

มาตรฐานการทดสอบ ขีดจำกัดเหลวและขีดจำกัดพลาสติก

1. ขอบข่าย

ขีดจำกัดเหลว (Liquid Limit) เป็นปริมาณความชื้นในดินที่ทำให้ดินมีสภาพเหมือนของไหล สามารถไหลตัวได้ด้วยน้ำหนักของตัวเอง หรือเป็นปริมาณความชื้นที่ทำให้ดินในเครื่องมือทดสอบ Liquid Limit Device ไหลมาชนกันเป็นแนวยาว 12.7 มิลลิเมตร ($\frac{1}{2}$ นิ้ว) เมื่อทำการเคาะเครื่องมือทดสอบโดยมีระยะตกแบบอิสระสูง 10 มิลลิเมตร และได้จำนวนครั้งการเคาะเท่ากับ 25 ครั้งพอดี

ขีดจำกัดพลาสติก (Plastic Limit) เป็นปริมาณความชื้นในดินที่ทำให้ดินเปลี่ยนจากสภาพยึดหยุ่นตัวสมบูรณ์หรือพลาสติกเป็นกึ่งของแข็งที่มีลักษณะยึดหยุ่นตัวน้อยลง หรือเป็นปริมาณความชื้นของดินในสภาพที่เมื่อนำดินมาคลึงเป็นเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 มิลลิเมตร ($\frac{1}{8}$ นิ้ว) และเกิดรอยแตกขึ้นที่ผิวดินพอดี

2. เครื่องมือ

2.1 อุปกรณ์ทดสอบ Liquid Limit มีส่วนประกอบสำคัญคือถ้วยทองเหลือง และฐานเป็นแท่นยางแข็งมีค่าความแข็งโดย Durometer Type D ระหว่าง 80 ถึง 90 และมีการทดสอบคุณสมบัติด้านการกระดอนของแท่นยางแสดงไว้ในภาคผนวก

2.2 เครื่องมือปาดร่องดิน (Grooving Tool)

2.2 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 115 มิลลิเมตร ($4\frac{1}{2}$ นิ้ว)

2.3 มีดปาดดิน (Spatula) ยาว 75 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) กว้าง 20 มิลลิเมตร ($\frac{3}{4}$ นิ้ว)

2.4 ตะแกรงเบอร์ 40 (ขนาดช่องเปิด 0.425 มิลลิเมตร)

2.5 แผ่นกระจก ขนาดกว้างและยาวประมาณ 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว)

2.6 เครื่องชั่ง มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 0.01 กรัม

2.7 ตู้อบ สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 110 ± 5 องศาเซลเซียสได้ หรือ ตู้ไมโครเวฟ

2.8 ภาชนะอบดินสำหรับตู้อบ หรือ ตู้ไมโครเวฟ

2.9 กระบอกฉีดน้ำ



รูปที่ 1 อุปกรณ์ทดสอบขีดจำกัดเหลว

3. วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมตัวอย่าง

3.1.1 การเตรียมตัวอย่างแบบเปียก (Wet Preparation) ถ้าไม่ได้มีการกำหนดให้เตรียมตัวอย่างแบบแห้ง ให้ใช้วิธีการเตรียมตัวอย่างแบบเปียก ดังนี้

3.1.1.1 นำตัวอย่างแช่น้ำเพื่อให้ดินที่จับตัวกันเป็นก้อนแยกตัวจากกันเป็นขนาดเม็ดตามธรรมชาติ โดยให้มีปริมาณตัวอย่างที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 40 อยู่ประมาณ 150 ถึง 200 กรัม

3.1.1.2 ล้างตัวอย่างผ่านตะแกรงเบอร์ 40 ลงในภาชนะและตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน

3.1.1.3 รินน้ำใสที่อยู่บนตัวอย่างดินออก โดยระวังไม่ให้ดินไหลตามไปด้วย วางภาชนะใส่ตัวอย่างทิ้งไว้หรือใช้เครื่องเป่าลมร้อนให้ตัวอย่างมีความชื้นลดลงจนอยู่ในสภาพที่จะทำการทดสอบขีดจำกัดเหลวโดยมีจำนวนครั้งการเคาะอยู่ที่ประมาณ 25 ถึง 35 ครั้ง และบ่มตัวอย่างในภาชนะปิดเป็นเวลาอย่างน้อย 16 ชั่วโมง

3.1.2 การเตรียมตัวอย่างแบบแห้ง (Dry Preparation)

3.1.2.1 นำตัวอย่างดินไปตากแห้งที่อุณหภูมิห้องหรืออบแห้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส จนแห้งพอที่จะใช้ค้อนยางทุบเพื่อให้ดินที่จับตัวเป็นก้อนแยกออกจากกันเป็นขนาดเม็ดตามธรรมชาติโดยไม่ทำให้เม็ดดินแตกไปด้วย

3.1.2.2 ร่อนตัวอย่างผ่านตะแกรงเบอร์ 40 ให้ได้ประมาณ 150 ถึง 200 กรัม

3.1.2.3 ผสมน้ำให้ตัวอย่างมีความชื้นสม่ำเสมอ อยู่ในสภาพที่จะทำการทดสอบขีดจำกัดเหลวโดยมีจำนวนครั้งการเคาะอยู่ที่ประมาณ 25 ถึง 35 ครั้ง และบ่มตัวอย่างในภาชนะปิดเป็นเวลาอย่างน้อย 16 ชั่วโมง

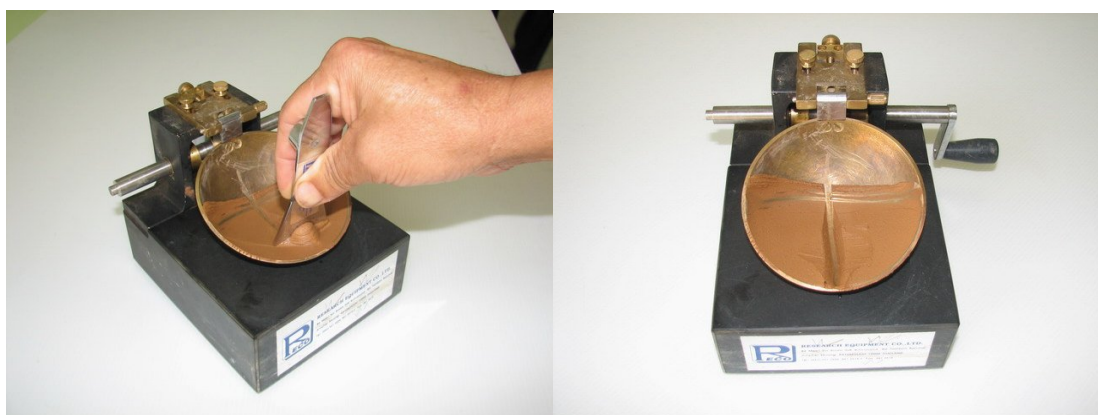
3.2 การทดสอบขีดจำกัดเหลว

3.2.1 แบ่งตัวอย่างส่วนหนึ่งที่ได้จากการเตรียมตัวอย่างในข้อ 3.1 ใส่ถ้วยกระเบื้องเคลือบ ทำการผสมให้เข้ากันด้วยมีดปาดดินอีกครั้งก่อนทำการทดลอง

3.2.2 ตรวจสอบอุปกรณ์ทดสอบ Liquid Limit ให้มีระยะตกกระทบของถ้วยทองเหลืองเท่ากับ 10 มิลลิเมตร โดยใช้ด้ามของเครื่องมือปาดร่องดินวัดระยะตกกระทบของถ้วยทองเหลืองดังกล่าวและปรับสกรูยึดถ้วยทองเหลืองในตำแหน่งที่เหมาะสมจนกระทั่งมีระยะตามที่กำหนด

3.2.3 ใส่ตัวอย่างลงในบริเวณตอนล่างของถ้วยทองเหลืองด้วยมีดปาดดิน กดและปาดดินโดยไม่ให้มีฟองอากาศอยู่ภายในจนเรียบและอยู่ในแนวระดับ มีความหนาของดินส่วนที่หนาที่สุดเท่ากับ 10 มิลลิเมตร

3.2.4 จับยึดถ้วยทองเหลืองให้แน่น ใช้เครื่องมือปาดร่องดินทำการปาดตัวอย่างให้เป็นร่องตรงกลางจนเห็นพื้นถ้วย เพื่อแบ่งดินออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กันดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การปาดตัวอย่างให้เป็นร่องตรงกลาง

3.2.5 หมุนเคาะถ้วยทองเหลืองให้ตกกระทบกับแท่นรองในทันทีด้วยอัตรา 2 ครั้งต่อวินาที พร้อมกับนับจำนวนครั้งการเคาะไปด้วย จนกระทั่งดินเคลื่อนที่เข้ามาสัมผัสกันเป็นแนวยาว 12.7 มิลลิเมตร จึงหยุดเคาะ

3.2.6 ใช้มีดปาดดินตัดตัวอย่างในบริเวณที่ดินเคลื่อนที่มาสัมผัสกันในทิศทางที่ตั้งฉากกับแนวร่อง และนำตัวอย่างใส่ภาชนะอบดิน ปิดฝาให้แน่น นำไปชั่ง บันทึกน้ำหนักพร้อมกับจำนวนครั้งการเคาะที่ทดลองได้

3.2.7 นำดินที่เหลืออยู่ในถ้วยทองเหลืองกลับไปผสมกับดินในถ้วยกระเบื้องเคลือบตามเดิม ใช้กระบอกลดน้ำเติมลงไปจนมีความชื้นเพิ่มขึ้น แล้วผสมให้เข้ากัน ทำความสะอาดถ้วยทองเหลืองและเครื่องมือปาดร่องดินจนสะอาด และดำเนินการทดลองตามข้อ 3.2.3 ถึง 3.2.6 เพื่อทำการทดลองอย่างน้อย 4 ครั้ง แต่แต่ละครั้งควรมีจำนวนการเคาะอยู่ระหว่างช่วงดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนการเคาะที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบขีดจำกัดเหลว

ครั้งที่	จำนวนการเคาะ (ครั้ง)
1	30 ถึง 35
2	25 ถึง 30
3	20 ถึง 25
4	15 ถึง 20

3.2.8 หาความชื้น (Moisture Content) ของตัวอย่างตาม สวพ.210/2548 มาตรฐานการทดสอบความชื้น

3.3 การทดสอบขีดจำกัดพลาสติก

3.3.1 แบ่งตัวอย่างดินส่วนหนึ่งจากการเตรียมตัวอย่างในข้อ 3.1 ประมาณ 20 กรัม แผ่กระจายดินออกสลับกับการนำมารวมกันเป็นก้อนเพื่อลดปริมาณความชื้นในดินลง จนกระทั่งไม่ติดมือเมื่อนำมาปั้น

3.3.2 แบ่งตัวอย่างดินประมาณ 1.5 ถึง 2.0 กรัม นำไปคลึงด้วยฝ่ามือหรือนิ้วมือบนแผ่นกระจกในอัตรา 80 ถึง 90 ครั้ง (คลึงไปและกลับ) ต่อหน้าที่ จนเป็นเส้นขนาดสม่ำเสมอมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 มิลลิเมตร ในเวลาไม่เกิน 2 นาที ถ้าไม่ปรากฏรอยแตกที่ผิวของดิน ให้แผ่กระจายดินนั้นออกและนำไปคลึงเป็นเส้นใหม่อีกครั้ง จนกระทั่งเกิดรอยแตกขึ้นที่ผิวดินพอดี ดังแสดงในรูปที่ 3 นำเส้นตัวอย่างใส่ภาชนะอบดิน ปิดฝาให้แน่น

3.3.3 แบ่งตัวอย่างดินมาอีก 1.5 ถึง 2.0 กรัม ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.3.2 จนได้เส้นตัวอย่างในภาชนะอบดินมีน้ำหนักอย่างน้อย 6 กรัม นำไปชั่ง บันทึกน้ำหนักไว้

3.3.4 ทำการทดลองตามข้อ 3.3.2 ถึง 3.3.3 ใหม่อีกครั้ง แต่ใส่ตัวอย่างในภาชนะอบดินอีกใบหนึ่ง

3.3.5 หาความชื้นของตัวอย่างตาม สวพ.210/2548 มาตรฐานการทดสอบความชื้น ในกรณีที่ความชื้นมีค่าต่างกันมากกว่า 2.6 ต้องทำการทดลองใหม่ แต่ถ้าไม่เกินค่าดังกล่าวให้รายงานค่าเฉลี่ยของความชื้นเป็นขีดจำกัดพลาสติก



รูปที่ 3 ลักษณะรอยแตกบนผิวดินของเส้นตัวอย่าง

4. การคำนวณ

4.1 การคำนวณความชื้น

$$w = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \cdot 100$$

เมื่อ	w	คือ	ค่าความชื้นในวัสดุ เป็นร้อยละ
	W_1	คือ	น้ำหนักของวัสดุเปียก เป็นกรัม
	W_2	คือ	น้ำหนักของวัสดุแห้ง เป็นกรัม

4.2 สร้างเส้น Flow Curve โดยนำค่าจำนวนการเคาะ (No. of Blows) และความชื้นไปเขียนในแผนภูมิแบบ Semi-Log และลากเส้นตรงผ่านจุดดังกล่าว และความชื้นที่จำนวนการเคาะ 25 ครั้ง คือขีดจำกัดเหลว

5. การรายงานผล

5.1 ค่าขีดจำกัดเหลว เป็นร้อยละ โดยมีความละเอียดเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง

5.2 ค่าขีดจำกัดพลาสติก เป็นร้อยละ โดยมีความละเอียดเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง

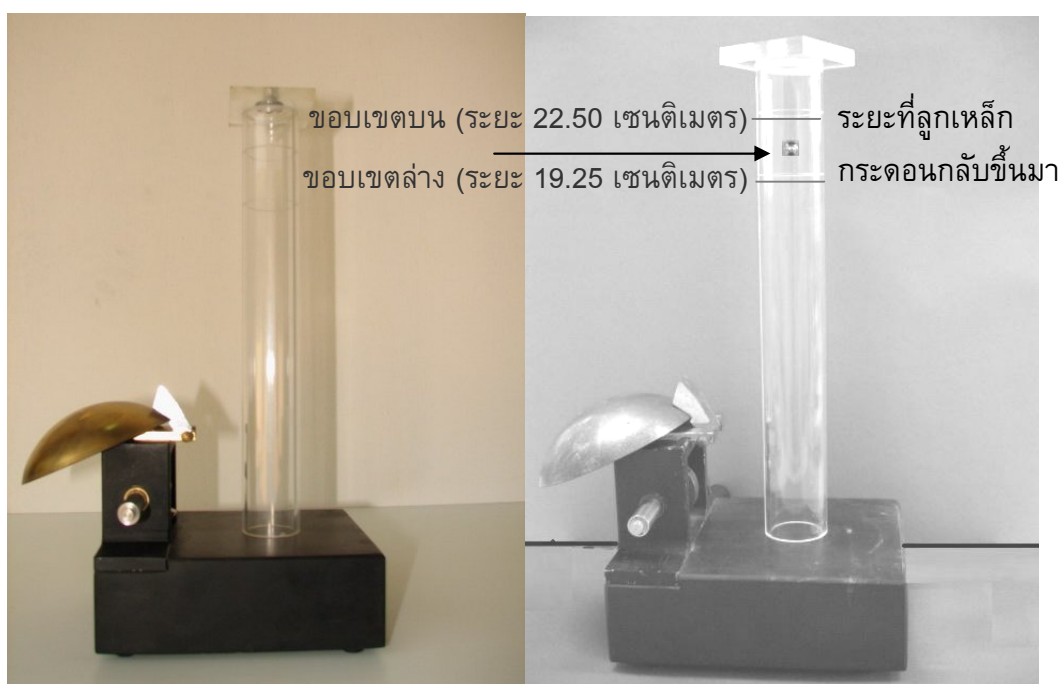
6. เอกสารอ้างอิง

6.1 American Society of Testing and Materials ; ASTM Standard : D 4318-95a

ภาคผนวก

การทดสอบคุณสมบัติด้านการกระดอนของแท่นยาง

การทดสอบคุณสมบัติด้านการกระดอนของแท่นยาง มีอุปกรณ์ทดสอบคือหลอดพลาสติกใส มีฐานสี่เหลี่ยมเจาะรูตรงกลาง แผ่นแม่เหล็ก และลูกเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ($\frac{5}{16}$ นิ้ว) มีวิธีการทดสอบโดยวางหลอดพลาสติกใสบนแท่นยางที่จะทดสอบ ให้ส่วนฐานของหลอดอยู่ด้านบน ต่อจากนั้นใช้แผ่นแม่เหล็กจับยึดลูกเหล็กหย่อนลงในรูของฐานสี่เหลี่ยมและเลื่อนแผ่นแม่เหล็กออกจากฐานเพื่อปล่อยลูกเหล็กลงในหลอดพลาสติกใสที่ระดับความสูง 25 เซนติเมตร จากแท่นยาง ถ้าลูกเหล็กกระดอนกลับขึ้นมาได้ร้อยละ 77 (19.25 เซนติเมตร) ถึง 90 (22.50 เซนติเมตร) ของความสูงดังกล่าว จึงจะมีคุณสมบัติตามมาตรฐานการทดสอบนี้ ดังแสดงในรูปผนวกที่ 1

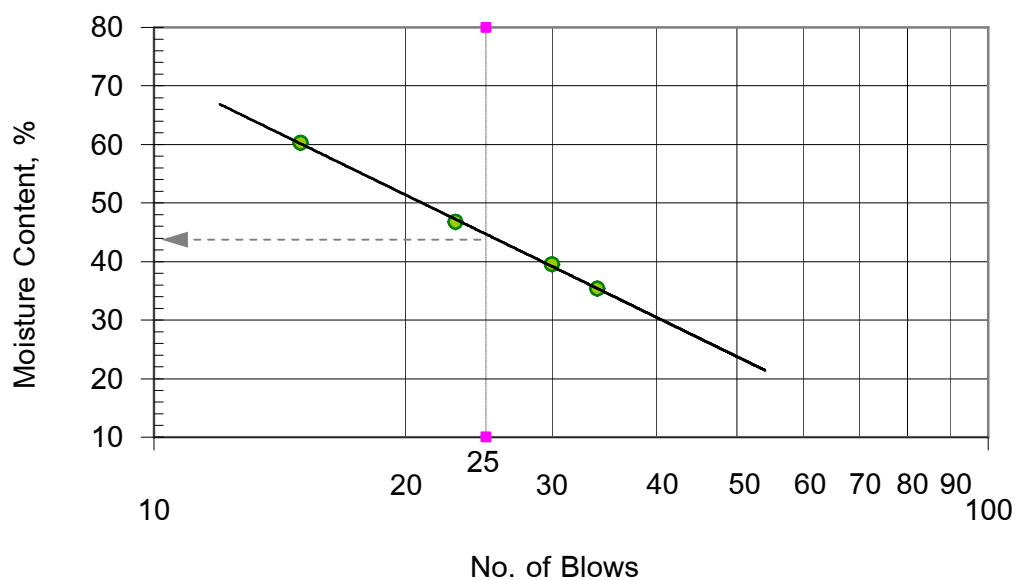


รูปผนวกที่ 1 ทดสอบการกระดอนบนแท่นยางของอุปกรณ์ทดสอบ Liquid Limit

LIQUID LIMIT

Can No.	1	2	3	4	5
No. of Blows	15	23	30	34	
Wt. Can + Wet Soil g	142.00	146.00	152.00	153.00	
Wt. Can + Dry Soil g	101.00	110.00	118.00	121.40	
Wt. Can g	33.00	33.00	32.00	32.00	
Wt. Water g	41.00	36.00	34.00	31.60	
Wt. Dry Soil g	68.00	77.00	86.00	89.40	
Moisture Content %	60.30	46.80	39.50	35.35	

FLOW CURVE



LIQUID LIMIT	44.70 %
--------------	---------

สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน

สวพ.ทล.304/2551

PLASTIC LIMIT

Can No.		1	2	3	4
Wt. Can + Wet Soil	g	143.00	135.00		
Wt. Can + Dry Soil	g	116.40	111.00		
Wt. Can	g	32.00	33.00		
Wt. Water	g	26.60	24.00		
Wt. Dry Soil	g	84.40	78.00		
Moisture Content	%	31.50	30.80		
Average Moisture Content		31.15 %			