



CK.000068566

CHÂU NGỌC ẨN

HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN MÔN HỌC **NỀN VÀ MÓNG**



NGUYỄN
C LIÊU



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

CHÂU NGỌC ẨN

HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN MÔN HỌC
NỀN VÀ MÓNG

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2013

LỜI NÓI ĐẦU

Đồ án Nền Móng là môn học trong chương trình đào tạo đại học các ngành Xây dựng công trình. Ngoài ra, trong luận văn tốt nghiệp phần Nền Móng thường chiếm từ 20% đến 70% dung lượng tùy lựa chọn của Thầy hướng dẫn. Vì vậy, chúng tôi cố gắng tóm tắt trong quyển sách nhỏ này các điều cần thiết tối thiểu cho công việc thiết kế nền móng một công trình.

Ngoài phần tóm tắt các kiến thức cơ bản của môn Cơ học đất cần cho phần thiết kế nền móng công trình, chúng tôi giới thiệu phương cách tính toán nền của móng nông và móng cọc từ đơn giản đến phức tạp.

Trong phần thiết kế nền có đề cập đến các phương pháp gia cố nền khi đất tự nhiên không đủ khả năng gánh đỡ tải của móng công trình.

Chúng tôi vẫn mong muốn khi thiết kế đồ án nền móng người sinh viên cần hiểu rõ một cách căn cơ các lý thuyết được vận dụng trong tính toán. Do vậy, chúng tôi cũng giới thiệu khá kỹ các phần căn bản của lý thuyết nền móng công trình.

Dù sao kiến thức cá nhân luôn hữu hạn, mong được sự lượng thứ khi có những sai sót trong quyển sách này và hết sức vui mừng tiếp thu tất cả các chỉ dẫn của quý vị tiền bối, quý đồng nghiệp và quý độc giả .

Địa chỉ liên hệ: Bộ môn Địa cơ Nền móng, Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Bách khoa, số 268 Lý Thường Kiệt, Q10. TP. Hồ Chí Minh.

Tác giả

CHÂU NGỌC ẨN
cnan@hcmut.edu.vn

1.1. ĐỒ ÁN NỀN MÓNG VÀ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP CHUYÊN ĐỀ NỀN MÓNG CHO NGÀNH XÂY DỰNG

- Đồ án Nền móng nhằm giúp sinh viên các ngành Xây dựng tập dượt sử dụng các kiến thức cơ đất, nền móng, bê tông để thiết kế nền móng cho một công trình cụ thể. Công việc tính toán cho đồ án gồm thống kê số liệu địa chất của hồ sơ địa chất khu vực xây dựng, đặc biệt là các chỉ tiêu chống cắt của đất phải tính theo phương pháp bình phương cực tiểu để tìm phạm vi dao động của giá trị góc ma sát và lực dính theo xác suất yêu cầu của tiêu chuẩn thiết kế, từ điều kiện địa chất cụ thể tính toán một phương án móng nông trên nền tự nhiên hoặc nền gia cố và phương án móng cọc. Khởi đầu từ móng đơn trên nền tự nhiên, nếu không thỏa mãn chuyển sang móng băng và tiếp tục móng bè. Khi nền tự nhiên không đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật chuyển sang tính toán gia cố nền cho các giải pháp móng nông hoặc tính toán móng cọc chế tạo sẵn và nếu vẫn không thỏa mãn chuyển sang cọc nhồi hoặc cọc barrette.
- Với đồ án tốt nghiệp đòi hỏi tính ít nhất hai phương án, có thể là móng băng, móng bè trên nền gia cố hoặc móng bè trên nền cọc nhỏ, móng cọc hoặc tính toán hệ tường tầng hầm làm việc đồng thời với hệ móng công trình. Mức độ phân tích đầy đủ hơn đồ án môn học Nền móng.
- Tiến hành so sánh các phương án đã tính thỏa điều kiện kỹ thuật, cần tính giá thành để chọn phương án tối ưu. Có thể so sánh theo các tiêu chí vật liệu hoặc theo giá thành nếu có điều kiện có thể tính dự toán cho từng phương án.

Kết quả tính toán được thể hiện lên bản vẽ kỹ thuật một cách đầy đủ sao cho người thợ và cán bộ kỹ thuật công trường có thể tiến hành thi công được.

1.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH NỀN MÓNG

Có nhiều phương pháp tính toán nền móng công trình nhưng tựu trung có hai nhóm cơ bản:

- Nhóm 1: Tính toán ổn định đất nền nhằm chống trượt hoặc lật công trình. Trong các quy phạm thường được gọi là tính toán ổn định của nền hoặc tính theo các trạng thái giới hạn ổn định.
- Nhóm 2: Hạn chế độ lún và đặc biệt là độ lún lệch của các móng nhằm đảm bảo sự làm việc bình thường của công trình xây dựng (tránh phát sinh nội lực trong khung). Trong các quy phạm thường được gọi là tính toán giới hạn độ lún, độ lún lệch của nền hoặc tính theo các trạng thái giới hạn sử dụng của công trình.

Trong đó có thể chia các phương pháp tính hiện hành thành:

1.2.1. Tính toán nền theo trạng thái ứng suất cho phép

Trước thập niên 70, hầu hết các quy phạm tính toán nền móng công trình xây dựng đều theo phương pháp trạng thái ứng suất cho phép. Phương pháp này dựa trên việc tính toán sức chịu tải cực hạn của đất nền theo công thức Terzaghi hoặc các hiệu chỉnh sau đó. Giai đoạn này, hầu hết đều tính theo phương pháp tổng ứng suất và các đặc trưng chống cắt của thí nghiệm cắt trực tiếp hoặc sức chống cắt không thoát nước c_u suy từ thí nghiệm nén một trục. Sức chịu tải cho phép (p_a) được định nghĩa bằng với sức chịu tải cực hạn (p_{ult}) chia cho hệ số an toàn FS, được lấy từ 2 đến 3.

$$p_a \leq \frac{p_{ult}}{FS} = \frac{0,5N_\gamma B\gamma + qN_q + cN_c}{FS}$$

Áp lực đáy móng p phải nhỏ hơn sức chịu tải cho phép. Nếu áp lực đáy móng được tính với tổ hợp cơ bản các tải thì hệ số an toàn được chọn là $FS = 3$. Nếu áp lực đáy móng được tính với tổ hợp đặc biệt các tải thì hệ số an toàn được chọn là $FS = 2$.

Sau thập niên 70, sức chịu tải được tính toán rõ ràng hơn.

Với nền đất dính thoát nước chậm, tính theo sức chịu tải tức thời (short term), lúc vừa mới xây xong công trình độ lún mới bắt đầu, với đặc trưng chống cắt không thoát nước c_u và φ_u , và sức chịu tải sau khi công trình lún ổn định (long term) được tính với đặc trưng chống cắt có thoát nước c' và φ' .

Với nền cát thì chỉ tính sức chịu tải có thoát nước với c' và φ' , vì nền cát lún xong khi công trình hoàn tất. Các đặc trưng c_u ; φ_u và c' ; φ' có được từ thí nghiệm nén ba trục trong điều kiện cố kết-không thoát nước (CU) và cố kết-thoát nước (CD). Với thí nghiệm cắt trực tiếp, chúng ta chỉ có chỉ tiêu chống cắt trung gian giữa thoát nước và không thoát nước, ngoại trừ loại máy cắt trực tiếp thế hệ gần đây có đo được áp lực nước lỗ rỗng trong mẫu đất khi cắt.

1.2.2. Tính toán nền theo trạng thái giới hạn về cường độ chịu tải (trạng thái I)

Theo QPXD 45-78, với đất nền biến dạng *nhỏ* như là đất cứng hoặc là đá, cũng như các công trình chịu chủ yếu là tải ngang thì độ lún của nền không giữ vai trò quyết định sự

ổn định của công trình mà chính sự trượt ngang của móng hoặc sự phá vỡ kết cấu nền đất sẽ dẫn đến hư hại công trình. Với các loại công trình này, chúng ta thường sử dụng phương pháp tính toán nền theo giới hạn về cường độ hay còn được gọi là trạng thái giới hạn thứ nhất. Mặt khác loại đất có hệ số thấm bé, nền đất chịu tải chưa kịp lún đã bị trượt cũng phải kiểm tra điều kiện bền.

Nội dung phương pháp gồm khống chế khả năng trượt, lật của móng và không cho nền bị phá hoại cắt.

$$k_t = \frac{\text{lực chống trượt}}{\text{lực gây trượt}} = \frac{\text{moment chống trượt}}{\text{mome} \left[k_{cp} \right] \text{trượt}} \geq \left[k_{cp} \right]$$

$$k_l = \frac{\text{moment chống lật}}{\text{moment gây lật}} \geq \left[k_{cp} \right]$$

hoặc $p^u \leq \frac{P_{gh}}{k} = \frac{q_{ult}}{FS}$

Trong đó: k_t là hệ số an toàn chống trượt;

k_l là hệ số an toàn chống lật;

k và FS là hệ số an toàn cho phép;

q_{ult} và p_{gh} là sức chịu tải cực hạn của nền đất.

Các hệ số an toàn k hoặc FS cho phép tùy vào quy định của các quy phạm xây dựng và theo loại công trình.

Cùng khái niệm này, tiêu chuẩn ACI của Mỹ và tiêu chuẩn Châu Âu cũng kiểm tra nền theo các trạng thái giới hạn ổn định, nhưng với nhiều hệ số riêng phần cho các loại tải và chỉ tiêu chịu tải của đất nền.

Trong những năm gần đây, xuất hiện phương pháp tính toán nền móng dựa vào lý thuyết cơ học đất tối hạn, với phương pháp phần tử hữu hạn. Phương pháp này cho phép phân tích trường ứng suất và biến dạng trong nền đất dưới các tác động của công trình, từ đó có thể dựa vào tiêu chuẩn giới hạn trượt của Mohr-Coulomb hoặc Tresca xác định biến dạng trượt hay chuyển vị cực hạn của nền đất để ấn định mức độ an toàn của nền đất. Có thể kể đến phần mềm Plaxis, Geo-Slope, Sage - Crisp,có thể sử dụng hỗ trợ cho thiết kế nền móng.

1.2.3. Tính toán nền theo trạng thái giới hạn về biến dạng (trạng thái II)

Xuất phát từ trạng thái giới hạn các điều kiện sử dụng và sự ổn định kết cấu của công trình, phương pháp tính toán nền móng theo trạng thái giới hạn theo điều kiện biến dạng còn gọi là trạng thái giới hạn thứ 2, khống chế độ lún của móng và độ lún lệch của các

móng không được vượt quá các giá trị giới hạn. Cơ sở của phương pháp dựa trên sự phát triển vùng biến dạng dẻo trong nền đủ nhỏ để nền đất còn tuân theo quy luật đàn hồi. Từ đây sử dụng các kết quả lý thuyết Boussinesq và đặc trưng nén của đất để tính độ lún của móng riêng lẻ hoặc độ lún có xét đến ảnh hưởng của các móng lân cận, suy độ lún lệch giữa các móng hoặc góc xoay của một móng.

Vì vậy **điều kiện cần** của phương pháp là không chế áp lực đáy móng để nền đất còn làm việc trong giai đoạn “đàn hồi” theo quan điểm của phương pháp phát triển vùng biến dạng dẻo của Florich.

- Với móng chịu tải đứng đúng tâm:

$$p \leq R^{lc} = m(Ab\gamma + Bh\gamma + Dc) \text{ theo QPXD 45-70}$$

$$p \leq R_{II} = \frac{m_1 m_2}{k_{lc}} (Ab\gamma_{II} + Bh\gamma_{II}^* + Dc_{II} - \gamma_{II}^* h_0) \text{ theo QPXD 45-78}$$

- Với móng chịu tải đứng lệch tâm, ngoài điều kiện trên còn cần có:

$$p_{\min} \geq 0,$$

khi các móng dễ lật điều kiện này trở thành $p_{\min} / p_{\max} \geq 0,25$

và $p_{\max} \leq R^{lc}$ hoặc R_{II}

Và điều kiện đủ là độ lún tính được, phải thỏa các điều kiện sau:

$$S \leq S_{gh}$$

$$\Delta S \leq \Delta S_{gh}$$

$$i \leq i_{gh}$$

Trong đó: S và S_{gh} là độ lún và độ lún giới hạn;

ΔS và ΔS_{gh} là độ lún lệch và độ lún lệch giới hạn;

i và i_{gh} là góc xoay và góc xoay giới hạn.

1.3. THỐNG KÊ SỐ LIỆU ĐỊA CHẤT

Mục đích việc thống kê số liệu thí nghiệm nhằm tìm giá trị có tính đại diện với một độ tin cậy nhất định cho một đơn nguyên đất nền, cũng như phân chia hợp lý các đơn nguyên địa chất dựa theo hệ số biến động của từng số hạng trong tập hợp thống kê.

1.3.1. Các giá trị bình quân số liệu thí nghiệm

1.3.1.1. Giá trị bình quân số học

Một tập hợp $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$, là những giá trị kết quả các thí nghiệm riêng lẻ các mẫu đất được lấy từ một đơn nguyên đất nền. Giá trị trung bình số học của một đặc trưng:

$$\bar{A} = \frac{\sum A_i}{n} \quad (1.1)$$

1.3.1.2. Giá trị bình quân gia quyền

Khi các số liệu thí nghiệm có quyền ảnh hưởng khác nhau, giá trị bình quân gia quyền có dạng sau:

$$\bar{A} = \frac{W_1 A_1 + W_2 A_2 + \dots + W_i A_i}{W_1 + W_2 + \dots + W_i} = \frac{\sum W_i A_i}{\sum W_i} \quad (1.2)$$

1.3.2. Phân chia các lớp địa chất công trình

Một lớp địa chất công trình được xác định bằng quan sát sự thay đổi màu, hạt độ trong quá trình khoan khảo sát hoặc trên tập hợp các giá trị đặc trưng cơ - lý (từ thí nghiệm trong phòng và hiện trường) của lớp đất đó.

Được gọi là một lớp địa chất công trình khi tập hợp các giá trị đặc trưng cơ - lý của nó phải có hệ số biến động v đủ nhỏ, v có dạng sau:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{A}} 100\% \quad (1.3)$$

Trong đó giá trị trung bình của một đặc trưng : $\bar{A} = \frac{\sum A_i}{n}$, (1.4)

và độ lệch toàn phương trung bình : $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (A_i - \bar{A})^2}{n - 1}}$, (1.5)

Với A_i là giá trị riêng của đặc trưng từ một thí nghiệm riêng;

n - số lần thí nghiệm.

Bảng 1.1. Hệ số biến động v

Theo QPXD 45-78

Đặc trưng của đất	Hệ số biến động v
Tỷ trọng hạt	0,01
Trọng lượng riêng	0,05
Độ ẩm tự nhiên	0,15
Giới hạn Atterberg	0,15
Module biến dạng	0,30
Chỉ tiêu sức chống cắt	0,30
Cường độ nén một trục	0,40

1.3.3. Đặc trưng tiêu chuẩn

Giá trị tiêu chuẩn của tất cả các đặc trưng của đất là giá trị trung bình cộng của các kết quả thí nghiệm riêng lẻ \bar{A} , (trừ lực dính đơn vị c và góc ma sát trong φ).

Đặc trưng chống cắt tiêu chuẩn

THÍ NGHIỆM CẮT TRỰC TIẾP

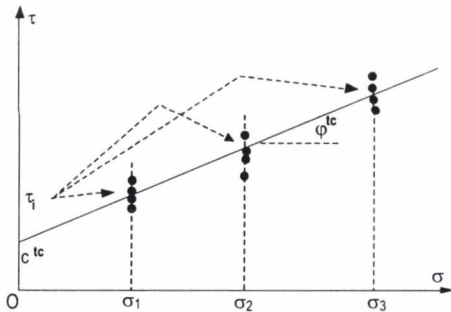
Các giá trị tiêu chuẩn của lực dính đơn vị và góc ma sát trong được thực hiện theo phương pháp bình phương cực tiểu của quan hệ tuyến tính của ứng suất pháp σ_i và ứng suất chống cắt cực hạn τ_i của các thí nghiệm cắt tương ứng, $\tau = \sigma \times \text{tg}\varphi + c$

Lực dính đơn vị tiêu chuẩn c^{lc} và góc ma sát trong tiêu chuẩn φ^{lc} được xác định theo các công thức sau:

$$c^{lc} = \frac{1}{\Delta} \left(\sum_{i=1}^n \tau_i \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 - \sum_{i=1}^n \sigma_i \sum_{i=1}^n \tau_i \sigma_i \right) \tag{1.6}$$

$$\text{tg}\varphi^{lc} = \frac{1}{\Delta} \left(n \sum_{i=1}^n \tau_i \sigma_i - \sum_{i=1}^n \tau_i \sum_{i=1}^n \sigma_i \right) \tag{1.7}$$

với
$$\Delta = n \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n \sigma_i \right)^2 \tag{1.8}$$



Hình 1.1. Giá trị đặc trưng chống cắt tiêu chuẩn theo phương pháp bình phương cực tiểu của các kết quả thí nghiệm cắt trực tiếp

1.3.4. Đặc trưng tính toán

Nhằm mục đích nâng cao độ an toàn cho ổn định của nền chịu tải, một số tính toán ổn định của nền được tiến hành với các đặc trưng tính toán. Ở mức độ đơn giản (như trong QPXD 45-70), đặc trưng tính toán được xác định bằng cách nhân đặc trưng tiêu chuẩn với hệ số đồng nhất k :

Với
$$k = 1 - v = 1 - \frac{\sigma}{A^{tc}} \quad (I.9)$$

$$A'' = kA^{tc} \quad (I.10)$$

Trong QPXD 45-78, các đặc trưng tính toán của đất được xác định theo công thức sau:

$$A = \frac{A^{tc}}{k_d} \quad (I.11)$$

Trong đó: A^{tc} - giá trị đặc trưng đang xem xét;

k_d - hệ số an toàn về đất.

$k_d = 1$ với các đặc trưng của đất ngoại trừ lực dính, góc ma sát trong, trọng lượng đơn vị và cường độ chịu nén một trục tức thời có hệ số an toàn đất được xác định như sau:

$$k_d = \frac{1}{1 \pm \rho} \quad (I.12)$$

với chỉ số độ chính xác ρ được xác định như sau:

với lực dính c và hệ số ma sát $\text{tg}\varphi$.

ta có:
$$\rho = t_\alpha v \quad (I.13)$$

để tính toán v , các giá trị độ lệch toàn phương trung bình có dạng như sau:

$$\sigma_c = \sigma_\tau \sqrt{\frac{1}{\Delta} \sum_{i=1}^n \sigma_i^2}; \quad \sigma_{\text{tg}\varphi} = \sigma_\tau \sqrt{\frac{n}{\Delta}}$$

trong đó:
$$\sigma_\tau = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (\sigma_i \text{tg}\varphi^{tc} + c^{tc} - \tau_i)^2}$$

với trọng lượng riêng γ và cường độ chịu nén một trục R_c :

$$\rho = \frac{t_\alpha v}{\sqrt{n}} \quad (I.14)$$

$$\sigma_\gamma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\gamma^{tc} - \gamma_i)^2}$$

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R_c^{tc} - R_{ci})^2}$$

Trong đó: t_α - hệ số phụ thuộc vào xác suất tin cậy α .

- khi tính nền theo biến dạng thì $\alpha = 0,85$.

- khi tính nền theo cường độ thì $\alpha = 0,95$.