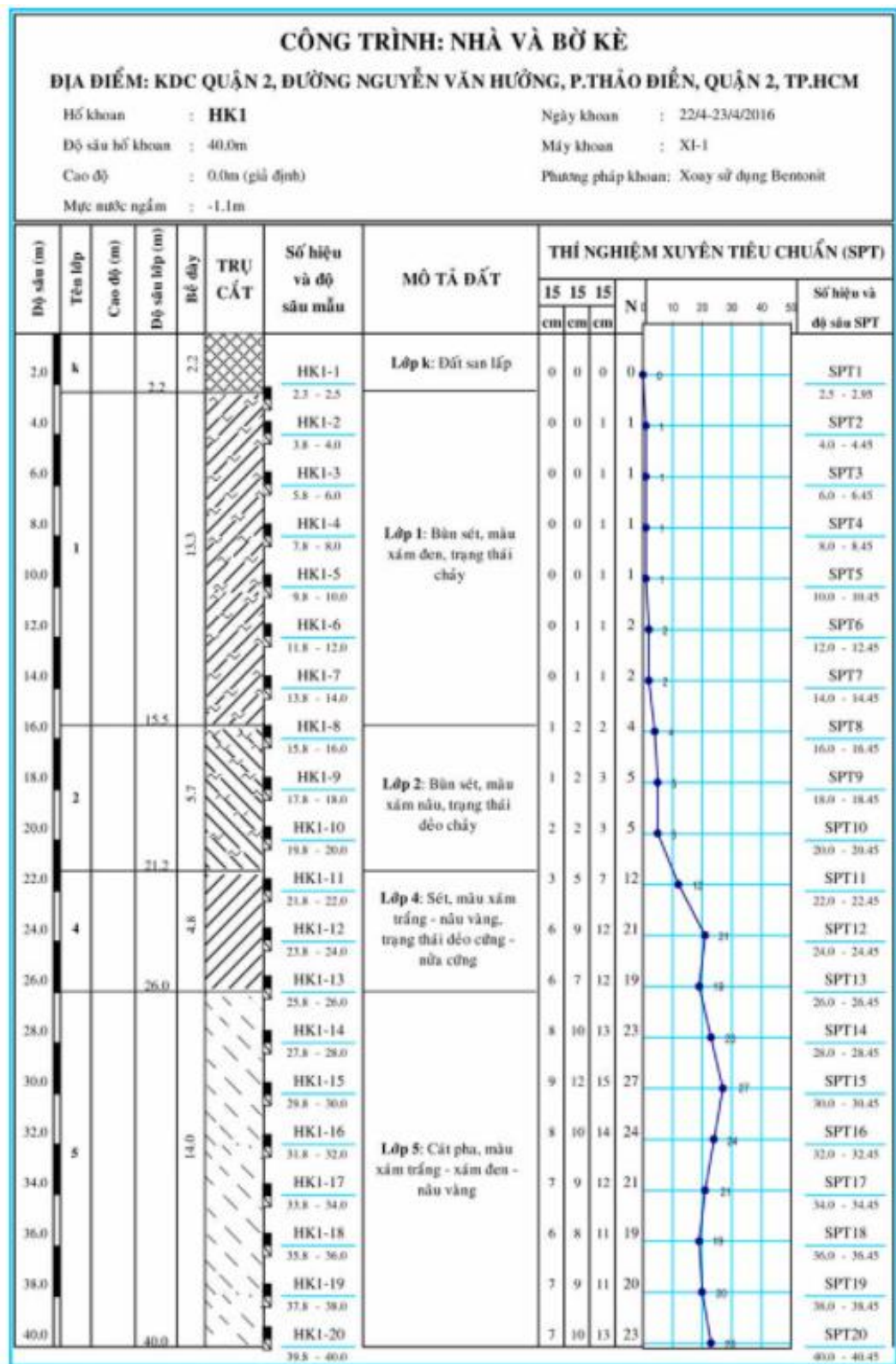


Bài 1: ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

I. Giới thiệu tổng quan về địa chất

Địa chất công trình là ngành học thuộc khoa học Trái Đất chuyên nghiên cứu thành phần, trạng thái, tính chất vật lý, tính chất cơ học của đất đá nhằm phục vụ cho công tác thiết kế xây dựng các công trình công nghiệp, dân dụng,...

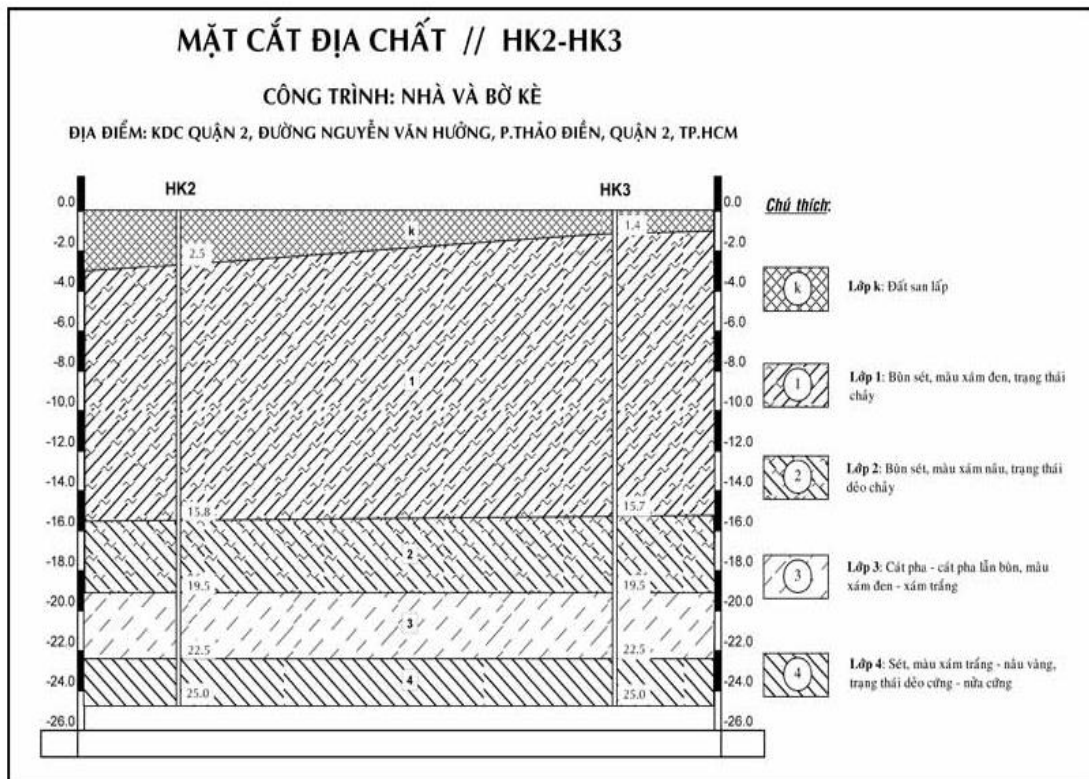
Khảo sát địa chất công trình theo **Phụ lục A** của **TCVN 9363 - 2012**. Nội dung báo cáo khảo sát địa chất thể hiện rõ chỉ tiêu cơ lý của từng lớp đất cụ thể tính từ trên mặt đất xuống, bề dày, độ sâu của từng lớp đất khảo sát.



Hình 1.1 Mặt cắt địa chất công trình

Mặt cắt địa chất công trình thể hiện cụ thể thể nằm của các lớp đất/đá tại công trình khảo sát. Trên mặt cắt địa chất sẽ thể hiện rõ từng lớp đất kể cả phụ lớp, lớp san lấp.

Mặt cắt địa chất công trình cũng thể hiện tên công trình, địa điểm khảo sát, cột chiều sâu lớp. Với công trình có từ 2 hố khoan trở lên thì phải lập mặt cắt địa chất để thể hiện rõ và dễ dàng so sánh địa tầng của các lớp đất tại cùng khu vực khảo sát.



Khi xây dựng một công trình như một con đường, một tòa nhà, một chiếc cầu,... đều phải xét tới:

- Hình dạng, kích thước, mức độ phân cắt, nguồn gốc hình thành và xu thế phát triển của địa hình. Điều đó quyết định vị trí bố trí các công trình và phương pháp thi công.
- Sự phân bố, thành phần, tính chất xây dựng đất đá (cường độ chịu lực, độ ổn định, khả năng thấm nước ...). Điều này quyết định cường độ chịu lực của nền, khả năng lún nhiều, lún không đều, mất ổn định, khả năng thấm mất nước của nền.

- Các hiện tượng địa chất như động đất, trượt lở,...
- Đối với công trình xây dựng trong vùng nước tồn tại trong các lỗ rỗng và khe nứt của đất đá,...thì phải biết thành phần, tính chất, quy luật vận động, sự phân bố nước dưới đất.
- Đối với những công trình có dùng đất đá làm vật liệu xây dựng như cát, sỏi để làm cốt liệu bê tông, đất để đắp đập, rải đường...thì không chú ý thành phần, tính chất của các loại đất đá đó mà còn phải lưu ý tới trữ lượng, điều kiện khai thác nó...

Đối tượng của địa chất công trình là đất đá, nước dưới đất và tác dụng qua lại của đất đá, nước dưới đất với nhau và với môi trường bên ngoài. Vì vậy, địa chất công trình nghiên cứu các nội dung sau:

- a. Nghiên cứu đất đá dùng để làm nền, làm môi trường và làm vật liệu xây dựng công trình.
- b. Nghiên cứu các hiện tượng địa chất: trượt đất, đất chảy, xói mòn,...
- c. Nghiên cứu nước dưới đất để khắc phục các khó khăn do nước gây ra khi thi công...
- d. Nghiên cứu các phương pháp khảo sát địa chất nhằm thăm dò, đánh giá các điều kiện địa chất.
- e. Nghiên cứu địa chất công trình khu vực để quy hoạch xây dựng.

II. Các hiện tượng địa chất của vỏ quả đất

Hiện tượng địa chất như hiện tượng kiến tạo, hiện tượng macma, hiện tượng xâm thực và tích tụ trầm tích là kết quả của các quá trình vật lý, hóa học, sinh học diễn ra ở trong lòng quả đất hay ở trên mặt đất theo những quy luật nhất định.

Hiện tượng kiến tạo là hiện tượng chuyển dịch của vỏ quả đất dưới tác dụng của các lực kéo nén. Kết quả làm cho đất đá bị vỡ nhàu, uốn nếp, nứt nẻ, đứt gãy...

Hiện tượng macma là hiện tượng các khối đất đá nóng chảy bão hòa khí (dung nham) từ các lớp dưới sâu, theo các khe nứt dâng lên xâm nhập vào phần trên của vỏ quả đất. Các dung nham nguội lạnh, đông cứng lại thành đá macma.

Các tầng đất đá ở dưới sâu sẽ chịu tác dụng của áp lực cao, nhiệt độ lớn, lỗ rỗng giảm đi, nước thoát ra, nhiều khoáng vật bị biến tính, được định hướng, hình thành nên đá biến chất.

Đá macma chiếm chủ yếu trong vỏ trái đất khoảng 89% trọng lượng, đá trầm tích chiếm 5%, đá biến chất là 6%.

Nếu tính theo diện phân bố trên mặt đất thì đá trầm tích chiếm 75% diện tích lục địa, đá biến chất và macma chiếm 25%.

III. Khoáng vật

Khoáng vật là những đơn chất hay hợp chất hóa học tự nhiên (Hg, Au, CaCO_3 , SiO_2) được hình thành và tồn tại ổn định ở trong vỏ trái đất hay ở trên mặt đất trong những điều kiện địa chất nhất định.

Khoáng vật có thể ở thể khí (khí cacbonic, khí sunfua hidro), thể lỏng (thủy ngân, nước...), nhưng phần lớn ở thể rắn (thạch anh, mica...).

3.1 Một số đặc tính của khoáng vật

❖ Hình dạng tinh thể của khoáng vật:

Các loại khoáng vật khác nhau, khi kết tinh thường cho các dạng tinh thể khác nhau. Trong địa chất công trình quan tâm tới đặc tính không gian của hình dạng tinh thể và chia chúng thành 3 loại như sau:

- Loại hình phát triển theo một phương: tinh thể có dạng hình cột, hình que,...
- Loại hình phát triển theo hai phương: tinh thể có dạng hình tấm...
- Loại hình phát triển theo 3 phương: tinh thể có hình hạt...

Trong thực tế, đá gồm chủ yếu là các khoáng vật tấm (đá phiến mica, đá sét,...), nhiều đá chủ yếu gồm các khoáng vật dạng hạt (đá hoa, đá granit, cát kết,...).

❖ Màu của khoáng vật:

- ☞ Do thành phần hóa học và các tạp chất trong nó quyết định. Khoáng vật chứa nhiều Fe, Mg thường có màu sẫm, còn khoáng vật chứa nhiều Al, Si thì màu nhạt.

- ☞ Nhiều khoáng vật chỉ có một màu cố định nhưng khi có lẫn tạp chất, khoáng vật mang nhiều màu sắc khác nha.
- ☞ Màu của khoáng vật quyết định màu của đá, do đó có ảnh hưởng tới khả năng hấp thụ nhiệt của đá. Đá chứa nhiều khoáng vật màu sẫm có độ bền phong hóa thấp hơn.
- ❖ Độ trong suốt và ánh của khoáng vật: Phụ thuộc vào cấu trúc tinh thể của khoáng vật và các tạp chất chứa trong nó.
- ❖ Tính dễ tách của khoáng vật: Khả năng của tinh thể và các hạt kết tinh dễ bị tách ra theo những mặt phẳng song song.
- ❖ Vết vỡ của khoáng vật: Có những hình dạng sau: vết vỡ phẳng, vỏ sò, dạng đất, sần sùi.
- ❖ Độ cứng của khoáng vật: là khả năng chống lại các tác dụng cơ học bên ngoài lên bề mặt khoáng vật. Sự liên kết càng chắc thì độ cứng càng cao.

3.2 Một số khoáng vật tạo đá chính

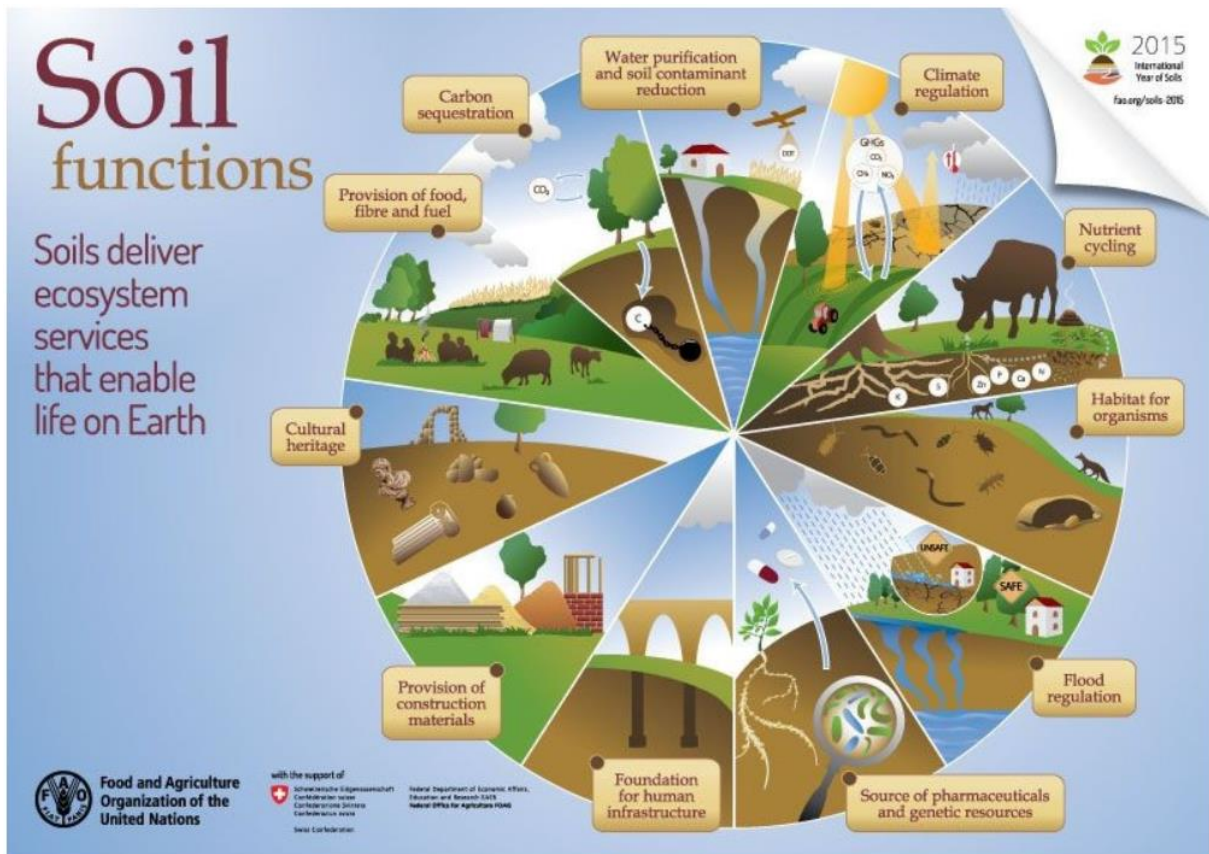
Trong thiên nhiên, các khoáng vật tham gia vào sự thành tạo đất đá chủ yếu thuộc các lớp silicat, oxit, cacbonat, sunfat, sunfua. Nhưng vai trò của nó trong thành phần đất đá không giống nhau, có thể chia ra khoáng vật chính, khoáng vật phụ. Khoáng vật chính đóng vai trò chủ yếu trong việc cấu tạo nên đất đá. Cường độ và tính chất của đất đá chủ yếu do cường độ và tính chất của các loại khoáng vật này quyết định.

BÀI 2: TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA NỀN ĐẤT

I. Đất

1.1 Khái niệm

Để trả lời cho câu hỏi đất là gì, chúng ta nghiên cứu các chức năng mà đất đem lại sẽ biết ý nghĩa của đất.



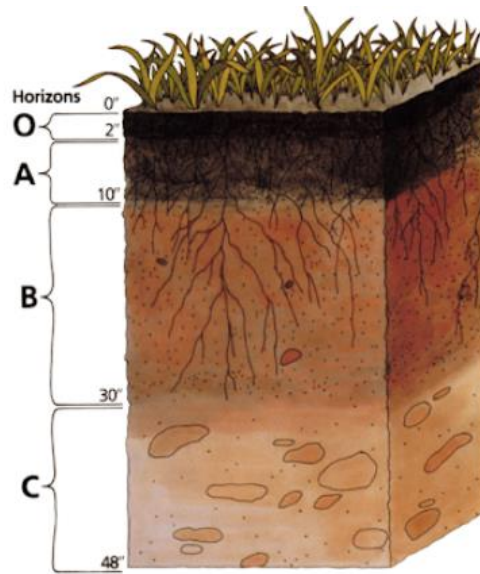
Đất hay thổ nhưỡng là lớp ngoài cùng của thạch quyển bị biến đổi tự nhiên dưới tác động tổng hợp của nước, không khí, sinh vật".

1.2 Cấu trúc của đất

Cấu trúc đất bao gồm hai hoặc nhiều lớp đất được gọi là phẫu diện đất, là bề mặt cắt thẳng đứng từ trên mặt đất xuống đến tầng đất mẹ. Những đặc điểm quan trọng phân biệt những phẫu diện đất khác nhau là:

- Màu sắc, kết cấu, cấu trúc, tính nhất quán, độ tơi xốp của đất.
- Độ dày từ vài feet đến mỏng như một phần của một inch.

- Nói chung, các phẫu diện đất hợp nhất với nhau và có thể hoặc không thể hiển thị ranh giới sắc nét.

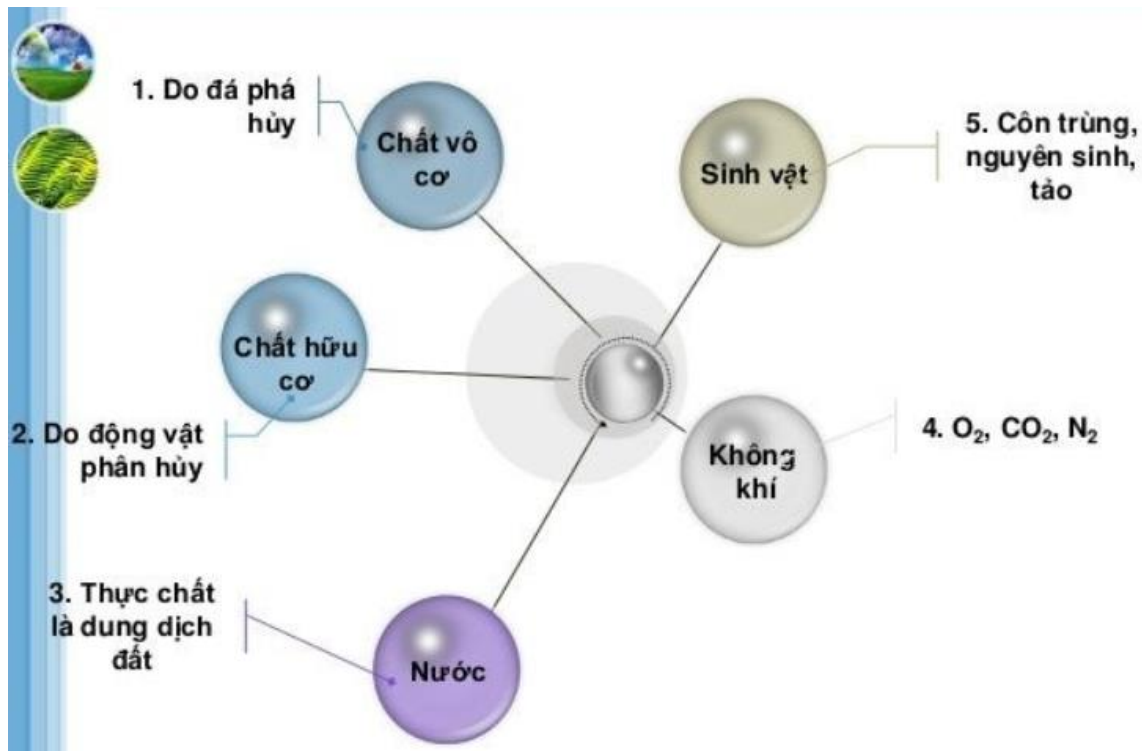


Hình 2.1 Phẫu diện của đất

Phẫu diện A – Tầng trên cùng: Lớp trên cùng trong đất hoặc mặt đất. Có tính từ lớp O là bề mặt trên cùng của phẫu diện đất, tầng này chứa những thảm thực vật phổ biến, bao gồm cả cành cây khô, lá mục, chưa phân giải hoặc đã phân giải trên mặt đất. Sinh vật sống phổ biến nhất ở tầng này, có gốc rễ, vi khuẩn, nấm và động vật nhỏ. Trong sản xuất nông nghiệp ở tầng phẫu diện này nếu điều khiển không tốt sẽ làm rửa trôi, xói mòn các chất hữu cơ có trong đất.

Phẫu diện B – Tầng dưới: Nằm ngay dưới chân Phẫu diện A và trên Phẫu diện C. Nó được gọi là tầng dưới. Phẫu diện B có các tính chất của cả A và C. Sinh vật sống ít hơn số lượng trong ở tầng Phẫu diện A, nhưng lại phong phú hơn trong tầng phẫu diện C. Màu cũng chuyển tiếp giữa A và C.

Phẫu diện C – Tầng đá mềm: Là tầng cuối cùng còn gọi là tầng đá nền. Tầng này chứa các vật liệu mà từ đó phần khoáng vật của đất hình thành. Đó là vật liệu gốc của đất. Nó có thể đã được tích lũy tại chỗ bởi sự đổ vỡ của đá cứng, hoặc nó có thể đã được đặt ở đó bởi hành động của nước, gió hoặc băng.



Hình 2.2 Thành phần cơ bản của đất

II. Sự hình thành đất

Quả đất khi ổn định hình dạng có lớp vỏ ngoài cứng liên tục được gọi là thạch quyển. Trong quá trình tồn tại, dưới tác động của môi trường và những hoạt động bên trong – những hoạt động kiến tạo – thạch quyển bị phân chia và mất tính liên tục. Sự tác động càng mạnh mẽ, mức độ rời rạc càng tăng và hình thành những khối nhỏ có kích thước khác nhau. Những khối có kích thước nhỏ hơn vài chục centimet được gọi là những hạt đất.

Các hạt đất tự di chuyển hoặc do bị lôi kéo sau đó tích tụ lại tạo thành các loại đất có nguồn gốc khác nhau. Quá trình tạo ra các hạt đất được gọi là quá trình phong hóa. Quá trình di chuyển và tích tụ gọi là quá trình trầm tích. Đất được hình thành qua hai quá trình này xen kẽ, lẫn lộn nhau.

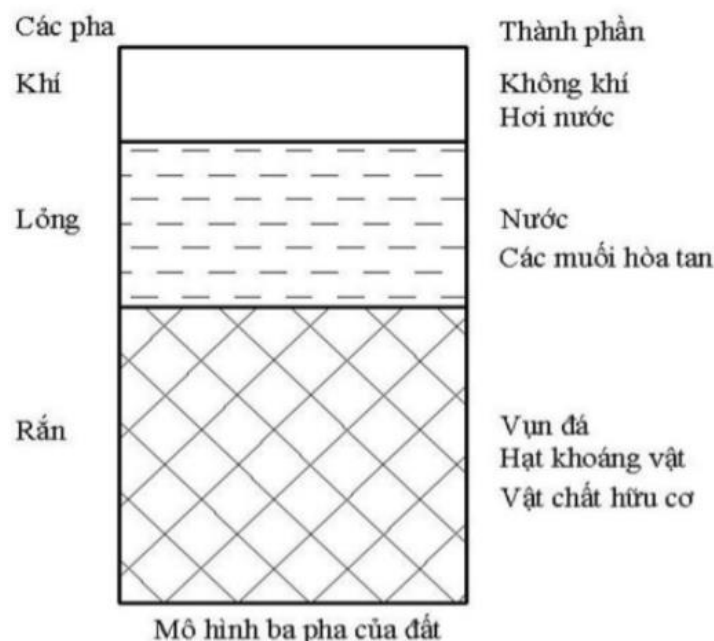
III. Các thành phần cấu tạo chính của đất

Đất là vật thể ba pha: Pha rắn là hạt đất, Pha lỏng là nước trong khe rỗng, pha khí là khí trong khe rỗng.

Pha rắn: bao gồm các thành phần chủ yếu là vụn đá, hạt khoáng vật, vật chất hữu cơ.... Khi chịu lực tác dụng bên ngoài lên mặt đất thì các hạt đất cùng chịu lực, vì vậy người ta gọi tập hợp các hạt đất là khung cốt của đất. Các hạt đất có hình dạng và kích thước khác nhau tùy thuộc vào tác động của quá trình phong hoá và quá trình di chuyển, lắng đọng.

Pha lỏng: bao gồm nước và các muối hòa tan, Nước trong đất có ảnh hưởng lớn đến tính chất chịu lực của đất, nước được tồn tại trong đất dưới nhiều dạng khác nhau, với mỗi dạng đều có ảnh hưởng nhất định đến các tính chất khác nhau của đất người ta phân ra làm ba dạng sau: Nước trong khoáng vật của hạt đất, Nước kết hợp mặt ngoài của đất, Nước tự do.

Pha khí: Nếu trong các lỗ hổng của đất không có nước thì khí chiếm chỗ trong các lỗ hổng ấy. Trong đất có hai loại khí là khí tự do và khí hoà tan trong nước. Nói chung thành phần của khí ít ảnh hưởng đến tính chất cơ học của đất, nó chỉ ảnh hưởng đến tính thấm nước của đất, cản trở dòng thấm của nước.



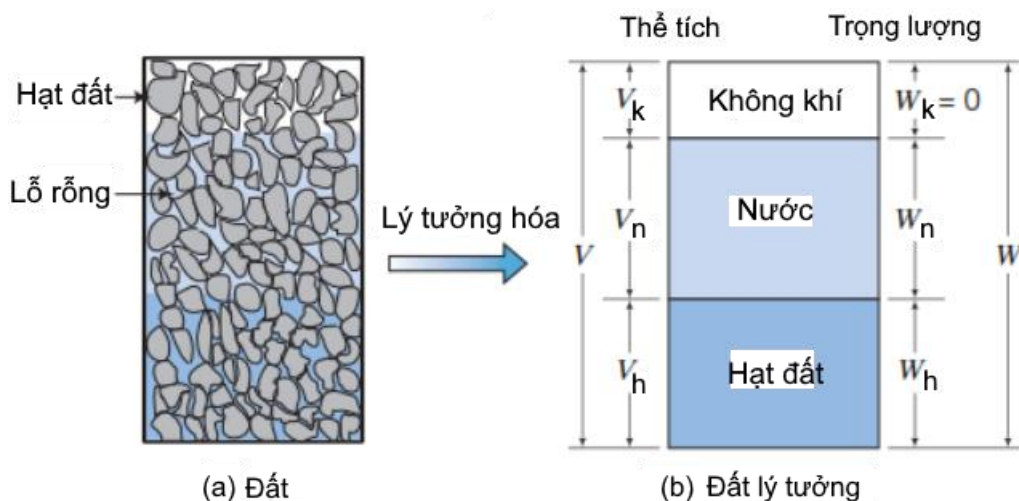
IV. Chỉ tiêu tính chất và trạng thái vật lý của đất

4.1 Chỉ tiêu tính chất vật lý của đất

Đất bao gồm các pha rắn, lỏng và khí. Pha rắn có thể là các tinh thể khoáng vật, chất hữu cơ và cả hai. Khoảng không gian giữa pha rắn được gọi là các lỗ rỗng. Pha rắn thì nước chiếm ưu thế và không khí chiếm ưu thế trong pha khí. Nếu các lỗ rỗng trong đất được lấp đầy bởi nước, ta gọi là đất bão hòa, ngược lại là đất không bão hòa. Nếu tất cả các lỗ rỗng là không khí, ta gọi là đất khô.

Trong các chỉ tiêu tính chất vật lý của đất, có ba chỉ tiêu cơ bản nhất được xác định trực tiếp bằng thí nghiệm là trọng lượng riêng, tỷ trọng và độ ẩm của đất.

Hình bên dưới biểu thị sơ đồ mặt cắt của một mẫu đất có bề dày theo chiều vuông góc với mặt giấy. Các ký hiệu V , W lần lượt biểu thị thể tích và trọng lượng, còn các chỉ số h , n , k kèm theo biểu thị hạt đất, nước và khí.



❖ Trọng lượng riêng của đất (γ)

Theo định nghĩa, trọng lượng riêng của đất là trọng lượng của một đơn vị thể tích đất, xác định theo công thức:

$$\gamma = \frac{W}{V} \left(\frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right)$$

a) Trọng lượng riêng ướt (γ_ω)

Là trọng lượng riêng của đất gồm cả ba thể hợp thành, trong đó trọng lượng khí thường được bỏ qua.

$$\gamma_\omega = \frac{W_h + W_n}{V}$$

b) Trọng lượng riêng bão hòa (γ_{bh})

Là trọng lượng riêng của đất khi các lỗ rỗng chứa đầy nước. Trong trường hợp này, đất chỉ gồm hai thể là nước và hạt rắn.

$$\gamma_{bh} = \frac{W_h + W'_n}{V}$$

trong đó: W'_n - trọng lượng nước khi lỗ rỗng chứa đầy nước.

c) Trọng lượng riêng đẩy nổi (γ_{dn})

Là trọng lượng riêng của đất khi bị ngập trong nước. Lúc này đất cũng chỉ gồm hai thể, nhưng khác ở chỗ hạt đất còn bị tác dụng của lực đẩy nổi Archimede:

$$\gamma_{dn} = \frac{W_h + \gamma_n V_h}{V}$$

trong đó: γ_n : trọng lượng riêng của nước, có thể lấy bằng 10 kN/m^3 .

d) Trọng lượng riêng khô (γ_k)

Là trọng lượng riêng của hạt đất trong một đơn vị thể tích đất, đó là một chỉ tiêu biểu thị độ chặt của đất.

$$\gamma_k = \frac{W_h + W_n}{V}$$

❖ Trọng lượng riêng và tỷ trọng của hạt đất

a) Trọng lượng riêng hạt đất (γ_h): là trọng lượng của hạt đất trong một đơn vị thể tích hạt.

$$\gamma_h = \frac{W_h}{V_h}$$

b) Tỷ trọng của hạt đất (Δ):

$$\Delta = \frac{W_h}{V_h \gamma_n}$$

Chú ý: tỷ trọng của hạt đất là một đại lượng không thứ nguyên, còn trọng lượng riêng của hạt đất có đơn vị là kN/m^3 .

❖ **Độ ẩm và độ bão hòa của đất**

a) Độ ẩm của đất (ω)

Độ ẩm của đất là tỷ số giữa trọng lượng nước trong đất và trọng lượng hạt đất, thường được biểu thị bằng phần trăm:

$$\omega_{\%} = \frac{W_n}{W_h} \times 100$$

b) Độ bão hòa (hay no nước) của đất (G)

Độ bão hòa của đất là tỷ số giữa thể tích nước trong mẫu đất và thể tích lỗ rỗng của mẫu đất đó.

$$G = \frac{V_n}{V_r}$$

Chú ý: Đất dưới mực nước ngầm có độ bão hòa: $G = 1$

❖ **Độ rỗng và hệ số rỗng của đất**

Độ rỗng và hệ số rỗng của đất đều là các chỉ tiêu dùng để biểu thị trị số tương đối của thể tích lỗ rỗng trong đất.

a) Độ rỗng của đất (n)

Là tỷ số giữa thể tích lỗ rỗng và tổng thể tích của mẫu đất (bao gồm thể tích lỗ rỗng và thể tích hạt), thường được biểu thị bằng số phần trăm.

$$n_{\%} = \frac{V_r}{V} \times 100$$

b) Hệ số rỗng (e)

Là tỷ số giữa thể tích lỗ rỗng trong đất và thể tích hạt của mẫu đất.

$$e = \frac{V_r}{V_h}$$

4.2 Ý nghĩa và ứng dụng các chỉ tiêu vật lí của đất

- ✓ Các chỉ tiêu cơ bản (γ, W, Δ) : mô tả trạng thái tự nhiên của đất, kết hợp một số chỉ tiêu khác để xác định tên đất và trạng thái vật lí.
- ✓ Trọng lượng riêng khô (γ_k): đánh giá độ chặt của đất trong quá trình thi công đầm nén đất.

Bài tập

1/ Dùng dao vòng thể tích 60 cm^3 để lấy mẫu đất nguyên dạng, khối lượng của đất ướt là 108g, khối lượng sau khi sấy khô là 79,5g, tỷ trọng của hạt đất $\Delta = 2,68$.

Yêu cầu:

- a) Tính trọng lượng riêng ướt γ_w ?
- b) Độ ẩm ω ?
- c) Hệ số rỗng e ?
- d) Độ bão hòa G của đất?

2/ Khi xác định trọng lượng riêng của đất sét ướt bằng phương pháp dao vòng được số liệu như sau: Thể tích dao vòng $V = 59 \text{ cm}^3$, trọng lượng đất ướt trong dao vòng $W_u = 116,45 \text{ g}$, trọng lượng đất sau khi sấy khô $W_k = 102,11 \text{ g}$, tỷ trọng hạt đất $\Delta = 2,8$.

Yêu cầu:

- a) Độ ẩm ω ?
- b) Tính trọng lượng riêng ướt γ_w ?
- c) Tính trọng lượng riêng khô γ_k ?
- d) Độ rỗng n ?
- e) Hệ số rỗng e ?
- f) Độ bão hòa G của đất?

3/ Phân tích một mẫu đất sét nguyên dạng trong phòng thí nghiệm. Cho các số liệu ban đầu như sau:

- + Thể tích dao vòng: $V = 59 \text{ cm}^3$
- + Trọng lượng dao: $W_d = 55,4 \text{ g}$

- + Trọng lượng đất ướt (kể cả dao): $W_u = 171,84 \text{ g}$
- + Trọng lượng sau khi sấy: $W_k = 157,51 \text{ g}$
- + Tỷ trọng hạt: $\Delta = 2,75$

Yêu cầu:

- a) Hãy xác định độ ẩm W ?
- b) Trọng lượng riêng đất tự nhiên γ ?
- c) Trọng lượng riêng đất khô γ_k ?
- d) Hệ số rỗng e ?
- e) Mức bão hòa G của đất?

Hướng dẫn:

4/ Trọng lượng riêng của cát trên mực nước ngầm là $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ và độ ẩm tương ứng là 15%. Tỷ trọng hạt của cát là 2,65.

Yêu cầu:

- a) Trọng lượng riêng của cát đó khi ngập nước $\gamma_{\text{đn}}$?
- b) Trọng lượng riêng no nước (hay bão hòa) của cát γ_{bh} ?
- c) Độ ẩm của cát đó khi nằm dưới mực nước ngầm?

5/ Thí nghiệm phân tích một mẫu đất được các chỉ tiêu cơ bản như sau:

Trọng lượng riêng tự nhiên: $\gamma_w = 20 \text{ kN/m}^3$

Tỷ trọng hạt: $\Delta = 2,7$

Độ ẩm tự nhiên: $\omega = 25\%$

Hãy xác định:

- a) Hệ số rỗng e ?
- b) Độ rỗng n ?
- c) Độ no nước G ?

6/ Một lớp đất sét pha có một nửa ở trên mực nước ngầm và một nửa ở dưới mực nước ngầm. Các chỉ tiêu tính chất vật lý cơ bản của đất ở trên mực nước ngầm như sau:

trọng lượng riêng ướt $\gamma_w = 18kN/m^3$, tỷ trọng hạt $\Delta = 2,72$, độ ẩm tự nhiên $\omega = 30\%$.

Hãy xác định:

- a) Hệ số rỗng e ?
- b) Độ ẩm ω ?
- c) Trọng lượng riêng đẩy nổi?
- d) Trọng lượng riêng bão hòa của phần đất dưới mực nước ngầm?

7/ Một mẫu đất sét mềm bão hòa nước có độ chứa nước $\omega = 43\%$. Tỷ trọng hạt là 2,7

- a) Tỷ số rỗng e ?
- b) Độ rỗng n ?
- c) Trọng lượng riêng bão hòa γ_{bh} ?

V. Trạng thái và các chỉ tiêu đánh giá trạng thái của đất

Trong xây dựng, nếu chỉ căn cứ các chỉ tiêu vật lý kể trên thì chưa nhận biết đầy đủ về một loại đất nào đó. Mặt khác, các chỉ tiêu tính chất vật lý chỉ cho khái niệm về quan hệ giữa lượng chứa của các thể trong đất mà chưa nói lên trạng thái của đất như: cứng, mềm, chặt, xốp,... Vì vậy, cần nghiên cứu trạng thái vật lý của đất.

5.1 Đất rời

Trạng thái đất rời được đánh giá thông qua hai yếu tố độc lập: độ chặt và độ ẩm.

- + Theo độ chặt, đất rời ở trạng thái chặt, chặt vừa hoặc rời.
- + Theo độ ẩm, đất rời ở trạng thái bão hòa, rất ẩm hoặc ít ẩm.

a. Độ chặt tương đối của đất rời

Độ chặt tương đối (D):

$$D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}$$

trong đó:

- e_{min} : hệ số rỗng của đất cát ở trạng thái chặt nhất.
- e_{max} : hệ số rỗng của đất cát ở trạng thái xốp nhất.
- D có thể thay đổi khi e thay đổi và đạt giá trị lớn nhất $D = 1$ khi $e = e_{min}$ tức là khi đất chặt nhất, giá trị nhỏ nhất $D = 0$ khi $e = e_{max}$ tức khi đất rời nhất.

Trên cơ sở đó, trạng thái của đất cát được phân chia một cách tương đối theo giá trị của D như sau:

- $D \leq \frac{1}{3}$: đất cát rời
- $\frac{1}{3} < D \leq \frac{2}{3}$: đất cát chặt vừa
- $\frac{2}{3} < D \leq 1$: đất cát chặt

Để xác định độ chặt tương đối D cần phải có kết quả thí nghiệm xác định e_{max} , e_{min} tương ứng. Các thí nghiệm này được xác định như sau:

Sử dụng cát đã sấy khô làm mẫu, bằng cách rót nhẹ vào ống đo thể tích có chia vạch sao cho đất ở trạng thái xốp nhất, chúng ta thu được trọng lượng cát W , ứng với thể tích nhất định V_{xn} . Tiếp tục thí nghiệm bằng cách đặt ống nghiệm lên bàn rung để làm cho cát được nén chặt lại đến khi thể tích không đổi V_{cn} .

Hệ số rỗng được xác định như sau:

$$e_{max} = \frac{\Delta \gamma_n}{\gamma_{k \min}} - 1$$

$$e_{min} = \frac{\Delta \gamma_n}{\gamma_{k \max}} - 1$$

trong đó:

Δ : tỉ trọng của đất thí nghiệm

$\gamma_{k \max}$: trọng lượng riêng khô của cát ở trạng thái chặt nhất, $\gamma_{k \max} = \frac{W}{V_{cn}}$

$\gamma_{k \min}$: trọng lượng riêng khô của cát ở trạng thái xốp nhất, $\gamma_{k \min} = \frac{W}{V_{xn}}$

γ_n : trọng lượng riêng của nước tiêu chuẩn, $\gamma_n = 10 \text{ kN/m}^3$

b. Trạng thái ẩm của đất cát

Trạng thái ẩm của đất cát được đánh giá theo mức bão hòa G như sau:

- + $G < 0,5$: Đất ít ẩm
- + $0,5 \leq G \leq 0,8$: Đất rất ẩm
- + $G > 0,8$: Đất bão hòa nước

1/ Hãy xác định trạng thái của một mẫu đất cát thông qua độ chặt tương đối D , biết rằng với mẫu tự nhiên có thể tích 62 cm^3 cân được trọng lượng $109,32 \text{ g}$, sau khi sấy khô cân được 90 g . Cát có tỉ trọng $\Delta = 2,64$. Thể tích xốp nhất có thể tọa được là 75 cm^3 và chặt nhất là 50 cm^3 .

2/ Yêu cầu xác định độ chặt D của một loại đất cát bụi làm nền công trình, cho biết trọng lượng riêng ứng với độ ẩm tự nhiên $\omega = 20,63\%$ là $\gamma = 19,9 \text{ kN/m}^3$, tỉ trọng $\Delta = 2,66$, trọng lượng riêng khô ứng với trạng thái chặt nhất và xốp nhất lần lượt bằng $\gamma_{kmax} = 16,8 \text{ kN/m}^3$ và $\gamma_{kmin} = 12,15 \text{ kN/m}^3$.

3/ Một mẫu đất cát trên mực nước ngầm có độ chứa nước là $\omega = 15\%$, trọng lượng riêng là $\gamma = 19,2 \text{ kN/m}^3$. Thí nghiệm trong phòng cho $e_{min} = 0,5$ và $e_{max} = 0,85$. Tính độ bão hòa và độ chặt tương đối?. Tính G ?

4.2 Đất dính

Đối với đất dính, tác động giữa hạt sét với nước có ảnh hưởng đến tính chất của đất. Tùy theo lượng nước có trong đất, đất sét có thể ở trạng thái cứng, dẻo hay chảy.

Đất được coi là ở trạng thái dẻo khi ta có thể tạo hình từ mẫu đất mà vẫn giữ được hình dạng. Nếu không thể giữ được hình dạng thì đất đó ở trạng thái chảy, đất có thể bị bóp vỡ mà không thể tạo hình được gọi là đất khô.

Tính chất của đất sét phụ thuộc vào độ ẩm: Khi độ ẩm thấp, thì đất sét thể hiện tính cứng. Độ ẩm tăng, tính cứng giảm dần, tính dẻo xuất hiện. Nếu độ ẩm tăng cao, đất chuyển sang trạng thái chảy.

Độ ẩm ranh giới giữa các trạng thái được gọi là độ ẩm giới hạn:

+ Độ ẩm ranh giới giữa trạng thái cứng với trạng thái dẻo gọi là giới hạn dẻo (W_d).

+ Độ ẩm ranh giới giữa trạng thái dẻo với trạng thái chảy gọi là giới hạn chảy (W_{ch}).

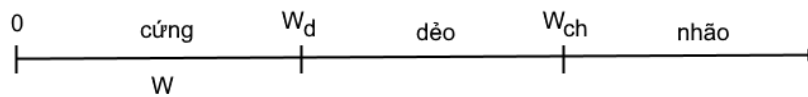
Các giới hạn này được gọi là giới hạn Atterberg và được cùng kết hợp với độ ẩm tự nhiên để phân loại trạng thái của đất như sau:

$W < W_d$: đất ở trạng thái cứng

$W_d \leq W \leq W_{ch}$: đất ở trạng thái dẻo

$W > W_{ch}$: đất ở trạng thái chảy

Quan hệ giữa độ ẩm tự nhiên với trạng thái của đất được thể hiện trên trục số thay đổi độ ẩm:



Trong thực tế, người ta đề nghị sử dụng một chỉ tiêu riêng cho đánh giá trạng thái, chỉ tiêu độ sệt B .

$$B = \frac{W - W_d}{W_{ch} - W_d}$$

Đánh giá trạng thái của đất theo B :

Bảng 4.1 Phân loại trạng thái của đất cát pha

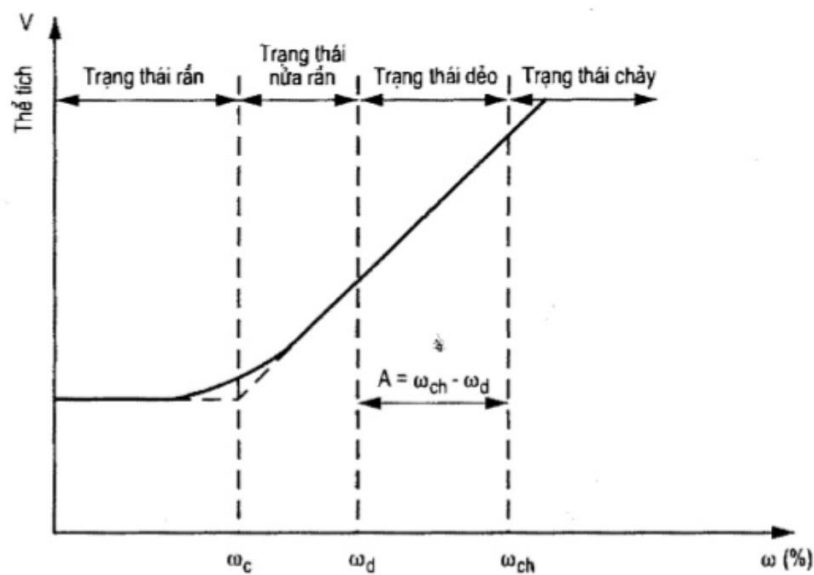
$B < 0$	đất ở trạng thái cứng
$0 \leq B \leq 1$	đất ở trạng thái dẻo
$B > 1$	đất ở trạng thái chảy

Bảng 4.2 Phân loại trạng thái của đất á sét, sét

$B < 0$	đất ở trạng thái cứng
$0 \leq B \leq 0,25$	đất ở trạng thái nửa cứng
$0,25 \leq B \leq 0,5$	đất ở trạng thái dẻo

$0,5 < B \leq 0,75$	đất ở trạng thái dẻo mềm
$0,75 < B \leq 1$	đất ở trạng thái dẻo chảy
$B > 1$	đất ở trạng thái chảy

Kết quả thí nghiệm nêu trên hình bên dưới, cho thấy quan hệ giữa độ ẩm (ω) với sự thay đổi thể tích và sự thay đổi độ cứng, mềm của đất dính.



Bài 3: PHÂN BỐ ỨNG SUẤT TRONG ĐẤT

I. Khái niệm chung

Có nhiều nguyên nhân gây ra ứng suất trong đất. Thường gặp hơn cả là trọng lượng bản thân đất, sự thay đổi nước ngầm trong đất và tải trọng từ công trình tác dụng lên đất thông qua móng.

Ứng suất trong đất liên quan chặt chẽ với biến dạng của đất và khả năng tiếp nhận tải trọng từ công trình (sức chịu tải của nền) là những biểu hiện cơ học quan trọng có thể gây ảnh hưởng đến việc khai thác và sử dụng công trình.

Ứng suất do trọng lượng bản thân đất gây ra còn gọi là ứng suất thường xuyên có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình cơ học tiếp theo do tải trọng công trình gây ra. Nói chung, ứng suất do trọng lượng bản thân đất gây ra là ổn định.

Sự thay đổi ứng suất do thay đổi mực nước ngầm trong đất có liên quan trực tiếp đến sự thay đổi trọng lượng bản thân đất.

Tải trọng từ công trình được truyền lên đất nền thông qua móng có độ cứng lớn hơn độ cứng của đất, do đó quy luật của sự phân bố tải trọng phụ thuộc rất lớn vào độ cứng của móng.

Sự thay đổi của ứng suất trong đất do đó cũng là sự thay đổi của ứng suất nén. Để thuận lợi cho quá trình, ứng suất nén trong đất được quy ước là dương. Số gia ứng suất nén trong đất do tải trọng ngoài gây ra cũng quy ước mang dấu dương (+).

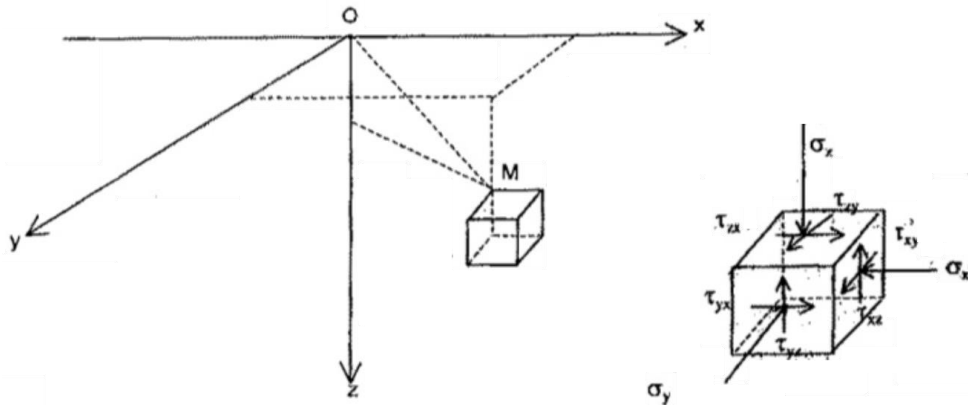
Mặt đất trong phần lớn trường hợp có thể coi là một mặt phẳng nằm ngang. Nếu ta mô tả nền đất tự nhiên trong hệ tọa độ Decac thông thường bằng cách chọn trục thẳng đứng vuông góc với mặt đất làm trục Oz với chiều dương hướng xuống dưới như hình vẽ dưới.

Các thành phần ứng suất tại một điểm M bất kì trước và sau khi có tải trọng công trình với quy ước về dấu như đã nói ở trên có dạng:

+ Trạng thái ban đầu: $\sigma_0(M) = \{\sigma_z, \sigma_x, \sigma_y\}$

+ Trạng thái cuối cùng: $\sigma_1(M) = \sigma_0(M) + \Delta\sigma(M)$

trong đó: $\Delta\sigma(M) = \{\Delta\sigma_z, \Delta\sigma_x, \Delta\sigma_y, \Delta\tau_{xy}, \Delta\tau_{xz}, \Delta\tau_{yz}\}$



Việc tính toán xác định các thành phần ứng suất trong đất chủ yếu tập trung vào thành phần ứng suất nén theo phương đứng, σ_z và $\Delta\sigma_z$ sẽ được trình bày trong các phần tiếp theo nhằm phục vụ cho việc phân tích chuyển vị đứng – lún của đất là vấn đề có ý nghĩa kỹ thuật hơn cả.

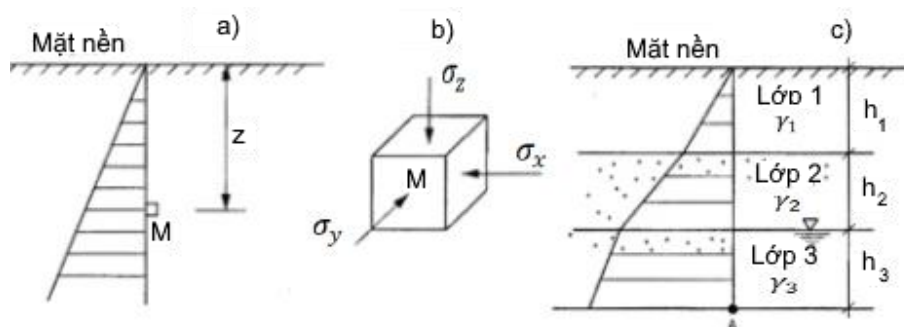
II. Ứng suất do trọng lượng bản thân trong đất

Trong thực tế thường phải tính ứng suất bản thân trong nền công trình và ứng suất bản thân trong thân dè đập để dùng vào việc tính toán lún và kiểm tra ổn định trượt của nền đất và dè đập.

2.1 Ứng suất bản thân trong nền đất.

Để xét sự phân bố ứng suất bản thân trong nền đất, thường coi khối đất đất nền như một bán không gian vô hạn, tức là khối đất có một mặt giới hạn là mặt đất nằm ngang, còn hai phía hông và chiều dài là vô hạn.

Một bán không gian như vậy thì rõ ràng trên mọi mặt phẳng thẳng đứng và nằm ngang sẽ không tồn tại ứng suất cắt, chỉ có ứng suất pháp.



Ứng suất bản thân tại điểm M cách mặt nền một độ sâu z chỉ tồn tại các thành phần ứng suất pháp $\sigma_z, \sigma_x, \sigma_y$ được tính theo như sau:

$$\sigma_z = \gamma z$$

$$\sigma_x = \sigma_y = \xi_0 \gamma z = \frac{\mu_0}{1 - \mu_0} \gamma z$$

trong đó:

+ γ, ξ_0, μ_0 : lần lượt là trọng lượng riêng, hệ số áp lực hông và hệ số nở hông của đất.

+ $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$: các thành phần ứng suất bản thân pháp tuyến theo phương x, y, z.

Nếu nền đất đồng chất và sự thay đổi trọng lượng riêng theo chiều sâu không đáng kể thì có thể coi γ là hằng số và quy luật phân bố của các ứng suất sẽ tăng tuyến tính theo chiều sâu và biểu đồ phân bố sẽ có dạng tam giác.

Nếu nền đất gồm nhiều lớp, các lớp có trọng lượng riêng γ khác nhau thì các ứng suất tại điểm A sẽ được tính như sau:

$$\sigma_z = \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i$$

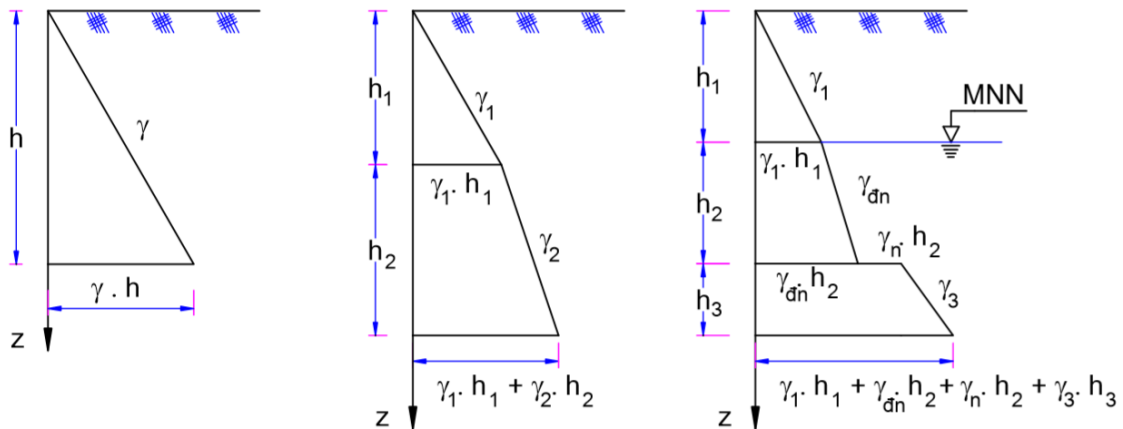
$$\sigma_x = \sigma_y = \xi_0 \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i = \frac{\mu_0}{1 - \mu_0} \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i$$

trong đó:

+ γ_i : trọng lượng riêng của lớp đất thứ i, $i = 1, 2, \dots, n$.

+ n: số lớp đất.

+ h_i : độ dày của lớp đất thứ i.



- Biểu đồ ứng suất bản thân của đất đồng nhất là một đường thẳng.
- Biểu đồ ứng suất bản thân của đất không đồng nhất là đường gãy khúc, điểm gãy khúc tại nơi tiếp xúc giữa hai lớp.
- Biểu đồ ứng suất bản thân có bước nhảy tại mặt tầng lớp đất không thấm nước, giá trị bước nhảy bằng trọng lượng của lớp nước đè lên nó.
- Với lớp đất rời bị ngâm trong nước, khi tính toán phải dùng trọng lượng riêng đẩy nổi của đất.

Bài tập

1/ Địa chất trong phạm vi khảo sát gồm 3 lớp (kể từ mặt đất tự nhiên) như sau:

- Từ 0 ÷ 3m: đất cát pha có trọng lượng riêng $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$.
- Từ 3 ÷ 8m: đất cát mịn chặt vừa có trọng lượng riêng $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$.
- Từ 8m trở đi; đất sét có trọng lượng riêng $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$.

a) Hãy xác định ứng suất nén σ_z do trọng lượng bản thân đất gây ra ở các độ sâu 2m, 5m và 11m kể từ mặt đất tự nhiên.?

b) Vẽ biểu đồ ứng suất σ_z theo độ sâu.?

2/ Cho một nền đất có phạm vi khảo sát gồm 3 lớp (kể từ mặt đất tự nhiên) như sau:

Từ 0 – 4 m: đất cát mịn có trọng lượng riêng $\gamma_1 = 16 \text{ kN/m}^3$.

Từ 4 – 10 m: đất cát pha có trọng lượng riêng $\gamma_2 = 18 \text{ kN/m}^3$.

Từ 10 m trở đi: đất cát hạt trung có trọng lượng riêng $\gamma_3 = 21 \text{ kN/m}^3$.

- a) Xác định ứng suất nén σ_z do trọng lượng bản thân đất gây ra ở độ sâu 2m, 7m và 12m kể từ mặt đất tự nhiên.?
- b) Vẽ biểu đồ ứng suất σ_z theo độ sâu.?

2.2 Ứng suất do sự thay đổi mực nước ngầm

Trường hợp trong đất có nước ngầm từ một độ sâu H_n nào đó ở trạng thái cân bằng thủy tĩnh có thể coi là trường hợp riêng của nền phân lớp trong đó đất dưới mực nước ngầm có trọng lượng bão hòa.

Kể từ độ sâu H_n trong đất xuất hiện áp lực nước thủy tĩnh $u = \gamma_0 h_w$ tác dụng như nhau theo mọi phương. Trong đó h_w là chiều cao cột nước áp, $h_w = z - H_n$

Theo nguyên lý ứng suất hữu hiệu của Terzaghi, ứng suất hữu hiệu tại độ sâu z xác định như sau:

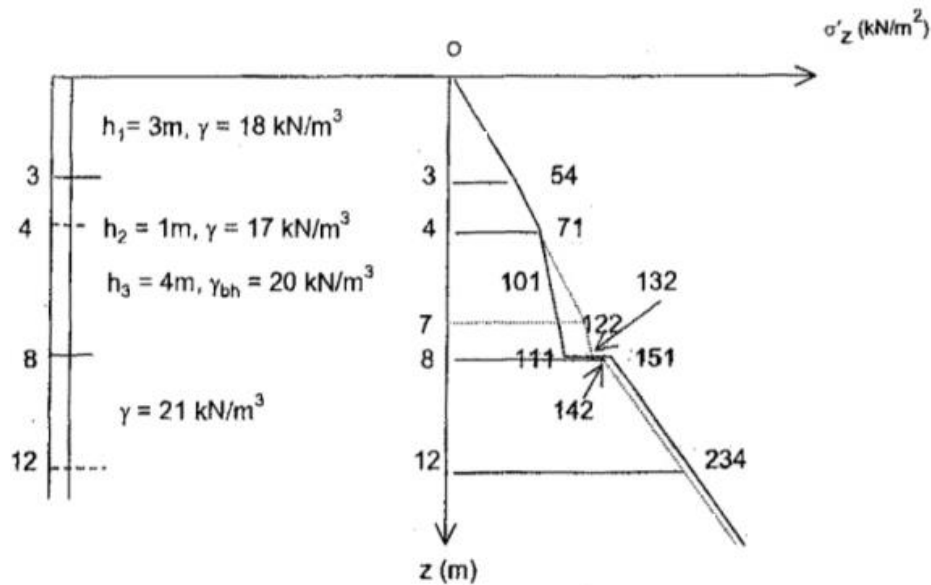
$$\sigma'_z = \sigma_z - u_z$$

Sự thay đổi mực nước ngầm trong đất làm thay đổi áp lực nước lỗ rỗng và trọng lượng riêng đơn vị của đất do đó sẽ làm thay đổi trạng thái ứng suất trong đất, đặc biệt là thay đổi ứng suất hữu hiệu.

1/ Địa chất trong phạm vi khảo sát gồm 3 lớp (kể từ mặt đất tự nhiên) như sau:

- Từ $0 \div 3m$: đất cát pha có trọng lượng riêng $\gamma = 18kN/m^3$.
- Từ $3 \div 8m$: đất cát mịn chặt vừa có trọng lượng riêng $\gamma = 17kN/m^3$.
- Từ 8m trở đi; đất sét có trọng lượng riêng $\gamma = 21kN/m^3$.

Ban đầu mực nước ngầm ở độ sâu 4m. Hãy vẽ biểu đồ ứng suất hữu hiệu theo độ sâu biết rằng trọng lượng riêng đất cát bão hòa $\gamma_{bh} = 20kN/m^3$. Nếu sau đó mực nước ngầm bị hạ thấp đến độ sâu 7m thì hiện tượng gì sẽ xảy ra?.



III. Ứng suất do tải trọng ngoài

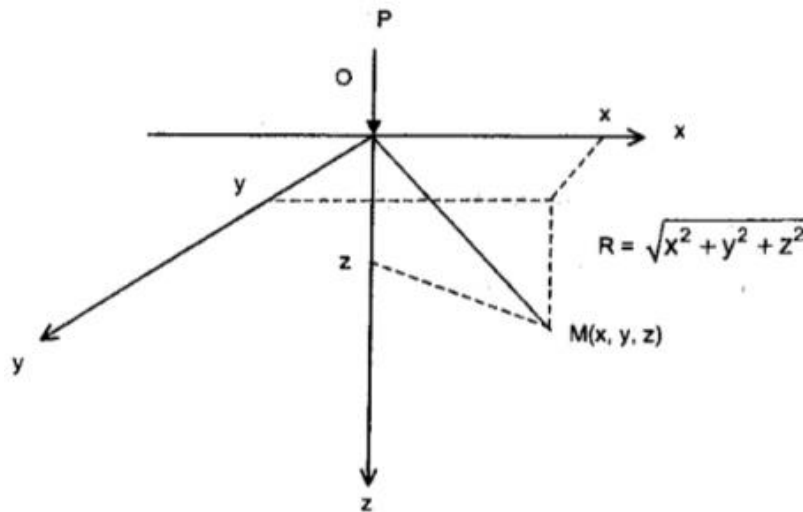
3.1 Trường hợp tải trọng lực tập trung thẳng đứng.

Bài toán cơ bản nền chịu tác dụng một tải trọng lực tập trung thẳng đứng ngay mặt đất thường gọi là bài toán Boussinesq có nội dung như sau:

Hãy xác định ứng suất tại một điểm bất kỳ trong đất do tải trọng tập trung thẳng đứng tác dụng trên mặt đất gây ra nếu giả thuyết rằng đất là một bán không gian đàn hồi, đồng nhất, đẳng hướng có các đặc trưng biến dạng E và μ .

Chọn gốc tọa độ tại điểm đặt lực P . Ứng suất nén thẳng đứng σ_z , tại điểm $M(x,y,z)$ bất kì xác định theo công thức của Boussinesq:

$$\sigma_z = \frac{3P}{2\pi} \cdot \frac{z^3}{R^5}$$



Đặt $R^2 = r^2 + z^2$, r là khoảng cách từ điểm tính ứng suất đến trục đứng qua điểm đặt lực tác dụng, ta có: $r^2 = x^2 + y^2$.

$$\sigma_z = \frac{3}{2\pi} \cdot \frac{z^5}{R^5} \cdot \frac{P}{z^2} = k_p \cdot \frac{P}{z^2}$$

trong đó: $k_p = f\left(\frac{r}{z}\right)$ là hệ số ứng suất, tra bảng 2.1 giáo trình Cơ học đất của Châu Ngọc Ân.

Từ công thức trên, ta nhận thấy:

- + Khi z tăng thì σ_z càng giảm, chứng tỏ ứng suất tại những điểm nằm càng sâu trong càng giảm nhỏ, hay ảnh hưởng lực P vào đất càng nhỏ.
- + Khi r tăng thì k giảm và ứng suất phụ thêm σ_z cũng giảm, chứng tỏ rằng ở cùng độ sâu điểm nằm càng xa lực P ứng suất phụ thêm càng giảm.

Bài tập

1/ Lực tập trung thẳng đứng $P = 500$ kN tác dụng ở điểm O trên mặt đất. Hãy tính ứng suất nén thẳng đứng σ_z tại các điểm A, B, C nằm tại độ sâu 3m và cách trục đứng Oz những khoảng 0m, 2m, 4m và điểm D ở độ sâu 4m và cách trục đứng Oz một khoảng 2m.

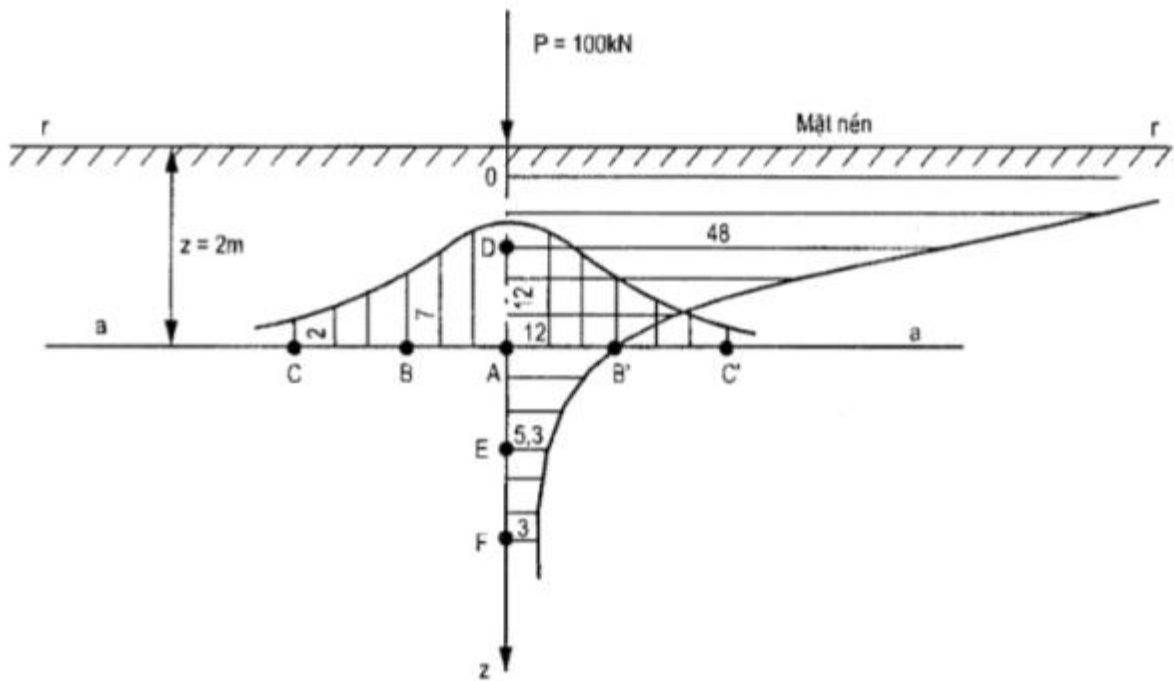
2/ Cho một lực tập trung thẳng đứng $P = 100$ kN tác dụng trên mặt nền. Yêu cầu:

- a. Tính và vẽ biểu đồ phân bố ứng suất tăng thêm thẳng đứng σ_z tại các điểm

$A(r = 0)$, $B(r = 1\text{m})$, $C(r = 2\text{m})$ nằm trên mặt phẳng ngang $a - a$ ở độ sâu cách mặt nền $z = 2\text{m}$.

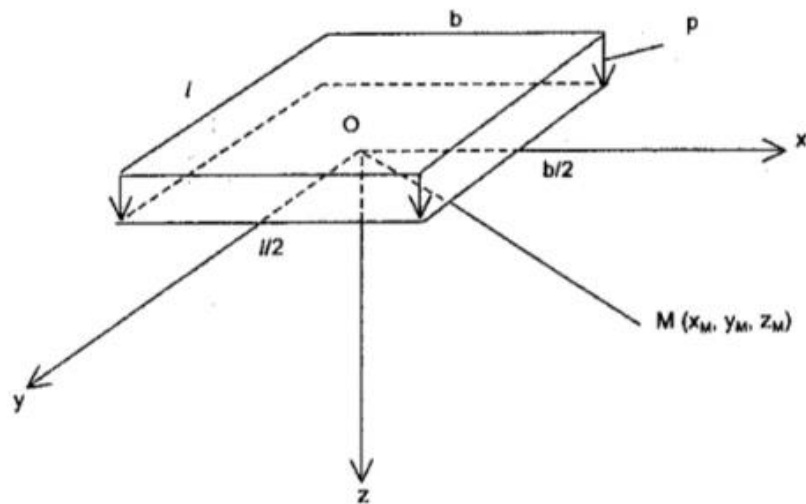
b. Tính và vẽ biểu đồ phân bố ứng suất tăng thêm thẳng đứng σ_z tại các điểm $O(z = 0)$, $D(z = 1\text{m})$, $A(z = 2\text{m})$, $E(z = 3\text{m})$, $F(z = 4\text{m})$ nằm trên đường thẳng Oz , đi qua điểm đặt lực P .

Biểu đồ phân bố ứng suất σ_z trên đường thẳng Oz được biểu thị như hình dưới:



3.2 Tải trọng phân bố đều cường độ p trên hình chữ nhật cạnh $l \times b$

Tại điểm M trên trục đứng qua tâm diện đặt tải, $x_M = 0$; $y_M = 0$ ta có:



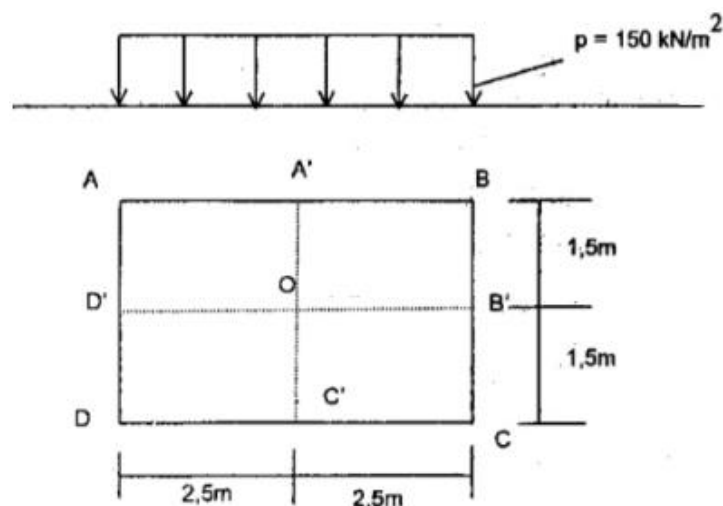
Hình 3.1 Sơ đồ bài toán tải trọng phân bố đều trên hình chữ nhật

$$\sigma_z = k_0 p$$

trong đó: k_0 là hệ số ứng suất ở tâm, tra trong bảng 2.4 giáo trình Cơ học đất của Châu Ngọc Ân.

Bài tập

1/ Tải trọng phân bố đều ở mặt đất với cường độ $p = 150 \text{ kN/m}^2$ trên hình chữ nhật kích thước $3 \times 5 \text{ (m)}$. Hãy xác định ứng suất nén σ_z tại các độ sâu 1, 2, 5(m) trên trục đứng qua tâm hình chữ nhật.



BÀI 4: XÁC ĐỊNH ĐỘ LÚN CỦA NỀN MÓNG CÔNG TRÌNH

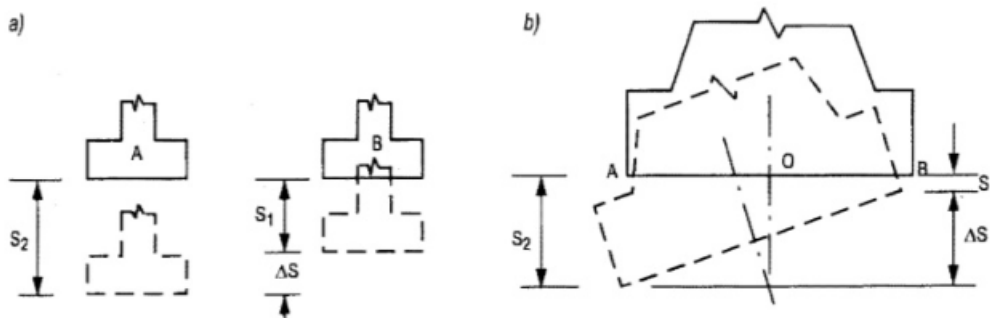
I. Khái niệm chung

Khi chịu ứng suất nén lún (do tải trọng công trình và trọng lượng bản thân đất gây ra) đất nền sẽ bị ép co và biến dạng làm cho mặt nền bị hạ thấp kéo theo sự hạ thấp đáy móng công trình sơ với vị trí ban đầu. Hiện tượng đó quen gọi là hiện tượng lún của nền công trình. Về định lượng, độ lún của nền chính là độ ép co và biến dạng thẳng đứng của khối đất nền do ứng suất nén gây ra.

Trong thực tế, hiện tượng lún của nền không xảy ra tức thời, trái lại xảy ra trong một thời gian sau đó mới kết thúc. Độ lún của nền lúc quá trình lún kết thúc gọi là độ lún ổn định hay độ lún hoàn toàn, còn độ lún ở một thời điểm nào đó trong quá trình nền đất đang lún gọi là độ lún chưa ổn định hay độ lún theo thời gian.

Nguyên nhân nền đất lún kéo dài khi chịu nén là do các hiện tượng vật lý gây nên lún xảy ra chậm rãi và kéo dài. Ví dụ hiện tượng phá vỡ liên kết của đất, quá trình dịch chuyển các hạt và thu hẹp lỗ rỗng, quá trình cố kết thấm và cố kết từ biên của đất..., tất cả đều diễn ra trong một thời gian chứ không phải xảy ra tức thời.

Nói chung khi thi công xong công trình, độ lún của nền đất dính chỉ đạt 50-60% độ lún ổn định, sau đó lún còn kéo dài. Với nền đất rời hiện tượng lún xảy ra nhanh hơn và kết thúc sớm, thường kết thúc khi công trình vừa thi công xong. Do vậy xác định độ lún theo thời gian đối với nền đất rời không có ý nghĩa thực tiễn đáng kể.



Tải trọng công trình phân bố không đều, cấu tạo đất nền không đồng nhất sẽ gây hiện tượng lún không đều. Chênh lệch lún của nền được xác định bằng hiệu số của hai độ lún tại hai thời điểm khác nhau ở mặt nền và đáy móng.

Nếu chênh lệch lún quá lớn, vượt quá phạm vi cho phép, công trình sẽ bị nghiêng lệch dẫn đến hư hỏng công trình.

Các quy trình thiết kế cầu đường, thiết kế công trình dân dụng đều có quy định về độ lún giới hạn:

$$S \leq S_{gh}$$

trong đó:

S: Độ lún của công trình.

S_{gh} : Độ lún giới hạn theo quy định.

Hiện nay thường dùng hai phương pháp sau đây để xác định độ lún ổn định của nền: Phương pháp tổng cộng độ lún từng lớp và phương pháp lý thuyết đàn hồi.

❖ *Các nhân tố chủ yếu ảnh hưởng đến biến dạng lún của đất:*

Độ chặt ban đầu của đất: độ chặt ban đầu của đất có quan hệ chặt chẽ với độ bền vững của khung kết cấu. Đất càng chặt thì khung kết cấu càng vững chắc, và tính lún càng bé. Vì thế, đối với các loại đất có độ rỗng lớn, trước khi xây dựng công trình, có khi người ta dùng phương pháp nén trước để giảm độ rỗng ban đầu của đất làm cho công trình xây dựng lên sau đó ít bị lún.

Tình trạng kết cấu của đất: kết cấu của đất càng bị xáo trộn, thì cường độ liên kết giữa các hạt đất càng yếu đi, do đó tính nén lún của đất càng tăng. Thực tế đã cho thấy rằng, cùng một loại đất nhưng nếu kết cấu bị xáo động hay phá hoại thì kết cấu sẽ lún nhiều hơn so với khi kết cấu còn nguyên dạng.

Lịch sử chịu nén: Các đất mà trong lịch sử chưa từng chịu áp lực lớn hơn tải trọng thiết kế hiện nay, thì gọi là đất nén chặt bình thường. Ngược lại, nếu đã bị nén dưới những tải trọng lớn hơn thế gọi là đất quá nén. Do đó khi tính toán lún của nền đất dưới công trình cần phải biết, so với tải trọng thiết kế, đất nền là thuộc loại đất nén chặt bình thường hay quá nén.

Tình hình tăng tải: Tình hình tăng tải bao gồm độ lớn của cấp tải trọng, loại tải trọng và khoảng thời gian giữa hai lần tăng tải. Cấp gia tải càng lớn và tốc độ gia tải

càng nhanh thì kết cấu của đất càng bị phá hoại và khả năng lún của đất càng lớn. Đồng thời với cùng giá trị cấp gia tải, tốc độ gia tải càng lớn thì khả năng biến dạng sẽ càng lớn. Vì vậy, để đánh giá được đúng đắn các số liệu thí nghiệm, cần nén các mẫu đất theo đúng các quy định về độ lớn cấp tải trọng và tốc độ tăng tải có ghi trong các quy định về thí nghiệm đất.

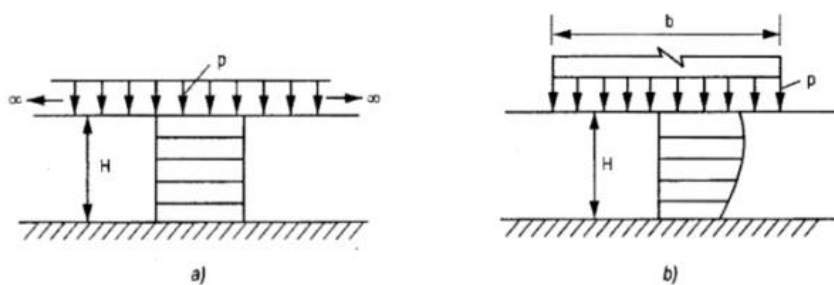
II. Xác định độ lún ổn định theo phương pháp tổng cộng độ lún từng lớp.

2.1 Phương pháp tổng cộng lún từng lớp với giả thiết đất nền chịu nén không nở hông.

Các đất nền chịu nén không nở hông có thể gặp khi mặt nền chịu tải trọng phân bố đều rải ra vô hạn. Trong trường hợp này ứng suất tăng thêm σ_z sẽ phân bố đều dọc theo chiều sâu, đất nền chỉ chuyển vị thẳng đứng chứ không chuyển vị ngang, tức đất nền chịu nén không nở hông.

Trong thực tế nếu bề rộng b của đáy móng công trình có kích thước lớn và đất nền đồng chất có chiều dày H tương đối mỏng ($\frac{H}{b} < 0,5$) thì ứng suất cũng gần như phân bố đều theo chiều sâu và do đó đất nền cũng sẽ chịu nén không nở hông như hình vẽ. Để tính độ lún ổn định của nền trong điều kiện nén không nở hông:

$$S = \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} H$$



Nếu chú ý đến định luật ép co không nở hông thì ta có:

$$S = \frac{a}{1 + e_1} \sigma_z H$$

trong đó: $\sigma_z = \Delta p = p_2 - p_1$

Nếu chú ý quan hệ giữa mô đun biến dạng E_0 và hệ số ép co a thì có thể viết dưới dạng:

$$S = \beta \frac{\sigma_z H}{E_0}$$

Các giá trị các chỉ tiêu cơ lý $e, a, E_0, \beta, \sigma_z$ là các giá trị trung bình của lớp đất nền có chiều dày H .

Nếu chiều dày H tương đối lớn, do số mẫu đất lấy không nhiều, tính đại biểu của mẫu đất không đảm bảo thì giá trị trung bình của các chỉ tiêu tìm được sẽ có sai số rất lớn.

Ngoài ra khi chiều dày H quá lớn thì dạng phân bố ứng suất tăng thêm σ_z biến đổi nhiều và có dạng đường cong, do đó không thể lấy giá trị σ_z trung bình cho cả chiều dày H được, mà nếu tích phân diện tích biểu đồ phân bố để tìm giá trị σ_z thì quá phức tạp.

Do đó, để thuận tiện và đảm bảo chính xác cần chia nền thành nhiều lớp mỏng để tính toán độ lún của từng lớp rồi cộng lại. Phương pháp như vậy gọi là phương pháp tổng cộng lún từng lớp.

Vì trong phạm vi chiều dày mỗi lớp chia khá mỏng đất nền là đồng chất và dạng phân bố ứng suất tăng thêm σ_z gần như đường thẳng, do đó được phép lấy giá trị trung bình của $e, a, E_0, \beta, \sigma_z$ cho mỗi lớp để tính toán. Độ lún của từng lớp được tính theo công thức:

$$S_i = \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} \cdot h_i = \beta_i \frac{\sigma_{zi}}{E_{0i}} \cdot h_i$$

Độ lún tổng cộng của cả nền đất sẽ là:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i = \sum_{i=1}^n \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} \cdot h_i = \sum_{i=1}^n \beta_i \frac{\sigma_{zi}}{E_{0i}} \cdot h_i$$

trong đó:

S_i : độ lún ổn định của lớp đất thứ $i, i = 1, 2, 3, \dots, n$

h_i : độ dày của lớp đất thứ i

E_{0i} : mô đun biến dạng của lớp đất thứ i

β_i : hệ số (phụ thuộc hệ số nở hông μ_0) của lớp đất thứ i

e_{1i}, e_{2i} : hệ số rỗng trung bình của lớp đất thứ i trước và sau khi nén lún

Phương pháp tổng cộng độ lún từng lớp rất thích hợp với điều kiện địa chất đất nền và các dạng tải trọng bất kỳ đồng thời dễ dàng xét tới sự thay đổi tính chất cơ lý của các tầng đất nền.

Các bước tính độ lún ổn định của nền theo phương pháp tổng cộng lún từng lớp tiến hành như sau:

1. Xác định tải trọng công trình, tính và vẽ biểu đồ phân bố ứng suất đáy móng.
2. Tính và vẽ biểu đồ phân bố ứng suất bản thân thẳng đứng σ_{bt} dọc theo đường thẳng đứng đi qua điểm tính lún (vẽ từ mặt đất thiên nhiên).
3. Xác định áp lực gây lún p_{gl} .

Do phải đào hố móng để xây dựng công trình nên một lớp đất có chiều dày h đã bị đào bỏ đi khiến trạng thái ứng suất bản thân ban đầu của nền thay đổi. Sau khi xây dựng công trình dĩ nhiên một phần áp suất đáy móng sẽ bù lại trọng lượng phần đất đã đào bỏ đi γh để phục hồi trạng thái ứng suất bản thân ban đầu. Như vậy chỉ có phần áp suất đáy móng còn lại mới gây lún. Khi đó, áp lực gây lún tại đáy móng chỉ do tải trọng ngoài gây ra là:

$$P_{gl} = p_0 - \gamma h$$

p_{gl} : áp lực gây lún.

p_0 : ứng suất đáy móng.

h : độ sâu chôn móng.

γ : trọng lượng riêng của đất nền.

Chú ý: Chọn vùng chịu nén có độ sâu thỏa: $\sigma_{bt} > 5 \cdot \sigma_{gl}$ thì dùng tính lún.

✚ $\sigma_{gl} = k_0 \cdot P_{gl}$: ứng suất do P_{gl} gây ra, được tính theo ứng suất do tải trọng ngoài phân bố đều gây ra.

✚ k_g : hệ số phụ thuộc $\left(\frac{z}{b}; \frac{l}{b}\right)$ – [tra bảng III-3, Bài tập Cơ học đất – Vũ Công Ngữ, Nguyễn Văn Thông].

4. Tính và vẽ biểu đồ ứng suất tăng thêm thẳng đứng σ_z dọc theo đường thẳng đứng đi qua điểm tính lún (vẽ từ mặt đáy móng).

5. Xác định chiều dày chịu nén của nền H_a

Cần dựa vào biểu đồ ứng suất tăng thêm σ_z và ứng suất bản thân σ_{bt} để xác định H_a . Từ biểu đồ σ_z thấy rằng ứng suất tăng thêm giảm dần theo chiều sâu. Ở một độ sâu đủ lớn nào đó ứng suất tăng thêm sẽ rất bé và tác dụng gây lún của nó không đáng kể. Vậy có thể coi độ sâu đó là chiều dày chịu nén của nền.

Trong thực tế xây dựng thường xác định gần đúng chiều dày đó theo nguyên tắc dưới đây:

$$\sigma_{Ha} = 0,2\sigma_{bt-Ha}$$

trong đó:

$\sigma_{Ha}, \sigma_{bt-Ha}$: lần lượt là ứng suất tăng thêm và ứng suất bản thân tại độ sâu H_a .

H_a : chiều dày chịu nén của đất nền.

6. Chia lớp tính toán.

Cần chia chiều dày chịu nén H_a thành nhiều lớp mỏng, mỗi lớp có chiều dày h_i . Khi phân chia cần tuân thủ các nguyên tắc sau:

- Mặt phân lớp h_i phải trùng với các mặt ranh giới sau đây: mặt phân tầng của các lớp đất tự nhiên, mặt nước ngầm, mặt nước mao dẫn, mặt đáy móng và mặt giới hạn dưới của chiều dày chịu nén H_a
- Các lớp gần đáy móng có chiều dày h_i bé hơn các lớp xa đáy móng để đảm bảo trong phạm vi mỗi lớp ứng suất σ_z đều phân bố đường thẳng.
- **Chiều dày của mỗi lớp $h_i \leq (0,4 \div 0,6)b$, b là bề rộng đáy móng.**

7. Tính độ lún S_i của công trình từ đáy móng.

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

trong đó:

h_i : độ dày của lớp thứ i , được xác định khi chia lớp tính toán.

e_{1i}, e_{2i} : hệ số rỗng trung bình của lớp đất thứ i trước và sau nén lún.

8. Tính độ lún tổng cộng:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i = \sum_{i=1}^n \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} \cdot h_i$$

Xác định tổng độ lún của nền theo phương pháp tổng phân tở: nhà sản xuất một tầng và nhà dân dụng nhiều tầng có khung hoàn toàn bằng bê tông cốt thép.

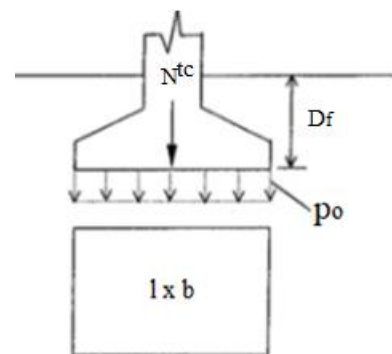
$$S = \sum S_i \leq [S] = 10 \text{ cm}$$

[Theo Phụ lục E, TCVN 10304:2014, Móng Cọc – Tiêu Chuẩn Thiết Kế].

Trong thực tế, tải trọng công trình thông qua móng để truyền lên đất. Khi tính toán xác định ứng suất trong đất thường chấp nhận móng có độ cứng tuyệt đối và sự phân bố của tải trọng công trình lên đất có dạng tuyến tính. Tải trọng này xuất hiện ở độ sâu đặt móng thường thấp hơn mặt đất tự nhiên.

Tải trọng từ công trình truyền xuống móng cộng với trọng lượng bản thân móng sẽ gây ra ở đáy móng ứng suất tiếp xúc, kí hiệu p_0 .

$$p_0 = \frac{N^{tc}}{F} + \gamma_{tb} \cdot h$$



(γ_{tb} : trọng lượng riêng trung bình của vật liệu móng và đất đắp trên móng, được phép lấy bằng 20 kN/m^3).

Trường hợp móng chịu tải trọng lệch tâm, tải trọng tiếp xúc không phân bố đều mà có dạng bậc nhất.

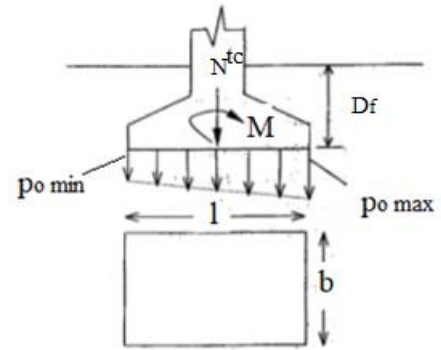
$$p_{0\max} = \frac{N^{tc}}{F} + \frac{M^{tc}}{W} + \gamma_{tb} \cdot D_f$$

$$p_{0\min} = \frac{N^{tc}}{F} - \frac{M^{tc}}{W} + \gamma_{tb} \cdot D_f$$

trong đó: W là momen chống uốn của đáy móng

$$W = \frac{b \cdot l^2}{6}$$

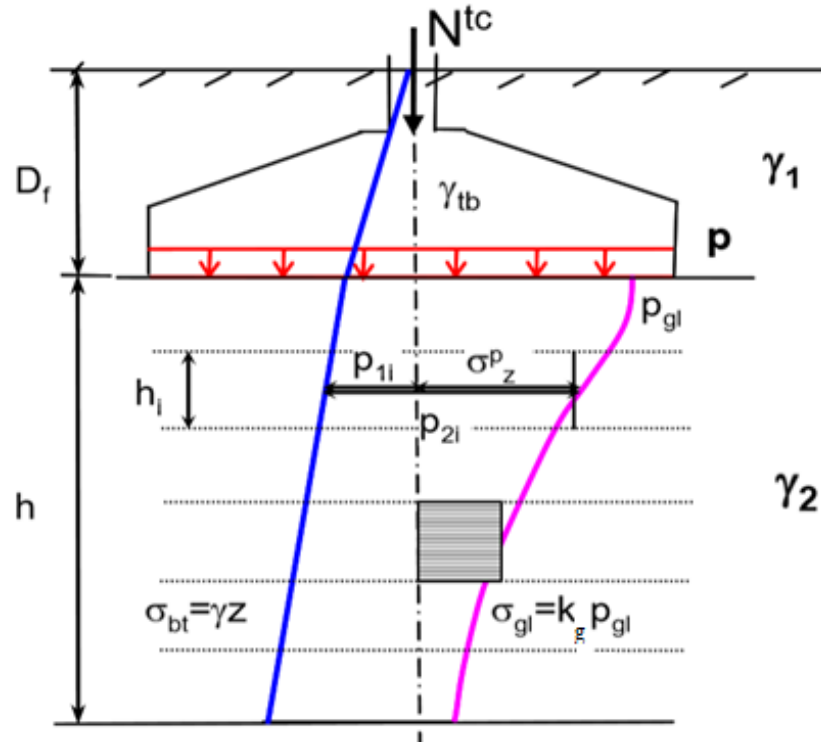
$$p_0 = \frac{p_{0\max} + p_{0\min}}{2}$$



Ứng suất gây lún là ứng suất trong đất do tải trọng gây ra. Lưu ý rằng, tải trọng gây lún tác dụng ở độ sâu h, do đó trong thực tế chấp nhận giả thiết chỉ có đất từ đáy móng trở xuống mới tồn tại ứng suất gây lún, đất từ đáy móng trở lên xem như không chịu ảnh hưởng trực tiếp của tải trọng công trình.

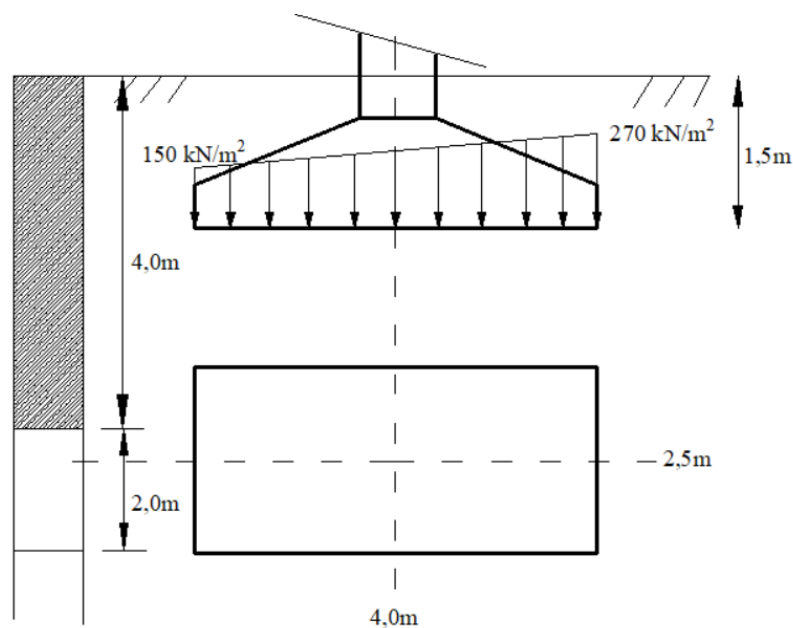
Mọi biến đổi trong các lớp đất bên trên đáy móng chỉ là hậu quả kéo theo của sự biến đổi bên dưới đáy móng.

Ứng suất trong đất dưới đáy công trình là tổng của hai thành phần: ứng suất do trọng lượng bản thân đất với mặt giới hạn là mặt đất tự nhiên và ứng suất gây lún do tải trọng công trình gây ra.



Bài tập

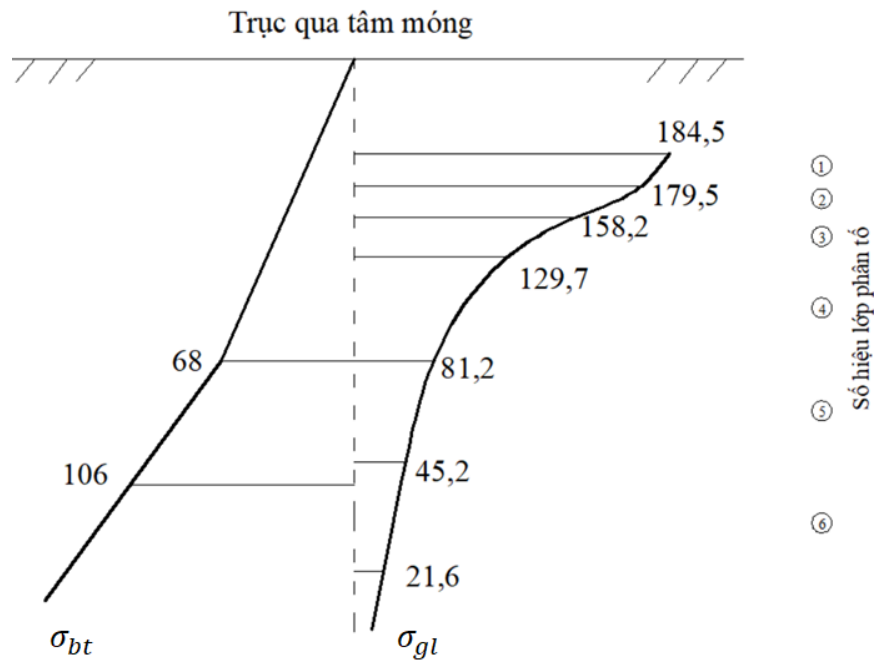
1/ Có một móng đơn, kích thước móng và tải trọng như hình vẽ. Nền đất gồm 2 lớp: Lớp trên lớp đất á sét, dày 4m, có trọng lượng riêng $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$. Lớp dưới là lớp cát vừa, trọng lượng riêng $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$. Vẽ biểu đồ ứng suất bản thân và ứng suất gây lún.



Bằng cách chia 4 diện tích đáy móng, dùng hệ số k_0 (Bảng III-3) để tính ứng suất gây lún trong nền đất như bảng dưới.

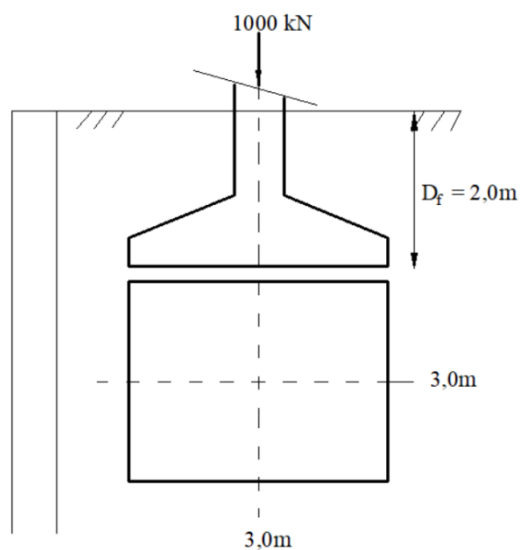
Điểm	$\frac{l}{b} = \frac{2}{1,25}$	z	$\frac{z}{b} = \frac{z}{1,25}$	k_g	$\sigma_{gl} = 4 \cdot k_0 \cdot 184,5 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
0	1,6	0	0	0,25	184,5
1	-	0,5	0,4	0,2434	179,5
2	-	1,0	0,8	0,2147	158,2
3	-	1,5	1,2	0,1758	129,7
4	-	2,5	2,0	0,1103	81,2
5	-	4,0	3,2	0,064	45,2
6	-	6,0	4,8	0,0294	21,6

Biểu đồ ứng suất gây lún và ứng suất bản thân như sau:



2/ Cho một móng đơn, đáy có tiết diện hình vuông $3 \times 3m$, chịu tác động của ngoại lực $N^{tc} = 1000 kN$ đúng tâm. Đặt móng ở độ sâu 2m. Đất nền là á cát chặt trung bình, có trọng lượng đơn vị thể tích $\gamma = 19kN/m^3$. (Biết: $\gamma_{tb} = 22kN/m^3$).

- Xác định áp lực gây lún.?
- Tính và vẽ ứng suất do tải trọng bản thân và tải trọng ngoài.?
- Xác định vùng chịu nén cần tính lún.?

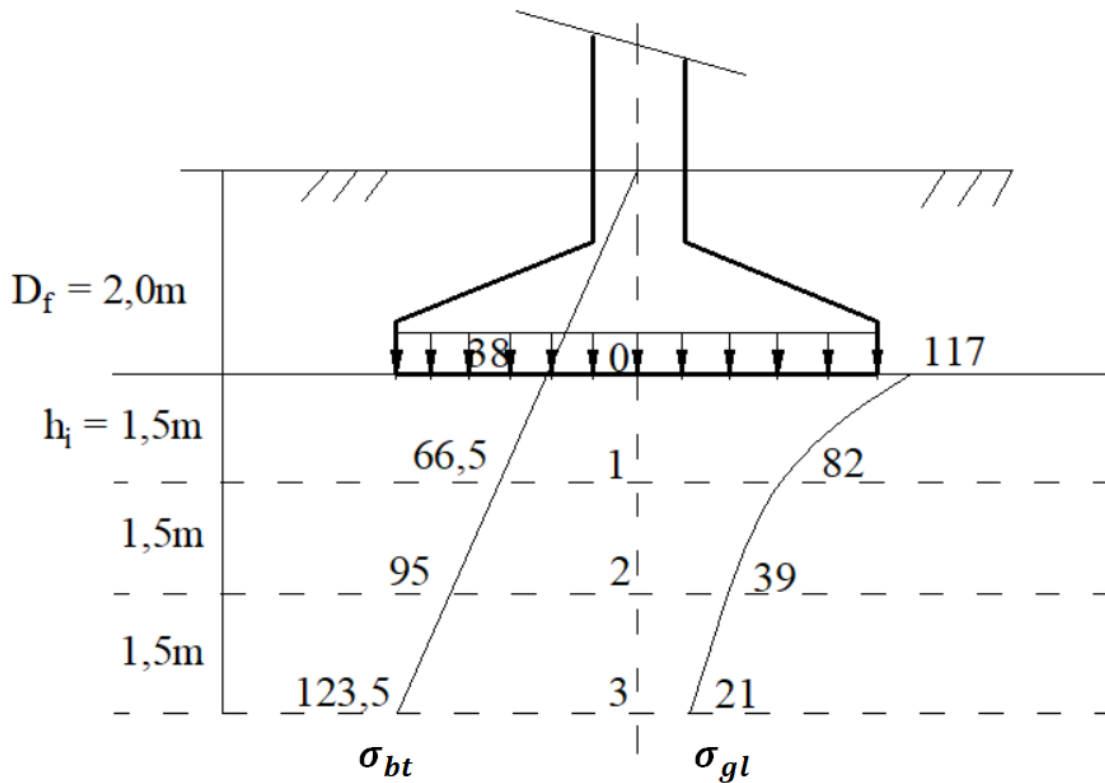


Độ sâu h (m)	Ứng suất do trọng lượng bản thân σ_{zi}^{bt} (kN/m^2)
2	$19 \times 2 = 38$
3,5	$19 \times 3,5 = 66,5$
5	$19 \times 5 = 95$
6,5	$19 \times 6,5 = 123,5$

Ứng suất do tải trọng ngoài: $\sigma_{zi}^{gl} = 4 \cdot k_0 \cdot P_{gl}$

Độ sâu z (m)	$\frac{z}{b} = \frac{z}{1,5}$	$\frac{l}{b} = \frac{1,5}{1,5}$	k_0	$\sigma_{gl} = 4 \cdot k_0 \cdot P_{gl} \left(\frac{kN}{m^2} \right)$
0	0	1	0,2500	117
1,5	1	-	0,1752	82
3	2	-	0,0840	39
4,5	3	-	0,0447	21

Hình vẽ ứng suất do trọng lượng bản thân và tải trọng ngoài.



c.

Vùng chịu nén cần tính lún dừng lại ở lớp thứ 3, có độ sâu 6,5m từ mặt đất tự nhiên vì:

$$\sigma_z^{bt} = 123,5 \frac{kN}{m^2} > 5 \cdot \sigma_{gl} = 5 \times 21 = 105 \frac{kN}{m^2}$$

3/ Cho một móng đơn, đáy có tiết diện chữ nhật 2 x 4m, chịu tác động của ngoại lực $N^{tc} = 1900 \text{ kN}$ đúng tâm. Đặt móng ở độ sâu 2m. Móng được đặt trên nền có 2 lớp:

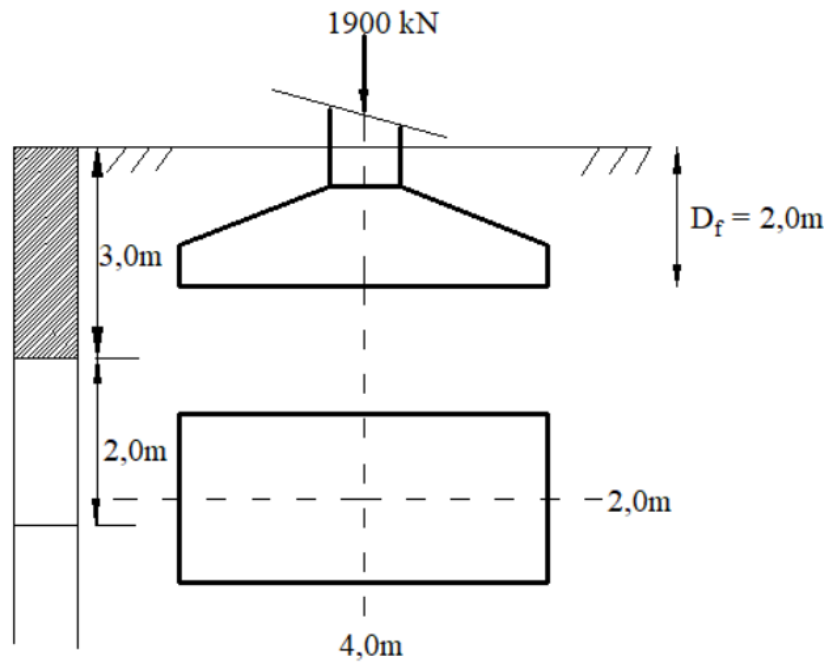
Lớp 1: Có độ dày 3m, đất cát mịn có trọng lượng riêng $\gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3$.

Lớp 2: Đất cát hạt trung có trọng lượng riêng $\gamma_2 = 22 \text{ kN/m}^3$

(Biết: $\gamma_{tb} = 20 \text{ kN/m}^3$)

a) Xác định áp lực gây lún.

- b) Tính và vẽ ứng suất do tải trọng bản thân và tải trọng ngoài.
c) Xác định vùng chịu nén cần tính lún.

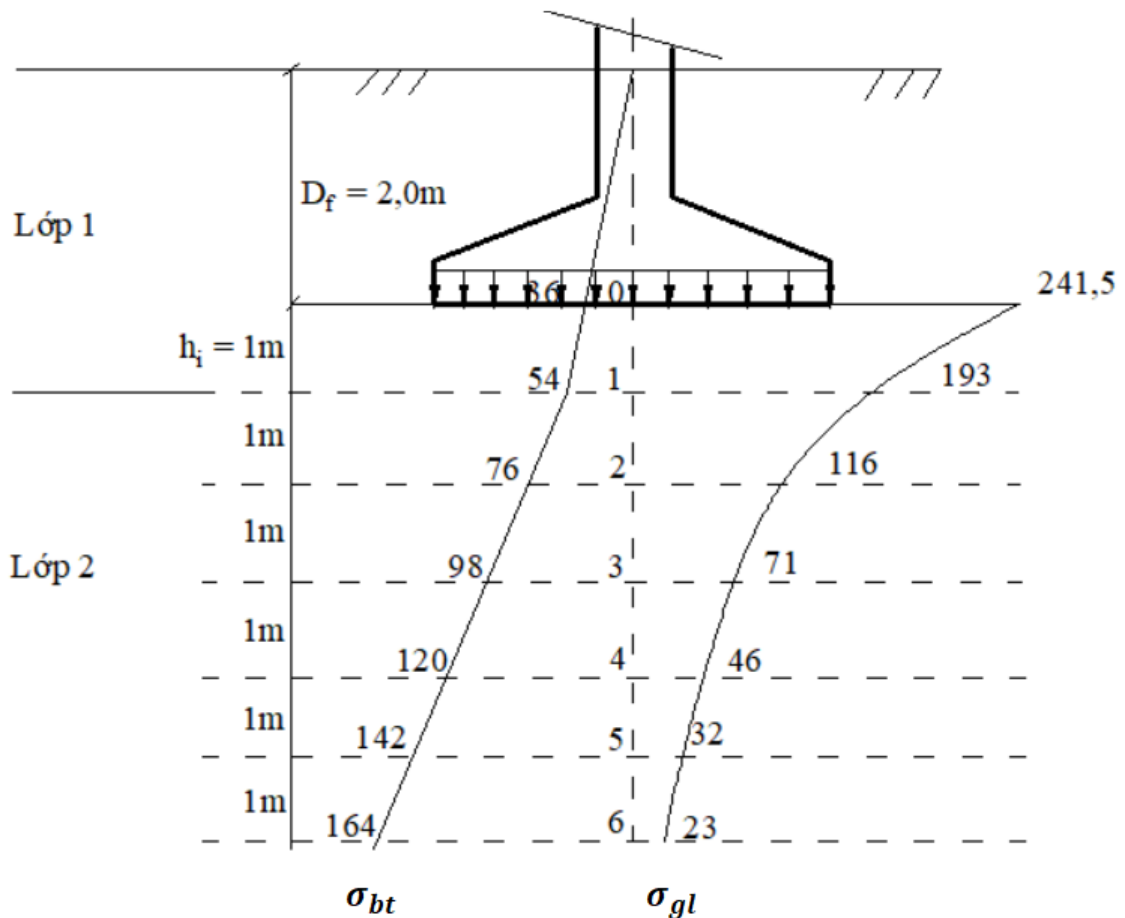


Độ sâu h (m)	Ứng suất do trọng lượng bản thân σ_{zi}^{bt} (kN/m^2)
2	$18 \times 2 = 36$
3	$18 \times 3 = 54$
4	$54 + 22 \times 1 = 76$
5	$54 + 22 \times 2 = 98$
6	$54 + 22 \times 3 = 120$
7	$54 + 22 \times 4 = 142$
8	$54 + 22 \times 5 = 164$

- Ứng suất do tải trọng ngoài: $\sigma_{zi}^{gl} = 4 \cdot k_g \cdot P_{gl}$

Độ sâu z (m)	$\frac{z}{b} = \frac{z}{1}$	$\frac{l}{b} = \frac{2}{1}$	k_g	$\sigma_{gl} = 4 \cdot k_g \cdot P_{gl} \left(\frac{kN}{m^2} \right)$
0	0	2	0,2500	241,5
1	1	-	0,1999	193
2	2	-	0,1202	116
3	3	-	0,0732	71
4	4	-	0,0474	46
5	5	-	0,0328	32
6	6	-	0,0238	23

Hình vẽ ứng suất do trọng lượng bản thân và tải trọng ngoài

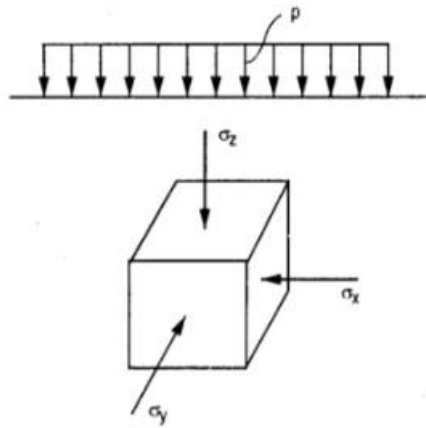


2.2 Phương pháp tổng cộng lún từng lớp có xét biến dạng nở hông của đất nền.

Trên thực tế rất ít gặp đất nền chịu nén không nở hông. Chỉ trong trường hợp tải trọng công trình tương đối bé, kích thước móng tương đối lớn và chiều dày chịu nén của nền tương đối mỏng thì mới có thể coi gần đúng nền bị nén không nở hông.

Ngoài những trường hợp ấy ra, nói chung biến dạng của đất nền (đặc biệt là đất nền mềm yếu) đều có nở hông khi chịu tải.

Thực vậy, khi mặt nền chịu tải trọng công trình, một điểm bất kỳ trong nền sẽ chịu ba thành phần ứng suất tăng thêm pháp tuyến $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ có tác dụng gây biến dạng ba hướng: biến dạng thẳng đứng và biến dạng nở hông.



Với lớp đất có chiều dày H, độ lún sẽ là:

$$S = \frac{1}{1 - 2\mu_0} \left[(1 + \mu_0) \frac{\sigma_z}{\theta} - \mu_0 \right] \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} H$$

trong đó $\theta = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z$, gọi là tổng ứng suất tăng thêm.

Trong trường hợp đất nền có chiều dày lớn, đất nền thành lớp thì cần áp dụng phương pháp tổng cộng lún từng lớp để tính toán độ lún ổn định của nền. Độ lún của mỗi lớp xác định theo công thức sau:

$$S_i = \sum_{i=1}^n \frac{1}{1 - 2\mu_{0i}} \left[(1 + \mu_{0i}) \frac{\sigma_{zi}}{\theta_i} - \mu_{0i} \right] \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} h_i$$

IV. Xét ảnh hưởng của công trình lân cận đối với lún

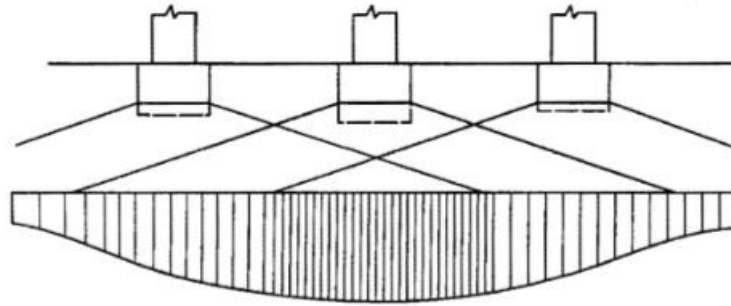
Khi các công trình xây dựng gần nhau, hoặc trong một công trình lớn có nhiều bộ phận tách rời nha, do có hiện tượng khuếch tán ứng suất tăng thêm, nên thường xảy ra hiện tượng công trình này ảnh hưởng đến công trình kia về mặt lún, do đó để đảm bảo xác định chính xác độ lún của nền đất cần xét tới ảnh hưởng này. Có hai cách xét sau đây:

a. Phương pháp cộng biểu đồ ứng suất

Cách này được dùng để xét ảnh hưởng lún của móng lân cận khi tính lún bằng phương pháp tổng cộng lún từng lớp. Độ lún của móng cần xét được tính theo tổng

biểu đồ ứng suất tăng thêm sinh ra do tải trọng móng cần xét và tải trọng móng công trình lân cận.

Cách này có ưu điểm lớn là áp dụng được cho các dạng tải trọng bất kỳ do đó được dùng rất phổ biến trong thiết kế. Tuy nhiên có nhược điểm là khối lượng tính toán lớn.



b. Phương pháp điểm góc – cộng tác dụng

Cách này được dùng để xét ảnh hưởng lún của móng lân cận khi tính lún theo biểu thức chuyển vị của lý thuyết đàn hồi. Ưu điểm của cách này là khối lượng tính toán ít nhưng nhược điểm là chỉ dùng được cho trường hợp áp suất đáy móng thẳng đứng phân bố đều.