บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

ในการทำวิจัยเรื่องการทดสอบคุณภาพของดินนั้น ได้ทำการทดสอบตามทฤษฎีทางด้านวิศวกรรมเพื่อให้ได้คุณสมบัติของดินที่ถูกต้องตามหลักการ ในกรณีของงานวิจัยในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาเพื่อประโยชน์ด้านการสำรวจ ไปใช้ออกแบบฐานราก จึงต้องมีการทดสอบทั้งคุณสมบัติด้านการรับกำลังของดิน ซึ่งมีวิธีและทฤษฎีที่ใช้ดังนี้

2.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เป็นการทดสอบเพื่อจำแนกลักษณะของดินแต่ละชนิดที่ใช้พิจารณาเบื้องต้น เช่น การหา Moisture Content, Liquid Limit, Plastic Limit, Shrinkage Limit, Grain Size Analysis ทั้งนี้เพื่อเป็นการจำแนกชนิดของดินในแต่ละชั้นที่เหมาะสมในการวางเสาเข็ม ซึ่งมีหลักการและทฤษฎีการทดสอบแต่ละชนิดดังต่อไปนี้

2.1.1การทดสอบหาปริมาณความชื้นในดิน (Water Content)

ความชื้นในมวลดิน (Water Content,w) เป็นคุณสมบัติของดินที่มักใช้บ่อยที่สุดและมีประโยชน์มาก เนื่องจาก เมื่อปริมาณเปลี่ยนแปลงไป จะทำให้ดินเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพ และคุณสมบัติทางฟิสิกส์ไป ซึ่งโดยทั่วไปจะกำหนดด้วย อัตราส่วนของน้ำหนักต่อน้ำหนักดินแห้ง ดินประเภท Sedimention clay นั้น จะมีความชื้นในมวลดินที่แตกต่างกันในแต่ละชั้น ในการหาตัวอย่างตัวแทน (Representative Specimen) เพื่อนำมาหาความชื้นมวลดินนั้น จำเป็นต้องเลือกดินที่นำมาใช้หาความชื้นในมวลดิน ขึ้นอยู่กับชนิด และปริมาณที่มีอยู่ ซึ่งถ้ามีปริมาณดินมาก ยิ่งทำให้ค่าถูกต้องมากยิ่งขึ้น และถ้าจำเป็นต้องทำการชั่งวัดน้ำหนักดินอย่างรวดเร็ว เพื่อให้เกิดการสูญเสียน้ำน้อยที่สุด ภาชนะที่บรรจุที่ใช้ควรมีน้ำหนักที่เหมาะสมกับดิน อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งควรอยู่ที่ 105 cหรือ 110 c โดยปกติมักอบตัวอย่างดินตลอดทั้งคืน แม้ว่าเวลาในการอบแห้งดินนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดจำนวน และรูปร่างของดิน เช่น ทราย 2-3 กรัม สามารถอบแห้งเป็นเวลา 1.00 ชั่วโมง การบอกความชื้นในมวลดินมักบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ดังสมการ

$$w = (w_1 - w_2) / (w_2 - w_0) \times 100$$

w_1 = น้ำหนักภาชนะที่บรรจุรวมกับน้ำหนักดินที่มีความชื้น
w_2 = น้ำหนักของภาชนะบรรจุรวมกับน้ำหนักดินอบแห้ง
w_0 = น้ำหนักของภาชนะบรรจุ

2.1.2 การทดสอบขีดจำกัดอัตเตอร์เบิร์ก (Atterberg's Limit Test)

ปริมาณความชื้นในมวลดินมีผลในการเปลี่ยนแปลงของดินทางฟิสิกส์ และทางสภาพของมวลดิน โดยเฉพาะดินที่มีขนาดเม็ดเล็ก เช่น ดินเหนียว (Cohesive Soil) เนื่องจากดินชนิดนี้ยึดเกาะกันอยู่ได้เพราะประจุไฟฟ้าบวก และ ลบ ที่มีอยู่ในดิน โดยมีน้ำเป็นแนวทางเชื่อมประสานระหว่างประจุทั้งสองนี้ สำหรับความชื้นในมวลดินที่จุดขณะเปลี่ยนสภาพจะเรียกว่า "ขีดจำกัด" (Limit) โดยมีอยู่หลายสภาวะ และเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่ใช้จำแนกประเภทของดิน (Soil classification) การทรุดตัวของดิน ดินประเภทเม็ดละเอียด (Fine- Grained soil) ปรากฏได้หลายสถานะ ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่อยู่รอบ ๆ มวลดิน Atterberg กำหนดสภาวะต่างๆ ของมวลดินในรูปของ Limit เช่น

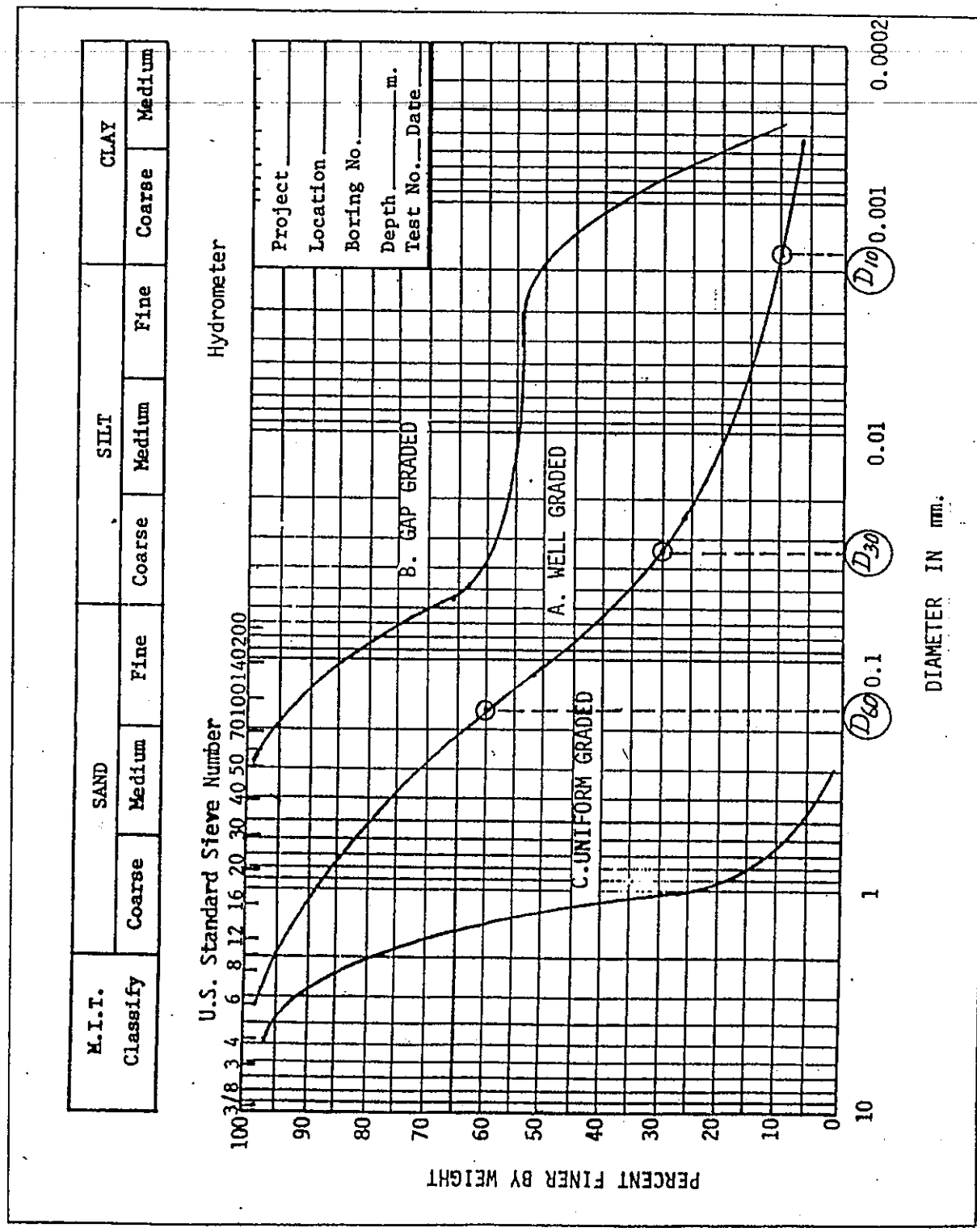
Liquid limit เป็นขอบเขตที่อยู่ระหว่างสภาวะของเหลวและสภาวะ Plastic

Plastic limit เป็นขอบเขตที่อยู่ระหว่างสภาวะ Plastic และสภาวะของแข็ง

2.1.3 การทดสอบหาขนาดของเม็ดดิน (Grain Size Analysis)

การร่อนผ่านตะแกรง (Sieve Analysis) จะเป็นวิธีที่เหมาะสมเมื่อปริมาณเม็ดดินเกือบทั้งหมดนั้น ไม่สามารถผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ได้ และไม่สามารถบอกได้ว่าเม็ดดินมีลักษณะเหลี่ยมหรือกลม แต่บอกได้เพียงว่ามีขนาดเล็ก หรือใหญ่กว่าตะแกรงเบอร์ที่เท่าไรเท่านั้น ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์หาขนาดเม็ดดินนี้ สามารถนำมาแสดงในรูปของเส้นกราฟ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบและพิจารณาการกระจายขนาดของเม็ดดิน โดยการนำขนาดของเม็ดดินและค่าของเปอร์เซ็นต์ผ่านตะแกรง (Percent finer) ไปเขียนกราฟ Semi-log ก็จะได้เส้นโค้งของการกระจายขนาดของเม็ดดิน (Gradation Curve) ดังรูปที่ 2.1

รูปที่2.1 กราฟการกระจายตัวของดิน



จากกราฟ สามารถนำไปหาค่าสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ (Coefficient of Uniformity) ได้ดังนี้

$$Cu = D_{60} / D_{10}$$

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ของความโค้ง (Coefficient of Concavity)จะหาได้ดังนี้

$$Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} D_{60})$$

เมื่อ D_i = ขนาดของเม็ดดินที่ i เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

สำหรับดินที่มีขนาดคละกันดี (Well Graded) จะมีคุณสมบัติของค่าสัมประสิทธิ์ของความสม่ำเสมอ (Cu) และค่าสัมประสิทธิ์ของความโค้งดังรูปที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของค่าสัมประสิทธิ์ สำหรับดินที่มีขนาดคละกันดี

ชนิด	Cu	Cc
หิน	มากกว่า 4	1-3
ทราย	มากกว่า 6	1-3

สำหรับดินที่มีขนาดคละกันไม่ดี (Poorly Graded) โดยจะไม่เป็นไปตามตารางที่ 2.1 จะเป็นประเภทดินที่มีขนาดเม็ดเดียว (Uniform Graded) และดินที่มีลักษณะที่มีขนาดเม็ดขาดช่วง (Gap Graded) ซึ่งเส้นกราฟจะมีความชันมาก และเป็นเส้นระนาบตามลำดับดังรูปที่ 2.1 (เส้นB และ C)จากข้อมูลที่ได้ก็ทำการจำแนกดินตามระบบ Unified Soil Classification System ต่อไปได้

2.1.4 การจำแนกลักษณะดินทางวิศวกรรม (Soil Classification)

ดิน คือ วัตถุที่เกิดจากการสลายตัวของอินทรีย์สาร และอนินทรีย์สาร ซึ่งได้แก่หิน ซากพืช ซากสัตว์ ที่ได้ผุพังเกิดเป็นตะกอนทับถมกันเป็นเวลานาน และการจัดหมู่ของดินทางวิศวกรรมนั้นจะใช้คุณสมบัติทางกายภาพของดินเป็นหลักเกณฑ์ในการพิจารณา เช่น ขนาดของเม็ดดิน และความอ่อนตัวของเนื้อดินเป็นต้น จากการที่ดินแต่ละชนิดนั้นมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป จึงมีหน่วยงานและผู้เกี่ยวข้องได้พยายามจำแนกดินออกเป็นกลุ่ม หรือประเภทของดินตามลักษณะหน่วยงานและวัตถุประสงค์ที่นำไปใช้ สำหรับงานทางด้านวิศวกรรมโยธานั้นมักจะใช้สัญลักษณ์ที่วิศวกรส่วนใหญ่ใช้เป็นมาตรฐานอยู่แล้ว ซึ่งสามารถจดจำได้ง่ายและสำหรับการจำแนกดินจะมีหลายวิธีเช่น ระบบการจำแนกดินของ American Assosiation of

State Highway and Transport Official system (AASHTO) , Unified Soil Classification System (USCS) , Federal Aviation Agency (FAA) นอกจากนี้ยังมีระบบอื่นที่ไม่เป็นที่นิยมนัก ในปัจจุบันวิธีการจำแนกดินที่ใช้กันอยู่นั้นมักจะขึ้นอยู่กับลักษณะหรือประเภทงานที่นำไปใช้ เช่น ระบบ AASHTO จะใช้กับงานถนน ระบบ FAA จะใช้กับการสร้างสนามบิน และระบบ USCS จะใช้กับงานด้านวิศวกรรมทั่วไปและเป็นที่นิยมกว่าระบบอื่น

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การจำแนกดินตามระบบ USCS ซึ่งมีหลักในการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ซึ่งมีรายละเอียดการจำแนกดินระบบนี้ดังตารางที่ 2.3

ระบบการจำแนกดินแบบ USCS นี้ถูกกำหนดโดย A.Casagrande ในปี ค.ศ 1942 ต่อมาหน่วยทหารช่างของสหรัฐอเมริกาได้นำไปปรับปรุงเพื่อใช้ในการก่อสร้างสนามบินและมีการปรับปรุงในหน่วยงานอื่น ๆ อีกและตั้งเป็นระบบที่มีความเหมาะสมกับประเภทดินของประเทศนั้น ๆ สำหรับการจำแนกดินด้วยระบบนี้จะพิจารณาจาก

-ขนาดเม็ดดินเป็นดินหยาบ (Coarse - Grained Soil) หมายถึงดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 น้อยกว่า 50 % เช่นกรวด (Gravel) ทราย (Sand) และสำหรับดินเม็ดละเอียด (Fine - Grained Soil) หมายถึงดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 มากกว่า 50% เช่น ทรายแป้ง (Silt) ดินเหนียว (Clay) เป็นต้น

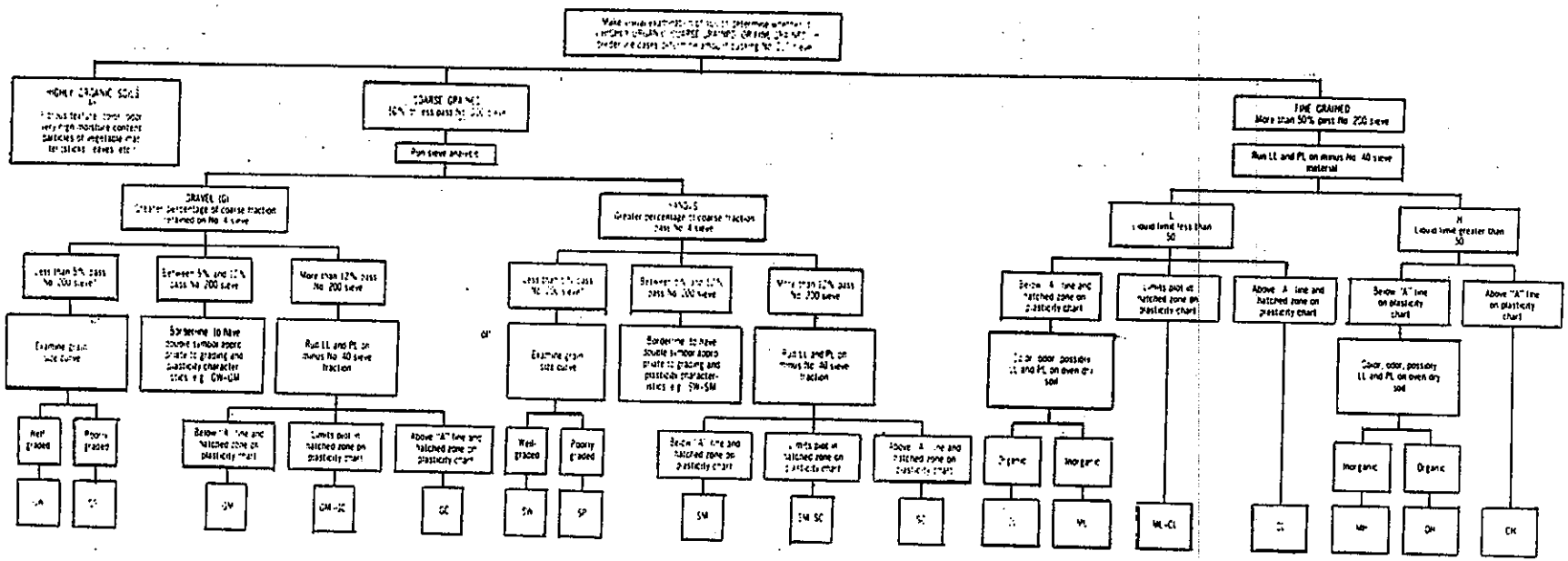
-สำหรับเม็ดดินหยาบจะพิจารณาแยกย่อยโดยพิจารณาการกระจายของเม็ดดินเช่นลักษณะ การคละกันดี (Well Grade) ไม่คละกันดี (Poorly Grade)

-สำหรับดินเม็ดละเอียดจะพิจารณาแยกย่อยโดยขีดจำกัดอัตเตอร์เบิร์ก(Atterberg's Limit) ค่า Liquid Limit และค่า Plastic Index

สำหรับการจำแนกดินด้วยระบบนี้มักจะบอกเป็นอักษรย่อ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงสัญลักษณ์ของชนิดดินตามระบบ USCS

สัญลักษณ์	ลักษณะดิน	ย่อมาจาก
G	พวกกรวด	Gravel
S	พวกทราย	Sand
M	พวกตะกอนทราย	Silt
C	พวกดินเหนียว	Clay
O	พวกสารอินทรีย์	Organic Soil
Pt	มีสารอินทรีย์สูง	Peat
W	มีขนาดคละกันดี	Well Graded
P	มีขนาดคละกันไม่ดี	Poorly Graded
L	L.L น้อยกว่า 50%	Low liquid limit
H	L.L มากกว่า 50%	High liquid limit

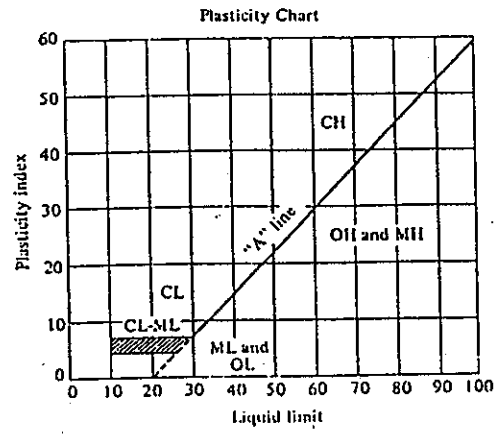


รูปที่ 2.2 แสดงภูมิการจำแนกประเภทดินโดยระบบ Unified Soil Classification

ตารางที่ 2.3 รายละเอียดการจำแนกดินระบบ Unified Soil Classification

Major Divisions			Group Symbols	Typical Names	Laboratory Classification Criteria	
Coarse-grained soils (More than half of material is larger than No. 200 sieve size)	Gravels (More than half of coarse fraction is larger than No. 4 sieve size)	Clean gravels (Little or no fines)	GW	Well-graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ greater than 4; $C_C = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ between 1 and 3	
			GP	Poorly graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	Not meeting all gradation requirements for GW	
		Gravels with fines (Appreciable amount of fines)	GM[a] d / u	Silty gravels, gravel-sand-silt mixtures	Atterberg limits below "A" line or P.I. less than 4	Above "A" line with P.I. between 4 and 7 are *borderline* cases requiring use of dual symbols
			GC	Clayey gravels, gravel-sand-clay mixtures	Atterberg limits below "A" line with P.I. greater than 7	
	Sands (More than half of coarse fraction is smaller than No. 4 sieve size)	Clean sands (Little or no fines)	SW	Well-graded sands, gravelly sands, little or no fines	$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ greater than 6; $C_C = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ between 1 and 3	
			SP	Poorly graded sands, gravelly sands, little or no fines	Not meeting all gradation requirements for SW	
		Sands with fines (Appreciable amount of fines)	SM[a] d / u	Silty sands, sand-silt mixtures	Atterberg limits above "A" line or P.I. less than 4	Limits plotting in hatched zone with P.I. between 4 and 7 are *borderline* cases requiring use of dual symbols
			SC	Clayey sands, sand-clay mixtures	Atterberg limits above "A" line with P.I. greater than 7	
Fine-grained soils (More than half material is smaller than No. 200 sieve)	Silts and clays (Liquid limit less than 50)		ML	Inorganic silts and very fine sands, rock flour, silty or clayey fine sands, or clayey silts with slight plasticity		
			CL	Inorganic clays of low to medium plasticity, gravelly clays, sandy clays, silty clays, lean clays		
			OL	Organic silts and organic silty clays of low plasticity		
	Silts and clays (Liquid limit greater than 50)		MH	Inorganic silts, micaceous or diatomaceous fine sandy or silty soils, elastic silts		
			CH	Inorganic clays of high plasticity, fat clays		
			OH	Organic clays of medium to high plasticity, organic silts		
	Highly organic soils		Pt	Peat and other highly organic soils		

Determine percentages of sand and gravel from grain-size curve. Depending on percentage of fines (fraction smaller than No. 200 sieve size), coarse-grained soils are classified as follows:
- Less than 5 per cent — GW, GP, SW, SP
- More than 12 per cent — GM, GC, SM, SC
- 5 to 12 per cent — *Borderline* cases requiring dual symbols[b]



[a] Division of GM and SM groups into subdivisions of d and u are for roads and airfields only. Subdivision is based on Atterberg limits; suffix d used when L.L. is 28 or less and the P.I. is 6 or less, the suffix u used when L.L. is greater than 28.
[b] Borderline classifications, used for soils possessing characteristics of two groups, are designated by combinations of group symbols. For example: GW-GC, well-graded gravel-sand mixture with clay binder.

2.2 การทดสอบความแน่นของดินที่เปลี่ยนไปตามเปอร์เซ็นต์ความชื้น

2.2.1 การบดอัดดิน (Compaction Test)

วิธีบดอัดดินให้ได้ความแน่น (Density) สูงตามความต้องการหรือตามจุดประสงค์ของการใช้งานจะต้องอาศัยน้ำเป็นตัวหล่อลื่น แต่ถ้ามีน้ำอยู่มากเกินไปน้ำจะไปหุ้มเคลือบรอบ ๆ มวลดินทำให้อนุของเม็ดดินเบียดชิดกันเท่าที่ควร ด้วยเหตุผลและข้อเท็จจริงดังกล่าว RR. Procter (1993)ได้กำหนดวิธีทดสอบหาความสำพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความชื้นกับความแน่น (Density) ของดินที่ได้จากการบดอัดในห้องปฏิบัติการ ซึ่งต่อมาได้เป็นที่ยอมรับและนิยมใช้ทดสอบการบดอัดดินในงานก่อสร้างโดยทั่วไป ว่าเป็นวิธีทดสอบมาตรฐาน (Standard Proctor Test) โดยเฉพาะการทดสอบเพื่อควบคุมงานก่อสร้างถนนสนามบิน (Runway) เขื่อนดิน พื้นโรงงาน ฯลฯ ในปัจจุบัน ยานพาหนะที่ใช้ขนส่งมีขนาดใหญ่ขึ้น บรรทุกน้ำหนักได้มากขึ้นหลายเท่าตัว พลังงาน (Energy) ที่ใช้ในการบดอัดจำเป็นต้องเพิ่มขึ้นด้วย จึงได้มีกำหนดวิธีทดสอบการบดอัดดินโดยเพิ่มพลังงานให้สูงขึ้น เพื่อให้ได้ฐานดินที่มีความแน่นสูงรับน้ำหนักได้มาก เรียกว่า วิธีทดสอบแบบโมดิฟายด์ (Modified Proctor Test)

2.3 การทดสอบความสามารถด้านกำลังของดิน

2.3.1 การทดสอบแรงอัดไม่จำกัด (Unconfied Compresstion Test)

เป็นการทดสอบหาค่าแรงเฉือนของดินชนิด Cohesive Soil และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการประมาณการรับสภาพการรับน้ำหนักของดินได้ การทดสอบแรงอัดแบบแกนเดียวนี้นิยมใช้แพร่หลายในการใช้กับดินประเภท Cohesive Soil เนื่องจากสามารถทำได้อย่างรวดเร็วและมีค่าความปลอดภัยสูงกว่าวิธีอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตามการหาค่าแรงเฉือนด้วยวิธีนี้เป็นค่าโดยประมาณเท่านั้นเพราะเป็นผลมาจากวิธีการทดสอบดังต่อไปนี้

(1)ไม่มีแรงดันด้านข้างของตัวอย่างดินก่อให้เกิดความแตกต่างจากสภาพจริงในธรรมชาติ

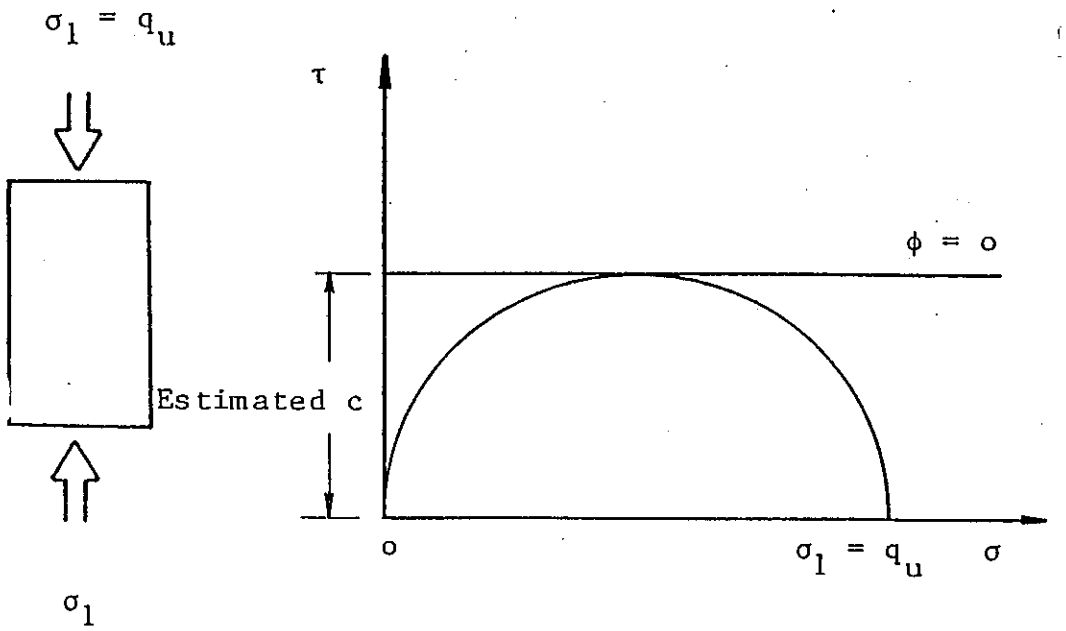
(2) สภาพภายในของดิน เช่น ค่าระดับของความอิ่มตัว ค่าแรงดันของน้ำในดินขณะรับน้ำหนักไม่สามารถควบคุมได้

สำหรับค่าการรับน้ำหนักของดินนั้นสามารถหาค่าแรงเฉือนของดินโดยประมาณได้อย่างรวดเร็วจาก Mohr 's Diagram และจะเป็นไปตาม Coulomb 's Law ส่วนค่ากำลังรับน้ำหนักของดินเหนียวขึ้นอยู่กับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดิน ในขณะที่ดินเม็ดหยาบค่ากำลังรับน้ำหนักขึ้นอยู่กับแรงเสียดทานภายในระหว่างเม็ดดิน

จากสมการของ Mohr-Coulomb ดังสมการที่ 2.1

$$\tau = C + \sigma \tan\phi \qquad \text{สมการที่ (2.1)}$$

พบว่าสำหรับดินเหนียวอ่อนแล้วจะไม่มีแรงเสียดทานภายในเม็ดดิน นั่นคือ $\tan\phi = 0$ นั่นเอง



รูปที่ 2.3 Mohr 's Diagram

แสดงหน่วยแรงที่เกิดขึ้นขณะที่ทำการทดสอบ บันทึกค่าแรงกดที่เพิ่มขึ้น (Fv) และค่าการหดตัวของตัวอย่างดิน (ΔV) จนกระทั่งตัวอย่างดินเกิดการวิบัติ จะได้ค่า Fv max คำนวณหาค่ากำลังอัดของดิน (Compression Strength,σ1) จากรูปที่ 2.3 จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Cohesion และ Unconfined Compressive Strength ค่า Undrained Shear Strength ของดินเหนียวแสดงในตารางที่ 2.4

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการอัดตัวคายน้ำเพิ่มสูงขึ้นในปริมาณหนึ่ง เมื่อปล่อยน้ำทิ้งไว้ จะเริ่มไหลหนีออกจากมวลดินนั้น ในขณะที่น้ำไหลหนีออกไปนี้ ก็จะถ่ายแรงให้กับเม็ดดิน ความดันในน้ำก็จะลดลง ในขณะที่ความเค้นประสิทธิผลในเม็ดดินก็จะเพิ่มขึ้น จนกระทั่ง น้ำได้ถ่ายแรงดันในส่วนที่เพิ่มสูงขึ้นนั้นให้แก่เม็ดดินจนหมด ก็ถือได้ว่า เป็นการสิ้นสุดกระบวนการอัดตัวคายน้ำ (Consolidation) เนื่องจากแรงกระทำเท่านั้น

ถ้าสมมติให้ชั้นดินเหนียวสปริงที่บรรจุน้ำอยู่ในสภาพสมดุล ปิดวาล์ว เมื่อเราเริ่มใช้แรงกด P จะพบว่าน้ำจะรับแรง P นี้ไว้ แต่น้ำไม่สามารถยุบอัดตัวได้จะเกิดแรงดันน้ำ (Initial Excess Pore Pressure) เมื่อเราปิดวาล์วจะระบายออก ในขณะเดียวกันแรง P ก็จะถ่ายแรงให้กับสปริง สปริงจะหดตัว ซึ่งเปรียบเสมือนกับเม็ดดินที่จะรับแรงแทนน้ำจนกระทั่งเข้าสู่สมดุลอีกครั้งคือแรงดันน้ำส่วนเกิน (Excess Pore Pressure) เป็นศูนย์ซึ่งในชั้นดินจริง เวลาที่ต้องใช้นานมาก ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน สำหรับชั้นดินที่อยู่ในสภาพชุ่มน้ำ เมื่อน้ำระบายออกก็เกิดการทรุดตัว ปริมาณการทรุดตัวสูงสุด (Total Settlement) จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ "ดัชนีการทรุดตัว" (Compressibility Index, Cc) ซึ่งเป็นสิ่งที่เราต้องการทราบ

นอกจากนี้ อัตราความเร็วในการทรุดตัว (Rate of Settlement) เป็นคุณสมบัติสำคัญที่จะทราบค่าอัตราความเร็วในการทรุดตัวนั้น ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของสิ่งเหล่านี้

-มวลดินมีความชุ่มน้ำมากน้อยเพียงใด (Degree of Settlement)

-ความสามารถของดินที่ให้น้ำซึมผ่านได้ดีเพียงใด (Coefficient of Permeability)

-ระยะทางที่น้ำต้องซึมผ่าน (Drainage Path) ไปสู่จุดสมดุล

คุณสมบัติการทรุดตัวที่ต้องการหามีอยู่ 2 ค่าคือ

1. ปริมาตรการทรุดตัวสูงสุด (Total Settlement)

$$Sc = (Cc/(1+eo)).\ H \log ((Po+ \Delta P)/Po))$$

เมื่อ Cc = ดัชนีการทรุดตัว

eo = Initial Void Ratio

Po = Effective Overburden pressure

ΔP= External Pressure

H = ความหนาของชั้นดิน

2. อัตราความเร็วในการทรุดตัว

จาก Terzaghi's Consolidation Theory ซึ่งทำการวิเคราะห์ทางเชิงคณิตศาสตร์ออกมาแล้ว จะได้ดัชนีค่าหนึ่ง ซึ่งบ่งถึงคุณสมบัติเกี่ยวกับการทรุดตัว เราเรียกว่า "Coefficient of Consolidation"

$$Cv = Th_d^2 / t$$

เมื่อ T = Time Factor เป็นค่าคงที่ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ของการอัดตัวคายน้ำ (Percentage of Consolidation) และลักษณะของ Initial Express Pore Pressure ดังแสดงในตารางที่ 2.5 และรูปที่ 2.4

t = เวลาในการเกิดเปอร์เซ็นต์ของการอัดตัวคายน้ำ (Percentage of Consolidation)

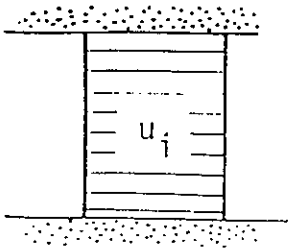
h_d = ระยะทางที่ไกลที่สุดที่น้ำในมวลดินจะต้องไหลออกจากจุดสมดุลค่า Cc,eo และ Cv สามารถหาได้จากการทดสอบนี้

ตารางที่ 2.5 ค่า Time Factor

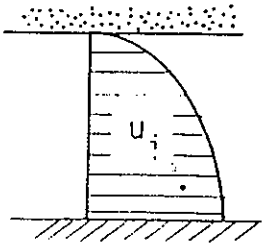
Percentage of consolidation	Time Factor Case 1	Time Factor Case 2	Time Factor Case 3
0	0	0	0
5	0.0020	0.0030	0.0208
10	0.0078	0.0111	0.0427
15	0.0177	0.0238	0.0659
20	0.0314	0.0405	0.0904
25	0.0491	0.0608	0.128
30	0.0707	0.0847	0.145
35	0.0962	0.112	0.187
40	0.126	0.143	0.207
45	0.159	0.177	0.242
50	0.197	0.215	0.281
55	0.239	0.257	0.324
60	0.286	0.305	0.371
65	0.342	0.359	0.435
70	0.403	0.422	0.488
75	0.477	0.495	0.562
80	0.567	0.586	0.652
85	0.674	0.702	0.769
90	0.848	0.867	0.933
95	1.129	1.14	1.214
100	∞	∞	∞

รูปที่ 2.4 ลักษณะของ Initial Pore Pressure

Case I
Initial Pore Pressure
Constant



Case II
Initial Pore Pressure
Half Sine Curve



Case III
Intial Pore Pressure
Sine Curve