

CHƯƠNG 2

CÁC CHỈ SỐ VÀ CÁC ĐẶC TÍNH PHÂN LOẠI ĐẤT

2.1. Giới thiệu chung

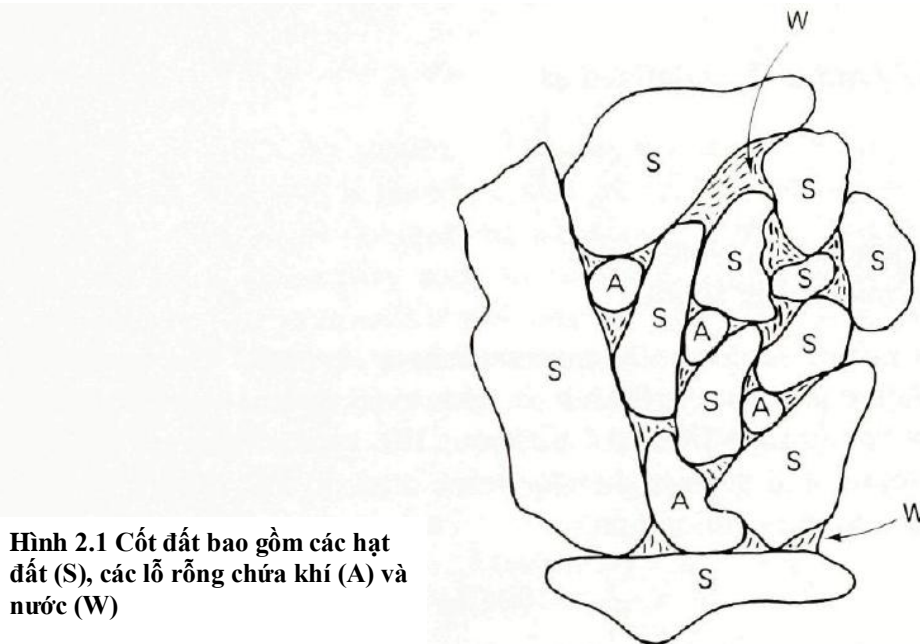
Trong chương này chúng tôi giới thiệu những khái niệm và định nghĩa cơ bản đã được các kỹ sư địa kỹ thuật dùng để đánh giá và phân loại đất. Các ký hiệu sau đây là được dùng trong chương này.

Ký hiệu	Thứ nguyên	Đơn vị	Định nghĩa
A	-	-	<i>Hoạt tính</i> (PT 2-23)
C_c	-	-	Hệ số cong (PT 2-20)
C_u	-	-	Hệ số đều hạt (PT 2-19)
D_{10}	L	mm	Đường kính hiệu quả d_{10}
D_{30}	L	mm	Đường kính của hạt mà các hạt có đường kính bằng và nhỏ hơn nó chiếm 30% trọng lượng đất khô.
D_{60}	L	mm	Đường kính của hạt mà các hạt có đường kính bằng và nhỏ hơn nó chiếm 60% trọng lượng đất khô.
e	-	(Số thập phân)	Hệ số rỗng (PT 2-1)
LI hay I_L	-	-	Chỉ số chảy (PT 2-23)
LL hay W_L	-	-	Giới hạn chảy.
M_t	M	kg	Khối lượng tổng.
M_s	M	kg	Khối lượng hạt rắn.
M_w	M	kg	Khối lượng nước.
n	-	%	Độ rỗng (PT 2-2).
PI hay I_p	-	-	Chỉ số dẻo (PT 2-22).
PL hay w_p	-	-	Giới hạn dẻo.
S	-	(%)	Độ bão hoà (PT 2-4).
SL hay w_s	-	-	Giới hạn co.
V_a	L^3	m^3	Thể tích phần khí trong đất.
V_s	L^3	m^3	Thể tích phần hạt đất.
V_t	L^3	m^3	Thể tích tổng.
V_v	L^3	m^3	Thể tích rỗng.
w	-	(%)	Độ ẩm (PT 2-5).
ρ	M/L^3	kg/m^3	Khối lượng riêng tổng, ướt, ẩm (PT2-6)
ρ'	M/L^3	kg/m^3	Khối lượng riêng đầy nổi (PT2-11)
ρ_d	M/L^3	kg/m^3	Khối lượng riêng khô (PT2-9)
ρ_s	M/L^3	kg/m^3	Khối lượng riêng hạt (PT2-7).
ρ_{sat}	M/L^3	kg/m^3	Khối lượng riêng bão hoà (PT2-10).
ρ_w	M/L^3	kg/m^3	Khối lượng riêng nước (PT2-8).

Trong danh sách này L = chiều dài, M = khối lượng. Khi khối lượng riêng của đất và nước biểu thị bằng kg/m^3 , có thể dùng các số cụ thể lớn hơn. Chẳng hạn khối lượng riêng của nước ρ_w là $1000 kg/m^3$. Vì $1000 kg = 1Mg$, để dễ quản lý chúng ta thường dùng Mg/m^3 cho khối lượng đơn vị. Nếu không quen với các đơn vị mét của hệ SI và các yếu tố chuyển đổi, người đọc nên đọc phụ lục A trước khi đọc tiếp phần còn lại của chương này.

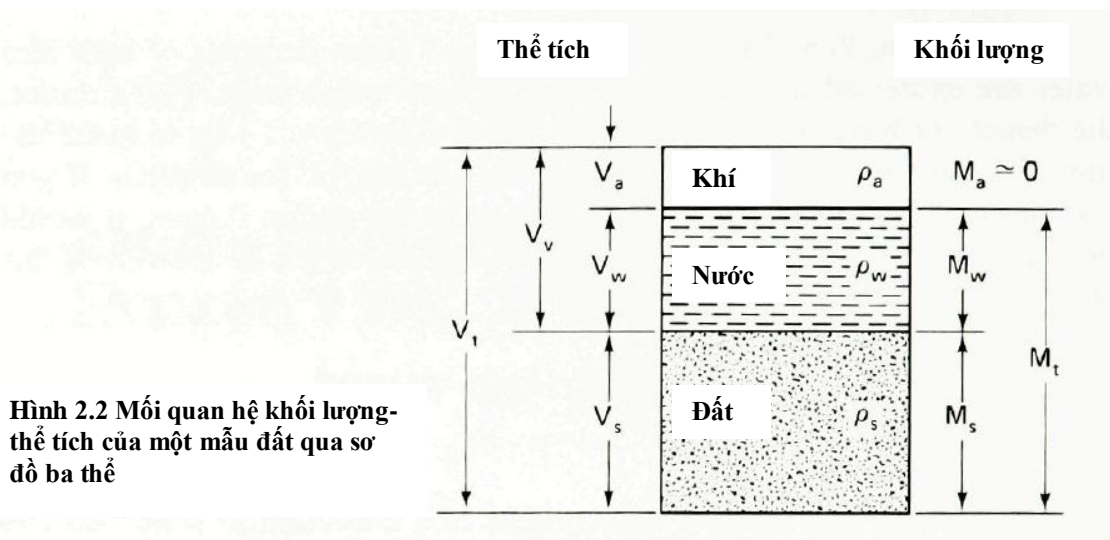
2.2. Các định nghĩa cơ bản và quan hệ giữa các pha hợp thành đất.

Nhìn chung, một khối đất bất kỳ bao gồm các hạt rắn và lỗ rỗng giữa các hạt đó. Thể rắn của đất là những hạt nhỏ có thành phần khoáng vật khác nhau, trong khi các lỗ rỗng có thể chứa đầy nước, khí hoặc chứa một phần cả nước và khí (Hình 2-1). Có thể nói cách khác, thể tích tổng V_t của khối đất bao gồm thể tích phần hạt rắn V_s và thể tích phần rỗng V_v



Thể tích rỗng của đất bao hàm cả thể tích nước V_w và thể tích khí V_a . Có thể biểu thị ba pha của đất bằng sơ đồ ba thể (Hình 2-2). Trong đó các pha được thể hiện riêng biệt. Phía bên trái sơ đồ thường biểu thị thể tích của các thể còn bên phải sơ đồ khối lượng tương ứng của các thể. Thậm chí, có khi chỉ thể hiện 2 đại lượng ở sơ đồ, thể tích tổng có khi được dùng với đơn vị m^3 , hoặc cm^3 .

Trong thực tế xây dựng, thường xác định thể tích tổng V_t , khối lượng nước M_w và khối lượng hạt khô M_s . Sau đó tính tiếp các giá trị còn lại và các quan hệ khối lượng-thể tích nếu cần. Phần lớn các quan hệ này không phụ thuộc vào kích thước mẫu, chúng thường là các đại lượng không thứ nguyên. Các quan hệ này rất đơn giản và dễ nhớ, đặc biệt là nếu bạn vẽ sơ đồ ba thể biểu diễn.



Các quan hệ khối lượng-thể tích này dễ nhớ đến mức, khi bạn làm những bài toán về các thể, phần lớn là sẽ tự nhớ các đại lượng này.

Có ba tỷ số về thể tích rất hữu ích đối với địa kỹ thuật, các đại lượng này được xác định trực tiếp từ sơ đồ ba thể(hình 2-2).

1. Hệ số rỗng, e , được xác định là:

$$e = \frac{V_o}{V_s} \quad (2-1)$$

Trong đó: V_v = thể tích phần rỗng của đất.

V_s = thể tích phần hạt rắn của đất.

Hệ số rỗng của đất thường biểu hiện bằng số thập phân. Phạm vi giá trị lớn nhất có thể của hệ số rỗng là giữa 0 và ∞ . Tuy nhiên các giá trị điển hình hệ số rỗng của cát trong khoảng từ 0.4 đến 1.0, của đất sét biến đổi từ 0.3 đến 1.5 thậm chí có thể cao hơn đối với một vài loại đất hữu cơ.

2. Độ rỗng của đất n được định nghĩa là:

$$n = \frac{V_o}{V_t} \times 100(\%) \quad (2-2)$$

Trong đó: V_v = thể tích phần rỗng.

V_t = thể tích tổng của mẫu.

Độ rỗng thường biểu thị bằng %. Độ rỗng n của đất biến đổi lớn nhất trong phạm vi từ 0-100%. Từ phương trình 2-2 và phương trình 2-1 và 2-2 có thể thấy rằng:

$$n = \frac{e}{1+e} \quad (2-3a)$$

và

$$e = \frac{n}{1-n} \quad (2-3b)$$

3. Độ bão hoà S được xác định theo:

$$S = \frac{V_w}{V_o} \times 100(\%) \quad (2-4)$$

Độ bão hoà muốn nói cho chúng ta rằng nước chiếm bao nhiêu phần trăm thể tích rỗng. Nếu đất khô hoàn toàn thì $S=0\%$, và nếu nước chứa đầy các lỗ rỗng, khi đó đất bão hoà hoàn toàn thì $S=100\%$.

Bây giờ ta xét sang phía khối lượng của sơ đồ ba thể ở hình 2-2. Trước hết ta xác định một tỷ số khối lượng có thể tin rằng là quan trọng bậc nhất mà ta cần biết về một loại đất. Muốn biết về tỷ phần giữa nước trong lỗ rỗng và các hạt rắn của đất, ta xác định một tỷ số được gọi là lượng chứa nước w (hay còn gọi là độ ẩm) theo biểu thức sau:

$$w = \frac{M_w}{M_s} \times 100(\%) \quad (2-5)$$

Trong đó: M_w = khối lượng nước,

M_s = Khối lượng hạt rắn.

Tỷ số của khối lượng nước có trong một thể tích đất với khối lượng hạt tức là khối lượng đất khô của mẫu chứ không phải khối lượng tổng của mẫu. Lượng chứa nước thường biểu thị bằng phần trăm, và phạm vi biến đổi của độ ẩm từ không phần trăm(đối với đất khô) tới vài trăm phần trăm. Độ ẩm tự nhiên cho phần lớn các loại đất thường là dưới 100%, cũng có khi tới 500% hoặc cao hơn đối với một số đất trầm tích biển hoặc một số loại đất hữu cơ.

Độ ẩm của đất được xác định dễ dàng trong phòng thí nghiệm. ASTM(1980), tiêu chuẩn thiết kế D 2216 có giải thích qui trình tiêu chuẩn. Một mẫu đất đại diện được chọn lựa và xác định khối lượng tổng hay còn gọi là khối lượng ướt. Sau đó mẫu đất được sấy khô tới khi có khối lượng không đổi trong tủ sấy ở nhiệt độ 110⁰C. Thông thường, mẫu đất đạt đến khối lượng không đổi khi mẫu được sấy trong tủ sấy khoảng một đêm. Khi xác định cho cả khối lượng đất ướt và khối lượng đất khô cần trừ đi khối lượng của hộp đựng mẫu khô. Sau đó thì độ ẩm của đất được tính theo phương trình 2-5. Ví dụ 2.1 sẽ phản ánh cách xác định độ ẩm của đất trong thực tế.

Ví dụ 2-1

Cho một mẫu đất ẩm vào một hộp đựng mẫu khô có khối lượng 462 gam. Sau khi sấy khô trong tủ sấy trong một đêm tại nhiệt độ 110⁰C, cân mẫu và hộp đựng mẫu được 364 gam. Khối lượng của hộp đựng mẫu là 36 gam. Yêu cầu xác định độ ẩm của mẫu đất.

Bài giải

Lập thành một biểu đồ tính như sau và điền đầy đủ các số liệu cho và kết quả đo vào (a),(b) và (d) sau đó tính toán kết quả điền vào (c),(e) và (f).

Khối lượng tổng của mẫu + hộp đựng mẫu = 462 g.

Khối lượng đất khô + hộp đựng mẫu = 364 g.

Khối lượng nước(a-b) = 98 g.

Khối lượng hộp đựng mẫu = 39 g.

Khối lượng đất khô(b-d) = 325 g.

Độ ẩm (c/e) x 100% = 30.2%

Trong phòng thí nghiệm, các khối lượng thường được xác định bằng gam và trên thiết bị cân thông thường.

Một khái niệm khác rất hữu hiệu trong địa kỹ thuật đó là khối lượng riêng. Như đã biết trong môn vật lý thì khối lượng riêng là khối lượng đất trong một đơn vị thể tích đất, đơn vị thường dùng của nó là kg/m³. (Xem phụ lục A cho hệ đơn vị tương ứng trong cgs và các hệ thống tiêu chuẩn xây dựng của Anh). Khối lượng riêng là tỷ số liên quan giữa các đại lượng thể tích với các đại lượng khối lượng của sơ đồ ba thể. Có một số khái niệm khối lượng riêng thường dùng trong địa kỹ thuật. Trước hết xác định khối lượng riêng tổng, ướt hay còn gọi là khối lượng riêng ẩm ρ , khối lượng riêng hạt hay có khi gọi là khối lượng riêng pha rắn ρ_s , và khối lượng riêng nước ρ_w . Từ hình 2.2 các khái niệm cơ bản liên quan giữa khối lượng và thể tích được biểu thị như sau:

$$\rho = \frac{M_t}{V_t} = \frac{M_s + M_w}{V_t} \quad (2-6)$$

$$\rho_s = \frac{M_s}{V_s} \quad (2-7)$$

$$\rho_w = \frac{M_w}{V_w} \quad (2-8)$$

Trong đất tự nhiên, độ lớn của khối lượng riêng tổng sẽ phụ thuộc vào lượng nước chứa trong lỗ rỗng của đất cũng như là khối lượng riêng của bản thân các hạt khoáng vật, nhưng giá trị ρ có thể biến đổi từ hơn 1000 kg/m³ cho tới 2400 kg/m³ (1.0 tới 2.4 Mg/m³). Giá trị điển hình của ρ_s cho phần lớn các loại đất trong khoảng từ 2500 kg/m³ đến 2800 kg/m³ (2.5 tới 2.8 Mg/m³). Phần lớn các loại cát có ρ_s trong khoảng 2.6-2.7 Mg/m³. Ví dụ thạch anh là một khoáng vật thường gặp trong

cát có $\rho_s = 2.65 \text{ Mg/m}^3$. Hầu hết các loại đất sét có giá trị ρ_s trong khoảng từ 2.65 và 2.8 Mg/m^3 , và phụ thuộc vào thành phần khoáng vật chính trong đất, trong khi đó các đất hữu cơ, có ρ_s thấp khoảng 2.5 Mg/m^3 . Vì vậy nên, trong phần lớn các bài toán địa kỹ thuật thường giả thiết ρ_s trong khoảng 2.65 đến 2.7 Mg/m^3 , trừ khi đưa ra các giá trị riêng.

Khối lượng riêng của nước thì thường ít biến đổi, sự biến đổi của nó phụ thuộc chủ yếu vào nhiệt độ. Ở nhiệt độ 4 độ C, nước ở trạng thái *đặc nhất*, ρ_w chính xác bằng 1000 kg/m^3 (1 g/cm^3), đôi khi khối lượng riêng của nước được ký hiệu là ρ_o . Trong thực tế xây dựng giá trị khối lượng riêng của nước thường được lấy chính xác bằng 1000 $\text{kg/m}^3 = 1 \text{ Mg/m}^3$.

Có ba giá trị khối lượng riêng khác của đất xây dựng thường hay được dùng. Đó là khối lượng riêng khô ρ_d , khối lượng riêng bão hoà ρ_{sat} và khối lượng riêng ngập nước hay gọi là khối lượng riêng đầy nổi ρ' .

$$\rho_d = \frac{M_s}{V_t} \quad (2-9)$$

$$\rho_{sat} = \frac{M_s + M_w}{V_t} (V_a = 0, S = 100\%) \quad (2-10)$$

$$\rho' = \rho_{sat} - \rho_w \quad (2-11)$$

Nói đúng ra giá trị khối lượng riêng tổng ρ được dùng thay cho ρ_{sat} ở phương trình 2-11, nhưng trong hầu hết các trường hợp, đất ngập nước hoàn toàn cũng là bão hoà hoàn toàn, hoặc ít nhất hợp lý để giả thiết là bão hoà hoàn toàn. Giá trị khối lượng riêng ρ_d là chỉ tiêu cơ bản để đánh giá độ chặt của khối đất đắp. (Chương 5). Phạm vi biến đổi điển hình các giá trị ρ_d , ρ_{sat} và ρ' cho một vài loại đất được thể hiện ở bảng 2-1.

Từ các định nghĩa cơ bản đã được nêu ở mục này, các quan hệ hữu ích khác có thể đưa ra trong các ví dụ ở mục tiếp theo.

Bảng 2-1 Các giá trị khối lượng riêng của một số loại đất thông thường*

Loại đất	Khối lượng riêng (Mg/m^3)		
	ρ_{sat}	ρ_d	ρ'
Cát và cuội sỏi	1.9 – 2.4	1.5 – 2.3	1.0 – 1.3
Bụi sét	1.4 – 2.1	0.6 – 1.8	0.4 – 1.1
Sét tầng do băng	2.1 – 2.4	1.7 – 2.3	1.1 – 1.4
Đá dăm	1.9 – 2.2	1.5 – 2.0	0.9 – 1.2
Than bùn	1.0 – 1.1	0.1 – 0.3	0.0 – 0.1
Bùn sét hữu cơ	1.3 – 1.8	0.5 – 1.5	0.3 – 0.8

*Sửa đổi theo Hansbo (1975)

2.3 Giải quyết các bài toán giữa các thể.

Bài toán giữa các thể là rất quan trọng với đất xây dựng, và trong mục này chúng ta sẽ sáng tỏ việc giải các bài toán giữa các thể của đất với sự trợ giúp của các ví dụ số cụ thể. Khi các nguyên tắc đã đúng và có sự trợ giúp từ thực tế, thì sẽ có thể giải quyết nhiều vấn đề. Chúng trở nên đơn giản hơn và bạn cũng trở nên thuần thục hơn. Ngoài ra, với thực hành bạn có thể nhớ ngay hầu hết các định nghĩa và quan hệ quan trọng, do vậy tiết kiệm thời gian khi phải tìm kiếm các công thức dùng sau này.

Điều quan trọng bậc nhất cần làm khi giải bài toán giữa các thể là vẽ sơ đồ ba thể. Điều này đặc biệt đúng cho những người mới làm. Không nên tìm các công thức đúng để giải bài toán, mà thay vì tìm công thức, chúng ta nên vẽ sơ đồ ba thể và thể hiện tất cả những dữ liệu đề bài cho cũng như các số liệu đang cần tìm của bài toán. Với một số bài toán, việc làm đơn giản này dẫn đến giải bài toán được ngay tức thì, và ít nhất là thể hiện được phương pháp tiếp cận chính xác bài toán. Cũng chú ý thêm rằng, thường là có một số phương pháp để cùng giải một bài toán chẳng hạn như bài toán ở ví dụ 2.2.

Ví dụ 2.2:

Cho $\rho = 1.76 \text{ Mg/m}^3$ (khối lượng riêng tổng)

$W = 10\%$ (Độ ẩm)

Yêu cầu: Xác định ρ_d (khối lượng riêng khô), e (hệ số rỗng), n (độ rỗng), S (độ bão hoà) và ρ_{sat} (khối lượng riêng bão hoà).

Bài giải:

Vẽ sơ đồ ba thể (Hình ví dụ 2.2a), giả thiết rằng $V_t = 1 \text{ m}^3$.

Từ định nghĩa về độ ẩm (phương trình 2-5) và khối lượng riêng tổng (phương trình 2-6) chúng ta có thể xác định M_s và M_w . Lưu ý khi tính toán độ ẩm được biểu thị theo số thập phân.

$$w = 0,10 = \frac{M_w}{M_s}$$

$$\rho = 1,76 \text{ Mg} / \text{m}^3 = \frac{M_t}{V_t} = \frac{M_w + M_s}{1,0 \text{ m}^3}$$

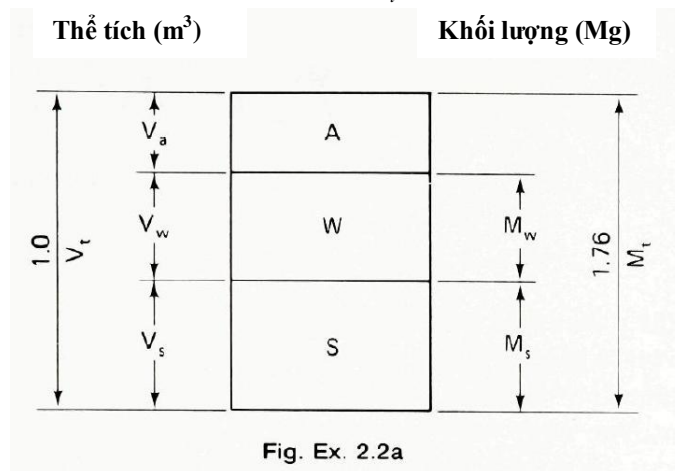


Fig. Ex. 2.2a

Hình ví dụ 2.2a

Thay $M_w = 0.1 M_s$ ta nhận được:

$$1,76 \text{ Mg/m}^3 = \frac{0,10 M_s + M_s}{1,0 \text{ m}^3}$$

$$M_s = 1,60 \text{ Mg} \text{ và } M_w = 0,16 \text{ Mg}$$

Những giá trị này bây giờ được ghi lên cạnh khối lượng của sơ đồ ba thể (hình ví dụ 2.2b) và tiếp tục tính toán các chỉ tiêu tiếp theo.

Từ định nghĩa của ρ_w (công thức 2-8) có thể tính tiếp V_w :

$$\rho_w = \frac{M_w}{V_w}$$

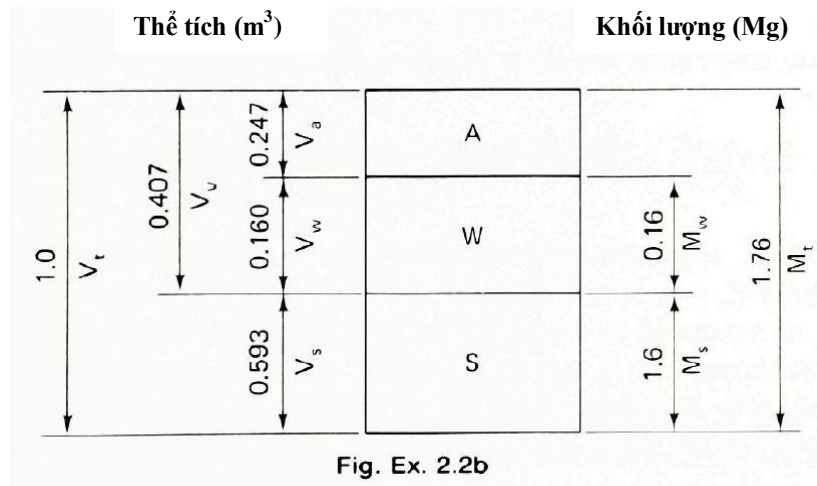
hoặc:

$$V_w = \frac{M_w}{\rho_w} = \frac{0,16Mg}{1Mg / m^3} = 0,160m^3$$

Đưa các giá trị này vào sơ đồ ba thể hình ví dụ 2.2b.

Để tính V_s , giả thiết khối lượng riêng hạt $\rho_s=2.7 Mg/m^3$. Từ định nghĩa của ρ_s (Phương trình 2-7), có thể tính trực tiếp V_s , hoặc:

$$V_s = \frac{M_s}{\rho_s} = \frac{1,6Mg}{2,70Mg / m^3} = 0,593m^3$$



Vì $V_t = V_a + V_w + V_s$, có thể tính V_a , vì đã biết các đại lượng khác

$$V_a = V_t - V_w - V_s = 1.0 - 0.593 - 0.16 = 0.247 m^3$$

Khi sơ đồ ba thể đã được điền đầy, việc giải tiếp bài toán chỉ là điền đủ các số cụ thể vào các định nghĩa tương ứng đã nêu. Nhưng chú ý rằng, khi tính toán bạn phải viết ra dạng công thức, sau đó đưa các giá trị theo đúng thứ tự các số hạng đã ghi trong công thức. Và cũng lưu ý thêm là nên viết cả đơn vị vào biểu thức khi tính.

Việc tính toán các yêu cầu còn lại trở nên dễ dàng

Từ phương trình 2-9:

$$\rho_d = \frac{M_s}{V_t} = \frac{1,6Mg}{1m^3} = 1,6Mg / m^3$$

Từ phương trình 2-1:

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V_a + V_w}{V_s} = \frac{0,247 + 0,160}{0,593} = 0,686$$

Từ phương trình 2-2:

$$n = \frac{V_v}{V_t} = \frac{V_a + V_w}{V_t} 100 = \frac{0,247 + 0,160}{1,0} 100 = 40,7\%$$

Từ phương trình 2-4:

$$S = \frac{V_w}{V_v} = \frac{V_w}{V_a + V_w} 100 = \frac{0,160}{0,247 + 0,160} 100 = 39,3\%$$

Khối lượng riêng bão hoà ρ_{sat} là khối lượng riêng của đất khi lỗ rỗng trong đất chứa đầy nước, đó cũng là khi đất bão hoà hoàn toàn với $S=100\%$ (Phương trình 2-10). Vì thể tích khí V_a chứa đầy nước, nó sẽ có khối lượng là $0.247 \text{ m}^3 \times 1 \text{ Mg/m}^3$ hoặc là 0.247 Mg . Khi đó:

$$\rho_{sat} = \frac{M_s + M_w}{V_t} = \frac{(0.247 \text{ Mg} + 0.16 \text{ Mg}) + 1.6 \text{ Mg}}{1 \text{ m}^3} = 2.01 \text{ Mg/m}^3$$

Một cách khác, thậm chí có lẽ dễ hơn cách đã giải ví dụ này đó, là giả thiết V_s là thể tích đơn vị $= 1 \text{ m}^3$. Theo định nghĩa $M_s = \rho_s = 2.7$ (khi ρ_s được giả thiết bằng 2.7 Mg/m^3). Sơ đồ ba thể hoàn chỉnh được thể hiện trên hình ví dụ 2-2c.

Vì $w = M_w/M_s = 0.10$; $M_w = 0.27 \text{ Mg}$ và $M_t = M_w + M_s = 2.97 \text{ Mg}$. Cũng có $V_w = M_w$, do $\rho_w = 1 \text{ Mg/m}^3$, vì vậy 0.27 Mg của lượng nước sẽ chiếm một thể tích là 0.27 m^3 . Có hai ẩn số còn lại cần phải xác định trước khi chúng ta có thể tính toán tiếp, đó là V_a và V_t . Để có được hai giá trị này, chúng ta phải dùng giá trị đã cho $\rho = 1.76 \text{ Mg/m}^3$. Từ định nghĩa về khối lượng riêng tổng (phương trình 2-6):

$$\rho = 1.76 \text{ Mg/m}^3 = \frac{M_t}{V_t} = \frac{2.97 \text{ Mg}}{V_t}$$

Xác định V_t

$$V_t = \frac{M_t}{\rho} = \frac{2.97 \text{ Mg}}{1.76 \text{ Mg/m}^3} = 1.688 \text{ m}^3$$

Vì thế: $V_a = V_t - V_w - V_s = 1.688 - 0.27 - 1.0 = 0.418 \text{ m}^3$

Cũng có thể dùng hình ví dụ 2.2c để kiểm tra lời giải còn lại của bài toán giống hệt nhau được xác định khi dùng dữ liệu của hình ví dụ 2.2b.

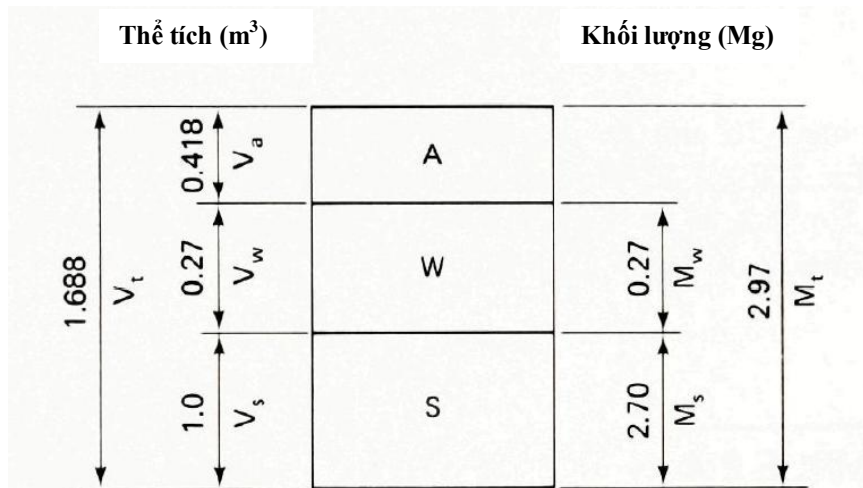


Fig. Ex. 2.2c

Hình ví dụ 2.2c

2.4 Kết cấu đất

Cho đến lúc này, ta chưa nói nhiều về cái gì đã tạo nên phần rắn của khối đất. Trong chương 1, đã đưa ra định nghĩa thường dùng của đất theo quan điểm xây dựng đó là: Sự tích tụ của các khoáng vật thành tạo đất đá và các vật chất hữu cơ trên bề mặt đá gốc. Có thể miêu tả ngắn gọn quá trình phong hoá và các quá trình biến đổi địa chất khác tác dụng trên đá hoặc gần bề mặt trái

đất để hình thành đất. Vì thế phần rắn của khối đất bao gồm chủ yếu các hạt khoáng vật và các vật chất hữu cơ với nhiều kích cỡ và số lượng khác nhau.

Kết cấu của đất là các biểu hiện bên ngoài hay “cảm” thấy của đất và nó phụ thuộc vào kích thước tương đối và hình dạng hạt cũng như độ lớn hay sự phân bố của các hạt này. Vì thế mà đất hạt thô, chẳng hạn như cát hoặc cuội sỏi thì kết cấu hạt thô biểu hiện rõ, trong khi đất kết cấu hạt mịn chủ yếu tạo bởi là các hạt khoáng vật rất nhỏ, không thể nhìn được bằng mắt thường. Bụi và sét là những ví dụ điển hình của đất kết cấu hạt mịn.

Kết cấu đất, đặc biệt là của đất kết cấu hạt thô, có một vài liên quan đến tính chất xây dựng của nó. Thực chất, kết cấu đất là cơ sở cho các sơ đồ phân loại một loại đất nào đó mà phổ biến trong khoa học nông nghiệp hơn là trong xây dựng. Tuy vậy, khái niệm phân loại kết cấu (cuội sỏi, cát, bụi, và sét) vẫn rất hiệu quả trong quan niệm chung của thực tiễn địa kỹ thuật. Với các đất hạt mịn thì sự có mặt của nước ảnh hưởng nhiều đến đặc tính xây dựng của chúng hơn là của riêng kích thước hạt hay riêng kết cấu. Nước tác động đến sự tương tác giữa các hạt khoáng vật, làm ảnh hưởng tới tính dẻo và tính dính của nó.

Theo kết cấu, đất được chia thành đất hạt thô và đất hạt mịn. Một ranh giới thuận tiện khi phân chia là những hạt nhỏ nhất có thể nhìn thấy bằng mắt thường. Đất có những hạt lớn hơn hạt nhỏ nhất này (khoảng 0.05 mm) được gọi là các hạt lớn (hạt thô), trong khi đất nhỏ hơn cỡ những hạt này gọi là đất hạt mịn. Cát và cuội sỏi là những hạt thô còn bụi và sét là đất hạt mịn. Một cách thuận tiện khác để chia hay phân loại đất là theo tính dẻo và dính của nó (theo môn học vật lý: Tính dính là đặc tính các vật liệu có thể dính kết với nhau.

Bảng 2-2 Kết cấu và các đặc tính khác của các loại đất

Tên đất	Cuội sỏi, cát	Bụi	Sét
Kích thước hạt	Hạt thô, có thể nhìn các hạt bằng mắt thường	Hạt nhỏ, mịn không thể nhìn bằng mắt thường	Hạt nhỏ, mịn không thể nhìn bằng mắt thường
Đặc tính	Không dính Không dẻo Rời rạc	Không dính Không dẻo Rời rạc	Dính Dẻo
Ảnh hưởng của nước đến các tính chất xây dựng	Tương đối không quan trọng (Trừ trường hợp vật liệu rời bão hoà chịu tác dụng tải trọng động)	Quan trọng	Rất quan trọng
Ảnh hưởng của kích thước hạt đến tính chất xây dựng	Quan trọng	Tương đối không quan trọng	Tương đối không quan trọng

Ví dụ cát không có tính dẻo và cũng không có tính dính, trong khi đó sét có cả tính dẻo và dính. Bụi thì trong khoảng giữa của cát và sét đó là hạt mịn nhưng không có tính dẻo và dính. Các quan hệ này cũng như một số đặc tính xây dựng chung được trình bày ở bảng 2-2. Cần tiếp thu một số quy trình, tốt nhất được tiến hành trong phòng thí nghiệm, để nhận biết đất theo kết cấu và một số quy trình các đặc trưng chung khác như tính dẻo và tính dính.

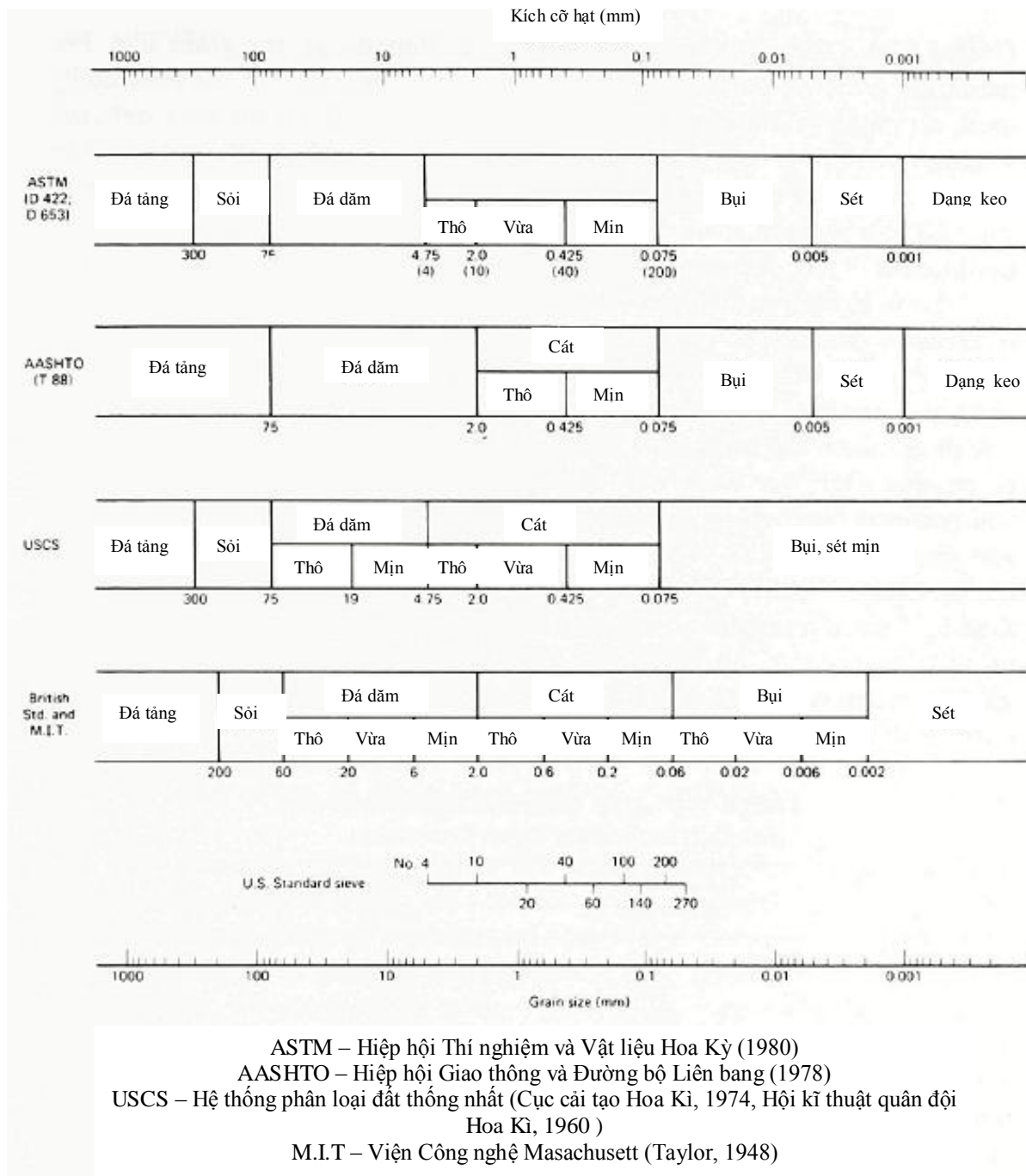
Cũng cần phải lưu ý là khái niệm sét đề cập đến cả khoáng vật đặc biệt gọi là khoáng vật sét (sẽ trình bày ở chương 4) và đất có chứa các khoáng vật sét. Ứng xử một số loại đất chịu ảnh hưởng mạnh bởi các loại khoáng vật sét trong đất. Trong địa kỹ thuật để đơn giản thường gọi các đất như vậy là sét, nhưng chúng ta nên hiểu là đất có chứa các khoáng vật sét có ảnh hưởng đến ứng xử của loại đất đó.

2.5 Kích thước hạt và phân bố kích cỡ hạt

Như đã đề xuất ở mục trước, kích thước của hạt đất, đặc biệt là đất hạt thô, ảnh hưởng nhiều đến tính chất xây dựng của nó. Vì vậy, với mục đích của phân loại đất, ta quan tâm đến các hạt hoặc đường kính hạt có trong một loại đất cụ thể cũng như là phân bố kích cỡ của các hạt này.

Kích cỡ hạt phân bố trong phạm vi rất lớn. Có thể phân chia đất có kích cỡ từ đá tảng, cuội có đường kính vài cm cho đến các hạt ở dạng keo siêu mịn. Loại lớn nhất có thể là ở bậc 10^8 , do đó thường xây dựng đường cong thành phần hạt dựa vào *hàm logarit* của đường kính trung bình hạt. Hình 2-3 chỉ ra các đường ranh giới giữa các kích cỡ cấu tạo khác nhau theo một số biểu đồ phân loại kỹ thuật phổ biến. Có thể nhận thấy rằng, theo cách truyền thống ở Mỹ thì các đơn vị biểu thị kích cỡ khác nhau phụ thuộc vào kích cỡ hạt. Đối với hạt có kích cỡ lớn hơn 5mm (khoảng $\frac{1}{4}$ in.), thì người ta hay dùng đơn vị *inch*, mặc dù cũng có thể dùng milimet. Kích cỡ hạt giữa 5mm và 0.074mm được phân loại dựa theo cỡ rây tiêu chuẩn Mỹ, tất nhiên có liên quan với kích cỡ hạt đặc trưng như đã chỉ ra trên Hình 2-3. Đất mịn hơn cỡ rây số 200, thường theo đơn vị milimet hoặc đối với các hạt có kích cỡ của các hạt keo rất mịn thì theo micromet.

Làm thế nào để có được sự phân bố kích cỡ hạt? Quá trình này được gọi là *phân tích cơ học* hay là *xác định thành phần hạt*. Đối với đất hạt thô, được thực hiện trên một mẫu đất khô rung cơ học qua một loạt rây lưới dẹt mắt vuông, đặt liên tiếp với các lỗ nhỏ dần. Khi biết tổng khối lượng mẫu, lượng phần trăm sót lại hoặc lọt qua mỗi cỡ rây có thể được xác định bằng cách cân lượng đất còn lại trên mỗi rây sau khi đã lắc hoặc rung. Các thao tác chi tiết của thí nghiệm này được nêu rõ trong ASTM- Hội thí nghiệm vật liệu Mỹ (1980), Kí hiệu C 136 và D 422. Tiêu chuẩn thí nghiệm AASHTO (1978) tương ứng là T 27 và T 88. Các cỡ rây tiêu chuẩn của Mỹ sử dụng chung cho các phân tích cỡ hạt đất được chỉ ra trên bảng 2-3. Các hạt đất ít khi là hạt hình cầu hoàn chỉnh, vì vậy khi nói đến đường kính hạt của đất, có nghĩa là đường kính *tương đương* đã được xác định bằng phân tích cỡ rây.



Hình 2-3 Phạm vi kích cỡ hạt theo một số hệ phân loại đất kỹ thuật (cải biến theo Al-Husaini, 1977)

Bảng 2-3 Các cỡ rây tiêu chuẩn Mỹ và kích cỡ lỗ tương ứng

Tiêu chuẩn Mỹ Số rây	Lỗ rây (mm)
4	4.75
10	2.00
20	0.85
40	0.425
60	0.25
100	0.15
140	0.106
200	0.075

Các phân tích rây không thực tế đối với lỗ rây nhỏ hơn khoảng 0.05 đến 0.075mm (Rây số 200, tiêu chuẩn Mỹ). Do đó đối với các hạt đất nhỏ mịn, bùn và đất sét, người ta thường dùng phương pháp *phân tích tỷ trọng kế*. Cơ sở của thí nghiệm này là định luật Stoke cho hạt cầu lắng xuống trong dung dịch nhớt, tốc độ lắng cuối cùng phụ thuộc vào đường kính hạt và mật độ của hạt trong huyền phù và dung dịch. Từ đó đường kính hạt được tính theo khi biết khoảng cách và thời gian chìm lắng. Tỷ trọng kế cũng có thể xác định được tỷ trọng của huyền phù, và tính được phần trăm hạt với đường kính hạt tương đương. Giống như phân tích rây, cũng xác định được phần trăm tổng mẫu vẫn còn trong huyền phù (hoặc gần như ra khỏi huyền phù). Quy trình cho thí nghiệm tỷ trọng kế được đưa ra bởi ASTM (1980), Kí hiệu D422 và AASHTO (1978) và Phương pháp tiêu chuẩn T88. USBR (1974) và Hiệp hội kỹ thuật quân đội Mỹ (1970) cũng có những tiêu chuẩn tương tự cho thí nghiệm này.

Sự phân bố lượng phần trăm của tổng mẫu nhỏ hơn cỡ rây cho sẵn hoặc đường kính hạt tính được có thể được biểu thị trên biểu đồ cột hay thông thường hơn là ở trên biểu đồ tích lũy tần suất. Kích cỡ hạt tương đương được vẽ theo tỉ lệ lôgarit trên trục hoành, trong khi phần trăm trọng lượng (hay khối lượng) của tổng mẫu hoặc lọt qua (phần mịn hơn) hoặc sót lại (phần thô hơn) được vẽ theo số học trên tung độ (Hình 2-4). Cần nhớ rằng hình này có thể chỉ vẽ được với những kích cỡ hạt nhỏ hơn theo hướng về bên phải. Một vài phân bố kích cỡ hạt đặc trưng được biểu diễn trên Hình 2-4. Đất cấp phối tốt biểu thị các kích cỡ hạt trong một khoảng rộng, và đường cong thành phần hạt trơn và nói chung là lõm lên (concave upward). Trong khi, đất cấp phối kém là đất có quá nhiều hay quá ít số hạt kích cỡ nhất định hoặc hầu hết các hạt có cùng kích cỡ. Phân bố *đồng đều* trên Hình 2-4 là một ví dụ của một loại đất cấp phối kém. Đất cấp phối không liên tục hay gián đoạn cấp phối trên hình này cũng là đất cấp phối kém; trong trường hợp này, phần kích cỡ hạt giữa 0.5 và 0.1mm là rất ít.

Chúng ta có thể tìm được những đại lượng thống kê thông thường (trung bình, đường trung bình, độ lệch tiêu chuẩn, v.v..) cho đường cong thành phần hạt, nhưng điều này được làm phổ biến trong thạch học trầm tích hơn là trong cơ học đất. Tất nhiên ta quan tâm đến phạm vi đường kính hạt tìm được của mẫu. Bên cạnh đó, ta dùng các đường kính hạt D phù hợp với giá trị tương đương với “phần trăm lọt” (“percent passing”) trên đường cong thành phần hạt. Ví dụ, D_{10} là đường kính của cỡ hạt tương ứng 10% khối lượng mẫu qua rây. Nói cách khác, 10% các hạt có kích cỡ nhỏ hơn đường kính D_{10} . Đại lượng này được đặt trên đường cong thành phần hạt (GSD – grain size distribution) dọc theo trục của kích cỡ hạt, và nó còn được gọi là *đường kính hiệu quả*. Hệ số đồng đều C_u là một thông số hình dạng thô được biểu thị qua công thức:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (2-19)$$

Trong đó D_{60} = đường kính hạt (tính bằng mm) chiếm ít nhất 60% mẫu, và

D_{10} = đường kính hạt (tính bằng mm) chiếm ít nhất 10% mẫu, tính theo trọng lượng (hoặc khối lượng).

Trên thực tế, hệ số đồng đều bị gọi sai tên khi hệ số này càng nhỏ thì sự đồng đều càng tăng. Do đó nó thực ra là hệ số “không đồng đều”. Ví dụ, loại đất có $C_u = 1$ thì chỉ có một cỡ hạt duy nhất. Loại đất cấp phối rất kém như cát biển chẳng hạn, có C_u bằng 2 hoặc 3, trong khi đất cấp phối rất tốt có thể có C_u lên đến 15 hoặc lớn hơn. Có khi, hệ số C_u lên đến 1000 hoặc hơn nữa. Ví dụ, đất sét làm lõi của đập Oroville ở California có hệ số C_u khoảng 400-500; phạm vi kích cỡ hạt từ những đá tảng lớn cho đến các hạt sét rất mịn.

Một đại lượng khác cũng hay dùng để phân loại đất là *hệ số cấp phối* C_c :

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10})(D_{60})} \quad (2-20)$$

Trong đó D_{30} = đường kính hạt cực đại (tính bằng mm) chiếm ít nhất 30% mẫu.

Các đại lượng khác đã được đề cập đến ở trên.

Đất có hệ số cấp phối từ 1-3 được coi là cấp phối tốt, trong khi đó C_u cũng lớn hơn 4 đối với cuội sỏi và lớn hơn 6 đối với cát.

Ví dụ 2.7:

Đường cong thành phần hạt cho trên Hình 2.4.

Yêu cầu:

Xác định D_{10} , C_u , và C_c cho mỗi đường cong thành phần hạt.

Bài giải:

Theo công thức 2-19 và 2-20, ta cần tính D_{10} , D_{30} , D_{60} cho mỗi đường cong trên Hình 2.4.

- a. Đất cấp phối tốt, chỉ cần xác định đường kính của những hạt chiếm 10%, 30%, 60% khối lượng.

$$D_{10} = 0.02\text{mm}, \quad D_{30} = 0.6\text{mm}, \quad D_{60} = 9\text{mm},$$

Từ công thức 2-19,

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{9}{0.02} = 450$$

Từ công thức 2-20,

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10})(D_{60})} = \frac{(0.6)^2}{(0.02)(9)} = 2$$

Vì $C_u > 15$ và C_c nằm trong phạm vi từ 1 đến 3, đất này là đất cấp phối tốt.

- b. Đất cấp phối gián đoạn, làm tương tự như phần (a), ta có:

$$D_{10} = 0.022\text{mm}, \quad D_{30} = 0.052\text{mm}, \quad D_{60} = 1.2\text{mm},$$

Từ công thức 2-19,

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{1.2}{0.022} = 55$$

Từ công thức 2-20,

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10})(D_{60})} = \frac{(0.052)^2}{(0.022)(1.2)} = 0.1$$

Mặc dù theo chỉ tiêu đánh giá hệ số đồng đều, thì đất này là cấp phối tốt, nhưng lại không đạt khi đánh giá theo chỉ tiêu hệ số cấp phối. Do vậy đây là đất cấp phối kém.

c. Đất đồng đều, làm tương tự như phần (a), ta có:

$$D_{10} = 0.3\text{mm}, \quad D_{30} = 0.43\text{mm}, \quad D_{60} = 0.55\text{mm},$$

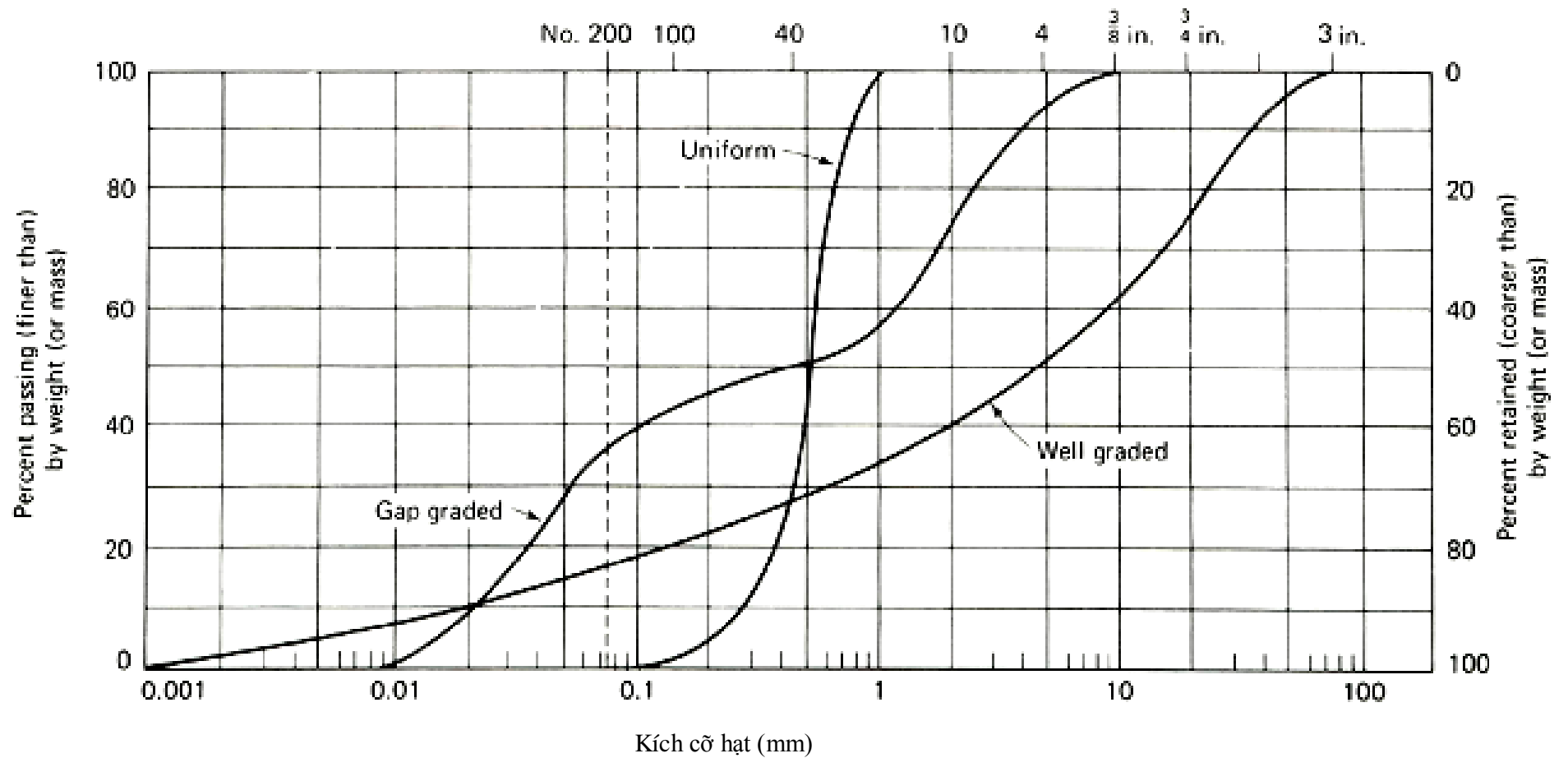
Từ công thức 2-19 và 2-20 có:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.55}{0.3} = 1.8$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10})(D_{60})} = \frac{(0.43)^2}{(0.3)(0.55)} = 1.12$$

Loại đất này vẫn là đất cấp phối kém mặc dù hệ số C_c hơi lớn hơn đơn vị; hệ số C_u lại rất nhỏ.

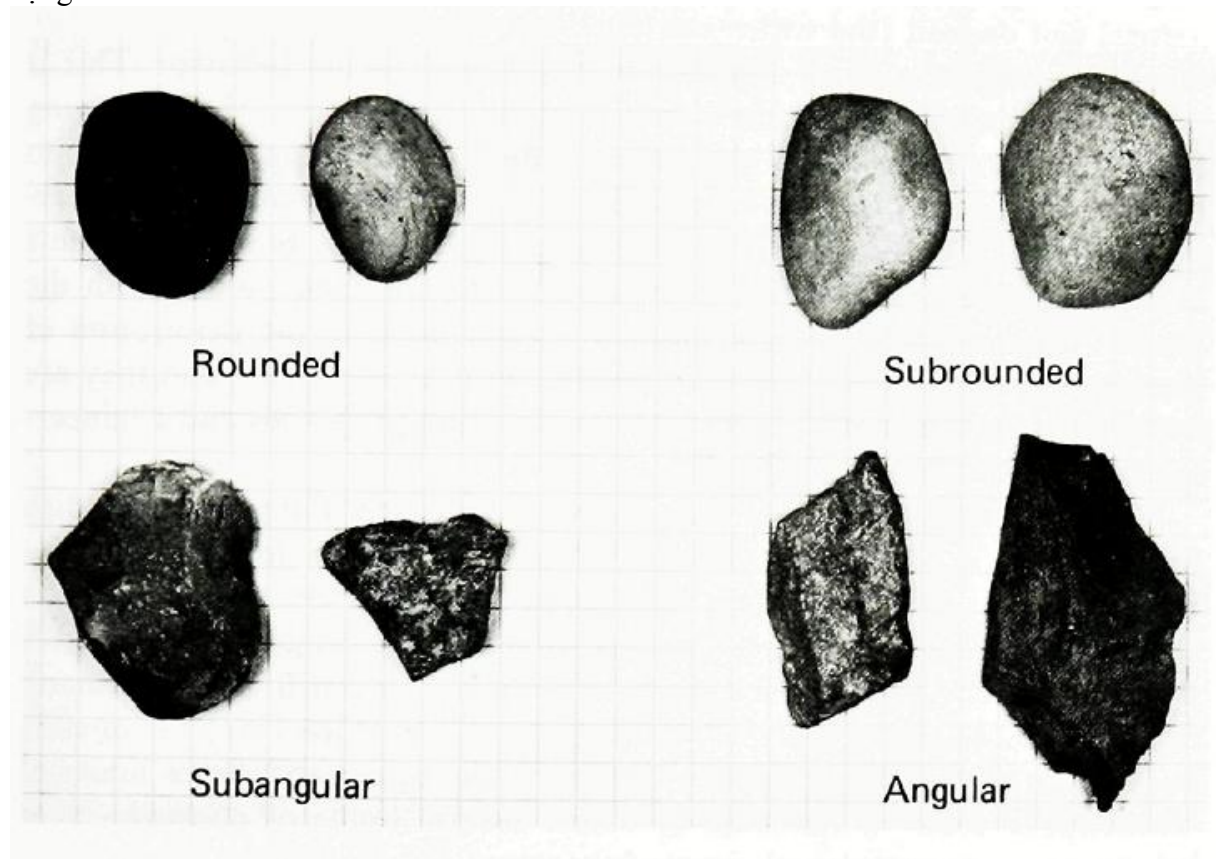
Phân tích sàng (sàng Tiêu chuẩn Hoa Kỳ)



Hình 2.4 Phân bố kích cỡ hạt tiêu chuẩn

2.6 Hình dạng hạt đất

Hình dạng của từng hạt đất ít nhất cũng quan trọng như sự phân bố kích thước hạt, trong ảnh hưởng đến sự đáp ứng kỹ thuật của đất dạng hạt. Có thể xác định được số lượng hình dạng hạt dựa theo quy luật phát triển của thạch học trầm tích, nhưng đối với mục đích địa kỹ thuật, sự mài nhẵn như thế hiếm khi được chấp nhận. Những chỉ tiên hành xác định định tính hình dạng như một phần của phân loại đất bằng mắt. Đất hạt thô nói chung được phân loại theo hình dạng như trên Hình 2.5.



Hình 2.5: Hình dạng đặc thù của các hạt thô lớn (Hình chụp của M. Surendra)

Có thể phân biệt giữa các hạt lớn và hạt dạng hình kim hay dạng vảy. Các lớp mica là một ví dụ điển hình của hạt dạng vảy và cát Ottawa cho ví dụ về hạt lớn. Các hình trụ của mỗi dạng khác nhau rất nhiều trong ứng xử khi bị nén bởi pittông. Các hạt lớn khó nén hơn cả, ngay cả khi ở trạng thái rất rời, nhưng các lớp mica khi nén, thậm chí dưới áp lực nhỏ, cũng giảm đi một nửa thể tích ban đầu của chúng. Khi nghiên cứu cường độ chống cắt của cát, hình dạng hạt là yếu tố rất quan trọng khi xác định các đặc tính ma sát của đất dạng hạt.

2.7 Các giới hạn Atterberg và các chỉ số độ chặt

Như chúng ta đã đề cập đến (Bảng 2-2), sự có mặt của nước trong các lỗ rỗng của đất có thể ảnh hưởng đặc biệt đến ứng xử kỹ thuật của đất hạt mịn. Không chỉ quan trọng là chứa bao nhiêu nước trong một lớp đất trầm tích tự nhiên (độ ẩm), ví dụ, mà ta cần so sánh hoặc phân loại độ ẩm này trên cơ sở một vài tiêu chuẩn về ứng xử kỹ thuật. Đó chính là các giới hạn Atterberg – những giới hạn rất quan trọng của ứng xử kỹ thuật. Nếu ta biết được độ ẩm của mẫu liên quan đến giới hạn Atterberg đến đâu, thì ta sẽ biết được rõ về sự đáp ứng kỹ thuật của những mẫu này. Các giới hạn Atterberg – là những độ ẩm ở giới hạn đã biết hoặc các giai đoạn tới hạn trong ứng xử của đất. Chúng, cùng với độ ẩm tự nhiên, là những chỉ tiêu quan trọng nhất trong mô tả đất hạt mịn. Chúng được dùng trong việc phân loại những loại đất này, và cũng hữu ích khi liên hệ với những đặc tính kỹ thuật và ứng xử kỹ thuật của đất hạt mịn.

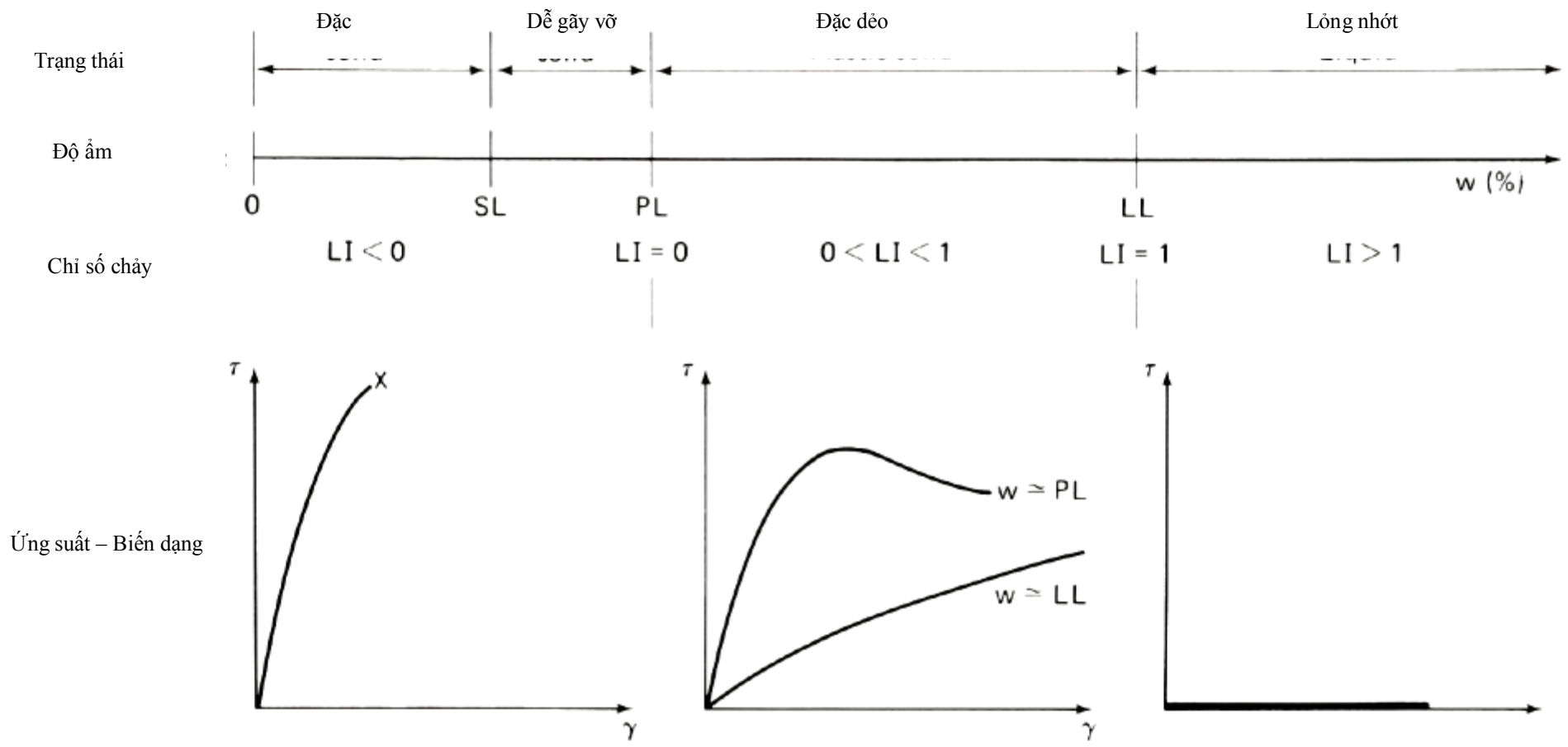
Giới hạn Atterberg được nghiên cứu vào đầu những năm 1900 bởi nhà khoa học thổ nhưỡng người Thụy Điển, A. Atterberg (1911). Ông đã làm việc trong ngành công nghiệp gốm, và trong thời gian đó đã tiến hành làm một số thí nghiệm mô tả độ dẻo của đất sét, vì nó quan trọng trong cả việc đúc khuôn sét thành gạch, nhằm tránh ép co và gãy vỡ khi nung. Sau rất nhiều thực nghiệm, Atterberg phát hiện là có ít nhất hai tham số cần biết để xác định độ dẻo của đất sét – giới hạn dưới và giới hạn trên của độ dẻo. Trên thực tế, ông đã có thể xác định được một vài giới hạn của độ sét hay ứng xử và ông ta đã đưa ra những thí nghiệm trong phòng đơn giản để xác định những giới hạn này. Đó là các giới hạn:

1. Giới hạn trên của dòng nhót.
2. Giới hạn chảy – giới hạn dưới của dòng nhót.
3. Giới hạn nhót – đất sét làm mất đi sự kết dính với lưỡi kim loại.
4. Giới hạn dính – các hạt ngừng dính với nhau.
5. Giới hạn dẻo – giới hạn dưới của trạng thái dẻo.
6. Giới hạn co – giới hạn dưới của biến đổi thể tích.

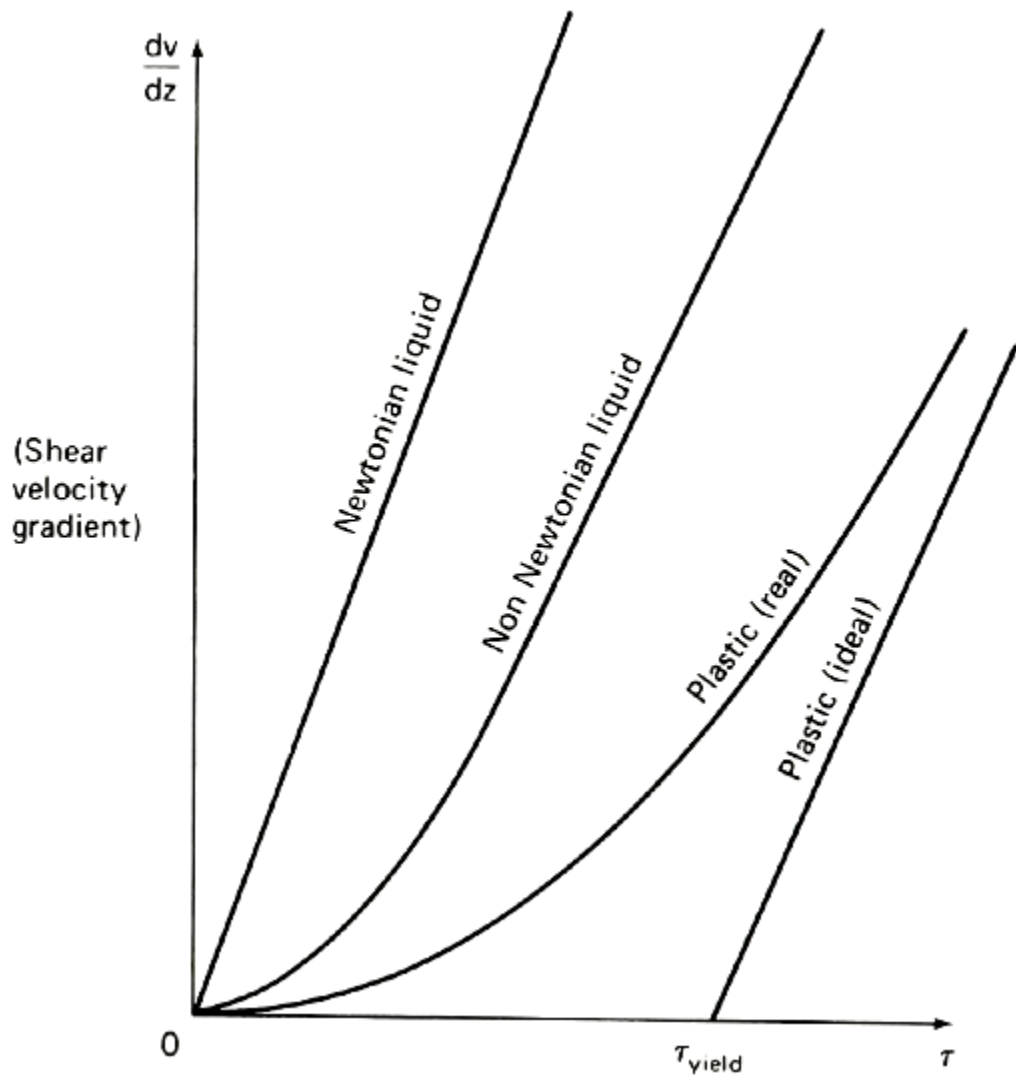
Ông ta cũng xác định được *chỉ số dẻo*, là phạm vi độ ẩm khi đất ở trạng thái dẻo, và ông cũng là người đầu tiên đề nghị lấy dùng nó để phân loại đất. Sau đó, vào cuối năm 1920, K. Terzaghi và A. Casagrande (1932b), khi làm việc cho Cục giao thông Mỹ, đã tiêu chuẩn hóa các giới hạn Atterberg để chúng có thể dễ dàng được dùng vào mục đích phân loại đất. Trong hoạt động địa kỹ thuật hiện nay ta thường dùng giới hạn chảy (LL – liquid limit hoặc w_L), giới hạn dẻo (PL – plastic limit hoặc w_P) và đôi khi dùng giới hạn co (SL – shrinkage limit hoặc w_S). Giới hạn nhót và giới hạn dính được dùng thông dụng hơn trong công nghệ làm đồ gốm và nông nghiệp.

Vì các giới hạn Atterberg là những độ ẩm khi ứng xử của đất thay đổi, ta có thể biểu diễn các giới hạn này khi độ ẩm liên tục như trên Hình 2.6. Đồng thời cũng cho thấy các loại ứng xử của đất ứng với các phạm vi độ ẩm đã cho. Khi độ ẩm tăng, trạng thái của đất thay đổi từ dạng rắn, dễ gãy vỡ sang dạng đặc dẻo và sau đó sang chất lỏng nhót. Ta cũng có thể biểu diễn trên cùng môi trường độ ẩm liên tục phản ứng của vật liệu nói chung (biểu đồ ứng suất biến dạng) tương ứng theo các trạng thái trên.

Ta có thể gọi các đường cong vẽ trên Hình 2.7 theo cơ học chất lỏng, ở đây gradien tốc độ trượt được vẽ theo ứng suất cắt. Phụ thuộc vào độ ẩm, đất có thể được biểu diễn đặc trưng bằng tất cả các đường cong trên (ngoại trừ đường chất lỏng Newton lý tưởng). Cũng cần lưu ý đến sự khác nhau của biểu đồ ứng suất-biến dạng của các vật liệu kỹ thuật khác như thép, bê tông hay gỗ.



Hình 2.6: Độ ẩm liên tục cho thấy những trạng thái khác nhau của đất cũng như biểu đồ ứng suất-biến dạng được khái quát hóa

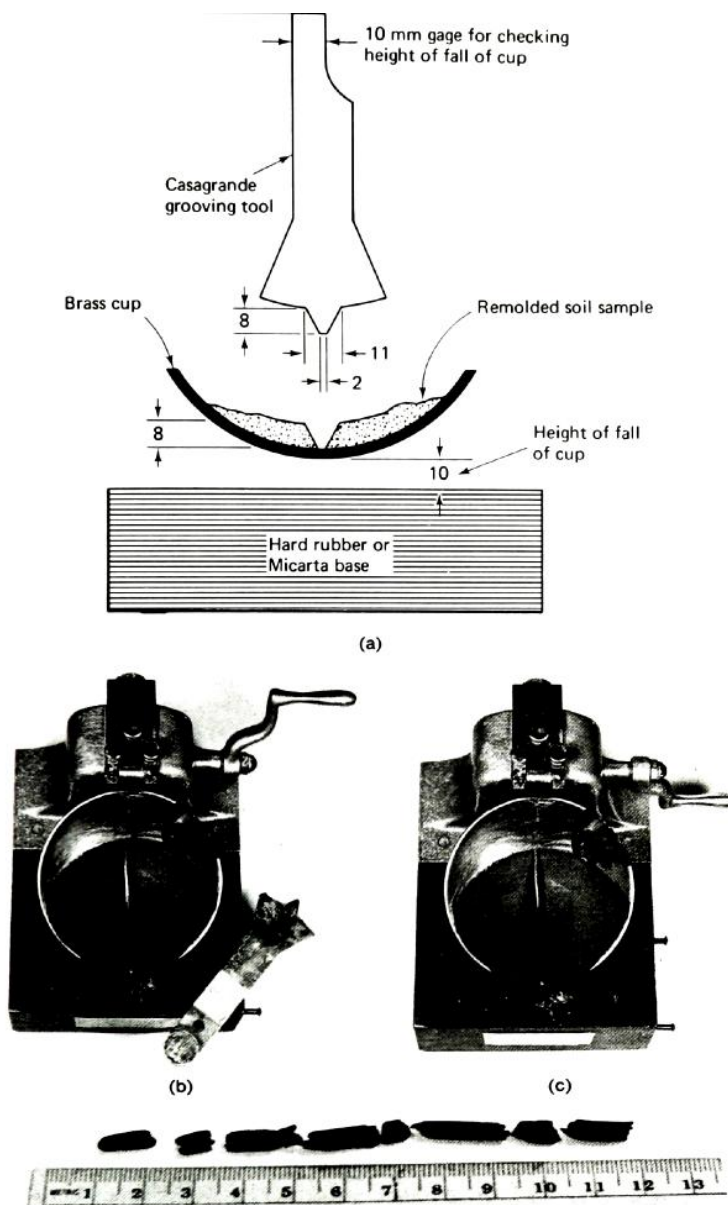


Hình 2.7: Ứng xử của một số vật liệu trong đó có đất trong một phạm vi độ ẩm

Các thí nghiệm về giới hạn độ sệt ban đầu của Atterberg phần nhiều là ngẫu nhiên và không dễ dàng lặp lại được, đặc biệt là bởi những người thao tác thiếu kinh nghiệm. Như đã đề cập, Casagrande (1932b, 1958) tiến hành chuẩn hóa các thí nghiệm, và ông đã phát kiến được thiết bị xác định giới hạn chảy (LL) (Hình 2.8) vì vậy thí nghiệm không phụ thuộc nhiều vào nguồn thí nghiệm. Ông đã xác định giới hạn chảy là độ ẩm của đất mà trong mẫu đất này, tại rãnh cắt tiêu chuẩn bằng dao cắt rãnh (Hình 2.8a,b) sẽ khép lại một đoạn chừng 13mm (1/2 in.) tại lần gõ thứ 25 vào bát Giới hạn chảy khi bát rơi từ độ cao 10mm xuống một bề cao su cứng hoặc bề chất cách điện micarta dẻo (Hình 2.8c). Trong thực tế, rất khó để trộn đất để cho rãnh khép kín xảy ra chính xác tại lần gõ 25, nhưng Casagrande phát hiện ra rằng nếu ta dùng độ ẩm của thí nghiệm nơi tạo độ khép kín tại số lần bát trên trục tọa độ lôgarit của số lần gõ, ta sẽ nhận được một đường thẳng gọi là *đường độ chảy*. Đường độ chảy cắt ngang lần gõ thứ 25, thì độ ẩm tại thời điểm đó được xác định là giới hạn chảy.

Thí nghiệm về giới hạn dẻo (PL) thì có phần ngẫu nhiên hơn, và nó đòi hỏi một vài thực nghiệm để đạt được độ sệt và lặp lại kết quả được. Giới hạn dẻo được xác định tại độ ẩm khi đất *bắt đầu* xuất hiện một đường đứt gãy trong quá trình lăn đất cho đến khi đạt đường kính là 3mm (1/8 in.). Đất sẽ đứt gãy thành những đoạn có độ dài từ 3mm đến 10mm (1/8 in. đến 3/8 in.). Nếu đoạn đứt gãy lăn được ở đường kính nhỏ hơn, thì đất quá ướt (ở trên giới hạn dẻo); nếu đất đứt

gãy trước khi đạt được đường kính 3mm (1/8 in.) thì đã vượt quá giới hạn dẻo. Quá trình lăn đất đạt giới hạn dẻo thành các đoạn đứt gãy được thấy trên Hình 2.8d.



Hình 2.8 (a) Sơ đồ thiết bị xác định giới hạn chảy Casagrande và dao cắt rãnh; kích thước bằng milimet. (b) Dao cắt trước khi quay tay quay. (c) Sau khi quay tay quay để áp dụng đủ số lần gõ bát để khép rãnh 13mm. (d) Các đoạn đất ở giới hạn dẻo. Từ (a) đến (c) theo Hansbo (1975).

Tuy các thí nghiệm về giới hạn chảy và giới hạn dẻo dường như đơn giản, nhưng cả hai thí nghiệm này đều phải thành thực để có được các kết quả thích hợp. Tại Thụy Điển, thí nghiệm thả cầu nón được dùng để xác định giới hạn chảy (Hansbo, 1957). Thí nghiệm này cho kết quả thích hợp hơn thiết bị Casagrande, đặc biệt là với đất sét Thụy Điển, và có phần đơn giản hơn và nhanh hơn khi sử dụng. Karlsson (1977) đã trình bày một báo cáo thú vị về độ tin cậy của hai phương pháp thí nghiệm này.

Đôi khi có thể sử dụng thí nghiệm giới hạn chảy một điểm vì các loại đất có nguồn gốc địa chất tương tự nhau, thì có độ dốc của các đường cong chảy giống nhau. Do đó tất cả những gì

ta cần làm là tìm độ ẩm w_n của mẫu ứng với độ khép của đường rãnh tại lần gõ thứ n , và sử dụng mối quan hệ sau:

$$LL = w_n \left(\frac{n}{25} \right)^{\tan \beta} \quad (2-21)$$

Trong đó $\tan \beta$ – độ dốc của đường cong chảy.

Để đạt được kết quả tốt nhất, số lần gõ n tốt nhất từ 10 đến 40. Lambe (1951), Hội các kỹ sư quân đội Mỹ và Karlsson (1977) đã có các báo cáo hay về thí nghiệm xác định giới hạn chảy một điểm.

Có thể thấy rằng chúng ta đã không đề cập đến các qui trình ASTM cho các thí nghiệm giới hạn Atterberg. Chúng tôi không giới thiệu các qui trình ASTM vì lý do duy nhất, các giới hạn được tiến hành trên các mẫu khô gió. Đối với một số loại đất, qui trình như thế này sẽ cho những kết quả rất khác nhau, so với nếu các giới hạn được xác định ở độ ẩm tự nhiên (Karlsson, 1977). Một vấn đề khác với ASTM là dao cắt rãnh cho thí nghiệm xác định giới hạn chảy. Nó không cho phép bất kỳ sự điều chỉnh độ cao của dao cắt, và do vậy sẽ cho các kết quả không phù hợp. Chính vì lý do này, ta nên dùng dao cắt rãnh Casagrande (Hình 2.8).

Giới hạn chảy có thể nằm trong phạm vi từ 0 đến 1000, nhưng hầu hết các loại đất có giới hạn chảy (LL) nhỏ hơn 100. Giới hạn dẻo thì có thể trong phạm vi từ 0 đến 100 hoặc hơn thế, nhưng hầu hết là nhỏ hơn 40. Mặc dù các giới hạn Atterberg thực ra là các độ ẩm, chúng cũng là các đường biên giữa các ứng xử kỹ thuật khác nhau, và Casagrande (1948) kiến nghị là các giá trị được báo cáo *không* biểu hiện bằng phần trăm. Chúng là *những số* được dùng để phân loại đất hạt mịn, và là chỉ số ứng xử của đất. Tuy nhiên, ta cũng sẽ thấy các giới hạn thường ghi bằng cả hai cách và sử dụng cả hai kí hiệu: LL và PL, và w_L và w_P với phần trăm.

Các giới hạn Atterberg khác đôi khi dùng trong thực tiễn địa kỹ thuật, giới hạn co ngót, sẽ được bàn đến chi tiết trong Chương 6.

Ta đã đề cập ở phần trước là Atterberg cũng xác định một chỉ số được gọi là *chỉ số dẻo* để mô tả phạm vi độ ẩm mà đất ở trạng thái dẻo. Chỉ số dẻo, PI-plastic index hay I_p , vì vậy là số bằng hiệu của LL và PL, hoặc:

$$PI = LL - PL \quad (2-22)$$

PI hữu hiệu trong phân loại kỹ thuật đất hạt mịn, và rất nhiều đặc trưng kỹ thuật được có sự liên hệ thực nghiệm với PI.

Đầu tiên khi bàn về các giới hạn Atterberg, ta đã muốn so sánh hoặc lấy tỉ lệ giữa độ ẩm với một vài giới hạn xác định hoặc các biên hay đặc trưng kỹ thuật. Bằng cách này, ta sẽ biết là mẫu đất có ứng xử như một chất dẻo, hay là chất rắn dễ gãy, hoặc thậm chí có thể là lỏng. Chỉ số để đánh giá độ ẩm tự nhiên của một mẫu đất là chỉ số chảy, LI hay I_L , được xác định:

$$LI = \frac{w_n - PL}{PI} \quad (2-23)$$

Trong đó w_n là độ ẩm tự nhiên của mẫu đất thí nghiệm.

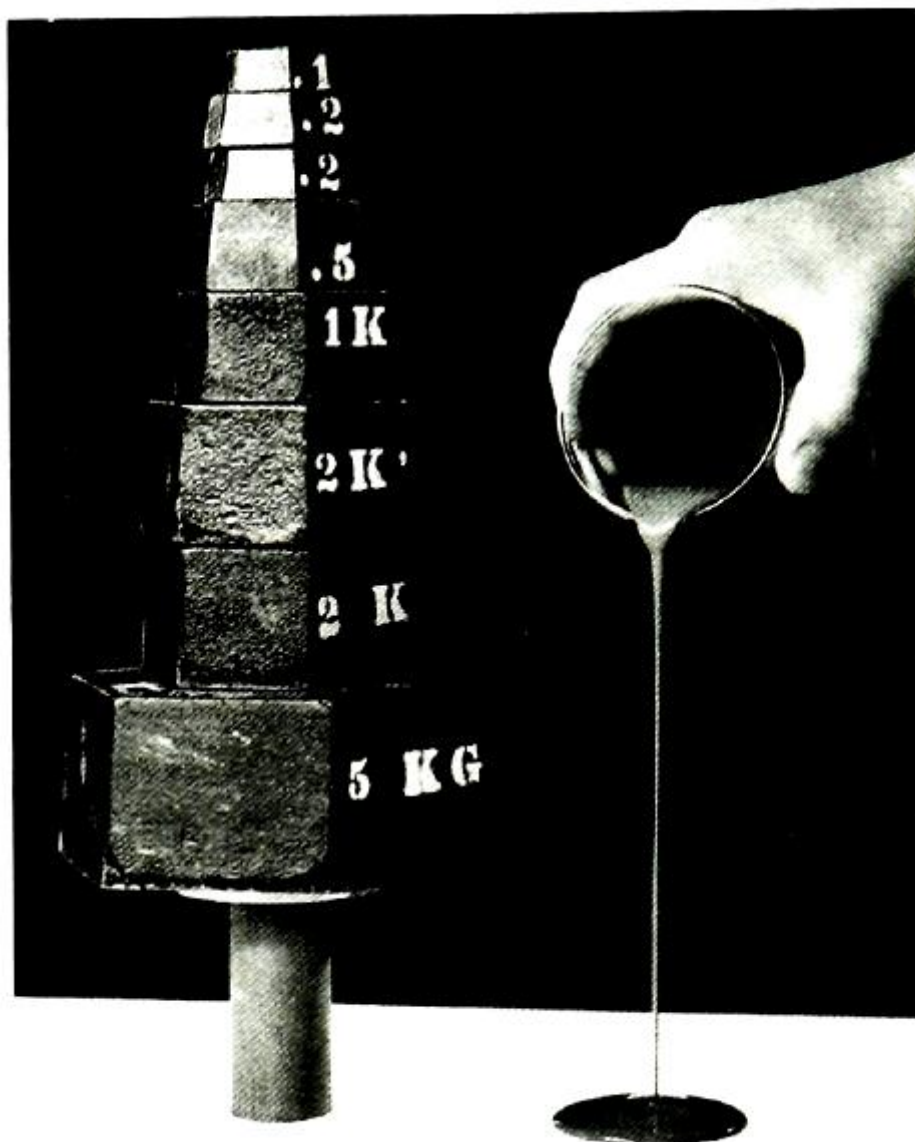
Nếu $LI \leq 0$, thì từ đường độ ẩm liên tục trên Hình 2.6, ta có thể biết rằng đất ở trạng thái giòn nếu bị cắt.

Nếu $0 < LI < 1$, thì đất ở trạng thái dẻo.

Nếu $LI \geq 1$, thì đất ở sẽ ở dạng chất lỏng rất nhớt khi bị cắt.

Những loại đất này có thể cực kì nhạy khi kết cấu đất bị phá vỡ. Với điều kiện mẫu đất không bị phá hoại theo cách nào thì chúng có thể tương đối bền vững, nhưng vì một vài lí do nào đó chúng bị cắt và kết cấu đất bị phá vỡ, đất có thể chảy như một chất lỏng. Có nhiều lớp trầm tích *sét siêu nhạy* (chảy) ở phía Đông Canada và Scandinavia. Hình 2.9 cho thấy một mẫu đất sét Leda lấy từ Ottawa, Ontario ở trạng thái nguyên dạng và chế bị đều ở cùng một độ ẩm. Mẫu nguyên dạng có thể chịu được áp lực thẳng lớn hơn 100kPa; trong khi mẫu chế bị, thì lại giống như chất lỏng.

Tuy không nhấn mạnh ở phần trên, nhưng các giới hạn được xác định ở đất chế bị, và khi bàn đến kết cấu của các loại đất sét trong Chương 4, ta sẽ thấy kết cấu tự nhiên của đất chi phối rất mạnh ứng xử kĩ thuật của nó. Vậy giới hạn Atterberg sẽ được dùng thế nào? Chúng được dùng theo thực nghiệm, có nghĩa là, chúng tương quan với các đặc trưng và ứng xử kĩ thuật vì *cả giới hạn Atterberg và đặc trưng kĩ thuật đều chịu những tác động giống nhau*. Một số tác động phải kể đến bao gồm các khoáng vật sét, các ion trong nước lỗ rỗng, lịch sử chịu áp lực của đất trầm tích, v.v Và những tác động này sẽ được bàn đến chi tiết trong chương về kết cấu đất (Chương 4). Đến đây ta hoàn toàn thừa nhận là các giới hạn Atterberg thực nghiệm, đơn giản rất hữu ích khi phân loại đất cho các mục đích kĩ thuật và chúng tương quan tương đối tốt với ứng xử kĩ thuật của đất.



Hình 2.9 (a) Mẫu đất sét Leda nguyên dạng và (b) chế bị lấy từ Ottawa, Ontario (Ảnh chụp của D.C. Macililan, Bộ phận nghiên cứu Xây dựng, Hội đồng nghiên cứu quốc gia Canada)

CHƯƠNG 3

PHÂN LOẠI ĐẤT

3.1 Mở đầu

Từ những khái niệm về kết cấu và cấp phối hạt của đất đã được đề cập ở chương 2, chúng ta sẽ đưa ra các tiêu chuẩn để phân loại đất trong chương 3. Ở mục 2.4, cát và sỏi được xem như là những hạt thô trong khi bụi và sét thì được coi như là những hạt mịn. Trong mục 2.5, chúng ta đã đưa ra bảng phân chia cỡ hạt và nhóm hạt cho đất (hình 2.3) theo các tiêu chuẩn ASTM hay