



ผลการดำเนินงาน

โครงการวิจัยคุณภาพของดินด้านปฐพีกลศาสตร์
ตามชุดดินของประเทศไทย
ปีงบประมาณ 2567



จัดทำโดย
นายธนากร บั้งเงิน

กลุ่มวิจัยคุณภาพและกำลังผลิตของดิน
กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน

การวินิจฉัยคุณภาพของดินด้านปฐพีกลศาสตร์ตามชุดดินในประเทศไทย
Engineering soil quality diagnosis based on
soil series in Thailand

กลุ่มวินิจฉัยคุณภาพและกำลังผลิตของดิน
สำนักสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน
กรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญ

	หน้า
1 บทนำ	1
2 วัตถุประสงค์	1
3 ตรวจเอกสาร	1
3.1 ลักษณะชุดดินที่ทำการศึกษาตามชุดดินหลักของประเทศไทย	1
3.2 ลักษณะงานเฉพาะอย่างทางด้านปฐพีกลศาสตร์	2
3.3 การจำแนกประเภทของดินด้านปฐพีกลศาสตร์	2
3.4 กำลังรับแรงเฉือนของดิน (Shear Strength of Soil)	3
4 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน	8
4.1 อุปกรณ์	8
4.2 วิธีการ	8
5 ผลการดำเนินงาน	9
5.1 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และด้านปฐพีกลศาสตร์ของชุดดินหลัก 10 ชุดดินของประเทศไทย	10
6 สรุปผลการดำเนินงาน	23
6.1 ความเหมาะสมของดินสำหรับใช้ประโยชน์ด้านปฐพีกลศาสตร์	26
7. เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก	28

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	คำอธิบายลักษณะชุดดินที่ทำการศึกษา ประกอบด้วย 10 ชุดดิน	2
ตารางที่ 2	ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดินในระบบ USDA กับการจำแนกดินในระบบ Unified และ AASHO	5
ตารางที่ 3	ความสัมพันธ์ระหว่างความอ่อน-แข็งของดินกับกำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ	8
ตารางที่ 4	ข้อมูลที่ตั้งของชุดดินหลัก 10 ชุดดิน	9
ตารางที่ 5	ข้อมูลขนาดอนุภาคดินตามการจำแนก	10
ตารางที่ 6	ค่าวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีของชุดดินหลัก 10 ชุดดิน	11
ตารางที่ 7	ค่าการกระจายของเม็ดดิน คุณสมบัติความเหนียวของดิน และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของชุดดินหลัก 10 ชุดดิน	14
ตารางที่ 8	ค่ากำลังแรงเฉือนของดินแบบไม่ระบายน้ำ (Undrained shear strength) ที่ทำการทดสอบ	21
ตารางที่ 9	การวินิจฉัยคุณภาพด้านปฐพีกลศาสตร์จำนวน 10 ชุดดินตามชุดดินหลักของประเทศไทย	25
ตารางที่ 10	ระดับความเหมาะสมของดินสำหรับกิจกรรมด้านปฐพีกลศาสตร์	26
ตารางที่ 11	ค่าวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีของชุดดินหลัก 10 ชุดดิน	29

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1	แผนภาพแสดงใบมีดที่ใช้ทดสอบ Vane Shear Test
ภาพที่ 2	ทำงานของการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนโดยใช้ใบมีดมาตรฐาน
ภาพที่ 3	การกระจายตัวของแรงต้านทานบนใบมีดทั้ง 3 รูปแบบ
ภาพที่ 4	ชุดดินที่ทำการทดสอบค่าการร่วนซึ่ม

การวินิจฉัยคุณภาพของดินด้านปฐพีกลศาสตร์ตามชุดดินในประเทศไทย ปีงบประมาณ 2567

1. บทนำ

งานสำรวจดินเป็นการรวบรวมคุณลักษณะเฉพาะของดินและสภาพแวดล้อมของภูมิประเทศเพื่อนำมา รวบรวมเป็นหมวดหมู่ จัดทำแผนที่และรายงานการสำรวจดิน โดยจะกำหนดเป็นชื่อชนิดของดินหรือหน่วยแผนที่ดิน ซึ่งการนำเอาข้อมูลไปใช้ประโยชน์นั้น จะให้ความสำคัญในเรื่องศักยภาพดินและกำลังผลิตของดิน ซึ่งการสำรวจดิน จะต้องมีการรวบรวมการการวินิจฉัยคุณภาพของดิน ทั้งด้านการเกษตรและด้านปฐพีกลศาสตร์ โดยทั้งสองกรณีขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างที่เหมาะสมหรือคล้ายคลึงกัน เช่น ลักษณะของชั้นดินวัตถุต้นกำเนิดดิน และลักษณะธรณีสัณฐาน ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ล้วนมีอิทธิพลโดยตรงต่อคุณสมบัติทั้งทางด้านเกษตรและด้านปฐพีกลศาสตร์ของดิน แต่ในการประเมินระดับความเหมาะสมและข้อจำกัดของดิน ปัจจัยบางอย่างจะแสดงความรุนแรงของข้อจำกัดที่แตกต่าง กัน เช่น เนื้อดินที่เป็นดินเหนียวจัด ทางด้านเกษตรมีข้อจำกัดคือจะยับยั้งการเจริญเติบโตของรากพืช ทางด้านปฐพีกลศาสตร์ในเรื่องการซูดบน้ำ สรณะน้ำดินเหนียวจะมีความสามารถในการเก็บกักน้ำได้ดี แต่ถ้าจะนำมาใช้เป็นวัสดุ สร้างทางก็จะไม่เหมาะสม เป็นต้น จะเห็นได้ว่าคุณสมบัติของดินอย่างเดียวกันจะแสดงผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ ของดินที่แตกต่างกัน

ข้อมูลจากการรายงานการสำรวจดินส่วนใหญ่จะนำไปใช้ทางด้านการเกษตร ซึ่งรวมถึงสมบัติทางปฐพีกลศาสตร์ ดังนั้นเพื่อให้การวินิจฉัยคุณภาพของดินด้านปฐพีกลศาสตร์ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้อง ศึกษาคุณสมบัติทางด้านปฐพีกลศาสตร์บางอย่างเพิ่มเติม เพื่อนำมาพิจารณาประกอบการจัดชั้นความเหมาะสม ของดินชนิดต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการวางแผนเบื้องต้นของโครงการที่จำเป็นต้องมีการใช้เป็น แหล่งหน้าดิน แหล่งทรายและกรวด ดินถมหรือดินคันทาง การใช้เป็นเส้นทางแนวถนน การใช้เป็นบ่อซูด อ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก คันกันน้ำ ระบบบ่อเกรอะ การสร้างโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก การสร้างอาคารต่ำ ๆ และการใช้ยานพาหนะในช่วงฤดูฝน เป็นต้น

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะและสมบัติด้านกายภาพและเคมีของดิน ที่มีผลต่อการประเมินทางด้านปฐพีกลศาสตร์ของดินตัวแทนหลัก
2. เพื่อศึกษาระดับความเหมาะสมและข้อจำกัดตัวแทนดินหลัก ในการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับกิจกรรมด้านปฐพีกลศาสตร์

3. ตรวจเอกสาร

3.1 ลักษณะชุดดินที่ทำการศึกษาตามชุดดินหลักของประเทศไทย

การศึกษาวินิจฉัยคุณภาพดินด้านปฐพีกลศาสตร์ ดำเนินการ 10 ชุดดิน ซึ่งอธิบายลักษณะดิน (ดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของชุดดินที่ทำการศึกษา

ชุดดิน	ลักษณะสำคัญของชุดดิน	สภาพพื้นที่ที่พบ (%ความลาดชัน)
ช่องแค (Ck)	- จำแนกดินเป็น Very-fine, smectitic, isohyperthermic (Aeric Chromic) Ustic Endoaquerts - ดินเหนียวจัดลึกมาก เนื้อดินเหนียวตลอดหน้าตัด มีสีเทาเข้มถึงน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีแดงตลอด ในฤดูแล้งหน้าดินจะมีรอยแตกกระแหงกว้างและลึก - พบรอยไถลผิวหน้าที่ถูกกดในดินล่าง - เกิดจากตะกอนน้ำพา ที่ได้รับอิทธิพลมาจากภูเขาหินปูน - ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) ในดินบน และเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 6.0-7.0) ในดินล่าง - การระบายน้ำเลว	ราบเรียบ (0-2%)
สิงห์บุรี (Sin)	- จำแนกดินเป็น Very-fine, mixed, semiactive, nonacid, isohyperthermic Vertic Endoaquerts - เป็นดินเหนียวลึก ดินบนเป็นดินเหนียว สีเทาเข้มหรือน้ำตาลปนเทา ดินล่างเป็นดินเหนียวสีเทาเข้ม มีจุดประสีน้ำตาลหรือน้ำตาลปนเหลือง - พบรอยไถลและผิวหน้าอัดมัน ส่วนตอนล่างของดินเป็นดินเลนสีเขียวมะกอก หรือสีเทาปนเขียวเข้ม ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 5.0-6.0) - เกิดจากตะกอนน้ำพา ที่เป็นแอ่งต่ำของที่ราบน้ำท่วมถึง - การระบายน้ำเลว	ราบเรียบ (0-1%)
ศรีสำโรง (Ssr)	- จำแนกดินเป็น Fine, kaolinite, isohyperthermic Typic Paleaquults - เป็นดินลึกมาก ดินบนเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายละเอียด หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง สีน้ำตาลปนเทาหรือ สีน้ำตาลปนเทาอ่อน มีจุดประสีน้ำตาลเข้มและแดง ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายละเอียดหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ถึงดินเหนียวสีเทาปนชมพูหรือเทาอ่อน มีจุดประสีน้ำตาลเข้มและแดง ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดแก่ (pH 4.5-5.5) - เกิดจากตะกอนน้ำ - การระบายน้ำเลว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในฤดูแล้งจะเกิดการขาดน้ำอย่างมาก ส่วนฤดูฝนจะเกิดการแช่ขังน้ำ	ราบเรียบ (0-2%)
เฉลี่ยลับ (Cl)	- จำแนกดินเป็น Fine, mixed, semiactive, isohyperthermic Aeric Endoaqualfs - ดินเหนียวลึกมาก เป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง มีสีน้ำตาลแก่ ดินล่างเป็นดินเหนียวปนทรายแป้งสีเทาปนน้ำตาลอ่อน มีความเสี่ยงต่อการขาดน้ำในฤดูเพาะปลูก - เกิดจากตะกอนน้ำพา - ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) ในดินบน และเป็นกรดเล็กน้อยถึงด่างปานกลาง (pH 6.5-8.0) ในดินล่าง - การระบายน้ำค่อนข้างเวลาถึงเลว	ราบเรียบ (0-2%)

ชุดดิน	ลักษณะสำคัญของชุดดิน	สภาพพื้นที่ที่พบ (%ความลาดชัน)
มโนรมย์ (Mn)	- จำแนกดินเป็น Fine, mixed, semiactive, isohyperthermic Aeris (Plinthic) Endoaqualfs - ดินลึก เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง หรือดินร่วนปนดินเหนียว สีเทาเข้ม จุดประสีน้ำตาลปนเหลืองหรือน้ำตาลแก่ พบศิลาแลงอ่อน (plinthite) - เกิดจากตะกอนน้ำพา - ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง (pH 5.0-7.0) ในดินบน และเป็นกรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.0-6.5) ในดินล่าง - การระบายน้ำค่อนข้างเลว	ราบเรียบ (0-2%)
โพทะเล (Plo)	- จำแนกดินเป็น Fine, mixed, active, isohyperthermic, Aeris Endoaqualfs - ดินลึกมาก เนื้อดินเป็นดินร่วนปนเหนียว หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง มีสีน้ำตาลเข้มปนสีเทา ดินล่างเป็นดินเหนียวตลอดหน้าตัดสีน้ำตาลตามเข้ม - เกิดจากตะกอนน้ำพา ที่เป็นวนต่ำของเนินตะกอนรูปพัด - ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง (pH 5.0-7.0) ตลอดหน้าตัดดิน - การระบายน้ำค่อนข้างเลว	ราบเรียบ (0-2%)
สระโบสถ์ (Sab)	- จำแนกดินเป็น Fine, mixed, semiactive, isohyperthermic Aeris Endoaqualfs - ดินลึกมาก ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายแป้งหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง สีเทาเข้มหรือน้ำตาลปนเทาเข้ม เนื้อดินล่างเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง สีน้ำตาลปนเทา ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่างเล็กน้อย (pH 6.0-8.0) ตลอดทั้งหน้าตัดดิน - เกิดมาจากตะกอนน้ำพา - การระบายน้ำค่อนข้างเลว	ราบเรียบ (0-2 %)
สุโขทัย (Skt)	- จำแนกดินเป็น Fine, kaolinite, isohyperthermic Aeris (Plinthic) Endoaqualfs - ดินกรดจัดลึกมากถึงปานกลาง ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วน สีน้ำตาลเข้ม หรือสีน้ำตาลปนแดงเข้ม ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 5.5-6.0) ดินล่างเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนเหนียวปนทราย สีน้ำตาลปนแดงเข้มหรือน้ำตาลปนเหลืองเข้ม ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.5-5.5) - เกิดจากตะกอนน้ำพา - การระบายน้ำค่อนข้างเลว	ราบเรียบ (0-2%)
สรรพยา (Sa)	- จำแนกดินเป็น Fine-loamy, mixed, active, nonacid, isohyperthermic Aquic (Fluventic) Haplustepts - ดินลึกมาก เนื้อดินเป็นดินร่วนหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง สีน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีเทา ดินล่างมีลักษณะของเนื้อดินและสีที่ไม่แน่นอน พบเกล็ดแร่ไมก้าปะปนอยู่ตลอดหน้าตัดดิน - เกิดจากตะกอนน้ำพา ที่เป็นส่วนต่ำของสันดินริมน้ำบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง - ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่างเล็กน้อย (pH 6.0-8.0) ตลอดหน้าตัดดิน - การระบายน้ำดีปานกลางถึงค่อนข้างเลว	ราบเรียบ (0-2%)

ชุดดิน	ลักษณะสำคัญของชุดดิน	สภาพพื้นที่ที่พบ (%ความลาดชัน)
พรานกระต่าย (Prk)	- จำแนกดินเป็น Loamy-skeletal over fragmental, mixed, subactive, isohyperthermic Petroferric Epiaquults - ดินตื้นถึงชั้นลูกรัง ดินบนเป็นดินร่วนปนทราย หรือทรายปนร่วน ส่วนดินล่างเป็นดินเหนียวปนทรายปนก้อนกรวดมาก - เกิดจากตะกอนน้ำ - ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลาง (pH 5.5-6.0) ในดินบน และเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5-5.0) ในดินล่าง - การระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงเลว	ราบเรียบ (0-2%)

3.2 ลักษณะงานเฉพาะอย่างทางด้านปฐพีกลศาสตร์

ลักษณะงานเฉพาะอย่างทางด้านปฐพีกลศาสตร์ในการวินิจฉัยคุณภาพของดินด้านปฐพีกลศาสตร์จากหนังสือการวินิจฉัยคุณภาพของดินด้านปฐพีกลศาสตร์ตามกลุ่มชุดดินในประเทศไทย เอกสารจากกองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน ฉบับที่ 380 (สุวณี, 2538) จะเน้นงานเฉพาะอย่างดังต่อไปนี้

- 1 การใช้เป็นแหล่งหน้าดิน (Soil suitability as source of topsoil)
- 2 การใช้เป็นแหล่งทรายและกรวด (Soil suitability as probable source of sand and gravel)
- 3 การใช้เป็นดินถมหรือดินคันทาง (Soil suitability for road fill of subgrade)
- 4 การใช้เป็นเส้นทางแนวถนน (Soil suitability for highways roads and street's location)
- 5 การใช้ทำบ่อขุด (Soil suitability for excavated ponds)
- 6 การใช้เป็นพื้นที่อ่างเก็บกักน้ำขนาดเล็ก (Soil suitability for pond reservoir area)
- 7 การใช้สร้างคันกั้นน้ำ (Soil suitability for pond embankment)
- 8 การใช้ทำระบบบ่อเกรอะ (Soil suitability for septic tanks)
- 9 การใช้สร้างโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก (Soil suitability for light industries)
- 10 การใช้สร้างอาคารต่ำ ๆ (Soil suitability for low building foundation)
- 11 เพื่อการใช้นยานพาหนะในช่วงฤดูฝน (Soil suitability for trafficability in wet season)

สำหรับลักษณะหรือความหมายของแต่ละงานนั้น จะได้กล่าวต่อไปและรวมถึงการนำคุณสมบัติของดินที่เป็นข้อจำกัดมาพิจารณาเพื่อหาระดับความเหมาะสมของดินด้วย ดังนี้

3.3 การจำแนกประเภทของดินด้านปฐพีกลศาสตร์

ประเภทดินทางวิศวกรรมได้จำแนกไว้ด้วยระบบต่าง ๆ หลายระบบขึ้นอยู่กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและประโยชน์ใช้สอย เช่น งานถนน ใช้ระบบของ AASHO (association of state highway officials) งานฐานรากและคันดิน หรืองานวิศวกรรมทั่วไป ใช้ระบบ Unified soil classification

1.การจำแนกประเภทดินตามระบบ Unified

การจำแนกดินทางด้านวิศวกรรมตามระบบ Unified และระบบ AASHO จำแนกดินด้วย คือ ดินเม็ดหยาบจะจัดแบ่งโดยอาศัยการกระจายของเม็ดดิน (Grain size distribution) ส่วนเม็ดดินละเอียดจะใช้คุณสมบัติความเหนียว (Plasticity) ดังนั้นระบบนี้จะใช้วิธีวิเคราะห์ sieve analysis และ atterberg's limits

2.การจำแนกดินตามระบบ AASHO

ระบบนี้แบ่งดินออกเป็น 8 ชุด กลุ่มใหญ่ๆ โดยใช้สัญลักษณ์ A-1 ถึง A-8 และแยกย่อยออกไปอีก นอกจากนี้ยังมีดัชนีกลุ่ม (group index : G.I) กำกับไว้ที่ดินแต่ละกลุ่มด้วย

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดินในระบบ USDA กับการจำแนกดินในระบบ Unified และ AASHO

ระบบ USDA	ระบบ Unified	ระบบ AASHO
ดินทราย (s)	SM	A-2-4
ดินทรายปนดินร่วน (ls)	SM, SM-SC	A-2-4
ดินร่วนปนทราย (sl)	SM, SC, ML, CL	A-2-4, A-2-6, A-4, A-6
ดินร่วน (l)	ML, CL, MH, CH	A-4, A-5, A-6, A-7
ดินร่วนปนทรายแป้ง (sil)	ML, CL	A-4, A-7
ดินทรายแป้ง (si)	ML	A-4
ดินร่วนเหนียวปนทราย (scl)	SC, CL ML, CL, MH, CH	A-2-4, A-4, A-6, A-7
ดินร่วนเหนียว (cl)	ML, CL, MH, CH	A-6, A-7
ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (sicl)	CL, MH, CH	A-7
ดินเหนียวปนทราย (sc)	ML, CL, MH	A-4, A-7
ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sic)	ML, CL, MH, CH	A-7
ดินเหนียว (c)	ML, CL, MH, CH	A-7
ดินปนชั้นส่วนหยาบ	GW, GP, GM, GC	A-2-4, A-2-6, A-2-7, A-6, A-7

3.4 กำลังรับแรงเฉือนของดิน (Shear Strength of Soil)

กำลังเฉือนของดิน หรือกำลังรับแรงเฉือนของดิน (Shear Strength of Soil) หมายถึง กำลังต้านต่อการเฉือนสูงสุดที่สามารถรับได้โดยไม่วิบัติ หรือพังทลาย (Failure) ค่ากำลังรับแรงเฉือนของดิน สามารถหาได้หลายวิธี ในสภาพการทดสอบต่าง ๆ กัน แต่ละชนิดของดิน ดังนั้นหลักการของเรื่องกำลังรับแรงเฉือนของดินเป็นหลักการที่สำคัญที่ต้องศึกษา เพื่อใช้ในการหาความสามารถของดินต่อการต้านทานน้ำหนักที่มากกระทำในรูปแบบต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานสำคัญในการออกแบบทางด้านปฐพีกลศาสตร์ฐานราก (Foundation Engineering) เช่น การออกแบบฐานราก การออกแบบโครงสร้างแรงดันด้านข้าง (Lateral earth pressure)

โดยทั่วไปกำลังรับแรงเฉือนของดินมักเกิดจาก 3 รูปแบบ ดังนี้

1. แรงที่เกิดจากการขัดกันระหว่างเม็ดดิน (Interlocking of Particle)	2. แรงเสียดทาน (Friction) ระหว่างพื้นผิวของเม็ดดินซึ่งมาค่าแปรผันตามหน่วยแรงตั้งฉากระหว่างเม็ดดิน	3. แรงเชื่อมแน่น (cohesion) ระหว่างพื้นผิวของเม็ดดินซึ่งส่วนใหญ่เป็นแรงจากประจุไฟฟ้า โดยแรงชนิดนี้จะมีค่าผันแปรตามปริมาณพื้นที่ผิว
--	---	--

การทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของดินในห้องปฏิบัติการ

1. การทดสอบแบบการเฉือนโดยตรง (Direct Shear Test)
2. การทดสอบแบบรับแรงอัดสามแกน (Triaxial Test)
3. การทดสอบแบบรับแรงอัดแกนเดียว (Unconfined Compression Test)

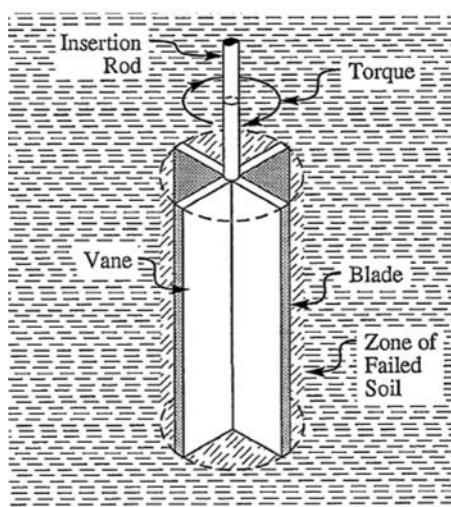
การทดสอบกำลังรับแรงเฉือนในสนาม

1. การทดสอบโดยใช้ใบมีดมาตรฐาน (Vane Shear Test)
2. การทดสอบแบบการทะลวงมาตรฐาน (Standard Penetration Test)

การทดสอบในสนามสำหรับหาค่าตัวแปรของค่ากำลังรับแรงเฉือน (Field Test for Determination of Shear Strength Parameters)

การทดสอบในสนามนั้นจำเป็นมากสำหรับการออกไปทำงานจริง จึงจำเป็นต้องเรียนรู้ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธีดังต่อไปนี้

1. การทดสอบโดยใช้ใบมีดมาตรฐาน (Vane Shear Test) วิธีนี้เป็นการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของดินเหนียวอ่อนถึงปานกลาง ในรูปแบบของกำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (Undrained shear strength) ลักษณะของใบมีดมาตรฐาน ประกอบด้วยใบมีดที่มีขนาดเท่ากัน 4 ใบเชื่อมติดกัน ใบมีดมาตรฐานจะถูกกดถึงระดับที่ต้องการวัดค่า แล้วหมุนก้านหมุนด้วยอัตราคงที่จนกระทั่งใบมีดเฉือนดินจนวิบัติ ค่าโมเมนต์สูงสุดที่วัดค่าได้จะนำมาใช้คำนวณหาลักษณะกำลังรับแรงเฉือนของดิน



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงใบมีดที่ใช้ทดสอบ Vane Shear Test

ถ้า T คือแรงบิดสูงสุด (Maximum Torque) ที่ใส่เข้าไปในโมเมนต์ต้านทานดินเกิดจากแรงต้านทานตามแนวด้านข้างของใบมีดรวมกับแรงต้านทานที่หัวและท้ายของใบมีด

Vane shear test

Since the test is very fast, Unconsolidated Undrained (UU) can be expected

$$T = M_s + M_o + M_o = M_s + 2M_o$$

M_s – Shaft shear resistance along the circumference

$$M_s = \pi d h C_u \frac{d}{2} = \pi C_u \frac{d^2 h}{2}$$

$$T = \pi C_u \frac{d^2 h}{2} + \frac{\pi C_u d^3}{12} \times 2$$

$$T = \pi C_u \left(\frac{d^2 h}{2} + \frac{d^3}{6} \right)$$

$$C_u = \frac{T}{\pi \left(\frac{d^2 h}{2} + \frac{d^3}{6} \right)}$$

ภาพที่ 2 การทำงานของการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนโดยใช้ใบมีดมาตรฐาน

โดยที่

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของใบมีด (Diameter of the shear vane)

h = ความสูงของใบมีด (high of the shear vane)

C_u = กำลังเฉือนของดินแบบไม่ระบายน้ำ (Undrained Shear Strength)

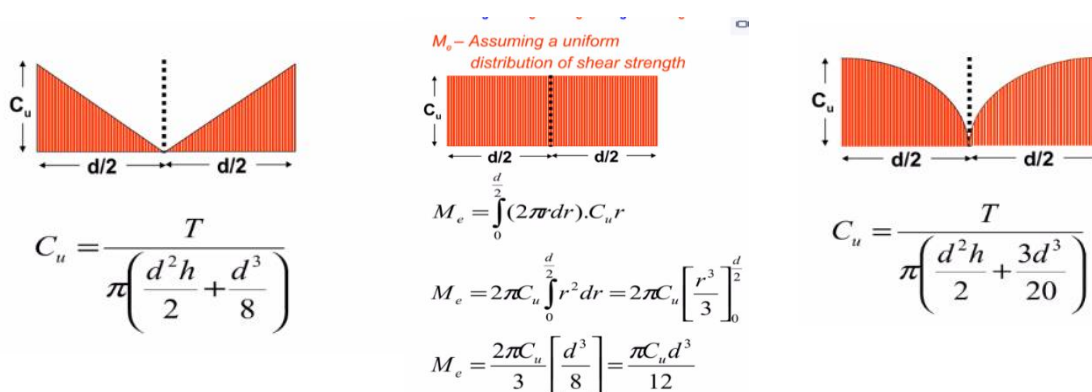
ส่วนแรงต้านทานของใบมีดที่หัวและท้ายของใบมีด (M_e) จะสามารถหาค่าได้ก็ต่อเมื่อ สมมติการกระจายตัวของกำลังแรงเฉือน (ภาพที่ 3) โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

1.การกระจายเป็นรูปสามเหลี่ยม (Triangular mobilization) จะมีค่าคือ C_u จะมีค่ามากที่สุดที่ขอบนอกของรูปทรงกระบอกของดินแล้วจะค่อย ๆ ลดลงมาเรื่อย ๆ เป็นเส้นตรง (linearly) จนเท่ากับ 0 ที่ตรงจุดกึ่งกลางของตัวอย่าง

2.การกระจายตัวในลักษณะสม่ำเสมอ (Uniform mobilization) กำลังรับแรงเฉือน (Shear Strength) C_u จะมีค่าคงที่เสมอตลอดเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง

3.การกระจายตัวเป็นรูปพาราโบลา (Parabolic mobilization) กำลังรับแรงเฉือน (Shear Strength) C_u จะมีค่ามากที่สุดที่ขอบนอกของรูปทรงกระบอกแล้วจะค่อย ๆ ลดลงมาเรื่อย ๆ เป็นเส้นโค้งพาราโบลา (parabolically) จนมาเป็น 0 ที่จุดกึ่งกลางของตัวอย่าง

ในการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของดิน จะทดสอบโดยใช้ใบมีดรูปกากบาท ซึ่งต่อกับกากบาท (Cross blade) ลงในดินแล้วทำการหมุนก้าน ค่าที่วัดได้ (Torque) ที่จะทำให้ดินเกิดการวิบัติ (Failed) รอบใบมีด (Vane) ในการคำนวณหาค่า C_u จะสมมุติว่าดินถูกเฉือนจนวิบัติเป็นรูปทรงกระบอกและทุกจุดบนระนาบวิบัติมีแรงเฉือนเท่ากับ C_u ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดและขนาดของใบมีดมีความสัมพันธ์กันดังสมการ



ภาพที่ 3 การกระจายตัวของแรงต้านทานบนใบมีดทั้ง 3 รูปแบบ

ดังนั้นผลรวมของกำลังรับแรงเฉือน (Shear Strength) ที่แสดงตามภาพที่ 3 นั่นคือ แรงบิด (Torque) ที่จุดวิบัติ สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$T = \pi C_u \left[\frac{d^2 h}{2} + \beta \frac{d^3}{4} \right]$$

หรือ

$$C_u = \frac{T}{\pi \left[\frac{d^2 h}{2} + \beta \frac{d^3}{4} \right]}$$

โดยที่ $\beta = \frac{1}{2}$ สำหรับการกระจายตัวแบบสามเหลี่ยม (Triangular mobilization)

$\beta = \frac{2}{3}$ สำหรับการกระจายตัวในลักษณะสม่ำเสมอ (Uniform mobilization)

$\beta = \frac{3}{5}$ สำหรับการกระจายตัวในลักษณะพาราโบลา (Parabolic mobilization)

การทดสอบนี้ สามารถทดสอบได้ทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนามโดยการทดลองทั้งสองที่จะต่างตรงที่ใบมีด ซึ่งถ้าในห้องปฏิบัติการจะใช้ใบมีดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 mm และความสูงเท่ากับ 25 mm แต่ในสนามจะใช้ใบมีด 3 ขนาด โดยมีขนาดกว้างเท่ากับ 20 mm และสูงเท่ากับ 40 mm ขนาดกว้างเท่ากับ 30 mm และสูงเท่ากับ 50 mm และขนาดกว้างเท่ากับ 15 mm และสูงเท่ากับ 30 mm

อย่างไรก็ตามการทดลองในสนามจะให้ค่าสูงเกินกว่าความเป็นจริง เนื่องจากการทดลองในสนามไม่สามารถควบคุมได้ว่าการทดลองเป็นแบบไม่ระบายน้ำ เพราะอาจมีการระบายน้ำก็ได้ ดังนั้น Bjerrum (1994) จึงได้เสนอให้ปรับแก้ค่าที่ได้ด้วยตัวคูณ λ ซึ่งสัมพันธ์กับค่าดัชนีพลาสติกซิตี (Plasticity Index : PI) นั่นก็คือ

$$C_u(\text{design}) = \lambda C_u(\text{Vane shear})$$

โดยที่ $C_u(\text{design})$ = ค่า C_u ที่ใช้ในการออกแบบ

$\lambda C_u(\text{Vane shear})$ = ค่า C_u ที่ได้จากการทำการทดลองโดยใช้มีดมาตรฐาน
(vane shear test)

λ = ตัวคูณปรับแก้ (correction factor) = $1.7 - 0.54 \log(PI)$

PI = ดัชนีพลาสติก (Plasticity Index)

การทดสอบ Vane Shear Test ที่จะได้จากสนาม นำมาคำนวณเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไปในด้านปฐพีกลศาสตร์เพื่อประเมินว่าค่าที่ได้สูงหรือต่ำ โดยมีตารางสำหรับการเทียบค่า ดังนี้

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความอ่อน-แข็งของดินกับกำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ

ลักษณะของดิน	กำลังรับแรงเฉือน (kN/m ²)
ดินเหนียวอ่อนมาก (very soft)	< 25
ดินเหนียวอ่อน (soft)	25 – 50
ดินเหนียวแข็งปานกลาง (medium stiff)	50 – 100
ดินเหนียวแข็ง (stiff)	100 – 200
ดินเหนียวแข็งมาก (very stiff)	> 200
ดินลูกรัง หินแปรรูป (hard)	1,000 – 2,000

4. อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน

4.1. อุปกรณ์

1. แผนที่ทรัพยากรดิน มาตราส่วน 1 : 25,000 (กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน)
2. เอกสารวิชาการ การวินิจฉัยคุณภาพของดินด้านปฐพีกลศาสตร์ตามกลุ่มชุดดินในประเทศไทย ฉบับที่ 380 (สุวณี, 2538)

3. ผลวิเคราะห์ดินทางกายภาพ และเคมี ของชุดดินหลักประเทศไทย
4. ตะแกรงเบอร์ 4, 10, 40 และ 200 พร้อมด้วยเครื่องเขย่าตะแกรง
5. เครื่องมือวัดคุณสมบัติความเหนียวของดิน (Liquid Limit : LL และ Plastic Limit : PL)
6. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์สภาพการซึมได้ของน้ำภาคสนาม (Open-end Test)

4.2. วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาลักษณะชุดดินหลัก 10 ชุดดิน ประกอบด้วย ชุดดินช่องแค ชุดดินสิงห์บุรี ชุดดินศรีสำโรง ชุดดินเถลิงถวัลย์ ชุดดินมโนรมย์ ชุดดินโพทะเล ชุดดินสระโบสถ์ ชุดดินสุโขทัย ชุดดินสรรพยา และชุดดินพรวนกระต่าย จากคำบรรยายหน้าตัดของดิน (soil profile description)

2. วิเคราะห์ดิน โดยหาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และปฐพีกลศาสตร์ของดิน
3. จำแนกประเภทของดินตามระบบ Unified และ AASHO จากค่าการกระจายของเม็ดดิน (Grain size distribution) และคุณสมบัติความเหนียวของดิน (Plasticity)
4. ทำการวินิจฉัยคุณภาพของดินจากผลการวิเคราะห์ประกอบกับข้อมูลทางสภาพแวดล้อม เพื่อหา ระดับความเหมาะสมของชุดดิน ในการนำไปใช้วินิจฉัยความเหมาะสมของดินปฐพีกลศาสตร์
5. สรุปผล จัดทำเอกสาร โดยสรุปตามการใช้ประโยชน์สำหรับงานชนิดหนึ่ง ๆ ว่ามีชุดดินใดบ้างที่มีความเหมาะสมดี เหมาะสมปานกลาง ไม่เหมาะสม หรือไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง ในการนำไปใช้ประโยชน์กับงานนั้น และอะไรเป็นข้อจำกัด

5. ผลการดำเนินงาน

ทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างตามชุดดินหลัก 10 ชุดดิน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ข้อมูลที่ตั้งของชุดดินหลัก 10 ชุดดิน

ลำดับ	ชุดดิน	Series	พิกัด			ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
			zone	X	Y			
1	ช่องแค	Ck	47Q	664977	1675263	หนองกระเบียน	บ้านหมี่	ลพบุรี
2	สิงห์บุรี	Sin	47Q	641389	1611998	ยี่ล้น	วิเศษชัยชาญ	อ่างทอง
3	ศรีสำโรง	Ssr	47Q	568858	1894834	นาขุนไกร	ศรีสำโรง	สุโขทัย
4	เนลียงลับ	CL	47Q	716814	1814440	นาป่า	เมืองเพชรบูรณ์	เพชรบูรณ์
5	มโนรมย์	Mn	47Q	627675	1697148	ไร่พัฒนา	มโนรมย์	ชัยนาท
6	โพทะเล	Plo	47Q	632351	1776763	ทะนง	โพทะเล	พิจิตร
7	สระโบสถ์	Sab	47Q	697654	1681344	นิยมชัย	สระโบสถ์	ลพบุรี
8	สุโขทัย	Skt	47Q	576761	1914462	นาทุ่ง	ทุ่งเสลี่ยม	สุโขทัย
9	สรรพยา	Sa	47Q	623273	1679986	บ้านกล้วย	เมืองชัยนาท	ชัยนาท
10	พรานกระต่าย	Prk	47Q	557504	1846700	หนองหัววัว	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร

5.1 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และด้านปฐพีกลศาสตร์ของชุดดินหลัก 10 ชุดดิน

สำหรับคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และทางด้านปฐพีกลศาสตร์ของดิน ที่ได้แสดงไว้ได้จากการศึกษาชุดดิน Soil Series .ในแต่ละกลุ่ม ผลการวิเคราะห์ดังนี้

1.ชั้นขนาดอนุภาคดิน

พบว่ามี 4 แบบ ได้แก่ 1. ขนาดอนุภาคดินเนื้อละเอียดมาก(Very-fine) ได้แก่ ชุดดินช่องแคและสิงห์บุรี 2. ขนาดอนุภาคดินเนื้อละเอียด(Fine) ได้แก่ชุดดินศรีสำโรง, เฉลียงลับ, มโนรมย์, โพทะเล, สระโบสถ์ และสุโขทัย 3. ขนาดอนุภาคดินร่วนละเอียด(Fine-loamy) ได้แก่ ชุดดินสรรพยา 4. ขนาดอนุภาคดินร่วนปนชั้นส่วนหยาบมาก(Loamy-skeletal) ได้แก่ชุดดินพรานกระต่าย (ดังตารางที่ 5)

2.ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

พบว่า ชุดดินช่องแค มีค่าความเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (5.5-6.5) ชุดดินสิงห์บุรี มีค่าความเป็นกรดเล็กน้อยถึงด่างปานกลาง (6.5-8.0) ชุดดินศรีสำโรงมีค่าความเป็นกรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย (4.5-6.5) ชุดดินเฉลียงลับมีค่าความเป็นกรดเล็กน้อยถึงด่างปานกลาง (6.5-8.0) ชุดดินมโนรมย์มีค่าความเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง (5.0-7.0) ชุดดินโพทะเลมีค่าความเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง (5.0-7.0) ชุดดินสระโบสถ์มีค่าความเป็นกรดเล็กน้อยถึงด่างปานกลาง (6.0-8.0) ชุดดินสุโขทัยมีค่าความเป็นกรดจัดมากถึงกรดปานกลาง (4.5-6.0) ชุดดินสรรพยาค่าความเป็นกรดเล็กน้อยถึงด่างปานกลาง (6.0-8.0) และชุดดินพรานกระต่ายมีค่าความเป็นกรดจัดมากถึงกรดปานกลาง (4.5-6.0) (ดังตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ข้อมูลขนาดอนุภาคดินตามการจำแนก

ลำดับที่ No.	ชั้นขนาดอนุภาคดิน (Particle size class)	ชุดดิน (Soil series)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)
1.	ขนาดอนุภาคดินเนื้อละเอียดมาก (Very-fine)	ช่องแค (Ck)	5.5-6.5
		สิงห์บุรี (Sin)	6.5-8.0
2.	ขนาดอนุภาคดินเนื้อละเอียด (Fine)	ศรีสำโรง (Ssr)	4.5-6.5
		เฉลียงลับ (Cl)	6.5-8.0
		มโนรมย์ (Mn)	5.0-7.0
		โพทะเล (Plo)	5.0-7.0
		สระโบสถ์ (Sab)	6.0-8.0
		สุโขทัย (Skt)	4.5-6.0
3.	ขนาดอนุภาคดินร่วนละเอียด (Fine-loamy)	สรรพยา (Sa)	6.0-8.0
4.	ขนาดอนุภาคดินร่วนปนชั้นส่วนหยาบมาก (Loamy-skeletal)	พรานกระต่าย (Prk)	4.5-6.0

3.ค่าความชื้นน้ำ

จากการทดสอบสภาพให้ซึมน้ำของดินในภาคสนามโดยวิธี Open-end Test พบว่า ชุดดินที่มีค่าสภาพการให้ซึมน้ำของดินสูงมาก ได้แก่ ชุดดินพรานกระต่าย ชุดดินที่มีค่าสภาพการให้ซึมน้ำของดินปานกลาง ได้แก่ ชุดดินสระโบสถ์ ชุดดินที่มีค่าสภาพการให้ซึมน้ำของดินต่ำ-ทึบน้ำ ได้แก่ ชุดดินช่องแค ชุดดินสิงห์บุรี ชุดดินศรีสำโรง ชุดดินเฉลียงลับ ชุดดินมโนรมย์ ชุดดินโพทะเล ชุดดินสุโขทัย และชุดดินสรรพยา ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ(ดังตารางที่6)

ตารางที่ 6 ข้อมูลสภาพการซึมผ่านของน้ำในระดับความลึกที่ต่างกัน

ชุดดิน	ความลึก (เมตร)	เนื้อดิน	ความชื้นน้ำของดิน			อัตราการรั่วซึม	อัตราการรั่วซึมโดยเฉลี่ย	ความเหมาะสม
			(ชม./วินาที)	(ชม./ชั่วโมง)	(ชม./วัน)			
ช่องแค Ck	1	ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sic)	0.00E+00	0.00	0.00	ช้ามาก,ช้า	ช้ามาก,ช้า (0.39)	เหมาะสมดี
	2	ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sic)	1.15E-04	0.42	9.97	ช้ามาก,ช้า		
	3	ดินเหนียวปนทราย (sc)	2.13E-04	0.77	18.36	ค่อนข้างช้าถึงปานกลาง		
สิงห์บุรี Sin	1	ดินร่วนเหนียวปนทราย (scl)	0.00E+00	0.00	0.00	ช้ามาก,ช้า	ช้ามาก,ช้า (0.23)	เหมาะสมดี
	2	ดินร่วนเหนียวปนทราย (scl)	2.70E-05	0.10	2.33	ช้ามาก,ช้า		
	3	ดินร่วนปนทราย (sc)	1.65E-04	0.59	14.28	ค่อนข้างช้าถึงปานกลาง		
ศรีสำโรง Ssr	1	ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sic)	4.65E-07	0.00	0.04	ช้ามาก,ช้า	ช้ามาก,ช้า (0.07)	เหมาะสมดี
	2	ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sic)	7.41E-06	0.03	0.64	ช้ามาก,ช้า		
	3	ดินร่วนเหนียวปนทราย (scl)	4.69E-05	0.17	4.05	ช้ามาก,ช้า		
เกลี้ยงลับ Cl	1	ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sic)	4.65E-07	0.00	0.04	ช้ามาก,ช้า	ช้ามาก,ช้า (0.08)	เหมาะสมดี
	2	ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sic)	6.42E-05	0.23	5.55	ช้ามาก,ช้า		
	3	ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sic)	4.21E-07	0.00	0.04	ช้ามาก,ช้า		
มโนรมย์ Mn	1	ดินร่วนเหนียวปนทราย (sic)	0.00E+00	0.00	0.00	ช้ามาก,ช้า	ช้ามาก,ช้า (0.10)	เหมาะสมดี
	2	ดินร่วนเหนียวปนทราย (sic)	7.34E-06	0.03	0.63	ช้ามาก,ช้า		
	3	ดินร่วนปนทราย (sic)	7.48E-05	0.27	6.46	ช้ามาก,ช้า		
โพทะเล Plo	1	ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sic)	1.20E-06	0.00	0.10	ช้ามาก,ช้า	ช้ามาก,ช้า (0.03)	เหมาะสมดี
	2	ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sic)	6.28E-06	0.02	0.54	ช้ามาก,ช้า		
	3	ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sic)	1.35E-05	0.05	1.17	ช้ามาก,ช้า		

ตารางที่ 6 ข้อมูลสภาพการซึมผ่านของน้ำในระดับความลึกที่ต่างกัน (ต่อ)

ชุดดิน	ความลึก (เมตร)	เนื้อดิน	ความชื้นน้ำของดิน			อัตราการรั่วซึม	อัตราการรั่วซึมโดยเฉลี่ย	ความเหมาะสม
			(ชม./วินาที)	(ชม./ชั่วโมง)	(ชม./วัน)			
สระโบสถ์ Sab	1	ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (sicl)	3.59E-06	0.01	0.31	ช้ามาก,ช้า	ค่อนข้างช้าถึงปานกลาง (0.51)	เหมาะสมปานกลาง
	2	ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sic)	2.81E-04	1.01	24.32	ค่อนข้างช้าถึงปานกลาง		
สุโขทัย Skt	1	ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sic)	0.00E+00	0.00	0.00	ช้ามาก,ช้า	ช้ามาก,ช้า (0.07)	เหมาะสมดี
	2	ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (sicl)	1.04E-05	0.04	0.90	ช้ามาก,ช้า		
	3	ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sic)	4.84E-05	0.17	4.18	ช้ามาก,ช้า		
สรรพยา Sa	1	ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sic)	2.26E-06	0.01	0.20	ช้ามาก,ช้า	ช้ามาก,ช้า (0.23)	เหมาะสมดี
	2	ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sic)	1.43E-04	0.51	12.33	ค่อนข้างช้าถึงปานกลาง		
	3	ดินเหนียวปนทราย (sic)	4.46E-05	0.16	3.86	ช้ามาก,ช้า		
พราณ กระต่าย Prk	0.70	ดินร่วนปนทราย (Sl)ถึงดินร่วนเหนียว(cl)	2.98E-02	107.23	2573.57	ค่อนข้างเร็วถึงเร็วมาก	ค่อนข้างเร็วถึงเร็วมาก (107.23)	ไม่เหมาะสม

4.ค่าการยึดหดตัวของดิน

จากการแปลผลข้อมูลลักษณะดินตามการจำแนกชุดดินพบว่า ชุดดินที่มีการยึดหดตัวสูงได้แก่ชุดดินช่องแค, ชุดดินสิงห์บุรี, และชุดดินมโนรมย์ ชุดดินที่มีการยึดหดตัวปานกลางได้แก่ชุดดินศรีสำโรง, ชุดดินเฉลียงลับ, ชุดดินโพทะเล และชุดดินสุโขทัย ชุดดินที่มีการยึดหดตัวต่ำได้แก่ ชุดดินสระโบสถ์, ชุดดินสรรพยา และชุดดินพรานกระต่าย (ดังตารางที่ 7)

5. ค่าขีดจำกัดของเหลว

ดินที่มีค่าขีดจำกัดของเหลวน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 และค่าดัชนีพลาสติกน้อยกว่าหรือเท่ากับ 15 ได้แก่ ชุดดินสิงห์บุรี ชุดดินศรีสำโรง ชุดดินเฉลียงลับ ชุดดินโพทะเล ชุดดินสระโบสถ์ ชุดดินสุโขทัย ชุดดินสรรพยา และชุดดินพรานกระต่าย ค่าขีดจำกัด ของเหลวมากกว่า 50 และค่าดัชนีพลาสติกมากกว่า 15 ได้แก่ ชุดดินช่องแค และชุดดินมโนรมย์ (ดังตารางที่ 7)

6.การจำแนกดินตามระบบ Unified และ AASHO

การจำแนกดินทางด้านวิศวกรรมตามระบบ Unified และระบบ AASHO จำแนกดินด้วย คือ ดินเม็ดหยาบจะจัดแบ่งโดยอาศัยการกระจายของเม็ดดิน (Grain size distribution) ส่วนเม็ดดินละเอียดจะใช้คุณสมบัติความเหนียว (Plasticity) ของดิน (ดังตารางที่ 7)

ชุดดินช่องแค จำแนกดินตามระบบ Unified จะจัดอยู่ในกลุ่ม CH, MH ส่วนในระบบ AASHO จะจัดอยู่ในกลุ่ม A-7

ชุดดินสิงห์บุรี จำแนกดินตามระบบ Unified จะจัดอยู่ในกลุ่ม CL ส่วนในระบบ AASHO จะจัดอยู่ในกลุ่ม A-7

ชุดดินศรีสำโรง จำแนกดินตามระบบ Unified จะจัดอยู่ในกลุ่ม ML,CL,SC-SM,CL-ML ส่วนในระบบ AASHO จะจัดอยู่ในกลุ่ม A-7

ชุดดินเฉลียงลับ จำแนกดินตามระบบ Unified จะจัดอยู่ในกลุ่ม CL, ML ส่วนในระบบ AASHO จะจัดอยู่ในกลุ่ม A-7

ชุดดินมโนรมย์ จำแนกดินตามระบบ Unified จะจัดอยู่ในกลุ่ม CL, ML ส่วนในระบบ AASHO จะจัดอยู่ในกลุ่ม A-7

ชุดดินโพทะเล จำแนกดินตามระบบ Unified จะจัดอยู่ในกลุ่ม CL ส่วนในระบบ AASHO จะจัดอยู่ในกลุ่ม A-7

ชุดดินสระโบสถ์ จำแนกดินตามระบบ Unified จะจัดอยู่ในกลุ่ม CL-ML, ML, CL ส่วนในระบบ AASHO จะจัดอยู่ในกลุ่ม A-6

ชุดดินสุโขทัย จำแนกดินตามระบบ Unified จะจัดอยู่ในกลุ่ม CL, ML, CK ส่วนในระบบ AASHO จะจัดอยู่ในกลุ่ม A-6 และ A-7

ชุดดินสรรพยา จำแนกดินตามระบบ Unified จะจัดอยู่ในกลุ่ม CL ส่วนในระบบ AASHO จะจัดอยู่ในกลุ่ม A-7

ดินพรานกระต่าย จำแนกดินตามระบบ Unified จะจัดอยู่ในกลุ่ม CL-ML, ML ส่วนในระบบ AASHO จะจัดอยู่ในกลุ่ม A-4

ตารางที่ 7 ค่าการกระจายของเม็ดดิน คุณสมบัติความเหนียวของดิน และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของชุดดินหลัก 10 ชุดดิน

Series	Depth	GRADATION (%Passing Sieve)				ATTERBERG LIMITS		Sat.Hyd. (cm/hr)	Sat.Hyd. Class	Classification		
		No.4	No.10	No.40	No.200	L.L.	P.I.			USDA	Unified	ASSHO
Ck	0-20	99.98	99.93	99.49	98.10	64.80	42.00			c	CH	A-7
	20-50	99.93	99.82	99.34	98.33	63.59	30.01			c	MH	A-7
	50-80	100.00	99.90	99.65	98.59	63.61	38.83			c	CH	A-7
	80-150	100.00	99.89	99.91	87.37	63.46	29.86			c	MH	A-7
	150-170	100.00	99.98	99.59	98.97	73.89	38.80			c	MH	A-7
	170-230	94.27	90.05	87.71	86.71	64.10	31.18			c	CH	A-7
	230-250	88.37	82.54	78.45	75.87	54.50	34.00			c	CH	A-7
Sin	0-30	95.65	98.83	98.32	96.62	35.88	18.55			c	CL	A-7-6
	30-70	100.00	99.81	99.60	98.57	39.69	20.01			c	CL	A-7-6
	70-100	100.00	99.91	99.61	96.67	41.31	20.34			c	CL	A-7-6
	100-130	100.00	99.93	99.56	97.31	41.79	22.87			c	CL	A-7-6
	130-150	100.00	99.82	97.34	89.29	29.16	13.56			c	CL	A-7-6
	150-170	99.89	99.38	95.16	86.33	34.73	21.26			c	CL	A-7-6
	170-200	99.48	99.26	94.55	69.55	29.38	16.15			c	CL	A-7-6
	200-240	100.00	99.79	92.87	64.38	29.85	18.10			sc	CL	A-7-6
	240-270	99.00	98.79	91.87	63.38	27.11	15.25			scl	CL	A-7-6
	270-300	99.77	99.72	95.13	59.84	26.78	16.23			sc	CL	A-7-6

ตารางที่ 7 ค่าการกระจายของเม็ดดิน คุณสมบัติความเหนียวของดิน และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของชุดดินหลัก 10 ชุดดิน (ต่อ)

Series	Depth	GRADATION (%Passing Sieve)				ATTERBERG LIMITS		Sat.Hyd. (cm/hr)	Sat.Hyd. Class	Classification		
		No.4	No.10	No.40	No.200	L.L.	P.I.			USDA	Unified	ASSHO
Ssr	0-20	99.46	98.62	94.29	75.28	18.43	2.91	0.54	S	sil	ML	A-7
	20-40	99.96	99.63	97.13	86.23	23.47	10.18	0.07	VS	sicl	CL	A-7
	40-70	99.69	99.04	97.03	88.28	25.50	13.35	0.06	VS	sicl	CL-ML	A-7
	70-90	98.70	97.65	95.65	86.14	23.39	6.88	0.44	S	sic	CL	A-7
	90-120	99.57	98.88	96.72	88.30	38.77	23.98	1.43	MR	sic	CL	A-7
	120-190	99.51	98.39	95.87	87.70	40.33	21.60	0.12	VS	sic	CL	A-7
	190-230	99.98	99.23	96.53	82.33	33.08	11.08	0.03	VS	sic	CL	A-7
	230-250	99.68	98.53	90.68	68.28	33.85	18.02	3.61	M	scl	CL	A-7
	250-270	99.99	99.17	89.79	58.48	24.59	12.18	0.03	VS	c	CL	A-7
	270-300	99.72	95.23	78.07	48.48	22.65	6.99	0.03	VS	scl	SC-SM	A-6
Cl	0-10	99.34	98.54	96.77	88.32	31.47	14.91	4.58	M	sicl	CL	A-7
	10-30	99.39	99.36	97.81	90.69	28.57	11.12	1.83	M	sicl	CL	A-7
	30-60	99.34	98.75	97.48	94.15	29.58	9.20	4.41	M	cl	CL	A-7
	60-100	97.81	96.98	94.58	88.22	29.76	12.25	0.23	S	cl	CL	A-7
	100-130	98.53	96.94	94.79	90.30	32.79	10.61	9.67	MR	sicl	CL	A-7
	130-160	99.62	98.51	96.34	92.34	40.02	20.05	11.23	R	cl	CL	A-7
	160-210	98.00	96.58	96.58	91.53	36.40	11.30	0.31	S	cl	ML	A-7
	210-250	99.76	99.18	97.56	94.06	37.82	16.88	0.23	S	c	CL	A-7
	250-300	99.18	97.97	96.96	94.73	43.65	24.66	0.23	S	c	CL	A-7

ตารางที่ 7 ค่าการกระจายของเม็ดดิน คุณสมบัติความเหนียวของดิน และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของชุดดินหลัก 10 ชุดดิน (ต่อ)

Series	Depth	GRADATION (%Passing Sieve)				ATTERBERG LIMITS		Sat.Hyd (cm/hr)	Sat.Hyd. Class	Classification		
		No.4	No.10	No.40	No.200	L.L.	P.I.			USDA	Unified	ASSHO
Mn	0-40	99.85	98.55	96.29	90.99	38.35	14.27			sic	CL	A-7
	40-70	100.00	99.46	98.01	95.28	46.50	17.29			c	ML	A-7
	70-140	10.00	97.71	95.62	92.98	55.81	22.19			c	MH	A-7
	140-180	10.00	99.43	97.72	94.96	48.14	27.56			c	CL	A-7
	180-210	99.86	99.31	98.23	95.92	50.82	21.48			c	MH	A-7
	210-250	100.00	98.68	96.76	93.79	49.89	27.52	0.27	VS	c	CL	A-7
	250-300	100.00	99.89	98.55	96.68	55.09	24.66	0.27	VS	c	MH	A-7
Plo	0-10	98.91	97.36	96.17	92.81	43.54	24.23	0.12	S	sicl	CL	A-7
	10-40	99.88	99.73	99.47	97.56	37.23	17.33	0.06	VS	sic	CL	A-7
	40-80	98.60	97.45	96.34	94.90	50.00	31.38	0.03	VS	sic	CH	A-7
	80-130	99.45	99.25	98.64	97.25	38.88	18.60	0.04	VS	sicl	CL	A-7
	130-170	98.40	97.19	95.96	94.73	40.91	22.00	0.03	VS	sicl	CL	A-7
	170-190	97.56	96.23	94.51	93.02	37.87	14.31	0.03	VS	sicl	CL	A-7
	190-230	99.20	98.20	96.79	96.26	37.77	13.35	0.03	VS	sicl	CL	A-7
	230-250	96.26	94.35	92.68	91.40	37.42	14.65	0.54	VS	c	CL	A-7
	230-270	97.88	97.12	95.71	94.49	35.66	12.69	1.17	S	c	CL	A-7
	270-300	99.88	99.55	98.26	96.64	35.78	12.65	1.17	S	c	CL	A-7

ตารางที่ 7 ค่าการกระจายของเม็ดดิน คุณสมบัติความเหนียวของดิน และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของชุดดินหลัก 10 ชุดดิน (ต่อ)

Series	Depth	GRADATION (%Passing Sieve)				ATTERBERG LIMITS		Sat.Hyd (cm/hr)	Sat.Hyd. Class	Classification		
		No.4	No.10	No.40	No.200	L.L.	P.I.			USDA	Unified	ASSHO
Sab	0-20	100.00	99.93	97.94	84.76	24.14	4.16	7.65	M	sil	CL-ML	A-6
	20-50	10.00	99.73	96.81	79.46	17.81	1.94	6.03	M	sil	ML	A-6
	50-90	10.00	99.21	96.26	86.93	21.83	4.93	12.03	MR	sil	CL-ML	A-6
	90-130	99.81	97.88	93.29	85.54	21.91	6.49	0.15	S	sil	CL-ML	A-6
	130-150	97.19	92.27	80.37	65.11	18.75	4.27	0.11	VS	sil	CL-ML	A-6
	150-190	100.00	95.91	81.67	62.41	24.77	7.75	0.04	VS	sil	CL	A-6
	190+	97.81	92.51	78.84	62.10	31.76	12.26	0.04	VS	sil	CL	A-6
Skt	0-20	99.82	98.78	95.83	89.17	40.88	20.52	12.45	MR	sil	CL	A-6
	20-50	99.97	99.53	96.38	90.95	35.47	15.34	0.04	VS	sicl	CL	A-7
	50-80	99.92	99.86	97.90	94.84	34.85	11.96	0.03	VS	sicl	CL	A-7
	80-110	99.33	98.60	95.95	92.83	37.27	16.13	0.03	VS	sicl	CL	A-7
	110-130	99.72	99.08	95.79	91.78	34.97	12.46	0.05	VS	cl	CL	A-6
	130-170	99.88	98.54	96.29	92.96	33.72	9.44	1.69	MS	sicl	ML	A-7
	170-200	99.22	98.43	96.90	93.07	30.33	11.79	1.31	MS	sic	CL	A-7
	200-250	99.97	99.61	98.48	94.71	32.01	11.58	0.04	VS	c	CL	A-7
	250-270	99.94	99.82	98.34	93.99	33.79	12.42	1.17	MS	c	CL	A-7
	270-300	99.75	99.37	97.86	94.63	33.75	8.80	0.04	VS	c	ML	A-7

ตารางที่ 7 ค่าการกระจายของเม็ดดิน คุณสมบัติความเหนียวของดิน และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของชุดดินหลัก 10 ชุดดิน (ต่อ)

Series	Depth	GRADATION (%Passing Sieve)				ATTERBERG LIMITS		Sat.Hyd. (cm/hr)	Sat.Hyd.Class	Classification		
		No.4	No.10	No.40	No.200	L.L.	P.I.			USDA	Unified	ASSHO
Sa	0-20	100.00	99.25	98.95	73.43	26.23	9.57			sil	CL	A-7
	20-40	100.00	99.80	99.65	71.99	21.94	9.57			cl	CL	A-7
	40-80	99.35	98.13	97.57	73.72	22.12	7.65			cl	CL	A-7
	80-110	99.68	98.53	90.68	68.28	24.91	9.20			cl	CL	A-7
	110-140	99.32	98.00	96.63	82.27	24.43	8.96			sl	CL	A-7
	140-180	99.72	98.88	97.74	89.40	25.21	11.78			sl	CL	A-7
	180-210	99.83	99.32	97.36	86.93	27.54	12.24	0.51	MS	cl	CL	A-7
	210-260	93.63	86.74	83.98	73.88	27.86	13.12	0.16	S	c	CL	A-7
	260+	97.21	89.15	85.63	76.98	30.27	14.55	0.16	S	c	CL	A-7
Prk	0-30	100.00	99.75	85.99	62.80	19.13	5.23	6.96	MR	sl	CL-ML	A-4
	30-60	100.00	99.57	85.53	65.98	20.79	5.87	2.38	M	sl	CL-ML	A-4
	60-70	99.99	99.61	71.33	53.22	17.48	3.14	107.23	VR	sl	ML	A-4

7.ค่ากำลังต้านแรงเฉือน

ค่ากำลังต้านแรงเฉือนหมายถึงในชุดดินที่ทำการทดสอบนี้มีความสามารถรับน้ำหนักในการก่อสร้างอาคาร และมีความคงทนต่อการเปลี่ยนรูปทางด้านปฐพีกลศาสตร์เป็นอย่างดี โดยจะสามารถทราบได้จากค่าทดสอบภาคสนามจากรางแสดงค่ากำลังแรงเฉือนของดินแบบไม่ระบายน้ำ (Undrained shear strength) (ดังตารางที่ 8)

ค่ากำลังแรงเฉือนของดินแบบไม่ระบายน้ำ ที่ทดสอบในภาคสนามทดสอบโดยใช้ อุปกรณ์ 2 แบบ ได้แก่ 1.Pocket shear 2.Vane shear พบว่า

ชุดดินช่องแค ทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ Pocket shear พบว่าที่ความลึก 0-20 ซม. มีค่าแรงเฉือน 16 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 20-50 ซม. มีค่าแรงเฉือน 19.5 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ทดสอบโดยใช้ อุปกรณ์ Vane shear พบว่า ที่ความลึก 100 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 185 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 200 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 202 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 300 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 105 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร

ชุดดินสิงห์บุรี ทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ Pocket shear พบว่า ที่ความลึก 0-30 ซม. มีค่าแรงเฉือน 9 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 30-70 ซม. มีค่าแรงเฉือน 6 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ทดสอบโดยใช้ อุปกรณ์ Vane shear พบว่า ที่ความลึก 100 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 181 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 200 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 239 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 300 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 283 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร

ชุดดินศรีสำโรง ทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ Pocket shear พบว่า ที่ความลึก 0-20 ซม. มีค่าแรงเฉือน 5 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 20-40 ซม. มีค่าแรงเฉือน 6 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 40-70 ซม. มีค่าแรงเฉือน 6 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ Vane shear พบว่า ที่ความลึก 100 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 222 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 200 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 197 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 300 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 129 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร

ชุดดินเกลี้ยงลับ ทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ Pocket shear พบว่า ที่ความลึก 0-10 ซม. มีค่าแรงเฉือน 7.5 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 10-30 ซม. มีค่าแรงเฉือน 7.5 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 30-60 ซม. มีค่าแรงเฉือน 7.0 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ Vane shear พบว่า ที่ความลึก 100 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 232 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 200 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 231 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 300 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 200 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร

ชุดดินมโนรมย์ ทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ Pocket shear พบว่า ที่ความลึก 0-40 ซม. มีค่าแรงเฉือน 24 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 40-70 ซม. มีค่าแรงเฉือน 20 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ทดสอบโดยใช้ อุปกรณ์ Vane shear พบว่า ที่ความลึก 100 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 244 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 200 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 198 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 300 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 220 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร

ชุดดินมโนรมย์ ทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ Pocket shear พบว่า ที่ความลึก 0-40 ซม. มีค่าแรงเฉือน 24 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 40-70 ซม. มีค่าแรงเฉือน 20 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ทดสอบโดยใช้ อุปกรณ์ Vane shear พบว่า ที่ความลึก 100 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 244 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความ

ลึก 200 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 198 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 300 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 220 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร

ชุดดินโพทะเล ทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ Pocket shear พบว่า ที่ความลึก 0-10 ซม. มีค่าแรงเฉือน 9 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 10-40 ซม. มีค่าแรงเฉือน 9 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 40-80 ซม. มีค่าแรงเฉือน 6 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ Vane shear พบว่า ที่ความลึก 50 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 256 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 100 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 243 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 160 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 251 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร

ชุดดินสระโบสถ์ ทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ Pocket shear พบว่า ที่ความลึก 0-30 ซม. มีค่าแรงเฉือน 4 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 30-50 ซม. มีค่าแรงเฉือน 4 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ทดสอบโดยใช้ อุปกรณ์ Vane shear พบว่า ที่ความลึก 50 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 100 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความ ลึก 100 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 32 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 150 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 69 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร

ชุดดินสุโขทัย ทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ Pocket shear พบว่า ที่ความลึก 0-20 ซม. มีค่าแรงเฉือน 4 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 20-50 ซม. มีค่าแรงเฉือน 4 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 50-80 ซม. มีค่าแรงเฉือน 3 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ Vane shear พบว่า ที่ความลึก 100 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 198 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 200 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 215 กิโลนิว ตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 300 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 237 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร

ชุดดินสรรพยา ทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ Pocket shear พบว่า ที่ความลึก 0-20 ซม. มีค่าแรงเฉือน 4.5 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 20-40 ซม. มีค่าแรงเฉือน 2.5 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ทดสอบโดยใช้ อุปกรณ์ Vane shear พบว่า ที่ความลึก 100 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 144 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความ ลึก 200 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 220 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ที่ความลึก 300 ซม. มีค่าแรงต้านจากดิน 195 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร

ชุดดินพรานกระต่าย ทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ Pocket shear พบว่า ที่ความลึก 0-30 ซม. มีค่าแรง เฉือน 6 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ไม่สามารถทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ Vane shear เนื่องจากชั้นดินล่าง 80 ซม. พบชั้นกรวดลูกรัง

ตารางที่ 8 ค่ากำลังแรงเฉือนของดินแบบไม่ระบายน้ำ (Undrained shear strength) ที่ทำการทดสอบ

ชุดดิน Soil series	ค่ากำลังต้านทานแรงเฉือน (Shear Strength)										
	ระดับ ความลึก (cm)	Pocket Shear Test			ระดับ ความลึก (cm)	Vane Shear Test					
						แรงบิดสูงสุด (T)			แรงต้านจากดิน (C _u)		
		CL 100	CL101	CL102		2*4	3*5	1.5*3	2*4	3*5	1.5*3
		kN/m ²				kPa			kN/m ²		
ชุดดินช่องแค : Ck	0-20	16.0	-	16.0	100	72.0	46.6	-	185.0	338.9	-
	20-50	19.5	-	15.5	200	78.6	52.6	-	202.0	381.9	-
	-	-	-	-	300	40.6	39.3	-	105.0	286.3	-
ชุดดินสิงห์บุรี : Sin	0-30	9.0	-	5.0	100	70.6	48.0	-	181.0	345.4	-
	30-70	6.0	-	4.0	200	93.3	62.6	-	239.0	453.5	-
	-	-	-	-	300	110.6	90.0	-	283.0	649.4	-
ชุดดินศรีสำโรง : Ssr	0-20	5	-	2.5	100	86.7	78.0	124.0	222.0	563.4	133.8
	20-40	6	-	2.5	200	76.6	48.6	98.6	197.0	353.2	106.6
	40-70	6	-	4.0	300	50.0	66.6	76.6	129.0	482.2	82.9
ชุดดินเฉลียงลับ : Cl	0-10	7.5	-	5.0	100	90.6	45.3	1.6.0	232.0	329.3	114.5
	10-30	7.5	-	3.5	200	90.0	60.0	104.0	231.0	434.4	112.3
	30-60	7.0	-	3.0	300	78.0	54.0	114.0	200.0	391.4	123.0
ชุดดินมโนรมย์ : Mn	0-40	24.0	-	7.0	100	95.3	58.0	-	244.0	420.1	-
	40-70	20.0	-	8.0	200	77.3	64.6	-	198.0	467.8	-
	-	-	-	-	300	86.0	61.3	-	220.0	443.9	-

ตารางที่ 8 แสดงค่ากำลังแรงเฉือนของดินแบบไม่ระบายน้ำ (Undrained shear strength) (ต่อ)

ชุดดิน Soil series	ค่ากำลังต้านทานแรงเฉือน (Shear Strength)										
	ระดับ ความลึก (cm)	Poket Shear Test			ระดับ ความลึก (cm)	Vane Shear Test					
						แรงบิดสูงสุด (T)			แรงต้านจากดิน (C _u)		
		CL 100	CL101	CL102		2*4	3*5	1.5*3	2*4	3*5	1.5*3
		kN/m ²				kPa			kN/m ²		
ชุดดินโพทะเล : Plo	0-10	9.0	-	4.0	50	100.0	92.0	129.3	256.0	663.7	139.5
	10-40	9.0	-	5.5	100	94.6	78.0	120.0	243.0	563.4	129.5
	40-80	6.0	-	4.0	160	98.0	94.6	159.3	251.0	682.8	171.8
ชุดดินสระโบสถ์ : Sab	0-30	4.0	-	-	50	38.6	31.3	5.0	100.0	229.0	5.9
	30-50	4.0	-	-	100	12.0	-	5.6	32.0	-	6.6
	-	-	-	-	150	26.6	-	-	69.0	-	-
ชุดดินสุโขทัย : Skt	0-20	9.0	-	4.0	100	77.3	51.0	80.0	198.0	369.9	86.5
	20-50	8.0	-	4.0	200	84.0	93.3	147.3	215.0	673.2	158.9
	50-80	7.0	-	3.0	300	92.6	92.6	135.3	237.0	668.5	146.0
ชุดดินสรรพยา : Sa	0-20	4.5	-	25.0	100	56.0	43.3	15.3	144.0	314.0	17.0
	20-40	2.5	-	25.5	200	86.0	58.6	4.6	220.0	424.8	-
	-	-	-	-	300	76.0	70.0	-	195.0	506.9	-
ชุดดินพรานกระต่าย : Prk	0-30	6.0	4.5	2.0	100	-	-	-	-	-	-
	30-60	-	-	-	200	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	300	-	-	-	-	-	-

6 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาวิจัยคุณภาพดินด้านปฐพีกลศาสตร์จำนวน 10 ชุดดินตามชุดดินหลักของประเทศ ไทย ประเมินจากระดับความลาดชันที่ 0 – 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถจำแนกได้ดังนี้ (ดังตารางที่ 9)

1 การใช้เป็นแหล่งหน้าดิน ชุดดินที่มีความเหมาะสมปานกลาง เพื่อใช้เป็นแหล่งหน้าดิน ได้แก่ ชุดดิน ศรีสำโรง ชุดดินมโนรมย์ ชุดดินสระโบสถ์ ชุดดินสุโขทัย และ ชุดดินสรรพยา มีข้อจำกัดเนื้อดินเป็น ดินร่วนปนทรายแป้ง(sil) ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง(sicl) ถึงดินเหนียวปนทรายแป้ง(sic) ซึ่งมีชนิดของแร่ดินเหนียวพวก 1:1 เป็นส่วนใหญ่. ในส่วนของระดับไม่เหมาะสม ได้แก่ ชุดดินช่องแค และชุดดินสิงห์บุรี ชุดดินเฉลียงลับ ชุดดินโพทะเล และชุดดินพรานกระต่าย ข้อจำกัดด้านประเภทของเนื้อดินซึ่งมีชนิดแร่ดินเหนียวพวก 2:1 เป็นส่วนใหญ่ มีการยึดตัวขณะดินชื้นแน่นมาก และพบชั้นส่วนที่ใหญ่กว่าทรายหยาบ 15-35 เปอร์เซ็นต์

2 การใช้เป็นแหล่งทรายและกรวด ชุดดินที่ไม่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับใช้เป็นแหล่งทรายและกรวด ได้แก่ ชุดดินที่ทำการวิจัย 10 ชุดดิน ทั้งหมด มีข้อจำกัดด้านการจำแนกดินตามระบบของ Unified ซึ่งส่วนใหญ่จำแนกอยู่ในกลุ่ม เป็นกลุ่มดินเหนียวที่มีการยึดตัวต่ำถึงปานกลาง (CL) และดินเหนียวที่มีการยึดตัวสูงหรือดินเหนียวที่อ่อนตัว (CH)

3 การใช้เป็นดินถมหรือดินคันทาง ชุดดินที่มีความเหมาะสมระดับปานกลางสำหรับใช้เป็นดินถมและดินคันทาง ได้แก่ ชุดดินสระโบสถ์ ชุดดินสุโขทัย ชุดดินสรรพยา และชุดดินพรานกระต่าย ซึ่งมีข้อจำกัดด้านความสามารถในการรองรับน้ำหนักของการสัญจรตาม การจำแนกประเภทที่ดินโดยระบบ Unified ซึ่งส่วนใหญ่ จำแนกอยู่ในกลุ่มดินเหนียวที่มีความเหนียวน้อย(ML) และกลุ่มดินเหนียวที่มีการยึดตัวต่ำถึงปานกลาง (CL) มีการระบายน้ำค่อนข้างเลว ส่วนชุดดินที่มีความเหมาะสมระดับไม่เหมาะสม ได้แก่ชุดดินช่องแค ชุดดินสิงห์บุรี ชุดดินศรีสำโรง ชุดดินเฉลียงลับ ชุดดินมโนรมย์ และชุดดินโพทะเล มีข้อจำกัดด้านความสามารถในการรองรับน้ำหนักฯ การจำแนกดินในระบบ Unified จำแนกดินอยู่ในกลุ่ม ดินเหนียวที่มีการยึดตัวปานกลางถึงสูง(CL) ดินเหนียวที่มีความเหนียวสูง(CH) มีการระบายน้ำเลว

4 การใช้เป็นเส้นทางแนวถนน ชุดดินที่มีความเหมาะสมระดับปานกลาง ได้แก่ ชุดดินสระโบสถ์ ชุดดินสุโขทัย ชุดดินสรรพยา และชุดดินพรานกระต่าย ซึ่งมีข้อจำกัดด้านความสามารถในการรองรับน้ำหนักของการสัญจรตาม การจำแนกประเภทที่ดินโดยระบบ Unified ซึ่งส่วนใหญ่ จำแนกอยู่ในกลุ่มดินเหนียวที่มีความเหนียวน้อย(ML) และกลุ่มดินเหนียวที่มีการยึดตัวต่ำถึงปานกลาง(CL) มีการระบายน้ำค่อนข้างเลว ส่วนชุดดินที่มีความเหมาะสมระดับไม่เหมาะสม ได้แก่ชุดดินช่องแค ชุดดินสิงห์บุรี ชุดดินศรีสำโรง ชุดดินเฉลียงลับ ชุดดินมโนรมย์ และชุดดินโพทะเล มีข้อจำกัดด้านความสามารถในการรองรับน้ำหนักฯ การจำแนกดินในระบบ Unified จำแนกดินอยู่ในกลุ่ม ดินเหนียวที่มีการยึดตัวปานกลางถึงสูง(CL) ดินเหนียวที่มีความเหนียวสูง(CH) มีศักยภาพในการยึดและหดตัวของดินสูง มีการระบายน้ำเลว

5 การใช้ทำบ่อขุดหรืออ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก ชุดดินที่มีความเหมาะสมดีสำหรับใช้เป็นบ่อขุด และพื้นที่อ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก ได้แก่ ชุดดินช่องแค ชุดดินสิงห์บุรี ชุดดินศรีสำโรง ชุดดินเฉลียงลับ ชุดดินมโนรมย์ ชุดดินโพทะเล ชุดดินสระโบสถ์ ชุดดินสุโขทัยและชุดดินสรรพยา ชุดดินที่เหมาะสมปานกลาง ได้แก่ชุดดินสระโบสถ์ พบข้อจำกัดด้านความชื้นน้ำของดินค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (0.5-5 ซม.ต่อชั่วโมง) ชุดดินที่ไม่เหมาะสม ได้แก่ ชุดดินพรานกระต่าย มีข้อจำกัดด้านความชื้นน้ำของดินค่อนข้างเร็วถึงเร็วมาก (> 5 ซม.ต่อชั่วโมง) และรวมถึงความลึกของชั้นซบซึมน้ำที่ตื้นกว่า 90 เซนติเมตร

6 การใช้สร้างคันกันน้ำ ชุดดินที่มีความเหมาะสมปานกลางสำหรับการใช้สร้างคันกันน้ำ ได้แก่ ชุดดินศรีสำโรง ชุดดินเฉลียงลับ ชุดดินสระโบสถ์ ชุดดินสุขโขทัย และชุดดินสรพยา มีข้อจำกัดด้านการจำแนกดินระบบ Unified ซึ่งส่วนใหญ่ จำแนกอยู่ในกลุ่มดินเหนียวที่มีความเหนียวน้อย(ML) และกลุ่มดินเหนียวที่มีการยึดตัวต่ำถึงปานกลาง(CL) ส่วนรายละเอียดด้าน เสถียรภาพความลาดชัน ความชื้นน้ำของดินหลังบดอัด การยุบตัวของดินหลังบดอัด และการต้านทานต่อการเกิดรู โพรงและการกร่อน ยังไม่มีการทดสอบ ชุดดินที่ไม่เหมาะสม ได้แก่ ชุดดินช่องแค ชุดดินสิงห์บุรี ชุดดินมโนรมย์ ชุดดินโพทะเล และชุดดินพรานกระต่าย เนื่องจากติดข้อจำกัดเดียวกันกับข้างต้น แต่มีความรุนแรงกว่า รวมถึงความหนาของวัสดุที่น้อย

7 การใช้ทำบ่อเกรอะ ชุดดินที่เหมาะสมปานกลางสำหรับการทำบ่อเกรอะ ได้แก่ ชุดดินสระโบสถ์ และชุดดินพรานกระต่าย มีข้อจำกัดด้านความชื้นน้ำค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (0.5-5 ซม.ต่อชั่วโมง) และมีศักยภาพในการยึดหดตัวของดินต่ำ ชุดดินที่ไม่เหมาะสมสำหรับการใช้ทำบ่อเกรอะ ได้แก่ ชุดดินช่องแค ชุดดินสิงห์บุรี ชุดดินศรีสำโรง ชุดดินเฉลียงลับชุดดินมโนรมย์ ชุดดินโพทะเล ชุดดินสุขโขทัย และชุดดินสรพยา เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านความชื้นน้ำของดินค่อนข้างต่ำถึงต่ำ(<0.5 ซม.ต่อชั่วโมง) และศักยภาพการยึดหดตัวของดินสูง

8 การสร้างโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก และรวมถึงการสร้างอาคารต่ำ ๆ ชุดดินที่ไม่เหมาะสมสำหรับการสร้างโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก และรวมถึงการสร้างอาคารต่ำ ๆ ได้แก่ 10 ชุดดินทั้งหมด มีข้อจำกัดด้านการระบายน้ำของดินค่อนข้างเลว และศักยภาพในการยึดหดตัวของดินสูง

9 การใช้ยานพาหนะในฤดูฝน ชุดดินที่มีความเหมาะสมปานกลางสำหรับการใช้ยานพาหนะในฤดูฝน ได้แก่ ชุดดินสระโบสถ์ ชุดดินสุขโขทัย ชุดดินสรพยา และชุดดินพรานกระต่าย มีข้อจำกัดเนื้อดิน เป็นดินร่วนปนทรายแข็ง(sil) ดินร่วนเหนียวปนทรายแข็ง(sicl) ถึงดินเหนียวปนทรายแข็ง(sic) ที่มีชนิดของแร่ดินเหนียวพวก 1:1 เป็นส่วนใหญ่. และการระบายน้ำของดินเลวถึงเลวมาก ส่วนชุดดินที่ไม่เหมาะสมได้แก่ ชุดดินช่องแค ชุดดินสิงห์บุรี ชุดดินศรีสำโรง ชุดดินเฉลียงลับ ชุดดินมโนรมย์ และชุดดินโพทะเล เนื่องจากมีข้อจำกัด มีข้อจำกัดเนื้อดิน เป็นดินเหนียว (c) ดินเหนียวปนทรายแข็ง (sic) ซึ่งมีเนื้อดินละเอียดกว่าลึกเกิน 30 ซม.

10 การทดสอบแรงเฉือน ในดินที่ทำการทดสอบ 9 ชุดดิน เมื่อเทียบกับตารางค่ามาตรฐานแล้วปรากฏว่า เป็นดินเหนียวแข็งมาก (very stiff) สำหรับชุดดินพรานกระต่าย ไม่สามารถทดสอบค่าภาคสนามได้ เนื่องจากชุดดินเป็นดินร่วนปนกรวดหนาแน่นมาก ทำให้ไม่สามารถแทงใบพัดลงไปได้

ตารางที่ 9 การวินิจฉัยคุณภาพดินด้านปฐพีกลศาสตร์จำนวน 10 ชุดดินตามชุดดินหลักของประเทศไทย

ชุดดิน	ระดับความ ลาดชัน (%)	การวินิจฉัยคุณภาพของดินด้านปฐพีกลศาสตร์										
		หน้าดิน	ทราย ,กรวด	ดินถม ,คันทาง	แนว ถนน	บ่อขุด	อ่างเก็บ น้ำ	คันกั้น น้ำ	บ่อ เกรอะ	โรงงาน ขนาดเล็ก	อาคาร ต่างๆ	ยานพาหนะ ฤดูฝน
Ck	A (0-2)	3su	4a	3ad	3al	1	1	3a	3kl	3dl	3d	3sd
Sin	A (0-2)	3su	4a	3ad	3al	1	1	3a	3kl	3dl	3d	3sd
Ssr	A (0-2)	2s	4a	3d	3d	1	1	2a	3k	3d	3d	3sd
Cl	A (0-2)	3su	4a	3d	3d	1	1	2a	3k	3d	3d	3sd
Mn	A (0-2)	2s	4a	3a	3a	1	1	3a	3k	3d	3d	3s
Plo	A (0-2)	3su	4a	3a	3a	1	1	3a	3k	3d	3d	3s
Sab	A (0-2)	2s	4a	2ad	2ad	2k	2k	2a	2k	3d	3d	2sd
Skt	A (0-2)	2s	4a	2ad	2ad	1	1	2a	3k	3d	3d	2sd
Sa	A (0-2)	2s	4a	2ad	2ad	1	1	2a	3k	3d	3d	2sd
Prk	A (0-2)	3g	4a	2ad	2ad	3k	3km	3b	2k	3d	3d	2d

**หมายเหตุ

a = ลักษณะของดินตามการจำแนก

h = ระดับน้ำใต้ดินในฤดูฝน

s = เนื้อดิน

u = การยึดหดตัวของดินชั้น

d = การระบายน้ำของดิน

k = ความชื้นน้ำของดิน

c = ความลึกถึงชั้นหินพื้น

m = ความลึกถึงชั้นซาบซึมน้ำ

f = อันตรายจากน้ำท่วมหรือน้ำแช่แข็ง

l = ศักยภาพในการยึดและหดตัวของดิน

t = สภาพภูมิประเทศหรือความลาดชัน

6.1 ความเหมาะสมของดินสำหรับใช้ประโยชน์ด้านปฐพีกลศาสตร์

ความเหมาะสมของชุดดินสำหรับกิจกรรมด้านปฐพีกลศาสตร์ของชุดดินหลัก 10 ชุดดินของประเทศไทย จำแนกโดยใช้ หลักเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน จากเอกสารวิชาการฉบับที่ 380 (สุวณี, 2538) สรุปได้ดังนี้ (ดังตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ระดับความเหมาะสมของดินสำหรับกิจกรรมด้านปฐพีกลศาสตร์

ความเหมาะสมของดิน ทางด้านปฐพีกลศาสตร์	ระดับความเหมาะสม		
	เหมาะสมดี	เหมาะสมปานกลาง	ไม่เหมาะสม
1. ความเหมาะสมของดินสำหรับใช้เป็นแหล่งวัสดุหน้าดิน		Ssr, Mn, Sab, Skt, Sa	Ck, Sin, Cl, Plo, Prk
2. ความเหมาะสมของดินสำหรับใช้เป็นแหล่งทรายและกรวด			ทั้ง 10 ชุดดิน ไม่เหมาะสม
3. ความเหมาะสมสำหรับการใช้เป็นดินถมหรือดินคันทาง		Sab, Skt, Sa, Prk	Ck, Sin, Ssr, Cl, Mn, Plo,
4. ความเหมาะสมของดินสำหรับการใช้เป็นเส้นทางแวนถนน			ทั้ง 10 ชุดดิน ไม่เหมาะสม
5. ความเหมาะสมของดินสำหรับการใช้เป็นบ่อขุด	Ck, Sin, Ssr, Cl, Mn, Plo, Skt, Sa	Sab	Prk
6. ความเหมาะสมของดินสำหรับการใช้เป็นอ่างเก็บน้ำ	Ck, Sin, Ssr, Cl, Mn, Plo, Skt, Sa	Sab	Prk
7. ความเหมาะสมของดินสำหรับใช้เป็นคันกั้นน้ำ		Ssr, Cl, Sab, Skt, Sa	Ck, Sin, Mn, Plo, Prk
8. ความเหมาะสมของดินสำหรับใช้เป็นบ่อเกรอะ		Sab, Prk	Ck, Sin, Ssr, Cl, Mn, Plo, Skt, Sa
9. ความเหมาะสมของดินสำหรับใช้สร้างโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก			ทั้ง 10 ชุดดิน ไม่เหมาะสม
10. ความเหมาะสมของดินสำหรับการใช้สร้างอาคารต่ำ ๆ			ทั้ง 10 ชุดดิน ไม่เหมาะสม
11. ความเหมาะสมของดินสำหรับเพื่อการใช้ยานพาหนะในช่วงฤดูฝน		Sab, Skt, Sa, Prk	Ck, Sin, Ssr, Cl, Mn, Plo,

6.เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรากร ไผ่เรียง. 2525. ปฐพีกลศาสตร์ ทฤษฎีและปฏิบัติการ. ภาควิชาปฐพีกลศาสตร์โยธา. คณะปฐพีกลศาสตร์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วุฒิชิต สิริช่วยชู. 2548. คู่มือการจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดินในประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 66/03/48. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สถาพร คูวิจิตรจากร. 2541. ทดลองปฐพีกลศาสตร์. ไลบรารี นาย. กรุงเทพฯ.

สุวณิ ศรีธวัช ณ อยู่ธยา. 2538. การวินิจฉัยคุณภาพของดินด้านปฐพีกลศาสตร์ตามกลุ่มชุดดินในประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 380. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. Soil Interpretation Handbook for Thailand.

Department of Land Development, Bangkok.

Fraser, W.R., L.A. Hopkins, R.E. Smith, A. LeSann and G.F. Mills. 1985. Soils of the Waterhen Area.

Manitoba Department of Agriculture, Soil Report No.33

O'Neal, A.M. 1952. Pedology (translation from French). George Allen and Unwin Ltd., London.

ภาคผนวก

ตารางที่ 11 ค่าวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีของชุดดินหลัก 10 ชุดดิน

Series	Depth (cm)	pH (H ₂ O)	% Particle size			Texture
			Sand	Silt	Clay	
Ck	0-20	5.6	8.20	24.50	67.30	c
	20-50	5.6	5.70	19.20	75.10	c
	50-80	5.6	6.20	22.00	71.80	c
	80-150	5.5	7.00	25.50	67.50	c
	150-170	8.0	10.00	27.50	62.50	c
	170-230	8.0	37.51	3.60	58.90	c
	230-250	8.0	44.66	3.99	51.34	c
Sin	0-30	5.0	1.10	19.30	79.60	c
	30-70	5.8	0.90	19.60	79.50	c
	70-100	5.8	0.80	16.80	82.40	c
	100-130	5.3	1.60	11.20	87.20	c
	130-150	4.9	0.70	33.10	66.20	c
	150-170	7.5	0.70	33.10	66.20	c
	170-200	7.5	42.43	11.77	45.80	c
	200-240	8.0	47.43	13.90	38.67	sc
	240-270	8.0	53.30	11.94	34.76	scl
	270-300	8.0	49.52	13.87	36.60	sc
Ssr	0-30	5.3	27.20	53.80	19.00	sil
	30-70	5.5	16.90	53.90	29.20	sicl
	70-100	5.4	14.90	52.40	32.70	sicl
	100-130	5.2	12.30	47.10	40.60	sic
	130-150	5.5	10.60	43.50	45.90	sic
	150-170	5.3	12.10	42.70	45.20	sic
	170-200	5.2	10.60	46.00	43.40	sic
	200-240	5.0	59.62	10.07	30.32	scl
	240-270	4.5	41.39	15.74	42.87	c
	270-300	4.5	67.43	10.07	22.50	scl
Cl	0-10	5.7	16.80	54.90	28.30	sicl
	10-30	6.0	12.80	51.40	35.80	sicl
	30-60	5.1	25.50	44.60	29.90	cl
	60-100	5.0	27.20	42.40	30.40	cl
	100-130	5.2	17.80	45.20	37.00	sicl
	130-160	5.3	21.20	41.40	37.40	cl
	160-210	6.2	42.30	26.10	31.60	cl
	210-250	6.0	22.28	13.73	63.99	c
	250-300	6.5	17.37	12.88	69.74	c

ตารางที่ 11 ค่าวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีของชุดดินหลัก 10 ชุดดิน (ต่อ)

Series	Depth (cm)	pH (H ₂ O)	% Particle size			Texture
			Sand	Silt	Clay	
Mn	0-40	4.8	10.80	31.70	57.80	sic
	40-70	5.1	11.70	37.70	50.60	c
	70-140	5.0	8.70	26.40	64.90	c
	140-180	4.9	6.80	29.90	63.30	c
	180-210	5.5	25.77	3.58	70.65	c
	210-250	5.5	27.13	2.99	69.88	c
	250-300	5.5	23.18	3.99	72.83	c
Plo	0-10	5.9	3.60	57.70	38.70	sicl
	10-40	6.9	3.70	55.40	40.90	sic
	40-80	6.8	5.20	51.80	43.00	sic
	80-130	7.2	3.00	57.10	39.90	sicl
	130-170	7.4	2.70	58.70	38.60	sicl
	170-190	7.3	2.10	65.50	32.40	sicl
	190-230	7.6	2.30	50.70	47.00	sicl
	230-250	8.0	14.29	30.92	54.78	c
	230-270	8.0	10.52	36.97	52.50	c
	270-300	8.0	8.48	37.43	54.09	c
Sab	0-20	6.9	22.40	60.00	17.60	sil
	20-50	7.1	24.30	58.10	17.60	sil
	50-90	6.1	15.90	64.10	20.00	sil
	90-130	6.1	16.10	64.20	19.70	sil
	130-150	7.1	12.20	64.10	23.70	sil
	150-190	7.5	9.90	66.70	23.40	sil
	190+	8.0	9.70	68.40	21.90	sil
Skt	0-20	6.4	16.80	56.40	26.80	sil
	20-50	7.1	4.50	62.80	32.70	sicl
	50-80	6.7	6.30	64.90	28.80	sicl
	80-110	6.4	5.30	65.10	29.60	sicl
	110-130	6.5	22.10	47.80	30.10	cl
	130-170	6.5	20.00	46.40	33.60	sicl
	170-200	6.3	9.10	46.20	44.70	sic
	200-250	5.8	9.95	39.47	50.58	c
	250-270	8.0	9.41	33.93	56.66	c
	270-300	8.0	16.26	17.99	65.74	c

ตารางที่ 11 ค่าวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีของชุดดินหลัก 10 ชุดดิน (ต่อ)

Series	Depth (cm)	pH (H ₂ O)	% Particle size			Texture
			Sand	Silt	Clay	
Sa	0-20	7.9	12.90	52.40	34.70	sicl
	20-40	7.6	23.40	39.40	37.20	cl
	40-80	7.6	38.00	34.00	28.00	cl
	80-110	7.9	36.80	33.60	29.60	cl
	110-140	8.8	79.20	8.70	12.10	sl
	140-180	9.3	66.70	24.60	8.70	sl
	180-210	8.0	41.09	21.56	37.34	cl
	210-260	8.0	44.38	14.35	41.27	c
	260+	8.0	27.78	25.36	46.86	c
Prk	0-30	6.7	57.90	35.80	6.30	sl
	30-60	6.8	57.60	37.60	4.80	sl
	60-70	7.2	69.10	27.10	3.80	sl



ภาพที่ 4 ชุดดินที่ทำการทดสอบค่าการรั่วซึม