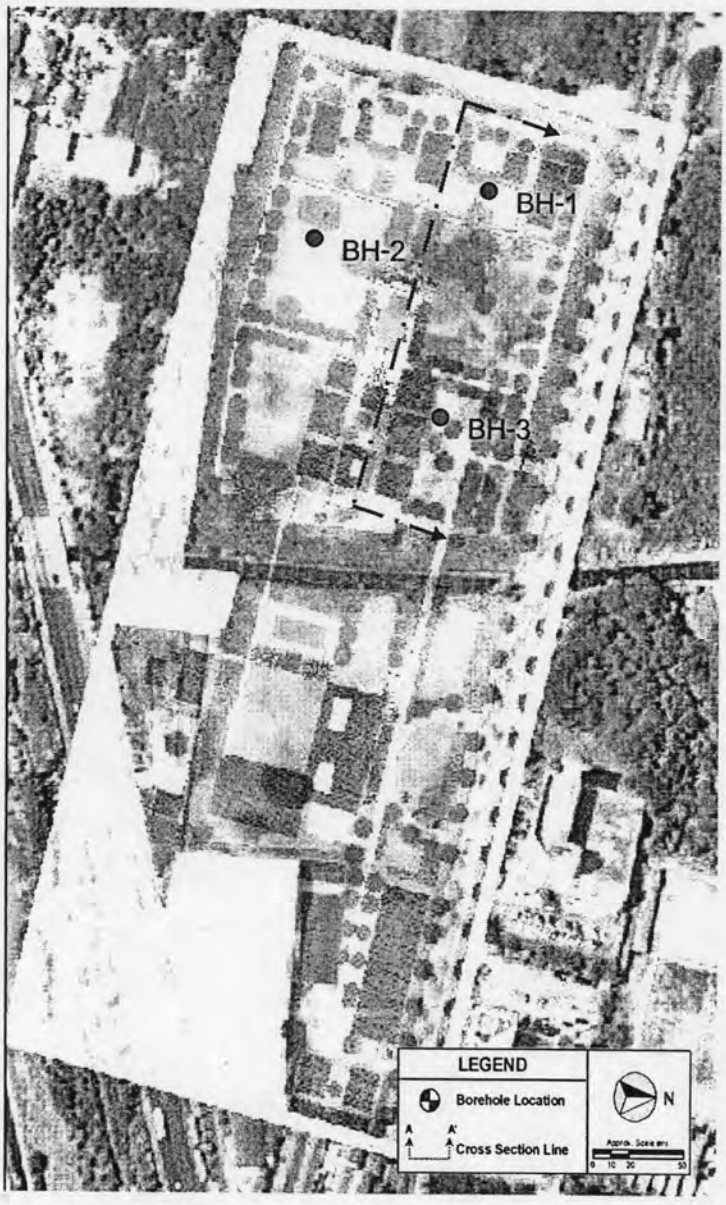
บทที่ 3

การทดสอบ และวิจัย

3.1 ตัวอย่างดินเหนียวที่ใช้ในการทดสอบ

ตัวอย่างดินเหนียวที่ใช้ จะเก็บจากบริเวณถนนพระราม 9 ซึ่งมีการเจาะสำรวจจำนวน 3 หลุม ในการทดสอบใช้ดินที่ระดับความลึก 3.00 – 6.00 ม. โดยคุณสมบัติพื้นฐานของดินแสดงใน ตารางที่ 3.1

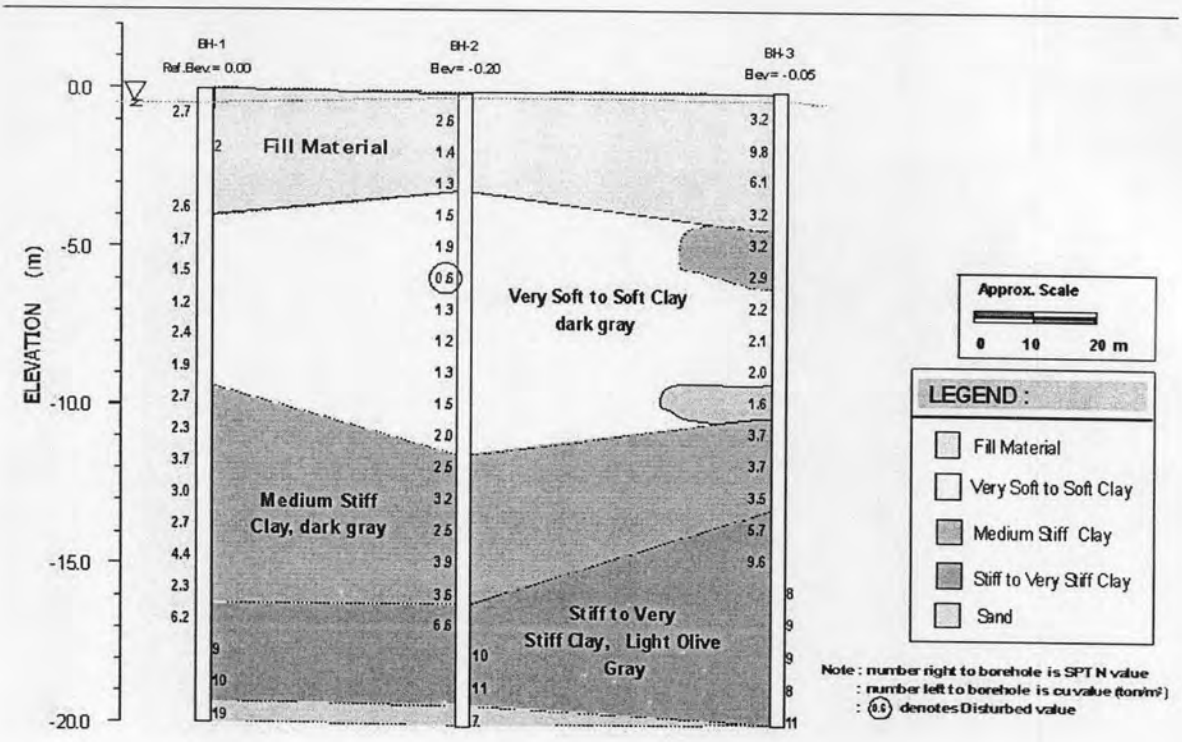


สัญลักษณ์

● ตำแหน่งหลุมเจาะ BH-1ถึง BH-3

รูปที่ 3.1 แผนที่แสดงตำแหน่งหลุมเจาะ

I23101933



รูปที่ 3.2 รูปตัดของชั้นดินบริเวณหลุมเจาะ

3.2 การทดสอบคุณสมบัติพื้นฐาน และคุณสมบัติทางเคมีของดิน

ตัวอย่างดินเหนียวทั้ง แหล่ง จะนำมาศึกษาคุณสมบัติพื้นฐาน และคุณสมบัติทางเคมี ตามมาตรฐาน ASTM ดังนี้

คุณสมบัติพื้นฐาน

- การทดลองหาค่าความชื้นธรรมชาติในมวลดิน (Natural Moisture Content)
- การทดลองหาพิกัดเหลว (Liquid Limit) และพิกัดพลาสติก (Plastic Limit)
- การทดลองหาความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน (Specific Gravity of Soil Solid)
- การทดลองหาขนาดเม็ดดินด้วยไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer Analysis)

คุณสมบัติทางเคมี

- การทดสอบ Organic Content
- การทดสอบ pH
- การทดสอบหาค่าคลอไรด์ในดิน (Chloride Content)
- การทดสอบหาค่าซัลเฟสในดิน (Sulphate Content)

ตารางที่ 3.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐาน และเคมีของดินเหนียวตามธรรมชาติของดินบริเวณถนนพระราม 9

Borehole No.	Depth (m)		Water Content (%)	Total Unit Weight (ton/m^3)	Liquid Limit, LL (%)	Plasticity Index, PI (%)	Specific Gravity, Gs	Grain Size Analysis (%)					Undrained Shear Strength, c_u (ton/m^2)		Organic Content %	pH Value	Chloride Content (%)	Sulphate Content %
								Gravel	Sand			Silt+Clay						
	From	To							Coarse	Medium	Fine		PP Test	UC Test				
BH-1	3.00	4.00	59.1	1.63	76.5	45.7		0	0	0	0	100		2.6				
BH-1	4.00	5.00	86.3	1.51	105.2	69.7		0	0	0	0	100		1.7				
BH-1	5.00	6.00	97.1	1.41	116.7	75.7		0	0	0	0	99		1.5				
BH-2	3.00	4.00	82.9	1.50	79.4	47.5		0	0	0	1	99		1.5				
BH-2	4.00	5.00	83.6	1.51	112.9	75.1		1	1	1	2	96		1.9				
BH-2	5.00	6.00	90.8	1.47	113.5	73.2		1	0	0	1	98						
BH-3	3.00	4.00	38.6	1.74	89.6	56.7		0	0	1	2	97	1.35	3.2	2.8	7	0.72	0.361
BH-3	4.00	5.00	57.2	1.64	80.9	50.6	2.62	0	0	0	0	100		3.2				
BH-3	5.00	6.00	76.7	1.54	109.0	67.1		0	0	0	0	100		2.9				

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ (Apparatus Laboratory Test)

3.3.1 แบบใส่ดิน (Mold)

เป็นภาชนะสำหรับใส่ดินเพื่อทำการทดสอบสำหรับการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบใบพัด และการทดสอบหาค่าความหนืดด้วยเครื่อง Rotational Viscometer มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16.2 ซม. สูง 12 ซม. มีความจุ ประมาณ 2473.439 ลบ.ซม.ใช้สแตนเลสขัดเรียบผิวมันเป็นวัสดุ

3.3.2 เครื่องทดสอบหากำลังรับแรงเฉือนแบบใบพัดในห้องทดสอบ

เป็นชุดเครื่องมือที่อ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM 4648-94 ประกอบด้วย

3.3.2.1 **ชุดมอเตอร์**เป็นชุดที่สำหรับทดสอบตัวอย่าง ดังรูปที่ 3.3 จะประกอบด้วยอุปกรณ์ย่อยดังนี้

- แกนหลักสามารถเคลื่อนที่ชุดมอเตอร์ ให้เคลื่อนที่ขึ้นลงตามแนวดิ่ง โดยหมุนที่ Hand Clamp ทิศตามเข็มนาฬิกา จะทำให้มอเตอร์เคลื่อนที่ขึ้น ส่วนหมุนทิศทวนเข็มนาฬิกา มอเตอร์ก็จะเคลื่อนที่ลง
- มอเตอร์ และชุด Gear Box เพื่อปรับเพิ่ม – ลด อัตราเร็วในการหมุนของมอเตอร์ โดยอัตราเร็วสูงสุดมอเตอร์เท่ากับ 1500 รอบต่อนาที ติดกับ Gear Box สำหรับลดอัตราเร็วลดลง 3(1:3), 15(1:15) และ 100(1:100) เท่า ซึ่งจะเพิ่มแรงบิดให้กับมอเตอร์มีค่าประมาณ 80 เปอรเซ็นต์ของอัตราลดความเร็ว โดยเมื่อติดชุด Gear Box เสร็จแล้วจะสามารถสร้างแรงบิดสูงสุดเท่ากับ 8 N-m.
- Torque Transducer เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดค่าแรงบิดโดยจะอ่านค่าได้สูงสุดประมาณ 0.5 N-m.
- Potentiometer เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดมุมของใบพัด
- Sample Holder เป็นอุปกรณ์ที่ใช้จับภาชนะใส่วัสดุทดสอบ

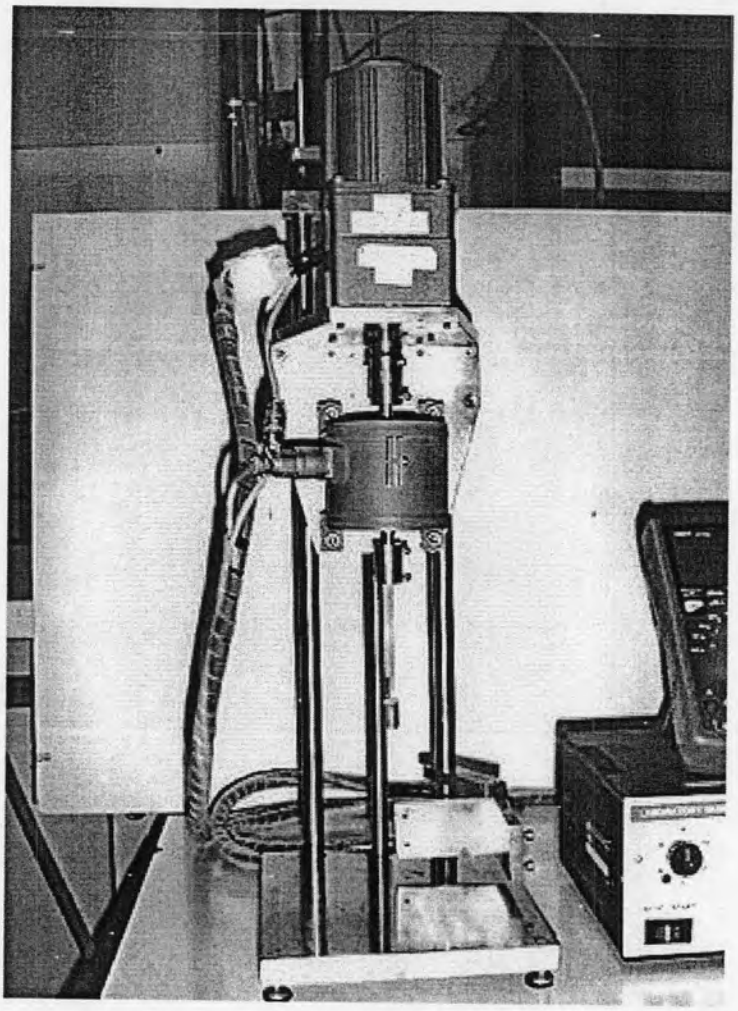
3.3.2.2 Control Module เป็นกล่องควบคุมชุดมอเตอร์ ดังรูปที่ 3.4 และรับค่าต่างๆกลับมาเพื่อต่อไปยัง อุปกรณ์อ่านค่าอื่นๆ ต่อไป เช่น Voltmeter Computer จะมีระบบควบคุมประกอบด้วย

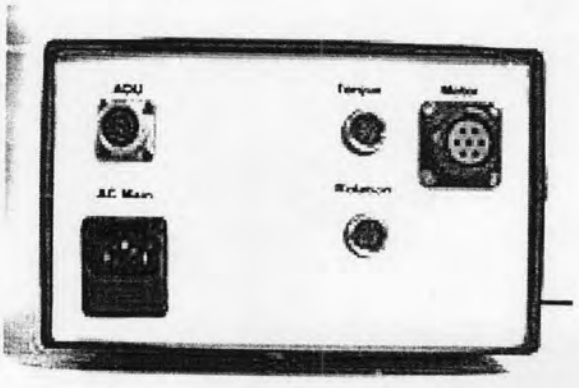
- Main Power Switch สำหรับ เปิด–ปิด หลักที่จะให้กระแสไฟ เข้ามายังในกล่องควบคุม ทั้งยังเป็นตัวจ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์วัดได้แก่ Potentiometer และ Torque Transducer
- Motor Speed Dial สำหรับปรับอัตราเร็วในการหมุนของมอเตอร์ มีช่วงตั้งแต่ 0 เพิ่มขึ้นไปจนถึง 10
- Motor Power LED จะแสดงไฟสีแดงเมื่อมีการทำงานของมอเตอร์
- Motor Switch สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อ เปิด-ปิด การทำงานของมอเตอร์
- Rotation Direction สำหรับกำหนดทิศทางในการหมุนของมอเตอร์ โดยมี 2 ทิศทางได้แก่ CW คือ Clockwise จะหมุนทิศทางตามเข็มนาฬิกา และ CCW คือ Counter Clockwise จะหมุนทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
- Torque Output สำหรับวัดค่าแรงบิด โดยส่งค่าออกเป็นมิลลิโวลต์ ใช้กับ Voltmeter และอุปกรณ์วัดความดันไฟฟ้าอื่นๆ ที่มีความละเอียด และแม่นยำสูง
- Channel Output สำหรับวัดค่าความดันไฟฟ้าตาม Channel Selection สามารถใช้กับ Voltmeter และอุปกรณ์วัดความดันไฟฟ้าอื่นๆได้
- Channel Selection สำหรับเลือกช่องการอ่านค่าต่างๆ ได้แก่
  - Channel 1 สำหรับวัดค่ามุมองศา จะอยู่ในช่วง 0 ถึง 325 องศา ต่อแรงดันไฟฟ้าในช่วง 0 ถึง 4 โวลต์
  - Channel 2 สำหรับวัดค่าแรงบิด จะเป็นเครื่องมือวัดแรงบิดที่เกิดขึ้นผ่าน strain gage แล้ววัดความดันไฟฟ้ามาคำนวณแรงบิด
  - Channel 3 สำหรับวัดกระแสเข้า จะมีความดันไฟฟ้าเท่ากับ 4 โวลต์
- AC Main สำหรับต่อสายไฟเข้ากล่องควบคุม
- Motor, Torque, Rotation สำหรับต่อเข้าชุดมอเตอร์สำหรับส่งกระแสไฟฟ้า อ่านค่าแรงบิด และวัดมุมที่หมุนของมอเตอร์
- ADU สำหรับต่อเข้าอุปกรณ์ Data locker

3.3.2.3 Voltmeter **หรือ** Multi-Meter สำหรับวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ส่งมายังกล่องควบคุมแล้วนำไปคำนวณหาอัตราเร็ว และแรงบิดที่เกิดขึ้น

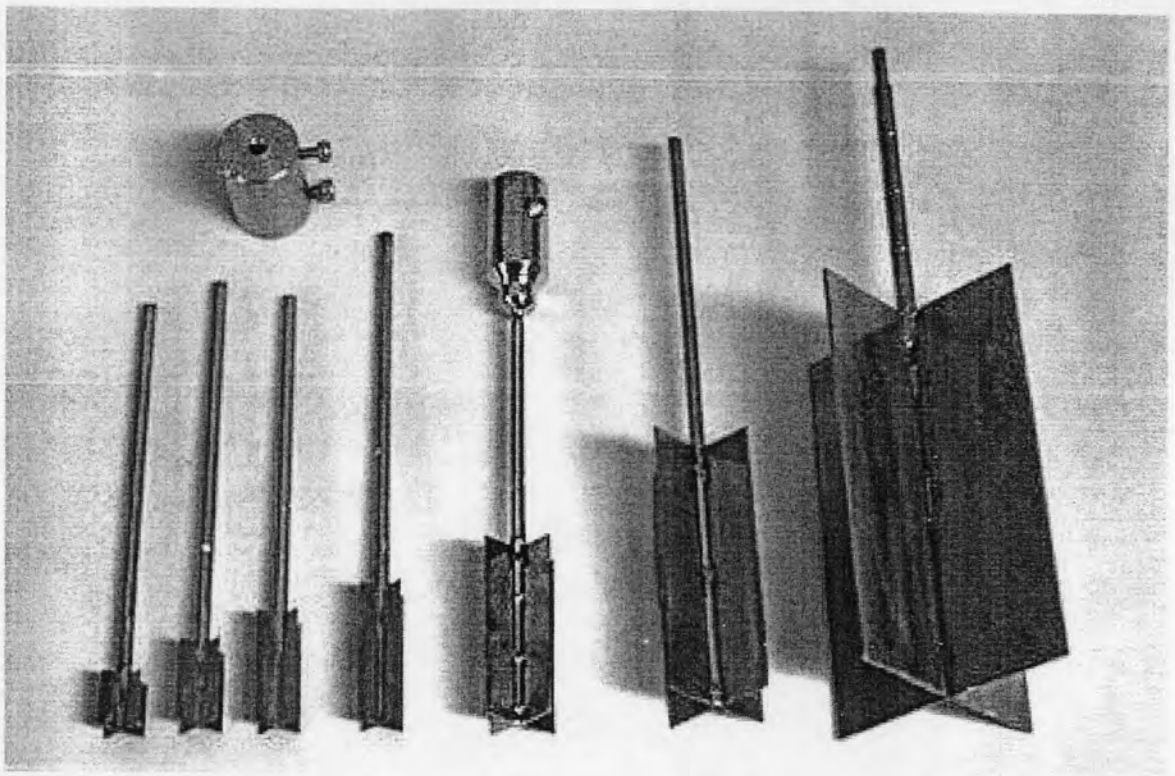
3.3.2.4 **ใบพัด** (Vane Blade) เป็นใบพัดสแตนเลส สำหรับใช้ทดสอบหากำลังรับแรงเฉือนดิน ดังรูปที่ 3.5 ประกอบด้วยใบพัดขนาดต่างๆดังนี้

รูปที่ 3.3 ชุดมอเตอร์สำหรับทดสอบ Laboratory Vane Shear Test





รูปที่ 3.4 กล่องควบคุมชุดมอเตอร์ (รูปบน แสดงภาพด้านหน้าของกล่องควบคุม ,รูปล่าง แสดงภาพด้านหน้าของกล่องควบคุม)



Vane No. 1 2 3 4 5 6 7

รูปที่ 3.5 **ใบพัดขนาดต่าง ๆที่ใช้ในการทดสอบ**

ตารางที่ 3.2 ขนาดต่างๆของใบพัด

Vane No.	1	2	3	4	5	6	7
Diameter of Vane (cm.)	1.26	1.26	1.27	1.27	2	3	6
Height of Vane (cm.)	1.26	1.89	2.63	3.18	4	6	9
Ratio D:H	1:1	1:1.5	1:2	1:2.5	1:2	1:2	1:1.5
c_u, min (kPa)*	5.84	4.25	3.17	2.68	0.83	0.25	0.04
c_u, max (kPa)**	117	85	63	54	17	5.0	0.79

หมายเหตุ

ลำดับที่ 1 – 4 เป็นใบพัดตามมาตรฐาน ASTM D4648

ลำดับที่ 5 - 7 เป็นใบพัดที่ทำขึ้นใหม่เพื่อทำการทดสอบดินเหนียวอ่อน

* เป็นค่าที่อ่านได้ต่ำสุดของเครื่องมือ (แรงบิดต่ำสุด 0.0245 N-m.)

** เป็นค่าที่อ่านได้สูงสุดของเครื่องมือ (แรงบิดสูงสุด 0.4093 N-m.)

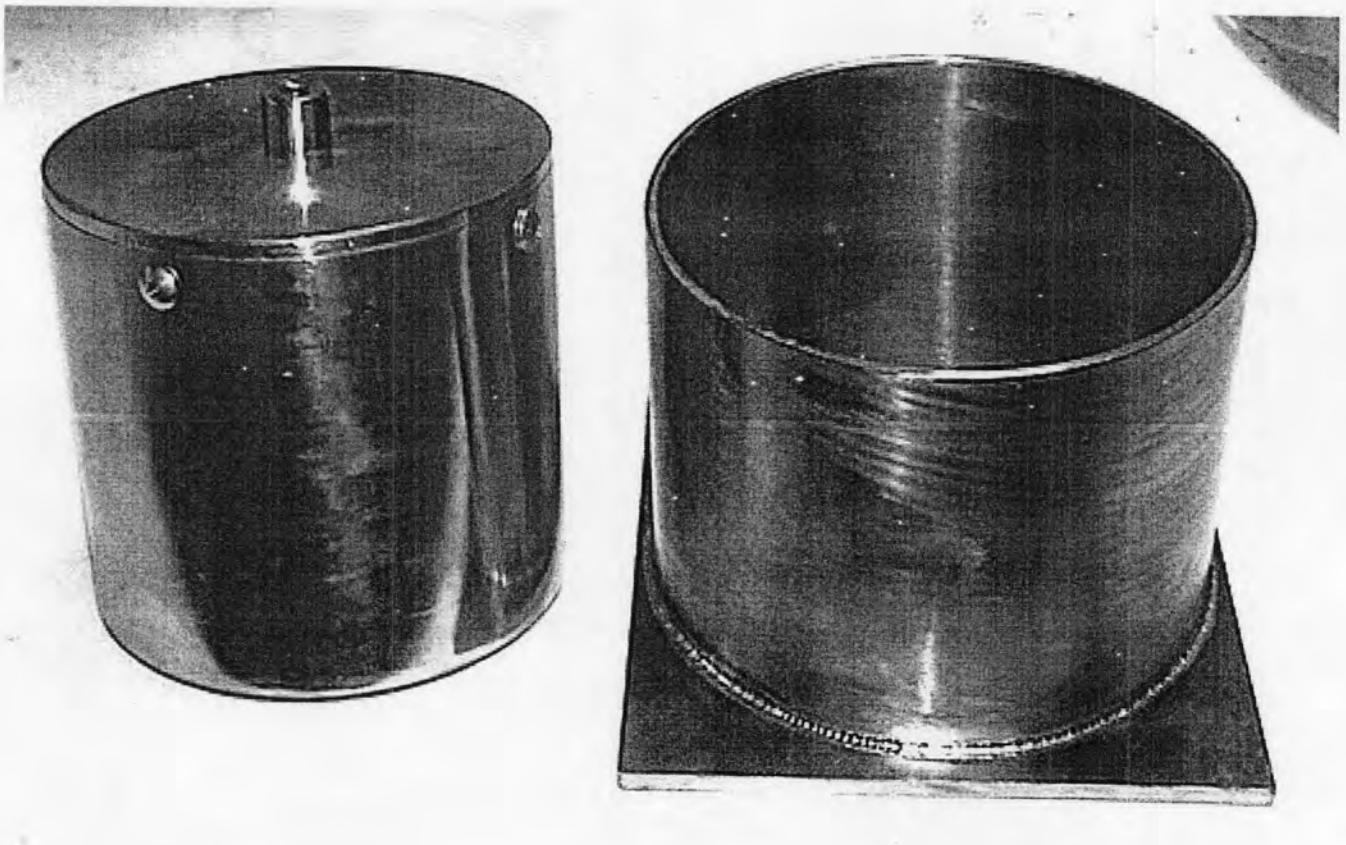
หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.3 **เครื่องทดสอบหาค่าความหนืดของดินเหนียวด้วยเครื่อง** Rotational Viscometer

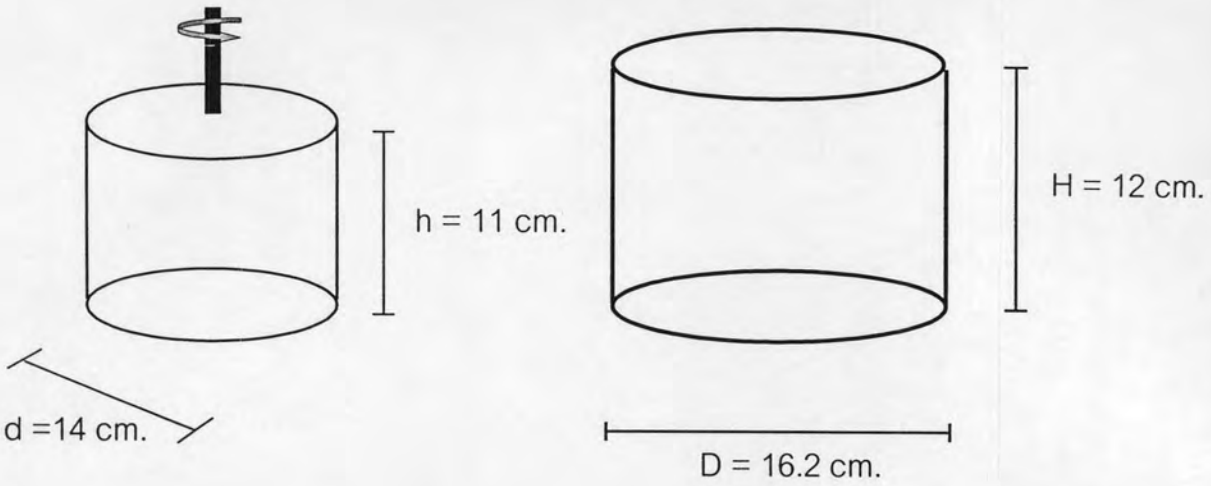
เป็นชุดเครื่องมือที่อ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM C1276 ประกอบด้วย

ชุดมอเตอร์, Control Module, Voltmeter หรือ Multi-Meter ซึ่งเป็นอุปกรณ์ชุดเดียวกับเครื่องทดสอบหากำลังรับแรงเฉือนแบบใบพัด

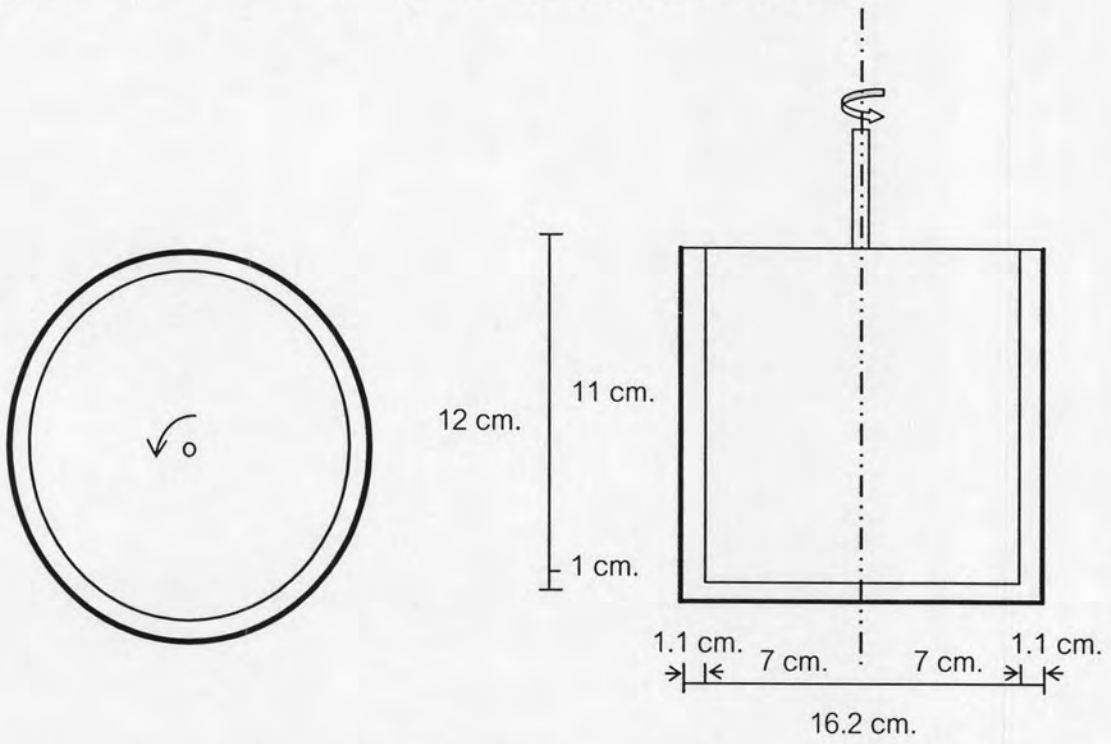
แกนหมุน(Spindle) เป็นเครื่องมือทำขึ้นใหม่ใช้เพื่อทำการทดสอบหาค่าความหนืดของดินเหนียว โดยทำจากสแตนเลส ทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร สูง 11 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.6 โดยจะใช้ในการทดสอบร่วมกับแบบใส่ดิน (Mold) เพื่อหาค่าความหนืด แต่ด้วยเนื่องจากเครื่องทดสอบหาค่าความหนืดนี้เป็นเครื่องต้นแบบจึงจำเป็นที่จะต้องทำการสอบเทียบค่ากับเครื่องทดสอบมาตรฐาน



รูปที่ 3.6 แกนหมุน และภาชนะสำหรับการทดสอบหาค่าความหนืด



รูปที่ 3.7 รายละเอียด ขนาด รปูร่างของ แกนหมุน และภาชนะใส่ดิน



รูปที่ 3.8 ลักษณะรูปด้านล่าง และรูปตัด ของแกนหมุน และภาชนะใส่ดิน

3.3.3.1 การเลือกวัสดุมาตรฐานสำหรับการสอบเทียบ

เลือกน้ำมันที่มีความหนืดแตกต่างกัน 2 ชนิดมาทำการทดสอบ โดยพิจารณาน้ำมันที่มีคุณสมบัติดังนี้

- ค่าความหนืดจะมีค่าคงที่หลังจากมีการเปลี่ยนอุณหภูมิไปแล้ว แต่เมื่ออุณหภูมิกลับมาเท่าเดิมความหนืดก็จะเท่าเดิม
- มีความสามารถรับแรงเฉือนได้มาก สามารถทำซ้ำได้หลายครั้งจึงจะเปลี่ยนแปลงความหนืด
- มีค่าความหนืดอยู่ในช่วงของเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

3.3.3.2 **การหาค่าความหนืดของวัสดุมาตรฐาน**

ทำการทดสอบหาค่าความหนืดโดยใช้เครื่อง Brookfield Model DV III มาทำการทดสอบที่อุณหภูมิประมาณ 20 และ 30 องศาเซลเซียส

- น้ำตัวอย่าง(น้ำมันมาตรฐานที่จะใช้ในการทดสอบ)ใส่ไปยังกระบอกใส่ตัวอย่าง
- ทำการปรับอุณหภูมิกับตัวอย่างที่จะทำการทดสอบ โดยการเซ็ทอุณหภูมิที่เครื่อง Brookfield หลังจากนั้น เครื่องจะทำการปรับอุณหภูมิของตัวอย่างให้เท่ากับอุณหภูมิที่กำหนดไว้ แล้วจึงทำการหมุนที่อัตราเร็วรอบเท่ากับ 50, 100, 150, 200 และ 250 รอบต่อนาที
- บันทึกค่าแรงบิด อัตราเร็วในการหมุน และค่าความหนืด
- นำค่าที่ได้มาพล็อตค่าระหว่าง ความหนืด กับ อัตราเร็วในการหมุน (รอบต่อนาที)

3.3.3.3 **การสอบเทียบค่าเครื่องทดสอบหาค่าความหนืด**

- นำน้ำมันที่ได้รับการทดสอบหาค่าความหนืดแล้วมาใส่ภาชนะ (Mold) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 12 เซนติเมตร ที่ระดับสูงประมาณ เซนติเมตร ทำการบันทึกอุณหภูมิก่อนทดสอบ
- จุ่มแกนหมุน (Spindle) ลงไปในภาชนะจนสุด และน้ำมันอยู่ในภาชนะจนเต็ม
- เลือกทิศทางการหมุนของแกนหมุนให้เป็น CW (หมุนตามเข็มนาฬิกา) และ ปรับ Speed Dial ที่ต้องการทดสอบ

- ทำการบันทึกค่าความดันไฟฟ้าจากเครื่องอ่าน เป็นระยะเวลา 1 นาที แล้วจึงหมุนแกนหมุนโดยกดปุ่ม Start เป็นระยะเวลา นาที
- กด Stop เพื่อหยุด เป็นระยะเวลา 1 นาที แล้วปรับทิศทางการหมุนของแกนหมุนให้เป็น CCW (หมุนทวนเข็มนาฬิกา)
- กด Start อีกครั้งเป็นระยะเวลา นาทีแล้วจึงหยุดหมุนทำการบันทึกอุณหภูมิหลังทดสอบ

- นำค่าที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณค่าความหนืดโดยหาค่า K ของเครื่องมือ จากการพล็อตระหว่างค่า แรงบิดต่อความหนืด กับ อัตราเร็วในการหมุน (รอบต่อนาที)

3.4 โปรแกรมการทดสอบ

โปรแกรมการทดสอบได้ออกแบบมาเพื่อให้การทดสอบบรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ดังแสดงไว้ในตารางที่3.1 โดยมีรายละเอียดของการทดสอบที่สำคัญดังนี้

3.4.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในการทดสอบ

ทำการเก็บดินที่ได้จากการเจาะสำรวจ จากบริเวณถนนพระราม 9 ทั้ง 3 หลุม โดยเลือกที่ระดับความลึก 3.00 ถึง 5.00 เมตร จำนวนทั้งหมด 9 กระบอกมาผสมรวมกัน ด้วยเครื่อง Mixer แบบใบพัด แล้วนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ 40 เพื่อแยกดินทรายและกรวดออกไปจากดินที่ใช้ในการทดสอบ แล้วนำมาผึ่งแดดให้แห้ง

3.4.2 ทดสอบหาค่ากำลังรับแรงเฉือนด้วยวิธี การทดสอบแรงเฉือนด้วยใบพัดในห้องทดสอบ

เป็นการทดสอบเพื่อหาค่ากำลังรับแรงเฉือนของดิน ตามมาตรฐาน ASTM D4648 เพื่อหาค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินโคลน ทั้งนี้จะทำการทดสอบผลกระทบเนื่องจากอัตราเร็วในการหมุนที่แตกต่างกันของใบพัด และปริมาณความชื้นที่แตกต่าง จะมีผลกับค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินเป็นอย่างไร

3.4.3 ทดสอบหาค่าความหนืดของดินเหนียวด้วยเครื่อง Rotational Viscometer

เป็นการทดสอบเพื่อหาค่าความหนืดของดิน ตามมาตรฐาน ASTM C1276 ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ทำขึ้นมาเพื่อใช้ในการทดสอบ เครื่องมือที่ใช้จะเป็นเครื่องมือต้นแบบในการทดสอบหาค่าความหนืดสำหรับดินเหนียวอ่อน โดยจะทำการเปรียบเทียบผลกระทบเนื่องจากอัตราเร็วในการหมุนที่แตกต่างกันของแกนหมุน ปริมาณความชื้นที่แตกต่าง โดยจะควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ แล้วนำมาศึกษาถึงผลกระทบกับค่าความหนืดของดินเหนียวอ่อน

จากผลการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงเฉือนด้วยวิธี การทดสอบแรงเฉือนด้วยใบพัดในห้องทดสอบ และผลการทดสอบหาค่าความหนืดของดินเหนียวด้วยเครื่อง Rotational Viscometer จะนำมาหาความสัมพันธ์กับความชื้นที่เปลี่ยนแปลงของดินเหนียว โดยนำผลการทดสอบที่ได้มาเปรียบเทียบกันที่ค่าความชื้นที่เท่ากัน เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงเฉือนของดินกับความหนืดของดินเหนียวที่ความชื้นเดียวกัน เช่น ค่ากำลังรับแรงเฉือนจากเครื่องมือ Laboratory Vane Shear ก็จะเปรียบเทียบกับความหนืดจากเครื่องมือ Rotational Viscometer ที่ค่าปริมาณความชื้นเดียวกัน เป็นต้น แต่สำหรับค่าความหนืดจะมีผลกระทบจากอัตราเร็วในการหมุนมาประกอบในการพิจารณา ซึ่งผลที่ได้จะมีความสัมพันธ์ของอัตราเร็วรอบในการหมุนของแกนหมุน

3.5 ขั้นตอนการทดสอบ

ขั้นตอนการทดสอบที่สำคัญแบ่งได้เป็น 2 ส่วนได้แก่ การทดสอบด้วยเครื่องมือทดสอบกำลังรับแรงเฉือนด้วยใบพัดในห้องทดสอบดังรูปที่ 3.9, การทดสอบด้วยเครื่องมือวัดความหนืด Rotational Viscometer ดังรูปที่ 3.10

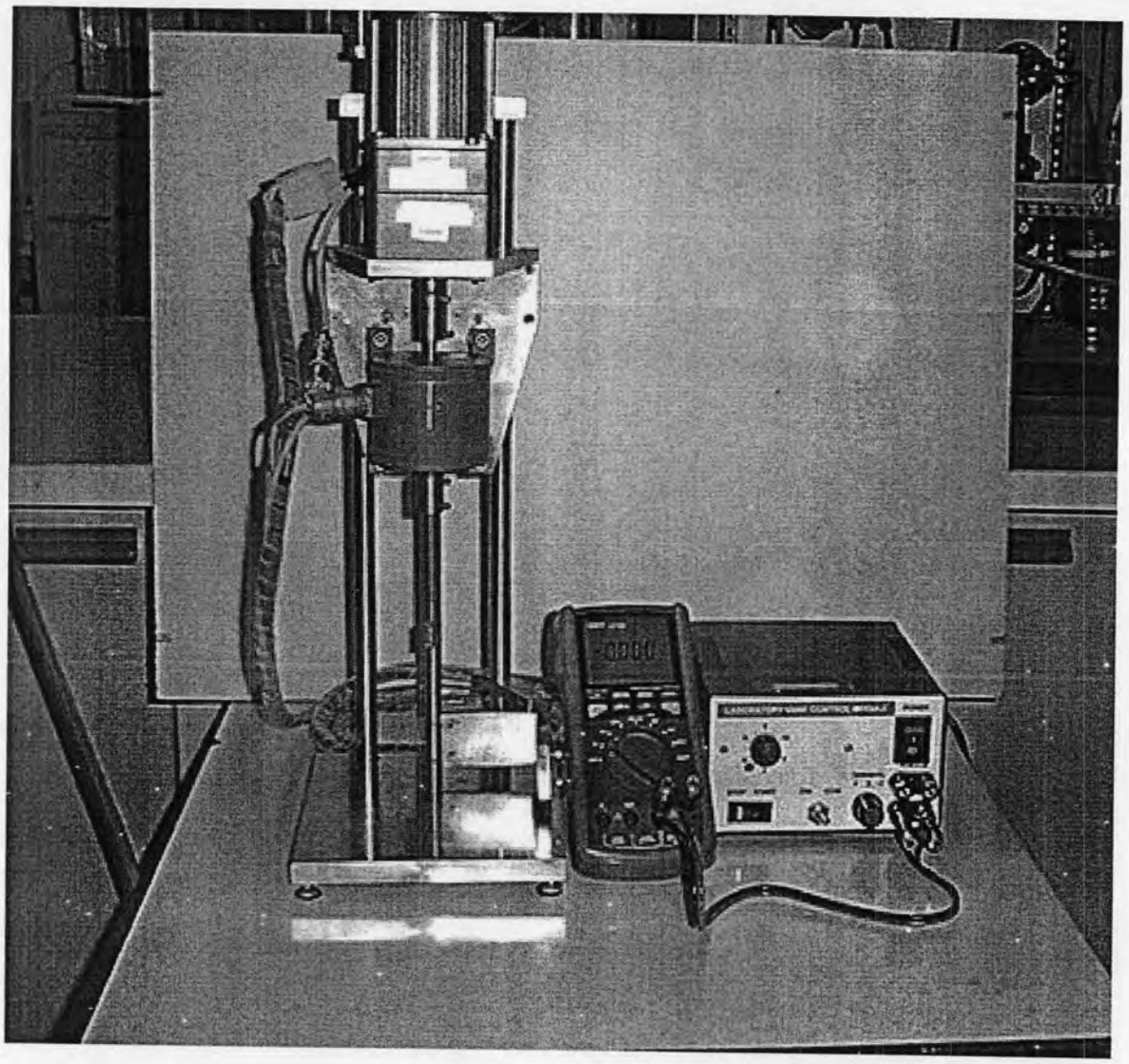
3.5.1 การทดสอบหากำลังรับแรงเฉือนด้วยเครื่องมือทดสอบกำลังรับแรงเฉือนด้วยใบพัดในห้องทดสอบ

ก. การเตรียมตัวอย่าง

- นำดินตัวอย่างประมาณ 3-4 Kg. มาผสมน้ำโดยใส่ปริมาณน้ำตามที่ต้องการ จากนั้นนำตัวอย่างไปผสมโดยเครื่อง Mixer แบบใบพัดประมาณ 15 นาทีเพื่อให้น้ำผสมกับดินให้เข้ากันให้ทั่ว แล้วนำดินที่ได้เก็บไว้ในภาชนะที่ปิดมิดชิดทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง เพื่อให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturate)
- นำตัวอย่างดินที่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงแล้ว แล้วนำไปใส่ในถ้วยใส่ดิน(Container) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16.2 เซนติเมตร สูง 12 เซนติเมตร

ข. วิธีการทดสอบ

- นำตัวอย่างดินเหนียวมาทำการกวน (Disturb) ตัวอย่างดินเพื่อให้ดินอยู่ในสภาพที่ไม่มีการเซ็ทตัวมาก่อน



รูปที่ 3.9 เครื่องมือทดสอบกำลังรับแรงเฉือนแบบใบพัดในห้องทดสอบ

- ทำการทดสอบหากำลังรับแรงเฉือนอ้างอิงมาตรฐาน ASTM D4648-94 โดยติดตั้งใบพัด (Miniature Vane Blade)ขนาด 3.00x6.00 เซนติเมตร (อัตราส่วน 1:2) สำหรับใบพัดเบอร์ 6 และขนาด 6..00x9.00 เซนติเมตร (อัตราส่วน 1:1.5) สำหรับใบพัดเบอร์ 7
- กดใบพัด (Vane Blade) ลงไปในดินโดยมีระยะจมเท่ากับ 9 เซนติเมตร สำหรับใบพัดเบอร์ 6 และมีระยะจม 11.5 เซนติเมตร สำหรับใบพัดเบอร์ 7
- เลือกทิศทางการหมุนของใบพัด และ ปรับ Speed Dial ที่ต้องการทดสอบ
- ทำการบันทึกค่าแรงบิดด้วยเครื่องอ่านทุกๆ 1 วินาที โดยค่าที่อ่านได้จะเป็นหน่วยความดันไฟฟ้า (โวลต์) จนครบ 1 นาที แล้วกด Start ที่ Motor

Switch เพื่อทำการหมุนมอเตอร์ตามอัตราเร็ว และทิศทางที่กำหนดไว้ ทำการบันทึกค่าจนค่าแรงดันไฟฟ้าคงที่

- ทำการทดสอบโดยเปลี่ยนแปลงค่าอัตราเร็วในการหมุนที่อัตราเร็ว 46.61, 139.32 และ 278.52 องศา/นาที และเปลี่ยนแปลงค่าค่าความชื้นในดิน ไปเรื่อยๆโดยให้ค่าความชื้นในดินห่างกันไม่เกิน 10 % เพื่อสามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่าความหนืด(Viscosity)ได้ด้วย

3.5.2 **การทดสอบหาค่าความหนืดด้วยเครื่อง** Rotational Viscometer

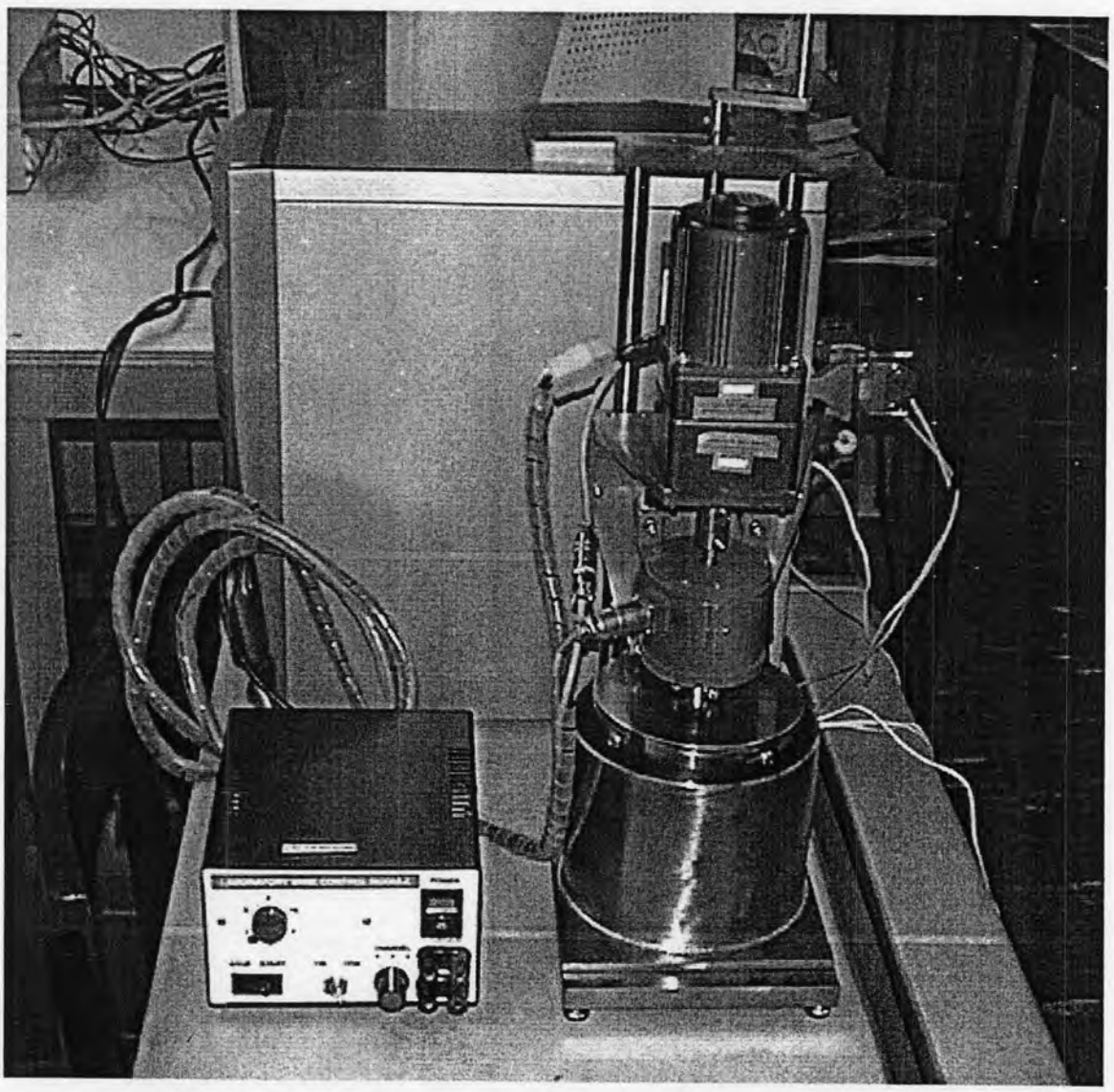
ก. การเตรียมตัวอย่าง

- นำดินตัวอย่างประมาณ 3-4 Kg มาผสมน้ำโดยใส่ปริมาณน้ำตามที่ต้องการ จากนั้นนำตัวอย่างไปผสมโดยเครื่อง Mixer แบบใบพัดประมาณ 15 นาทีเพื่อให้น้ำผสมกับดินให้เข้ากันให้ทั่ว แล้วนำดินที่ได้เก็บไว้ในภาชนะที่ปิดมิดชิดทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง เพื่อให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturate)
- นำตัวอย่างดินที่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงแล้ว แล้วนำไปใส่ในถ้วยใส่ดิน (Container) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16.2 เซนติเมตร สูง 12 เซนติเมตร โดยใส่ดินสูงประมาณ 3.8 เซนติเมตร

ข. วิธีการทดสอบ

- นำตัวอย่างดินเหนียวมาทำการกวน (Disturb) ตัวอย่างดินเพื่อให้ดินอยู่ในสภาพที่ไม่มีการเซ็ทตัวมาก่อน
- ทำการทดสอบหาค่าความหนืดตามมาตรฐาน ASTM C1276 โดยติดตั้งแกนหมุนกับชุดมอเตอร์ ปรับระดับแกนหมุนให้ต่ำลงจนที่ปลายแกนหมุนติดแบบใส่ดิน
- เลือกทิศทางการหมุนของแกนหมุน โดยเลือกไปที่ CW (หมุนตามเข็มนาฬิกา) และ ปรับ Speed Dial ที่ต้องการทดสอบ
- ทำการบันทึกค่าแรงบิดด้วยเครื่องอ่านทุกๆ 1 วินาที โดยค่าที่อ่านได้จะเป็นหน่วยความดันไฟฟ้า (โวลต์) จนครบ 1 นาที แล้วกด Start ที่ Motor Switch เพื่อทำการหมุนมอเตอร์ตามอัตราเร็ว และทิศทางที่กำหนดไว้

- จนครบ 5 นาที หรือ แรงดันไฟฟ้ามีค่าคงที่เป็นระยะเวลาประมาณ 4 นาที จึงกด Stop ที่ Motor Switch เพื่อหยุดแกนหมุน และเลือกทิศทางการหมุนไปที่ CCW (หมุนทวนเข็มนาฬิกา) ปล่อยทิ้งไว้ 1 นาทีแล้วจึงกด Start ที่ Motor Switch อีกครั้งให้แกนหมุนทวนเข็มอีก 5 นาที หรือ เท่ากับการหมุนตามเข็มนาฬิกา แล้วกด Stop ที่ Motor Switch บันทึกค่าต่อไปอีก 1 นาที
- ทำการทดสอบโดยเปลี่ยนแปลงค่าอัตราเร็วในการหมุนที่อัตราเร็วประมาณ 0.39, 0.77, 1.3, 3.9, 7.7, 19.35 และ 38.6 รอบ/นาที และเปลี่ยนแปลงค่าค่าความชื้นในดิน ไปเรื่อยๆโดยให้ค่าความชื้นในดินห่างกันไม่เกิน 10 % เพื่อสามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่ากำลังรับแรงเฉือน



รูปที่ 3.10 **เครื่องมือทดสอบ** Rotational Viscometer