnh dài

$$F_a^I = \frac{M_{Max}^{I-I}}{0,9 \cdot h_0 \cdot R_{ct}} = \frac{19,19 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 0,65 \cdot 26000} = 12,6 \text{ cm}^2$$

⇒ Chọn 13 $\phi 12$ có $F_a = 14,69 \text{ cm}^2$

⇒ Bước cốt thép theo phương cạnh dài là:

$$a = \frac{170 - 2 \cdot 3,5}{12} = 13,58 \text{ cm}$$



⇒ chọn a = 13,5cm=135mm

Theo phương cạnh ngắn

$$F_a^{II} = \frac{M_{Max}^{II-II}}{0,9 \cdot h_0 \cdot R_{ct}} = \frac{17,33}{0,9 \cdot 0,65 \cdot 26000} = 11,39 \text{ cm}^2$$

⇒ Chọn 12 ϕ 12 có $F_a = 13,56 \text{ cm}^2$

⇒ Bước cốt thép theo phương cạnh ngắn là:

$$a = \frac{240 - 2 \cdot 3,5}{11} = 21,18 \text{ cm}$$

⇒ chọn a = 21cm=210mm

Bố trí cốt thép như hình vẽ bên.

§ 7. TÍNH TOÁN MÓNG MỀM

7.1. Khái niệm về móng mềm và mô hình nền

7.1.1. Khái niệm

Tính toán móng mềm thuộc phần “Tính toán dầm trên nền đàn hồi” một bộ phận của cơ học công trình. Bộ phận cơ học này xét đến việc tính toán các loại kết cấu như: móng băng, móng băng giao thoa, móng bản, móng hộp, móng đập thủy điện, tấm trên đường ô tô, tấm sân bay...

Hiện nay, các công trình nhà cao tầng, tải trọng lớn được xây dựng ngày càng nhiều, nhiều khi phải xây dựng trên nền đất yếu. Do vậy các loại móng băng, móng băng giao thoa, móng bè, móng hộp được sử dụng nhiều. Do vậy việc nghiên cứu tính toán loại móng này là công việc hết sức cần thiết để phục vụ công tác thiết kế nền móng. Đảm bảo nền móng công trình đủ điều kiện chịu lực và biến dạng.

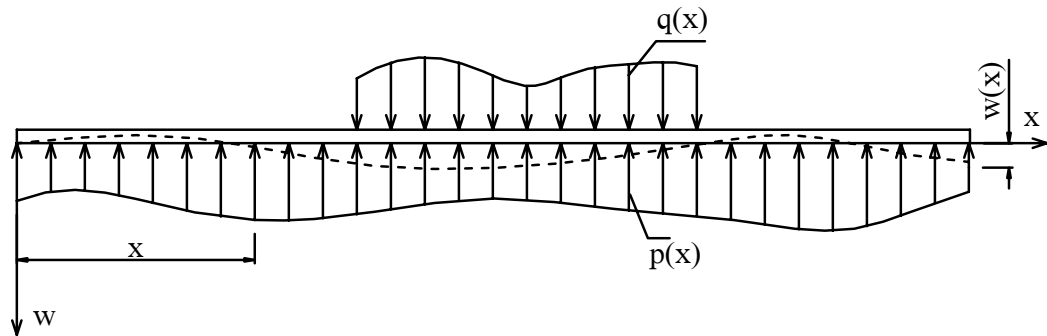
Khác với móng cứng, móng mềm có khả năng bị uốn đáng kể dưới tác dụng của tải trọng công trình, Biến dạng uốn này có ảnh hưởng nhiều đến sự phân bố lại ứng suất tiếp xúc (phản lực nền) dưới đáy móng. Do vậy khi tính toán ta không thể bỏ qua biến dạng uốn của bản thân kết cấu móng, hay nói cách khác là cần phải xét đến độ cứng của móng. Tuy nhiên để đơn giản trong tính toán, người ta chỉ xét đến độ cứng của móng trong những trường hợp móng có biến dạng uốn lớn đến một mức độ nào đó. Theo QP 20-64 những móng thỏa điều kiện sau:

$$t = 10 \frac{E_0}{E} \cdot \frac{l^3}{h^3} > 10 \quad (2.67)$$

thì cần xét tới độ cứng của móng. Trong đó: E_0 – Modun biến dạng của đất nền, E – Modun đàn hồi của vật liệu làm móng, h – chiều dày của móng, móng có $t \geq 10$ được xem là móng mềm, móng có tỷ số hai cạnh $l/b \geq 7$ coi như móng dầm, $l/b < 7$ coi như móng bản.

Trong phạm vi phần này, ta nghiên cứu việc xác định phản lực nền và độ lún (độ võng) của móng. Khi biết được tải trọng ngoài và biểu đồ phân bố phản lực nền thì có thể tính toán kết cấu móng theo các phương pháp tính dầm và bản thông thường.

Để đặt vấn đề ta xét một móng dầm đặt trên nền đất như sau:



Hình 2.39: Sơ đồ tính dầm trên nền đàn hồi

Dưới tác dụng của ngoại lực $q(x)$ và phản lực nền $p(x)$, móng dầm bị uốn, trục võng của dầm được xác định theo phương trình vi phân sau:

$$EJ \frac{d^4 w(x)}{dx^4} = [q(x) - p(x)]b \quad (2.68)$$

Trong đó: b – bề rộng dầm

$W(x)$ – chuyển vị đứng (độ võng) của móng

EJ – Độ cứng chịu uốn của móng

Dưới tác dụng của áp lực đáy móng (bằng nhưng ngược chiều với phản lực nền $p(x)$) mặt nền bị lún xuống. Gọi $S(x)$ là độ lún của nền thì điều kiện tiếp xúc giữa móng và nền sau khi lún là:

$$W(x) = S(x) \quad (2.69)$$

Như vậy ta có hai đại lượng chưa biết là $W(x)$ hay $S(x)$ và $p(x)$ mà chỉ có một phương trình (2.68) để giải thì chưa đủ. Do vậy để giải được bài toán cần phải thiết lập thêm một phương trình thứ hai thể hiện quan hệ giữa độ lún của nền và áp lực đáy móng, nghĩa là:

$$S(x) = F_1[p(x)] \quad (2.70)$$

Hoặc $p(x) = F_2[S(x)] \quad (2.71)$

Mối quan hệ này thể hiện cơ chế làm việc của nền dưới tác dụng của ngoại lực mà người ta còn gọi là mô hình nền. Nghĩa là nền đất được mô hình sao cho gần sát với thực tế nhất đảm bảo sự làm việc của móng trong nền đất gần giống với mô hình.

7.1.2. Các loại mô hình nền

7.1.2.1. Mô hình nền biến dạng cục bộ (Winkler)

Mô hình này cho rằng độ lún của nền, móng chỉ xảy ra trong phạm vi gia tải.

Giả thiết của loại mô hình nền này là mối quan hệ bậc nhất giữa áp lực và độ lún (mô hình này do giáo sư người Đức Winkler đề xuất năm 1867)

Cơ chế của mô hình này được biểu diễn bằng quan hệ:

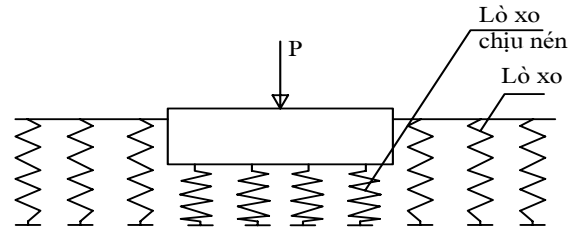
$$P(x) = C.S(x) \quad (2.72)$$

Trong đó: C là hệ số tỷ lệ, còn gọi là hệ số nền, thứ nguyên là lực/thể tích (T/m^3 , kN/m^3 , $N/cm^3 \dots$) và được coi là không thay đổi cho từng loại đất, có thể tra bảng theo các tài liệu tham khảo hoặc tính toán từ kết quả thí nghiệm.

$S(x)$ – độ lún của đất trong phạm vi gia tải

Quan hệ (2.72) nghĩa là cường độ phản lực của đất nền tại mỗi điểm tỷ lệ bậc nhất với độ lún đàn hồi tại điểm đó.

Mô hình nền Winkler được biểu diễn bằng một hệ thống lò xo đặt thẳng đứng, dài bằng nhau và làm việc độc lập với nhau (Hình 2.40). Biến dạng của lò xo (đặc trưng cho độ lún của nền) tỷ lệ bậc nhất với áp lực tác dụng lên lò xo. Theo mô hình này chỉ những lò xo nằm trong phạm vi phân bố của tải trọng mới có biến dạng. Do vậy mô hình này còn gọi là mô hình nền biến dạng cục bộ.

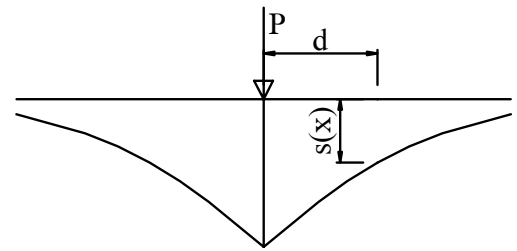


Hình 2.40: Cơ chế mô hình nền Winkler

Mô hình này có nhược điểm như sau: Quan niệm cho rằng độ lún chỉ xảy ra trong phạm vi diện gia tải chưa phù hợp với thực tế, dưới tác dụng của tải trọng biến dạng xảy ra cả trong và ngoài phạm vi gia tải. Tuy nhiên phương pháp này tính toán đơn giản, khi móng có kích thước lớn, cũng như khi móng trên nền đất yếu cho kết quả khá phù hợp với thực tế nên được sử dụng nhiều.

7.1.2.2. Mô hình nửa không gian biến dạng tuyến tính

Theo mô hình này nền đất được xem như một nửa không gian đàn hồi với những đặc trưng là modun biến dạng E_0 và hệ số poisson μ_0 . Vì đất không phải là vật thể đàn hồi tuyệt đối nên thay cho modun đàn hồi, người ta dùng modun biến dạng E_0 – là tỷ số giữa ứng suất và biến dạng toàn phần của đất (bao gồm cả biến dạng đàn hồi và biến dạng dư).



Hình 2.41a

Dùng kết quả của lý thuyết đàn hồi, ta có phương trình liên hệ giữa tải trọng P và độ lún S(x) của nền như sau:

Trường hợp bài toán không gian (Hình 2.41), theo lời giải của J.Bossinesq ta có:

$$S(x) = \frac{P(1 - \mu_0^2)}{\pi.E_0.d} \tag{2.73a}$$

Trong đó: E_0, μ_0 – Modun biến dạng và hệ số poisson của nền
 P – tải trọng tác dụng
 d – khoảng cách từ điểm đang xét đến điểm đặt lực tác dụng

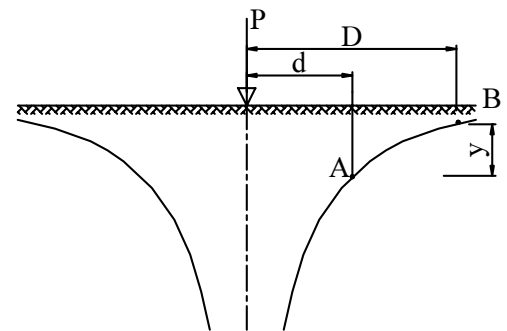
S(x) – độ lún của nền.

Trường hợp bài toán phẳng, theo lời giải của Flamant, độ lún của điểm A so với điểm B là:

$$y = P \frac{2.(1 - \mu_0^2)}{\pi.E_0} \ln \frac{D}{d} \tag{2.73b}$$

Trong đó: A, B – hai điểm đang xét (h.2.41b)

Nhận xét: Mô hình nền nửa không gian biến dạng đàn hồi đã xét đến tính phân phối của đất (tức



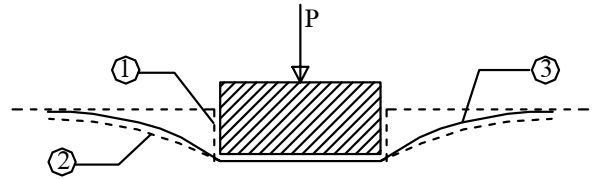
Hình 2.41b

biến dạng của nền xảy ra cả ở ngoài điểm đặt tải) vì vậy mô hình này còn gọi là mô hình nền đàn hồi biến dạng tổng quát.

Tuy nhiên mô hình này đã đánh giá quá cao tính phân phối của đất. Theo mô hình này những điểm nằm ở xa vô cùng mới hết lún. Trong thực tế đất không phải là vật liệu đàn hồi nên tính phân phối của nó kém. Kết quả thí nghiệm cho thấy là tuy ngoài phạm vi đặt tải có lún nhưng chỉ trong phạm vi nhỏ mà thôi.

Hình vẽ bên so sánh kết quả biến dạng của hai mô hình vừa nêu và kết quả thí nghiệm thực tế.

Mô hình này đánh giá quá cao tính phân phối của đất nên trị số nội lực trong kết cấu rất lớn, thiếu chính xác.



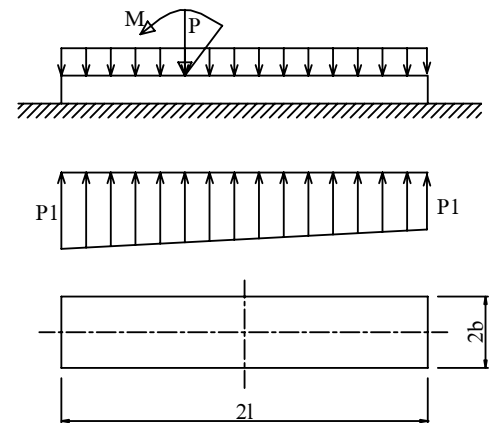
Hình 2.42: 1 – Theo mô hình nền Winkler; 2- Theo mô hình nửa không gian biến dạng tổng thể; 3 – Theo thí nghiệm thực tế.

7.2. Xác định kích thước đáy móng và kích thước sơ bộ của móng mềm

Kích thước sơ bộ của móng được xác định theo mục 2.2, sau khi chọn kích thước cần kiểm tra lại theo điều kiện biến dạng và ổn định, sức chịu tải (nếu cần) để đảm bảo sự làm việc hợp lý của móng theo điều kiện biến dạng.

Khi tính toán móng ta cần biết độ cứng EJ của tiết diện dầm, dài hoặc độ cứng trụ D của bản, bởi độ cứng này tham gia vào các biểu thức tính toán. Muốn biết độ cứng ta phải xác định các kích thước của tiết diện. Kích thước móng ta xác định như trên, còn các kích thước của tiết diện như chiều rộng, cao của dầm, cánh, sườn thì người thiết kế có thể tự chọn theo điều kiện cấu tạo của kết cấu BTCT, sau đó kiểm tra lại.

Cách khác: Kích thước sơ bộ của tiết diện tính toán dựa theo giả thiết sơ bộ là phân lực đất nền phân bố theo quy luật đường thẳng. Ta xét dầm trên nền đàn hồi như hình vẽ:



Hình 2.43

Với giả thiết trên thì ta xác định ứng suất dưới đáy móng như sau:

$$p_{1,2} = \frac{N}{F} \pm \frac{6M_o}{bl^2} = q + \frac{\sum p}{lb} \pm \frac{6M_o}{bl^2} \quad (2.74)$$

Trong đó: b, l là chiều rộng và chiều dài của dầm;

N – tổng các lực thẳng đứng tác dụng lên dầm;

M – momen của tất cả các lực ứng với trọng tâm đáy dầm;

F – Diện tích đáy dầm;

Với một tiết diện bất kỳ, ta xác định trị số momen và lực cắt. Theo trị số M_{max} , ta xác định momen chống uốn của dầm theo điều kiện bền:

$$W_x = \frac{M_{x_{max}}}{\sigma} \quad (2.75)$$

Với σ - ứng suất cho phép của vật liệu làm dầm.

7.3. Phương pháp xác định hệ số nền

Để tính toán kết cấu dầm, bản trên nền đàn hồi theo mô hình nền Winkler, việc xác định hệ số nền C là hết sức quan trọng. Ở đây ta xét một số cách xác định sau

7.3.1. Phương pháp thí nghiệm

Trong nhiều phương pháp xác định hệ số nền, phương pháp thí nghiệm ngoài hiện trường cho kết quả chính xác nhất.

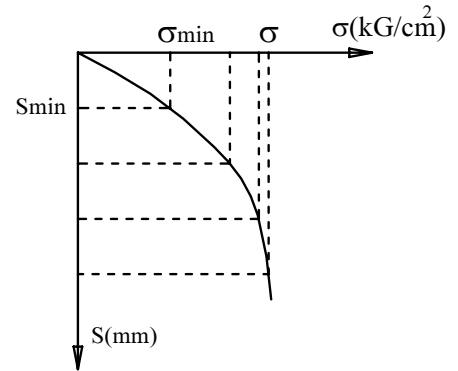
Dùng một bàn nén vuông kích thước 1m x 1m, chất tải trọng nén và tìm quan hệ giữa ứng suất và độ lún của nền.

Hệ số nền xác định bằng công thức:

$$C = \frac{\sigma_{\min}}{S_{\min}} \text{ (kG/cm}^3\text{)} \quad (2.76)$$

Trong đó: σ_{\min} - Ứng suất gây lún ở giai đoạn nén đàn hồi (kG/cm²) ứng với độ lún bằng 1/4 - 1/5 độ lún cho phép.

S_{\min} - Độ lún trong giai đoạn nén đàn hồi, ứng với ứng suất σ_{\min} .



Hình 2.44

7.3.2. Phương pháp tra bảng

a. Dựa vào phân loại đất và độ chặt của lớp đất dưới đáy móng

Bảng 2.10

Đặc tính chung nền	Tên đất	C (kG/cm ³)
1. Đất ít chặt	Đất chảy, cát mới lấp, sét ướt	0,1-0,5
2. Đất chặt vừa	Cát đắp, sỏi đắp, sét ẩm	0,5-5
3. Đất chặt	Cát đắp chặt, sỏi đắp chặt, cuội, sét ít ẩm	5-10
4. Đất rất chặt	Cát, sét được nén chặt, sét cứng	10-20
5. Đất cứng	Đá mềm, nứt nẻ, đá vôi, sa thạch	20-100
6. Đất đá	Đá cứng, tốt	100-1500
7. Nền nhân tạo	Nền cọc	5-15

b. Dựa vào phân loại đất, thành phần hạt, hệ số rỗng, độ sệt

Bảng 2.11

Đặc tính của nền	Tên đất, trạng thái	C (kG/cm ³)
1. Đất không cứng	- Sét và á sét chảy dẻo	0,6-0,7
2. Đất ít cứng	- Sét và á sét dẻo mềm (0,5 < B < 0,75)	0,8
	- Á cát dẻo (0,5 < B < 0,1)	1,0
	- Cát bụi no nước, xốp, độ chặt D > 0,8	1,2
	3. Đất cứng vừa	- Sét và á sét dẻo quánh (0,25 < B < 0,5)
4. Đất cứng	- Á cát dẻo (0,25 < B ≤ 0,5)	1,6
	- Cát bụi chặt vừa D < 0,8	1,4
	- Cát nhỏ, thô vừa và thô, không phụ thuộc D, W	1,8
	- Sét và á sét cứng B < 0	3,0

	- Đất á cát cứng B<0	2,2
	- Đá dăm, sỏi, đá sạn	2,6

c. Phương pháp thực hành xác định hệ số nền.

Phương pháp tra bảng được nhiều người đề cập đến, tuy nhiên, kết quả của nó không được chính xác, bởi vì chỉ dựa vào phân loại đất và một số chỉ tiêu cơ lý của đất đặt móng là chưa hợp lý, mặt khác phạm vi tra bảng lại rất rộng nên khó chọn lực đúng trị số C. Do vậy ta có thể sử dụng phương pháp thực hành sau để xác định hệ số nền.

* Cơ sở lý thuyết:

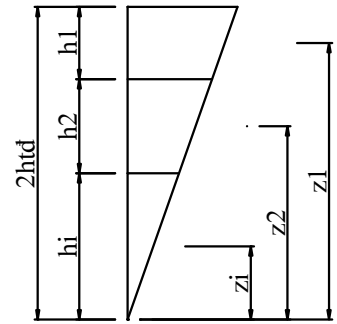
Dựa và cách tính lún theo phương pháp:

$$S = a_0 \cdot \sigma \cdot h_{td} \quad (2.77)$$

Trong đó: S- độ lún của móng (cm);
 σ - Ứng suất gây lún (kG/cm²);
 h_{td} – Chiều dày của lớp tương đương;
 a₀ – Hệ số nén lún tương đối (cm²/kG);

$$a_0 = \frac{\beta}{E_0} \quad (2.78)$$

$$\beta = 1 - \frac{2 \cdot \mu^2}{1 - \mu} \quad (2.79)$$



Hình 2.45

Với μ - Hệ số nở hông của đất, phụ thuộc vào loại đất, tra bảng.

Bảng 2.12: Bảng trị số μ, β, A của các loại đất

Loại đất	μ	β	A
1. Đất bùn	0,25	0,83	1,125
2. Đất cát	0,3	0,74	1,225
3. Đất á cát, á sét	0,35	0,62	1,408
4. Sét	0,42	0,39	2,103

E – Môđun biến dạng tiêu chuẩn (kG/cm²), được xác định theo số liệu thí nghiệm, nếu không có số liệu thí nghiệm thì căn cứ vào loại đất trạng thái để tra bảng.

Bảng 2.13: Trị số E_{tc} của nền đất rời

Loại đất	E _{tc} (kG/cm ²) ứng với Hệ số rỗng e			
	0,41-0,5	0,51-0,6	0,61-0,7	0,71-0,8
1. Sỏi cát to, chặt vừa	500	400	300	-
2. Cát nhỏ	480	380	280	180
3. Cát bụi	390	280	180	110

Bảng 2.14: Trị số E_{tc} của nền đất sét

Loại đất	B	E _{tc} (kG/cm ²) ứng với Hệ số rỗng e						
		0,41-0,51	0,51-0,6	0,61-0,7	0,71-0,8	0,81-0,9	0,91-1,0	1,01-1,1
1. Á cát	0-1	320	240	160	100	70	-	-
	0-0,25	340	270	220	170	140	110	-
2. Á sét	0,25-0,5	320	250	190	140	110	80	-

3. Sét	0,5-0,1	-	-	170	120	80	60	50
	0-0,25	-	280	240	210	180	150	120
	0,25-0,5	-	-	210	180	150	120	90
	0,5-1	-	-	-	150	120	90	70

Nếu trong phạm vi $2h_{td}$ có nhiều lớp đất, công thức (2.77) được viết:

$$S = a_o^{tb} \cdot \sigma \cdot h_{td} \quad (2.80)$$

Trong đó: $a_o^{tb} = \frac{\sum a_{oi} z_i h_i}{2h_{td}^2} \quad (2.81)$

Với h_i – Chiều dày của lớp đất thứ i (cm);

Z_i – Khoảng cách từ trọng tâm lớp đất thứ i đến đỉnh tam giác ứng suất gây lún ở độ sâu $2h_{td}$.

* Phương pháp xác định hệ số nền C

Theo phương pháp lớp tương đương:

$$h_{td} = A\omega b \quad (2.82)$$

Trong đó: $A = \frac{(1-\mu)^2}{1-2\mu} \quad (2.83)$

ω - hệ số ứng với độ lún trung bình, phụ thuộc vào tỷ số hai cạnh của móng, với móng hình vuông, cạnh b , ta có $\omega = 0,95$, lúc này công thức (2.82) trở thành:

$$h_{td} = 0,95Ab \quad (2.84)$$

Thay (2.78), (2.84) vào (2.77) ta được:

$$S = 0,95 \frac{\beta}{E} A \cdot \sigma \cdot b \quad (2.85)$$

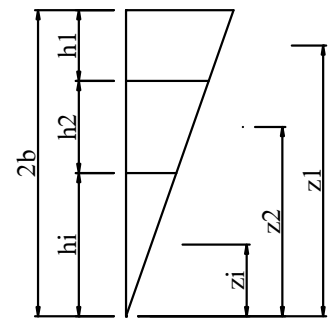
Thay trị số β và A trong bảng (2.11) vào (2.85) ta được:

- Với đất bùn: $S = \frac{0,89}{E} \cdot \sigma \cdot b \quad (2.86)$

- Với đất cát: $S = \frac{0,863}{E} \cdot \sigma \cdot b \quad (2.87)$

- Với đất á cát, á sét: $S = \frac{0,83}{E} \cdot \sigma \cdot b \quad (2.88)$

- Với đất sét: $S = \frac{0,782}{E} \cdot \sigma \cdot b \quad (2.89)$



Hình 2.46

Từ (2.86) – (2.89) có thể tính độ lún của móng vuông các loại đất xấp xỉ bằng:

$$S = \frac{\sigma \cdot b}{E} \quad (2.90)$$

Từ công thức (2.76) ta có công thức xác định hệ số nền C với $\sigma_{min} = \frac{\sigma}{2}$, và $S_{min} = S/4$

Ta có: $C = \frac{2E}{b} \quad (2.91)$

Nếu trong phạm vi chiều sâu $2b$ ($3b$ với đất sét pha, $4b$ với đất sét) có nhiều lớp đất thì:

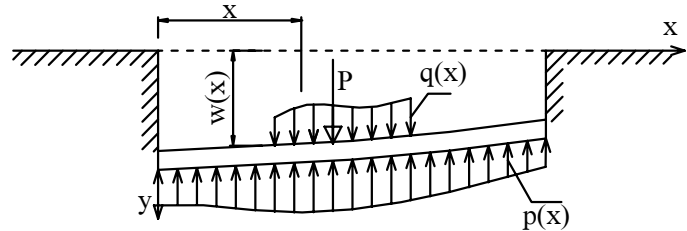
$$C = \frac{2E_{tb}}{b} \quad (2.92)$$

Với
$$E_{tb} = \frac{\sum E_i h_i z_i}{2b^2} \quad (2.93)$$

7.4. Tính toán móng mềm theo phương pháp hệ số nền

7.4.1. Phương trình cơ bản

Xét một dầm đặt trên nền đàn hồi như hình vẽ (Hình 2.47). Dầm có chiều dài $2l \gg b$ và chiều cao h . Giả thiết rằng tiết diện ngang của dầm luôn phẳng và có độ cứng chống uốn EJ . Gọi tải trọng ngoài tác dụng lên dầm (quy về đường trục dầm) là $q(x)$, P_0 , M_0 và phản lực nền tương ứng (quy về đường trục dầm) là $r(x)$.



Hình 2.47: Sơ đồ tính dầm trên nền đàn hồi

Theo mô hình nền Winkler phản lực nền tại mỗi điểm tỷ lệ thuận với độ lún đàn hồi tại điểm đó, nghĩa là:

$$r(x) = c.b.w(x) \quad (2.94)$$

Với: c – Hệ số nền của nền đất

Phản lực nền $r(x)$ có thể coi là tải trọng liên tục, không đồng đều và hướng lên trên, trong khi $w(x)$ hướng xuống dưới.

Để dầm không bị tách khỏi nền thì độ võng của dầm tại điểm xét phải bằng độ lún của nền tại điểm đó, nghĩa là $w(x) = y(x)$.

Phương trình vi phân của trục dầm bị uốn:

$$EJ \frac{d^4 y(x)}{dx^4} = q(x) - c.b.y(x) \quad (2.95)$$

hay
$$EJ \frac{d^4 y(x)}{dx^4} + c.b.y(x) = q(x) \quad (2.96)$$

Đặt
$$a = \sqrt[4]{\frac{c.b}{4EJ}} \quad (1/m) \quad (2.97)$$

a - Đặc trưng của dầm trên nền đàn hồi, phụ thuộc vào độ cứng của dầm và tính chất đàn hồi của nền.

chia phương trình (2.96) cho EJ ta được:

$$\frac{d^4 y(x)}{dx^4} + 4a^4 y(x) = \frac{q(x)}{EJ} \quad (2.98)$$

Phương trình (2.98) là phương trình vi phân cơ bản để tính toán dầm trên nền đàn hồi.

* Trường hợp tải trọng ngoài $q(x)=0$

Nếu dầm không chịu tác dụng của lực phân bố tức $q(x)=0$ thì ta được phương trình thuần nhất:

$$\frac{d^4 y(x)}{dx^4} + 4a^4 y(x) = 0 \quad (2.99)$$

Phương trình đặc trưng:

$$K^4 + 4a^4 = 0$$

Giải ra có: $K = \pm a$ và $K = \pm ia$

Nghiệm tổng quát của phương trình (2.99) có dạng:

$$y(x) = C_1 e^{ax} \cos ax + C_2 e^{ax} \sin ax + C_3 e^{-ax} \cos ax + C_4 e^{-ax} \sin ax \quad (2.100)$$

Trong đó: C_i – là các hằng số xác định từ điều kiện biên cụ thể của từng bài toán.

7.4.2. Trường hợp dầm dài vô hạn chịu tải trọng tập trung thẳng đứng tại một điểm.

Chọn gốc tọa độ ở điểm đặt tải trọng, bài toán đối xứng qua gốc tọa độ. Các điều kiện biên sau nghiệm đúng:

* Tại $x = \infty, y=0$

Thay $x = \infty$ vào (2.100) ta có:

$y(x) = C_1 e^{ax} \cos ax + C_2 e^{ax} \sin ax = 0$ hay $C_1 = C_2 = 0$, nghiệm tổng quát (2.100) viết lại thành:

$$y(x) = C_3 e^{-ax} \cos ax + C_4 e^{-ax} \sin ax \quad (2.101)$$

Phương trình (2.101) biểu diễn độ võng của dầm dài vô hạn.

* Tại $x = 0$, góc xoay $\varphi = y' = 0$

Ta có:

$$y'(x) = C_3 \{-ae^{-ax} \cos ax + ae^{-ax} (-\sin ax)\} + C_4 \{-ae^{-ax} \sin ax + ae^{-ax} \cos ax\}$$

$$y'(x) = -ae^{-ax} C_3 (\cos ax + \sin ax) + ae^{-ax} C_4 (-\sin ax + \cos ax)$$

thay $x = 0$, ta có:

$$y'(x=0) = a(C_4 - C_3) = 0 \Rightarrow C_3 = C_4 = C$$

Phương trình (2.101) trở thành:

$$y(x) = e^{-ax} C (\cos ax + \sin ax) \quad (2.102)$$

* Tại $x = 0^+$, lực cắt $Q(x) = -EJy'''(x) = -\frac{P_0}{2}$

$$y'(x) = -ae^{-ax} C (\cos ax + \sin ax) + ae^{-ax} C (-\sin ax + \cos ax)$$

$$y'(x) = -2ae^{-ax} C \sin ax$$

$$y''(x) = 2a^2 e^{-ax} C \sin ax + [-2ae^{-ax} C (a \cos ax)]$$

$$y''(x) = 2a^2 e^{-ax} C [\sin ax - \cos ax]$$

$$y'''(x) = -2a^3 e^{-ax} C [\sin ax - \cos ax] + 2a^2 e^{-ax} C [a \cos ax + a \sin ax]$$

$$y'''(x) = 4a^3 e^{-ax} C \cos ax$$

$$y'''(x=0) = 4a^3 C = \frac{P_0}{2EJ} \Rightarrow C = \frac{P_0}{8a^3 EJ}$$

Vậy độ võng của dầm dài vô hạn chịu tải trọng tập trung thẳng đứng tại một điểm có phương trình:

$$y(x) = \frac{P_0}{8a^3 EJ} e^{-ax} (\cos ax + \sin ax) \quad (2.103)$$

$$\text{Do đó: } r(x) = b.c.y(x) = \frac{P_0 a}{2} e^{-ax} (\cos ax + \sin ax) \quad (2.104)$$

$$Q(x) = -\frac{P_0}{2} e^{-ax} \cos ax \quad (2.105)$$

$$M(x) = \frac{P_o}{4a} e^{-ax} (\cos ax - \sin ax) \quad (2.106)$$

Đặt : $\eta_1 = e^{-ax} (\cos ax + \sin ax)$

$$\eta_2 = e^{-ax} (\cos ax - \sin ax)$$

$$\eta_3 = e^{-ax} \cos ax$$

Ta được:

$$y(x) = \frac{P_o}{8a^3 EJ} \eta_1 \quad (2.107)$$

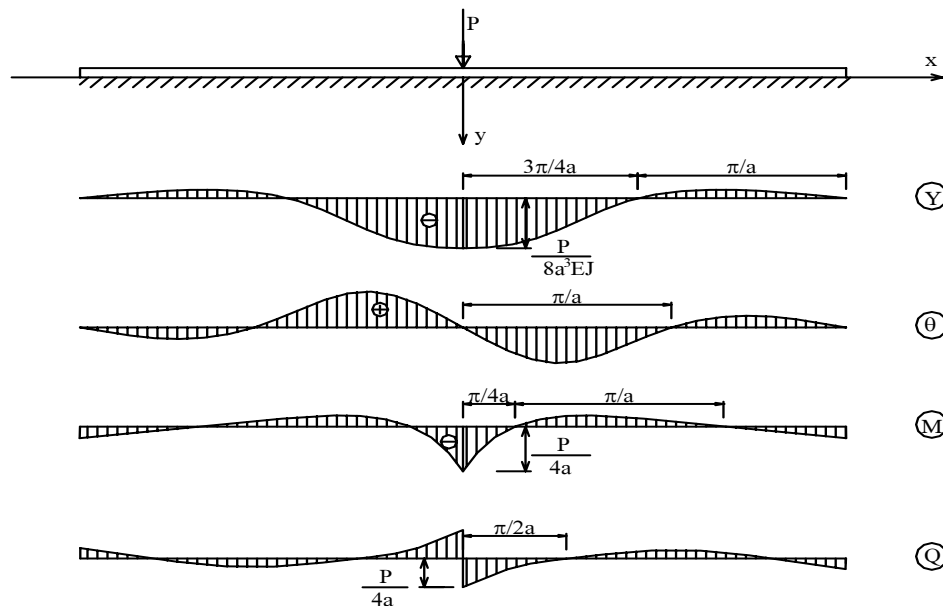
$$r(x) = \frac{P_o a}{2} \eta_1 \quad (2.108)$$

$$Q(x) = -\frac{P_o a}{2} \eta_3 \quad (2.109)$$

$$M(x) = \frac{P_o}{4a} \eta_2 \quad (2.110)$$

Các hệ số η_1, η_2, η_3 - phụ thuộc và hệ số ax , có thể tính toán hoặc tra bảng (bảng 3.15) (học viên có thể lập hàm trong excel để lập bảng tra và nội suy).

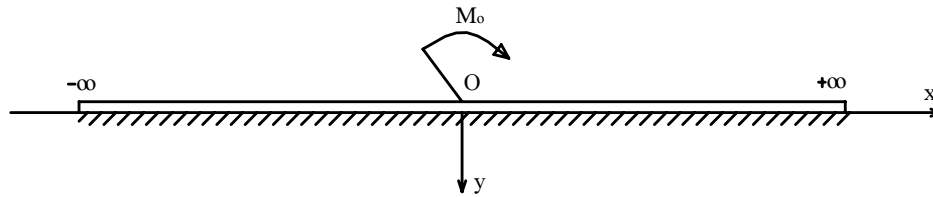
Khảo sát biến thiên các hàm nội lực dầm theo x ta thấy đồ thị hàm số có dạng song tắt dần với bước $a1 = 2\pi$, có biên độ giảm nhanh (xem hình vẽ). Cách điểm đặt lực khoảng $2\pi/a$ độ võng của dầm xấp xỉ 0,2% độ võng tại điểm đặt lực ($a1 = 0$). Do vậy dầm được coi là dài vô hạn nếu đầu mút cách điểm đặt lực lớn hơn một khoảng $l_m \geq 2\pi/a$.



Hình 2.48: Các biểu đồ chuyển vị, góc xoay, momen, lực cắt của dầm trên nền đàn hồi chịu tải trọng tập trung

7.4.3. Dầm dài vô hạn chịu momen tập trung tại một điểm.

Gốc tọa độ chọn như hình vẽ, chuyển vị trục dầm phản đối xứng



Hình 2.49: Sơ đồ dầm trên nền đàn hồi chịu momen tập trung

* Tại $x = 0, y = 0$, thay $x = 0$ vào (2.101) ta có:

$$y(x=0) = C_3 = 0 \text{ hay}$$

$$y(x) = C_4 e^{-ax} \sin ax \quad (2.111)$$

* Tại $x = 0$, momen $M(x) = -EJy''(x) = \frac{M_0}{2}$

$$y'(x) = -ae^{-ax}C_4 \sin ax + ae^{-ax}C_4 \cos ax = ae^{-ax}C_4(\cos ax - \sin ax)$$

$$y''(x) = -a^2 e^{-ax}C_4(\cos ax - \sin ax) + -a^2 e^{-ax}C_4(\sin ax + \cos ax) = -2a^2 e^{-ax}C_4 \cos ax$$

$$M(x=0) = -2a^2 C_4 EJ \Rightarrow C_4 = \frac{M_0}{4a^2 EJ}$$

Vậy đường trục võng dầm có phương trình:

$$y(x) = \frac{M_0}{4a^2 EJ} \cdot e^{-ax} \cdot \sin ax \quad (2.112)$$

Tương tự ta có:

$$r(x) = a^2 M_0 \cdot e^{-ax} \cdot \sin ax \quad (2.113)$$

$$Q(x) = -\frac{aM_0}{2} \cdot e^{-ax} (\cos ax + \sin ax) \quad (2.114)$$

$$M(x) = \frac{M_0}{2} \cdot e^{-ax} \cos ax \quad (2.115)$$

$$\text{Đặt } \eta_4 = e^{-ax} \cdot \sin ax \quad (2.116)$$

$$\text{Ta có: } y(x) = \frac{M_0}{4a^2 EJ} \cdot \eta_4 \quad (2.117)$$

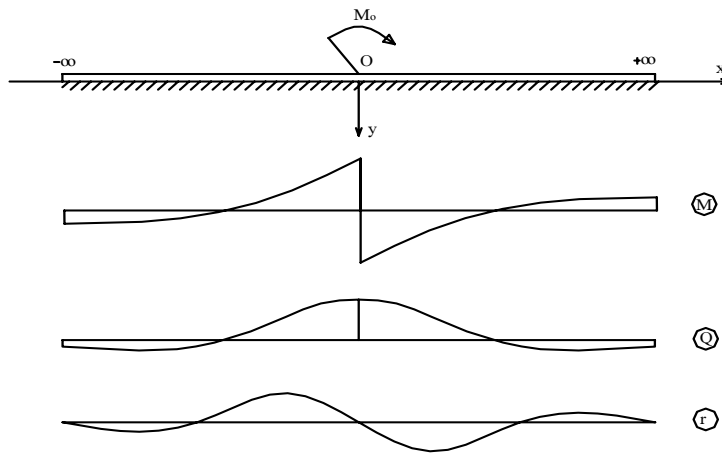
$$r(x) = a^2 M_0 \cdot \eta_4 \quad (2.118)$$

$$Q(x) = -\frac{aM_0}{2} \cdot \eta_1 \quad (2.119)$$

$$M(x) = \frac{M_0}{2} \cdot \eta_3 \quad (2.120)$$

Các hệ số $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4$ - Phụ thuộc vào hệ số ax , tra bảng (2.15)

Các biểu đồ phản lực nền r , momen M , lực cắt Q của dầm dài vô hạn chịu tác dụng của momen tập trung thể hiện như hình vẽ sau:



Hình 2.50: Các biểu đồ momen, lực cắt và phân lực nền của dầm trên nền đàn hồi chịu tác dụng của momen tập trung

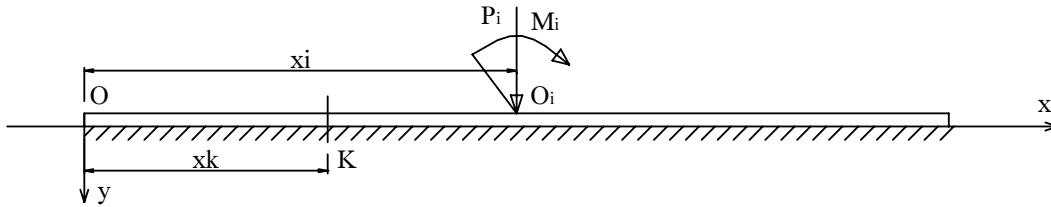
Bảng 2.15: Trị số η để tính dầm móng dài vô hạn

ax	η_1	η_2	η_3	η_4	ax	η_1	η_2	η_3	η_4
0	1	1	1	0	3.6	-0.0366	-0.0124	-0.0245	-0.0121
0.1	0.9907	0.81	0.9003	0.0903	3.7	-0.0341	-0.0079	-0.021	-0.0131
0.2	0.9651	0.6398	0.8024	0.1627	3.8	-0.0314	-0.004	-0.0177	-0.0137
0.3	0.9267	0.4888	0.7077	0.2189	3.9	-0.0286	-0.0008	-0.0147	-0.0139
0.4	0.8784	0.3564	0.6174	0.261	4	-0.0258	0.0019	-0.012	-0.0139
0.5	0.8231	0.2415	0.5323	0.2908	4.1	-0.0231	0.004	-0.0095	-0.0136
0.6	0.7628	0.1431	0.453	0.3099	4.2	-0.0204	0.0057	-0.0074	-0.0131
0.7	0.6997	0.0599	0.3798	0.3199	4.3	-0.0179	0.007	-0.0054	-0.0124
0.8	0.6354	-0.0093	0.3131	0.3223	4.4	-0.0155	0.0079	-0.0038	-0.0117
0.9	0.5712	-0.0657	0.2527	0.3185	4.5	-0.0132	0.0085	-0.0023	-0.0109
1	0.5083	-0.1108	0.1988	0.3096	4.6	-0.0111	0.0089	-0.0011	-0.01
1.1	0.4476	-0.1457	0.151	0.2967	4.7	-0.0092	0.009	-0.0001	-0.0091
1.2	0.3899	-0.1716	0.1091	0.2807	4.8	-0.0075	0.0089	0.0007	-0.0082
1.3	0.3355	-0.1897	0.0729	0.2626	4.9	-0.0059	0.0087	0.0014	-0.0073
1.4	0.2849	-0.2011	0.0419	0.243	5	-0.0045	0.0084	0.0019	-0.0065
1.5	0.2384	-0.2068	0.0158	0.2226	5.1	-0.0033	0.0079	0.0023	-0.0056
1.6	0.1959	-0.2077	-0.0059	0.2018	5.2	-0.0023	0.0075	0.0026	-0.0049
1.7	0.1576	-0.2047	-0.0235	0.1812	5.3	-0.0014	0.0069	0.0028	-0.0042
1.8	0.1234	-0.1985	-0.0376	0.161	5.4	-0.0006	0.0064	0.0029	-0.0035
1.9	0.0932	-0.1899	-0.0484	0.1415	5.5	0	0.0058	0.0029	-0.0029
2	0.0667	-0.1794	-0.0563	0.1231	5.6	0.0005	0.0052	0.0029	-0.0023
2.1	0.0439	-0.1675	-0.0618	0.1057	5.7	0.001	0.0046	0.0028	-0.0018
2.2	0.0244	-0.1548	-0.0652	0.0896	5.8	0.0013	0.0041	0.0027	-0.0014
2.3	0.008	-0.1416	-0.0668	0.0748	5.9	0.0015	0.0036	0.0025	-0.001
2.4	-0.0056	-0.1282	-0.0669	0.0613	6	0.0017	0.0031	0.0024	-0.0007
2.5	-0.0166	-0.1149	-0.0658	0.0491	6.1	0.0018	0.0026	0.0022	-0.0004
2.6	-0.0254	-0.1019	-0.0636	0.0383	6.2	0.0019	0.0022	0.002	-0.0002
2.7	-0.032	-0.0895	-0.0608	0.0287	6.3	0.0019	0.0018	0.0018	0
2.8	-0.0369	-0.0777	-0.0573	0.0204	6.4	0.0018	0.0015	0.0017	0.0002
2.9	-0.0403	-0.0666	-0.0534	0.0132	6.5	0.0018	0.0011	0.0015	0.0003
3	-0.0423	-0.0563	-0.0493	0.007	6.6	0.0017	0.0009	0.0013	0.0004
3.1	-0.0431	-0.0469	-0.045	0.0019	6.7	0.0016	0.0006	0.0011	0.0005
3.2	-0.0431	-0.0383	-0.0407	-0.0024	6.8	0.0015	0.0004	0.001	0.0006
3.3	-0.0422	-0.0306	-0.0364	-0.0058	6.9	0.0014	0.0002	0.0008	0.0006
3.4	-0.0408	-0.0237	-0.0323	-0.0085	7	0.0013	0.0001	0.0007	0.0006

3.5	-0.0389	-0.0177	-0.0283	-0.0106					
-----	---------	---------	---------	---------	--	--	--	--	--

7.4.4. Dầm đồng thời chịu nhiều tải trọng tập trung

Trường hợp dầm chịu đồng thời nhiều tải trọng tập trung, nội lực trong dầm được xác định theo nguyên lý cộng tác dụng, tức là nội lực tại một tiết diện bất kỳ do tất cả các tải trọng gây ra bằng tổng nội lực tại tiết diện đó do các tải trọng riêng rẽ gây ra.



Hình 2.51: Sơ đồ dầm dài vô hạn chịu tác dụng đồng thời của nhiều tải trọng

Gốc tọa độ chọn như hình vẽ, tọa độ tiết diện cần xác định nội lực K là x_k , tọa độ điểm đặt lực thứ i là x_i .

Chuyển vị đứng tại K là y_{ki} do tải trọng đặt tại x_i xác định theo công thức:

$$y_{ki} = \frac{P_i}{8a^3 EJ} \cdot e^{-a\delta_i} [\cos a\delta_i + \sin a\delta_i] + \frac{M_i}{4a^2 EJ} \cdot e^{-a\delta_i} \cdot \sin a\delta_i \quad (2.121)$$

Trong đó: $\delta_{ki} = (x_i - x_k)$

Chuyển vị đứng tại K do tất cả các tải trọng gây ra là:

$$y(x_k) = \sum_{i=1}^n y_{ki} \quad (2.122)$$

Hay:
$$y(x_k) = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{8a^3 EJ} \cdot e^{-a\delta_i} [\cos a\delta_i + \sin a\delta_i] + \sum_{i=1}^n \frac{M_i}{4a^2 EJ} \cdot e^{-a\delta_i} \cdot \sin a\delta_i \quad (2.123)$$

Lực cắt và mô men:

$$Q(x_k) = -\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{2} \cdot e^{-a\delta_i} \cos a\delta_i - \sum_{i=1}^n \frac{aM_i}{2} \cdot e^{-a\delta_i} \cdot [\cos a\delta_i + \sin a\delta_i] \quad (2.124)$$

$$M(x_k) = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{4a} \cdot e^{-a\delta_i} [\cos a\delta_i - \sin a\delta_i] + \sum_{i=1}^n \frac{M_i}{2} \cdot e^{-a\delta_i} \cdot \cos a\delta_i \quad (2.125)$$

7.4.5. Dầm dài nửa vô hạn trên nền đàn hồi chịu lực tập trung P và mô men M_o .

Xét một dầm trên nền đàn hồi chịu tác dụng của lực P_o và mô men M_o tại đầu mút trái, còn đầu kia dài vô hạn (hình 2.50). Dầm như trên gọi là dầm dài nửa vô hạn.

Lấy gốc tọa độ tại O – điểm đặt tải trọng. Dùng các điều kiện biên:

$$M_{x=0} = M_o$$

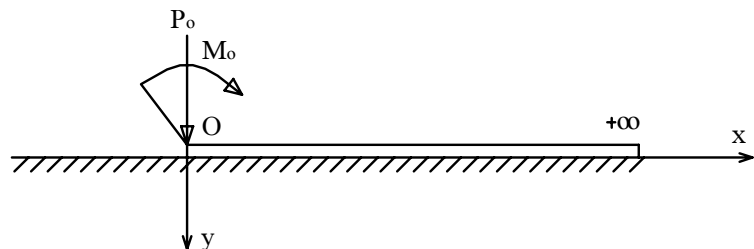
$$Q_{x=0} = -P_o$$

Ta tìm được:

$$C_4 = \frac{M_o}{2EJa^2}$$

$$C_3 = \frac{P_o - aM_o}{2EJa^3}$$

Do đó ta tìm được:



Hình 2.52: Dầm dài nửa vô hạn chịu lực tập trung và mô men

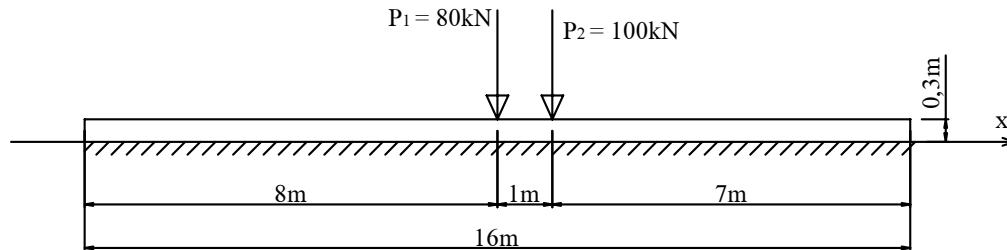
$$y = \frac{1}{2EJa^3} (P\eta_3 - aM_o\eta_2) \quad (3.126)$$

$$M = \frac{1}{a} (-P\eta_4 + aM_o\eta_1) \quad (3.127)$$

$$Q = -(P\eta_1 + 2aM_o\eta_4) \quad (2.128)$$

Các hệ số $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4$ phụ thuộc ax – Tra bảng (2.12).

Ví dụ II-6: Tính dầm dài 20m, rộng 1m, cao 0,3m, chịu hai lực $P_1 = 80\text{kN}$ và $P_2 = 100\text{kN}$. Lực P_1 đặt tại giữa dầm, lực P_2 đặt cách P_1 một khoảng 1,0m. Dầm đặt trên nền đất có hệ số nền $C=50000\text{kN/m}^3$.



Hình 2.53: Sơ đồ bài toán

Giải:

Momen quán tính của tiết diện dầm:

$$J = \frac{b.h^3}{12} = \frac{1.0,3^3}{12} = 0,00225\text{m}^4$$

Chọn bê tông mác 200 có $R_n = 9000\text{kN/m}^2$; thép AII, cường độ tính toán $R_a = 260000\text{kN/m}^2$; $F_a = 10\text{cm}^2 = 10^{-3}\text{m}^2$, môđun đàn hồi bê tông $E_b = 21000000\text{kN/m}^2$.

$$E_b.J = 21000000.0,00225 = 47250\text{kN/m}^2$$

$$K = c.b = 50000.1 = 50000\text{kN/m}^2$$

$$a = \sqrt[4]{\frac{K}{4E_b.J}} = \sqrt[4]{\frac{50000}{4.47250}} = 0,717$$

$$\text{Xét điều kiện: } l \geq \frac{2.\pi}{a} = \frac{2.3,14}{0,717} = 8,76\text{ m}$$

Ở đây P_1 đặt cách đầu dầm 10m, P_2 đặt cách đầu dầm 9m đều lớn hơn 8,76m nên dầm được coi như dài vô hạn.

Momen ở giữa dầm do P_1 và P_2 gây ra:

$$M = M_1 + M_2$$

$$\text{Ta có: } M(x) = \frac{P_i}{4a}.\eta_2$$

Đối với lực P_1 thì $x=0, ax=0, \eta_2 = 1$

$$\Rightarrow M_1 = \frac{P_1}{4a}.\eta_2 = \frac{80}{4.0,717}.1 = 27,894\text{kNm}$$

Đối với lực P_2 thì $x=1\text{m}, ax=0,717.1=0,717, \eta_2 = 0,0472$

$$\Rightarrow M_2 = \frac{P_2}{4a}.\eta_2 = \frac{100}{4.0,717}.0,0472 = 1,64\text{kNm}$$

$$\Rightarrow M = M_1 + M_2 = 27,894 + 1,64 = 29,534 \text{ kNm}$$

Kiểm tra tiết diện:

Điều kiện: $M \leq R_b \cdot b \cdot x (h_0 - x)$

$$x = \frac{R_a \cdot F_a}{R_b \cdot b} = \frac{260000 \cdot 0,001}{9000 \cdot 1} = 0,029 \text{ m}$$

$$h_0 = 0,3 - 0,029 = 0,271 \text{ m}$$

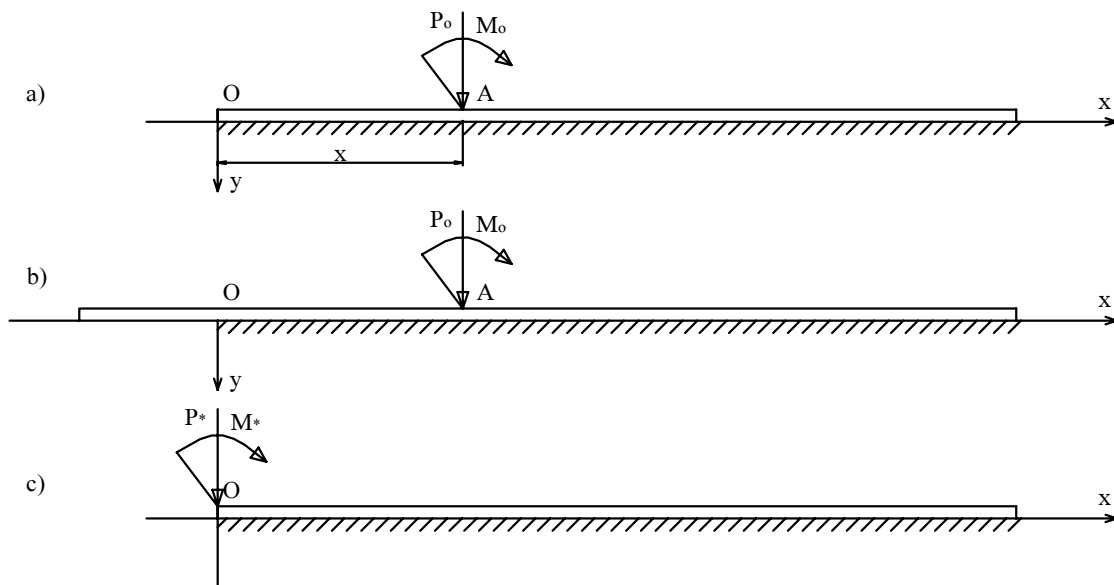
$$R_b \cdot b \cdot x (h_0 - x) = 9000 \cdot 1 \cdot 0,029 (0,271 - 0,5 \cdot 0,029) = 66,95 \text{ kNm} > M = 29,534 \text{ kNm}$$

Như vậy đảm bảo điều kiện bền khi chịu momen do lực P_1 và P_2 gây ra.

7.4.6. Dầm chịu tải trọng gần đầu mút – Phương pháp bù tải trọng.

Xét dầm chịu tải trọng tập trung (P_o, M_o) tại điểm A cách đầu mút một đoạn về bên trái và không vượt ra ngoài yêu cầu dầm dài vô hạn: $ax \leq \pi/2$ như hình vẽ. Chuyển vị và nội lực trong dầm được xác định theo phương pháp bù tải trọng như sau:

Ta biết rằng, với tải trọng đang xét, tại đầu mút trái dầm có chuyển vị, nội lực trong dầm bằng không. Giả sử ta kéo dầm về phía trái để trở thành dầm vô hạn, nội lực tại O tồn tại khác không. Chọn một dầm dài vô hạn có các đặc trưng tương tự, chịu tải trọng (P^*, M^*) tại O sao cho tổng nội lực tại O trong hai trường hợp triệt tiêu thì tải trọng (P^*, M^*) được gọi là tải trọng bù của (P_o, M_o) và nội lực bài toán ban đầu là tổng của hai bài toán dầm dài vô hạn chịu tải trọng (P_o, M_o) tại A và (P^*, M^*) tại O.



Hình 2.54: a) Sơ đồ bài toán dầm bán vô hạn chịu tải trọng gần đầu mút; b) Sơ đồ bài toán 1: dầm dài vô hạn chịu tải trọng ban đầu; c) Sơ đồ bài toán 2: dầm bán vô hạn chịu tải trọng bù.

Xác định giá trị của P^* và M^* :

- Gọi momen và lực cắt tại O do bài toán 1 gây ra là Q_1 và M_1 :

$$Q_1 = -\frac{P_o}{2} \cdot e^{-ax} \cos ax - \frac{aM_o}{2} \cdot e^{-ax} \cdot [\cos ax + \sin ax] \quad (2.129)$$

$$M_1 = \frac{P_o}{4a} \cdot e^{-ax} [\cos ax - \sin ax] + \frac{M_o}{2} \cdot e^{-ax} \cdot \cos ax \quad (2.130)$$

- Mo men và lực cắt tại O do bài toán 2 gây ra:

$$Q_2 = -\frac{P^*}{2} - \frac{aM^*}{2} \quad (2.131)$$

$$M_2 = \frac{P^*}{4a} + \frac{M^*}{2} \quad (2.132)$$

Tổng nội lực tại O phải bằng 0:

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$M_1 + M_2 = 0$$

- Giải ra ta được tải trọng bù P^* và M^* :

$$M^* = \frac{-2Q_1 - 4aM_1}{a} = -\frac{2Q_1}{a} - 4M_1 \quad (2.133)$$

$$P^* = 4Q_1 + 4aM_1 \quad (2.134)$$

- Nội lực do riêng tải trọng bù gây ra xác định theo biểu thức:

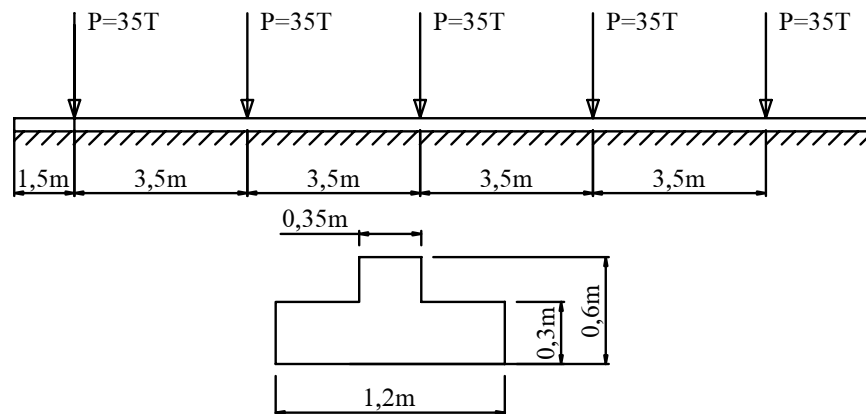
$$Q_{bù} = -\frac{P^*}{2} \cdot \eta_3 - \frac{aM^*}{2} \cdot \eta_1 \quad (2.135)$$

$$M_{bù} = \frac{P^*}{4a} \cdot \eta_2 + \frac{M^*}{2} \cdot \eta_3 \quad (2.136)$$

- Tổng momen tại một tiết diện bất kỳ xác định theo công thức:

$$M_x = M_{bù} + \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{4a} \cdot \eta_2 \quad (2.137)$$

Ví dụ II-7: Tính toán nội lực trong móng băng dưới dãy cột, kích thước móng băng và tải trọng cho như hình vẽ 2.55, cho hệ số nền $c=0,5\text{kG/cm}^3$.



Hình 2.55: Sơ đồ bài toán của ví dụ 2.7

Giải:

Xác định hệ số biến dạng a của móng: $a = \sqrt[4]{\frac{b \cdot c}{4EJ}}$

Với: $b = 1,2\text{m}$, $c = 0,5\text{kG/cm}^2 = 500000\text{kG/m}^3 = 500\text{T/m}^3$

$$b \cdot c = 600\text{T/m}^2$$

$$E = 2,1 \cdot 10^6\text{T/m}^2$$

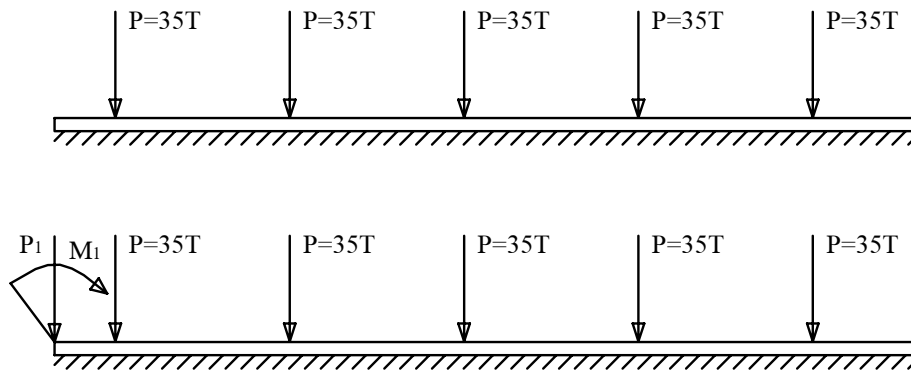
$$J \approx \frac{1}{2} \cdot \frac{bh^3}{12} = 0,5 \cdot \frac{1,2 \cdot 0,6^3}{12} = 1,08 \cdot 10^{-2}\text{m}^4$$

$$EJ = 2,268 \cdot 10^4\text{Tm}^2$$

$$\Rightarrow a = \sqrt[4]{\frac{600}{4.2.268.10^4}} = 0,285\text{m}^{-1}$$

Chiều dài tới hạn: $L_{th} = \frac{\pi}{a} = \frac{3,14}{0,285} = 11,01\text{m}$ nên ba tải trọng đầu tiên phải xét đến ảnh

hưởng không vô hạn bằng tải trọng bù, các tải trọng còn lại xem như tải trọng lên dầm vô hạn, sơ đồ phân tích đưa về sơ đồ tương đương như sau:



Hình 2.56

Xác định tải trọng bù:

Ta chọn gốc tọa độ ở nút trái dầm, tọa độ các điểm đặt lực là $x_i = 1,5+3,5(i-1)$; tọa độ tương đối: $ax = 0,4275+0,998(i-1)$.

Mô men và lực cắt do các tải trọng gây ra ở nút trái (theo sơ đồ vô hạn) lần lượt là:

$$M_1 = \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{4a} \cdot \eta_{2i} = 30,7 \sum_{i=1}^n \eta_{2i}$$

$$Q_1 = \sum_{i=1}^n -\frac{N_i}{2} \cdot \eta_{3i} = -17,5 \sum_{i=1}^n \eta_{3i}$$

Với $n=3$, ta có:

$$M_1 = 30,7 \cdot (0,3231 - 0,2031 - 0,1252) = -0,2\text{Tm}$$

$$Q_1 = -17,5 \cdot (0,5934 + 0,0348 - 0,0668) = -9,82\text{T}$$

Tải trọng bù tại nút trái :

$$M^* = -\frac{2Q_1}{a} - 4M_1 = -\frac{2 \cdot (-9,82)}{0,285} - 4 \cdot (-0,2) = 69,71\text{Tm}$$

$$P^* = 4Q_1 + 4aM_1 = 4 \cdot (-9,82) + 4 \cdot 0,285 \cdot (-0,2) = -39,508\text{T}$$

Biểu thức mô men do riêng tải trọng bù gây ra xác định theo biểu thức :

$$M_{bù} = \frac{P^*}{4a} \cdot \eta_2 + \frac{M^*}{2} \cdot \eta_3 = \frac{-39,508}{4 \cdot 0,285} \cdot \eta_2(ax) + \frac{69,71}{2} \cdot \eta_3(ax) = -34,66 \cdot \eta_2(ax) + 34,85 \cdot \eta_3(ax)$$

Tổng mô men tại tiết diện bất kỳ xác định theo công thức:

$$M = M_{bù} + 30,7 \cdot \sum_{i=1}^n \eta_{2i}$$

Trong đó: $\eta_{2i} = \eta_2(a(x - x_i))$

* Tại $x=0$: $ax = 0$, $\eta_2(0)=1$, $\eta_3(0)=1$

$$\text{Momen bù: } M_{bù} = -34,66 + 34,85 = 0,195\text{Tm}$$

x_i	1,5	5,0	8,5	12,0
$a(x_i - x)$	0,4275	1,425	2,4225	3,42
η_{2i}	0,3231	-0,2031	-0,1252	-0,0225
$30,7 \cdot \eta_{2i}$	9,92	-6,235	-3,844	-0,691

Tổng momen: $M=0,195+9,92-6,235-3,884-0,691=-0,695Tm$

* Tại $x = 1,65$: $ax = 0,4275$; $\eta_2(0,4275)=0,3231$, $\eta_3(0,4275)=0,5934$

Momen bù: $M_{bù} = -34,66 \cdot 0,3231 + 34,85 \cdot 0,5934 = 9,48Tm$

x_i	1,5	5,0	8,5	12,0
$a(x_i - x)$	0	0,9975	1,995	2,9925
η_{2i}	1	-0,11	-0,18	-0,057
$30,7 \cdot \eta_{2i}$	30,7	-3,377	-5,526	-1,75

Tổng momen: $M = 9,48 + 30,7 - 3,377 - 5,526 - 1,75 = 29,53Tm$.

* Chú ý: Những dạng bài toán tính dầm trên nền đàn hồi theo phương pháp hệ số nền, để tính toán nhanh và cho kết quả chính xác, học viên có thể lập chương trình trên máy tính trên cơ sở các công thức trên. Ngoài ra có thể sử dụng chương trình tính toán kết cấu Sap2000 để mô hình hóa dầm liên kết với nền bằng các lò xo có độ cứng $K = c \cdot b \cdot l_i$ rồi tính toán.

7.5. Tính toán móng băng theo phương pháp của B.N. Jemoskin

7.5.1. Cơ sở và sơ đồ tính toán

Phương pháp dựa trên giả thiết nền là nửa không gian biến dạng tuyến tính đã trình bày ở mục (7.1.2.2).

Ta chia dầm thành n đoạn bằng nhau và bằng l_i sao cho phản lực nền trong mỗi đoạn phân bố đều.

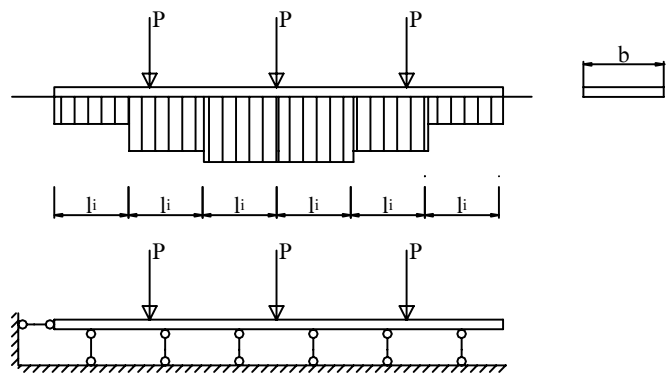
Sự tiếp xúc giữa dầm và nền trên diện tích $l_i \cdot b$ (b – bề rộng dầm) được thay thế bằng các liên kết gối tựa trên những thanh cứng, những thanh cứng đặt tại giữa mỗi đoạn l_i và chịu tải trọng do dầm truyền xuống rồi

truyền tải trọng đó lên nền.

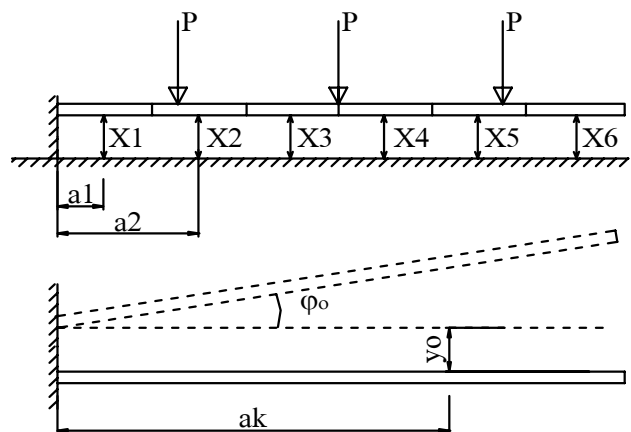
Để hệ không biến hình ta đặt thêm thanh ngang để chống chuyển vị ngang.

Hệ tìm được gồm dầm chịu tải đặt trên các gối tựa cứng (Hình 2.57).

Điều kiện để thiết lập phương trình là: Độ võng của dầm y_i và độ lún của nền W_i tại điểm đặt thanh tựa bằng nhau: $y_i = W_i$. Hệ trên hình (2.57) là hệ siêu tĩnh thông thường, để giải ta sử



Hình 2.57



dụng phương pháp hỗn hợp. Ta chọn hệ cơ bản bằng cách đưa ngàm quy ước vào đầu dầm, loại bỏ các thanh tựa và thay vào bằng các phản lực thẳng đứng.

Gọi X_1, X_2, X_3, \dots lần lượt là nội lực trong các thanh đứng ta được hệ cơ bản như hình (2.58).

Ấn số của hệ này gồm $X_1, X_2, X_3, \dots, y_0$ và φ_0 .

Trong đó: y_0 – độ võng của dầm tại tiết diện đặt ngàm quy ước;

φ_0 – góc xoay tại tiết diện đó.

Phương trình chính tắc như sau:

$$\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \delta_{13}X_3 + \dots + \delta_{1i}X_i + \dots + y_0 + a_1\varphi_0 + \Delta_{1p} = 0$$

$$\delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \delta_{23}X_3 + \dots + \delta_{2i}X_i + \dots + y_0 + a_2\varphi_0 + \Delta_{2p} = 0$$

$$\dots \dots \dots \delta_{n1}X_1 + \delta_{n2}X_2 + \delta_{n3}X_3 + \dots + \delta_{ni}X_i + \dots + y_0 + a_n\varphi_0 + \Delta_{np} = 0 \quad (2.138)$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_i + \dots = \sum P_i$$

$$a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + \dots + a_iX_i + \dots = \sum M_p$$

Trong đó: Δ_{kp} – chuyển vị tại điểm k do các ngoại lực P gây ra, là số hạng tự do của k

δ_{ki} – chuyển vị tại k khi cho lực $X_i = 1$ đặt tại i gây ra

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ – khoảng cách từ ngàm quy ước đến các thanh tựa

+ Xác định chuyển vị đơn vị δ_{ki} : δ_{ki} gồm hai thành phần: độ võng của dầm y_{ki} và độ lún của nền W_i .

$$\delta_{ki} = y_{ki} + W_i \quad (2.139)$$

- Độ võng của dầm y_{ki} được xác định theo công thức của Maxwell – Mohr

$$y_{ki} = \int \frac{M_i \cdot M_k}{EJ} dx \quad (2.140)$$

Để đơn giản, xem các lực tác dụng lên dầm không phải là phân bố đều mà là lực tập trung. Vẽ các biểu đồ M_i và M_k do các lực đơn vị gây ra như hình vẽ (2.59).

Nếu $a_k > a_i$:

$$y_{ik} = \frac{a_i^2}{2} \left(a_k - \frac{a_i}{3} \right) \cdot \frac{1}{EJ} = \frac{a_i^2 (3a_k - a_i)}{6EJ}$$

Nếu $a_i > a_k$ thì hoán vị a_k và a_i trong công thức trên

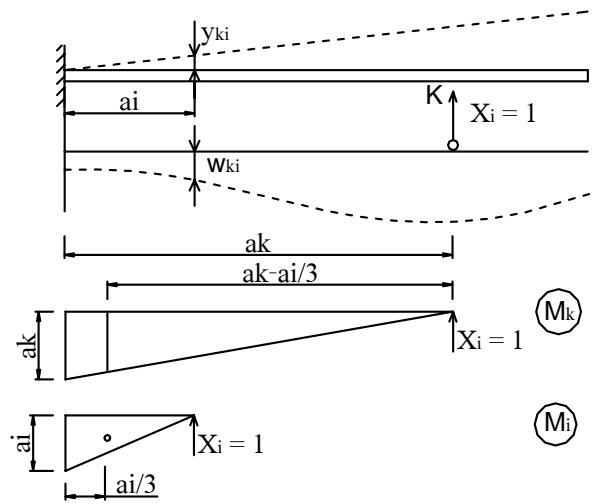
$$\text{Đặt: } y_{ki}^* = \left(\frac{a_i}{l_i} \right)^2 \cdot \left(\frac{3a_k}{l_i} - \frac{a_i}{l_i} \right)$$

$$\text{Ta được: } y_{ik} = \frac{l_i^3}{6E_b J} \cdot y_{ki}^* \quad (2.141)$$

y_{ki}^* - phụ thuộc a_i/l_i và a_k/l_i tra bảng (2.17).

- Độ lún của nền W_{ki} được xác định như sau:

+ Trường hợp bài toán không gian:



Hình 2.59

$$W_{ki} = \frac{1 - \mu_o^2}{\pi E_o l_i} \cdot F_{ki} \quad (2.142)$$

Trong đó: F_{ki} là hàm phụ thuộc vào b/l_i và x/l_i tra bảng (2.16).

Với x - khoảng cách từ k đến i

Vậy chuyển vị đơn vị δ_{ki} được xác định theo công thức:

$$\delta_{ki} = F_{ki} + \alpha_{kz} \cdot y_{ki}^* \quad (2.143)$$

Với:
$$\alpha_{kz} = \frac{\pi E_o l_i^4}{6 E_b J (1 - \mu_o^2)} \quad (2.144)$$

+ Trường hợp bài toán phẳng:

$$\delta_{ki} = F_{ki} + \alpha_f \cdot y_{ki}^* \quad (2.145)$$

Với:
$$\alpha_f = \frac{\pi E_o l_i^3 (1 - \mu_b^2)}{6 E_b J (1 - \mu_o^2)} \quad (2.146)$$

+ Chú ý: chiều dài mỗi đoạn chia nên lấy $\frac{b}{2} \leq l_i \leq 2b$

7.5.2. Trình tự tính toán

1. Thiết lập sơ đồ tính toán;
2. Lập hệ cơ bản, tính hệ số α ;
3. Tính các hệ số Δ_{ki} , δ_{ki} và lập phương trình chính tắc;
4. Giải phương trình chính tắc;
5. Tính nội lực;
6. Vẽ các biểu đồ nội lực.

Bảng 2.16. Trị số F_{ki} theo khoảng cách từ k tới i theo b/l_i

x/l_i	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
0	5	4,27	3,53	2,9	2,42	2,08	1,87	1,7	1,54	1,43	1,32
1	1,077	1,062	1,032	0,986	0,94	0,894	0,848	0,802	0,756	0,71	0,664
2	0,519	0,515	0,508	0,498	0,488	0,477	0,467	0,456	0,446	0,436	0,425
3	0,342	0,34	0,338	0,335	0,331	0,328	0,324	0,321	0,317	0,314	0,31
4	0,253	0,252	0,251	0,25	0,249	0,248	0,246	0,245	0,244	0,242	0,241
5	0,202	0,202	0,201	0,2	0,199	0,199	0,198	0,197	0,196	0,195	0,194
6	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,165	0,165	0,165	0,165
7	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
8	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12
9	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
10	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Bảng 2.17. Trị số y_{ki}^* - phụ thuộc a_i/l_i và a_k/l_i

	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
0,5	0,25	0,63	1	1,38	1,75	2,125	2,5	2,875	3,25	3,625	4	4,375	4,75	5,125	5,5	5,875	6,25	6,625	7	7,375
1		2	3,5	5	6,5	8	9,5	11	12,5	14	15,5	17	18,5	20	21,5	23	24,5	26	27,5	29
1,5			6,75	10,1	13,5	16,88	20,25	23,63	27	30,38	33,75	37,13	40,5	43,875	47,25	50,63	54	57,375	60,75	64,125
2				16	22	28	34	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106	112
2,5					31,3	40,63	50	59,38	68,75	78,13	87,5	96,88	106,3	115,63	125	134,4	143,75	153,13	162,5	171,88

3					54	67.5	81	94.5	108	121.5	135	148.5	162	175.5	189	202.5	216	229.5	243
3.5						85.75	104.1	122.5	140.9	159.3	177.6	196	214.38	232.8	251.1	269.5	287.88	306.25	324.63
4							128	152	176	200	224	248	272	296	320	344	368	392	416
4.5								182.3	212.6	243	273.4	303.8	334.13	364.5	394.9	425.25	455.63	486	516.38
5									250	287.5	325	362.5	400	437.5	475	512.5	550	587.5	625
5.5										332.8	378.1	423.5	468.88	514.3	559.6	605	650.38	695.75	741.13
6											432	486	540	594	648	702	756	810	864
6.5												549.3	612.63	676	739.4	802.75	866.13	929.5	992.88
7													686	759.5	833	906.5	980	1053.5	1127
7.5														843.8	928.1	1012.5	1096.9	1181.3	1265.6
8															1024	1120	1216	1312	1408
8.5																1228.3	1336.6	1445	1553.4
9																	1458	1579.5	1701
9.5																		1714.8	1850.1
10																			2000

7.6. Tính toán móng bè

7.6.1. Phương pháp móng tuyệt đối cứng

Do móng bè có kích thước lớn theo bề ngang cũng như chiều dày, do vậy có thể xem là móng tuyệt đối cứng.

Xác định độ cứng của bản từ độ mảnh λ theo công thức của Hetenyi (1946) :

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{c \cdot B_m}{4E_c I}} \quad (2.147)$$

Trong đó: c - Hệ số nền

B_m - Bề rộng của móng bè

E_c - Modun đàn hồi của vật liệu móng

I - Momen quán tính của tiết diện móng

Trình tự tính toán:

1. Tính tổng các lực thẳng đứng $\sum N$ do các cột truyền xuống

$$\sum N = N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_i$$

2. Xác định vị trí trọng tâm của các lực, tức là vị trí của tổng lực $\sum N$

3. Lựa chọn kích thước L_m và B_m của móng bè, xác định độ lệch tâm e_B, e_L .

4. Tính phản lực nền theo công thức của Sức bền vật liệu:

$$\sigma_d = \frac{\sum N}{B_m \cdot L_m} \pm \frac{M_x \cdot y}{J_y} \pm \frac{M_y \cdot x}{J_x} \quad (148)$$

Trong đó:

$J_y = \frac{B_m \cdot L_m^3}{12}$ - momen quán tính của tiết diện móng với trục x

$$J_x = \frac{B_m^3 \cdot L_m}{12} - \text{quán tính của tiết diện}$$

móng với trục y

$$M_x = \sum N_i \cdot e_L - \text{momen quanh trục x}$$

$$M_y = \sum N_i \cdot e_B - \text{momen quanh trục y}$$

+ Kiểm tra sức chịu tải của nền đất dưới đáy móng bè

5. Chia móng bè thành từng dải theo phương x hay phương y bằng các đường trung bình giữa các cột

6. Tính áp lực truyền xuống một dải móng i :

$$\sum N_i = \sigma_{tb} \cdot B_{iB} \cdot L_m$$

$$\text{Hay : } p_i = \sigma_{tb} \cdot B_{iB} \cdot L_m \quad (2.149)$$

$$\text{Với : } \sigma_{tb} = \frac{\sum N}{B_m \cdot L_m} \quad (2.150)$$

7. Hiệu chỉnh áp lực :

Tổng áp lực $\sum N_d$ lấy trực tiếp từ các cột trên dải i sẽ không bằng với $\sum N_i$, do các lực cắt bên hông dải không được đưa vào tính toán. Do vậy phần lực này phải được hiệu chỉnh bằng tổng lực bình quân :

$$\sum N_{tb} = \frac{\sum N_i + \sum N_d}{2} \quad (2.151)$$

Áp lực trung bình được hiệu chỉnh :

$$\sigma_{tb}^* = \frac{\sum N_{tb}}{B_{iB} \cdot L_m} \quad \text{hay} \quad \sigma_{tb}^* = \frac{\sum N_{tb}}{B_{iL} \cdot B_m} \quad (2.152)$$

Hệ số áp lực được hiệu chỉnh :

$$F = \frac{\sum N_{tb}}{\sum N_i} \quad (2.153)$$

Hệ số này nhân cho các lực N_i tác dụng trên dải i ($F \cdot N_i$) và dùng trị số này để tính toán.

8. Tính toán nội lực M, Q trong móng

9. Tính độ bền của móng :

- Kiểm tra điều kiện chọc thủng trên mặt phẳng nghiêng tại vị trí chân cột :

Điều kiện bền :

$$N_{max} \leq 0,75 R_k \cdot u_{tb} \cdot h_0 \quad (2.154)$$

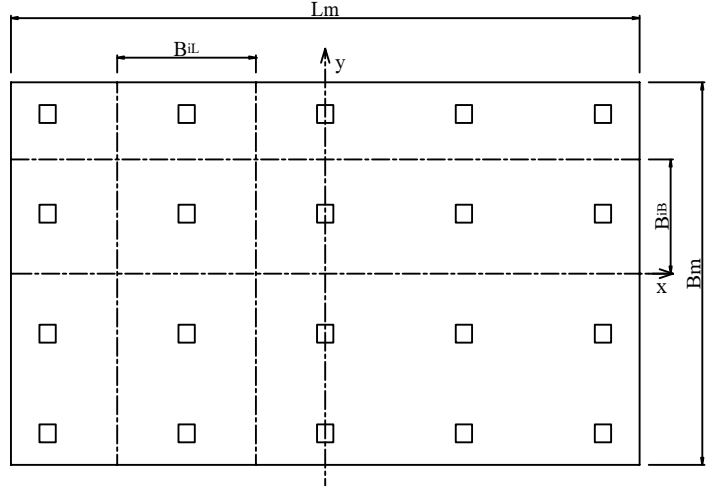
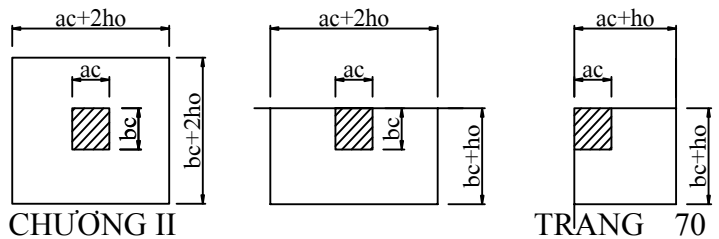
Với N_{max} - Lực chọc thủng lớn nhất;

R_k - Cường độ chịu kéo của Bê tông;

h_0 - Chiều cao làm việc của móng ;

u_{tb} - Chu vi trung bình của

tháp chọc thủng, tùy vào vị trí của cột u_{tb} sẽ khác nhau :



Hình 2.60: Sơ đồ chia dải tính móng bè

Cột ở giữa : $u_{tb} = u_c + 4h_0$

Cột ở cạnh : $u_{tb} = u_c + 3h_0$

Cột ở góc : $u_{tb} = u_c + 2h_0$

- Tính cốt thép chịu uốn : Cốt thép được tính từ các giá trị nội lực trong bài toán tính móng băng.

7.6.2 Phương pháp tính như tấm trên nền đàn hồi

Phương pháp này tính toán nội lực trong móng bè theo cách gần đúng, xem móng bè như tấm trên nền đàn hồi.

Nội dung phương pháp gồm các bước sau :

1. Xác định các kích thước cơ bản của móng và chiều dày h của móng bè
2. Xác định hệ số nền c của nền đất
3. Tính độ cứng D của móng :

$$D = \frac{E.h^3}{12(1-\mu^2)} \quad (2.154)$$

Trong đó : E – môđun đàn hồi của bê tông

μ - hệ số poisson của vật liệu bê tông

4. Xác định bán kính độ cứng hữu hiệu L

$$L = \sqrt[4]{\frac{D}{c}} \quad (2.155)$$

Bán kính ảnh hưởng của mỗi cột là $4L$

5. Xác định momen theo tọa độ cực (r, φ) :
 Gồm momen hướng tâm M_r và momen tiếp tuyến M_t (trên một đơn vị bề rộng bản) và biến dạng w tại điểm bất kỳ :

$$M_r = \left[Z_4\left(\frac{r}{L}\right) - (1-\mu) \frac{Z_3'\left(\frac{r}{L}\right)}{\left(\frac{r}{L}\right)} \right] \quad (2.156)$$

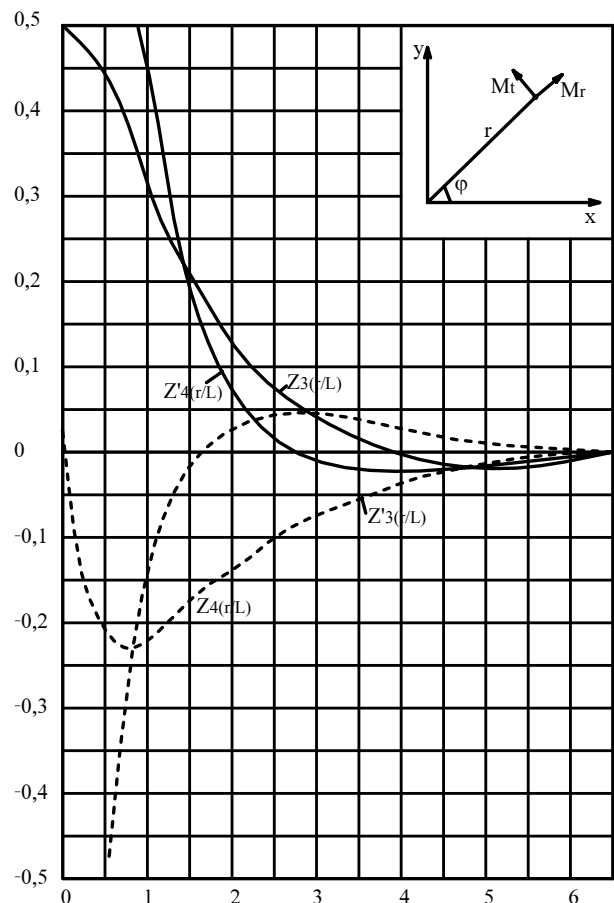
$$M_t = \left[\mu Z_4\left(\frac{r}{L}\right) + (1-\mu) \frac{Z_3'\left(\frac{r}{L}\right)}{\left(\frac{r}{L}\right)} \right] \quad (2.157)$$

$$w = \frac{PL^2}{4D} Z_3\left(\frac{r}{L}\right) \quad (2.158)$$

Trong đó : P – tải trọng trên cột, r khoảng cách từ cột tác dụng tải trọng đến điểm đang xét, Z_3 , Z_3' , Z_4 là các hệ số xác định từ các hàm hyperolic (Hetenyi, 1946) được thiết lập thành toán đồ tra theo tỷ số

$x = \frac{r}{L}$ như hình (2.62).

6. Chuyển momen hướng tâm và momen



Hình 2.62

tiếp tuyến quan hệ tọa độ vuông góc:

$$M_x = M_r \cos^2 \varphi + M_t \sin^2 \varphi \quad (2.159)$$

$$M_y = M_r \sin^2 \varphi + M_t \cos^2 \varphi \quad (2.160)$$

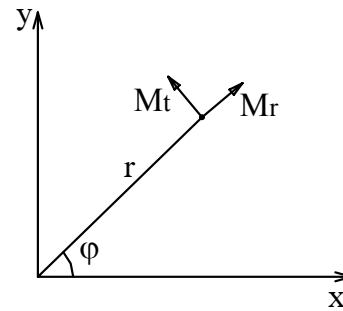
7. Với góc φ được định nghĩa như hình vẽ (2.63).

Tính lực cắt Q cho mỗi đơn vị bề rộng bản

$$Q = -\frac{P}{4L} Z_4' \left(\frac{r}{L} \right) \quad (2.161)$$

Z_4' - tra toán đồ (2.62).

8. Tính toán độ bền của móng.



Hình 2.63