บทที่3
วิธีหาสูตรสารเคมีเพื่อปรับปรุงค่าความต้านทานของระบบสายดิน

3.1 การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

ในวันที่ 8 – 12 พฤษภาคม 2543 ที่จังหวัดนครสวรรค์และวันที่ 25 – 26 พฤษภาคม 2543 ที่จังหวัดกำแพงเพชร ได้ทำการเก็บข้อมูลดินโดยมีขั้นตอนในการเก็บดังนี้

1. เปิดหน้าดิน 50 เซนติเมตรและทำการขุดโดยใช้จอบและเครื่องมือในการเจาะ ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตรและ 75 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินประมาณ 1 กิโลกรัม ใส่ถุง 2 ชั้นพร้อมเขียนหมายเลข ระดับความลึก สถานที่

รูปที่ 3.1 การเก็บตัวอย่างดิน

2. ใช้อุปกรณ์เจาะ (core type)ตอกลงไป โดยต้องการปริมาตรที่แน่นอนเพื่อนำไปหาเปอร์เซนต์ความชื้นและความหนาแน่นของดิน เสร็จแล้วนำดินใส่ถุงพลาสติก 3 ชั้น มัดปากถุงให้

มัดปากถุงให้แน่น เขียนหมายเลข ระดับความลึก สถานที่ แล้วนำไปใส่ในขวดแก้วหรือกระปุกพลาสติกเพื่อรักษาความชื้นไว้

รูปที่ 3.2 ดินในกระป๋องพลาสติก

3. นำไปทดสอบหาปริมาณความชื้น โดยใช้วิธีแบบอบแห้ง โดยมีขั้นตอนดังนี้

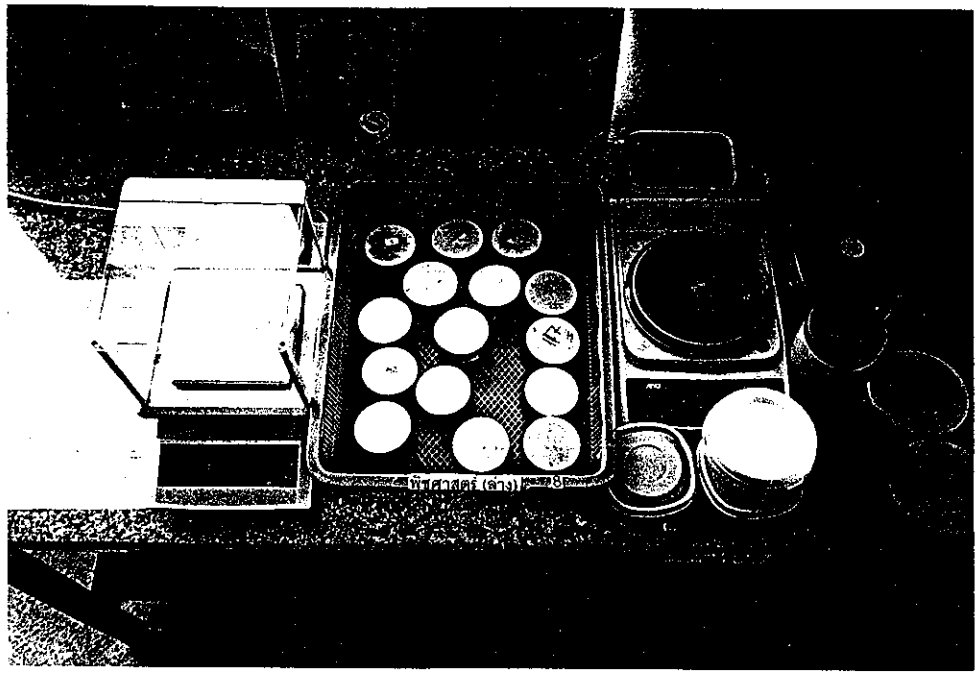
3.1 ชั่งน้ำหนักกระป๋องที่จะนำไปใส่ดินแล้วบันทึกค่า

3.2 นำดินในแต่ละพื้นที่และที่ความลึกต่างๆใส่กระป๋องแล้วนำไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งแล้วบันทึกค่า

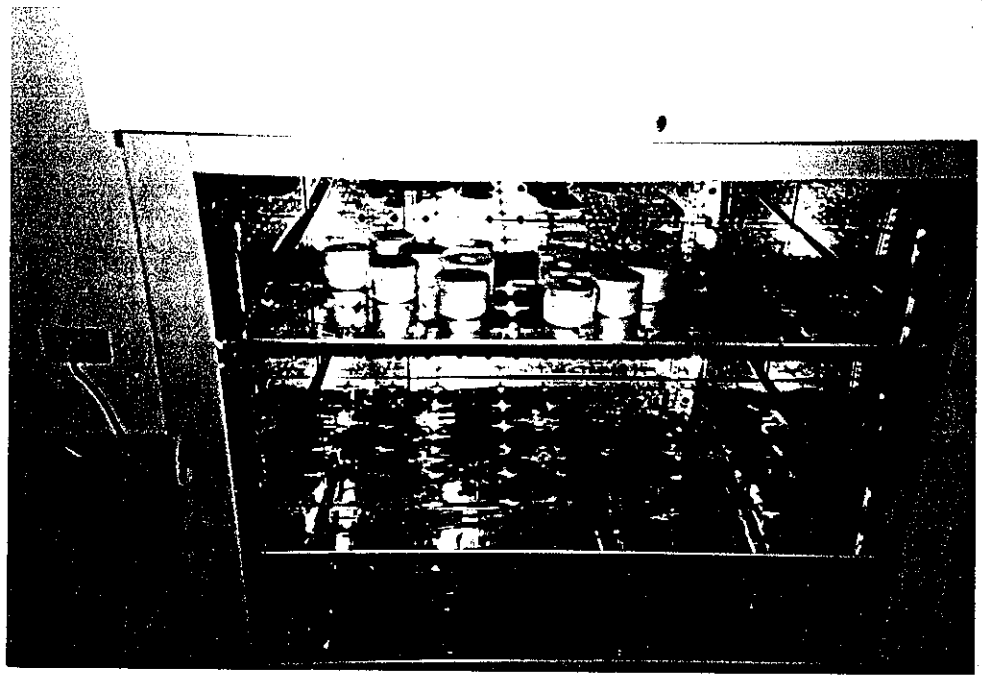
3.3 นำกระป๋องบรรจุดินที่ได้ เข้าเครื่องอบความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.4 เมื่อครบเวลาในการอบแล้วรอให้กระป๋องบรรจุดินเย็นแล้วนำมาชั่งอีกครั้งหนึ่งแล้วบันทึกค่า

3.5 นำค่าที่ได้มาหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น เพื่อที่จะใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป สำหรับเครื่องมือที่ใช้ตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆแสดงดังรูป



รูปที่ 3.3 การนำดินไปชั่งที่เครื่องชั่ง



รูปที่ 3.4 การนำดินไปอบ

หลังจากการที่ได้นำดินไปอบแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำดินไปวิเคราะห์หาค่าความนำไฟฟ้า ค่าpH ส่วนประกอบของแมกนีเซียม และส่วนประกอบของแคลเซียม

3.2การทดสอบค่าความนำไฟฟ้า(Electrical Conductivity)

ค่าความนำไฟฟ้า (Electrical conductivity) คือสภาพการนำไฟฟ้าของวัสดุหรือวัตถุที่ยอมให้ปริมาณไฟฟ้าเช่น กระแสไหลผ่านได้ ในวัสดุต่างชนิดกันก็มีความนำไฟฟ้าที่ต่างกัน เช่นเดียวกัน ดินในแต่ละพื้นที่ก็มีค่าความนำไฟฟ้าที่ต่างกันและค่าความนำไฟฟ้าก็เป็นส่วนกลับกับค่าความต้านทานจำเพาะของดิน จึงเป็นปัจจัยหนึ่งในระบบกราวด์ที่ต้องศึกษา

ขั้นตอนการทดสอบค่าความนำไฟฟ้า

1.นำดิน (หรือสารเคมี) ที่ต้องการตรวจสอบมาทำการบดให้ละเอียด ทำการชั่งดินจำนวน 10 กรัม ผสมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร หรือในอัตราส่วน 1:5 คนแล้วทิ้งไว้ 30 นาที

2.นำตัวอย่างดินที่ได้มาทำการตรวจสอบโดยเครื่องตรวจวัดค่าความนำไฟฟ้า บันทึกผลการทดลอง

3.3 การทดสอบค่าความเป็นกรดและเบส

ปัจจัยหนึ่งที่ต้องการทดสอบคือค่า pH ของดิน ในสภาพความเป็นกรดและค่างที่ต่างกันนั้นให้ค่าความต้านทานของดินที่แตกต่างกันออกไป จึงทำการทดสอบและเปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์กับค่าความต้านทาน

ขั้นตอนการทดสอบค่าความเป็นกรดและเบสของดิน

1.นำดินที่ต้องการตรวจสอบมาทำการบดให้ละเอียด ทำการชั่งดินจำนวน 10 กรัม ผสมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร หรือในอัตราส่วน 1:10 คนแล้วทิ้งไว้ 30 นาที

2.นำตัวอย่างดินที่ได้มาทำการตรวจสอบโดยเครื่องวัดค่าความเป็นกรดและเบสของดิน (pH meter) บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 3.1 ความเป็นกรดด่างของดิน

(ที่มา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเขต 2 จ.พิษณุโลก)

ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน	
ระดับ	pH
กรดจัดมาก	4.5
กรดแก่จัด	4.5-5.0
กรดแก่	5.1-5.5
กรดปานกลาง	5.6-6.0
กรดเล็กน้อย	6.1-6.5

ตารางที่ 3.1 ความเป็นกรดด่างของดิน(ต่อ)

(ที่มา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเขต 2 จ.พิษณุโลก)

ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน	
ระดับ	pH
เป็นกลาง	6.6-7.3
เป็นด่างอย่างอ่อน	7.4-7.8
เป็นด่างปานกลาง	7.9.8.4
เป็นด่างแก่	8.5-9.0

สารเคมีมีวิธีทดสอบเช่นเดียวกับการทดสอบค่าความนำไฟฟ้าและค่า pH ของดิน แต่ต้องมีการคำนวณปริมาณสารเคมีเพื่อจะได้ทราบว่าต้องใช้ในปริมาณเท่าใดโดยสารเคมีที่จะนำไปทดสอบมีทั้งหมด 12 สูตรคือ

1. ผงขิปซัม 75%
   ดินเหนียว 20%
   Na_2SO_4 5 %
2. เกลือ 100%
3. ผงถ่าน 100%
4. ดินเหนียว 75%
   ผงขิปซัม 25%
5. กราไฟต์ 100%
6. $MgSO_4.7H_2O$ 100%
7. $CuSO_4$ 100%
8. $MgSO_4.7H_2O$ 50%
   $CuSO_4$ 50%
9. $MgSO_4.7H_2O$ 75%
   $CuSO_4$ 25%
10. $MgSO_4.7H_2O$ 25%
    $CuSO_4$ 75%

11. กราไฟต์ 75%
ผงถ่าน 25%
12. กราไฟต์ 25%
ผงถ่าน 75%

สารเคมีทั้ง 12 สูตรนี้สามารถคำนวณหาปริมาณ(กรัม)ได้จากสูตรดังนี้

$$\rho = m/V \qquad (3.1)$$

ρ = ค่าความหนาแน่นหรือค่าความถ่วงจำเพาะ(g/cm^3)

m = มวลของสาร(g)

V = ปริมาตรของสาร(cm^3)

ค่าความถ่วงจำเพาะของสารเคมี ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 ค่าความถ่วงจำเพาะ

(ที่มา : คู่มือฟิสิกส์และเคมี)

สาร	ความถ่วงจำเพาะ(g/cm^3)
ยิปซัม ($CaSO_4 . 2H_2O$)	2.32
ดินเหนียว	1.20
โซเดียมซัลเฟต(Na_2SO_4)	2.66
เกลือแกง(NaCl)	2.16
แมกนีเซียมซัลเฟต($MgSO_4 .7H_2O$)	1.67
คอปเปอร์ซัลเฟต($CuSO_4$)	3.60
กราไฟต์(C)	2.23

ขั้นตอนต่อไปเป็นการคำนวณปริมาตรของภาชนะที่จะบรรจุซึ่งปริมาตรที่เลือกใช้มี 2 แบบ คือแบบแท่งคอนกรีตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว ยาว 16 นิ้ว และหลุมร่องโดนัทขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 30 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 90 เซนติเมตร โดยใช้เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกบรรจุสารเคมี (รายละเอียดอยู่ในหัวข้อ 2.13)

ปริมาตรของแท่งคอนกรีต ($V = \pi r^2 h$) (3.2)

$V = \pi(10.16)^2 x 40.64$

$= 13179\ cm^3$

$= 0.0132\ m^3$

ปริมาตรของหลุมร่องโดนัท

$V = \pi r^2 h$

$= \pi(45-15)(45+15)x30$

$= 169646\ cm^3$

$= 0.17\ m^3$

เมื่อได้ปริมาตรของภาชนะที่จะบรรจุสารเคมีแล้วนั้นสามารถนำไปหาปริมาณของสารเคมีที่ต้องใช้ได้ สมมติเลือกภาชนะบรรจุเป็นแท่งคอนกรีตแล้วเลือกสารเคมีสูตรที่ 1 ต้องการทราบว่าสารแต่ละตัวใช้ปริมาณเท่าใด สามารถหาได้โดย

ปริมาตรของแท่งคอนกรีต = $0.0132\ m^3$

ผงยิปซัม	75%	=0.01	m^3
ดินเหนียว	20%	=0.00264	m^3
Na_2SO_4	5 %	0.0007	m^3

ยิปซัมจาก $\rho = m/V$

$m = 2.32x0.01x1000$

$= 23.2$ กิโลกรัม

ดินเหนียว

$m = 1.2x0.00264x1000$

$= 3.17$ กิโลกรัม

Na_2SO_4

$m = 2.66x0.0007x1000$

$= 1.76$ กิโลกรัม

สารเคมีสูตร 1 นี้มีมวลรวม = 28.13 กิโลกรัม เมื่อต้องการนำไปทดสอบหาค่าความนำไฟฟ้าและค่า pH ต้องใช้สารทั้งหมด 10 กรัมดังนั้นจะใช้สาร

ยิปซัม $= (23.12x10)/28.13$

$= 8.25$ กรัม

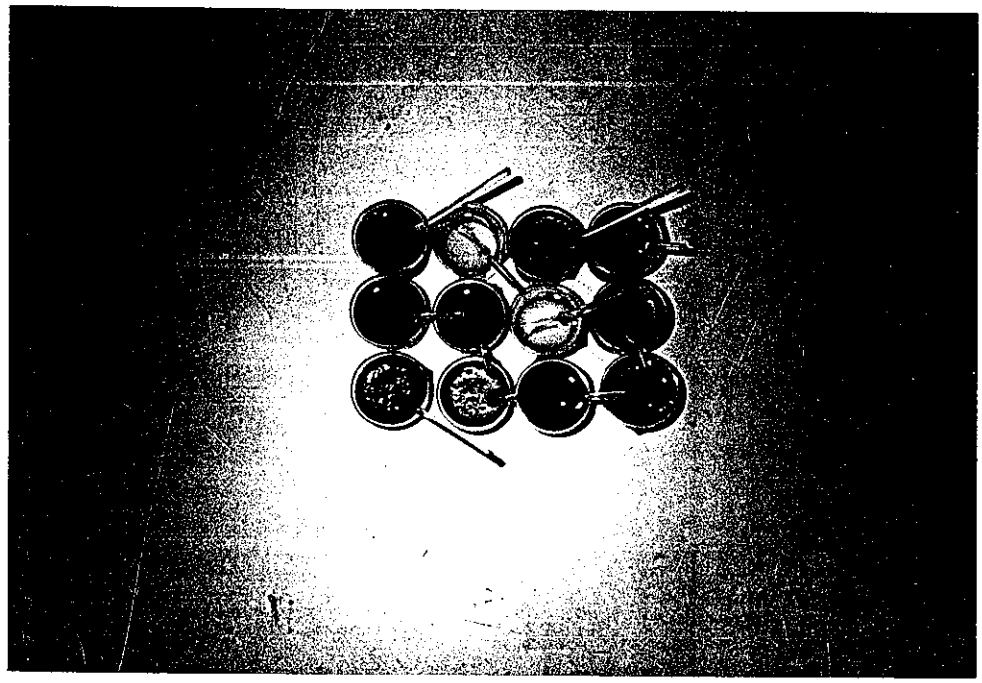
ดินเหนียว $= (3.17x10)/28.13$

$= 1.13$ กรัม

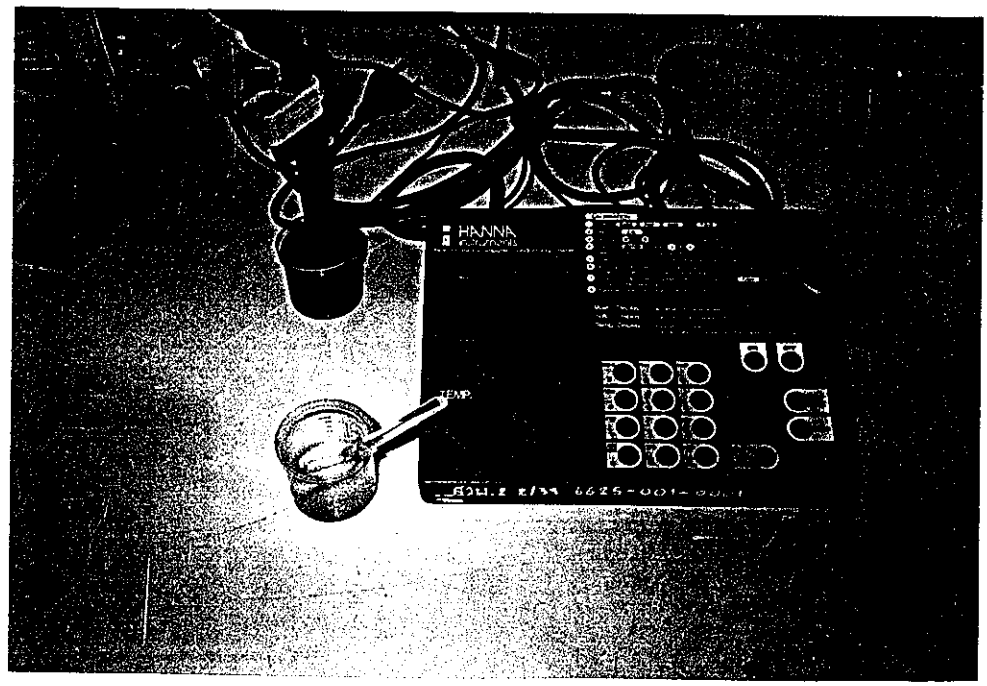
Na_2SO_4 $= (1.76x10)/28.13$

$= 0.63$ กรัม

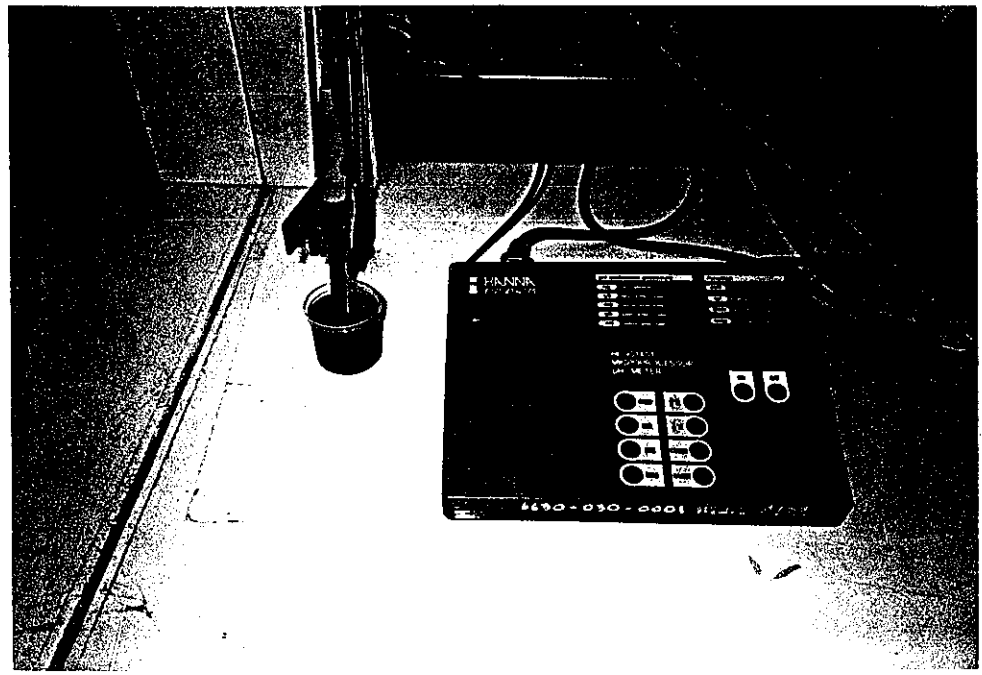
ส่วนการคำนวณปริมาตรภาชนะแบบขุดหลุมร่องโคนัทหรือการคำนวณสารเคมีสูตรอื่นๆมีหลักการเช่นเดียวกันรายละเอียดของปริมาณสารที่นำไปหาค่าความนำไฟฟ้าและค่า pH แสดงในตารางที่ 4.4 สารเคมีทั้ง 12 สูตรนี้ ได้แสดงดังภาพที่ 3.5-3.7



รูปที่ 3.5 สารเคมีทั้ง 12 สูตร



รูปที่ 3.6 การวัดค่าความนำไฟฟ้าของสารเคมี



รูปที่ 3.7 การวัดค่า pH ของสารเคมี

3.4การทดสอบปริมาณของโลหะหนักแมกนีเซียม(Mg)และแคลเซียม(Ca)

ในเนื้อดินจะประกอบไปด้วยธาตุมากมายโดยแต่ละชนิดจะให้คุณสมบัติที่แตกต่างกันโดยธาตุที่สนใจคือพวกเกลือต่างๆ และเกลือนอกจากโซเดียม(Na)แล้วยังมีแมกนีเซียม(Mg)แคลเซียม(Ca)และโพแทสเซียม(K)ที่มีผลต่อค่าความต้านของดินดังนั้นจึงได้เลือกแมกนีเซียม(Mg)แคลเซียม(Ca)มาตรวจสอบเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับค่าความต้านทาน

ขั้นตอนการทดสอบ

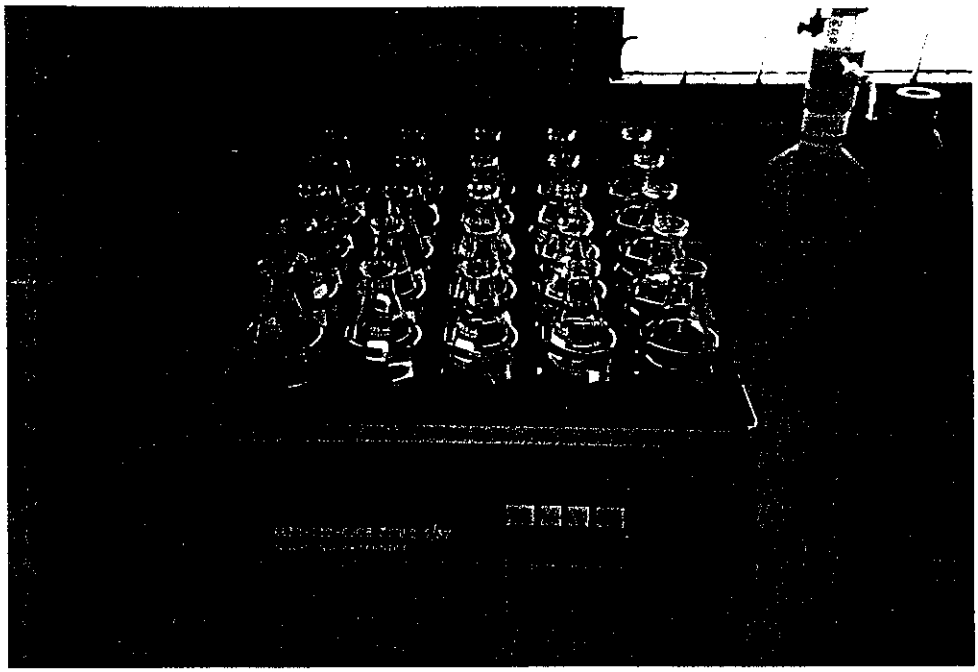
1.นำดินที่ต้องการตรวจสอบมาทำการบดให้ละเอียด ทำการชั่งดินจำนวน 5 กรัมใส่ในflaskเติมน้ำยาสกัดเอทานอล 50 มิลลิลิตร

2.นำสารผสมที่ได้ใส่ในเครื่องเขย่าสาร ดังรูปที่ 3.8 ตั้งความเร็วรอบไว้ที่ 160 รอบต่อนาทีเวลา30 นาทีแล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 ดังรูปที่ 3.9

3.นำสารละลายที่ได้มาเติมน้ำพร้อมสารขจัดโลหะหนัก ดังรูปที่ 3.10

4.เตรียมสารมาตรฐาน(standard)ของแมกนีเซียมและแคลเซียม ความเข้มข้น 0,5,10,15 มาตั้ง(set)ค่าด้วยเครื่องวัดโลหะหนัก

5.นำสารละลายที่ได้มาหาค่าความนำไฟฟ้า และค่าที่สังเกตด้วยเครื่องวัดโลหะหนักเพื่อหาปริมาณของแมกนีเซียมและแคลเซียม ดังรูปที่ 3.11จดบันทึกผล



รูปที่ 3.8 การนำดินเข้าเครื่องเขย่าสาร

รูปที่ 3.9 การนำดินมากรองด้วยกระดาษกรอง

รูปที่ 3.10 การนำสารมาเติมน้ำกลั่น

รูปที่ 3.11 เครื่องมือทดสอบหาส่วนประกอบของแมกนีเซียมและแคลเซียม

วิธีการทดสอบหาปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมของสารเคมีมีวิธีปฏิบัติเช่นเดียวกัน หลังจากนำสารเคมีแต่ละชนิดไปทดสอบหาค่าความนำไฟฟ้า ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการลดค่าความด้านทานแล้ว สามารถเลือกสารเคมีได้ 2 สูตร ซึ่งมีค่าความนำไฟฟ้าสูงและมีราคาประหยัดเหมาะสม สารเคมีทั้ง 2 สูตรนี้คือ

1.ยิปซัม 75% = 16.4 kgs

ดินเหนียว 20% = 2.27 kgs

Na_2SO_4 5% = 1.758kgs

2. กราไฟต์ 100% = 29.44 kgs

หลังจากได้สารเคมีที่ได้จากการวิเคราะห์แล้ว นำสารทั้ง 2 สูตรนี้ไปทำการแก้ไขค่าความต้านทานของระบบสายดิน โดยวิธีการแก้ไขทางผู้จัดทำได้ทำวิธีการขุดหลุมและการขุดหลุมร่องโดนัท

<u>ขั้นตอนในการแก้ไขค่ากราวด์มีขั้นตอนดังนี้</u>

1.เลือกวิธีขุดหลุม ดังรูปที่ 3.12 (ในที่นี้ใช้สารเคมีสูตร 2 ทดสอบ) กราไฟต์มีลักษณะดังรูปที่ 3.13

2.หลังจากนั้นเทสารเคมีลงไปในหลุม ดังรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.12 ขนาดหลุมที่ใช้

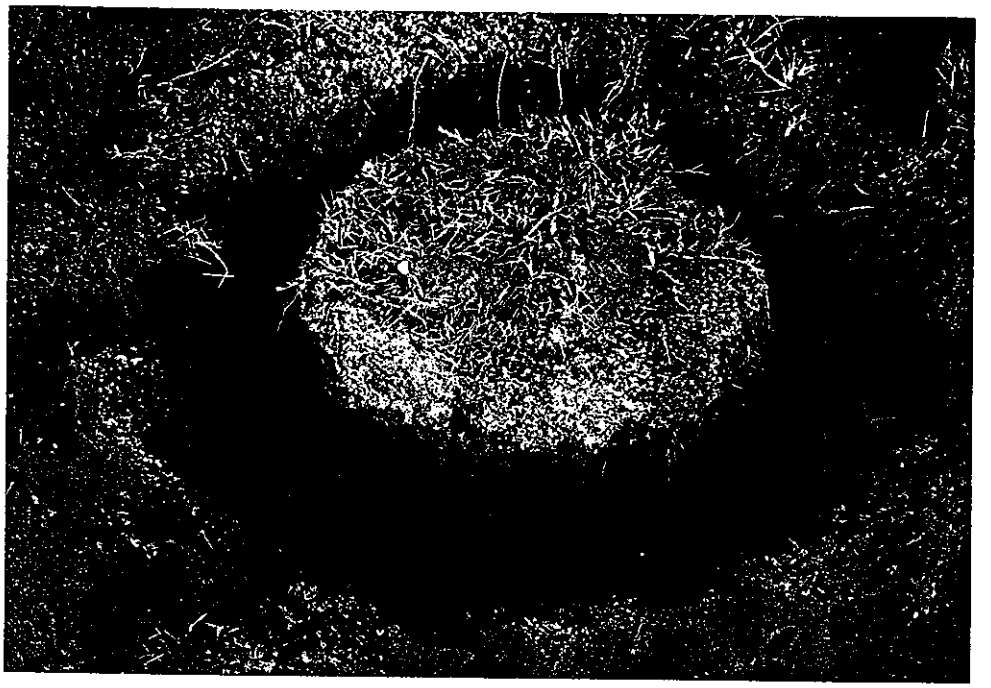
รูปที่ 3.13 ลักษณะของกราไฟต์

รูปที่ 3.14 การเทสารเคมีลงในหลุม

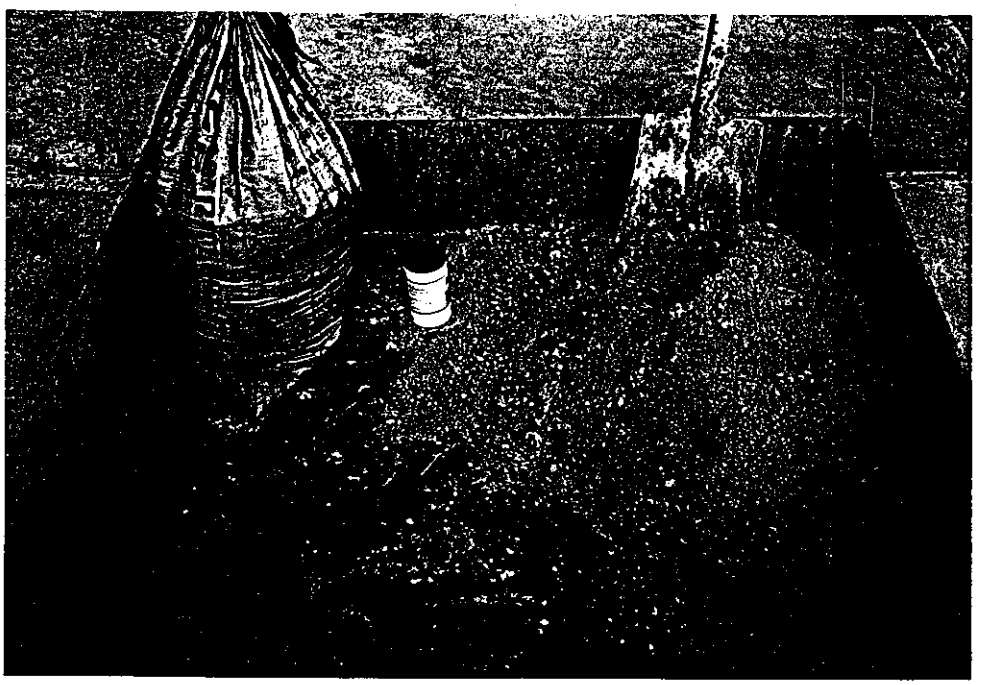
3.การขุดหลุมเป็นร่องโดนัทดังรูปที่ 3.15 (ในที่นี้ใช้สารเคมีสูตร 1ทดสอบ)

4.สารเคมีสูตร1 นี้ ได้จากการนำมาผสมกันในอัตราส่วนที่กำหนด ดังรูปที่ 3.16

5.เทสารเคมีลงในหลุมโดนัทให้รอบๆหลุม หลังจากนั้นทำการกลบให้เรียบร้อย ดังรูปที่ 3.17

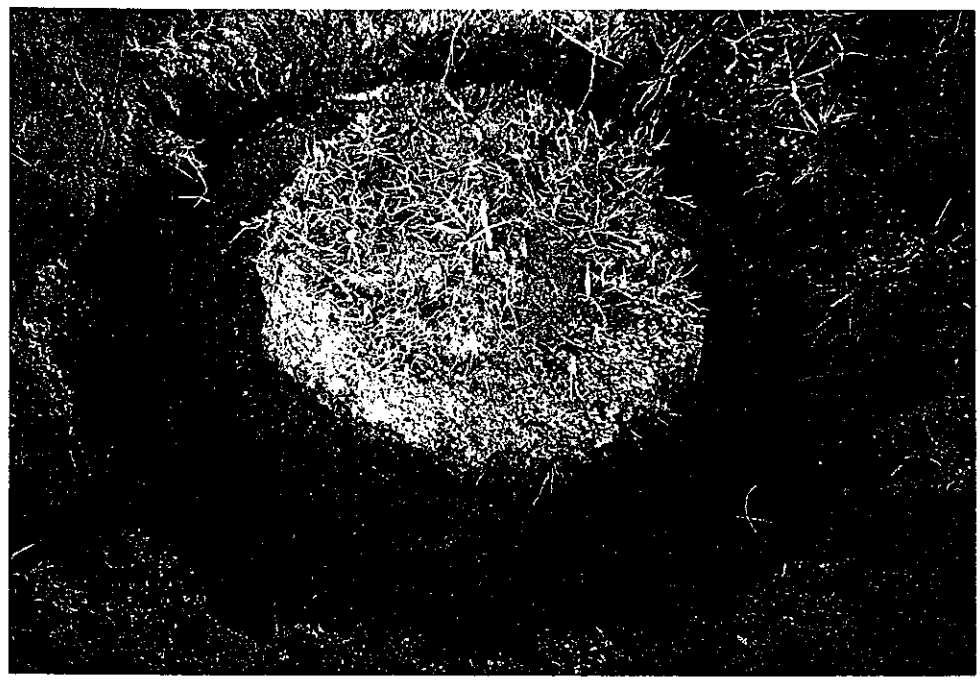


รูปที่ 3.15 การขุดหลุมเป็นร่องโดนัท



รูปที่ 3.16 วิธีการผสมสารเคมี

(ก)



(ข)

รูปที่ 3.17 การเทสารเคมีลงในหลุมโดนัท

การใช้วิธีที่แตกต่างกันนี้ก็เพื่อทดสอบดูว่าวิธีใดที่สามารถทำให้ค่าความต้านทานของระบบสายดินมีค่าลดลงดีที่สุดและสารเคมีชนิดนั้นอยู่ได้นานที่สุด