

บันทึกวิชาการฉบับที่ 5

การแยกประเภทดิน
เพื่อวัตถุประสงค์ด้านงานทางหลวง

บริษัท คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด

บันทึกวิชาการฉบับที่ 5
การแยกประเภทดินเพื่อวัตถุประสงค์ด้านงานทางหลวง

สารบัญ

	หน้า
การแยกประเภทดินสำหรับวัตถุประสงค์ด้านงานทางหลวง	1
ระบบการแยกประเภทของ AASHTO	1
Unified Soil Classification	6
ตารางที่ 1 : การแยกประเภทของวัสดุชั้นงานดินรองรับ	3
ตารางที่ 2 : การแยกประเภทของวัสดุชั้นงานดินรองรับ (โดยแสดงกลุ่มย่อย)	4
ตารางที่ 3 : คุณสมบัติของกลุ่มดินตาม Unified Soil Classification	8
รูปที่ 1 : แผนภูมิการพิจารณาประเภทดินจากผลการทดสอบ	9
รูปที่ 2 : PLASTICITY CHART	10

คำนำ

บทความทางวิชาการนี้ เป็นฉบับที่ 5 ซึ่งฝ่ายวิศวกรรมทางหลวงได้จัดเตรียมไว้ สำหรับเป็นมาตรฐานทางวิชาการของบริษัท โดยเกี่ยวกับการจัดประเภทดินลงตามระบบการแยกประเภทดิน ที่นิยมใช้กันในงาน Highway Engineering คือ AASHTO Classification System และ Unified Soil Classification System

การแยกประเภทดินจะอาศัยการทดสอบอย่างง่าย ๆ ซึ่งเรียกรวมว่า Classification Tests ประกอบด้วย Grain Size Distribution Test (Sieve Analysis) และ Atterberg (Consistency Limits) Tests ทั้งสองระบบที่กล่าวถึงข้างต้นให้ผลการทดสอบดังกล่าวเหมือนกัน ดังนั้นเมื่อมีผลการทดสอบจึงสามารถแยกประเภทดินได้ทั้งสองระบบ

บทความทางวิชาการจะช่วยเพิ่มพูนความรู้ของบุคลากรทางวิชาชีพ ให้เป็น “มืออาชีพ” อย่างแท้จริง Expatriate ระดับบุคลากรหลักเป็นมืออาชีพ ทั้งสิ้น ส่วนบุคลากรหลักฝ่ายไทยจะด้อยในเรื่องนี้ เนื่องจากมีบางส่วนไม่ได้ประกอบอาชีพวิศวกรที่ปรึกษาเป็นอาชีพหลัก มาประกอบวิศวกรที่ปรึกษา เนื่องจากกิจกรรมหลักที่ดำเนินอยู่ชุลอตัว และจากประสบการณ์ สัดส่วนของ “มือสมัครเล่น” มากขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งอันตรายและเป็นภาระกับมืออาชีพเป็นอย่างมาก

บทความทางวิชาการน่าจะช่วยลดจำนวน “มือสมัครเล่น” ลง และในขณะเดียวกันก็จะเพิ่ม “มืออาชีพ” ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของการจัดเตรียมเอกสารทางวิชาการ

การแยกประเภทดินสำหรับวัตถุประสงค์ด้านงานทางหลวง

วัตถุประสงค์ของการจัดให้มีระบบแยกประเภทดินใด ๆ สำหรับวัตถุประสงค์ด้านงานทางหลวง ก็เพื่อให้สามารถคาดการณ์สภาพการใช้งานของชั้นงานดิน (Subgrade Performance) ของดินใด ๆ ทั้งนี้โดยผลจากการทดสอบอย่างง่าย ๆ ในสภาพที่ถูกกระทบกระเทือน โดยผลจากการทดสอบและความสัมพันธ์กับประสบการณ์ในสนาม สามารถบ่งชี้และจัดแยกดินเป็นกลุ่ม ซึ่งดินในกลุ่มจะมีลักษณะสมบัติและคุณสมบัติคล้ายคลึงกัน ระบบการแยกประเภทดินที่นิยมใช้ในงานทางหลวงคือ ระบบแยกประเภทของ AASHTO (AASHTO Classification System) และ Unified Soil Classification System

การทดสอบอย่างง่าย ๆ ที่ใช้สำหรับแยกประเภทดิน คือการวิเคราะห์เชิงกล (Mechanical Analysis) และการทดสอบเพื่อหาขีดจำกัดต่าง ๆ การทดสอบวิเคราะห์เชิงกลเพื่อพิจารณาสัดส่วนของขนาดต่าง ๆ ของเม็ดดิน คือขนาดลดหลั่นของเม็ดดิน (Grain Size Distribution Test) ส่วนการทดสอบเพื่อหาขีดจำกัดต่าง ๆ กระทำกับส่วนละเอียดของดิน (Soil Binder) คือส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 40 นำไปทดสอบ Atterberg Limits คือ Liquid Limit และ Plastic Limit

ระบบการแยกประเภทของ AASHTO

ระบบการแยกประเภทของ AASHTO ได้นำเสนอโดย Bureau of Public Roads เมื่อปี ค.ศ. 1931 ในระบบเดิม ดินจะแยกเป็นกลุ่มหลักจำนวน 8 กลุ่ม โดยสัญลักษณ์ A - 1 ถึง A - 8 ต่อมา AASHTO ได้นำมาใช้และมีการปรับแก้

โดยวิธีการจะแยกประเภทดินออกเป็น 7 กลุ่ม โดยผลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ คือการพิจารณาขนาดลดหลั่นของเม็ดดิน, Liquid Limit และ Plasticity Index การประเมินดินในแต่ละกลุ่มกระทำโดยใช้ดัชนีกลุ่ม (Group Index) ซึ่งเป็นค่าที่คำนวณจากสูตรที่กำหนดขึ้น (Empirical Formula) ทั้งนี้การแยกประเภทพร้อมกับดัชนีกลุ่มจะเป็นประโยชน์กับการพิจารณาคุณภาพในเชิงสัมพัทธ์ของดิน ที่จะนำไปใช้เป็นโครงสร้างงานดิน โดยเฉพาะงานดินถม ชั้นงานดินรองรับ (Subgrades) ชั้นรองพื้นทางและชั้นพื้นทาง อย่างไรก็ตาม ในชั้นโครงสร้างผิวทางที่สำคัญอาจจำเป็นต้องทำการทดสอบความแข็งแรง (Strength Test) เพิ่มเติมตามความจำเป็นและเหมาะสม

การทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาประเภทของดิน ประกอบด้วย

- จำนวนของขนาดวัสดุที่ละเอียดกว่า 0.075 มม. (ตะแกรงเบอร์ 200)
- การร่อนผ่านตะแกรงของมวลรวมละเอียดและมวลรวมหยาบ
- การวิเคราะห์เชิงกลของดิน (Mechanical Analysis of Soils)
- การหาขีดจำกัดความเป็นของเหลวของดิน
- การหา Plastic Limit และ Plasticity Index ของดิน

ดัชนีกลุ่ม (Group Index) คำนวณจากสูตร

$$\text{Group Index} = (F - 35) [0.2 + 0.005 (LL - 40)] \\ + 0.01(F - 15) (PI - 10)$$

โดยที่

F = ส่วนผ่านตะแกรง 0.075 มม. (เบอร์ 200) เป็นร้อยละตัวเลขจำนวนเต็ม จำนวนร้อยละคิดจากส่วนของวัสดุที่ผ่านตะแกรง 75 มม. (3 นิ้ว) เท่านั้น

LL = Liquid Limit

PI = Plasticity Index

Group Index แสดงเป็นเลขจำนวนเต็ม และอยู่ในวงเล็บต่อท้ายชื่อกลุ่ม ลักษณะของกลุ่มที่แยกประเภท มีดังนี้

วัสดุกรวดก้อน - มีส่วนผ่านตะแกรง 0.075 มม. เท่ากับร้อยละ 35 หรือน้อยกว่า

กลุ่ม A - 1 วัสดุในกลุ่มนี้เป็นส่วนผสมของก้อนหินหรือกรวด ทราฮายาบ ทราฮายละเอียด มีขนาดลดหลั่นเป็นลำดับ และส่วนดินละเอียด (Soil Binder) เป็น Nonplastic หรือเป็น Plastic น้อยมาก (Feebly Plastic) อย่างไรก็ตาม กลุ่มนี้ยังรวมถึงก้อนหิน, กรวด ทราฮายาบ แก้วจากภูเขาไฟ (Volcanic Cinders) และอื่น ๆ โดยไม่มีส่วนละเอียดของดิน

กลุ่มย่อย A - 1 - a รวมถึงวัสดุประกอบด้วย ก้อนหินหรือกรวดเป็นส่วนใหญ่ โดยอาจมีหรือไม่มีวัสดุส่วนละเอียด ขนาดลดหลั่นเป็นลำดับ ที่เป็นตัวประสาน

กลุ่มย่อย A - 1 - b รวมถึงวัสดุประกอบด้วยทราฮายาบเป็นส่วนใหญ่ โดยอาจมีหรือไม่มีดินประสาน มีขนาดลดหลั่นเป็นลำดับ

ตารางที่ 1
การแยกประเภทของวัสดุชั้นงานดินรองรับ

การแยกประเภทโดยทั่วไป	วัสดุกรวดก้อน (Granular Materials)			วัสดุทรายแป้ง - ดินเหนียว		
	(ส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ร้อยละ 35 หรือน้อยกว่า)			(ส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 มากกว่าร้อยละ 35)		
การแยกประเภทกลุ่ม	A - 1	A - 3 ⊕	A - 2	A - 4	A - 5	A - 6 A - 7
ร่อนผ่านตะแกรงผ่านร้อยละ						
เบอร์ 10 (2.00 มม.)	-	-	-	-	-	-
เบอร์ 40 (0.425 มม.)	สูงสุด 50	ต่ำสุด 51	-	-	-	-
เบอร์ 200 (0.075 มม.)	สูงสุด 25	สูงสุด 10	สูงสุด 35	ต่ำสุด 36	ต่ำสุด 36	ต่ำสุด 36
ลักษณะสมบัติของส่วนผ่านตะแกรงเบอร์ 40						
Liquid Limit	-	-	-	สูงสุด 40	ต่ำสุด 41	ต่ำสุด 41
Plasticity Index	สูงสุด 6	NP	-	สูงสุด 10	สูงสุด 10	ต่ำสุด 11
ระดับอัตราโดยทั่วไปสำหรับชั้นงานดินรองรับ	← ยอดเยี่ยม ถึง ดี			← ปานกลาง ถึง เลว →		

⊕ การจัดกลุ่ม A - 3 อยู่ก่อนกลุ่ม A - 2 โดยความจำเป็นสำหรับ “ขบวนการคัดเลือกจากซ้ายมาขวา” แต่ไม่ได้หมายความว่า กลุ่ม A - 3 ดีกว่ากลุ่ม A - 2

วิธีการแยกประเภท จากข้อมูลการทดสอบ เริ่มจากซ้ายไปขวาของตารางข้างบน กลุ่มที่ถูกต้องได้จากขวามือซึ่งข้อมูลการทดสอบสอดคล้อง เป็นการแยกประเภทที่ถูกต้องของกลุ่มย่อย A - 7 - 5 เท่ากับหรือน้อยกว่า LL ลบด้วย 30 Plasticity Index ของกลุ่มย่อย A - 7 - 6 มากกว่า LL ลบด้วย 30

กลุ่ม A - 3 วัสดุตัวอย่างของกลุ่มนี้คือ ททรายขาดละเอียด หรือทรายละเอียดในทะเลทรายที่ถูกลมพัดพา (Fine Desert Blown Sand) โดยปราศจากส่วนละเอียดของดินเหนียวหรือทรายแป้ง หรือมีส่วน ของทรายแป้งที่เป็น Nonplastic อยู่เป็นจำนวนน้อย

กลุ่ม A - 2 กลุ่มนี้รวมถึงวัสดุรวดก้อนหลายอย่าง โดยอยู่ในขอบเขตระหว่างกลุ่ม A - 1 และ A - 3 และวัสดุดินเหนียว - ทรายแป้งของกลุ่ม A - 4, A - 5, A - 6 และ A - 7 โดยประกอบด้วยส่วนประกอบวัสดุส่วนผ่านตะแกรง 0.075 มม. เท่ากับร้อยละ 35 หรือน้อยกว่า ที่ไม่อาจจัดอยู่ในกลุ่ม A - 1 หรือ A - 3 เนื่องจากจำนวนส่วนละเอียดหรือ Plasticity หรือทั้งสองประการเกินขีดจำกัดของกลุ่มนั้น ๆ

กลุ่มย่อย A - 2 - 4 และ A - 2 - 5 ประกอบด้วยวัสดุรวดก้อนหลายอย่าง ประกอบด้วยส่วนผ่านตะแกรง 0.075 มม. เท่ากับร้อยละ 35 หรือน้อยกว่า และมีพื้นที่ละเอียดกว่า 0.425 มม. (ตะแกรงเบอร์ 40) มีลักษณะสมบัติของกลุ่ม A - 4 และ A - 5

กลุ่มย่อย A - 2 - 6 และ A - 2 - 7 ประกอบด้วยวัสดุที่คล้ายคลึงกับกลุ่มย่อย A - 2 - 4 และ A - 2 - 5 เว้นแต่ส่วนละเอียด ประกอบด้วย Plastic Clay มีลักษณะสมบัติของกลุ่ม A - 6 และ A - 7

วัสดุดินเหนียว - ทรายแป้ง - มีส่วนผ่านตะแกรง 0.075 มม. มากกว่า ร้อยละ 35

กลุ่ม A - 4 วัสดุตัวอย่างของกลุ่มนี้คือ ทรายแป้งที่ไม่มีความเหนียว (Nonplastic) หรือมีความเหนียวพอสมควร (Moderately Plastic) ปกติจะมีส่วนผ่านตะแกรง 0.075 มม. เท่ากับร้อยละ 75 หรือมากกว่า

กลุ่ม A - 5 วัสดุตัวอย่างของกลุ่มนี้ คล้ายคลึงกับกลุ่ม A - 4 เว้นแต่ โดยปกติจะมีลักษณะยืดหยุ่นสูง (Highly Elastic) ปังชี้โดย High Liquid Limit

กลุ่ม A - 6 วัสดุตัวอย่างของกลุ่มนี้คือ Plastic Clay Soil ปกติจะมีส่วนผ่านตะแกรง 0.075 มม. ร้อยละ 75 หรือมากกว่า กลุ่มนี้ยังรวมถึงส่วนผสมของดินเหนียวละเอียด และส่วนของทรายและกรวดที่ค้างบนตะแกรง 0.075 มม. ได้ถึงร้อยละ 64 วัสดุในกลุ่มนี้ปกติมักมีการเปลี่ยนปริมาตรระหว่างเปียกและแห้งสูง

กลุ่ม A - 7 วัสดุตัวอย่างของกลุ่มนี้คล้ายคลึงกับกลุ่ม A - 6 เว้นแต่มีค่า Liquid Limit สูง ของกลุ่ม A - 5 และอาจยืดหยุ่นและมีการเปลี่ยนปริมาตรสูง

กลุ่มย่อย A - 7 - 5 ประกอบด้วยวัสดุที่มีค่า Plasticity Index ปานกลาง สัมพันธ์กับค่า Liquid Limit และอาจยืดหยุ่นสูงและการเปลี่ยนปริมาตรพอสมควร

กลุ่มย่อย A - 7 - 6 ประกอบด้วยวัสดุที่มีค่า Plasticity Index สูง สัมพันธ์กับค่า Liquid Limit และมีการเปลี่ยนปริมาตรสูง

Unified Soil Classification

ระบบ Unified Soil Classification ดินจะมีสัญลักษณ์ด้วยตัวอักษรที่มีความหมายเฉพาะ สัญลักษณ์ตัวอักษร ดังนี้

- G = กรวด (Gravel)
- S = ทราย (Sand)
- M = ทรายแป้ง (Silt)
- C = ดินเหนียว (Clay)
- W = ขนาดลดหลั่นดี (Well Graded)
- P = ขนาดลดหลั่นเลว (Poorly Graded)
- U = ขนาดลดหลั่นสม่ำเสมอ (Uniformly Graded)
- L = Liquid Limit ต่ำ
- H = Liquid Limit สูง

การแบ่งกลุ่มของดินจะใช้อักษรคู่ดังกล่าวข้างต้น เช่น GP หมายถึง กรวดขนาดลดหลั่นลงเป็นต้น ในระบบ Unified Soil Classification ขนาดของวัสดุมีความหมายดังนี้

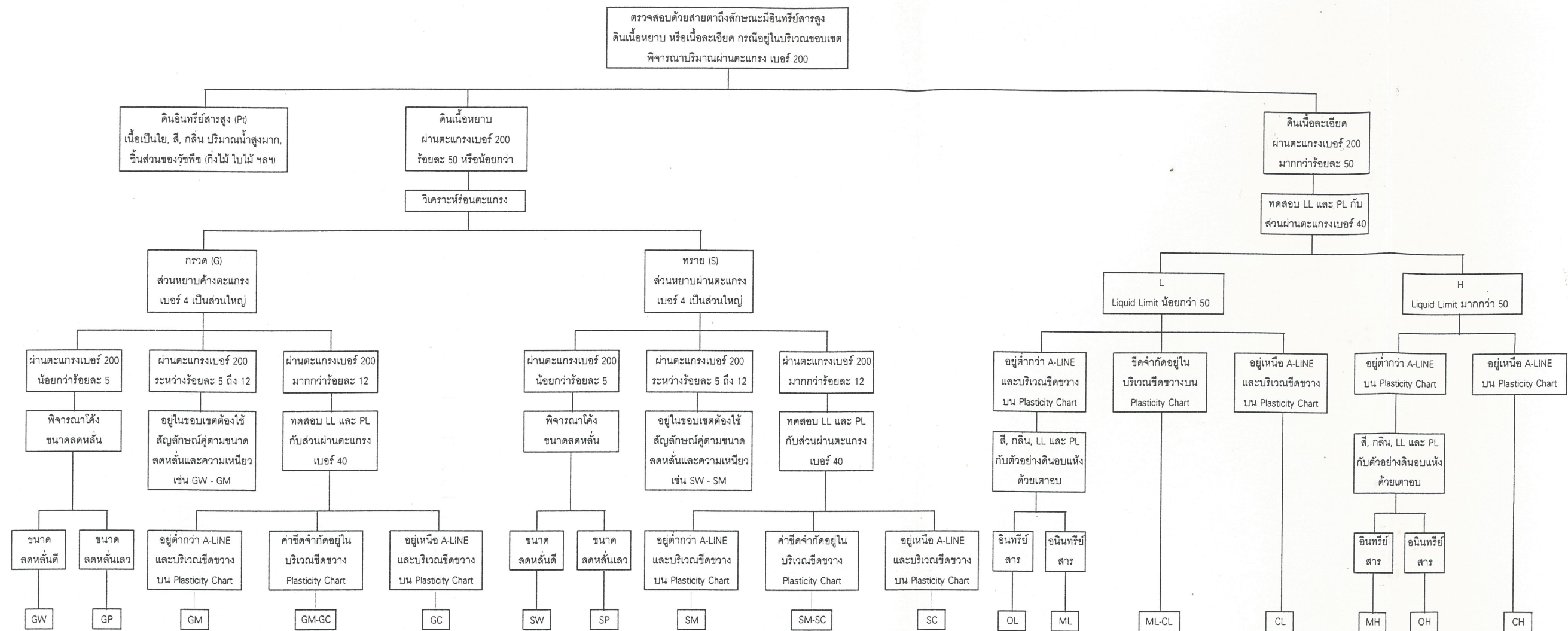
กรวดขนาดใหญ่ (Cobbles)	- ขนาดใหญ่กว่า 3 นิ้ว
กรวด	- ขนาด 3 นิ้ว ถึงตะแกรงเบอร์ 4
ทรายหยาบ	- ตะแกรงเบอร์ 4 ถึงตะแกรงเบอร์ 10
ทรายปานกลาง	- ตะแกรงเบอร์ 10 ถึงตะแกรงเบอร์ 40
ทรายละเอียด	- ตะแกรงเบอร์ 40 ถึงตะแกรงเบอร์ 200
สiltละเอียด	- ส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติของดินตาม Unified Soil Classification และ**รูปที่ 1** เป็นแผนภูมิการพิจารณาประเภทดินจากผลการทดสอบ **รูปที่ 2** เป็น Plasticity Chart

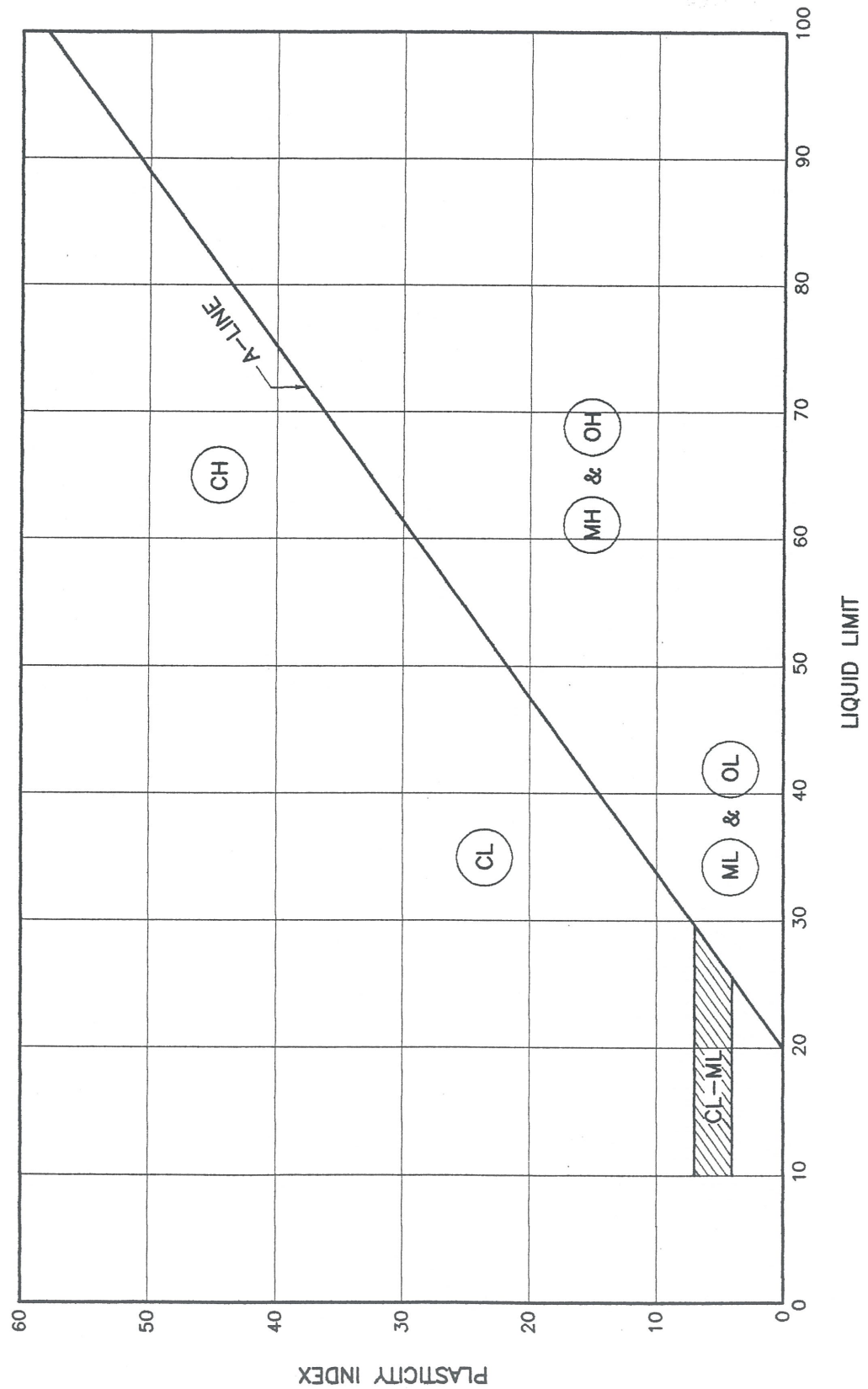
ตารางที่ 3

คุณสมบัติของกลุ่มดินตาม Unified Soil Classification

กลุ่มใหญ่	กลุ่มย่อย	อักษร สัญลักษณ์	ชื่อ	คุณค่าเมื่อใช้ เป็นพื้นทาง ได้ผิวสีกหรอ	การก่อดัดและ การขยายตัว	ลักษณะสมบัติ การระบายน้ำ	Unit Dry Weight (gm/cc)	Field CBR	Subgrade Modulus, k (PCI)
ดินเนื้อ หยาบ	กรวด และ ดินปน กรวด	GW	กรวดหรือกรวดปนทราย, ขนาดลดหลั่นดี	ดี	เกือบไม่มีเลย	ยอดเยี่ยม	2.00 - 2.25	60 - 80	300 หรือสูงกว่า
		GP	กรวดหรือกรวดปนทราย, ขนาดลดหลั่นเลว	เลวถึงปานกลาง	เกือบไม่มีเลย	ยอดเยี่ยม	1.90 - 2.15	35 - 60	300 หรือสูงกว่า
		GU	กรวดหรือกรวดปนทราย, ขนาดลดหลั่นสม่ำเสมอ	เลว	เกือบไม่มีเลย	ยอดเยี่ยม	1.85 - 2.00	25 - 60	300 หรือสูงกว่า
		GM	กรวดปนทรายแป้ง หรือกรวดปนทรายและทรายแป้ง	ปานกลางถึงดี	น้อยมาก	ปานกลางถึงเลว	2.10 - 2.30	40 - 80	300 หรือสูงกว่า
		GC	กรวดปนดินเหนียว หรือกรวดปนทรายและดินเหนียว	เลว	น้อย	เลวจนถึงที่บน้ำ	1.90 - 2.25	20 - 40	200 - 300
	ทราย และ ดินปน ทราย	SW	ทรายหรือทรายปนกรวด, ขนาดลดหลั่นดี	เลว	เกือบไม่มีเลย	ยอดเยี่ยม	1.75 - 2.10	20 - 40	200 - 300
		SP	ทรายหรือทรายปนกรวด, ขนาดลดหลั่นเลว	เลวถึงไม่เหมาะสม	เกือบไม่มีเลย	ยอดเยี่ยม	1.70 - 1.90	15 - 25	200 - 300
		SU	ทรายหรือทรายปนกรวด, ขนาดลดหลั่นสม่ำเสมอ	ไม่เหมาะสม	เกือบไม่มีเลย	ยอดเยี่ยม	1.60 - 1.85	10 - 20	200 - 300
		SM	ทรายนปนทรายแป้งหรือทรายนปนกรวดและทรายแป้ง	เลว	น้อยมาก	ปานกลางถึงเลว	1.90 - 2.15	20 - 40	200 - 300
		SC	ทรายนปนดินเหนียวหรือทรายนปนกรวดและดินเหนียว	ไม่เหมาะสม	น้อยถึงปานกลาง	เลวจนถึงที่บน้ำ	1.70 - 2.10	10 - 20	200 - 300
ดินเนื้อ ละเอียด	ความ สามารถ ก่อดัดต่ำ LL < 50	ML	ทรายแป้ง, ทรายแป้งปนทราย, ทรายแป้งปนกรวด หรือ DIATOMACEOUS SOILS	ไม่เหมาะสม	น้อยถึงปานกลาง	ปานกลางถึงเลว	1.60 - 2.00	5 - 15	100 - 200
		CL	ดินเหนียวจาง, ดินเหนียวปนทราย หรือดินเหนียวปนกรวด	ไม่เหมาะสม	ปานกลาง	ที่บน้ำ	1.60 - 2.00	5 - 15	100 - 200
		OL	ทรายแป้งอินทรีย์ หรือดินเหนียวจางอินทรีย์	ไม่เหมาะสม	ปานกลางถึงมาก	เลว	1.45 - 1.70	4 - 8	100 - 200
	ความ สามารถ ก่อดัดสูง LL > 50	MH	MICACEOUS CLAYS หรือ DIATOMACEOUS SOILS	ไม่เหมาะสม	มาก	ปานกลางถึงเลว	1.30 - 1.60	4 - 8	100 - 200
		CH	ดินเหนียวมาก (FAT CLAYS)	ไม่เหมาะสม	มาก	ที่บน้ำ	1.45 - 1.75	3 - 5	50 - 100
		OH	ดินเหนียวมากอินทรีย์	ไม่เหมาะสม	มาก	ที่บน้ำ	1.30 - 1.70	3 - 5	50 - 100
		Pt	ดินโคลนตม, อินทรีย์สาร และอื่นๆ	ไม่เหมาะสม	สูงมาก	ปานกลางถึงเลว			



รูปที่ 1 แผนภูมิการพิจารณาประเภทดินจากผลการทดสอบ



รูปที่ 2 PLASTICITY CHART