

CHƯƠNG 3

3.1. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

3.1.1. Hệ thống phân loại đất thống nhất

Hệ thống này phân loại đất thành hai nhóm lớn:

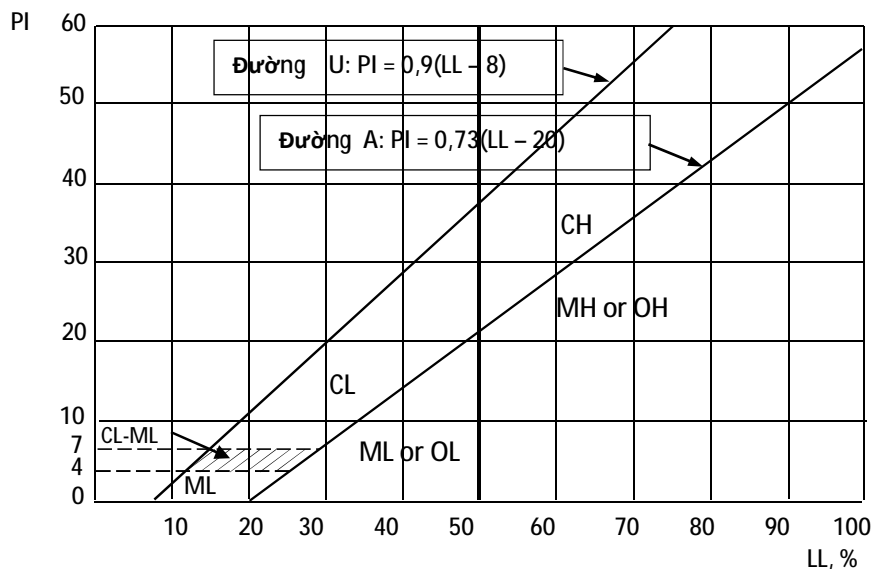
- (1) Đất hạt thô gồm sỏi sạn và cát với ít hơn 50% đi qua sàng 200. Ký hiệu nhóm bắt đầu bằng chữ G (sỏi) hay S (cát).
- (2) Đất hạt mịn với 50% hay nhiều hơn đi qua sàng 200. Ký hiệu nhóm bắt đầu bằng chữ M (bụi), C (sét) hay O (đất bụi và sét hữu cơ). Bên cạnh đó, Pt để chỉ đất than bùn, đất tạt hay những thứ đất nhiều hữu cơ khác.

Để phân loại theo hệ thống này, chúng ta cần biết các thông tin sau:

- Phần trăm hạt sỏi (hàm lượng % lọt sàng 76.2mm và được giữ lại trên sàng số 4 – sàng có kích thước lỗ sàng 4.75mm).
- Phần trăm hạt cát (hàm lượng % lọt sàng số 4 và được giữ lại trên sàng số 200 – sàng có kích thước lỗ sàng 0.075mm).
- Phần trăm hạt sỏi (% dưới sàng số 200).
- Hệ số đồng nhất (C_u) và hệ số đường cong (C_c).
- Giới hạn chảy và chỉ số dẻo (phần đất lọt sàng số 40).

Các ký hiệu khác được sử dụng để phân loại:

- W: cấp phối tốt
- P: cấp phối kém
- L: độ dẻo thấp ($LL < 50$)
- L: độ dẻo cao ($LL \geq 50$)



Hình 3.1. Biểu đồ dẻo Casagrande (theo Casagrande, 1948 và Howard, 1977)

Tiêu chí để gán ký hiệu nhóm				Ký hiệu nhóm	
Đất hạt thô Hơn 50% trên sàng số 200	Sỏi Hơn 50% trên sàng số 4	Sỏi sạch	$C_u \geq 4$ và $1 \leq C_c \leq 3$	GW	
		Ít hơn 5% hạt mịn	$C_u < 4$ và/hoặc $1 > C_c > 3$	GP	
		Sỏi có hạt mịn	$PI < 4$ hay đồ thị nằm dưới đường A	GM	
		Nhiều hơn 5% hạt mịn	$PI > 7$ hay đồ thị nằm trên đường A	GC	
	Cát 50% hay nhiều hơn của phần thô lọt sàng số 4	Cát sạch	$C_u \geq 6$ và $1 \leq C_c \leq 3$	SW	
		Ít hơn 5% hạt mịn	$C_u < 6$ và/hoặc $1 > C_c > 3$	SP	
		Cát có hạt mịn	$PI < 4$ hay đồ thị nằm dưới đường A	SM	
		Nhiều hơn 5% hạt mịn	$PI > 7$ hay đồ thị nằm trên đường A	SC	
Đất hạt mịn 50% hay nhiều hơn lọt sàng số 200	Đất bụi và đất sét Giới hạn chảy < 50	Vô cơ	$PI > 7$ hay đồ thị nằm trên đường A	CL	
			$PI < 4$ hay đồ thị nằm dưới đường A	ML	
	Hữu cơ	Giới hạn chảy – sảy	< 0.75; xem hình 3.1, vùng OL	OL	
		Giới hạn chảy – không sảy			
	Đất bụi và đất sét Giới hạn chảy \geq 50	Vô cơ	Đồ thị PI nằm trên đường A	CH	
			Đồ thị PI nằm dưới đường A	MH	
		Hữu cơ	Giới hạn chảy – sảy	< 0.75; xem hình 3.1, vùng OH	OH
			Giới hạn chảy – không sảy		
Đất nhiều hữu cơ	Chủ yếu là chất hữu cơ, màu sậm và mùi hữu cơ			Pt	

Bảng 3.1. Phân loại đất theo USCS

3.1.2. Phân loại theo AASHTO

Bảng 3.2. Phân chia nhóm hạt theo hệ thống AASHTO.

Nhóm hạt	Đường kính hạt, d (mm)
Đá lẫn, đá tảng	>75
Sỏi	75 – 2 (No. 10)
Cát thô	2 – 0,425 (No. 40)
Cát mịn	0,425 – 0,074 (No. 200)
Bụi – sét (bao gồm bụi và sét)	< 0,074

Bảng 3.3. Phân loại đất theo hệ ASSHTO

Phân loại tổng quát	Vật liệu rời ($\leq 35\%$ lọt sàng 0,075mm – No. 200)							Vật liệu sét – bụi ($\geq 35\%$ lọt sàng 75 μ m)				
	A-1		A-3*	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Sàng phân tích, % lọt												
2mm (rây No. 10)	50max	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
0,425mm (rây No.40)	30max	50max	51min	-	-		-	-	-	-	-	-
0,075mm (No.200)	15max	25max	10max	35max	35max	35max	35max	36min	36min	36min	36min	36min
Đặc trưng của phần lọt qua sàng 0,425mm (rây No.40)												
Giới hạn chảy, W_L	-	-	-	40max	41min	40max	41min	40max	41min	40max	41min	41min
Chỉ số dẻo, I_p	6max		N.P**	10max	10max	11min	11min	10max	10max	11min	11min	11min***
Các loại đất thường gặp	Đá mảnh, sạn và cát.		Cát mịn.	Sạn lẫn bụi hoặc sét và cát.				Đất loại bụi (phù sa).		Đất loại sét.		
Đánh giá tổng quát làm nền đường. (subgrade)	Tuyệt vời đến tốt.							Bình thường đến kém.				

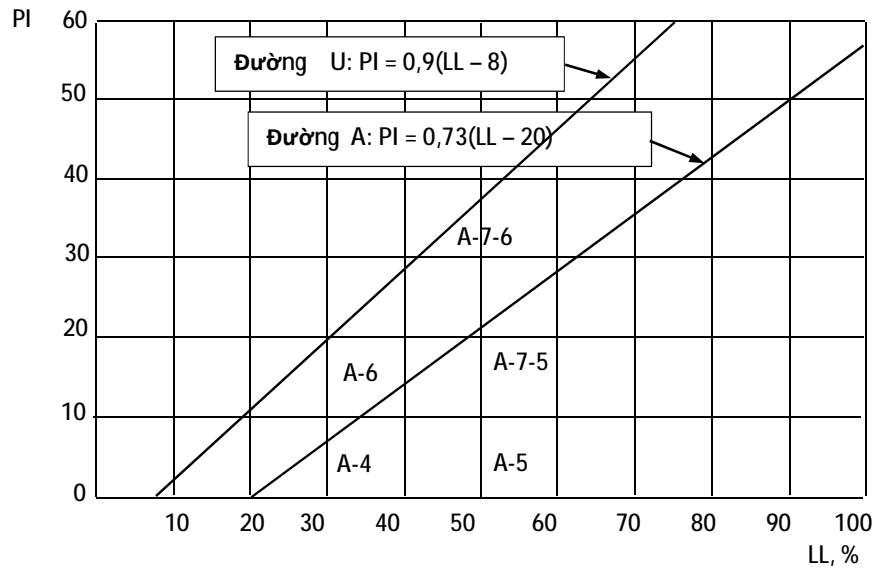
Chú thích:

*. Vị trí A-3 được phân loại nằm trước A-2 cho đánh giá thuận theo quá trình, không có nghĩa A-3 nằm trên A-2.

**.. Không dẻo.

***. Chỉ số dẻo của phụ nhóm A-7-5 $\leq (LL - 30)$ và A-7-6 $\geq (LL - 30)$.

Cách thức phân loại:



Hình 3.2. Biểu đồ phạm vi giới hạn chảy và chỉ số dẻo của nhóm A-4, A-5, A-6 và A-7.

Để xác định được nhóm đất cần tìm chúng ta rà soát theo thứ tự trái sang phải ở bảng 3.3. Việc đánh giá đất trong từng nhóm dựa vào chỉ số nhóm được xác định theo công thức (3.1) hay toán đồ (hình 3.2):

$$\text{Chỉ số nhóm} = (F - 35)[0,2 + 0,005(LL - 40)] + 0,01(F - 15)(PI - 10) \quad (3.1)$$

Trong đó: F: phần trăm hạt mịn lọt qua rây 0,075 (lấy tròn số).

LL: giới hạn chảy; PI: chỉ số dẻo.

Phân loại đất của nhóm A-8:

Đất thuộc nhóm A-8 có hàm lượng hữu cơ cao như than bùn, sản phẩm phân hủy thực vật, có dạng sợi, màu nâu xám đến xám đen. Loại đất thuộc nhóm này không thuận lợi cho việc sử dụng làm nền đường. Việc mô tả chúng chủ yếu dựa vào phân biệt bằng mắt thường, không phụ thuộc vào thành phần hạt, chỉ số dẻo.

Mô tả các nhóm và phụ nhóm đất đá theo tiêu chuẩn AASHTO:

Nhóm hạt vật liệu thô: phân bố trong các nhóm và phụ nhóm A-1 đến A-3.

Nhóm A-1: Vật liệu chủ yếu gồm đá vụn (dăm) hoặc sỏi sạn cấp phối tốt, cát hạt thô đến mịn không có chất kết dính hoặc dẻo dính ít.

Phụ nhóm A-1-a: chủ yếu là đá vụn hoặc sỏi sạn không có chất kết dính.

Phụ nhóm A-1-b: chủ yếu cát thô, có hoặc không có chất kết dính.

Nhóm A-3: đặc trưng bởi cát biển hạt mịn hoặc cát sa mạc không có hạt mịn (bụi, sét), hoặc nếu có một lượng rất ít bụi không dẻo dính. Hỗn hợp trầm tích lòng suối với vật liệu cấp phối kém, cát mịn với hàm lượng hạt cát thô và sạn hạn chế.

Nhóm A-2: bao gồm các dạng vật liệu khác nhau của hạt rời nằm trong giới hạn giữa các nhóm A-1 và A-3 và vật liệu sét pha bụi của các nhóm từ A-4 đến A-7; Gồm các vật liệu mịn < 35% nhưng có độ dẻo dính quá cao, hoặc vật liệu có quá nhiều hạt mịn nên không thể xếp vào nhóm A-1 và A-3.

Phụ nhóm A-2-4, A-2-5: gồm các loại vật liệu rời khác nhau, trong đó thành phần hạt mịn (0,042mm) có đặc trưng của nhóm A-4 và A-5 tương ứng.

Phụ nhóm A-2-6, A-2-7: gồm vật liệu mô tả tương tự các nhóm trên, nhưng thành phần hạt mịn có đặc trưng của nhóm A-6 và A-7 tương ứng.

Nhóm hạt mịn: phân bố từ nhóm, phụ nhóm A-4 đến A-7. (Vật liệu bụi, sét)

Nhóm A-4: đặc trưng cho đất loại bụi (bột), không dẻo dính hoặc dẻo dính ít, thường có lượng lớn % lọt qua rây 0,075mm (No. 200), hỗn hợp cát mịn lẫn bụi, cát lẫn bụi và sạn.

Nhóm A-5: tương tự như mô tả ở nhóm A-4, ngoại trừ vật liệu là diatomit* và mica và chúng có tính đàn hồi như đặc tính của đất có giới hạn chảy cao.

Nhóm A-6: đặc trưng cho đất loại sét, có hàm lượng % lọt qua rây 0,075mm là lớn, hỗn hợp của đất loại sét với cát mịn và sạn.

Nhóm A-7: tương tự như vật liệu đã được mô tả trong nhóm A-6 nhưng loại trừ trường hợp chúng có giới hạn chảy cao, đặc trưng của nhóm A-5, chúng có tính đàn hồi và thay đổi thể tích ở trạng thái khô và ướt.

Phụ nhóm A-7-5: bao gồm vật liệu có chỉ số dẻo trung bình, liên quan đến giới hạn chảy và có thể có độ đàn hồi cao cũng như thay đổi thể tích theo trạng thái.

Phụ nhóm A-7-6: loại vật liệu có chỉ số dẻo cao, có sự thay đổi thể tích rất cao theo trạng thái.

3.2. VÍ DỤ

3.2.1. Ví dụ 3.1

Kết quả thí nghiệm thành phần hạt mẫu đất như bảng bên dưới. Hãy thực hiện những phép tính cần thiết và vẽ đường cong phân bố thành phần hạt và xác định D_{10} , D_{30} , D_{60} ?

Sàng Mỹ số	Khối lượng đất giữ lại trên sàng (g)
#4	0
#10	40
#20	60
#40	89
#60	140
#80	122
#100	210
#200	56
Đáy sàng	12

Giải:

Lập bảng như sau:

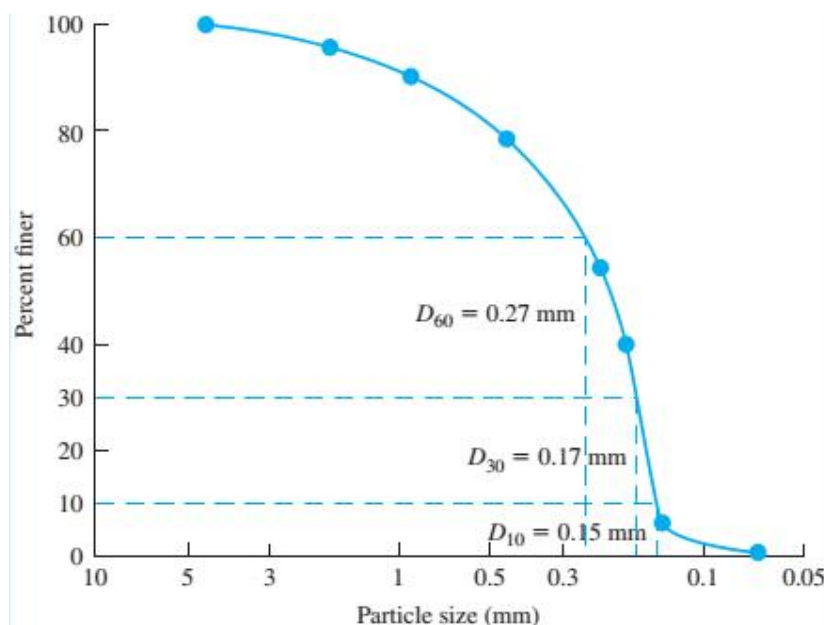
Sàng Mỹ số	Cỡ sàng (mm)	KL đất giữ lại trên mỗi sàng (g)	KL giữ lại tích lũy trên mỗi sàng (g)	Phần trăm mịn hơn (%) *
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
#4	4.75	0	0	100
#10	2.00	40	0 + 40 = 40	94.5
#20	0.850	60	40 + 60 = 100	86.3
#40	0.425	89	100 + 89 = 189	74.1
#60	0.25	140	189 + 140 = 329	54.9
#80	0.18	122	329 + 122 = 451	38.1
#100	0.15	210	451 + 210 = 661	9.3
#200	0.075	56	661 + 56 = 717	1.7
Đáy sàng	-	12	717 + 12 = 729 = ΣM	0

Ghi chú:

% mịn hơn (cột 5) được tính theo công thức:

$$\frac{\Sigma M - \text{col. 4}}{\Sigma M} \times 100 = \frac{729 - \text{col. 4}}{729} \times 100$$

Từ cột (2) và cột (5) ta vẽ được biểu đồ phân bố cỡ hạt. Từ đó xác định đường kính hiệu dụng theo biểu đồ như sau:



3.2.2. Ví dụ 3.2

Từ kết quả ở ví dụ 1, hãy tính hệ số C_u, C_c và xác định các tỉ lệ % của sỏi, cát, bụi và sét theo hệ thống phân loại đất thống nhất (USCS)?

Giải:

Từ hình biểu đồ đã vẽ được ở ví dụ 1, ta xác định được:

$$D_{10} = 0.15 \text{ mm}$$

$$D_{30} = 0.17 \text{ mm}$$

$$D_{60} = 0.27 \text{ mm}$$

Ta dễ dàng xác định được các hệ số C_u và C_c :

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.27}{0.15} = 1.8$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}} = \frac{(0.17)^2}{(0.27)(0.15)} = 0.71$$

Theo USCS, hạt sỏi là hạt có kích thước từ 76.2-4.75mm; hạt cát từ 4.75-0.075mm và hạt bụi, sét là các hạt <0.075mm. Dựa vào cột (5) ở ví dụ 1, ta tính được % nhóm hạt như sau:

Size (mm)	Percent finer	
76.2	100	100 - 100 = 0% gravel
4.75	100	
0.075	1.7	100 - 1.7 = 98.3% sand
-	0	1.7 - 0 = 1.7% silt and clay

3.2.3. Ví dụ 3.3

Kết quả phân tích kích thước hạt của một mẫu đất như sau:

- Phần trăm lọt sàng số 10 = 100%
- Phần trăm lọt sàng số 40 = 80%
- Phần trăm lọt sàng số 200 = 58%

Giới hạn chảy và chỉ số dẻo của đất (phần qua sàng 40) lần lượt là 30 và 10. Hãy phân loại đất theo AASHTO?

Giải

Sử dụng bảng 3.3. Vì có 58% đất dưới sàng 200 nên nó thuộc nhóm đất bụi – sét (nằm trong các nhóm A4 – A5 – A6 và A7). Dựa vào giới hạn chảy và chỉ số dẻo => xác định được nhóm A4.

Xác định chỉ số nhóm GI:

$$\begin{aligned} GI &= (F_{200} - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F_{200} - 15)(PI - 10) \\ &= (58 - 35)[0.2 + 0.005(30 - 40)] + (0.01)(58 - 15)(10 - 10) \\ &= 3.45 \approx 3 \end{aligned}$$

Vậy đất thuộc nhóm A4(3).

3.3. BÀI TẬP

1. Kết quả thí nghiệm thành phần hạt mẫu đất theo sàng Mỹ (CHỌN MỘT MẪU TRONG 5 MẪU)

Sàng số	Cỡ sàng (mm)	Khối lượng trên sàng (g)				
		Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3	Mẫu 4	Mẫu 5
#4	4.75	0	0	0	0	0
#10	2.00	30	18.5	44	0	41.2
#20	0.850	56	53.2	56	0	55.1
#40	0.425	71	90.5	82	9.1	80
#60	0.25	104	81.8	51	249.4	91.6
#80	0.18	97	-	106	179.8	-
#100	0.15	189	92.2	92	22.7	60.5
#200	0.075	41	58.5	85	15.5	35.6
Đáy sàng	-	10	26.5	35	23.5	21.5

Vẽ biểu đồ đường cong thành phần hạt của mẫu đất? Tính D_{10} ; D_{30} ; D_{60} ; hệ số C_u ; C_z . Xác định tỉ lệ % các nhóm hạt sỏi; cát; bụi và sét (theo hệ thống USCS)?

2. Kết quả tính toán từ thí nghiệm thành phần hạt một mẫu đất như sau:

Cỡ hạt (mm)	Phần trăm lọt sàng (%) (Phần trăm mịn hơn)
0.425	100
0.033	90
0.018	80
0.01	70
0.0062	60
0.0035	50
0.0018	40
0.001	32

Hãy xác định tỉ lệ % các nhóm hạt: sỏi, cát, bụi và sét theo USCS và theo AASHTO

3. Làm lại bài 2 với số liệu sau:

Cỡ hạt (mm)	Phần trăm lọt sàng (%) (Phần trăm mịn hơn)
0.425	100
0.1	92
0.052	84
0.02	62
0.01	46
0.004	32
0.01	32

4. Kết quả thí nghiệm các mẫu đất như bảng dưới đây. Hãy phân loại bằng hệ thống AASHTO và nêu các chỉ số nhóm?

Soil No.	Sieve analysis (percent finer)			Liquid limit	Plastic limit
	No. 10	No. 40	No. 200		
1	98	80	50	38	29
2	100	92	80	56	23
3	100	88	65	37	22
4	85	55	45	28	20
5	92	75	62	43	28
6	48	28	6	—	NP
7	87	62	30	32	24
8	90	76	34	37	25
9	100	78	8	—	NP
10	92	74	32	44	35
