



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)
ปริญญา

..... วิศวกรรมเกษตร วิศวกรรมเกษตร

สาขา ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาพฤติกรรมการอัดแน่นของดินทางการเกษตร ภายใต้การวิ่งผ่านของ
ล้อยางที่มีภาระกระทำต่างกัน

Study on the Behaviour of Agricultural Soil Compaction under Running of
Pneumatic Tyre at Different Load

นามผู้วิจัย นายสิทธิชัย ดาศรี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(..... รองศาสตราจารย์สัญญา นิยมภา, D.Agr.)

กรรมการ

(..... รองศาสตราจารย์มงคล กวางวิโรภาส, Ph.D.)

กรรมการ

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภรต ญอชรรณ อยุธยา, M.Eng.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(..... รองศาสตราจารย์วินัย อากงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 28 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2549

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาพฤติกรรมการอัดแน่นของดินทางการเกษตร ภายใต้การวิ่งผ่านของล้อยาง
ที่มีภาระกระทำต่างกัน

Study on the Behaviour of Agricultural Soil Compaction under Running of
Pneumatic Tyre at Different Load

โดย

นายสิทธิชัย ดาศรี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)
พ.ศ. 2549

ISBN 974-16-1079-3

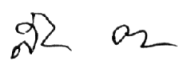
สิทธิชัย คาสรี 2549: การศึกษาพฤติกรรมการอัดแน่นของดินทางการเกษตร ภายใต้การ
วิ่งผ่านของล้อยางที่มีภาระกระทำต่างกัน ปรินญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
(วิศวกรรมเกษตร) สาขาวิศวกรรมเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร ประธานกรรมการที่
ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ธัญญา นิยมภา, D.Agr. 220 หน้า

ISBN 974-16-1079-3

การศึกษาพฤติกรรมการกระจายความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งและการกระจายความต้านทานการ
แทงทะลุของดิน เงื่อนไขการทดลองเปรียบเทียบผลจากน้ำหนักกดทับล้อยาง และจำนวนเที่ยววิ่งของล้อยาง
การทดลองทำในห้องปฏิบัติการ ใช้กระบะดินขนาดความกว้าง 80 cm ยาว 250 cm ลึก 60 cm ดินที่ใช้ทดลอง
เป็นดินร่วน น้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg ความชื้น 10%(d.b.) และ 16%(d.b.) จำนวนเที่ยว
ที่ล้อยางวิ่งผ่าน 1, 6 และ 12 เที่ยว วัดแรงในแนวราบ แรงในแนวลิ่ง และโมเมนต์ ด้วย Octagonal Ring
Transducer

ภายหลังการวิ่งผ่านของล้อยางบนผิวดินด้วยความเร็ว 0.2 m/s ที่จำนวนเที่ยววิ่ง 1, 6 และ 12 เที่ยว
พบว่า ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดินที่มากที่สุดขณะดินมีความชื้น 10% (d.b.) น้ำหนักกดทับล้อยาง
200 kg มีค่าเท่ากับ 1.32, 1.46 และ 1.54 g/cm³ ตามลำดับ และน้ำหนักกดทับล้อยาง 320 kg มีค่าเท่ากับ 1.53,
1.60 และ 1.65 g/cm³ ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองของดินความชื้น 16% (d.b.) น้ำหนักกดทับล้อยาง 200 kg
พบว่า ค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดินที่มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 1.49, 1.66 และ 1.68 g/cm³ ตามลำดับ
และน้ำหนักกดทับล้อยาง 320 kg มีค่าเท่ากับ 1.58, 1.73 และ 1.79 g/cm³ ตามลำดับ ค่าความหนาแน่นมวลรวม
สภาพแห้งของดินเพิ่มขึ้นตามจำนวนเที่ยววิ่ง น้ำหนักกดทับล้อยางที่เพิ่มขึ้น และค่าความชื้นดินที่เพิ่มขึ้น

ผลของค่าความต้านทานการแทงทะลุของดินที่มากที่สุดที่ปริมาณความชื้น 10 % (d.b.) น้ำหนักกดทับ
ล้อยาง 200 kg มีค่า 0.52, 1.05 และ 1.91 MPa ตามลำดับ และน้ำหนักกดทับล้อยาง 320 kg มีค่าเท่ากับ 0.55,
1.75 และ 2.20 MPa ตามลำดับ สำหรับความต้านทานการแทงทะลุของดินที่ความชื้น 16% (d.b.) น้ำหนักกดทับ
ล้อยาง 200 kg มีค่าเท่ากับ 0.43, 0.72 และ 0.80 MPa ตามลำดับ และน้ำหนักกดทับล้อยาง 320 kg มีค่า 0.50,
1.01 และ 1.20 MPa ตามลำดับ



ลายมือชื่อนิติสิต



ลายมือชื่อประธานกรรมการ

21 / ก.พ. 49

Sittichai Dasri 2006: Study on the Behaviour of Agricultural Soil Compaction under Running of Pneumatic Tyre at Different Load. Master of Engineering (Agricultural Engineering), Major Field: Agricultural Engineering, Department of Agricultural Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor Tanya Niyamapa, D.Agr.
220 pages.
ISBN 974-16-1079-3

To study the effect of the load, the load frequency and the soil moisture on the behaviour of dry bulk density and the penetration resistance distribution. The experiment was conducted in a laboratory with a loam – soil bin and the pneumatic tyre. The treatment condition involved the soil moisture content of about 10% (d.b.) and 16%(d.b.) , the number of pass of 1, 6 and 12 and the applied load of 200, 240, 280 and 320 kg. The vertical force, the horizontal force and the moment were measured by using the octagonal ring transducer.

After tyre ran over the soil surface for 1, 6 and 12 times, the maximum dry bulk density with the load of 200 kg was about 1.32, 1.46 and 1.54 g/cm³ respectively at 10% (d.b.) moisture content. Also, the maximum dry bulk density with the load of 320 kg was 1.53, 1.60 and 1.65 g/cm³ respectively at the same moisture content. At the soil moisture content of 16% (d.b.) , the maximum dry bulk density with the load of 200 kg was 1.49, 1.66 and 1.68 g/cm³ respectively where as the maximum dry bulk density with the load of 320 kg was 1.58, 1.73 and 1.79 g/cm³ respectively. The results showed that the dry bulk density of soil increased with the number of pass along with the applied load and soil moisture content also increased. The results also showed that the cone penetration resistance was increasing when the number of pass and applied load were increased but the cone penetration resistance was decreased when the soil moisture content was increased from 10% (d.b.) to 16% (d.b.).

Sittichai Dasri

Student's signature

Tanya Niyamapa

Thesis Advisor's signature

21 / 11 / 49

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ธัญญา นิยมภา ประธานกรรมการที่ปรึกษา
รศ.ดร. มงคล กวางวโรภาส กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก ผศ.ดร.อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล กรรมการ
ที่ปรึกษาวิชาการ อ.ผกาทิพย์ จินตกานนท์ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา
แนะนำ และตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสาทความรู้
ตลอดระยะเวลาการศึกษา

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตร-
ศาสตร์ ทุกท่านที่ได้สนับสนุนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณวิชัย โอภาณุล คุณพินิจ จิรคคกุล และเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยเกษตร
วิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ทุกท่านที่ได้สนับสนุนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณกริชเพชร กลัดเนียม คุณศิริศักดิ์ เชิดเกียรติพล และเพื่อน ๆ วิศวกรรม
เกษตรในการให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และขอขอบคุณ คุณละมุล ศาสรี และลูก ๆ ที่ให้การ
สนับสนุน และเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จได้

สิทธิชัย ศาสรี
กุมภาพันธ์ 2549

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(4)
สารบัญภาพ	(9)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
หลักการเกี่ยวกับการอัดแน่นของดิน	7
ปัจจัยที่ทำให้เกิดการอัดแน่นของดิน	7
วงจรการสลายของยานพาหนะในแปลงเกษตรกรรม	8
ระดับความลึกที่มีการอัดแน่นได้ล้อยางหรือดินตะขาบ	8
ความชื้นในดินที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นภายใต้แรงกด	9
การบดอัดตัวของดิน	11
ทฤษฎีความเค้น (Stress theory)	13
ทฤษฎีความเครียด (Strain theory)	19
ล้อยาง	21
พื้นที่สัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดิน	25
การประมาณพื้นที่สัมผัส	27
อุปกรณ์และวิธีการ	29
อุปกรณ์	29
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการจำแนกประเภทดิน	29
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการหาความถ่วงจำเพาะดิน	29
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการหาจุดแบ่งสถานะภาพของดิน	29
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการหาปริมาณความชื้นของดินและเตรียม	
ความชื้นดิน	30
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน	30
อุปกรณ์วัดความต้านทานการแทงทะลุของดิน	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกสัญญาณและวิเคราะห์สัญญาณ	31
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเตรียมดิน และการทดสอบ	31
โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณและสร้าง Contour Line	32
วิธีการทดลอง	33
แผนการทดลอง	33
การจำแนกประเภทของดินและหาสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน	38
การเตรียมงานก่อนการทดลอง	41
การติด Strain Gage บน Octagonal Ring Transducer	41
การสอบเทียบ Octagonal Ring Transducer	42
การสร้างและทดสอบอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินขนาดเล็ก	47
การเตรียมดิน	49
การปรับความชื้นในดิน	49
การติดตั้งเครื่องมือที่ใช้บันทึกสัญญาณจาก Octagonal Ring Transducer	52
การวิเคราะห์ข้อมูล	53
การเขียน Contour Line	53
การหาพื้นที่สัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดิน	55
ความดันผิวสัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดิน	58
ผลและวิจารณ์	62
ผลของค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง	62
ผลของค่าความต้านทานการแทงทะลุดินภายหลังที่ล้อยางวิ่งบนผิวดิน	72
กราฟค่าความต้านทานการแทงทะลุดินกับระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยาง	81
กราฟค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินกับน้ำหนักกดทับล้อยางและจำนวนเที่ยววิ่งในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง	86
กราฟค่าความต้านทานการแทงทะลุดินกับน้ำหนักกดทับล้อยางและจำนวนเที่ยววิ่งในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง	88
สรุปและข้อเสนอแนะ	91

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รายการน้ำหนักที่ใช้ในการทดสอบ	32
2	รายละเอียดเงื่อนไขการทดลองของแต่ละกระบะดิน	34
3	สมบัติพื้นฐานของดินที่ใช้ในการทดลอง	40
4	ผลการคำนวณหาพื้นที่สัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดิน	57
5	ผลสัญญาณจาก Octagonal Ring Transducer และความดันดิน	60

ตารางผนวกที่

ก 1	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อยาง 200 kg เที้ยววิ่ง 1 เที้ยว (ครั้งที่ 1)	99
ก 2	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อยาง 200 kg เที้ยววิ่ง 1 เที้ยว (ครั้งที่ 2)	102
ก 3	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อยาง 200 kg เที้ยววิ่ง 6 เที้ยว (ครั้งที่ 1)	105
ก 4	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อยาง 200 kg เที้ยววิ่ง 6 เที้ยว (ครั้งที่ 2)	108
ก 5	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อยาง 200 kg เที้ยววิ่ง 12 เที้ยว (ครั้งที่ 1)	111
ก 6	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อยาง 200 kg เที้ยววิ่ง 12 เที้ยว (ครั้งที่ 2)	114
ก 7	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อยาง 320 kg เที้ยววิ่ง 1 เที้ยว (ครั้งที่ 1)	117
ก 8	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อยาง 320 kg เที้ยววิ่ง 1 เที้ยว (ครั้งที่ 2)	120
ก 9	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อยาง 320 kg เที้ยววิ่ง 6 เที้ยว (ครั้งที่ 1)	123

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก 10	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg เทียววิ่ง 6 เทียว (ครั้งที่ 2)	126
ก 11	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg เทียววิ่ง 12 เทียว (ครั้งที่ 1)	129
ก 12	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg เทียววิ่ง 12 เทียว (ครั้งที่ 2)	132
ก 13	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg เทียววิ่ง 1 เทียว (ครั้งที่ 1)	135
ก 14	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg เทียววิ่ง 1 เทียว (ครั้งที่ 2)	138
ก 15	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg เทียววิ่ง 6 เทียว (ครั้งที่ 1)	141
ก 16	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg เทียววิ่ง 6 เทียว (ครั้งที่ 2)	144
ก 17	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg เทียววิ่ง 12 เทียว (ครั้งที่ 1)	147
ก 18	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg เทียววิ่ง 12 เทียว (ครั้งที่ 2)	150
ก 19	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg เทียววิ่ง 1 เทียว (ครั้งที่ 1)	153
ก 20	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg เทียววิ่ง 1 เทียว (ครั้งที่ 2)	156
ก 21	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg เทียววิ่ง 6 เทียว (ครั้งที่ 1)	159
ก 22	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg เทียววิ่ง 6 เทียว (ครั้งที่ 2)	162

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก 23	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg เที่ยวว้าง 12 เที่ยว (ครั้งที่ 1)	165
ก 24	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg เที่ยวว้าง 12 เที่ยว (ครั้งที่ 2)	168
ข 1	ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg เที่ยวว้าง 1 เที่ยว	172
ข 2	ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg เที่ยวว้าง 6 เที่ยว	175
ข 3	ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg เที่ยวว้าง 12 เที่ยว	178
ข 4	ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg เที่ยวว้าง 1 เที่ยว	181
ข 5	ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg เที่ยวว้าง 6 เที่ยว	184
ข 6	ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg เที่ยวว้าง 12 เที่ยว	187
ข 7	ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg เที่ยวว้าง 1 เที่ยว	190
ข 8	ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg เที่ยวว้าง 6 เที่ยว	193
ข 9	ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg เที่ยวว้าง 12 เที่ยว	196
ข 10	ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg เที่ยวว้าง 1 เที่ยว	199
ข 11	ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg เที่ยวว้าง 6 เที่ยว	202

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข 12	ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อยาง 320 kg เทียววิ่ง 12 เทียว	205
ค1	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางกับ ค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน ปริมาณความชื้น 10%(d.b.) จำนวน เทียววิ่ง 1 เทียว	209
ค2	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางกับ ค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน ปริมาณความชื้น 10%(d.b.) จำนวน เทียววิ่ง 6 เทียว	210
ค3	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางกับ ค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน ปริมาณความชื้น 10%(d.b.) จำนวน เทียววิ่ง 12 เทียว	211
ค4	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางกับ ค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน ปริมาณความชื้น 16%(d.b.) จำนวน เทียววิ่ง 1 เทียว	212
ค5	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางกับ ค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน ปริมาณความชื้น 16%(d.b.) จำนวน เทียววิ่ง 6 เทียว	213
ค6	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางกับ ค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน ปริมาณความชื้น 16%(d.b.) จำนวน เทียววิ่ง 12 เทียว	214
ง1	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดิน กับน้ำหนักกดทับล้อยาง และจำนวนเทียววิ่งที่ปริมาณความชื้น 10%(d.b.)	216
ง2	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดิน กับน้ำหนักกดทับล้อยาง และจำนวนเทียววิ่งที่ปริมาณความชื้น 16%(d.b.)	217
ง3	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน กับน้ำหนัก กดทับล้อยาง และจำนวนเทียววิ่งที่ปริมาณความชื้น 10%(d.b.)	217

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ง4	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน กับน้ำหนักกดทับล้อยาง และจำนวนเที่ยววิ่งที่ปริมาณความชื้น 16%(d.b.)	217
จ1	สัญญาณที่ปรากฏในโปรแกรม Microsoft Excel	220

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการอัดแน่นของดินในแปลงเกษตรกรรม	7
2	วงจรการสัญจรของยานพาหนะในการผลิตพืชระหว่างการเพาะปลูกการเจริญเติบโต และการเก็บเกี่ยว	8
3	ความหนาแน่นของดินเปลี่ยนแปลงไปตามความลึกเปรียบเทียบความหนาแน่นก่อนและหลังที่ยานพาหนะวิ่งผ่าน	9
4	ระดับความหนาแน่นของดิน Sandy loam เปลี่ยนแปลงตามความชื้น	10
5	เส้นขอบเขตความพรุนของดิน Yolo sandy โดยใช้เครื่องมือกดดิน	11
6	การกระจายการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งในดินทรายร่วนภายหลังการวิ่งผ่านของรถแทรกเตอร์หนัก 4,670 kg และรถพ่วง 2 ล้อ น้ำหนัก 3,424 kg ล้อหลังรถแทรกเตอร์ขนาด 46.7 x 76.2 cm และล้อพ่วงขนาด 28.6 x 61.0 cm ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งเริ่มต้นมีการเปลี่ยนแปลงจาก 1 ถึง 3 t/cm ³ ที่ความลึกจากผิวดิน 30 cm และความชื้นดินเฉลี่ย 18%	12
7	จำนวนครั้งการวิ่งผ่านสำหรับความแตกต่างของยาง 2 ชนิด กับการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักที่กระทำบนดินเหนียว ความชื้น 38%	13
8	ความเค้นที่เกิดบนระนาบ (a) ความเค้นในลูกบาศก์ (b) ความเค้นต่อเนื่องในลูกบาศก์ (c) ความเค้นหลักภายใต้การหมุนของลูกบาศก์	14
9	(a) แรงด้านตรงข้ามของลูกบาศก์เล็ก ๆ ซึ่งมีค่าที่สมบูรณ์แต่ทิศทางตรงกันข้าม (b) ความเค้นเฉือนทั้งหมดที่แสดงถึงความสมมาตร	15
10	การคำนวณการเปลี่ยนขนาดส่วนประกอบความเค้น ภายหลังการเปลี่ยนพิกัด	16
11	การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง A ไปเป็นรูปร่าง B โดยกระบวนการที่แตกต่างกัน	19
12	(a) ความเครียดตั้งฉากกับพื้นผิว และความเครียดเฉือนในลูกบาศก์ที่จุด A (b) เมตริกของความเครียด	20
13	แรงกระทำภายนอกต่อล้อลากจูง (Towed Wheel)	22

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
14	ความเร็วและแรงกระทำต่อล้อยที่มีแรงปฏิกิริยาย่อยของดิน (MR และ Rv) กระทำ	24
15	พื้นที่สัมผัสระหว่างล้อยากับผิวดิน	27
16	การประมาณความยาวสัมผัสของล้อยางบนพื้นผิวแข็งและบน พื้นผิวนุ่ม	28
17	ตำแหน่งที่ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปหาค่าความหนาแน่นมวล รวมสภาพแห้งดิน	35
18	ตำแหน่งที่ทำการแทง Cone Penetrometer เพื่อนำไปหาเส้นชั้นความ ต้านทานการแทงทะลุดิน	35
19	ตำแหน่งที่ทำการเก็บตัวอย่างดิน และตำแหน่งที่ทำการแทง Cone Penetrometer	36
20	ดินในกระเบดินก่อนการทดลอง	37
21	ดินภายหลังที่ล้อยางวิ่งบนผิวดิน	37
22	การติด Strain Gage บน Octagonal Ring Transducer	41
23	Octagonal Ring Transducer และตำแหน่งการติด Strain Gage หมายเลขต่าง ๆ	42
24	การสอบเทียบ Octagonal Ring Transducer ของแรงในแนวตั้ง	44
25	การสอบเทียบ Octagonal Ring Transducer ของแรงในแนวนอน	44
26	การสอบเทียบ Octagonal Ring Transducer ของแรงบิด	45
27	(a) Vertical Force Calibration Graph (b) Horizontal Force Calibration Graph	46
28	(a) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินขนาดเล็ก (b) Cutting-Mould	47
29	อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินขนาดเล็กและ Cutting-Mould ที่สร้างขึ้น	48
30	วิธีการเก็บตัวอย่างดินด้วย Mini-Corer และการกำหนดตำแหน่ง ในการเก็บตัว อย่างดิน	48
31	ระบบการติดตั้งเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกสัญญาณ	52
32	ภาพตัวอย่างการคำนวณหาเส้นชั้นความหนาแน่นของดินบนตาราง(Grid)	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
46	เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุของดินภายใต้เงื่อนไขความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว	72
47	เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุของดินภายใต้เงื่อนไขความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว	74
48	เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุของดินภายใต้เงื่อนไขจำนวนความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว	74
49	เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุของดินภายใต้เงื่อนไขความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว	75
50	เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุของดินภายใต้เงื่อนไขความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว	76
51	เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุของดินภายใต้เงื่อนไขความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว	76
52	เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุของดินภายใต้เงื่อนไขความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว	77
53	เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุของดินภายใต้เงื่อนไขความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว	78
54	เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุของดินภายใต้เงื่อนไขความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว	79
55	เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุของดินภายใต้เงื่อนไขความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว	79
56	เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุของดินภายใต้เงื่อนไขความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว	80
57	เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุของดินภายใต้เงื่อนไขความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว	81
58	กราฟความต้านทานการแทงทะลุของดินกับระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่างของน้ำหนักกดทับล้อย่าง 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ความชื้น 10%(d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว	82

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
59	กราฟความต้านทานการแทงทะลุของดินกับระดับความลึกที่ตำแหน่ง เส้นแบ่งครึ่งล้อยางของน้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ความชื้น 10%(d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว	83
60	กราฟความต้านทานการแทงทะลุของดินกับระดับความลึกที่ตำแหน่ง เส้นแบ่งครึ่งล้อยางของน้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ ความชื้น 10%(d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว	83
61	กราฟความต้านทานการแทงทะลุของดินกับระดับความลึกที่ตำแหน่ง เส้นแบ่งครึ่งล้อยางของน้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ความชื้น 16%(d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว	85
62	กราฟความต้านทานการแทงทะลุของดินกับระดับความลึกที่ตำแหน่ง เส้นแบ่งครึ่งล้อยางของน้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ความชื้น 16%(d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว	85
63	กราฟความต้านทานการแทงทะลุของดินกับระดับความลึกที่ตำแหน่ง เส้นแบ่งครึ่งล้อยางของน้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ความชื้น 16%(d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว	86
64	กราฟความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินกับน้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ ความชื้น 10%(d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 1, 6, 12 เที่ยว	87
65	กราฟความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินกับน้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ ความชื้น 16%(d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 1, 6, 12 เที่ยว	88
66	กราฟค่าความต้านทานการแทงทะลุดินกับน้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ ความชื้น 10%(d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 1, 6, 12 เที่ยว	89
67	กราฟค่าความต้านทานการแทงทะลุดินกับน้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ ความชื้น 16%(d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 1, 6, 12 เที่ยว	90
จ1	สัญญาณแรงในแนวดิ่งที่น้ำหนักกดทับล้อยาง 200 kg จำนวนเที่ยว ที่ล้อยางวิ่งเข้าเที่ยวที่ 6 ปริมาณความชื้น 10%(d.b.)	219

การศึกษาพฤติกรรมการอัดแน่นของดินทางการเกษตร ภายใต้การวิ่งผ่านของ ล้อยางที่มีภาระกระทำต่างกัน

Study on the Behaviour of Agricultural Soil Compaction under Running of Pneumatic Tyre at Different Load

คำนำ

การอัดแน่นของดิน (Soil Compaction) คือ การที่อนุภาคดินถูกบีบให้ชิดกัน ทำให้ช่องว่างในดินลดลง ความแข็งแรงของดินเพิ่มขึ้น เป็นผลทำให้รากพืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่ สาเหตุที่มีผลทำให้ดินอัดแน่นที่มาจากธรรมชาติ ได้แก่ ฝนตก อากาศเปลี่ยนแปลง และสาเหตุกลไกภายนอกเกิดจากการปฏิบัติงานของเกษตรกร เกิดจากการสัญจรของยานพาหนะและเครื่องมือการเกษตรบนผิวดิน

ในปัจจุบันผลผลิตต่อไร่ในการเพาะปลูกพืชอาหาร พืชอาหารสัตว์ ของประเทศไทยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของผลผลิตทั่วโลกประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2544) ซึ่งมีผลกระทบทางเศรษฐกิจ สาเหตุดังกล่าวเกิดจากหลายปัจจัย การอัดแน่นของดินเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ต้องมีการควบคุม เพื่อรักษาและปรับปรุงผลผลิตให้ดีขึ้น

การศึกษาพฤติกรรมการอัดแน่นของดินจากลักษณะการเปลี่ยนแปลงไปของสมบัติดิน เช่น การกระจายความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดิน และความต้านทานการแทงทะลุของดิน ภายหลังที่ล้อยางวิ่งผ่านไปบนผิวดินมีความจำเป็น เพราะถ้าเข้าใจพฤติกรรมและสิ่งที่มีผลต่อการอัดแน่นของดินแล้วจะทำให้สามารถปรับปรุงยานพาหนะทางการเกษตร การใช้เครื่องจักรกลเกษตร และความเร็วยานพาหนะทางการเกษตรให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ปัญหาที่เกิดจากการอัดแน่นของดินนอกจากจะเกิดผลเสียกับผลผลิตพืชแล้วยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม(Canillas and Salokhe, 2002) ดังนั้นจึงควรศึกษาพฤติกรรมการอัดดิน ศึกษาผลจากปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดดิน ความชื้น ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน ชนิดและขนาดยาง น้ำหนักกดทับล้อยาง ความดันลมยาง ความเร็วเคลื่อนที่ จำนวนเที่ยววิ่ง เพื่อนำผลไป

เป็นแนวทางถือปฏิบัติเพื่อลดปัญหาจากการอัดแน่นของดิน หรือควบคุมให้มีผลกระทบกับผลผลิตของพืช และสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการกระจายการอัดแน่นของดินทางการเกษตรผลเนื่องจากการวิ่งผ่านของล้อยาง จำนวนเที่ยววิ่ง 1, 6 และ 12 เที่ยว แสดงผลโดยค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง และความต้านทานการแทงทะลุของดิน ภายได้เงื่อนไขการกระทำที่แตกต่างกัน และผลเนื่องจากความชื้นดินที่ต่างกัน 10% (d.b.) และ 16% (d.b.) การทดลองทำในกระบะดิน (Soil Bin) โดยใช้ดิน Loam

การตรวจเอกสาร

ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกพืชอาหารและพืชอาหารสัตว์ 61 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 420 kg/rai เปรียบเทียบผลผลิตเฉลี่ยของทั่วโลก 623 kg/rai คิดเป็นร้อยละ 67 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2544) สาเหตุที่ทำให้ผลผลิตต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาจากปัจจัยต่างๆ เช่น ลักษณะภูมิประเทศ สภาพอากาศ พันธุ์พืช วิธีการเพาะปลูก การบำรุงรักษา การอัดแน่นของดินก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตพืชตกต่ำ

Hegedus (1965) ศึกษาการกระจายความเค้นภายใต้ผิวสัมผัสระหว่างล้อยางกับดิน โดยศึกษาในดินทรายแห้ง (dry sand) เปรียบเทียบภาระกระทำที่แตกต่างกัน กำหนดการลื่นไถลของล้อ (wheel slip) ศูนย์เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าความเค้นสูงสุด อยู่ในมุมที่ล้อหมุนไปเมื่อเทียบกับกับแนวตั้งที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางของล้อ อยู่ทางด้านหน้าในทิศทางการเคลื่อนที่ของล้อ ตำแหน่งที่เกิดค่าความเค้นสูงสุดของล้อมีค่าประมาณ 12° ค่าความเค้นจะเพิ่มขึ้นตามภาระที่เพิ่มขึ้น ภาระที่ใช้ในการทดลอง 227, 454, 680 และ 907 N

Taylor *et al.* (1966) ศึกษาการเจริญเติบโตของรากฝ้ายในชุดดินต่างกันสี่ชนิด ที่มีการดำเนินการแท่งทะลุในระดับต่างๆ พบว่ารากฝ้ายจะเจริญเติบโตได้ดีในระดับแรงด้านการแท่งทะลุน้อยกว่า 1 MPa เมื่อดินมีการอัดแน่นมีแรงด้านการแท่งทะลุของดินเกิน 2 MPa รากฝ้ายจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้

Charreau and Nicou (1971) ศึกษาผลกระทบจากการอัดตัวของดินในการปลูกถั่วลิสง ดินที่อัดตัวผลผลิตจะลดลงถึง 2 ใน 3 และในการปลูกข้าวฟ่างการที่ดินอัดตัวผลผลิตจะลดลงครึ่งหนึ่งของดินที่ไม่มีการอัดตัว ดินที่ทำการทดลองมีความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง 1.4 Mg/m^3 ถึง 1.6 Mg/m^3

Krick (1971) ศึกษาผลของการกระจายความเค้น ภายใต้ผิวสัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดิน ในดิน soft clay loam โดยใช้ล้อแบบยึดหยุ่น ผลการทดลองพบว่าความเค้นเพิ่มขึ้นเมื่อล้อมีการลื่นไถลเพิ่มขึ้น

Soane (1973) ศึกษาการกระจายความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดินเปรียบเทียบกับ การวิ่งผ่านบนผิวดินของแทรกเตอร์ล้อยาง แทรกเตอร์ดินตะขบ และล้อยางเสริมด้วยล้อเหล็ก (Cage Wheel) พบว่าภายใต้ล้อยางมีการอัดแน่นตัวของดินมากที่สุด ความลึกที่ดินอัดแน่น 30 cm จากระดับผิวหน้าดิน การเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่น 0.3 Mg/m^3 ผลของการอัดแน่นของล้อยาง ที่เสริมด้วยล้อเหล็ก(Cage Wheel) การเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่น 0.2 Mg/m^3 ผลของการอัดแน่นดินใต้ดินตะขบระดับความลึกที่เกิดการอัดแน่นจะน้อยกว่าล้อยาง คือเกิดขึ้นที่ความลึก 20 cm การเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่น 0.2 Mg/m^3

Burger *et al.* (1988) ศึกษาการกระจายความเค้นในดินทรายร่วน(Loamy Sand) จาก แทรกเตอร์ขนาด 11, 37 และ 96 kW พบว่าความเค้นค่ามากที่สุดอยู่ใต้ล้อหลังของแทรกเตอร์ขนาด 96 kW โดยความเค้นกระจายลึกจากระดับผิวดินประมาณ 30 cm

Jun *et al.* (1998) ศึกษาการกระจายความเค้นสามทิศทางในล้อยางนุ่มของแทรกเตอร์ใน ดินนุ่ม(soft soil) โดยวิธีติดตั้งทรานสดิวเซอร์วัดความเค้น(stress transducers) บนดอกยาง แทรกเตอร์ ใกล้ศูนย์กลางของล้อและที่ตำแหน่งระยะห่าง 36 และ 43 mm มาทางขอบยาง พบว่า ความเค้นใกล้บริเวณศูนย์กลางล้อมีค่าสูงกว่าบริเวณด้านข้างของล้อ การกระจายความเค้นเกิดจาก ปัจจัยความดันลมยางมากกว่าน้ำหนักกระทำ

Canillas and Salokhe (2002) ศึกษาการอัดแน่นของดินทางการเกษตร โดยศึกษาการบด อัดจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น น้ำกว้างยาง เส้นผ่านศูนย์กลางของยาง ความดันลมยาง ความชื้นในดิน ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเริ่มต้น ความหนาแน่นดินเริ่มต้น ความเร็วเคลื่อนที่ น้ำหนักกด ทับ และจำนวนเที่ยววิ่งของล้อยาง ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการที่สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ดินที่ใช้ทดลอง ได้แก่ Clay, Silty, Clay loam และ Silty loam ผลการศึกษาพบว่าน้ำหนักกดทับล้อ ยาง และจำนวนเที่ยววิ่ง เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ดินอัดแน่น ค่าความหนาแน่นของดิน และค่าความ ต้านทานการแทงทะลุของดินเพิ่มขึ้น 13% เมื่อล้อยางขนาด 8.0 – 16 น้ำหนักกดทับล้อยาง 3 kN วิ่ง ผ่าน 1 เที่ยว

Wolkowski (2002) ศึกษาผลของการบดอัดในแปลงเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในปี ค.ศ. 1991 - 1993 พบว่า ด้วยการไถรวางผ่านในแปลงโดยมีน้ำหนัก 14 ton แล้วทำการวัดค่าความ หนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ที่ระดับความลึกต่างๆ คือ 0 – 6 in., 6 – 12 in. , 12 -18 in. และ 18 -

24 in. ภายใต้เงื่อนไข แบบบดอัดและไม่บดอัด ทดลองกับดินร่วนปนทราย และทำการเปรียบเทียบแต่ละระดับชั้น ผลการทดสอบ ในช่วงระดับความลึก 6 – 12 in. จะบดอัดมากที่สุด แต่ระยะเวลาการทดสอบ 3 ปีนั้นมีผลน้อยมากในการบดอัดสำหรับดินร่วนปนทราย ซึ่งอ้างถึงงานวิจัยของ Oshkosk and Wis ในช่วงปี ค.ศ. 1985 - 1987 ที่ได้ทำการทดสอบปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ภายใต้เงื่อนไขการบดอัดที่น้ำหนักที่แตกต่างกัน คือ น้อยกว่า 5 ton 9 ton และ 15 ton ในดินร่วนเหนียวปนทราย พบว่าผลผลิตจะลดลงเมื่อมีการบดอัดที่น้ำหนักมากขึ้น ซึ่งในช่วงปีแรกผลผลิตจะเพิ่มขึ้น และในปีต่อมาผลผลิตจะลดลงอย่างมากในทุกกรณีที่น้ำหนักกระทำ แต่ในกรณีที่น้ำหนัก 9 ton และ 19 ton นั้นในปีสุดท้ายจะให้ผลผลิตที่เท่ากัน

กิตติชัย (2536) ศึกษาการกระจายความเค้นภายใต้ผิวสัมผัสระหว่างล้อกับดิน โดยใช้อุปกรณ์วัดค่าแรง การลื่นไถล และอุปกรณ์วัดแรงสามมิติขนาดเล็กซึ่งติดตั้งอยู่บนผิวของล้อ ทดลองในกระบะทรายขนาด 300 x 70 x 40 cm ใช้ล้อ 2 ชนิดคือล้อยางสุบลม และล้อเหล็ก ตำแหน่งที่เกิดค่าความเค้นสูงสุดของล้อเหล็กจะมีค่าประมาณ 12° วัดจากตำแหน่งด้านหน้าของเส้นแวงคิงที่ลากผ่านแนวแกนล้อ และล้อยางจะมีค่าประมาณ 10° วัดไปทางด้านหน้า ความเค้นเพิ่มขึ้นตามค่าการลื่นไถลที่เพิ่มขึ้น

ดุสิต (2546) ศึกษาการตอบสนองทางกายภาพ ที่เลือกศึกษาของพืชภายใต้สมบัติทางกายภาพของดินที่ต่างกัน ได้ทำการทดลองในแปลงเพาะปลูก โดยใช้แทรกเตอร์รุ่น MF390 น้ำหนัก 3,500 kg วิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ย 3.6 – 4.3 km/h ทำการบดอัด 4 ระดับ คือ ไม่มีการบดอัด มีการบดอัด 5, 10 และ 20 เทียว ซึ่งทำให้เกิดความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดิน 1.31, 1.48, 1.60 และ 1.70 g/cm³ ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าดินที่มีค่าความหนาแน่นมากกว่าจะทำให้อัตราการงอก และการเจริญเติบโตของอ้อยลดลง

พงษ์สกร (2544) ศึกษาการอัดแน่นตัวของดินอันเนื่องจากการวิ่งผ่านของล้อยางบนผิวดิน โดยทำการทดลองกับดินเหนียวซึ่ง การทดลองทำในกระบะดินขนาด กว้าง 80 cm ยาว 250 cm ลึก 60 cm กำหนดตัวแปรความชื้นดิน 8 % (d.b.) และ 16 % (d.b.) ตัวแปรน้ำหนักกดทับกระทำที่ล้อยาง 219, 289 และ 359 kg ตัวแปรจำนวนเทียววิ่งของล้อยาง 1, 5, 10 และ 15 เทียวโดยใช้ความเร็ว 0.20 m/s ล้อยางมีขนาด 6.00 - 9 in. ใช้ความดันลมยาง 1.48 kgf (1.5 bar) ติดตั้งอุปกรณ์ Octagonal Ring Transducer เพื่อวัดแรงแนวคิงและแรงแนวราบที่กระทำกับล้อยาง กำหนดให้ ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง (Dry Bulk Density) ก่อนการทดลอง 1.2 g/cm³ พบว่าที่

ความชื้นดิน 16 % (d.b.) จำนวน 15 เทียวว้าง น้ำหนักกดทับกระทำที่ล้อย่าง 359 kg ดินจะมีการอัดแน่นตัวมากขึ้น มีค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง 1.70 g/cm^3 ค่า Cone index 1618 kPa

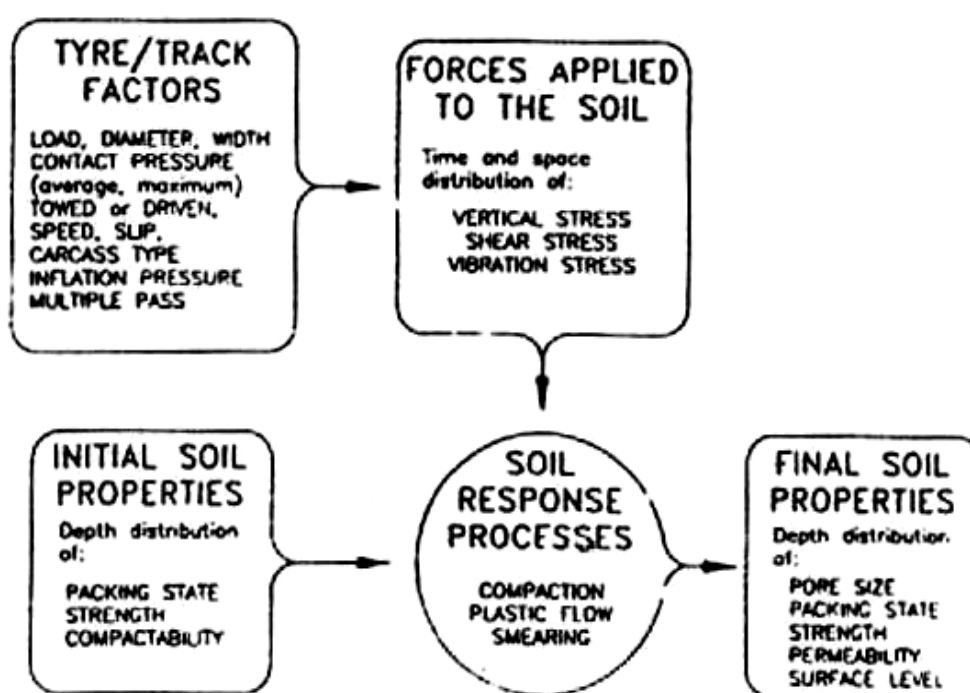
พินิจ (2548) ศึกษาผลของการบดอัดดินต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้แทรกเตอร์ล้อย่างขับเคลื่อน 4 ล้อ น้ำหนัก 3840 kg วิ่งบดอัดบนผิวดิน 1, 5, 10, 15 และ 20 เทียวว้าง ภายในแปลงทดลองของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม ดินภายในแปลงทดลองเป็นดินร่วนเหนียว แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 6 ดำรับ ทำ 3 ซ้ำ แปลงย่อยขนาด $8 \times 8 \text{ m}^2$ พื้นที่เก็บเกี่ยว $6 \times 6 \text{ m}^2$ ระยะปลูก $75 \times 25 \text{ cm}$ ระยะระหว่างแปลงย่อย 3 m ระยะระหว่างซ้ำ 3 m มีแปลงไม้บดอัดเป็นแปลงควบคุม ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 4452 วัดการเจริญเติบโตตามช่วงระยะการเจริญเติบโตด้วย น้ำหนักรากแห้ง ความลึกราก จำนวนใบ ความสูงต้น และผลผลิต ภายหลังจากการบดอัดและปลูกข้าวโพด การบดอัดมีผลต่อช่วงการเจริญเติบโตและระบบราก แปลงที่บดอัดจำนวน 15 เทียวว้างมีค่าความลึกรากเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 80.2 cm และน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 12.48 g เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่มีการบดอัดมีค่าความลึกรากเฉลี่ยเท่ากับ 89.6 cm และ น้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 17.41 g

ศิริศักดิ์ (2545) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง และความต้านทานการแทงทะลุของดินภายหลังที่ล้อย่างวิ่งผ่านบนผิวดิน การทดลองทำในกระบะดินโดยทดลองกับดินเหนียว เมื่อล้อย่างวิ่งบดอัดดินด้วยความเร็ว 0.2 m/s น้ำหนักกดทับล้อย่าง 300 kg ปริมาณความชื้นดิน 8% (d.b.) และ 16% (d.b.) จำนวนเทียวว้างของล้อย่าง 1, 5, 10 และ 15 เทียว และหาค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง และความต้านทานการแทงทะลุดินโดย Cone Penetrometer ผลการทดลองแสดงลักษณะการเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง และความต้านทานการแทงทะลุดิน เมื่อปริมาณความชื้นและจำนวนเทียวว้างเพิ่มขึ้น และพบว่าบริเวณที่มีการอัดแน่นตัวมากที่สุดเกิดขึ้นต่ำกว่าระดับผิวดินประมาณ 3 cm

หลักการเกี่ยวกับการอัดแน่นของดิน

1. ปัจจัยที่ทำให้เกิดการอัดแน่นของดิน

การอัดแน่นของดินในแปลงเกษตรกรรมขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น แหล่งกำเนิดของแรงกระทำ ซึ่งเกิดจากล้อยางหรือตีนตะขา (Tyre/Track) โดยจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักของยานพาหนะ ขนาดของล้อ ความเร็ว ความดันลมยางและจำนวนเที่ยววิ่ง ลักษณะของแรงที่กระทำกับดิน (Forces Applied to the Soil) พิจารณาจากทิศทางของความเค้น ได้แก่ความเค้นตั้งฉาก (Normal Stresses, σ) ความเค้นเฉือน (Shear Stress, τ) เมื่อมีแรงเหล่านี้กระทำกับดินการตอบสนองของดินจะเกิดขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสมบัติของดินเริ่มแรก ขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างดิน ความแข็งแรงของดิน ความต้านทานแรงอัด ขบวนการตอบสนองของดิน เช่น เกิดการอัดแน่นหรือการเปลี่ยนแปลงรูปร่างสมบัติของดินขึ้นสุดท้าย ลักษณะของโครงสร้างดิน ขนาดของช่องว่างในดิน ความสามารถในการซึมผ่านของน้ำและอากาศ การยุบตัวของผิวหน้าดิน ปัจจัยต่าง ๆ แสดงในภาพที่ 1

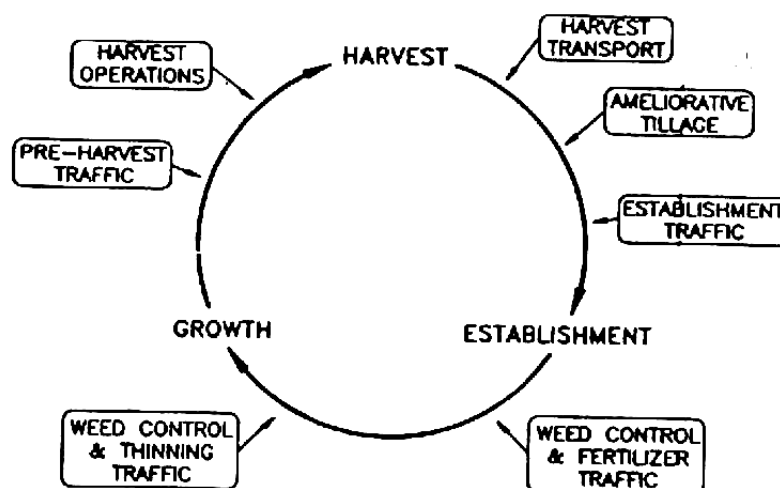


ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการอัดแน่นของดินในแปลงเกษตรกรรม

Source: Soane and Ouwerkerk (1994)

2. วงจรการสัญจรของยานพาหนะในแปลงเกษตรกรรม

ปัจจัยจำนวนเที่ยววิ่งเป็นเรื่องจำเป็นต้องนำมาพิจารณาวงจรการผลิตพืชแต่ละครั้ง ปกติจะมีการสัญจรของยานพาหนะดังต่อไปนี้ การเตรียมดินปกติจะทำงานสองครั้ง คือ ไถเพื่อพลิกดินและลดขนาดก้อนดิน การเพาะปลูกจะมีการเตรียมแปลง เช่น กำหนดแนวการปลูกหรือยกร่องปลูก การปลูกหรือหยอดเมล็ด การให้ปุ๋ย การควบคุมและกำจัดวัชพืช การเก็บเกี่ยวและการขนส่งผลผลิต ซึ่งมีวงจรแสดงในภาพที่ 2



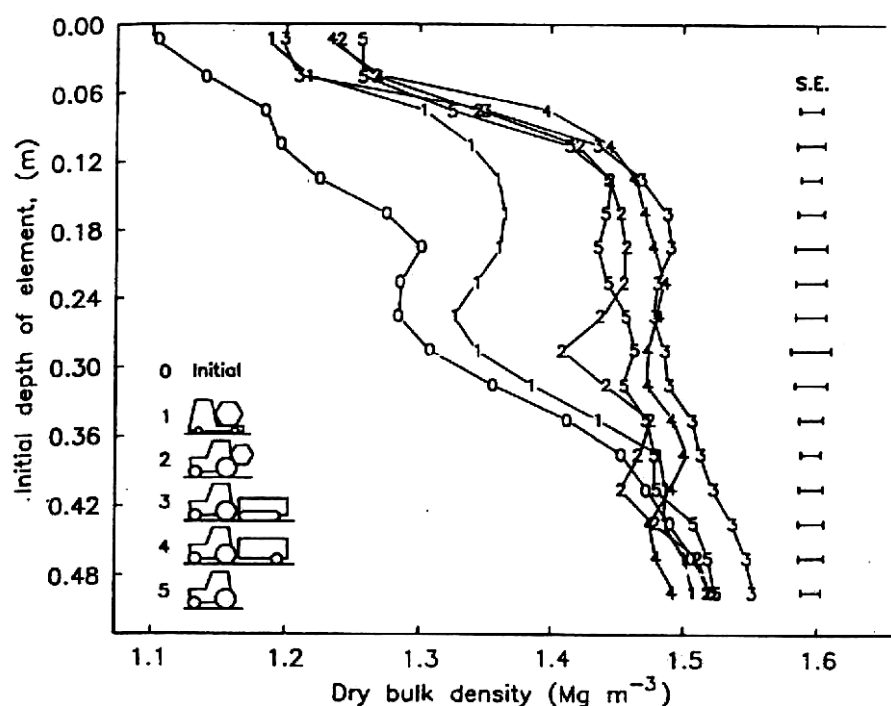
ภาพที่ 2 วงจรการสัญจรของยานพาหนะในการผลิตพืชระหว่างการเพาะปลูก การเจริญเติบโต และการเก็บเกี่ยว

Source: Soane and Ouwerkerk (1994)

3. ระดับความลึกที่มีการอัดแน่นภายใต้ล้อยางหรือ ล้อดินตะขาบ

ระดับความลึกที่มีการอัดแน่นจะไม่เกิดที่ผิวสัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดิน แต่จะเกิดขึ้นที่ระดับความลึกลงไปประมาณ 10-30 cm การศึกษาความลึกของรากข้าวโพดพบว่ามีความลึกประมาณ 50 cm จากระดับผิวน้ำดิน (Raghavan *et al.*, 1979)

การศึกษาผลจากการสัญจรของเครื่องจักรกลเกษตรเปรียบเทียบกับความหนาแน่นดินก่อนการสัญจร พบว่าธรรมชาติของดินความหนาแน่นจะเปลี่ยนแปลงไปตามความลึก เมื่อเครื่องจักรกลเคลื่อนที่ผ่านผิวดินจะทำให้ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะที่ระดับความลึก 10-30 cm จะมีการเปลี่ยนแปลงสูง แต่ที่ระดับความลึกเกิน 40 cm ขึ้นไปพบว่าไม่มีความแตกต่างดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ความหนาแน่นของดินเปลี่ยนแปลงไปตามความลึก เปรียบเทียบความหนาแน่นก่อนและหลังที่ยานพาหนะวิ่งผ่าน

Source: Henshall and Smith (1989)

4. ความชื้นในดินที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นภายใต้แรงกด

Raghavan *et al.* (1977a) ได้เสนอสมการเพื่อใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นสำหรับการอัดตัวของดินขึ้นอยู่กับปัจจัย 4 อย่างคือ ค่าคงที่ของดิน จำนวนเที่ยววิ่ง ความดันสัมผัสเฉลี่ยระหว่างล้อยางกับผิวดิน และความชื้นในดินดังสมการที่ (1)

$$\gamma_d = A + B \log (NP) + C \log (W\%) \quad (1)$$

เมื่อ γ_d = ความหนาแน่นแห้งของดิน (มวลของดินแห้งต่อหน่วยปริมาตร)

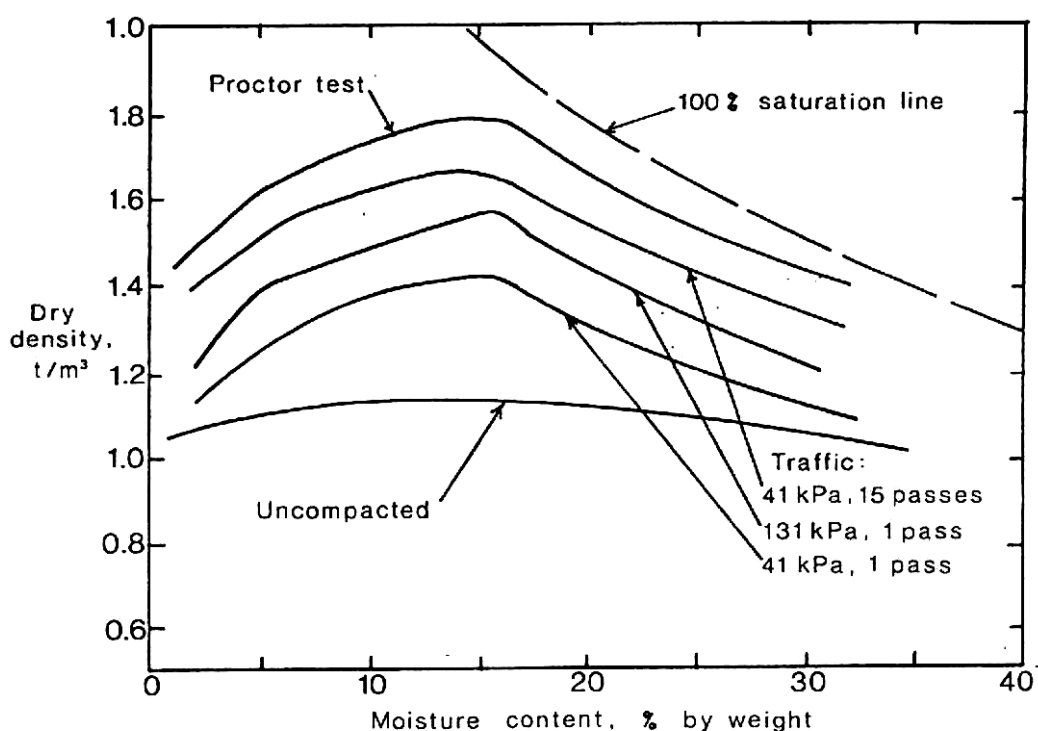
A, B, C = ค่าคงที่ของดิน

N = จำนวนเที่ยววิ่ง

P = ความดันสัมผัสเฉลี่ยระหว่างล้อยางกับผิวดิน

W = ความชื้นในดินโดยน้ำหนัก (%)

แสดงให้เห็นว่าความชื้นในดินมีผลต่อความหนาแน่นเมื่อได้รับแรงกด นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาระดับความหนาแน่นสูงสุดของดิน Sandy loam เปลี่ยนแปลงตามความชื้นภายใต้การสัจจรของรถแทรกเตอร์ พบว่าความชื้นในดินเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมการอัดแน่น ความชื้นในดินที่มีการอัดแน่นมากที่สุดคือ 15 % โดยน้ำหนัก เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ความชื้นต่ำกว่า 5% จะมีค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น 4-5 เท่าดังแสดงในภาพที่ 4

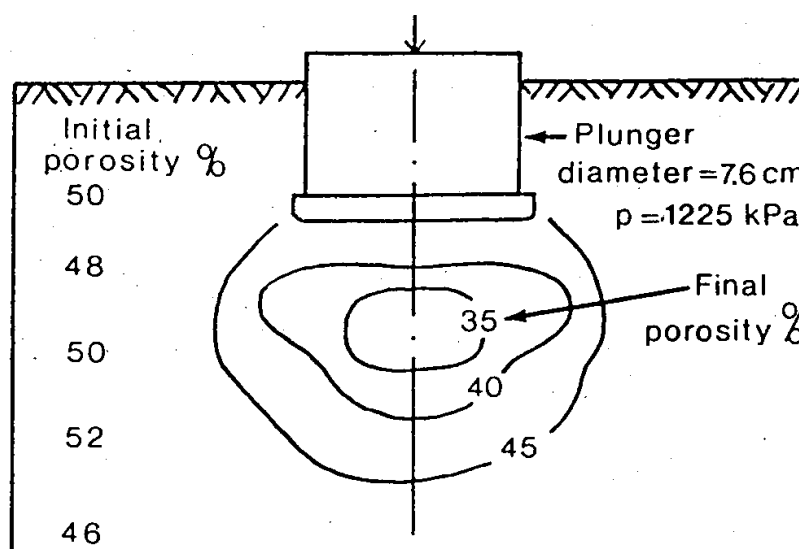


ภาพที่ 4 ระดับความหนาแน่นของดิน Sandy loam เปลี่ยนแปลงตามความชื้น

Source: Raghavan *et al.* (1977a)

5. การบดอัดตัวของดิน

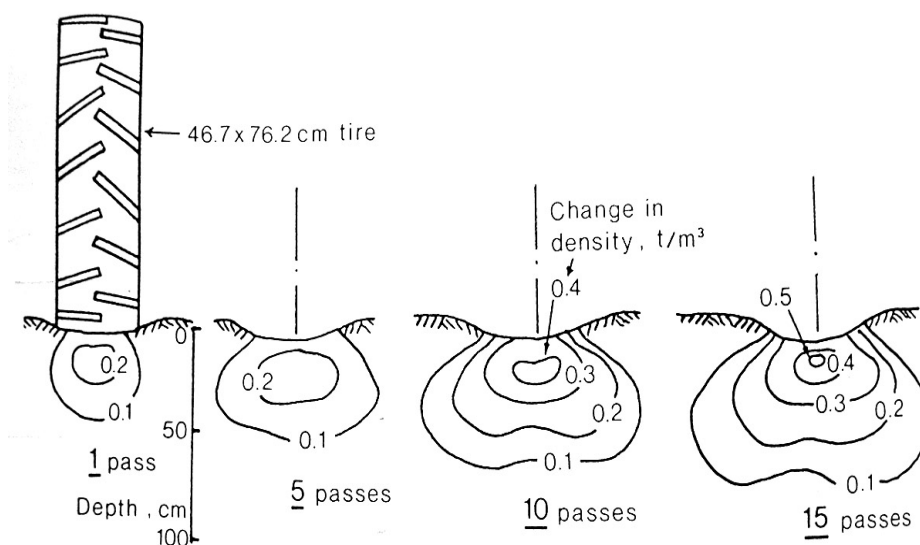
การบดอัดตัวของดินคู่ได้จากการเพิ่มขึ้นของค่าความหนาแน่นของดิน หรือการลดลงของความพรุนของดิน การอัดตัวของดินที่เกิดจากธรรมชาติ เช่น การอัดตัวของดินอันเนื่องมาจากฝนตก การอัดตัวที่ไม่ได้เกิดจากธรรมชาติ เช่น แรงกดของเครื่องจักรซึ่งโดยปกติจะเป็นในช่วงเวลาสั้นๆ อันเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร ในการวิเคราะห์การอัดตัวของดินอันเนื่องมาจากล้อยางและล้อตีนตะขานั้นกระทำได้อย่าง ทั้งนี้เนื่องมาจากการกระจายตัวของความเค้นที่ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งเกิดจากการกระจายตัวของค่าความเค้นตั้งฉาก(Normal stress) และค่าความเค้นเฉือน (Shear stress) ภาพที่ 5 แสดงรูปแบบความพรุนในดินภายใต้เครื่องมือกดดินซึ่งทดสอบในดิน Yolo sandy loam ที่ความชื้น 14.70% โดยน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงค่าความพรุนไม่ได้เกิดขึ้นมากบริเวณผิวหน้าของเครื่องมือกดดิน แต่จะเกิดขึ้นที่ตำแหน่งสูงสุดเป็นมุม 45° จากขอบล้อกลิ้งไปในดิน



ภาพที่ 5 เส้นขอบเขตความพรุนของดิน Yolo sandy โดยใช้เครื่องมือกดดิน

Source: Chancellor *et al.* (1976)

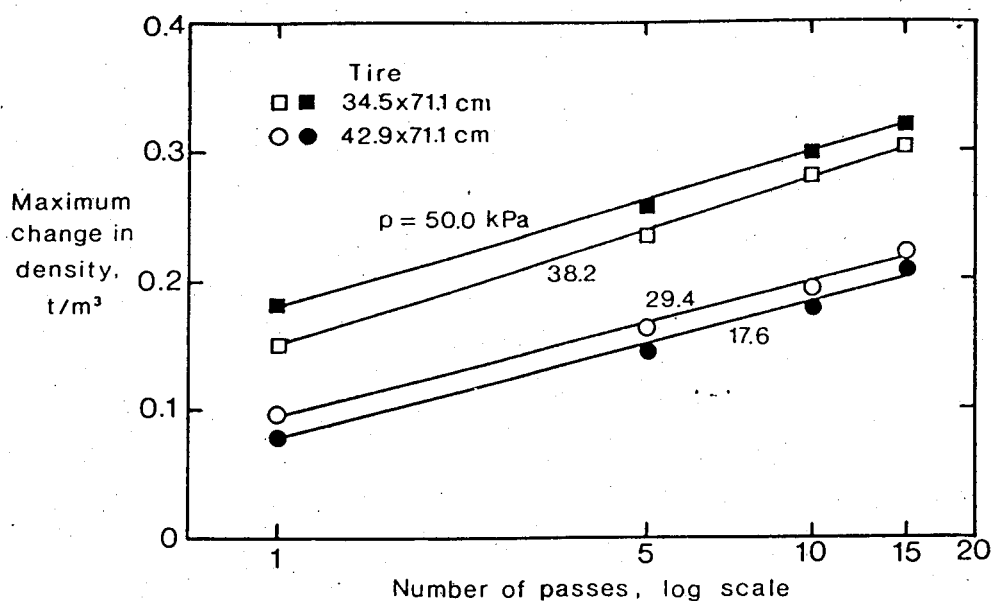
การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของดินได้ทำการสังเกตโดย Raghavan *et al.* (1976) ทำในแปลงทดลองโดยใช้รถแทรกเตอร์ล้อยางที่มีบั้งและลากรถพ่นสารเคมีใช้ยางผิวเรียบ ผลการทดลองแสดงในภาพที่ 6 การกระจายการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นในดินแสดงเป็นรูปตัดตามขวางภายใต้ล้อยางชนิดเดียวกัน แตกต่างกันที่จำนวนเที่ยวที่ใช้ในการวิ่งในแปลงทดสอบ



ภาพที่ 6 การกระจายการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งในดินทรายร่วน ภายหลังการวิ่งผ่านของรถแทรกเตอร์หนัก 4,670 kg และรถพ่วง 2 ล้อ น้ำหนัก 3,424 kg ล้อหลังของรถแทรกเตอร์ขนาด 46.7 x 76.2 cm และล้อพ่วงขนาด 28.6 x 61 cm ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งเริ่มต้นมีการเปลี่ยนแปลงจาก 1 ถึง 3 t/m³ ที่ความลึกจากผิวดิน 30 cm และความชื้นดินเฉลี่ย 18 %

Source: Raghavan *et al.* (1962)

จากภาพที่ 6 แสดงว่าจำนวนครั้งการวิ่งผ่านของล้อที่น้ำหนักกระทำซ้ำกับดินจะมีผลกระทบด้วย ไม่ใช่เฉพาะปริมาณน้ำหนักเท่านั้นที่ทำให้ความหนาแน่นของดินเปลี่ยนแปลง แต่ปริมาตรของดินก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย หลังจากรถแทรกเตอร์และรถพ่วงสารเคมีวิ่งผ่าน 10 และ 15 เที้ยว ปริมาตรของดินที่ถูกบดอัดลึกลงไปและกินบริเวณกว้างมากกว่าการวิ่งผ่าน 1 เที้ยว หรือ 5 เที้ยว



ภาพที่ 7 จำนวนครั้งการวิ่งผ่านสำหรับความแตกต่างของยาง 2 ชนิด กับการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักที่กระทำบนดินเหนียว ความชื้น 38%

Source: Raghavan *et al.* (1977b)

การทดลองอื่น ๆ ทำในดินเหนียว ที่มีความชื้น 38% โดยน้ำหนัก โดยการเพิ่มความหนาแน่นการบดอัดกับแรงดันเนื่องจากล้อยางกระทำต่อดินหลาย ๆ ค่า และนำผลที่ได้มาเขียนในสเกล Log ปรากฏว่าผลจากจำนวนครั้งที่ให้น้ำหนักกระทำซ้ำกันคล้ายกับผลเนื่องจากการเพิ่มค่าแรงดันเนื่องจากล้อยางกระทำต่อดิน

6. ทฤษฎีความเค้น (Stress theory)

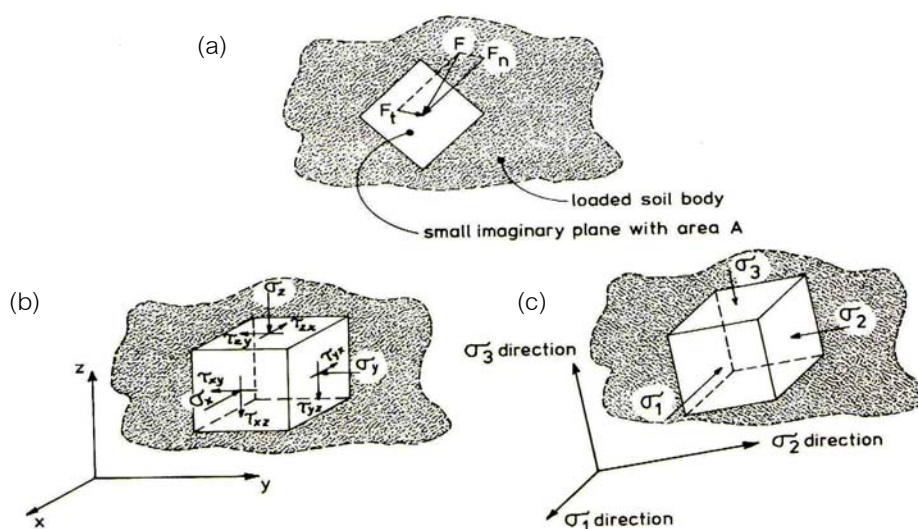
การบดอัดดินจากระบบขับเคลื่อนของรถแทรกเตอร์และเครื่องจักรกล โดยทั่วไปเกิดจากแรงดันลมยางส่งผ่านแรงดันไปสู่ดินบนพื้นที่ที่ขรุขระ อย่างไรก็ตามเป็นที่เข้าใจว่าเป็นวัสดุแข็งช่วยถ่ายน้ำหนักลงดินทำให้เกิดการรับน้ำหนัก เมื่อยางเคลื่อนที่ผ่านเหนือพื้นผิวแข็งจะเกิดผลกระทบบและความสัมพันธ์กับพื้นผิวแข็ง (Gill and Berg, 1967) ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนตัวเกิดจากความเค้นเฉือนในพื้นที่สัมผัส (เป็นแรงเฉือนของดินในร่องยาง) ความเค้นเฉือนนี้เกิดขึ้นเช่นเดียวกับความดันกระทำตั้งฉากกับพื้นที่สัมผัส (Normal stress) ความเค้นนี้สามารถเพิ่มขึ้นหรือ

ลดลงในทางใดทางหนึ่ง พิจารณาชิ้นส่วนเล็ก ๆ ในพื้นที่ A ที่เป็นจุดเล็ก ๆ ในมวลดินดังภาพที่ 8 a จะนั้นความเข้มแรงหรือความเค้น (p) สามารถหาได้คือ

$$\lim_{A \rightarrow 0} \frac{F}{A} = p \quad (2)$$

เพราะว่าความเค้น p ไม่ได้ตั้งฉากกับระนาบ ความเค้น p ประกอบไปด้วยความเค้นตั้งฉาก (Normal stress) σ เป็นความเค้นตั้งฉากกับระนาบ และความเค้นเฉือน (Shear stress) τ เป็นความเค้นที่ขนานกับระนาบ

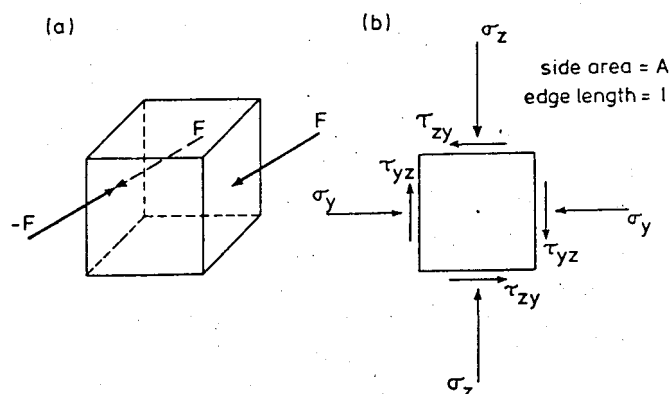
เห็นได้ว่าความเค้น p อยู่ที่ตำแหน่งบนระนาบ การพิจารณาความเค้น 3 ทิศทางโดยสมมติให้ดินเป็นรูปทรงลูกบาศก์แทนที่จะพิจารณาเป็นจุดเล็ก ๆ (ภาพที่ 8 b) ดังนั้นตำแหน่งลูกบาศก์ถูกเลือกให้ขนานกับแกน $X Y Z$ ในระบบพิกัดฉาก



ภาพที่ 8 ความเค้นที่เกิดบนระนาบ (a) ความเค้นในลูกบาศก์ (b) ความเค้นต่อเนื่องในลูกบาศก์ (c) ความเค้นหลักภายใต้การหมุนของลูกบาศก์

Source: B.D.Soane and C.Van Ouwerkerk (1994)

ภาพที่ 9 b มีส่วนประกอบของแรงด้านหน้า ด้านข้าง ด้านบน ด้านล่าง ซึ่งเป็นส่วนประกอบของระบบพิกัดฉาก เป็นส่วนประกอบของความเค้นทั้งหมด แรงกระทำด้านหน้าของระนาบเท่ากับแรงที่อยู่ตรงกันข้ามดูจากภาพที่ 9 a



ภาพที่ 9 (a) แรงด้านตรงข้ามของลูกบาศก์เล็ก ๆ ซึ่งมีค่าที่สมมูลกัน แต่ทิศทางตรงกันข้าม
(b) ความเค้นเฉือนทั้งหมดที่แสดงถึงความสมมาตร

Source: B.D.Soane and C.Van Ouwerkerk (1994)

ส่วนประกอบของแรงทั้ง 9 แสดงในรูปแบบเมตริกดังนี้ คือ

$$\begin{vmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z \end{vmatrix} \quad (3)$$

เรียกเมตริกข้างต้นนี้ว่า Metric of stress tensor ซึ่งเมตริกนี้มีความสมมาตรกันดังนี้ คือ

$$\tau_{xy} = \tau_{yx}, \quad \tau_{yz} = \tau_{zy}, \quad \tau_{zx} = \tau_{xz} \quad (4)$$

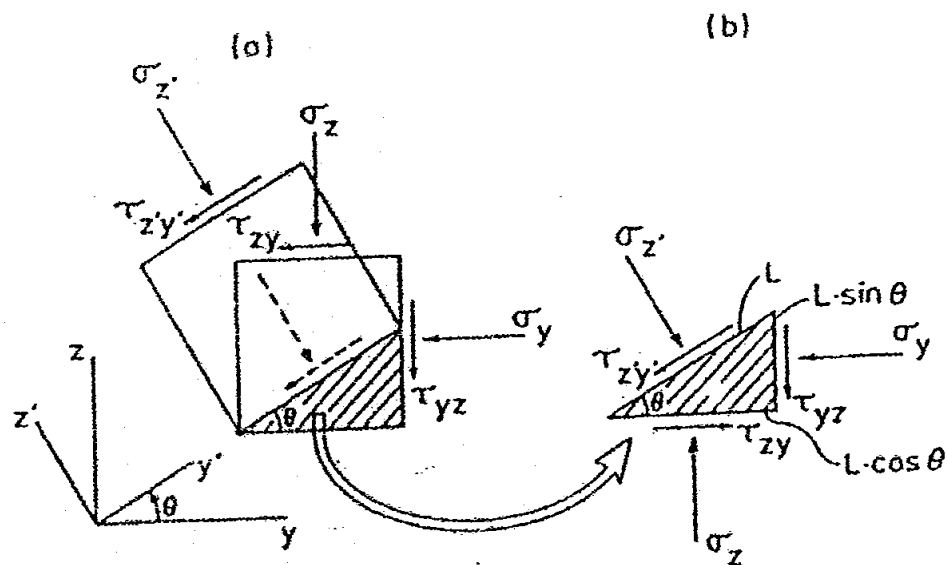
เมื่อพิจารณาความเค้นในภาพที่ 9 b โดยให้ค่าความเค้นในทิศทาง X เท่ากับ 0 ความสมดุลของแรงคู่ควบสามารถคำนวณได้ คือ พิจารณาโมเมนต์ รอบจุดศูนย์กลางภาพที่ 9 b

$$\left(-\frac{1}{2}L\right)(\tau_{yz}A) + \left(\frac{1}{2}L\right)(\tau_{zy}A) - \left(\frac{1}{2}L\right)(\tau_{xz}A) + \left(\frac{1}{2}L\right)(\tau_{zx}A) = 0 \quad (5)$$

หรือ

$$\tau_{yz} = \tau_{zy} \quad (6)$$

ค่าของส่วนประกอบในเมตริกจะขึ้นกับการเลือกระบบพิกัดจาก ถ้าระบบพิกัดจากการหมุนของตำแหน่งขณะที่ตำแหน่งของมวลดินและน้ำหนักกระทำภายนอกไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง แต่ตำแหน่งด้านข้างของลูกบาศก์เปลี่ยนแปลง ค่าส่วนประกอบความเค้นภายหลังจากการหมุนของลูกบาศก์จะเปลี่ยนไปด้วย โดยทั่วไปค่าส่วนประกอบความเค้นด้านข้างของลูกบาศก์เปลี่ยนสามารถคำนวณความเค้นภายหลังจากการหมุนลูกบาศก์ ถ้าทราบค่าส่วนประกอบจริง ภาพที่ 10 แสดงส่วนประกอบของความเค้นในทิศทาง $X = 0$ และทราบค่าของ σ_y , σ_z , τ_{yz} , τ_{zy} และลูกบาศก์หมุนทวนเข็มนาฬิกาในระนาบ Y-Z เป็นมุม θ จากแกน Y แม้กระนั้นค่า $\sigma_{z'}$ และ $\tau_{zy'}$ จะสามารถแสดงในเทอมของค่า θ , σ_y , σ_z , τ_{yz} และ τ_{zy}



ภาพที่ 10 การคำนวณการเปลี่ยนขนาดส่วนประกอบความเค้น ภายหลังการเปลี่ยนพิกัด

Source: B.D.Soane and C.Van Ouwerkerk (1994)

ในกรณีนี้ พิจารณาการสมดุลของแรงทั้งหกด้าน ถ้ามีความยาวเท่ากับ L และ มีความหนาหนึ่งหน่วย ดังนั้นสมดุลของแรงในทิศทางของ σ_z' คือ

$$L \times \sigma_{z'} = L \times \cos \theta \times \sigma_z \times \cos \theta - L \times \cos \theta \times \tau_{zy} \times \sin \theta + L \times \sin \theta \times \sigma_y \times \sin \theta - L \times \sin \theta \times \tau_{yz} \times \cos \theta \quad (7)$$

หรือ

$$\sigma_{z'} = \sigma_z \times \cos^2 \theta + \sigma_y \times \sin^2 \theta - \tau_{yz} \times \sin 2\theta \quad (8)$$

ในทำนองเดียวกันสำหรับค่า $\tau_{z'y'}$

$$L \times \tau_{z'y'} = L \cos \theta \times \sigma_z \times \sin \theta + L \times \cos \theta \times \tau_{zy} \times \cos \theta - L \times \sin \theta \times \sigma_y \times \cos \theta - L \times \sin \theta \times \tau_{yz} \times \sin \theta \quad (9)$$

หรือ

$$\tau_{z'y'} = \frac{1}{2} \times (\sigma_z - \sigma_y) \times \sin 2\theta + \tau_{yz} \times \cos 2\theta \quad (10)$$

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่าง σ_z , σ_y , τ_{yz} และ θ สามารถหาได้ที่ $\tau_{z'y'} = 0$ นั่นคือ

$$\frac{1}{2} \times (\sigma_z - \sigma_y) \times \sin 2\theta + \tau_{yz} \times \cos 2\theta = 0 \quad (11)$$

หรือ

$$\theta = \frac{1}{2} \times \tan^{-1} [2 \times \tau_{yz} / (\sigma_y - \sigma_z)] \quad (12)$$

สถานะของความเค้น เช่นภาพที่ 10 b เป็นไปได้ที่จะหมุนลูกบาศก์ไปในตำแหน่งที่ความเค้นเฉือนกระทำต่อด้านข้างมีค่าเท่ากับ 0 พิกัดฉากสำหรับตำแหน่งที่เรียกแกนหลักและทิศทางของแกนหลัก เรียกว่า Principle axes การหมุนลูกบาศก์ไม่ทำให้ค่าของ Principle stress น้อยลงหรือมากขึ้น ค่าความเค้นที่มากที่สุด (σ_1) เรียกว่า Major principle stress ส่วนค่าความเค้นที่น้อยที่สุด

(σ_3) เรียกว่า Minor principle stress และความเค้นหลักที่เหลือคือ (σ_2) เรียกว่า Intermediate principle stress เนื่องจากสถานะของความเค้นในทางฟิสิกส์มีปริมาณเท่ากับ 6 ค่า โดยดูจากภาพที่ 8 c คือ σ_1 σ_2 σ_3 ทั้งนี้รวมถึงความเค้นที่อยู่ในทิศทางตรงกันข้ามด้วย

ถ้าคำนวณผลรวมของ σ_1 σ_2 σ_3 ในภาพที่ 8 c และผลรวมของ σ_x σ_y σ_z ในภาพที่ 8 b จะพบว่าผลรวมของค่าทั้งสองมีค่าเท่ากัน ผลรวมนี้เรียกว่า First invariant สามารถเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$I_1 = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 \quad (13)$$

ค่าเฉลี่ย Normal stress $\sigma_m = [\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3]/3$ ก็เป็น Invariant ด้วย ในขณะที่ค่า Invariant ค่าอื่น คือ Octahedral normal stress (σ_{oct}) และ Octahedral shear stress (τ_{oct}) ทั้งนี้ค่าความเค้นทั้งสองกระทำบน Octahedral plane

$$\sigma_{oct} = \frac{1}{3}(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) \quad (14)$$

และ

$$\tau_{oct} = \frac{1}{3}\sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2} \quad (15)$$

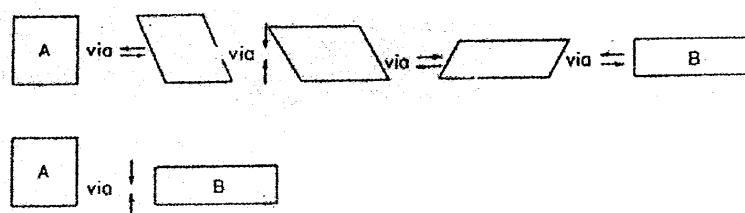
ส่วนค่าแรงเฉือนสูงสุดคือ

$$\tau_{max} = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3) \quad (16)$$

ความเค้นที่อยู่ตำแหน่งใกล้เคียงสัมผัสระหว่างดินกับหน้ายาง ความเค้นที่เกิดขึ้นจะถูกส่งผ่านไปยังอาณาบริเวณภายในมวลดิน ขณะที่มวลดินซึ่งมีปริมาตรมากและอยู่ตำแหน่งข้างใต้จะถูกพิจารณา ค่าความเค้นส่งผ่าน σ_1 σ_2 σ_3 จะเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตลอดมวลดิน ดังนั้นไม่อาจจะสมมติว่าสถานะความเค้นในสถานะสม่ำเสมอจะกระทำต่อปริมาณดินทั้งหมด อย่างไรก็ตามเป็นไปได้ที่จะแบ่งปริมาตรดินก้อนโตเป็นส่วนปริมาตรก้อนดินที่เล็กกว่า ขณะที่ภายในก้อนดินก้อนเล็กอาจจะถูกพิจารณาว่าความเค้นที่กระทำมีค่าสม่ำเสมอ

7. ทฤษฎีความเครียด (Strain theory)

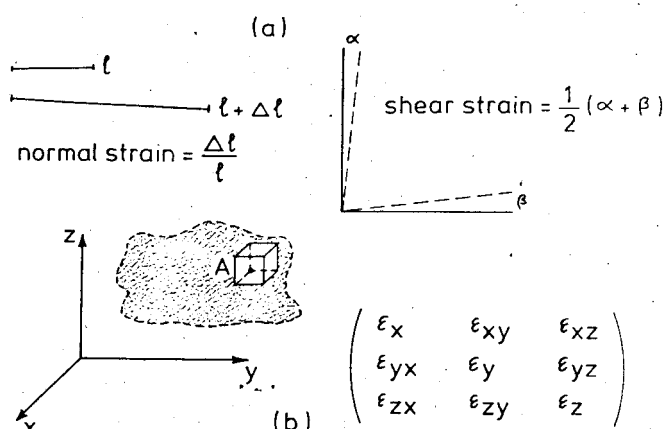
จากภาพที่ 11 แสดงถึงแนวทางการเปลี่ยนแปลงรูปร่างที่แตกต่างกัน 2 แนวทาง โดยเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากรูปร่าง A เป็นรูปร่าง B เนื่องจากผลกระทบต่อโครงสร้างของดินจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในแนวทางที่ 2 ย่อมแตกต่างจากแนวทางที่ 1 ดังนั้นผลกระทบที่จะเกิดกับโครงสร้างดินจึงขึ้นอยู่กับแนวทางการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของดิน



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากรูปร่าง A เป็นรูปร่าง B โดยกระบวนการที่แตกต่างกัน

Source: B.D.Soane and C.Van Ouwerkerk (1994)

อนุภาคเล็ก ๆ ความเป็นเนื้อเดียวกัน และความเครียด 3 ทิศทางในทำนองเดียวกับความเค้น ความเครียดสามารถแบ่งพื้นฐานของความเครียดตั้งฉาก (Normal strain) และความเครียดเฉือน (Shear strain) ภาพที่ 12 a ถ้าอนุภาคดินเล็ก ๆ มีความยาว 1 ก่อนที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และภายหลังการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ความยาวที่เปลี่ยนแปลงไปคือ $1 + \Delta l$ ค่าความเครียดตั้งฉากของมวลดินมีค่าเท่ากับ $\Delta l / 1$ ความเครียดเฉือนพิจารณาจากมุมฉากด้านเล็กๆ (ภาพที่ 12 a) ถ้าด้านในแนวตั้งหมุนตามเข็มนาฬิกาเป็นมุมขนาดเล็ก (α) และด้านในแนวราบหมุนทวนเข็มนาฬิกาเป็นมุมขนาดเล็ก (β) ความเครียดเฉือนแรกเริ่มของมุมฉากคือ $(\alpha + \beta)/2$



ภาพที่ 12 (a) ความเครียดตึงจากกับพื้นผิว และความเครียดเฉือนในลูกบาศก์ที่จุด A
(b) เมตริกของความเครียด

Source: B.D.Soane and C.Van Ouwerkerk (1994)

พิจารณาจุดเล็ก ๆ A ในภาพที่ 12 b และด้านที่ขนานกับพิสัยฉาก X Y Z เมื่อใดที่ดินได้รับน้ำหนักและเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ลูกบาศก์จะผิดรูปและเปลี่ยนไปในแนวการเปลี่ยนแปลงเป็นแบบเนื้อเดียวกันตลอด การเปลี่ยนแปลงในจุดเล็ก ๆ หมายความว่ามีการเปรียบเทียบในด้านขนานของรูปลูกบาศก์

ϵ_x = ความเครียดตึงจากของด้านเริ่มแรกในทิศทาง X

ϵ_y = ความเครียดตึงจากของด้านเริ่มแรกในทิศทาง Y

ϵ_z = ความเครียดตึงจากของด้านเริ่มแรกในทิศทาง Z

ϵ_{xy} = ความเครียดเฉือนของมุมของด้านเริ่มแรกในระนาบ X-Y

ϵ_{xz} = ความเครียดเฉือนของมุมของด้านเริ่มแรกในระนาบ X-Z

ϵ_{yz} = ความเครียดเฉือนของมุมของด้านเริ่มแรกในระนาบ Y-Z

เช่นเดียวกับส่วนประกอบของความเค้น ส่วนประกอบของความเครียดเป็นระบบสมมูลทางเมตริก (ภาพที่ 12 b) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญของระบบพิสัยฉากเป็นตำแหน่งที่ความเครียดเฉือนเป็น 0 สำหรับตำแหน่งนี้ความเครียดตึงจากในแนวแกนหลัก คือ ϵ_1 ϵ_2 ϵ_3 และทิศทางของพิสัยฉากเป็นทิศทางในแนวแกนหลัก ความสัมพันธ์ในรูปเมตริก Strain tensor คือ

$$\begin{vmatrix} \epsilon_1 & 0 & 0 \\ 0 & \epsilon_2 & 0 \\ 0 & 0 & \epsilon_3 \end{vmatrix} \quad (17)$$

ค่าความเครียดเฉือนที่มากที่สุดคือ $(\epsilon_1 - \epsilon_3)/2$ เกิดขึ้นเมื่อแนวแกนใดแนวแกนหนึ่งของระบบพิกัดฉากขนานกับทิศทางของ ϵ_2 และแกนสองแกนที่เหลือทำมุม 45° กับทิศทาง ϵ_1 และ ϵ_3 ค่า First invariant ของ Strain tensor, J_1

$$J_1 = \epsilon_x + \epsilon_y + \epsilon_z = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3 \quad (18)$$

เท่ากับความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของลูกบาศก์ ค่าของ Octahedral normal strain และ Octahedral shear strain คือ

$$\epsilon_{oct} = 1/3 (\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3) \quad (19)$$

$$\gamma_{oct} = \frac{2}{3} \sqrt{(\epsilon_1 - \epsilon_2)^2 + (\epsilon_2 - \epsilon_3)^2 + (\epsilon_1 - \epsilon_3)^2} \quad (20)$$

8. ตัวอย่าง

ล้อที่ใช้ทางการเกษตรมี 2 แบบคือ ล้อลากจูง (Towed Wheel) และล้อขับเคลื่อน (Forced Wheel) ล้อลากจูงเป็นล้อที่ไม่มีแรงขับเคลื่อนอาศัยแรงถูคลากที่เพลาล้อ ในกรณีล้อลากจูง แรงถูคลาก (P) จะต้องชนะแรงต้านการเคลื่อนที่ (f) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

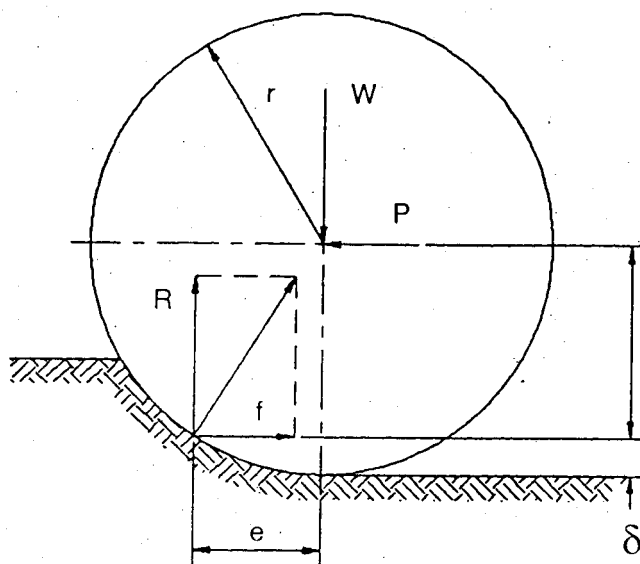
$$f = \mu R \quad (21)$$

เมื่อ

f = แรงต้านการเคลื่อนที่

μ = สัมประสิทธิ์แรงต้านการเคลื่อนที่

R = แรงปฏิกิริยาแนวตั้งของดิน



ภาพที่ 13 แรงกระทำภายนอกต่อล้อลากจูง (Towed Wheel)

ที่มา : สุรินทร์ (2539)

เมื่อ

W = น้ำหนักกดล้อแนวตั้ง

P = แรงกดลาก

r = รัศมีล้อ

f = แรงต้านทานการเคลื่อนที่

R = แรงปฏิกิริยาของดิน

e = ระยะจากศูนย์กลางล้อถึงแนวแรงปฏิกิริยา

แรงต้านทานการเคลื่อนที่ของล้อยางสุบลม ขึ้นอยู่กับสภาพการทำงานของล้อเป็นสำคัญ กล่าวคือ หากผลรวมความดันลมในล้อ P_i กับความดันอันเกิดจากการแข็งตัวของชั้นผ้าใบล้อ P_c มีค่ามากกว่าความดันสูงสุดที่พื้นผิวดิน P_{cr} สามารถพองการกดของล้อ ทำให้จุดต่ำสุดของเส้นรอบวงล้อมีลักษณะเส้นรอบวงล้อยางสุบลมกลมเหมือนวงล้อแข็งเกร็ง ดังนั้นในการทำนายค่าแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของล้อยางสุบลม จึงจำเป็นจะต้องทราบก่อนว่าล้อยางสุบลมมีพฤติกรรมเช่นเดียวกันกับล้อแข็งเกร็ง หรือล้อยืดหยุ่น

$$\begin{aligned} P_i + P_c &= P_{cr} && \text{ล้อยึดแข็งแรง} \\ P_i + P_c &\leq P_{cr} && \text{ล้อยึดหยุ่น} \end{aligned}$$

ดังนั้นสมการแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของล้อยึดแข็งแรง คือ

$$R_c = \left[1/(3-n)^{(2n+2)/(2n+1)} (n+1) b^{1/(2n+1)} (K_c/b + k_\phi)^{1/(2n+1)} \right] \times \left[3W/\sqrt{D} \right]^{(2n+2)/(2n+1)} \quad (22)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} K_c &= \text{โมดูลัสการยึดเหนี่ยวของดินเสียรูป} \\ K_\phi &= \text{โมดูลัสการเสียดทานของดินเสียรูป} \\ b &= \text{ความกว้างล้อ (m)} \\ n &= \text{สัมประสิทธิ์การจมนดิน} \\ W &= \text{น้ำหนักกดล้อ (kN)} \\ D &= \text{เส้นผ่านศูนย์กลางล้อ (m)} \end{aligned}$$

จากสมการข้างต้นสามารถยอมรับได้สำหรับล้อที่จมนดิน คือ ค่า $z < D/6$ กรณีล้อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 50 cm การทำนายจะไม่ค่อยแม่นยำ และการจมนดินของล้อในดินทรายการทำนายจะไม่ค่อยแม่นยำ เนื่องจากการจมนของล้อส่วนหนึ่งเกิดจากการลื่นของล้อด้วย ดังนั้นสมการแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของล้อยึดหยุ่น เนื่องจากการอัดพื้นผิวดิน คือ

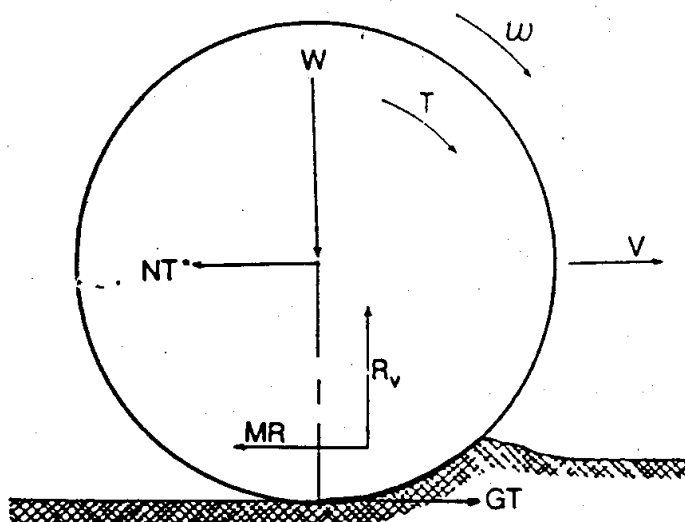
$$R_c = b \left(p_i + p_c \right)^{(n+1)/n} / (n+1) (K_c/b + K_\phi)^{1/n} \quad (23)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} K_c &= \text{โมดูลัสการยึดเหนี่ยวของดินเสียรูป} \\ K_\phi &= \text{โมดูลัสการเสียดทานของดินเสียรูป} \end{aligned}$$

b	=	ความกว้างของล้อ (m)
n	=	สัมประสิทธิ์การจมน้ำ
P_i	=	ความดันลม
P_c	=	ความแข็งตึงชั้นผ้าใบ

ล้อเป็นอุปกรณ์หลัก การยุบตัวของดินใต้ล้อมีผลทำให้ดินถูกอัดและเงื่อนไขที่ล้อหมุนเคลื่อนที่ ก่อให้เกิดการกระจายความเค้นและความเครียดของดินใต้ล้อที่มีความยุ่งยาก เนื่องจากดินเป็นสารไม่ใช่นิเวศเดียวกัน และความชื้นเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จึงไม่มีทฤษฎีใดสามารถใช้คำนวณหาแรงต้านการเคลื่อนที่ของล้อ ซึ่งแรงนี้มีผลต่อการตะกรุยของล้อมาก เพราะว่าแรงต้านการเคลื่อนที่ของล้อยิ่งน้อยจะทำให้ล้อมีแรงผลักดันมาก การทำนายแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของล้อแข็งแกร่ง โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความลึกการยุบตัวของดินที่มีพารามิเตอร์เกี่ยวข้องประกอบด้วย ความดันในแนวตั้งฉาก ลักษณะแผ่นกดดิน คุณสมบัติ ความลึกจมดิน โดยสมมติดินเป็นสารเนื้อเดียวกันตลอด กรณีการคำนวณเพื่อทำนายแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของล้ออย่างสุบลม ควรตรวจสอบดูก่อนว่ายางมีพฤติกรรมเช่นเดียวกันกับล้อแข็งแกร่งหรือล้อยืดหยุ่น



ภาพที่ 14 ความเร็วและแรงกระทำต่อล้อที่มีแรงปฏิกิริยาของดิน (MR และ Rv) กระทำ
ที่มา : สุรินทร์ (2539)

เมื่อ

W	=	น้ำหนักพลวัต (dynamic load)
MR	=	แรงต้านทานการเคลื่อนที่ (motion resistance)
GT	=	แรงจุดลากรวม (gross traction)
NT	=	แรงจุดลากสุทธิ (net traction)
ω	=	ความเร็วเชิงมุม (angular velocity)
T	=	แรงบิดเข้า (input torque)
V	=	ความเร็วในแนวราบ (horizontal velocity)
R_v	=	แรงปฏิกิริยาดิน (soil reaction)

11. พื้นที่สัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดิน

เพื่อความเข้าใจในการเคลื่อนที่ของพื้นที่สัมผัสระหว่างล้อกับผิวดินซึ่งสามารถจำแนกได้ 2 กรณี

11.1 ล้อยางบนพื้นแข็ง

การวิ่งของล้อยางบนพื้นผิวที่แข็งทำให้ล้อยางเริ่มเปลี่ยนรูปและมีความกว้างเพิ่มมากขึ้น โดยความกว้างของล้อยางจะมีค่ามากที่สุดที่ระยะหนึ่งเหนือพื้นผิวนั้น ความแบนของล้อยางนี้จะทำให้เกิดการกดของตัวล้อยางบนพื้นผิว ต่อมาล้อยางจะเปลี่ยนรูปร่าง ปรากฏการณ์ดังกล่าวเรียกว่า wriggling และทำให้เกิดการลื่นไถล เมื่อมีแรงดึงล้อยางทำให้ผิวสัมผัสเกิดการล้ามากกว่าสถานะที่ยางหยุดนิ่ง ถ้าแรงดึงมีค่ามากด้านข้างของล้อยางจะอัดแน่นจนกระทั่งโครงสร้างของยางเกิดการวิบัติตัว

Wriggling ประกอบด้วยการเคลื่อนที่บิดไปมาในปริมาณน้อย ๆ ระหว่างล้อยางกับพื้นผิวรองรับอยู่ในพื้นที่สัมผัส ปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นสาเหตุหลักของการขัดสีระหว่างล้อยางกับผิวดิน เนื่องจากการเคลื่อนที่ในลักษณะดังกล่าวทำให้เกิดแรงบิดบนล้อยาง ซึ่งทำให้เกิดการลื่นไถลด้วย ถ้าผิวดินที่สัมผัสไม่แข็งเกร็งอย่างแท้จริงแล้ว การเคลื่อนที่ของล้อยางอาจทำให้ชั้นดินบาง ๆ เคลื่อนที่ไปทางด้านหลัง

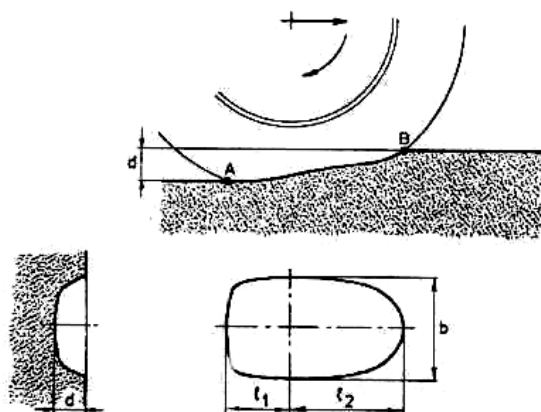
รูปร่างของพื้นผิวสัมผัสขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนไปของล้อยาง โดยทั่วไปรูปร่างของพื้นผิวสัมผัสขึ้นอยู่กับชนิดของล้อยาง แต่อย่างไรก็ตามรูปร่างพื้นผิวสัมผัสของยางทุกชนิดมีลักษณะเหมือนรูปวงรี

โดยปกติแล้วรูปร่างและพื้นที่ผิวสัมผัสนั้นวัดเมื่อล้อยางไม่มีการหมุนและมีน้ำหนักกระทำในแนวดิ่ง แต่ถ้าหากล้อยางกำลังเคลื่อนที่รูปร่างและพื้นที่ของผิวสัมผัสจะเปลี่ยนไปเล็กน้อย

11.2 ล้อยางบนดินนุ่ม

การเคลื่อนที่ของล้อยางบนดินนุ่มจะมีการเปลี่ยนรูปร่างเท่ากับที่มีการจม และจะมีขอบเขตที่แน่นอน กระบวนการวัดพื้นผิวสัมผัสนั้นจะมีลักษณะเดียวกันกับล้อยางบนพื้นผิวแข็ง แต่เป็นการยากที่จะทำการวัดพื้นที่ผิวสัมผัสเมื่อยางเคลื่อนที่

จากภาพที่ 15 แสดงส่วนประกอบของเส้นต่างๆ ของพื้นที่ผิวสัมผัส รูปร่างของเส้นโค้ง AB ระยะ d I_1 และ I_2 เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับความดันลมยาง เปอร์เซ็นต์การลื่นไถล และความแข็งของดิน ความลึก d เพิ่มขึ้นเมื่อความดันลมยางเพิ่มขึ้นหรือเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลเพิ่มขึ้น และความแข็งแรงของดินลดลง หากอัตราส่วน I_1 / I_2 ลดลงเมื่อความดันลมยางลดลงและเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลลดลงและความแข็งแรงของดินลดลง หากอัตราส่วน I_1 / I_2 มีค่าน้อยนั้นหมายความว่าความยาวด้านหลังเส้นกลางของล้อยางไม่มากเมื่อพิจารณาเทียบกับความยาวสัมผัสของล้อยางทั้งหมด ความยาวสัมผัส $(I_1 + I_2)$ จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยถ้าความดันลมยางลดลง เปอร์เซ็นต์การลื่นไถลที่เพิ่มขึ้นและความแข็งแรงของดินที่ลดลง จะเห็นได้ว่าตำแหน่งที่ลึกมากที่สุดของพื้นผิวสัมผัสไม่ได้อยู่บนตำแหน่งเดียวกันกับแกนของล้อในแนวดิ่ง



ภาพที่ 15 พื้นที่สัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดิน

Source: A.J.Koolen และ H. Kuipers, (1983)

12. การประมาณพื้นที่สัมผัส

ในความเป็นจริงแล้วพื้นที่สัมผัสของล้อยางบนพื้นผิวแข็งน้อยกว่าบนพื้นผิวที่นุ่มดังแสดงในภาพที่ 16 ดังนั้นจึงประมาณพื้นที่สัมผัสโดยอาศัยหลักการดังสมการที่ (25)

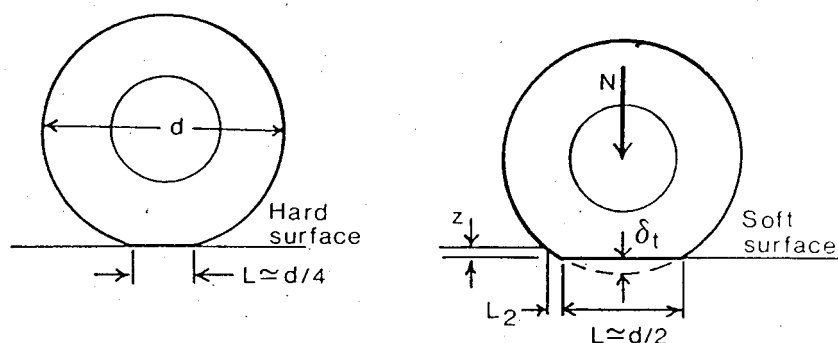
$$A = b \cdot L \quad (25)$$

โดยที่ b คือ ความกว้างของล้อยาง

L คือ $d/4$ เมื่อล้อยางอยู่บนพื้นผิวแข็ง

L คือ $d/2$ เมื่อล้อยางอยู่บนพื้นผิวที่นุ่ม (sinkage $z > 0.05d$)

Z คือ ระยะจมของล้อยาง



ภาพที่ 16 การประมาณความยาวสัมผัสของล้อยางบนพื้นผิวแข็งและพื้นผิวนุ่ม

Source: E. McKyes, (1985)

นอกจากนั้น Bekker (1960) ได้เสนอสมการที่ใช้ประมาณความยาวสัมผัสของยางกับพื้นผิว (the tyre contact length, L) ดังสมการที่ (26)

$$L = \frac{N}{b(p_i + p_c)} - \frac{L_2}{(n+1)} \quad (26)$$

โดยที่ p_i คือ ความดันลมยาง
 p_c คือ ความแข็งตึงชั้นผ้าใบ
 n คือ ค่าคงที่ของดิน

ต่อมา Wong (1978) และ Bekker (1985) ได้ค้นคว้าวิธีประมาณสำหรับการคำนวณความยาวสัมผัส (L) จากการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของล้อยางที่เกิดขึ้นมากที่สุด (The maximum tyre deflection, δ_t) ดังภาพที่ 16 กรณียางมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างจะใช้สมการที่ 27 ในการคำนวณความยาวสัมผัส (L)

$$L = 2 \times (d \times \delta_t - \delta_t^2)^{1/2} \quad (27)$$

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการจำแนกประเภทดิน

- 1.1 ไฮโดรมิเตอร์
- 1.2 กระบอกตวงขนาด 1000 ml จำนวน 2 ใบ สำหรับให้ดินตกตะกอน
- 1.3 เครื่องปั่นดิน
- 1.4 สารฟุ้งกระจาย (Dispersing Agent) ใช้ Sodium Hexa-Metaphosphate (NaPO_3)
- 1.5 เทอร์โมมิเตอร์
- 1.6 นาฬิกาจับเวลา
- 1.7 น้ำกลั่น
- 1.8 อ่างแก้วดูดความชื้น (Desiccator) สำหรับควบคุมอุณหภูมิ

2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการหาความถ่วงจำเพาะดิน

- 2.1 ขวด Pyconometer ขนาด 500 ml
- 2.2 เครื่องชั่งอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 g
- 2.3 เครื่องกวน (Stirring Apparatus)
- 2.4 เตาไฟฟ้าและภาชนะต้มน้ำ
- 2.5 เทอร์โมมิเตอร์
- 2.6 ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้

3. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการหาจุดแบ่งสถานะภาพของดิน

- 3.1 Liquid Limit
 - 3.1.1 เครื่องมือทดสอบหา Liquid Limit

3.1.2 ขวดชนิดน้ำ

3.1.3 กระป๋องอบดิน

3.1.4 ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้

3.2 Plastic Limit

3.2.1 แผ่นกระจกรองสำหรับปั้นดิน

3.2.2 กระป๋องอบดิน

3.2.3 ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้

4. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการหาปริมาณความชื้นดินและเตรียมความชื้นดิน

4.1 กระป๋องใส่ดิน

4.2 ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้

4.3 เครื่องชั่งที่มีความละเอียด 0.01 g

4.4 ถังพ่นน้ำ

4.5 เครื่องผสมดิน

5. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน

5.1 ตารางกำหนดตำแหน่ง (Grid)

5.2 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินขนาดเล็ก (Mini-corer)

5.3 เครื่องมือเก็บตัวอย่างดินมาตรฐาน (Core Sampling)

5.4 กระป๋องใส่ดิน

5.5 ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้

5.6 เครื่องชั่งที่มีความละเอียด 0.01 g

6. อุปกรณ์วัดความต้านทานการแทงทะลุของดิน

6.1 Cone Penetrometer

6.2 กระดาษบันทึกข้อมูลขนาดมาตรฐาน (Unit is MPa)

7. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกสัญญาณและวิเคราะห์สัญญาณ

7.1 Octagonal Ring Transducer

7.2 Strain Gage (KYOWA) รุ่น KFG-5-120-C1-11

7.3 Dynamic Strain Amplifier (KYOWA) รุ่น DPM-700B

7.4 Magnetic Tape Recorder รุ่น CT-90 TYPE II Instrumentation Tape Heavy Duty

7.5 Cassette Data Recorder รุ่น TEAC R-61

7.6 Analyzing Recorder รุ่น YOKOGAWA AR1200

7.7 Multimeter

7.8 สายนำสัญญาณ

7.9 เครื่องกรองกระแสไฟฟ้า (Stabilizer)

8. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเตรียมดิน และการทดสอบ

8.1 กระบะดิน (soil bin) ขนาด กว้าง 80 cm ยาว 250 cm สูง 60 cm

8.2 ล้อยางขนาดความกว้างหน้ายาง 5 in. เส้นผ่านศูนย์กลางขอบยาง (Rim Diameter) 10 in. ความกว้างดอกยาง 23 mm ความสูงดอกยาง 18 mm ระยะห่างระหว่างดอกยาง 110 mm ความดันลมยาง 1.48 kgf/cm^2 (1.5 bar)

8.3 เกียร์ทดขนาด 60:1

8.4 มอเตอร์ 2 HP (1.5 kW)

8.5 รายการน้ำหนักดังแสดงด้วยตารางที่ 1

8.6 ชุดเตรียมดินในกระบะดิน

ตารางที่ 1 รายการน้ำหนักรที่ใช้ในการทดสอบ

รายการ	จำนวน (หน่วย)	น้ำหนัก (kg)
1. ชุดตัวอย่าง ประกอบด้วย	1	117.83
- แท่นรับน้ำหนัก		
- เพล		
- ล้อยางขนาด 5.00 – 10 in.		
- เกียร์ทดขนาด 60:1		
- มอเตอร์ขนาด 2 HP		
2. ก้อนน้ำหนักรขนาด 35 kg	5	175
3. ก้อนน้ำหนักรขนาด 15 kg	1	15
4. ก้อนน้ำหนักรขนาด 5 kg	2	10
5. ก้อนน้ำหนักรขนาด 2.17 kg	1	2.17
	รวม	320

9. โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณและสร้าง Contour Line

9.1 โปรแกรม Microsoft Excel

9.2 โปรแกรม Sigmaplot 2000

วิธีการทดลอง

1. แผนการทดลอง

1.1 เงื่อนไขที่ใช้ในการทดลอง

ในงานวิจัยนี้เงื่อนไขโดยรวมที่ใช้คือทำการทดลองที่ความชื้นดินเท่ากับ 10%(d.b.) และ 16%(d.b.) ที่จำนวนเที่ยววิ่งของล้อยางที่ 1, 6 และ 12 เทียบ น้ำหนักที่ใช้กดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg

1.2 ผลที่ต้องการจากการทดลอง

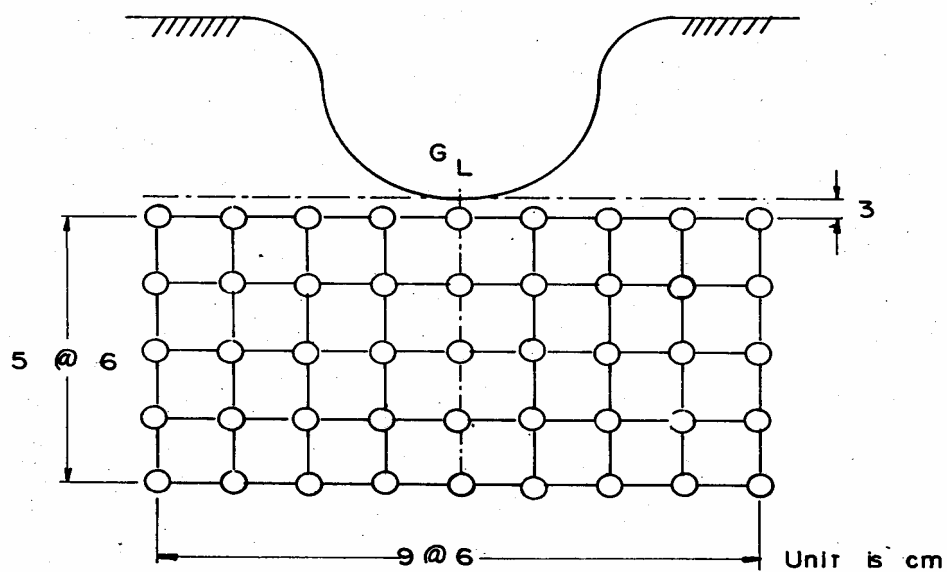
ค่าการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของยาง ค่าสัญญาณจาก Octagonal Ring Transducer และผลที่ได้จากการทดลองภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ได้แก่ค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดิน และค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน (Cone Penetration Resistance)

1.3 ตำแหน่งที่เก็บผลการทดลอง

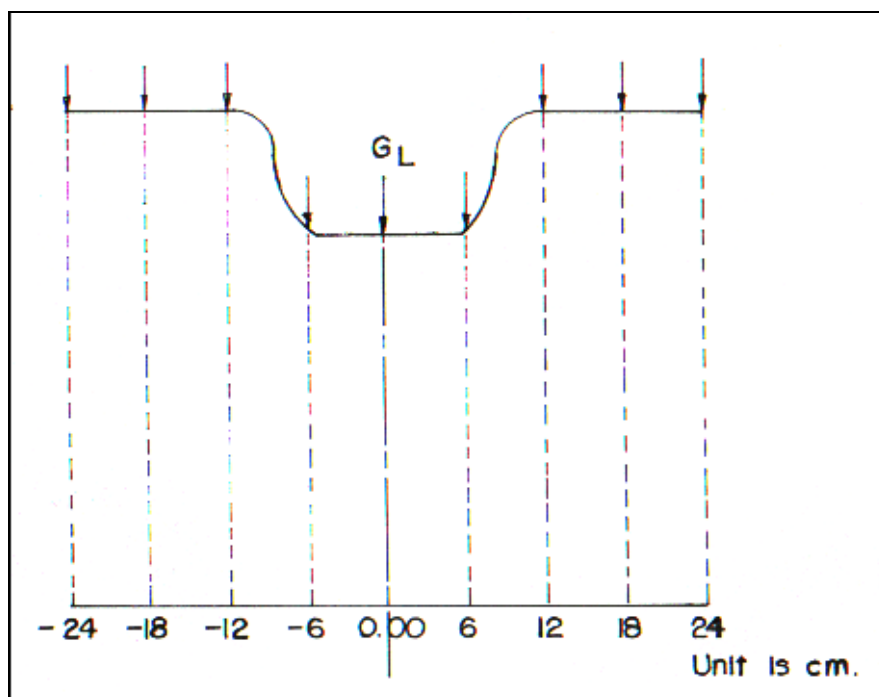
จากตารางที่ 2 การทดลองในกระบะดินที่ 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 จะเก็บผลการทดลองที่จำนวนเที่ยววิ่งที่ 1 และ 6 เทียบ ในกระบะดินที่ 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 และ 16 จะเก็บผลการทดลองที่เที่ยววิ่งที่ 1 และ 12 เทียบ โดยที่แต่ละหน้าตัดจะทำการเก็บตัวอย่างดินดังแสดงในภาพที่ 17 ตัวอย่างดินจะถูกนำไปหาค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดิน หน้าตัดดินหมายเลข 2, 3, 5, 6, 7 และ 8 ดังแสดงด้วยภาพที่ 19 จะเป็นตำแหน่งที่แทง Cone Penetrometer เพื่อนำค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน ที่ระดับความลึกต่างๆ มาเขียนเส้นชั้นการแทงทะลุของดิน

ตารางที่ 2 รายละเอียดเงื่อนไขการทดลองของแต่ละกระบะดิน

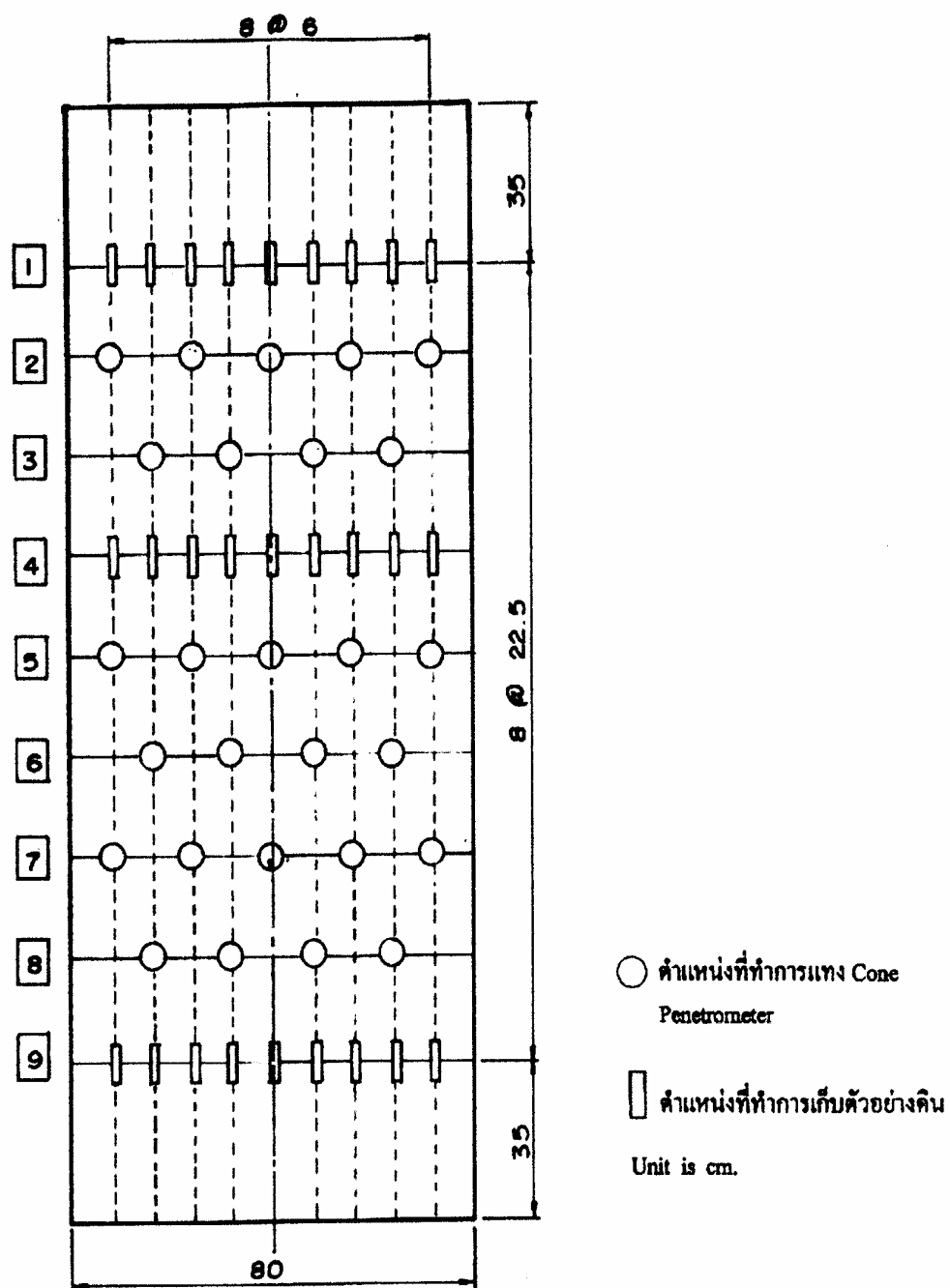
Soil bin No.	Moisture Content %(d.b.)	Load (kg)	Number of Pass (n)
1	10	200	1, 6
2	10	200	1, 12
3	10	240	1, 6
4	10	240	1, 12
5	10	280	1, 6
6	10	280	1, 12
7	10	320	1, 6
8	10	320	1, 12
9	16	200	1, 6
10	16	200	1, 12
11	16	240	1, 6
12	16	240	1, 12
13	16	280	1, 6
14	16	280	1, 12
15	16	320	1, 6
16	16	320	1, 12



ภาพที่ 17 ตำแหน่งที่ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปหาค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดิน



ภาพที่ 18 ตำแหน่งที่ทำการแทง Cone Penetrometer เพื่อนำไปหาเส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดิน



ภาพที่ 19 ตำแหน่งที่ทำการเก็บตัวอย่างดิน และตำแหน่งที่ทำการแทง Cone Penetrometer



ภาพที่ 20 ดินในกระบะดินก่อนการทดลอง



ภาพที่ 21 ดินภายหลังที่สั่นอย่างวิ้งบนผิวดิน

2. การจำแนกประเภทของดินและหาสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน

2.1 Particle Size Distribution

ดินเป็นวัสดุที่ประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ หลายอย่าง เช่น กรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว สารอินทรีย์ เป็นต้น และสมบัติของดินจะขึ้นกับองค์ประกอบต่าง ๆ ดังกล่าวเหล่านี้ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการจำแนกประเภทของดิน เพื่อบอกถึงคุณสมบัติที่แตกต่างกันของดินแต่ละประเภท

ดินสามารถจำแนกประเภทได้หลายลักษณะ แต่ในทางวิศวกรรมได้ทำการจำแนกประเภทของดินตามขนาดเม็ด และสมบัติความเหนียวของดินมาใช้อย่างกว้างขวาง วิธีที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้คือ วิธีตกตะกอน (Hydrometer Analysis)

2.2 ความถ่วงจำเพาะของดิน (Specific Gravity of Soil)

ความถ่วงจำเพาะของดิน คือ อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักในอากาศของวัตถุต่อน้ำหนักน้ำที่อุณหภูมิ 4 °C ที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุนั้น หรืออีกนัยหนึ่งคือค่าซึ่งบอกให้ทราบว่าวัตถุนั้นหนักหรือเบากว่าน้ำที่มีปริมาตรเท่ากันเพียงไร เนื่องจากส่วนประกอบของเนื้อดิน คือ เม็ดดินที่มีแร่ธาตุต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบ ดังนั้นค่าความถ่วงจำเพาะของมวลดินย่อมเท่ากับค่าเฉลี่ยของความถ่วงจำเพาะของแร่ธาตุเหล่านั้น และโดยทั่วไปค่าความถ่วงจำเพาะของมวลดินย่อมเท่ากับค่าเฉลี่ยของความถ่วงจำเพาะของแร่ธาตุที่มาประกอบ

2.3 จุดเปลี่ยนสถานะภาพของมวลดิน (Atterberg's Limits)

เนื่องจากปริมาณน้ำในมวลดินเม็ดละเอียดที่มีการยึดกันแน่น (Cohesive Soil) เช่นดินเหนียว ละเอียดหรือดินเหนียวมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของมวลดินมาก เพราะมวลดินเม็ดละเอียดนี้ยึดติดกันโดยอาศัยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดิน ซึ่งแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณน้ำในมวลดิน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงต้องหาจุดเปลี่ยนสถานะภาพของดินดังต่อไปนี้

Liquid Limit (L.L.) คือ ความชื้นในมวลดินขณะมวลดินเริ่มเปลี่ยนแปลงสภาพจากสารหนืดตัว (Viscous Fluid) ไปเป็นสถานภาพพลาสติก (Plastic State)

Plastic Limit (P.L.) คือ ความชื้นในมวลดินขณะที่มวลดินเริ่มเปลี่ยนแปลงสภาพจากพลาสติก (Plastic State) เป็นกึ่งของแข็ง (Semi-Solid State)

Plasticity Index (P.I.) คือ ค่าความชื้นในสถานภาพพลาสติกของดิน หาจากผลต่างของค่า Liquid Limit กับ Plastic Limit

2.4 สมบัติพื้นฐานของดินที่นำมาทดลอง

ดินที่นำมาทดลองเป็นดิน loam ที่ประกอบไปด้วยอนุภาค Sand 50.24% อนุภาค Silt 30% และ อนุภาค Clay 19.76% ค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน เท่ากับ 2.74 และผลจากการหาจุดแบ่งสถานภาพ ประกอบไปด้วยค่า Liquid Limit เท่ากับ 22.0%(d.b.) ค่า Plastic Limit เท่ากับ 16.16%(d.b.) และค่า Plastic Index เท่ากับ 5.84% (d.b.)

ตารางที่ 3 สมบัติพื้นฐานของดินที่ใช้ในการทดลอง

ปฏิบัติการ	ผลการปฏิบัติการ
1. การหาขนาดอนุภาคดินวิธีตกตะกอน	อนุภาค Sand = 50.24% อนุภาค Silt = 30.0% อนุภาค Clay = 19.76% เนื้อดิน loam
2. การหาจุดแบ่งสถานะภาพของดิน	
2.1 Liquid Limit(L.L.)	= 22.0%
2.2 Plastic Limit(P.L.)	= 16.16%
2.3 Plastic Index(P.I.)	= 5.84%
3. การหาความถ่วงจำเพาะของอนุภาคดิน (Specific Gravity of soil)	$G_s = 2.74$

- หมายเหตุ**
1. การหาขนาดอนุภาคดินอ้างอิงจาก ASTM D 422-63(Reapproved 1972)
 2. การหาจุดแบ่งสถานะภาพของดินอ้างอิงจาก ASTM D 4318-84
 3. การหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน อ้างอิงจาก ASTM D 854-83

2.5 สภาพเริ่มต้นของดินในกระบอกก่อนการทดลอง

ในการทดลองการเตรียมดินในกระบอกดิน แบ่งการเตรียมดินในกระบอกดินเป็น 3 ชั้น ความสูงของดินชั้นละ 18 cm ทั้ง 16 กระบอก ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งเริ่มต้นของดินมีค่า 1.15 g/cm^3 ปริมาณความชื้นดินในกระบอกที่ 1 ถึง 8 มีค่า 10% (d.b.) ปริมาณความชื้นดินในกระบอกที่ 9 ถึง 16 มีค่า 16% (d.b.) และค่าความต้านทานการแทงทะลุดินก่อนการทดลองทั้ง 16 กระบอกมีค่าประมาณ 0.15 MPa

3. การเตรียมงานก่อนการทดลอง

3.1 การติด Strain Gage บน Octagonal Ring Transducer มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1.1 ขัด Octagonal Ring Transducer บริเวณที่จะติด Strain Gage ด้วยกระดาษทรายชนิดหยาบและละเอียดตามลำดับ

3.1.2 ทำความสะอาดบริเวณที่จะติด Strain Gage โดยการเช็ดด้วยแอลกอฮอล์

3.1.3 กำหนดตำแหน่งที่จะติด Strain Gage

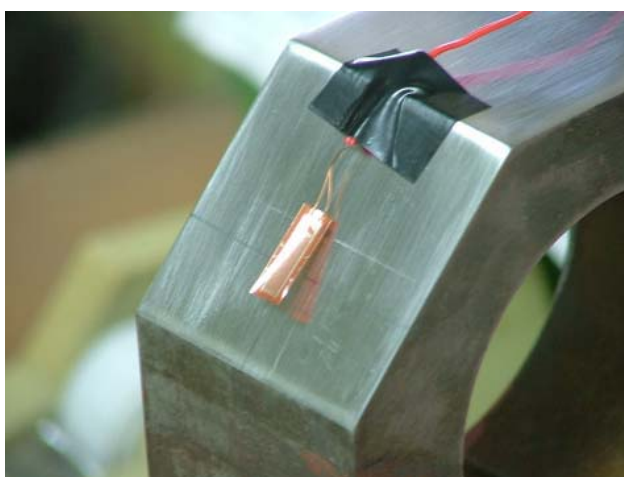
3.1.4 ทากาวชนิดสำหรับใช้ติด Strain Gage บริเวณตำแหน่งที่จะติด Strain Gage

3.1.5 วาง Strain Gage ตรงตำแหน่งในบริเวณที่ทากาวไว้แล้วและกดทับแช่ไว้ 30 วินาที เพื่อให้ Strain Gage ติดแนบกับผิว Octagonal Ring Transducer

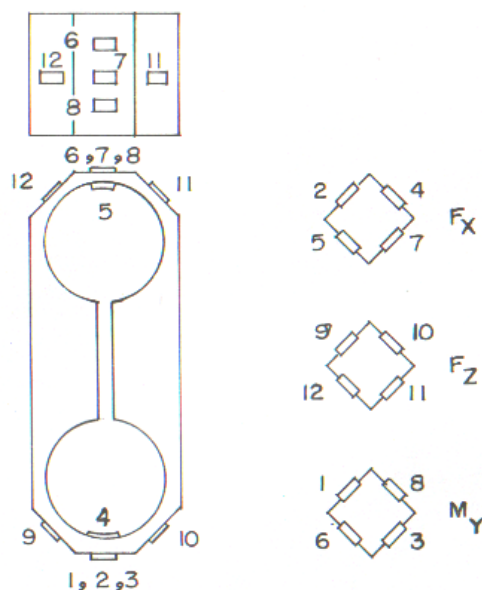
3.1.6 ติด Strain Gage ตำแหน่งที่เหลือให้ครบทั้ง 12 อัน แล้วปล่อยไว้ให้กาวแห้งใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง

3.1.7 ทาบริเวณที่ติด Strain Gage ด้วยเจลสำหรับป้องกันความชื้นและสิ่งสกปรก

3.1.8 พันทับบริเวณที่ติด Strain Gage ด้วยเทปพันสายไฟให้ปกคลุมบริเวณติด Strain Gage ทั้งหมด



ภาพที่ 22 การติด Strain Gage บน Octagonal Ring Transducer



ภาพที่ 23 Octagonal Ring Transducer และตำแหน่งการติด Strain Gage หมายเลข ต่าง ๆ

3.2 การสอบเทียบ Octagonal Ring Transducer

ทำการสอบเทียบค่าสัญญาณไฟฟ้าจาก Strain Gage ที่ติดตั้งบน Octagonal Ring Transducer เพื่อต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงกับน้ำหนักที่กระทำต่อ Octagonal Ring Transducer ในการ Calibration Strain Gage ทำการสอบเทียบค่าระหว่าง ความต่างศักย์ไฟฟ้ากับแรงใน 3 ทิศทาง คือ แรงในแนวดิ่ง แรงในแนวราบ และ โมเมนต์ ดังแสดงด้วยภาพที่ 24, 25 และภาพที่ 26 ตามลำดับ

ในภาพที่ 24 แสดงการติดตั้ง Octagonal Ring Transducer เพื่อทำการสอบเทียบค่าระหว่างค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้ากับแรงที่กระทำในแนวดิ่งกระทำกับ Octagonal Ring Transducer และ ภาพที่ 25 แสดงการติดตั้ง Octagonal Ring Transducer เพื่อทำการสอบเทียบค่าระหว่างค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้ากับแรงที่กระทำในแนวระนาบกับ Octagonal Ring Transducer ต่อมาภาพที่ 26 แสดงการติดตั้ง Octagonal Ring Transducer เพื่อทำการสอบเทียบค่าระหว่างค่าความต่างศักย์ ไฟฟ้ากับโมเมนต์

หมายเลข 1 คือ น้ำหนักที่ใช้ในการทดลอง

หมายเลข 2 คือ ถาดรองรับน้ำหนัก

หมายเลข 3 คือ จุดยึด Octagonal Ring Transducer กับถาดรองรับน้ำหนัก

หมายเลข 4 คือ ลักษณะการติดตั้ง Octagonal Ring Transducer ขณะทำการสอบเทียบค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากับแรงกระทำในแนวดิ่ง

หมายเลข 5 คือ Bridge box

หมายเลข 6 คือ ทิศทางของแรงในแนวดิ่งที่กระทำกับ Octagonal Ring Transducer

หมายเลข 7 คือ ลักษณะของ Octagonal Ring Transducer ขณะทำการสอบเทียบค่าระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับแรงที่กระทำในแนวระนาบ

หมายเลข 8 คือ จุดยึดของ Octagonal Ring Transducer ในการสอบเทียบค่าระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับแรงที่กระทำในแนวระนาบ

หมายเลข 9 คือ จุดยึดของ Octagonal Ring Transducer กับที่แขวนน้ำหนัก

หมายเลข 10 คือ ทิศทางของแรงที่กระทำกับ Octagonal Ring Transducer

หมายเลข 11 คือ ก้อนน้ำหนักที่ใช้ในการทดลอง

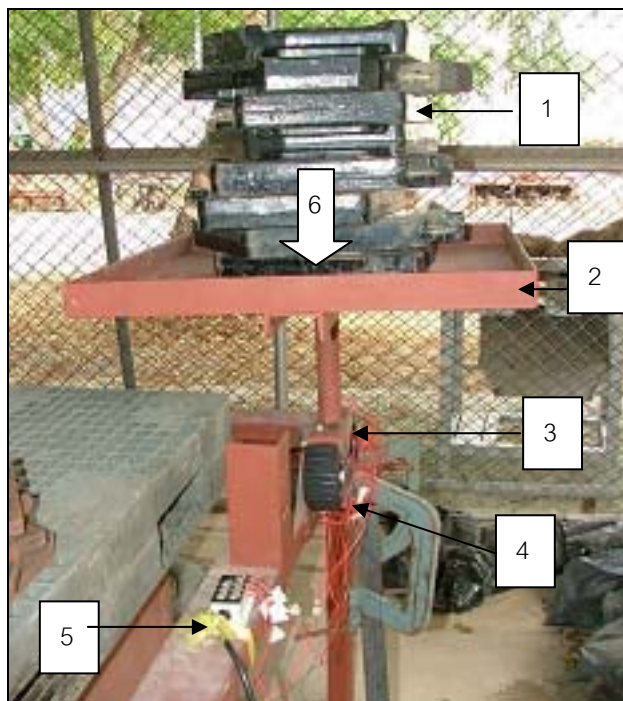
หมายเลข 12 คือ ลักษณะของ Octagonal Ring Transducer ขณะทำการสอบเทียบค่าระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าเมื่อมีโมเมนต์

หมายเลข 13 คือ จุดยึดของ Octagonal Ring Transducer ในการสอบเทียบค่าระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับโมเมนต์

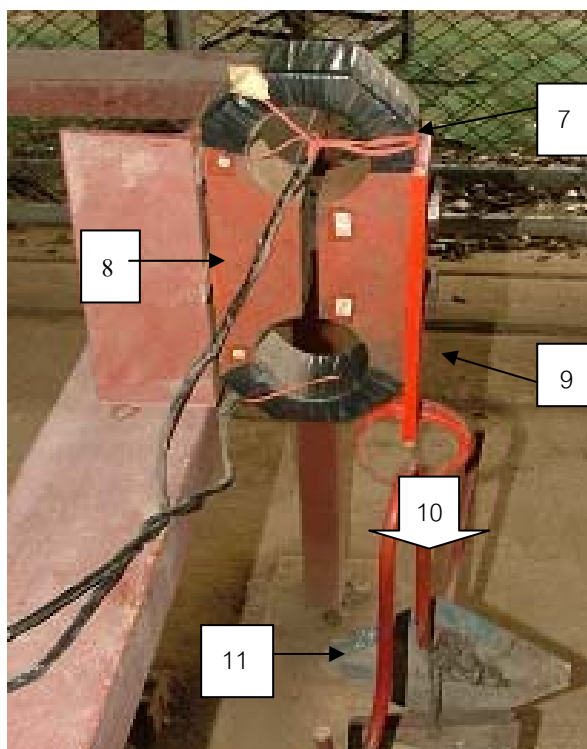
หมายเลข 14 คือ ทิศทางของแรงที่กระทำกับ Octagonal Ring Transducer

หมายเลข 15 คือ จุดยึดของ Octagonal Ring Transducer กับที่แขวนน้ำหนัก

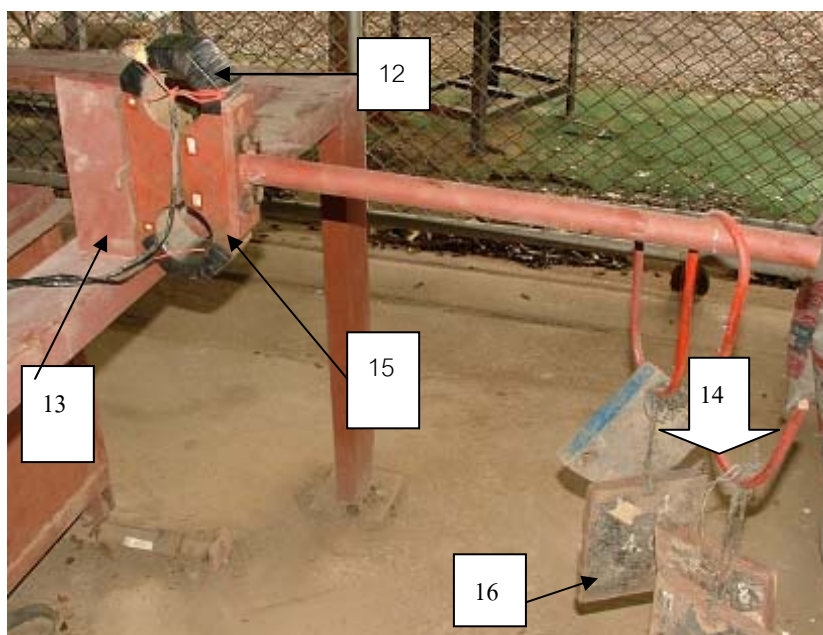
หมายเลข 16 คือ น้ำหนักที่ใช้ในการทดลองการสอบเทียบค่า



ภาพที่ 24 การสอบเทียบ Octagonal Ring Transducer ของแรงในแนวตั้ง



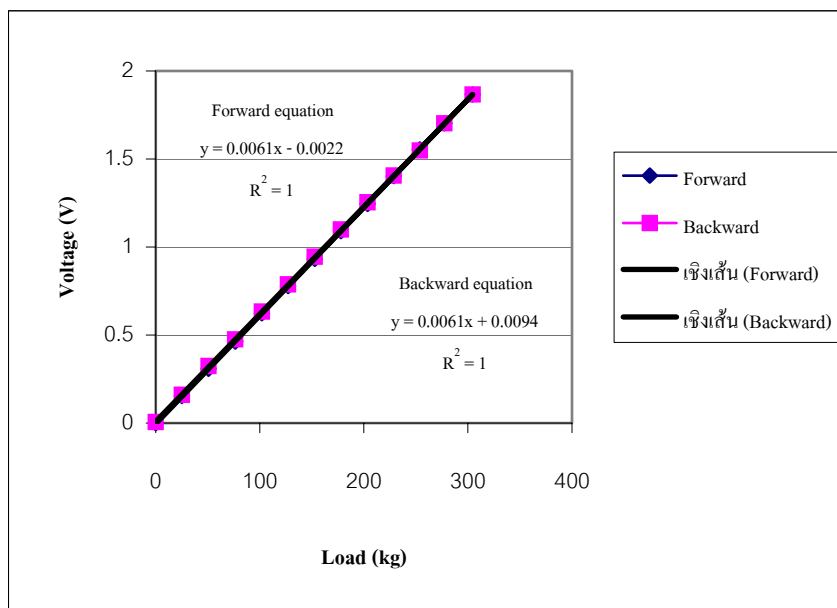
ภาพที่ 25 การสอบเทียบ Octagonal Ring Transducer ของแรงในแนวราบ



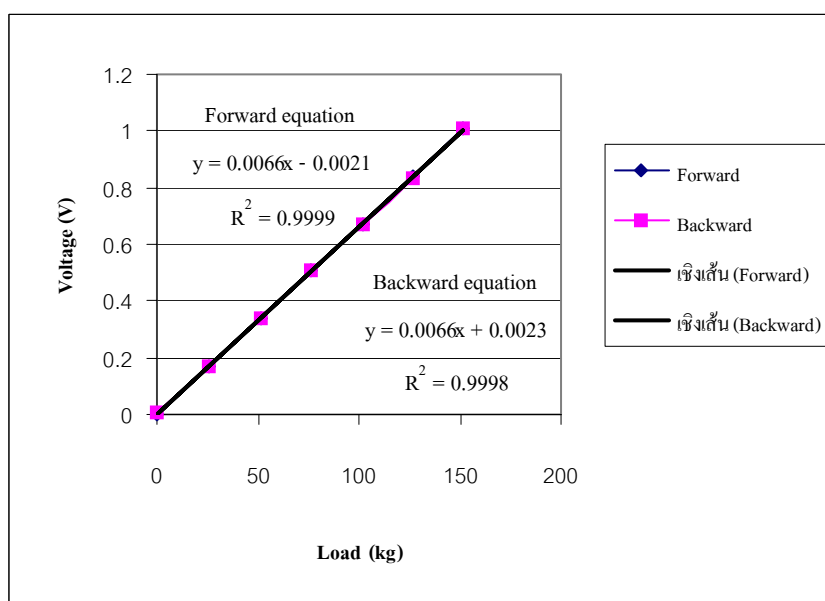
ภาพที่ 26 การสอบเทียบ Octagonal Ring Transducer ของแรงบิด

หลักการของการสอบเทียบค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากับแรง คือ การใช้น้ำหนักค่าต่างๆ มากระทำที่ Octagonal Ring Transducer เพื่อให้ค่าความต้านทานไฟฟ้าของวงจร Strain Gage เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมีผลทำให้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง การสอบเทียบเริ่มต้นด้วยค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ออกจากวงจรเป็นศูนย์ในขณะที่ไม่มีน้ำหนักกระทำ และทำการเพิ่มน้ำหนักเข้าไปอีกจนถึงค่าน้ำหนักสูงสุด จากนั้นลดน้ำหนักลงจนกระทั่งเป็นศูนย์อีกครั้ง บันทึกค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ขนาดต่างๆ จะได้กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากับน้ำหนักที่กระทำกับ Octagonal Ring Transducer แสดงในภาพที่ 27

ในการสอบเทียบค่าศักย์ทางไฟฟ้ากับน้ำหนัก ต้องใช้ Strain Amplifier เพื่อขยายสัญญาณ ซึ่งต้องปรับตั้งค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากับค่า Micro Strain($\mu\epsilon$)ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ช่วงที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ $300\mu\epsilon$ เท่ากับ $\pm 2\text{ V}$



(a)

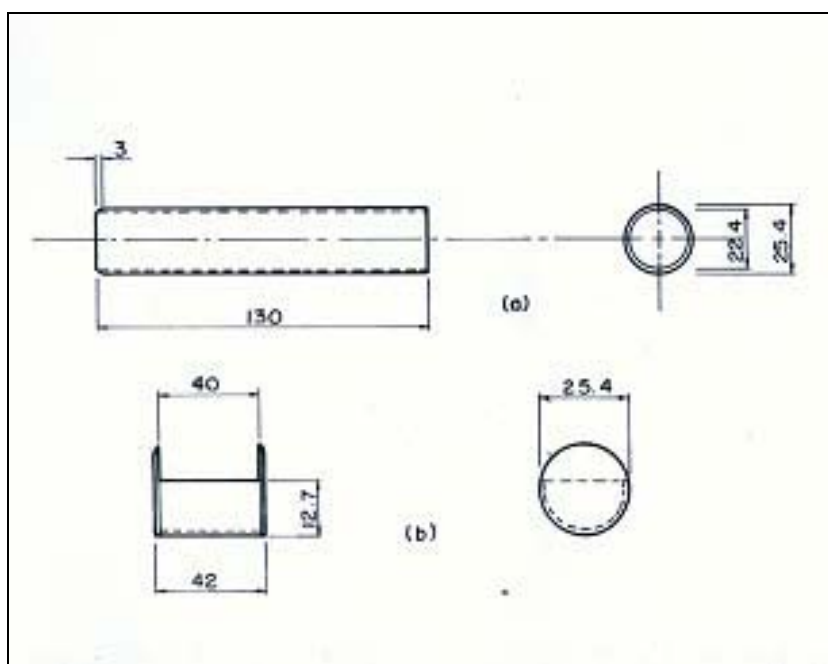


(b)

ภาพที่ 27 (a) Vertical Force Calibration Graph (b) Horizontal Force Calibration Graph

3.3 การสร้างและทดสอบอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินขนาดเล็ก

เนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องการเก็บตัวอย่างดินที่มีระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของตัวอย่างดิน แต่ละตำแหน่งเป็นระยะเท่ากับ 6 cm อุปกรณ์ที่จะนำมาเก็บตัวอย่างดินในระยะห่างดังกล่าวควรมีขนาดแตกต่างจากอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินแบบมาตรฐานขนาด 100 cc ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 48 mm และสูง 55 mm ศิริศักดิ์ (2545) ได้ออกแบบและสร้างอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินขนาดเล็ก โดยใช้วัสดุเป็นท่อพีวีซี (Poly Vinyl Chlorides) สำหรับใช้เดินสายไฟภายในบ้าน พบว่าการเก็บตัวอย่างดินที่มีความหนาแน่นสูงอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินขนาดเล็ก เกิดการโก่งตัว จึงแนะนำให้ใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงมากกว่าพลาสติก จึงเลือกท่อสแตนเลสเป็นวัสดุในการสร้างอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินขนาดเล็กดังแสดงด้วยภาพที่ 28



ภาพที่ 28 (a) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินขนาดเล็ก (b) Cutting-Mould



ภาพที่ 29 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินขนาดเล็กและ Cutting-Mould ที่สร้างขึ้น



ภาพที่ 30 วิธีการเก็บตัวอย่างดินด้วย Mini-Corer และการกำหนดตำแหน่งในการเก็บตัวอย่างดิน เพื่อหาค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง

ก่อนนำอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินขนาดเล็กไปใช้งานวิจัยต้องทำการสอบเทียบการใช้งานกับอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินมาตรฐาน ซึ่งค่าที่ได้จากการเก็บตัวอย่างดินโดยอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินขนาดเล็กมีค่ามากกว่าอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินมาตรฐาน 3.96% โดยที่ก่อนหน้านี้ Young *et al.* (1990) ได้ทำการออกแบบและสร้างอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินขนาดเล็ก ทำการสอบเทียบค่าความหนาแน่นดินกับการเก็บตัวอย่างดินโดยใช้อุปกรณ์มาตรฐาน พบว่าอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินขนาดเล็กได้ค่ามากกว่าอุปกรณ์มาตรฐาน 7 % และอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินขนาดเล็กของศิริศักดิ์ (2545) การใช้งานสอบเทียบกับอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินมาตรฐานพบว่าการเก็บตัวอย่างดินขนาดเล็กมีค่าน้อยกว่าอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินมาตรฐาน 3.49% แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ที่เก็บตัวอย่างดินขนาดเล็กที่ถูกแบบเพื่อใช้ในการเก็บตัวอย่างดินใช้เพื่อการศึกษาพฤติกรรมการกระจายความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินมีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

3.4 การเตรียมดิน

ก่อนการทดลองในแต่ละกระบอกดินจำเป็นต้องย่อยดินใหม่ทุกครั้งเพื่อให้เม็ดดินมีขนาดสม่ำเสมอมากที่สุด โดยการนำดินที่ผ่านการย่อยแล้วมาร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 10 ขนาดช่องเปิด 2 mm จากนั้นนำดินที่ผ่านการร่อนเก็บเข้าถุงพลาสติกขนาด 36 × 45 in. เพื่อรอการปรับความชื้นต่อไป

3.5 การปรับความชื้นในดิน

3.5.1 หลักการ

ก. ตรวจสอบว่าดินมีความชื้นเดิมอยู่เท่าไร โดยคำนวณจากสมการหาปริมาณความชื้นในดิน สมการที่ (32)

$$w = \frac{M_w}{M_s} \times 100\% \quad (32)$$

โดยที่ w คือ ปริมาณความชื้นของดิน (d.b.)
 M_w คือ น้ำหนักน้ำในดิน
 M_s คือ น้ำหนักดินแห้ง

ข. กำหนดความชื้นในดินที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลองเท่ากับ 16 % (d.b.) และ 10 % (d.b.) ในสมการที่ (33) แสดงตัวอย่างการคำนวณปริมาณความชื้นของดินที่ 16 % (d.b.)

$$16\% = w_{old} + w_{add} \quad (33)$$

โดยที่ w_{old} คือ เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำที่มีอยู่เดิมในดิน
 w_{add} คือ เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำที่ต้องเพิ่มให้กับดิน

แต่เนื่องจาก w_{old} คำนวณได้จากสมการที่ (34)

$$w_{old} = \frac{M_{ws}}{M_{ss}} \quad (34)$$

โดยที่ M_{ws} คือ น้ำหนักของน้ำในตัวอย่างดินที่ทำการสุ่ม
 M_{ss} คือ น้ำหนักของตัวอย่างดินที่ทำการสุ่มที่ผ่านการอบแล้ว

ในการหาน้ำหนักของน้ำที่ต้องเพิ่มให้กับดินทำได้ดังนี้ จากสมการที่ (33) และ (34) จะได้ว่า

$$0.16 = w_{old} + \frac{M_{w_add}}{M_s} \quad (35)$$

โดยที่ M_{w_add} คือ น้ำหนักของน้ำที่ต้องการเพิ่มให้กับดิน

ดังนั้น น้ำหนักของน้ำที่ต้องทำการเพิ่มให้แก่ดิน (M_{w_add}) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (36)

$$M_{w_add} = (0.16 - w_{old}) \cdot M_s \quad (36)$$

ค. หาปริมาตรน้ำที่จะนำมาปรับความชื้นในดิน

$$V_{w_add} = \frac{M_{w_add}}{\rho_w} \quad (37)$$

โดยที่ V_{w_add} คือ ปริมาตรของน้ำที่ต้องการเพิ่มให้กับดิน

3.5.2 ขั้นตอนในการทำการปรับความชื้น

สุ่มเก็บตัวอย่างดินในแต่ละถุงเพื่อหาค่าน้ำหนักของน้ำในดินเริ่มต้น (M_{ws}) โดยนำตัวอย่างดินเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งหาค่าน้ำหนักของดินทั้งก่อนและหลังเข้าตู้อบเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปหาน้ำหนักของน้ำที่ต้องนำมาปรับให้ดินมีปริมาณความชื้นเป็นตามต้องการ

ก. นำดินในถุงมาชั่งน้ำหนัก น้ำหนักดินในแต่ละถุงคือค่า M_s

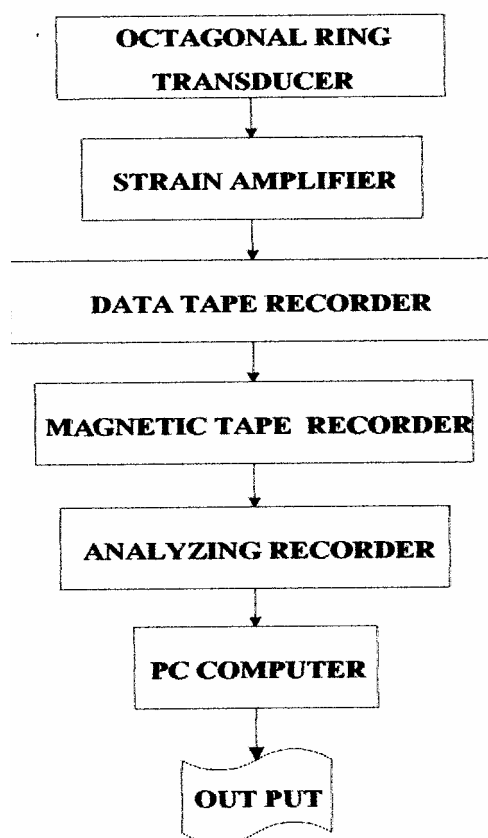
ข. ทำการคำนวณหาน้ำหนักของน้ำ (M_{w_add}) ที่จะนำมาปรับค่าความชื้นในดินให้ได้ตามต้องการดังสมการที่ (36)

ค. เนื่องจากการตวงน้ำในหน่วยปริมาตรมีความสะดวกมากกว่า จะทำการเปลี่ยนน้ำหนักของน้ำ M_{w_add} ให้เป็นปริมาตรน้ำ V_{w_add} ดังสมการที่ (37)

ง. นำดินแต่ละถุงที่ทราบค่าน้ำหนัก Spray ปริมาณน้ำที่ต้องการเพิ่มที่คำนวณได้ โดยอุปกรณ์พ่นน้ำ จากนั้นเก็บดินไว้ในถุงที่น้ำไม่สามารถระเหยออกได้

4. การติดตั้งเครื่องมือที่ใช้บันทึกสัญญาณจาก Octagonal Ring Transducer

ระบบการติดตั้งเครื่องมือแสดงด้วยภาพที่ 31 สายสัญญาณจาก Strain Gage บน Octagonal Ring Transducer ทั้ง 3 วงจร (Horizontal Force Circuit และ Vertical Force Circuit and Moment) จะถูกต่อเข้ากับ Bridge Box ของแต่ละวงจร สายสัญญาณจาก Bridge Box จะถูกต่อเข้ากับ Strain Amplifier 3 ช่อง (Channel) จากทั้งหมด 6 ช่อง เครื่อง Strain Amplifier จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณและส่งสัญญาณไปยังเครื่อง Data Tape Recorder (รุ่น TEAC R-61) และทำการบันทึกสัญญาณลงใน Magnetic Tape (รุ่น CT-90 Type II)



ภาพที่ 31 ระบบการติดตั้งเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกสัญญาณ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ถูกบันทึกใน Magnetic Tape Recorder มีลักษณะเป็น Analog Signal ซึ่งสามารถแสดงค่าสัญญาณดังกล่าวได้ โดยการผ่านสัญญาณเข้าไปในเครื่องวิเคราะห์ข้อมูล Analyzing Recorder (รุ่น YOKOGAWA AR 1200) เครื่องวิเคราะห์ข้อมูลจะทำการเปลี่ยนสัญญาณจาก Analog เป็นตัวเลข (Digital) จากนั้นนำข้อมูลตัวเลขที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยใน PC Computer ต่อไป

6. การเขียน Contour Line

การเขียนเส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินและเส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุของดินมีหลักการเขียนเช่นเดียวกันกับการเขียนเส้นชั้นความสูงในงานสำรวจ (Surveying) โดยการเขียน Contour Line นั้นจะใช้การคำนวณทางเรขาคณิตเข้าช่วย ซึ่งเรียกวิธีนี้ว่า Linear Interpolation Method ซึ่งจะแสดงขั้นตอนการคำนวณพอสังเขปดังนี้

6.1 จากภาพที่ 32 a แสดงตัวอย่าง Grid ที่ต้องการหาเส้นชั้นความหนาแน่นของดินที่ 1.4 g/cm^3 ลากเส้นทะแยงมุม ac และ bd ดังแสดงด้วยภาพที่ 32 b

6.2 คำนวณหาตำแหน่งค่าความหนาแน่นของดินที่ 1.4 g/cm^3 บนเส้น ad ดังนี้

ผลต่างของค่าความหนาแน่นระหว่างจุด a และ d คือ

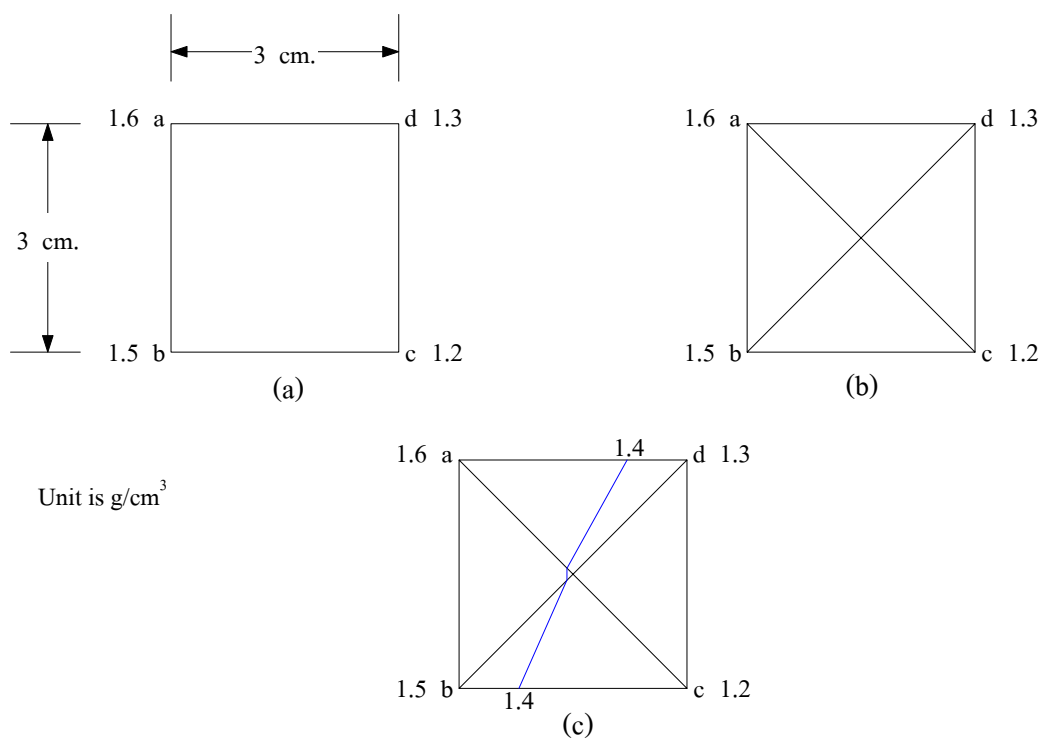
$$1.6 - 1.3 = 0.3 \text{ g/cm}^3 \text{ เท่ากับ } 3 \text{ cm}$$

ผลต่างของค่าความหนาแน่นระหว่าง 1.4 g/cm^3 กับ 1.3 g/cm^3 คือ

$$1.4 - 1.3 = 0.1 \text{ g/cm}^3 \text{ เท่ากับ } \frac{0.1 \times 3}{0.3} = 1 \text{ cm}$$

6.3 คำนวณหาตำแหน่งค่าความหนาแน่นของดินที่ 1.4 g/cm^3 บนเส้น ab cd ac bd และ bc ตามลำดับ โดยที่การคำนวณจะมีขั้นตอนเช่นเดียวกันกับการคำนวณหาตำแหน่งความหนาแน่นที่ 1.4 g/cm^3 บนเส้น ad

6.4 ทำการคำนวณหาตำแหน่งความหนาแน่นของดินที่ 1.4 g/cm^3 ครอบคลุมเส้นบน Grid จากนั้นทำการลากเส้นเชื่อมตำแหน่งที่มีค่าความหนาแน่นของดินที่ 1.4 g/cm^3 จะได้ Contour ดังแสดงด้วยภาพที่ 32 c



ภาพที่ 32 ตัวอย่างการคำนวณหาเส้นชั้นความหนาแน่นของดินบนตาราง (Grid)

7. การหาพื้นที่สัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดิน

7.1 การวัดค่า Maximum Tyre Deflection (δ_t)

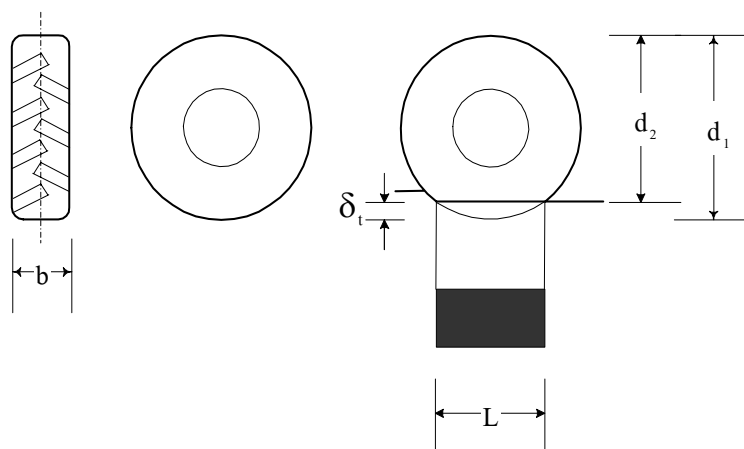
จากภาพที่ 33 สามารถทำการหาค่า Maximum Tyre Deflection ได้จากผลต่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อยางในสภาพที่ไม่มีน้ำหนัก กับเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อยางในสภาพที่วางอยู่บนผิวดินและมีน้ำหนักกระทำ เพื่อที่จะนำค่า Maximum Tyre Deflection ไปคำนวณหาความยาวที่ล้อยางสัมผัสกับผิวดินในสมการที่ (27) เพื่อนำค่าความยาวดังกล่าวไปหาพื้นที่สัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดิน โดยแสดงขั้นตอนการหาค่า Maximum Tyre Deflection ดังนี้

7.1.1 หา d_1 โดยทำการวัดเส้นรอบวงของล้อยางในสภาวะที่ไม่มีน้ำหนักกระทำ

7.1.2 หา d_2 โดยทำการวัดความสูงจากผิวบนล้อยางถึงผิวของดินในกระเบดิน ในสภาวะที่ล้อยางวางอยู่บนพื้นและมีน้ำหนักกระทำ

7.1.3 หา δ_t ได้จากสมการที่ (38)

$$\delta_t = d_1 - d_2 \quad (38)$$



ภาพที่ 33 (a) เส้นผ่านศูนย์กลางล้อยางในสภาวะที่ไม่มีน้ำหนักกระทำ (d_1)

(b) เส้นผ่านศูนย์กลางล้อยางในสภาวะที่มีน้ำหนักกระทำ (d_2)

7.2 การหาพื้นที่สัมผัส (Contact Area) ระหว่างล้อยางกับผิวดิน

นำค่า Maximum Tyre Deflection (δ_t) ไปคำนวณหาความยาวสัมผัส (Contact Length) ระหว่างล้อยางกับผิวดิน โดยการแทนค่าลงในสมการที่ (27) นำค่าความยาวสัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดินไปคำนวณหาพื้นที่สัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดินในสมการที่ (25) และแสดงด้วยภาพที่ 33 b

ในการหาขนาดพื้นที่สัมผัส ทำการคำนวณหาความยาวสัมผัส ระหว่างล้อยางกับผิวดินจากสมการของ Wong (1978) และ Bekker (1985) แสดงด้วยสมการที่ (25) ผลการคำนวณหาพื้นที่สัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดินมีรายละเอียดดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 โดยหมายเลขกระบะดินจำนวนที่วิ่งเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อยางขณะที่ยังไม่ได้รับน้ำหนัก(d_1) ความสูงของล้อยางขณะรับน้ำหนัก(d_2) การเปลี่ยนรูปร่างของล้อยาง (δ_t) ความกว้างของล้อยาง (b) ความยาวสัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดิน (L) และพื้นที่สัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดิน(Contact Area) ถูกแสดงไว้ในสดมภ์ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ผลการคำนวณหาพื้นที่สัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดิน

Soil Bin No.	Passes	d_1 (cm)	d_2 (cm)	δ_t (cm)	b (cm)	L (cm)	Contact Area (cm ²)
1	1	50.40	50.40	0	13.50	25.20	340.20
	6	50.40	50.40	0	13.50	12.60	170.10
2	1	50.40	50.40	0	13.50	25.20	340.20
	12	50.40	50.40	0	13.50	12.60	170.10
3	1	50.40	50.40	0	13.50	25.20	340.20
	6	50.40	50.40	0	13.50	12.60	170.10
4	1	50.40	50.40	0	13.50	25.20	340.20
	12	50.40	50.40	0	13.50	12.60	170.10
5	1	50.40	48.40	2.00	13.50	25.20	340.20
	6	50.40	48.20	2.20	13.50	20.58	278.03
6	1	50.40	48.40	2.00	13.50	25.20	340.20
	12	50.40	48.20	2.20	13.50	20.58	278.03
7	1	50.40	47.20	3.20	13.50	25.20	340.20
	6	50.40	48.00	2.40	13.50	21.47	289.79
8	1	50.40	47.20	3.20	13.50	25.20	340.20
	12	50.40	48.00	2.40	13.50	21.47	289.79
9	1	50.40	50.40	0	13.50	25.20	340.20
	6	50.40	50.40	0	13.50	12.60	170.10
10	1	50.40	50.40	0	13.50	25.20	340.20
	12	50.40	50.40	0	13.50	12.60	170.10
11	1	50.40	50.40	0	13.50	25.20	340.20
	6	50.40	50.40	0	13.50	12.60	170.10
12	1	50.40	50.40	0	13.50	25.20	340.20
	12	50.40	50.40	0	13.50	12.60	170.10

ตารางที่ 4 (ต่อ)

Soil Bin No.	Passes	d_1 (cm)	d_2 (cm)	δ_t (cm)	b (cm)	L (cm)	Contact Area (cm ²)
13	1	50.40	49.00	1.40	13.50	25.20	340.20
	6	50.40	49.00	1.40	13.50	21.47	289.79
14	1	50.40	49.00	1.40	13.50	25.20	340.20
	12	50.40	48.40	2.00	13.50	19.68	265.64
15	1	50.40	48.00	2.40	13.50	25.20	340.20
	6	50.40	48.20	2.20	13.50	15.37	278.03
16	1	50.40	48.00	2.40	13.50	25.20	340.20
	12	50.40	48.20	2.20	13.50	15.37	278.03

จากผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 4 ในเทียวงที่ 1 พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดินมีค่ามากเพราะมีระยะการจมของล้อยางมาก จากนั้นดินจะยุบตัวทำให้ในเทียวงที่ 6 และ 12 มีพื้นที่ผิวสัมผัสลดลง พิจารณาผลจากการยุบตัวของล้อยาง พบว่าล้อยางขนาด 5.00-10 in. ความดันลมยาง 1.48 Kg/cm² (1.5 bar) น้ำหนักกดทับล้อยาง 200 และ 240 kg ยางไม่มีการยุบตัว แต่ที่น้ำหนักกดทับล้อยาง 280 และ 320 kg ยางมีการยุบตัว ทำให้พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดินมีค่ามากขึ้น

8. ความดันผิวสัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดิน

ผลของแรงที่วัดจาก Octagonal Ring Transducer และความดันผิวสัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดินแสดงไว้ในตารางที่ 5 มีรายละเอียดดังนี้

8.1 สดมภ์ที่ 1 แสดงหมายเลขของกระบะดิน

8.2 จำนวนเทียวงที่ล้อยางวิ่งบนผิวดินถูกแสดงในสดมภ์ที่ 2

8.3 พื้นที่สัมผัสของล้อยางบนผิวดินถูกแสดงในสคมภ์ที่ 3

8.4 น้ำหนักที่กระทำบนผิวดินแสดงในสคมภ์ที่ 4

8.5 สัญญาณค่าความต่างศักย์ของแรงในแนวราบและแรงในแนวดิ่ง ที่ส่งจาก Strain Gauge แสดงในสคมภ์ที่ 5 และ 6 ตามลำดับ

8.6 แรงที่กระทำกับ Octagonal Ring Transducer ในแนวราบและแนวดิ่งที่ได้จากการสอบเทียบ กับกราฟ Calibration แสดงด้วยภาพที่ 27 และผลแสดงในสคมภ์ที่ 7 และ 8

8.7 ความดันผิวสัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดินที่คำนวณได้แสดงในสคมภ์ที่ 9 ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ (39)

$$P = \frac{F_v}{A} \quad (39)$$

โดยที่	P	คือ ความดันผิวสัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดิน (KPa)
	F_v	คือ แรงในแนวดิ่งที่คำนวณจากสัญญาณของ Octagonal Ring Transducer (N)
	A	คือ พื้นที่สัมผัสระหว่างล้อยางกับผิวดิน (cm^2)

ตารางที่ 5 ผลสัญญาณจาก Octagonal Ring Transducer และความดันดิน

Soil Bin No.	Number of Pass (passes)	Contact Area (cm ²)	Load (kg)	Signal from		Acting Force on		Contact Pressure P = F _v /A (kPa)
				Octagonal Ring		Octagonal Ring		
				Transducer (V)		Transducer (N)		
				Horizontal	Vertical	Horizontal (F _H)	Vertical (F _V)	
1	1	340.20	200	-0.241	-1.329	361.63	2152.73	63.28
	6	170.10	200	-0.083	-1.187	128.27	1923.40	113.07
2	1	340.20	200	-0.106	-1.001	162.46	1624.92	47.76
	12	170.10	200	-0.135	-1.076	205.56	1745.54	102.62
3	1	340.20	240	-0.029	-1.861	46.52	2364.69	69.51
	6	170.10	240	-0.312	-0.961	467.16	1560.59	91.74
4	1	340.20	240	-0.299	-1.481	345.28	2396.86	70.45
	12	170.10	240	-0.154	-1.221	233.80	1977.12	116.23
5	1	340.20	280	-0.235	-1.698	354.20	2745.83	80.71
	6	278.03	280	-0.169	-1.527	256.10	2470.83	88.87
6	1	340.20	280	-0.361	-1.033	541.48	1676.38	49.28
	12	278.03	280	-0.189	-1.216	284.34	1970.68	70.88
7	1	340.20	320	-0.241	-1.454	361.63	2353.43	69.18
	6	289.79	320	-0.093	-1.614	143.14	2610.75	90.09
8	1	340.20	320	-0.013	-1.764	24.22	2851.98	83.83
	12	289.79	320	-0.111	-1.724	169.89	2787.65	96.19
9	1	340.20	200	-0.194	-1.356	293.26	2195.83	64.54
	6	170.10	200	-0.302	-1.126	452.30	1825.94	107.34
10	1	340.20	200	-0.215	-1.447	322.98	2342.18	68.85
	12	170.10	200	-0.727	-1.324	1085.49	2144.37	126.06
11	1	340.20	240	-0.387	-1.123	580.13	1821.12	53.53
	6	170.10	240	-0.298	-1.102	447.84	1787.35	105.07
12	1	340.20	240	-0.473	-1.343	584.59	2174.93	63.93
	12	170.10	240	-0.546	-1.670	707.95	2700.81	158.77
13	1	340.20	280	-0.598	-1.412	816.46	2285.89	67.19
	6	289.79	280	-0.161	-1.276	893.75	2067.18	71.33

ตารางที่ 5 (ต่อ)

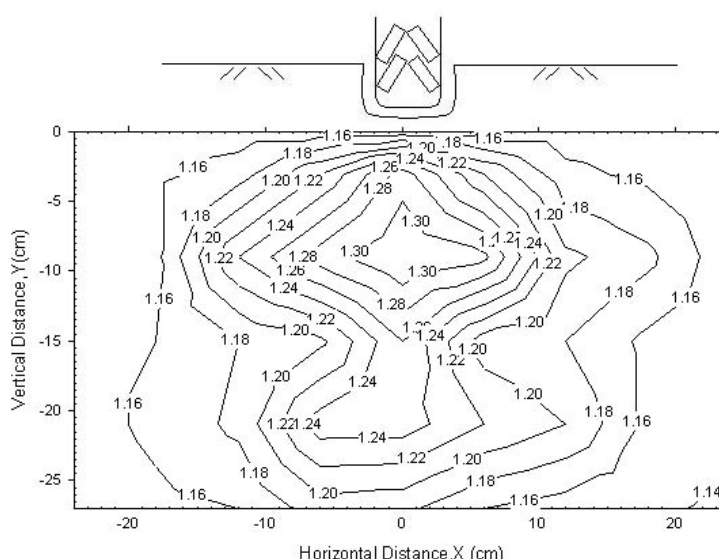
Soil Bin No.	Number of Pass (passes)	Contact Area (cm ²)	Load (kg)	Signal from Octagonal Ring Transducer (V)		Acting Force on Octagonal Ring Transducer (N)		Contact Pressure P = F _V /A (kPa)
				Horizontal	Vertical	Horizontal (F _H)	Vertical (F _V)	
14	1	340.20	280	-0.161	-1.534	244.21	2482.09	72.96
	12	265.64	280	-0.241	-1.414	244.21	2289.11	86.17
15	1	340.20	320	-0.240	-1.721	361.63	2782.82	81.79
	6	278.03	320	-0.182	-1.693	275.42	2737.79	98.47
16	1	340.20	320	-0.070	-1.693	108.95	2737.79	80.47
	12	278.03	320	-0.238	-1.682	358.56	2720.10	97.83

ค่าสัญญาณที่วัดโดย Octagonal Ring Transducer ในตารางที่ 5 พิจารณาแรงในแนวดิ่ง ค่าสัญญาณวัดโดย Octagonal Ring Transducer ใช้คำนวณเพื่อหาค่าแรงที่กระทำในแนวดิ่ง ที่การทดลองต่าง ๆ ค่าความดันดินในเที่ยววิ่งที่ 1 พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างล้อยางกับดินมีค่ามากกว่า เที่ยววิ่งที่ 6 และ 12 ข้อมูลดังกล่าวนำไปใช้ในการวิเคราะห์ ผลการตอบสนองของดิน ที่แสดงผลโดยค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง และค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน

ผลและวิจารณ์

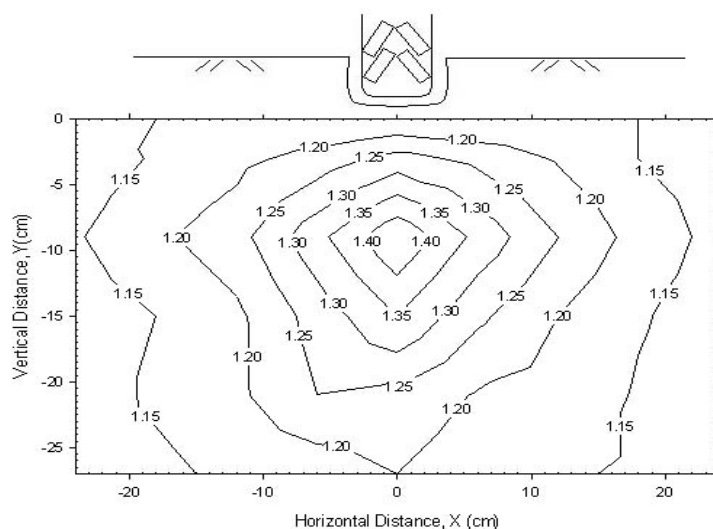
1. ผลของค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง

ผลการทดลองภายหลังที่ล้อย่างวิ่งผ่านผิวดิน 1 เทียวปริมาณความชื้น 10 % (d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 200 kg แสดงด้วยภาพที่ 34 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งก่อนการทดลอง 1.15 g/cm^3 ภายหลังที่ล้อย่างวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดินที่มากที่สุด 1.30 g/cm^3 มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อย่างที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่างเป็นระยะ 5.0 cm และ 11.0 cm ตามลำดับ มีการแผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่างเป็นระยะทาง 4.0 cm และ 6.2 cm ตามลำดับ



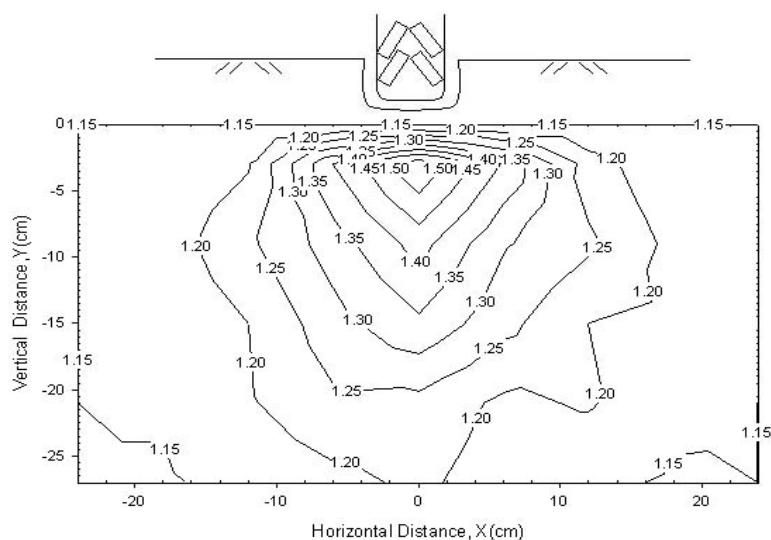
ภาพที่ 34 เส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินภายใต้เงื่อนไขจำนวนเทียววิ่ง 1 เทียว ความชื้น 10% (d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 200 kg

ผลการทดลองที่จำนวนเทียววิ่ง 6 เทียวปริมาณความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 200 kg แสดงด้วยภาพที่ 35 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งที่มากที่สุดเท่ากับ 1.40 g/cm^3 มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อย่างที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่างเป็นระยะ 7.5 cm และ 11.75 cm ตามลำดับ และแผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่างเป็นระยะทาง 2.5 cm เท่ากันทั้งสองด้าน พิจารณาเปรียบเทียบกับเทียววิ่ง 1 เทียว พบว่าที่ 6 เทียววิ่ง ดินจะมีค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งมากขึ้น



ภาพที่ 35 เส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินภายใต้เงื่อนไขจำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 200 kg

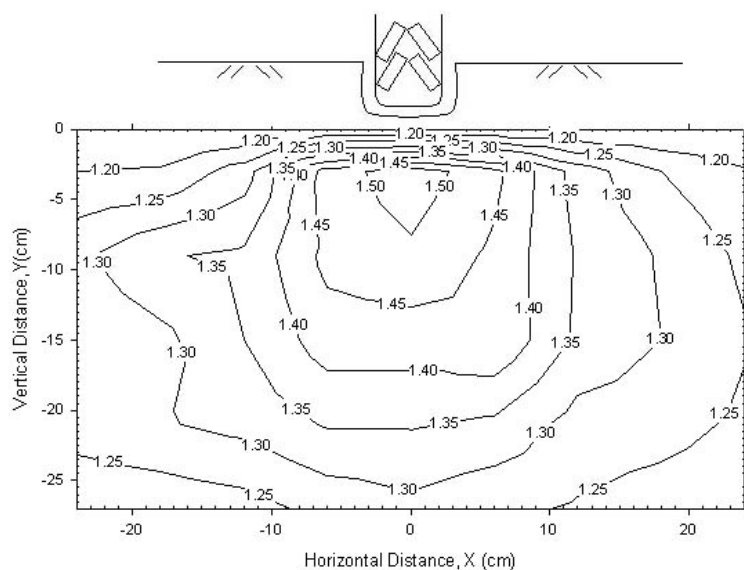
ผลการทดลองที่จำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยวปริมาณความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 200 kg แสดงด้วยภาพที่ 36 ภายหลังการวิ่งซ้ำ 12 เที่ยว ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งที่มากที่สุดเท่ากับ 1.50 g/cm^3 มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อยางที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะ 3.0 cm และ 5.25 cm ตามลำดับ แผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะทาง 1.8 cm เท่ากันทั้งสองด้าน พิจารณาเปรียบเทียบกับเที่ยววิ่ง 1 และ 6 เที่ยว พบว่าค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินเพิ่มขึ้น และขอบเขตของการแพร่กระจายขยายกว้าง และลึกมากขึ้น



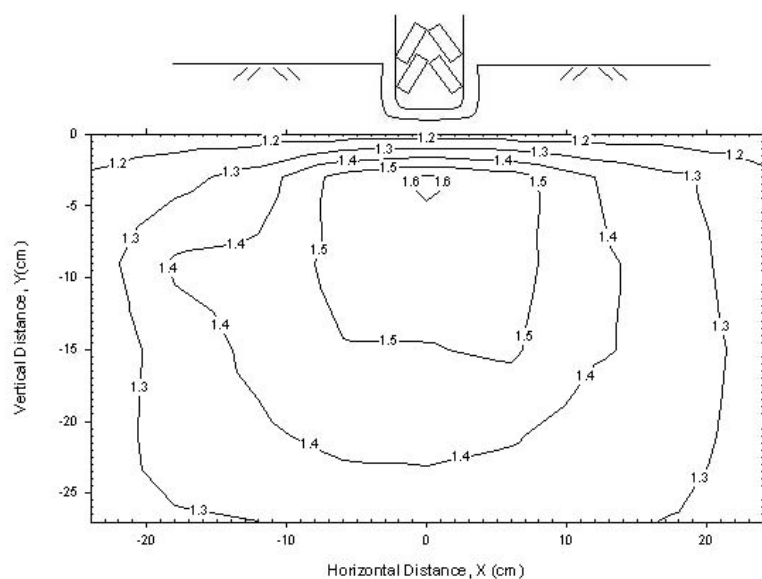
ภาพที่ 36 เส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินภายใต้เงื่อนไขจำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 200 kg

ผลการทดลองที่จำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว ปริมาณความชื้น 10% (d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 37 ภายหลังที่ล้อยางวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดินที่มากที่สุด 1.50 g/cm^3 ซึ่งเปลี่ยนแปลงจากความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินก่อนการทดลอง 1.15 g/cm^3 มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อยางที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะ 3.25 cm และ 7.25 cm ตามลำดับ แผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะทาง 3.2 cm และ 2.8 cm ตามลำดับ

ผลการทดลองที่จำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว ปริมาณความชื้น 10% (d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 38 ภายหลังที่ล้อยางวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดินที่มากที่สุด 1.60 g/cm^3 มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อยางที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะ 3.0 cm และ 4.5 cm ตามลำดับ และแผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะทาง 1.4 cm เท่ากันทั้งสองด้าน



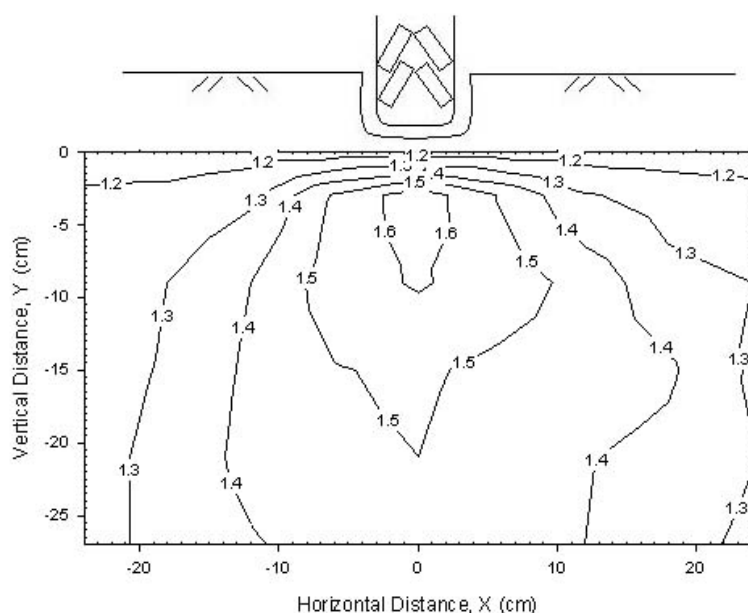
ภาพที่ 37 เส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินภายใต้เงื่อนไขจำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 320 kg



ภาพที่ 38 เส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินภายใต้เงื่อนไขจำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 320 kg

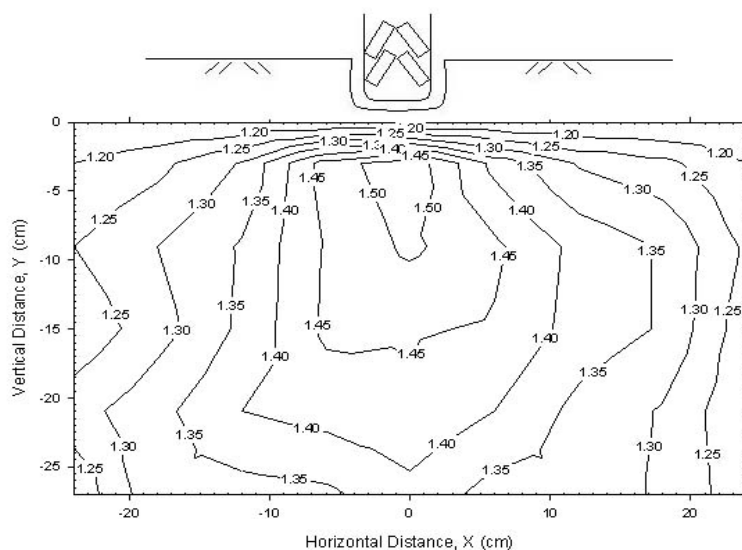
ผลการทดลองที่จำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยวปริมาณความชื้น 10% (d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 39 ภายหลังจากที่ล้อยางวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดินที่มากที่สุด 1.6 g/cm^3 มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัส

ระหว่างดินกับล้อยางที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะ 2.75 cm และ 9.75 cm ตามลำดับและแผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะทาง 2.5 cm และ 2.2 cm ตามลำดับ พิจารณาเปรียบเทียบกับเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว พบว่าค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว พบว่าค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่ขอบเขตของการแผ่กระจายขยายกว้างและลึกมากขึ้น เปรียบเทียบผลจากน้ำหนักกดทับล้อยางระหว่าง 200 kg กับ 320 kg เงื่อนไขปริมาณความชื้น 10% (d.b.) พบว่าค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินเพิ่มขึ้นเมื่อน้ำหนักกดทับล้อยางเพิ่มขึ้นจาก 200 kg เป็น 320 kg ค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินเพิ่มขึ้น 0.1 g/cm^3 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเที่ยววิ่งที่ 1 และเที่ยววิ่งที่ 6



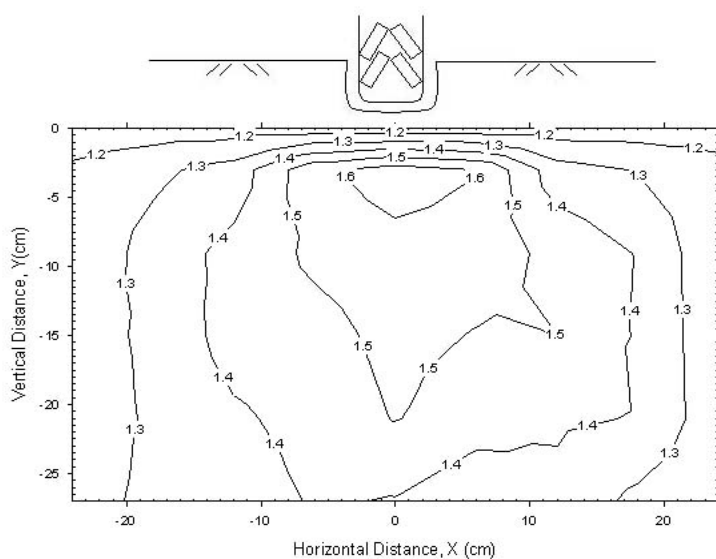
ภาพที่ 39 เส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินภายใต้เงื่อนไขจำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 320 kg

ผลการทดลองที่จำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยวปริมาณความชื้น 16% (d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 200 kg แสดงด้วยภาพที่ 40 ภายหลังที่ล้อยางวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินที่มากที่สุด 1.50 g/cm^3 มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อยางที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะ 3 cm และ 10 cm ตามลำดับและแผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะทาง 3.5 cm และ 1.8 cm ตามลำดับ



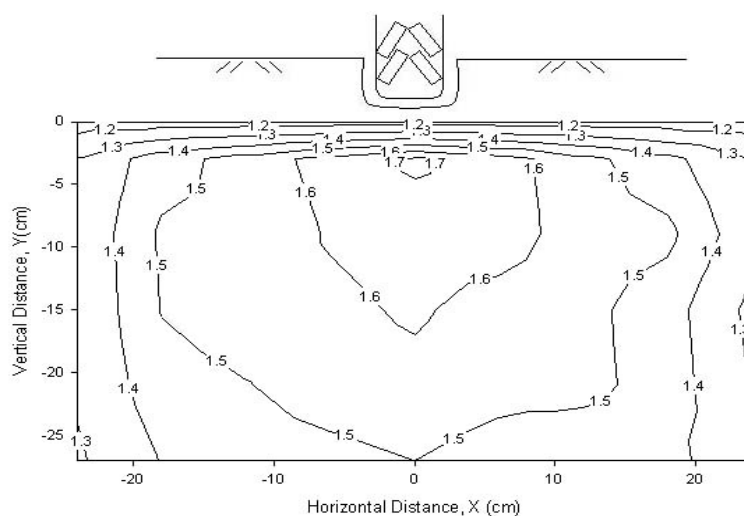
ภาพที่ 40 เส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินภายใต้เงื่อนไขจำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 200 kg

ผลการทดลองที่จำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว ปริมาณความชื้น 16% (d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 200 kg แสดงด้วยภาพที่ 41 ภายหลังที่ล้อยางวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดินที่มากที่สุด 1.60 g/cm^3 มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อยางที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะ 3 cm และ 6.5 cm ตามลำดับและแผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะทาง 4.0 cm และ 6.0 cm ตามลำดับ



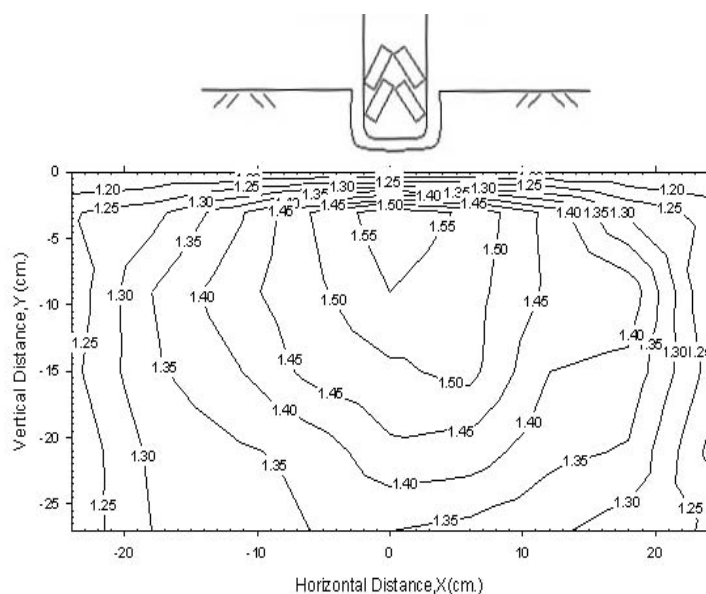
ภาพที่ 41 เส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินภายใต้เงื่อนไขจำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 200 kg

ผลการทดลองที่จำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยวปริมาณความชื้น 16% (d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 200 kg แสดงด้วยภาพที่ 42 ภายหลังที่ล้อยางวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดินที่มากที่สุด 1.70 g/cm^3 มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อยางที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะ 3 cm และ 4.5 cm ตามลำดับ และแผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะทาง 1.5 cm และ 1.8 cm ตามลำดับ พิจารณาเปรียบเทียบผลจากความชื้น 10%(d.b.) กับ 16%(d.b.) พบว่าที่น้ำหนักกดทับล้อยาง 200 kg ที่ความชื้น 16 % (d.b.) ค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินสูงกว่าความชื้น 10% (d.b.) อยู่ 0.20 g/cm^3 เมื่อเปรียบเทียบที่จำนวนเที่ยววิ่งเท่ากัน



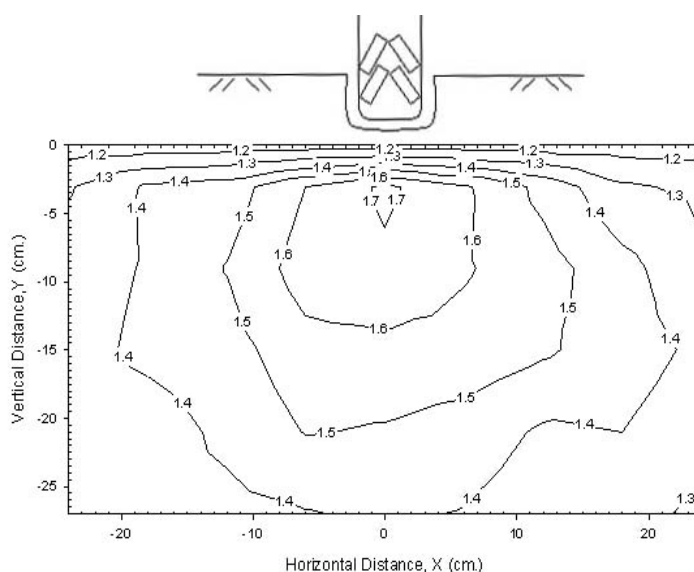
ภาพที่ 42 เส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินภายใต้เงื่อนไขจำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 200 kg

ผลการทดลองที่จำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว ปริมาณความชื้น 16% (d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 43 ภายหลังจากที่ล้อยางวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดินที่มากที่สุด 1.55 g/cm³ มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อยางที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะ 2.8 cm และ 9.0 cm ตามลำดับ และแผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะทาง 2.5 cm และ 4.8 cm ตามลำดับ



ภาพที่ 43 เส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินภายใต้เงื่อนไขจำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 320 kg

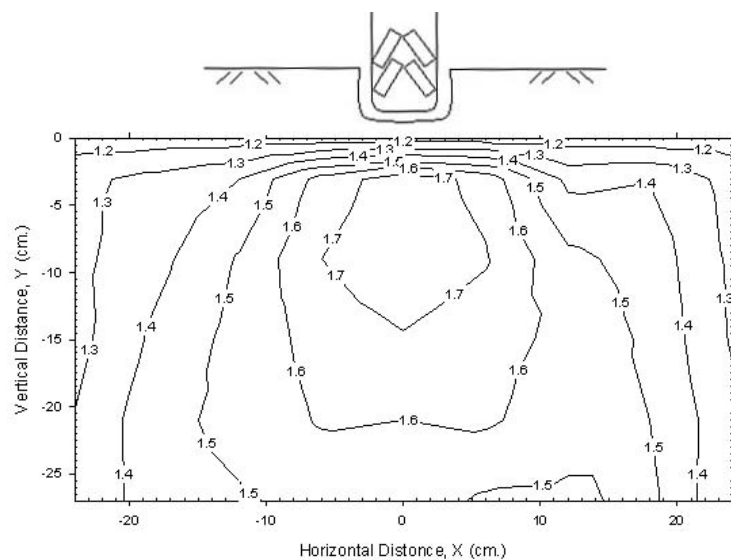
ผลการทดลองที่จำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว ปริมาณความชื้น 16% (d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 44 ภายหลังที่ล้อยางวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดินที่มากที่สุด 1.70 g/cm^3 มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อยางที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะ 3.0 cm และ 6.0 cm ตามลำดับ และแผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะทาง 1.2 cm เท่ากันทั้งสองด้าน



ภาพที่ 44 เส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินภายใต้เงื่อนไขจำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 320 kg

ผลการทดลองที่จำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว ปริมาณความชื้น 16% (d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 45 ภายหลังที่ล้อยางวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดินที่มากที่สุด 1.70 g/cm^3 มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อยางที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะ 2.75 cm และ 14.5 cm ตามลำดับ และแผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะทาง 6 cm เท่ากันทั้งสองด้าน พิจารณาเปรียบเทียบผลจากความชื้น 10% (d.b.) มาเป็น 16% (d.b.) พบว่าค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบในจำนวนเที่ยววิ่งเท่ากัน พิจารณาผลจากน้ำหนักกดทับล้อยาง เปรียบเทียบภายใต้เงื่อนไขความชื้น 16% (d.b.) น้ำหนักเพิ่มขึ้นจาก 200 kg เป็น 320 kg พบว่าในเที่ยววิ่งที่ 1 และ 6 เที่ยวค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพ

แห้งดินเพิ่มขึ้น แต่ในเที่ยววิ่งที่ 12 ค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินไม่แตกต่างกันแต่มีขอบเขตการแผ่กระจายขยายกว้างและลึกมากขึ้น

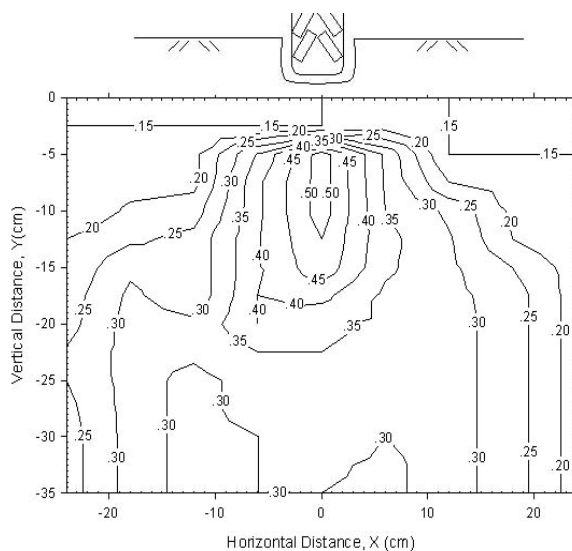


ภาพที่ 45 เส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินภายใต้เงื่อนไขจำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 320 kg

2. ผลของค่าความต้านทานการแทงทะลุดินภายหลังที่ล้อย่างวิ่งบนผิวดิน

ผลของค่าความต้านทานการแทงทะลุดินภายหลังที่ล้อย่างวิ่งบนผิวดินแสดงในภาคผนวก ข โดยที่ค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน ถูกระบุในพิกัดฉาก (Horizontal Distance: X, Vertical Distance: Y) จากผลค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน สามารถนำค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน ในแต่ละพิกัดมาเขียนเส้นชั้นค่าความต้านทานการแทงทะลุดินแสดงด้วยภาพที่ 46 ถึงภาพที่ 57 ผลที่ได้จากการทดลองแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความต้านทานการแทงทะลุดิน ทั้งนี้พิจารณาจากค่าความต้านทานการแทงทะลุดินก่อนที่ล้อย่างวิ่งผ่านบนผิวดินมีค่าประมาณ 0.15 MPa

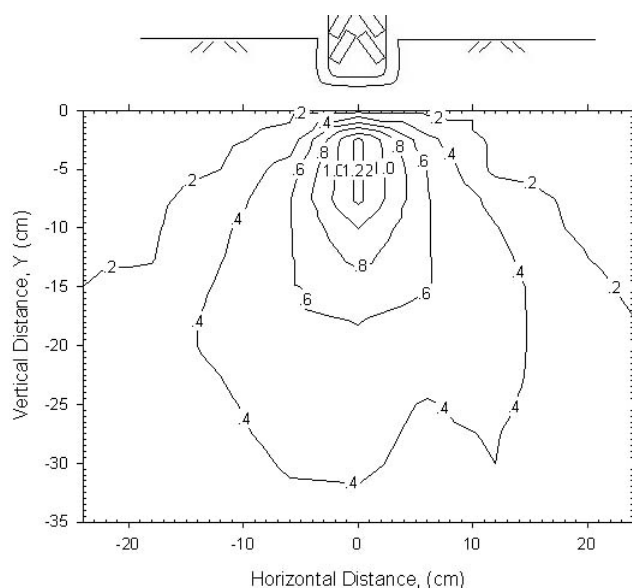
จากผลค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน ที่จำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว และปริมาณความชื้น 10% (d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 200 kg ที่แสดงโดยภาพที่ 46 ภายหลังที่ล้อย่างวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดินที่มากที่สุด 0.50 MPa มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อย่างที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่างเป็นระยะ 5 cm และ 13 cm ตามลำดับ และแผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่างเป็นระยะทาง 1 cm เท่ากันทั้งสองด้าน



ภาพที่ 46 เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดิน ภายใต้ง่อนไขความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 200 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว

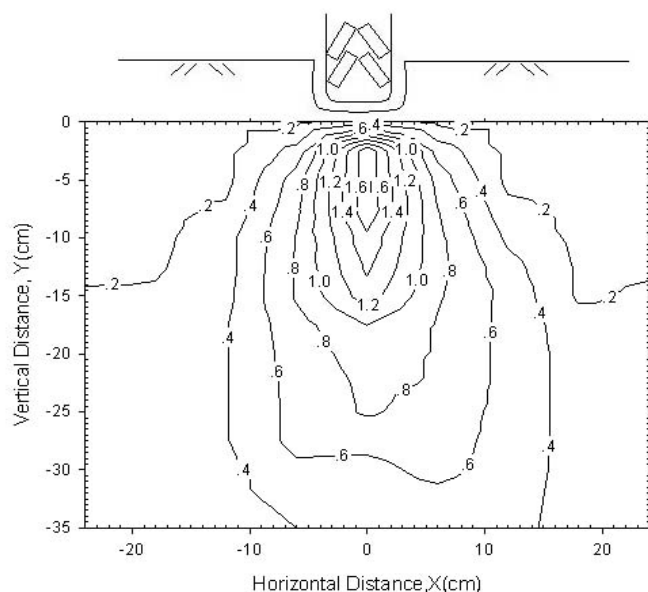
ผลการทดลองที่ล้อย่างวิ่งผ่านผิวดิน 6 เที่ยว ปริมาณความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 200 kg แสดงด้วยภาพที่ 47 ภายหลังที่ล้อย่างวิ่งบนผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้น

ความต้านทานการแทงทะลุดินที่มากที่สุด 1.20 MPa มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อยางที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะ 2.5 cm และ 8.0 cm ตามลำดับ แผ่นกระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะ 0.8 cm เท่ากันทั้งสองด้าน เมื่อเปรียบเทียบผลความต้านทานการแทงทะลุดินที่ 1 เทียบกับ 6 เทียบพบว่า เมื่อเทียบเพิ่มขึ้น ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้นด้วย



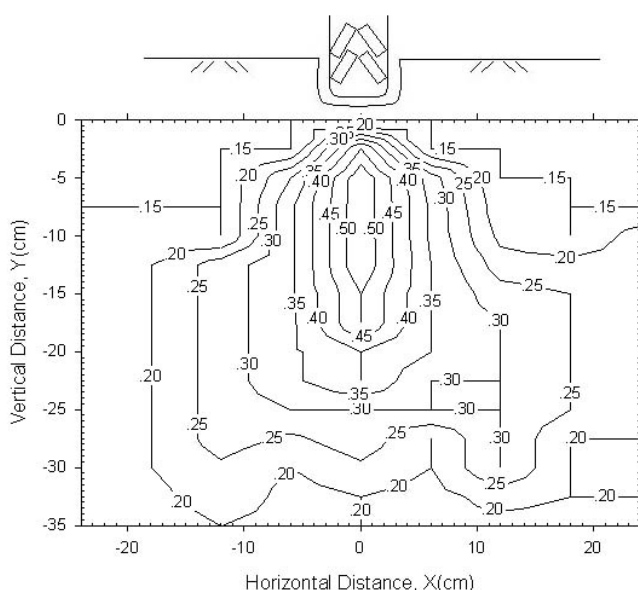
ภาพที่ 47 เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดิน ภายใต้เงื่อนไขความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 200 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว

การทดลองที่ล้อยางวิ่งช้าบนผิวดิน 12 เที่ยว ปริมาณความชื้น 10 % (d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 200 kg แสดงด้วยภาพที่ 48 ภายหลังที่ล้อยางวิ่งบนผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดินที่มากที่สุด 1.6 MPa มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อยางที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยาง เป็นระยะ 2.5 cm และ 9.5 cm ตามลำดับ การแผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะ 1.0 cm เท่ากันทั้งสองด้าน เมื่อเปรียบเทียบผลความต้านทานการแทงทะลุดิน พบว่าค่าความต้านทานการแทงทะลุดินสูงกว่าผลการทดลองเที่ยววิ่ง 1 เที่ยวประมาณ 3 เท่า พิจารณาเปรียบเทียบกับเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว พบว่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้นจาก 1.2 MPa เป็น 1.6 MPa จากผลดังกล่าวแสดงว่า ดินจะถูกบดอัดมากในเที่ยววิ่งที่ 1 ถึงเที่ยววิ่งที่ 6



ภาพที่ 48 เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดิน ภายใต้เงื่อนไขความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 200 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว

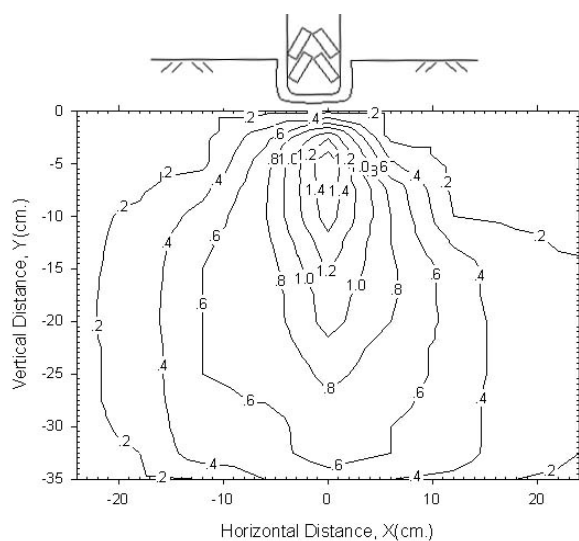
สภาวะการทดลองที่ล้อย่างวิ่งบนผิวดิน 1 เที่ยวปริมาณความชื้น 10 % (d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 49 ภายหลังจากที่ล้อย่างวิ่งบนผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุของดินที่มากที่สุด 0.50 MPa มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อย่างที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่างเป็นระยะ 4 cm และ 15 cm ตามลำดับ แผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่างเป็นระยะ 1.0 cm เท่ากันทั้งสองด้านพิจารณาเปรียบเทียบผลการทดลองที่น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg พบว่าค่าความต้านทานการแทงทะลุดินมากที่สุดมีค่าเดียวกัน 0.5 MPa แต่จากลักษณะเส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดินพบว่าน้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg มีผลต่อลักษณะเส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดินมากกว่าที่น้ำหนักกดทับ 200 kg



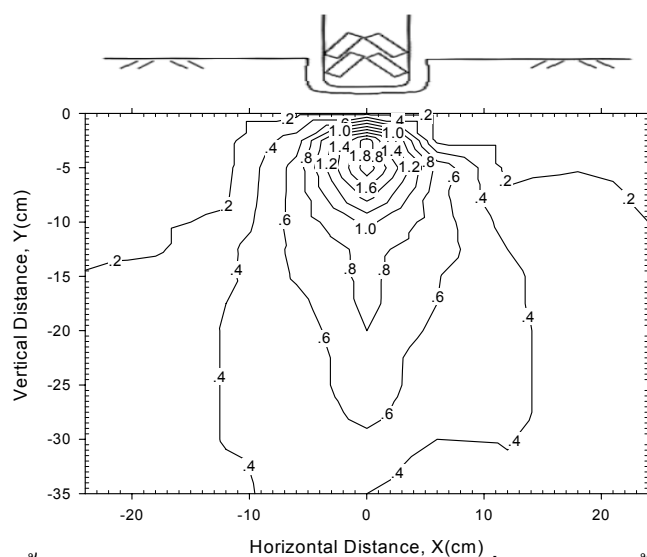
ภาพที่ 49 เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดิน ภายใต้เงื่อนไขความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 320 kg จำนวนเทียวง 1 เทียวง

ผลการทดลองที่ล้อย่างวิ่งเข้าบนผิวดิน 6 เทียวง ปริมาณความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 50 ภายหลังจากที่ล้อย่างวิ่งบนผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดินที่มากที่สุด 1.40 MPa มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อย่างที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่างเป็นระยะ 2.4 cm และ 11.5 cm ตามลำดับ และแผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่าง 1.5 cm และ 1.2 cm ตามลำดับ พิจารณาเปรียบเทียบกับที่จำนวนเทียวงวิ่งของล้อย่าง 1 เทียวง พบว่า ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้นจาก 0.5 MPa เป็น 1.4 MPa ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเปลี่ยนแปลงมากกว่า 2 เท่า

ผลการทดลองที่ล้อย่างวิ่งเข้าบนผิวดิน 12 เทียวง ปริมาณความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 51 ภายหลังจากที่ล้อย่างวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุของดินที่มากที่สุด 1.8 MPa มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อย่างที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่าง เป็นระยะ 2.5 cm และ 9.5 cm ตามลำดับ การแผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่างเป็นระยะ 0.8 cm เท่ากันทั้งสองด้าน เมื่อเปรียบเทียบผลความต้านทานการแทงทะลุดินที่ 1 เทียวง พบว่าค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้น จาก 0.5 MPa เป็น 1.8 MPa เห็นได้ว่าค่าเพิ่มขึ้นกว่า 3 เท่าเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับผลความต้านทานการแทงทะลุดินที่ 6 เทียวง พบว่าค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้นเล็กน้อย



ภาพที่ 50 เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดิน ภายใต้เงื่อนไขความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกด
ทับกระทำบนล้อย่าง 320 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว

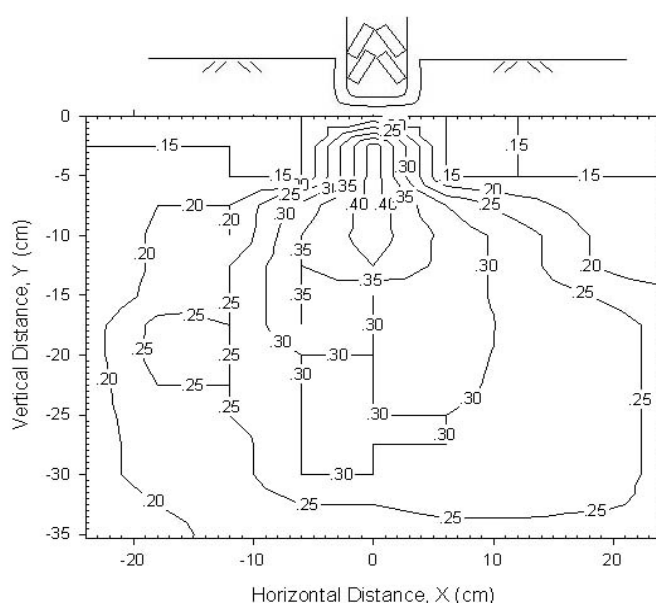


ภาพที่ 51 เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดิน ภายใต้เงื่อนไขความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนักกด
ทับกระทำบนล้อย่าง 320 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว

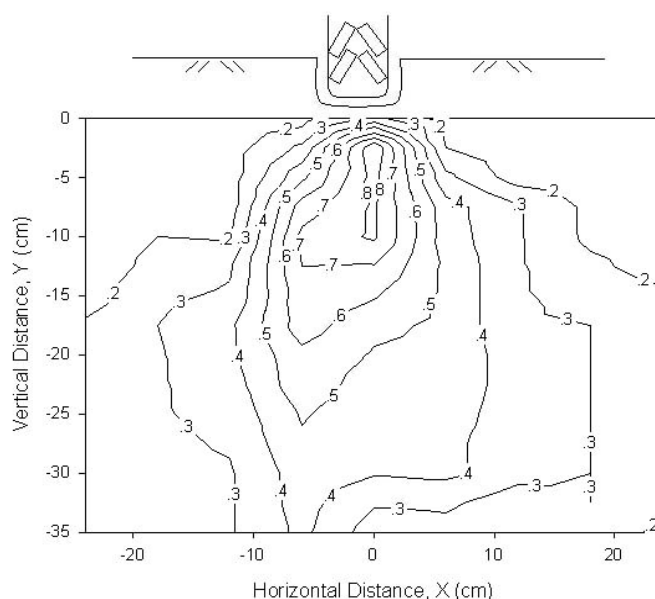
ผลการทดลองที่ล้อย่างวิ่งบนผิวดิน 1 เที่ยว ปริมาณความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 200 kg แสดงด้วยภาพที่ 52 ภายหลังจากที่ล้อย่างวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดินที่มากที่สุด 0.40 MPa มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อย่างที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่าง เป็นระยะ 2.5 cm และ 12.5 cm ตามลำดับ การแผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่างเป็นระยะ 2.0 cm เท่ากันทั้งสองด้าน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่ ปริมาณความชื้น 10% (d.b.) พบว่าค่าความต้านทานการแทง

ทะเลดินที่ปริมาณความชื้น 16%(d.b.) มีค่าน้อยกว่า กรณีการทดลองที่น้ำหนักกดทับล้อย่างและจำนวนเที่ยววิ่งเท่ากัน

ผลการทดลองที่ล้อย่างวิ่งข้ามบนผิวดิน 6 เที้ยว ปริมาณความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 200 kg แสดงด้วยภาพที่ 53 ภายหลังที่ล้อย่างวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดินที่มากที่สุด 0.80 MPa มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อย่างที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่าง เป็นระยะ 2.0 cm และ 11.0 cm ตามลำดับ แผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่างไปด้านซ้ายและขวาเป็นระยะ 1.5 cm และ 1.2 cm ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลความต้านทานการแทงทะลุดินที่ 1 เที้ยววิ่งพบว่าค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้น ประมาณ 2 เท่า



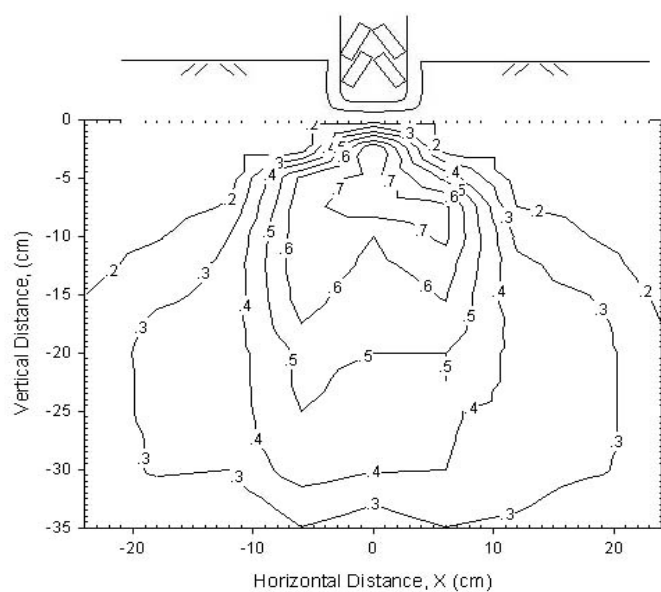
ภาพที่ 52 เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดิน ภายใต้เงื่อนไขความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 200 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที้ยว



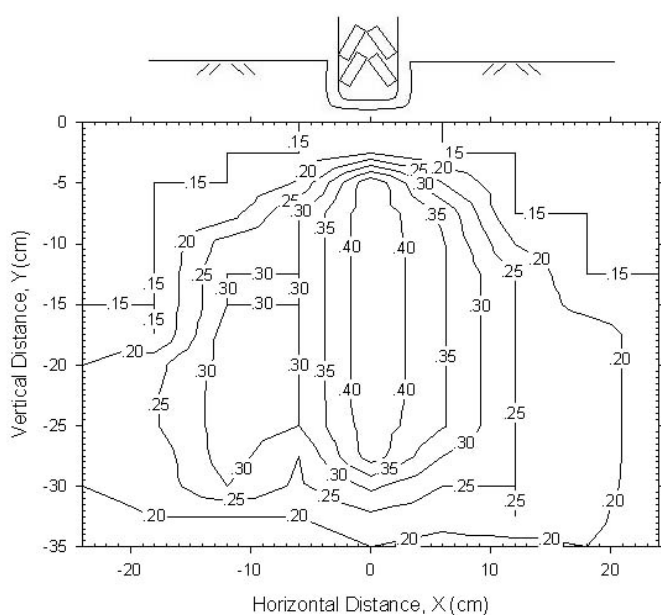
ภาพที่ 53 เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดิน ภายใต้เงื่อนไขความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 200 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว

ผลการทดลองที่ล้อย่างวิ่งบนผิวดิน 12 เที่ยว ปริมาณความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 200 kg แสดงด้วยภาพที่ 54 ภายหลังที่ล้อย่างวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดินที่มากที่สุดที่ 0.70 MPa มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อย่างที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่าง เป็นระยะ 2.0 cm และ 11.0 cm ตามลำดับ แผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่างไปด้านซ้าย และขวาเป็นระยะ 4.4 cm และ 6.0 cm ตามลำดับ พิจารณาเปรียบเทียบกับจำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว พบว่าค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้น จาก 0.4 MPa เป็น 0.7 MPa แต่เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว พบว่ามีค่าลดลงจาก 0.8 MPa เหลือ 0.7 MPa

ผลการทดลองที่ล้อย่างวิ่งบนผิวดิน 1 เที่ยว ปริมาณความชื้น 16% (d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 55 ภายหลังที่ล้อย่างวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุของดินที่มากที่สุดที่ 0.40 MPa มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อย่างที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่าง เป็นระยะ 4.5 cm และ 28.0 cm ตามลำดับ แผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่างเป็นระยะ 2.0 cm และ 3.0 cm ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่ปริมาณความชื้น 10 %(d.b.) พบว่าค่าความต้านทานการแทงทะลุดินที่ปริมาณความชื้น 10 % (d.b.) มีค่ามากกว่า 0.1 MPa



ภาพที่ 54 เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดิน ภายใต้เงื่อนไขความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 200 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว

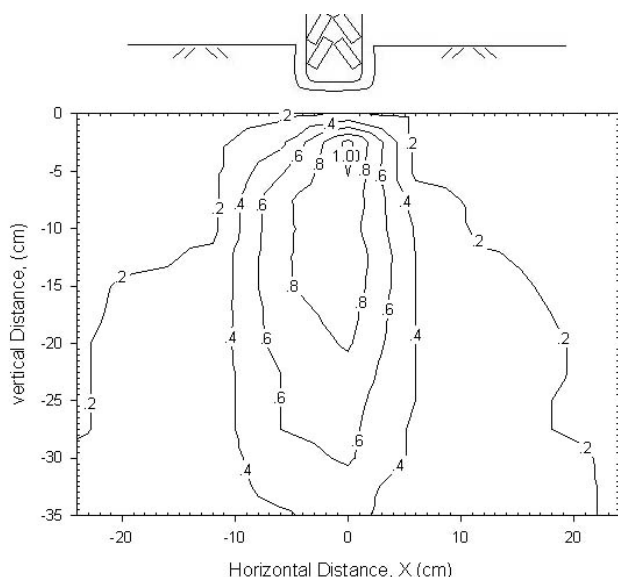


ภาพที่ 55 เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดิน ภายใต้เงื่อนไขความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 320 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว

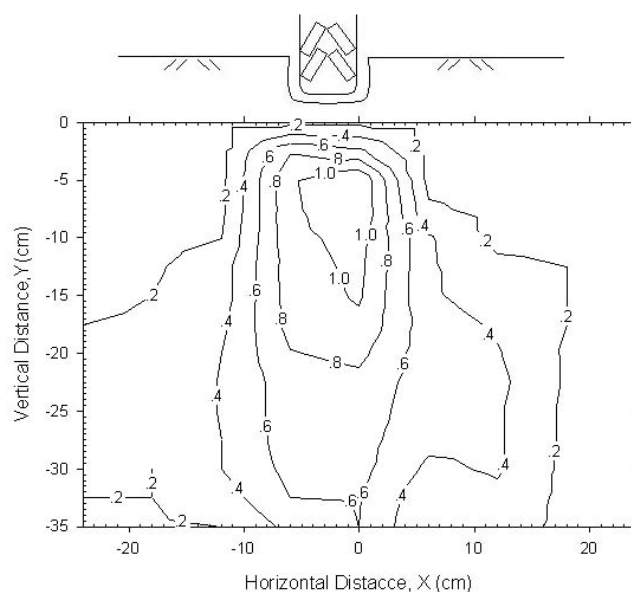
ผลการทดลองที่ล้อยางวิ่งข้ามบนผิวดิน 6 เที่ยว ปริมาณความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 56 ภายหลังที่ล้อยางวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดินที่มากที่สุด 1.0 MPa มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัส

ระหว่างดินกับล้อยางที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยาง เป็นระยะ 2.5 cm และ 5.5 cm ตามลำดับ แผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะ 1.0 cm และ 0.2 cm ตามลำดับ พิจารณาเปรียบเทียบค่าความต้านทานการแทงทะลุดินกับการทดลองที่เกี่ยวว้างของล้อ 1 เทียว พบว่าค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้นจาก 0.4 MPa เป็น 1.0 MPa โดยเพิ่มขึ้น 2.5 เท่า

ผลการทดลองที่ล้อยางวิ่งข้ามบนผิวดิน 12 เทียว ปริมาณความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 57 ภายหลังที่ล้อยางวิ่งผ่านผิวดินปรากฏให้เห็นเส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดินที่มากที่สุด 1.0 MPa มีขอบเขตบนและล่างอยู่ต่ำกว่าผิวสัมผัสระหว่างดินกับล้อยางที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยาง เป็นระยะ 4.0 cm และ 16.5 cm ตามลำดับ แผ่กระจายไปทางซ้ายและขวาห่างจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นระยะ 6 cm และ 1.2 cm ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับผลของเทียวว้าง 1 เทียว ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้นจาก 0.4 MPa เป็น 1.0 MPa แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับจำนวนเทียวว้าง 6 เทียว พบว่าค่าความต้านทานการแทงทะลุดินไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ขอบเขตของการแผ่กระจายของเส้นชั้นค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มมากขึ้น



ภาพที่ 56 เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดิน ภายใต้เงื่อนไขความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อยาง 320 kg จำนวนเทียวว้าง 6 เทียว



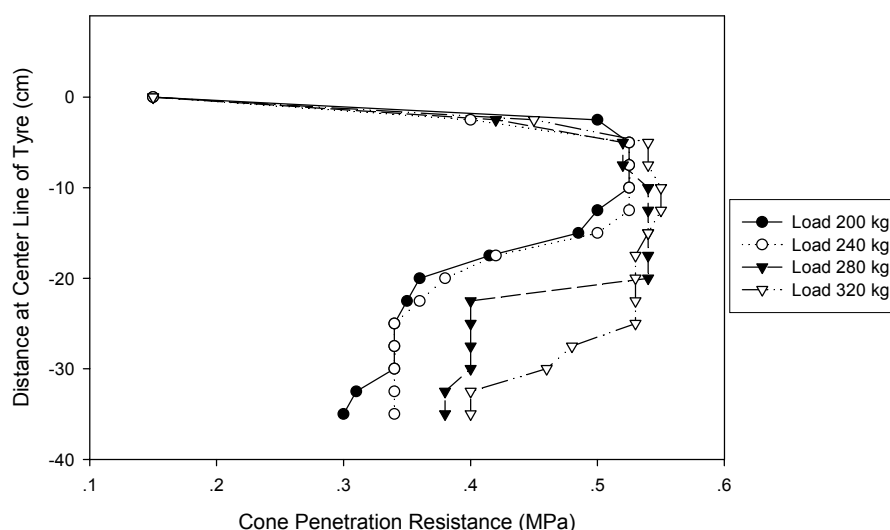
ภาพที่ 57 เส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดิน ภายใต้เงื่อนไขความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนักกดทับกระทำบนล้อย่าง 320 kg จำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว

3. กราฟค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน กับระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่าง

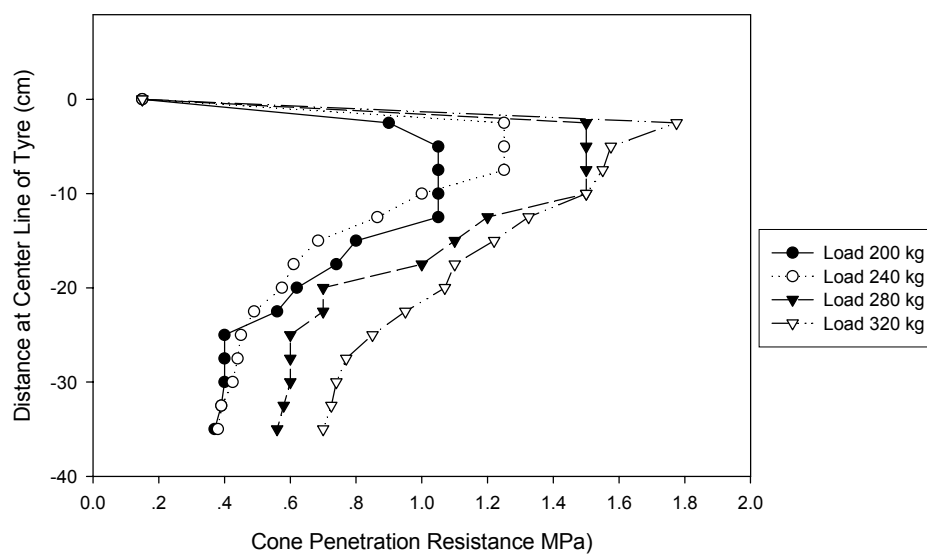
จากภาพที่ 58 ถึง 63 เป็นกราฟแสดงข้อมูลระหว่างความต้านทานการแทงทะลุดินกับระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อย่างซึ่งแสดงในระบบ 2 มิติ เพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างของผลความต้านทานการแทงทะลุดินในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง ผลการทดลองปัจจัยจำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว ความชื้น 10% (d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200, 240, 280 และ 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 58 พบว่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มน้ำหนักกดทับล้อย่าง ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินค่ามากที่สุดอยู่ระหว่าง 0.52 ถึง 0.55 MPa ที่ตำแหน่งระดับความลึก 5.0-10.0 cm เปลี่ยนแปลงจากค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเริ่มต้น 0.15 MPa

ผลการทดลองปัจจัยจำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว ความชื้น 10% (d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200, 240, 280 และ 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 59 พบว่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มน้ำหนักกดทับล้อย่าง ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินค่ามากที่สุดอยู่ระหว่าง 1.05 ถึง 1.75 MPa ที่ตำแหน่งระดับความลึก 2.5-7.5 cm เปลี่ยนแปลงจากค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเริ่มต้น 0.15 MPa พิจารณาเปรียบเทียบกับเที่ยววิ่งล้อย่าง 1 เที่ยวกับ 6 เที่ยว พบว่าที่เที่ยววิ่งบนผิวดิน 6 เที่ยวมีค่าความต้านทานการแทงทะลุดินสูงกว่าประมาณ 2 ถึง 3 เท่า

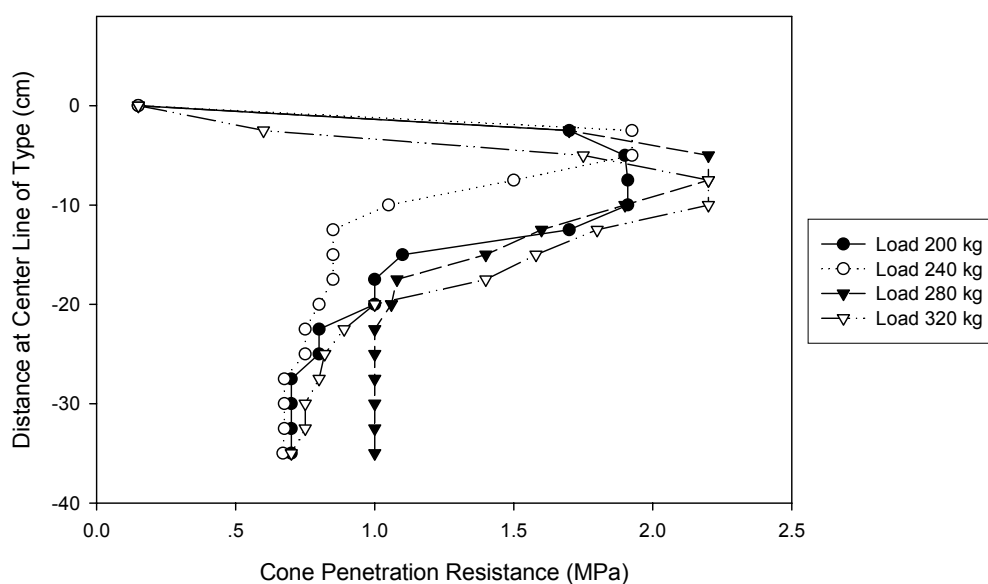
ผลการทดลองปัจจัยจำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว ความชื้น 10% (d.b.) น้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 60 พบว่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเพิ่มน้ำหนักกดทับล้อยาง ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินค่ามากที่สุดอยู่ระหว่าง 1.91 ถึง 2.20 MPa ที่ตำแหน่งระดับความลึก 5.0-7.5 cm เปลี่ยนแปลงจากค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเริ่มต้น 0.15 MPa พิจารณาเปรียบเทียบกับเที่ยววิ่งล้อยาง 1, 6 และ 12 เที่ยว พบว่าที่เที่ยววิ่งบนผิวดิน 12 เที่ยวมีค่าความต้านทานการแทงทะลุดินมีค่าสูงกว่าเที่ยววิ่ง 1 เที่ยวประมาณ 3 ถึง 4 เท่า แต่ผลค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเที่ยววิ่ง 12 เที่ยวมีค่าสูงกว่าเที่ยววิ่ง 6 เที่ยวเพียงเล็กน้อย



ภาพที่ 58 กราฟความต้านทานการแทงทะลุดิน กับระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยาง ของน้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ความชื้น 10%(d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว



ภาพที่ 59 กราฟความต้านทานการแทงทะลุดินกับระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อของน้ำหนักกดทับล้อ 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ความชื้น 10%(d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว

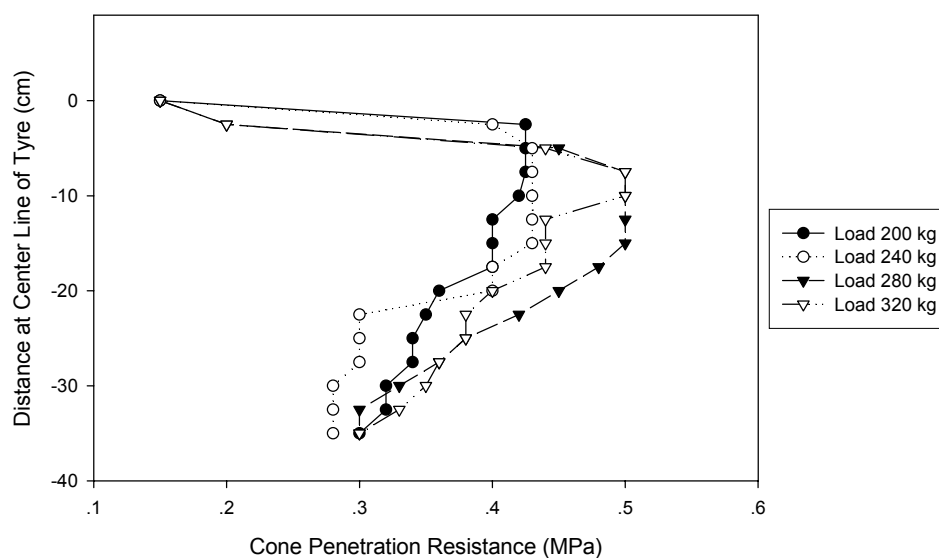


ภาพที่ 60 กราฟความต้านทานการแทงทะลุดินกับระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อของน้ำหนักกดทับล้อ 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ความชื้น 10%(d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว

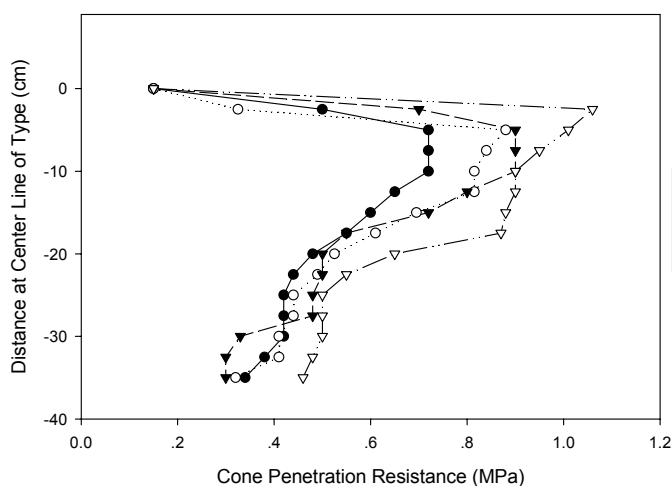
ผลการทดลองปัจจัยจำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว ความชื้น 16% (d.b.) น้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 61 พบว่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มน้ำหนักกดทับล้อยาง พิจารณาที่ความลึก 12.5-25.0 cm ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินที่ปัจจัยน้ำหนัก 280 kg สูงกว่าค่าน้ำหนักกดทับล้อยาง 320 kg เล็กน้อยซึ่งพฤติกรรมของผลดังกล่าวจะเกิดในกรณีเที่ยววิ่งล้อยาง 1 เที่ยว แสดงถึงพฤติกรรมการอัดตัวของดินขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นเช่น ความสม่ำเสมอของดินก่อนการทดลอง ในเที่ยวบินอัด 6 และ 12 เที่ยว พฤติกรรมเช่นนี้จะไม่ปรากฏ ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินค่ามากที่สุดอยู่ระหว่าง 0.43 ถึง 0.50 MPa ที่ตำแหน่งระดับความลึก 5.0-15.0 cm เปลี่ยนแปลงจากค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเริ่มต้น 0.15 MPa

ผลการทดลองปัจจัยจำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว ความชื้น 16% (d.b.) น้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 62 พบว่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มน้ำหนักกดทับล้อยาง ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินค่ามากที่สุดอยู่ระหว่าง 0.72 ถึง 1.06 MPa ที่ตำแหน่งระดับความลึก 2.5-10.0 cm เปลี่ยนแปลงจากค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเริ่มต้น 0.15 MPa พิจารณาเปรียบเทียบกับเที่ยววิ่งล้อยาง 1 เที่ยวกับ 6 เที่ยว พบว่าที่เที่ยววิ่งบนผิวดิน 6 เที่ยวมีค่าความต้านทานการแทงทะลุดินสูงกว่าประมาณ 2 เท่า

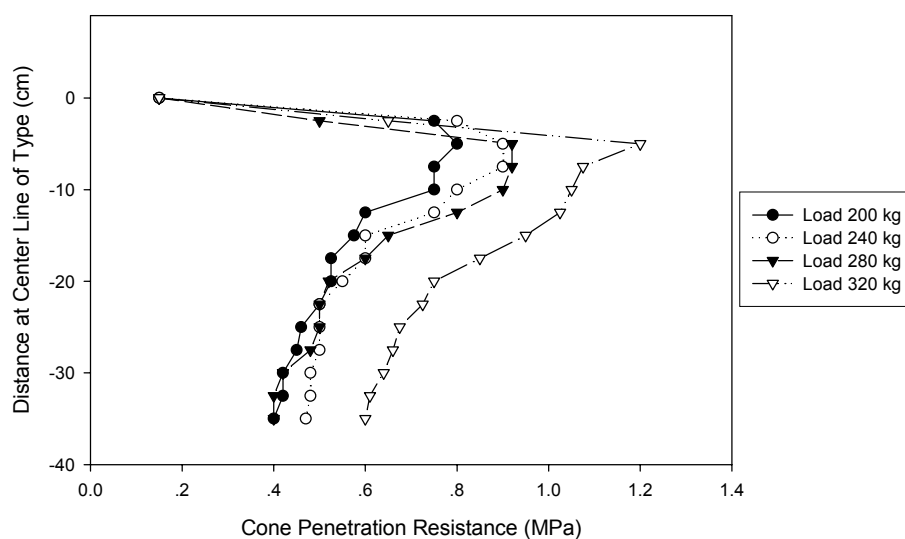
ผลการทดลองปัจจัยจำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว ความชื้น 16% (d.b.) น้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg แสดงด้วยภาพที่ 63 พบว่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มน้ำหนักกดทับล้อยาง ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินค่ามากที่สุดอยู่ระหว่าง 0.80 ถึง 1.20 MPa ที่ตำแหน่งระดับความลึก 2.5-10.0 cm เปลี่ยนแปลงจากค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเริ่มต้น 0.15 MPa พิจารณาเปรียบเทียบกับเที่ยววิ่งล้อยาง 1, 6 และ 12 เที่ยว พบว่าที่เที่ยววิ่งบนผิวดิน 12 เที่ยวมีค่าความต้านทานการแทงทะลุดินมีค่าสูงกว่าเที่ยววิ่ง 1 เที่ยวประมาณ 2 เท่า แต่ผลค่าความต้านทานการแทงทะลุดินที่เที่ยววิ่ง 12 เที่ยวมีค่าสูงกว่าเที่ยววิ่ง 6 เที่ยวเพียงเล็กน้อย พิจารณาเปรียบเทียบผลค่าความต้านทานการแทงทะลุดินปัจจัยความชื้น 10%(d.b.) กับ 16%(d.b.) พบว่าค่าความต้านทานการแทงทะลุดินที่ความชื้น 10%(d.b.) มีค่าสูงกว่าที่ความชื้น 16%(d.b.)



ภาพที่ 61 กราฟความต้านทานการแทงทะลุกับระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยาง
ของน้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ความชื้น 16%(d.b.) จำนวน
เที่ยววิ่ง 1 เที่ยว



ภาพที่ 62 กราฟความต้านทานการแทงทะลุกับระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยาง
ของน้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ความชื้น 16%(d.b.) จำนวน
เที่ยววิ่ง 6 เที่ยว



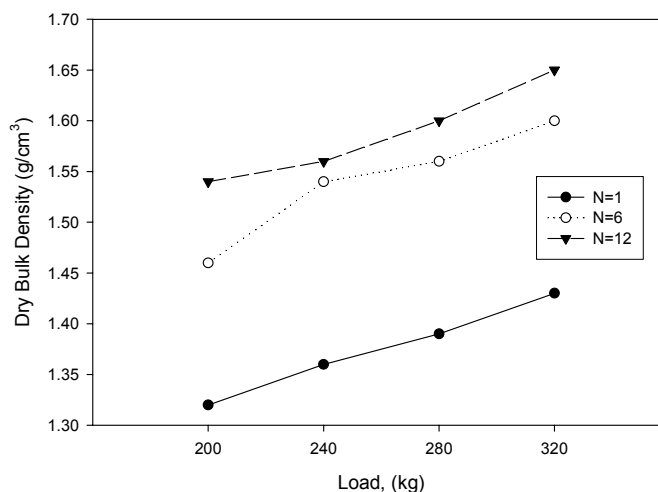
ภาพที่ 63 กราฟความต้านทานการแทงทะลุดินกับระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อของน้ำหนักกดทับล้อ 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ความชื้น 16%(d.b.) จำนวนเทียวกิ่ง 12 เทียวกิ่ง

4. กราฟค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินกับน้ำหนักกดทับล้อ และจำนวนเทียวกิ่งในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง

จากภาพที่ 64 และ 65 เป็นกราฟแสดงข้อมูลระหว่างความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดิน กับ น้ำหนักที่กดทับล้อ และจำนวนเทียวกิ่ง ที่ปริมาณความชื้น 10% (d.b.) และ 16% (d.b.) ซึ่งแสดงในระบบ 2 มิติ เพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างของผลความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง

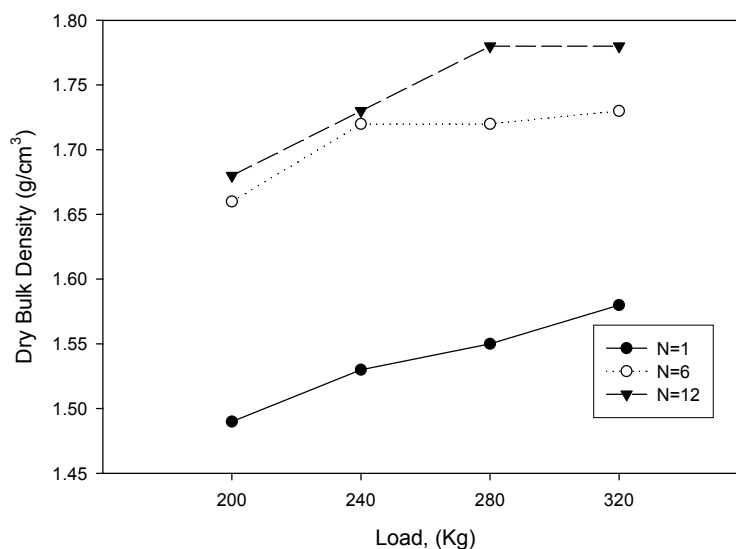
ผลการทดลองค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินที่น้ำหนักกดทับล้อ 200, 240, 280 และ 320 kg ความชื้น 10%(d.b.) จำนวนเทียวกิ่ง 1, 6 และ 12 เทียวกิ่งแสดงด้วยภาพที่ 64 พบว่าค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มน้ำหนักกดทับล้อ และจำนวนเทียวกิ่งเพิ่มขึ้น เปรียบเทียบค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินระหว่างเทียวกิ่งที่ 1 กับเทียวกิ่งที่ 6 พบว่าค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินมีความแตกต่างกันมาก แต่เมื่อพิจารณาผลระหว่างเทียวกิ่งที่ 6 กับเทียวกิ่งที่ 12 ค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

แสดงถึงดินถูกบดอัดมากในเที่ยววิ่งของล้อภายในเที่ยววิ่งที่ 1 ถึงเที่ยววิ่งที่ 6 ผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Canillas and Salokhe (2002) ผลการศึกษาการอัดแน่นดินทางการเกษตรพบว่าดินจะถูกบดอัดมากในระหว่างการวิ่งผ่านของล้อภายในเที่ยวที่ 1 ถึง 3 เที่ยว



ภาพที่ 64 กราฟความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินกับน้ำหนักกดทับล้อ 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ความชื้น 10%(d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 1, 6 และ 12 เที่ยว

ผลการทดลองค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินที่น้ำหนักกดทับล้อ 200, 240, 280 และ 320 kg ความชื้น 16%(d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 1, 6 และ 12 เที่ยวแสดงด้วยภาพที่ 65 พบว่าค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มน้ำหนักกดทับล้อ และจำนวนเที่ยววิ่งเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับผลการทดลองที่ความชื้น 10%(d.b.) เปรียบเทียบค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินระหว่างเที่ยววิ่งที่ 1 กับเที่ยววิ่งที่ 6 พบว่าค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินมีความแตกต่างกันมาก แต่เมื่อพิจารณาผลระหว่างเที่ยววิ่งที่ 6 กับเที่ยววิ่งที่ 12 ค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แสดงถึงดินถูกบดอัดมากในเที่ยววิ่งที่ 1 ถึงเที่ยววิ่งที่ 6 พิจารณาเปรียบเทียบผลจากความชื้นพบว่าที่ความชื้น 16% (d.b.) ค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินมีค่ามากกว่าที่ความชื้น 10% (d.b.)

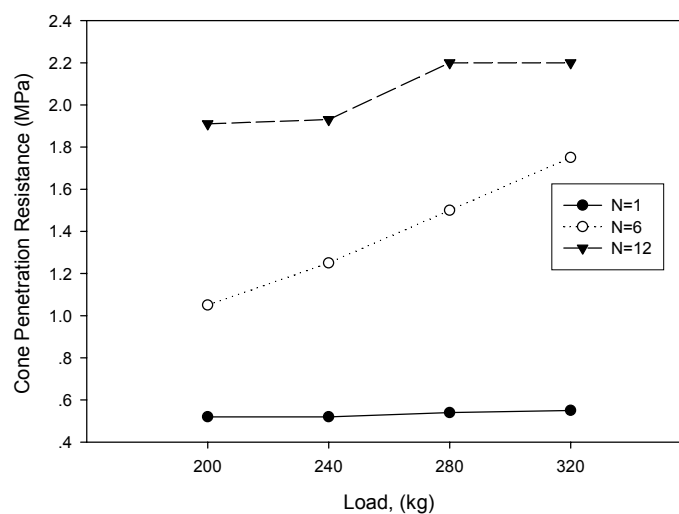


ภาพที่ 65 กราฟความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินกับน้ำหนักกดทับล้อย่าง 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ความชื้น 16%(d.b.) จำนวนเถยว้าง 1, 6 และ 12 เถยว

5. กราฟค่าความต้านทานการแทงทะลุดินกับน้ำหนักกดทับล้อย่าง และจำนวนเถยว้างในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง

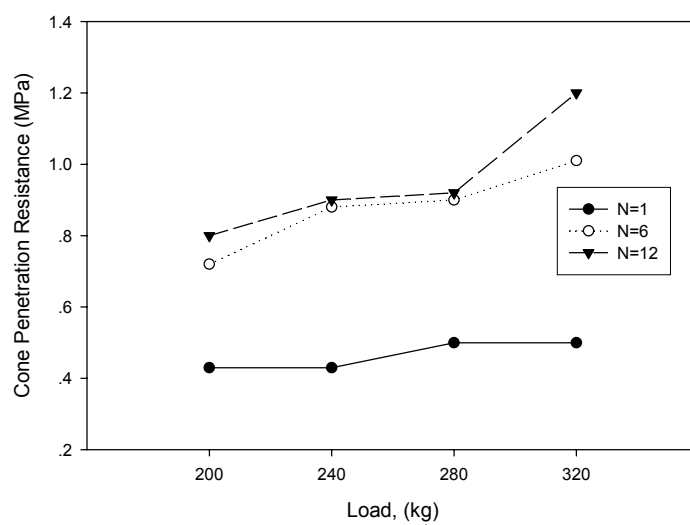
จากภาพที่ 66 และ 67 เป็นกราฟข้อมูลระหว่างค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน กับน้ำหนักที่กดทับล้อย่าง และจำนวนเถยว้าง ที่ปริมาณความชื้น 10% (d.b.) และ 16% (d.b.) ซึ่งแสดงในระบบ 2 มิติ เพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างของผลค่าความต้านทานการแทงทะลุดินในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง

ผลการทดลองค่าความต้านทานการแทงทะลุดินที่น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200, 240, 280 และ 320 kg ความชื้น 10%(d.b.) จำนวนเถยว้าง 1, 6 และ 12 เถยวแสดงด้วยภาพที่ 66 พบว่าค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มน้ำหนักกดทับล้อย่าง และจำนวนเถยว้างที่เพิ่มขึ้น แต่ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดินที่เงื่อนไขการทดลองเถยว้าง 1 เถยว น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg กับ 240 kg มีค่าเท่ากัน และในเถยว้างที่ 12 เถยว น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg กับ 240 kg ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แสดงถึงผลจากน้ำหนักกดทับล้อย่าง มีอิทธิพลน้อยกว่าจำนวนเถยว้าง ผลการทดลองพบว่าที่ความชื้นดิน 10%(d.b.) เปรียบเทียบผลในเถยว้างที่ 1, 6 และ 12 เถยว ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ



ภาพที่ 66 กราฟค่าความต้านทานการแทงทะลุดินกับน้ำหนักกดทับล้อย่าง 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ความชื้น 10%(d.b.) จำนวนที่ขยว้าง 1, 6 และ 12 เที้ยว

ผลการทดลองค่าความต้านทานการแทงทะลุดินที่น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200, 240, 280 และ 320 kg ความชื้น 16%(d.b.) จำนวนที่ขยว้าง 1, 6 และ 12 เที้ยวแสดงด้วยภาพที่ 67 พบว่าค่าความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มน้ำหนักกดทับล้อย่าง และจำนวนที่ขยว้างที่เพิ่มขึ้น เปรียบเทียบค่าความต้านทานการแทงทะลุดินระหว่างที่ขยว้างที่ 1 กับที่ขยว้างที่ 6 พบว่าค่าความต้านทานการแทงทะลุดินมีค่าแตกต่างกันมาก แต่เมื่อพิจารณาผลระหว่างที่ขยว้างที่ 6 กับที่ขยว้างที่ 12 ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แสดงถึงดินถูกบดอัดมากในที่ขยว้างที่ 1 ถึง 6 พิจารณาเปรียบเทียบผลจากความชื้นพบว่าที่ความชื้น 16%(d.b.) ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินมีค่าน้อยกว่าที่ความชื้น 10%(d.b.) แสดงถึงความชื้นมีผลกับค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน ในดินที่มีความชื้น 16%(d.b.) มีค่าความหนาแน่นสูงกว่าดินความชื้น 10%(d.b.) แต่ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินมีค่าน้อยกว่า



ภาพที่ 67 กราฟค่าความต้านทานการแทงทะลุดินกับน้ำหนักกดทับสัณฐาน 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ความชื้น 16%(d.b.) จำนวนที่ขว้าง 1, 6 และ 12 เที้ยว

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ผลจากการศึกษาพฤติกรรมการกระจายความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง และการกระจายความต้านทานการแทงทะลุของดินภายหลังที่ล้อย่าง 5 - 10 in. วิ่งผ่านผิวดินชนิด loam ในกระบะดินขนาดความกว้าง 80 cm ยาว 250 cm ลึก 60 cm น้ำหนักที่ใช้กดทับล้อย่าง 200, 240, 280 และ 320 kg ภายใต้ง่อนไขปริมาณความชื้นดิน 10%(d.b.) และ 16 %(d.b.) จำนวนเที่ยวที่ล้อย่างวิ่งบนผิวดิน 1, 6 และ 12 เที่ยว

พบว่าพฤติกรรมการกระจายความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง และการกระจายความต้านทานการแทงทะลุของดินเปลี่ยนแปลงตามน้ำหนักกดทับและจำนวนเที่ยววิ่งที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ เมื่อน้ำหนักกดทับและจำนวนเที่ยววิ่งเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ค่า และขอบเขตการแผ่กระจายของเส้นชั้นความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดิน และเส้นชั้นความต้านทานการแทงทะลุดินเพิ่มขึ้น พิจารณาผลจากความชื้นพบว่าที่ปริมาณความชื้น 16%(d.b.) ค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินมากกว่าที่ปริมาณความชื้น 10%(d.b.) แต่ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินพบว่าที่ปริมาณความชื้น 10%(d.b.) มีค่ามากกว่าดินที่ปริมาณความชื้น 16%(d.b.) แสดงถึงความชื้นมีผลกับค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน ในดินที่ปริมาณความชื้น 16%(d.b.) มีค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินสูงกว่าดินความชื้น 10%(d.b.) แต่ค่าความต้านทานการแทงทะลุดินมีค่าน้อยกว่า

ภายหลังที่ล้อย่างวิ่งบนผิวดิน 1, 6 และ 12 เที่ยว ที่ปริมาณความชื้น 10%(d.b.) ค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินที่มากที่สุด ที่น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg มีค่า 1.32, 1.46 และ 1.54 g/cm³ ตามลำดับ ที่น้ำหนักกดทับล้อย่าง 240 kg มีค่า 1.36, 1.54 และ 1.56 g/cm³ ที่น้ำหนักกดทับล้อย่าง 280 kg มีค่า 1.39, 1.56 และ 1.60 g/cm³ ที่น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg มีค่าเท่ากับ 1.53, 1.60 และ 1.65 g/cm³ ตามลำดับ ผลการทดลองของดินความชื้น 16% (d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg พบว่า ค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินที่มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 1.49, 1.66 และ 1.68 g/cm³ ตามลำดับ น้ำหนักกดทับล้อย่าง 240 kg มีค่าเท่ากับ 1.53, 1.72 และ 1.73 g/cm³ ตามลำดับ น้ำหนักกดทับล้อย่าง 280 kg มีค่าเท่ากับ 1.55, 1.72 และ 1.78 g/cm³ ตามลำดับ น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg มีค่าเท่ากับ 1.58, 1.73 และ 1.79 g/cm³ ตามลำดับ ผลของค่าความต้านทานการแทงทะลุดินที่มากที่สุดที่ปริมาณความชื้น 10 % (d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg มีค่า 0.52, 1.05

และ 1.91 MPa ตามลำดับ น้ำหนักกดทับล้อย่าง 240 kg มีค่าเท่ากับ 0.52, 1.25 และ 1.93 MPa น้ำหนักกดทับล้อย่าง 280 kg มีค่าเท่ากับ 0.54, 1.50 และ 2.20 MPa น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg มีค่าเท่ากับ 0.55, 1.75 และ 2.20 MPa ตามลำดับ และความต้านทานการแทงทะลุของดินที่ความชื้น 16% (d.b.) น้ำหนักกดทับล้อย่าง 200 kg มีค่าเท่ากับ 0.43, 0.72 และ 0.80 MPa น้ำหนักกดทับล้อย่าง 240 kg มีค่า 0.43, 0.88 และ 0.90 MPa น้ำหนักกดทับล้อย่าง 280 kg มีค่าเท่ากับ 0.50, 0.90 และ 0.92 MPa น้ำหนักกดทับล้อย่าง 320 kg มีค่าเท่ากับ 0.50, 1.01 และ 1.20 MPa ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาผลจากการบดอัดในเที่ยววิ่งที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบกับเที่ยววิ่งที่ 1, 6 และ 12 เที่ยว เพื่อศึกษาการอัดแน่นของดินว่าดินมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดเกิดขึ้นที่เที่ยววิ่งใด
2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบกับลักษณะเนื้อดินชนิดอื่น ๆ
3. จากการทำการวิจัยพบว่าการเตรียมดิน และการเก็บข้อมูล ต้องใช้ความประณีต เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำ ผู้ทำการวิจัยต้องใช้ประสบการณ์ และความรู้ที่หลากหลาย ควรมีการวิเคราะห์ผลการทดลองอย่างต่อเนื่องระหว่างทำการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- กิตติชัย ไตรรัตนศิริชัย. 2536. การศึกษาการกระจายของความเค็มภายใต้ผิวสัมผัสระหว่างลื้อและดิน. วิศวกรรมสาร ม.ข. 20 (1) : 1-11.
- คุณิต หงษ์อุดม. 2546. ศึกษาการตอบสนองทางกายภาพที่เลือกศึกษาของพืชภายใต้สมบัติทางกายภาพของดินที่ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรินทร์ พงศ์สุกสมิทธิ์. 2539. วิศวกรรมธรณีเอนินตาม. พิมพ์ครั้งที่ 3. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- พงษ์สกร ดันสายเพ็ชร. 2544. การศึกษาการบดอัดแน่นตัวของดินในกระเบดินอันเนื่องจากการวิ่งผ่านของล้อยางบนผิวดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พินิจ จิรคกุล. 2548. ผลของการบดอัดดินต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิริศักดิ์ เชิดเกียรติพล. 2545. การศึกษาพฤติกรรมกระจายความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดินและความต้านทานการแทงทะลุของดินภายใต้การวิ่งผ่านของล้อยางบนผิวดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2544. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก2543/2544. กรุงเทพฯ: ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Burger, N., M. Lebert and R. Horn. 1988. **Prediction of the compressibility of arable land.** In J. Drescher, R. Horn and M. De Boodt (Editors), Impact of Water and External Forces on Soil Structure. Catena, Cremlingen, Germany, Catena Supplement 11: pp. 141-151.

Bekker, M.G. 1960. **Off-the-road locomotion : Research and Development in Terramechanics.** Univ. of Michigan Press, Ann Arbor. MI : 220 pp.

_____. 1985. **The effect of tire tread in parametric analyses of tire - soil systems.**
Nat. Res. Counc. Can. Rep. 24146, Ottawa. Ont. : 34 pp.

Canillas, E.C. and Salokhe, V.M. 2002. Modeling compaction in agricultural soils. **Journal of Terramechanic.** 39: 71-84.

Chancellor, W.J., R.H. Schmidt and W.H. Soehne. 1962. Laboratory measurements of soil compaction and plastic flow. **Transactions of the ASAE.** 5 (2) : 235-239.

Charreau, C. and R. Nicou. 1971. Amelioration of the soil profile in sandy and sandy loam soil of the dry tropical zone of West Africa and its agricultural effects. **Agron.Trop.** 20: 209 - 255.

Gill, W.R. and G.E. Vanden Berg. 1967. **Soil Dynamics in Tillage and Traction.**
USDA – ARS, Washington.

Henshall, J.K. and D.L.O. Smith. 1989. An improved method of presenting comparisons of soil compaction effects below wheels. **J.Agric.Eng.Res.** 42 : 1-13.

Hegedus, E. 1965. Pressure distribution under rigid wheels. **Transactions of the ASAE.** 8 : 305-308, 311.

Jun, H., T. Kishimoto, T.R. Way and T. Taniguchi. 1998. Three – directional contact stress distributions for a pneumatic tractor tire in soft soil. **Transactions of the ASAE.** 41 (5) : 1237-1242.

- Koolen, A.J. and H. Kuipers. 1983. **Agricultural Soil Mechanics**. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany.
- Krick, G. 1971. **The interrelations between rigid wheels, pneumatic tyres and soft soil**. Ph.D. thesis, Tech. Univ.
- McKyes, E. 1985. **Soil Cutting and Tillage**. Elsevier Science Publisher B.V., New York.
- Soane, B.D. 1973. Techniques for measuring changes in the packing state and cone resistance of soil after the passage of wheels and tracks. **J. Soil Sci.** 24 :311-323.
- _____ and C. Van Ouwerkerk. 1994. **Soil Compaction in Crop Production**. Elsevier, Netherland.
- Raghavan, G.S.V., E. McKyes, M. Chasse and F. Merineau. 1976. Development of compaction patterns due to machinery operation in an orchard soil. **Canadian Journal Plant Sci.** 56:505-509.
- _____, _____, and B. Beaulieu. 1977a. Prediction of clay soil compaction. **Journal of Terramechanics.** 14 (1):31-38.
- _____, _____, E. Stemshorn., A. Gray and B. Beaulieu. 1977b. Vehicle compaction patterns in clay soil. **Transactions ASAE.** 20 (2) : 218-220,225.
- _____, _____, R. Baxter and G. Gendron. 1979. Traffic- soil- plant (maize) relations. **Journal of Terramechanics.** 16 (4) : 181-189.
- Taylor, H.M., G.M. Roberson and J. Parker. 1966. Soil strength-root penetration relations for medium to coarse-textured soil materials. **Soil Sci.** 102 : 18-22.

Wolkowski, 2002. Identifying and managing soil compaction in field crop production.

University of Wisconsin Available source: Determining Biosolid Application Rates.htm , July 2, 2004.

Wong, J.Y. 1978. **Theory of Ground Vehicles**. John Wiley & Sons, New York.

Young, M. I., G. Wilson., J. Wallace and C.E. Mullinst. 1990. A mini-corer for relative soil strength studies. **J. Agric. Engng. Res.** 46 : 77-79.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการทดลองค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดิน

ตารางผนวกที่ ก1 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10 %(d.b.) น้ำหนักกดทับตัวอย่าง 200 kg เทียววิ่ง 1 เทียว(ครั้งที่ 1)

Coordinate		Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density	
X (cm)	Y (cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of pass = 1, Water Content=10%(d.b.)										
-24	-3	T1	6.56	26.42	24.52	17.96	1.90	10.58	15.77	1.139
-18	-3	T2	7.26	27.40	25.50	18.24	1.90	10.42	15.77	1.157
-12	-3	T3	6.70	27.02	25.10	18.40	1.92	10.43	15.77	1.167
-6	-3	T4	6.32	27.46	25.51	19.19	1.95	10.16	15.77	1.217
0	-3	T5	7.25	29.48	27.52	20.27	1.96	9.67	15.77	1.285
6	-3	T6	6.21	27.12	25.20	18.99	1.92	10.11	15.77	1.204
12	-3	T7	6.82	27.01	25.10	18.28	1.91	10.45	15.77	1.159
18	-3	T8	7.13	27.30	25.42	18.29	1.88	10.28	15.77	1.160
24	-3	T9	7.46	27.42	25.56	18.10	1.86	10.28	15.77	1.148
-24	-9	21	6.20	26.30	24.36	18.16	1.94	10.68	15.77	1.152
-18	-9	22	6.10	26.41	24.50	18.40	1.91	10.38	15.77	1.167
-12	-9	23	6.43	27.44	25.54	19.11	1.90	9.94	15.77	1.212
-6	-9	24	6.38	29.22	27.12	20.74	2.10	10.13	15.77	1.315
0	-9	25	6.27	29.60	27.42	21.15	2.18	10.31	15.77	1.341
6	-9	26	7.22	30.72	28.46	21.24	2.26	10.64	15.77	1.347
12	-9	27	6.80	27.40	25.52	18.72	1.88	10.04	15.77	1.187

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content %(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of pass = 1, Water Content = 10%(d.b.)										
18	-9	28	6.17	26.70	24.86	18.69	1.84	9.84	15.77	1.185
24	-9	29	7.04	26.94	25.10	18.06	1.84	10.19	15.77	1.145
-24	-15	31	6.51	26.50	24.76	18.25	1.74	9.53	15.77	1.157
-18	-15	32	6.15	26.30	24.42	18.27	1.88	10.29	15.77	1.159
-12	-15	33	6.71	27.30	25.40	18.69	1.90	10.17	15.77	1.185
-6	-15	34	6.14	26.86	24.93	18.79	1.93	10.27	15.77	1.192
0	-15	35	6.49	28.75	26.80	20.31	1.95	9.60	15.77	1.288
6	-15	36	6.33	26.96	25.00	18.67	1.96	10.50	15.77	1.184
12	-15	37	6.59	27.06	25.16	18.57	1.90	10.23	15.77	1.178
18	-15	38	6.30	26.42	24.60	18.30	1.82	9.95	15.77	1.160
24	-15	39	6.26	26.11	24.25	17.99	1.86	10.34	15.77	1.141
-24	-21	41	5.91	25.78	24.00	18.09	1.78	9.84	15.77	1.147
-18	-21	42	6.35	26.50	24.60	18.25	1.90	10.41	15.77	1.157
-12	-21	43	6.02	26.49	24.57	18.55	1.92	10.35	15.77	1.176
-6	-21	44	6.15	27.23	25.30	19.15	1.93	10.08	15.77	1.214
0	-21	45	6.74	27.96	26.00	19.26	1.96	10.18	15.77	1.221

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content %(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of pass = 1,Water Content = 10%(d.b.)										
6	-21	46	6.09	27.15	25.25	19.16	1.90	9.92	15.77	1.215
12	-21	47	7.68	27.64	25.80	18.12	1.84	10.15	15.77	1.149
18	-21	48	6.78	26.94	25.06	18.28	1.88	10.28	15.77	1.159
24	-21	49	6.66	26.55	24.75	18.09	1.80	9.95	15.77	1.147
-24	-27	51	6.35	26.22	24.45	18.10	1.77	9.78	15.77	1.148
-18	-27	52	6.94	27.03	25.20	18.26	1.83	10.02	15.77	1.158
-12	-27	53	6.15	26.12	24.30	18.15	1.82	10.03	15.77	1.151
-6	-27	54	6.44	27.22	25.32	18.88	1.90	10.06	15.77	1.197
0	-27	55	6.37	27.04	25.14	18.77	1.90	10.12	15.77	1.190
6	-27	56	6.63	26.65	24.85	18.22	1.80	9.88	15.77	1.155
12	-27	57	7.13	27.24	25.40	18.27	1.84	10.07	15.77	1.159
18	-27	58	6.74	26.64	24.80	18.06	1.84	10.19	15.77	1.145
24	-27	59	6.89	26.84	25.00	18.11	1.84	10.16	15.77	1.148

ตารางผนวกที่ ก2 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10 %(d.b.) น้ำหนักกดทับตัวอย่าง 200 kg เทียววี่ง 1 เทียว(ครั้งที่ 2)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of pass = 1, Water Content = 10%(d.b.)										
-24	-3	B1	6.32	26.18	24.35	18.03	1.83	10.15	15.77	1.143
-18	-3	B2	6.92	26.76	25.02	18.10	1.74	9.61	15.77	1.148
-12	-3	B3	7.03	27.60	25.70	18.67	1.90	10.18	15.77	1.184
-6	-3	B4	7.01	28.44	26.50	19.49	1.94	9.95	15.77	1.236
0	-3	B5	6.87	29.50	27.40	20.53	2.10	10.23	15.77	1.302
6	-3	B6	6.79	28.41	26.40	19.61	2.01	10.25	15.77	1.244
12	-3	B7	6.77	27.11	25.21	18.44	1.90	10.30	15.77	1.169
18	-3	B8	7.05	27.10	25.18	18.13	1.92	10.59	15.77	1.150
24	-3	B9	6.64	26.52	24.60	17.96	1.92	10.69	15.77	1.139
-24	-9	21	6.56	26.61	24.76	18.20	1.85	10.16	15.77	1.154
-18	-9	22	7.26	27.25	25.38	18.12	1.87	10.32	15.77	1.149
-12	-9	23	5.70	28.26	26.20	20.50	2.06	10.05	15.77	1.300
-6	-9	24	6.32	28.12	26.22	19.90	1.90	9.55	15.77	1.262
0	-9	25	7.25	29.43	27.40	20.15	2.03	10.07	15.77	1.278
6	-9	26	6.21	29.66	27.45	21.24	2.21	10.40	15.77	1.347
12	-9	27	6.82	28.10	26.20	19.38	1.90	9.80	15.77	1.229

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content %(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of pass = 1, Water Content = 10%(d.b.)										
18	-9	28	7.13	27.86	26.00	18.87	1.86	9.86	15.77	1.197
24	-9	29	7.46	27.40	25.49	18.03	1.91	10.59	15.77	1.143
-24	-15	31	6.86	26.86	25.04	18.18	1.82	10.01	15.77	1.153
-18	-15	32	6.07	26.30	24.45	18.38	1.85	10.07	15.77	1.166
-12	-15	33	7.15	27.55	25.64	18.49	1.91	10.33	15.77	1.172
-6	-15	34	6.69	27.46	25.58	18.89	1.88	9.95	15.77	1.198
0	-15	35	7.37	29.00	26.98	19.61	2.02	10.30	15.77	1.244
6	-15	36	6.61	27.30	25.53	18.92	1.77	9.36	15.77	1.200
12	-15	37	6.07	26.78	24.87	18.80	1.91	10.16	15.77	1.192
18	-15	38	7.42	27.41	25.54	18.12	1.87	10.32	15.77	1.149
24	-15	39	7.18	27.50	25.63	18.45	1.87	10.14	15.77	1.170
-24	-21	41	6.09	26.26	24.46	18.37	1.80	9.80	15.77	1.165
-18	-21	42	6.84	27.20	25.30	18.46	1.90	10.29	15.77	1.171
-12	-21	43	7.09	27.89	25.98	18.89	1.91	10.11	15.77	1.198
-6	-21	44	6.58	29.19	27.20	20.62	1.99	9.65	15.77	1.308
0	-21	45	7.22	29.72	27.62	20.40	2.10	10.29	15.77	1.294

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of pass = 1, Water Content = 10%(d.b.)										
6	-21	46	6.61	28.10	26.20	19.59	1.90	9.70	15.77	1.242
12	-21	47	7.14	28.00	26.02	18.88	1.98	10.49	15.77	1.197
18	-21	48	6.47	26.82	24.86	18.39	1.96	10.66	15.77	1.166
24	-21	49	6.77	26.72	24.82	18.05	1.90	10.53	15.77	1.145
-24	-27	51	6.35	26.30	24.40	18.05	1.90	10.53	15.77	1.145
-18	-27	52	6.94	27.02	25.16	18.22	1.86	10.21	15.77	1.155
-12	-27	53	6.15	26.50	24.68	18.53	1.82	9.82	15.77	1.175
-6	-27	54	6.44	27.10	25.20	18.76	1.90	10.13	15.77	1.190
0	-27	55	7.37	27.97	26.01	18.64	1.96	10.52	15.77	1.182
6	-27	56	6.63	27.12	25.22	18.59	1.90	10.22	15.77	1.179
12	-27	57	7.13	27.10	25.20	18.07	1.90	10.51	15.77	1.146
18	-27	58	6.74	26.60	24.75	18.01	1.85	10.27	15.77	1.142
24	-27	59	6.89	26.89	25.00	18.11	1.89	10.44	15.77	1.148

ตารางผนวกที่ ก3 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10 %(d.b.) น้ำหนักกดทับตัวอย่าง 200 kg เทียววิ่ง 6 เทียว(ครั้งที่ 1)

Coordinate		Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density	
X (cm)	Y (cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 6,Water Content = 10%(d.b.)										
-24	-3	T1	6.56	26.50	24.62	18.06	1.88	10.41	15.77	1.145
-18	-3	T2	7.26	27.30	25.42	18.16	1.88	10.35	15.77	1.152
-12	-3	T3	6.70	27.20	25.34	18.64	1.86	9.98	15.77	1.182
-6	-3	T4	6.32	27.40	25.51	19.19	1.89	9.85	15.77	1.217
0	-3	T5	7.25	29.52	27.42	20.17	2.10	10.41	15.77	1.279
6	-3	T6	6.21	27.40	25.52	19.31	1.88	9.74	15.77	1.224
12	-3	T7	6.82	27.80	25.89	19.07	1.91	10.02	15.77	1.209
18	-3	T8	7.13	27.32	25.42	18.29	1.90	10.39	15.77	1.160
24	-3	T9	7.46	27.52	25.66	18.20	1.86	10.22	15.77	1.154
-24	-9	21	6.20	26.69	24.90	18.70	1.79	9.57	15.77	1.186
-18	-9	22	6.10	27.02	25.15	19.05	1.87	9.82	15.77	1.208
-12	-9	23	6.43	29.28	27.28	20.85	2.00	9.59	15.77	1.322
-6	-9	24	6.38	29.80	27.60	21.22	2.20	10.37	15.77	1.346
0	-9	25	6.27	31.26	28.96	22.69	2.30	10.14	15.77	1.439
6	-9	26	7.22	30.32	28.20	20.98	2.12	10.10	15.77	1.330
12	-9	27	6.80	28.50	26.60	19.80	1.90	9.60	15.77	1.256

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 6, Water Content = 10%(d.b.)										
18	-9	28	6.17	26.76	24.86	18.69	1.90	10.17	15.77	1.185
24	-9	29	7.04	26.94	25.10	18.06	1.84	10.19	15.77	1.145
-24	-15	31	6.51	26.55	24.76	18.25	1.79	9.81	15.77	1.157
-18	-15	32	6.15	26.32	24.42	18.27	1.90	10.40	15.77	1.159
-12	-15	33	6.71	27.30	25.40	18.69	1.90	10.17	15.77	1.185
-6	-15	34	6.14	27.83	25.83	19.69	2.00	10.16	15.77	1.249
0	-15	35	6.49	28.79	26.80	20.31	1.99	9.80	15.77	1.288
6	-15	36	6.33	28.56	26.60	20.27	1.96	9.67	15.77	1.285
12	-15	37	6.59	27.26	25.36	18.77	1.90	10.12	15.77	1.190
18	-15	38	6.30	26.50	24.60	18.30	1.90	10.38	15.77	1.160
24	-15	39	6.26	26.22	24.35	18.09	1.87	10.34	15.77	1.147
-24	-21	41	5.91	26.00	24.22	18.31	1.78	9.72	15.77	1.161
-18	-21	42	6.35	27.00	25.06	18.71	1.94	10.37	15.77	1.186
-12	-21	43	6.02	27.40	25.40	19.38	2.00	10.32	15.77	1.229
-6	-21	44	6.15	27.36	25.40	19.25	1.96	10.18	15.77	1.221
0	-21	45	6.74	27.76	25.80	19.06	1.96	10.28	15.77	1.209

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 6, Water Content = 10%(d.b.)										
6	-21	46	6.09	26.94	25.00	18.91	1.94	10.26	15.77	1.199
12	-21	47	7.68	27.68	25.80	18.12	1.88	10.38	15.77	1.149
18	-21	48	6.78	26.98	25.06	18.28	1.92	10.50	15.77	1.159
24	-21	49	6.66	26.55	24.75	18.09	1.80	9.95	15.77	1.147
-24	-27	51	6.35	26.36	24.38	18.03	1.98	10.98	15.77	1.143
-18	-27	52	6.94	27.10	25.30	18.36	1.80	9.80	15.77	1.164
-12	-27	53	6.15	26.40	24.60	18.45	1.80	9.76	15.77	1.170
-6	-27	54	6.44	26.50	24.60	18.16	1.90	10.46	15.77	1.152
0	-27	55	6.37	26.67	24.80	18.43	1.87	10.15	15.77	1.169
6	-27	56	6.63	26.71	24.85	18.22	1.86	10.21	15.77	1.155
12	-27	57	7.13	27.30	25.20	18.07	2.10	11.62	15.77	1.146
18	-27	58	6.74	26.80	24.96	18.22	1.84	10.10	15.77	1.155
24	-27	59	6.89	26.76	24.92	18.03	1.84	10.21	15.77	1.143

ตารางผนวกที่ ก4 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10 %(d.b.) น้ำหนักกดทับตัวอย่าง 200 kg เทียววิ่ง 6 เทียว(ครั้งที่ 2)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 6, Water Content = 10%(d.b.)										
-24	-3	B1	6.32	26.20	24.38	18.06	1.82	10.08	15.77	1.145
-18	-3	B2	6.92	27.10	25.17	18.25	1.93	10.58	15.77	1.157
-12	-3	B3	7.03	27.60	25.76	18.73	1.84	9.82	15.77	1.188
-6	-3	B4	7.01	28.40	26.50	19.49	1.90	9.75	15.77	1.236
0	-3	B5	6.87	28.72	26.70	19.83	2.02	10.19	15.77	1.257
6	-3	B6	6.79	28.34	26.44	19.65	1.90	9.67	15.77	1.246
12	-3	B7	6.77	27.33	25.40	18.63	1.93	10.36	15.77	1.181
18	-3	B8	7.05	27.00	25.10	18.05	1.90	10.53	15.77	1.145
24	-3	B9	6.64	26.68	24.88	18.24	1.80	9.87	15.77	1.157
-24	-9	21	6.56	26.44	24.66	18.10	1.78	9.83	15.77	1.148
-18	-9	22	7.26	28.00	26.10	18.84	1.90	10.08	15.77	1.195
-12	-9	23	5.70	27.60	25.55	19.85	2.05	10.33	15.77	1.259
-6	-9	24	6.32	29.26	27.10	20.78	2.16	10.39	15.77	1.318
0	-9	25	7.25	33.00	30.56	23.31	2.44	10.47	15.77	1.478
6	-9	26	6.21	29.40	27.22	21.01	2.18	10.38	15.77	1.332
12	-9	27	6.82	28.20	26.32	19.50	1.88	9.64	15.77	1.237

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

Coordinate		Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density	
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 6, Water Content = 10%(d.b.)										
18	-9	28	7.13	27.56	25.68	18.55	1.88	10.13	15.77	1.176
24	-9	29	7.46	27.20	25.39	17.93	1.81	10.09	15.77	1.137
-24	-15	31	6.86	27.00	25.08	18.22	1.92	10.54	15.77	1.155
-18	-15	32	6.07	26.00	24.17	18.10	1.83	10.11	15.77	1.148
-12	-15	33	7.15	27.50	25.70	18.55	1.80	9.70	15.77	1.176
-6	-15	34	6.69	29.02	26.95	20.26	2.07	10.22	15.77	1.285
0	-15	35	7.37	31.13	28.94	21.57	2.19	10.15	15.77	1.368
6	-15	36	6.61	28.00	26.10	19.49	1.90	9.75	15.77	1.236
12	-15	37	6.07	27.00	25.10	19.03	1.90	9.98	15.77	1.207
18	-15	38	7.42	27.50	25.60	18.18	1.90	10.45	15.77	1.153
24	-15	39	7.18	27.20	25.37	18.19	1.83	10.06	15.77	1.153
-24	-21	41	6.09	26.20	24.30	18.21	1.90	10.43	15.77	1.155
-18	-21	42	6.84	27.55	25.70	18.86	1.85	9.81	15.77	1.196
-12	-21	43	7.09	29.33	27.30	20.21	2.03	10.04	15.77	1.282
-6	-21	44	6.58	28.56	26.60	20.02	1.96	9.79	15.77	1.269
0	-21	45	7.22	27.86	26.00	18.78	1.86	9.90	15.77	1.191

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 6,Water Content = 10%(d.b.)										
6	-21	46	6.61	27.10	25.20	18.59	1.90	10.22	15.77	1.179
12	-21	47	7.14	27.03	25.20	18.06	1.83	10.13	15.77	1.145
18	-21	48	6.47	26.50	24.60	18.13	1.90	10.48	15.77	1.150
24	-21	49	6.77	26.60	24.80	18.03	1.80	9.98	15.77	1.143
-24	-27	51	6.35	26.32	24.45	18.10	1.87	10.33	15.77	1.148
-18	-27	52	6.94	27.20	25.32	18.38	1.88	10.23	15.77	1.166
-12	-27	53	6.15	26.43	24.66	18.51	1.77	9.56	15.77	1.174
-6	-27	54	6.44	26.35	24.50	18.06	1.85	10.24	15.77	1.145
0	-27	55	7.37	27.60	25.80	18.43	1.80	9.77	15.77	1.169
6	-27	56	6.63	26.70	24.85	18.22	1.85	10.15	15.77	1.155
12	-27	57	7.13	27.01	25.18	18.05	1.83	10.14	15.77	1.145
18	-27	58	6.74	26.70	24.80	18.06	1.90	10.52	15.77	1.145
24	-27	59	6.89	26.72	24.98	18.09	1.74	9.62	15.77	1.147

ตารางผนวกที่ ก5 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10 %(d.b.) น้ำหนักกดทับตัวอย่าง 200 kg เทียววิ่ง 12 เทียว(ครั้งที่ 1)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 12, Water Content = 10%(d.b.)										
-24	-3	T1	6.56	26.48	24.66	18.10	1.82	10.06	15.77	1.148
-18	-3	T2	7.26	27.36	25.52	18.26	1.84	10.08	15.77	1.158
-12	-3	T3	6.70	27.52	25.54	18.84	1.98	10.51	15.77	1.195
-6	-3	T4	6.32	26.30	24.40	18.08	1.90	10.51	15.77	1.146
0	-3	T5	7.25	33.88	31.50	24.25	2.38	9.81	15.77	1.538
6	-3	T6	6.21	26.10	24.25	18.04	1.85	10.25	15.77	1.144
12	-3	T7	6.82	26.80	25.00	18.18	1.80	9.90	15.77	1.153
18	-3	T8	7.13	27.32	25.40	18.27	1.92	10.51	15.77	1.159
24	-3	T9	7.46	27.52	25.76	18.30	1.76	9.62	15.77	1.160
-24	-9	21	6.20	26.30	24.40	18.20	1.90	10.44	15.77	1.154
-18	-9	22	6.10	26.60	24.70	18.60	1.90	10.22	15.77	1.179
-12	-9	23	6.43	28.10	26.20	19.77	1.90	9.61	15.77	1.254
-6	-9	24	6.38	29.45	27.40	21.02	2.05	9.75	15.77	1.333
0	-9	25	6.27	31.26	28.86	22.59	2.40	10.62	15.77	1.432
6	-9	26	7.22	30.00	28.00	20.78	2.00	9.62	15.77	1.318
12	-9	27	6.80	28.50	26.60	19.80	1.90	9.60	15.77	1.256

ตารางผนวกที่ ก5 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 12, Water Content = 10%(d.b.)										
18	-9	28	6.17	26.76	24.84	18.67	1.92	10.28	15.77	1.184
24	-9	29	7.04	26.94	25.15	18.11	1.79	9.88	15.77	1.148
-24	-15	31	6.51	26.55	24.76	18.25	1.79	9.81	15.77	1.157
-18	-15	32	6.15	26.32	24.42	18.27	1.90	10.40	15.77	1.159
-12	-15	33	6.71	27.60	25.60	18.89	2.00	10.59	15.77	1.198
-6	-15	34	6.14	28.20	26.20	20.06	2.00	9.97	15.77	1.272
0	-15	35	6.49	29.20	27.20	20.71	2.00	9.66	15.77	1.313
6	-15	36	6.33	28.56	26.60	20.27	1.96	9.67	15.77	1.285
12	-15	37	6.59	27.26	25.46	18.87	1.80	9.54	15.77	1.197
18	-15	38	6.30	26.80	24.86	18.56	1.94	10.45	15.77	1.177
24	-15	39	6.26	26.22	24.45	18.19	1.77	9.73	15.77	1.153
-24	-21	41	5.91	25.80	24.00	18.09	1.80	9.95	15.77	1.147
-18	-21	42	6.35	26.50	24.60	18.25	1.90	10.41	15.77	1.157
-12	-21	43	6.02	27.00	25.00	18.98	2.00	10.54	15.77	1.204
-6	-21	44	6.15	27.36	25.40	19.25	1.96	10.18	15.77	1.221
0	-21	45	6.74	27.76	26.00	19.26	1.76	9.14	15.77	1.221

ตารางผนวกที่ ก5 (ต่อ)

Coordinate		Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density	
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content %(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 12, Water Content = 10%(d.b.)										
6	-21	46	6.09	26.94	25.00	18.91	1.94	10.26	15.77	1.199
12	-21	47	7.68	28.40	26.50	18.82	1.90	10.10	15.77	1.193
18	-21	48	6.78	26.98	25.06	18.28	1.92	10.50	15.77	1.159
24	-21	49	6.66	26.55	24.80	18.14	1.75	9.65	15.77	1.150
-24	-27	51	6.35	26.36	24.45	18.10	1.91	10.55	15.77	1.148
-18	-27	52	6.94	26.90	25.00	18.06	1.90	10.52	15.77	1.145
-12	-27	53	6.15	26.40	24.55	18.40	1.85	10.05	15.77	1.167
-6	-27	54	6.44	27.10	25.20	18.76	1.90	10.13	15.77	1.190
0	-27	55	6.37	27.30	25.30	18.93	2.00	10.57	15.77	1.200
6	-27	56	6.63	27.10	25.20	18.57	1.90	10.23	15.77	1.178
12	-27	57	7.13	27.30	25.60	18.47	1.70	9.20	15.77	1.171
18	-27	58	6.74	26.80	24.86	18.12	1.94	10.71	15.77	1.149
24	-27	59	6.89	26.76	25.00	18.11	1.76	9.72	15.77	1.148

ตารางผนวกที่ ก6 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10 %(d.b.) น้ำหนักกดทับด้อย่าง 200 kg เทียววิ่ง 12 เทียว(ครั้งที่ 2)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 12,Water Content = 10%(d.b.)										
-24	-3	B1	6.32	26.26	24.48	18.16	1.78	9.80	15.77	1.152
-18	-3	B2	6.92	27.10	25.25	18.33	1.85	10.09	15.77	1.162
-12	-3	B3	7.03	28.00	25.87	18.84	2.13	11.31	15.77	1.195
-6	-3	B4	7.01	27.00	25.05	18.04	1.95	10.81	15.77	1.144
0	-3	B5	6.87	34.00	31.50	24.63	2.50	10.15	15.77	1.562
6	-3	B6	6.79	26.70	24.86	18.07	1.84	10.18	15.77	1.146
12	-3	B7	6.77	26.80	24.97	18.20	1.83	10.05	15.77	1.154
18	-3	B8	7.05	27.00	25.28	18.23	1.72	9.43	15.77	1.156
24	-3	B9	6.64	26.78	24.96	18.32	1.82	9.93	15.77	1.162
-24	-9	21	6.56	26.44	24.70	18.14	1.74	9.59	15.77	1.150
-18	-9	22	7.26	27.70	25.70	18.44	2.00	10.85	15.77	1.169
-12	-9	23	5.70	27.30	25.20	19.50	2.10	10.77	15.77	1.237
-6	-9	24	6.32	29.00	26.90	20.58	2.10	10.20	15.77	1.305
0	-9	25	7.25	31.70	29.42	22.17	2.28	10.28	15.77	1.406
6	-9	26	6.21	28.80	26.70	20.49	2.10	10.25	15.77	1.299
12	-9	27	6.82	28.80	26.75	19.93	2.05	10.29	15.77	1.264

ตารางผนวกที่ ก6 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 12, Water Content = 10%(d.b.)										
18	-9	28	7.13	27.66	25.84	18.71	1.82	9.73	15.77	1.186
24	-9	29	7.46	27.50	25.62	18.16	1.88	10.35	15.77	1.152
-24	-15	31	6.86	26.80	24.96	18.10	1.84	10.17	15.77	1.148
-18	-15	32	6.07	26.20	24.40	18.33	1.80	9.82	15.77	1.162
-12	-15	33	7.15	28.20	26.33	19.18	1.87	9.75	15.77	1.216
-6	-15	34	6.69	29.02	27.00	20.31	2.02	9.95	15.77	1.288
0	-15	35	7.37	31.13	28.94	21.57	2.19	10.15	15.77	1.368
6	-15	36	6.61	28.00	26.12	19.51	1.88	9.64	15.77	1.237
12	-15	37	6.07	27.22	25.26	19.19	1.96	10.21	15.77	1.217
18	-15	38	7.42	28.20	26.30	18.88	1.90	10.06	15.77	1.197
24	-15	39	7.18	27.20	25.42	18.24	1.78	9.76	15.77	1.157
-24	-21	41	6.09	26.10	24.25	18.16	1.85	10.19	15.77	1.152
-18	-21	42	6.84	26.89	25.03	18.19	1.86	10.23	15.77	1.153
-12	-21	43	7.09	27.90	26.00	18.91	1.90	10.05	15.77	1.199
-6	-21	44	6.58	28.56	26.56	19.98	2.00	10.01	15.77	1.267
0	-21	45	7.22	28.70	26.80	19.58	1.90	9.70	15.77	1.242

ตารางผนวกที่ ก6 (ต่อ)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))		
Load = 200 kg, Number of passes = 12,Water Content = 10%(d.b.)										
6	-21	46	6.61	27.10	25.22	18.61	1.88	10.10	15.77	1.180
12	-21	47	7.14	28.00	26.20	19.06	1.80	9.44	15.77	1.209
18	-21	48	6.47	26.70	24.80	18.33	1.90	10.37	15.77	1.162
24	-21	49	6.77	26.60	24.86	18.09	1.74	9.62	15.77	1.147
-24	-27	51	6.35	26.32	24.52	18.17	1.80	9.91	15.77	1.152
-18	-27	52	6.94	26.80	25.00	18.06	1.80	9.97	15.77	1.145
-12	-27	53	6.15	26.43	24.50	18.35	1.93	10.52	15.77	1.164
-6	-27	54	6.44	26.90	25.00	18.56	1.90	10.24	15.77	1.177
0	-27	55	7.37	28.40	26.54	19.17	1.86	9.70	15.77	1.216
6	-27	56	6.63	27.00	25.12	18.49	1.88	10.17	15.77	1.172
12	-27	57	7.13	27.01	25.25	18.12	1.76	9.71	15.77	1.149
18	-27	58	6.74	26.70	24.80	18.06	1.90	10.52	15.77	1.145
24	-27	59	6.89	26.72	25.06	18.17	1.66	9.14	15.77	1.152

ตารางผนวกที่ ก7 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10 % (d.b.) น้ำหนักกดทับด้อย่าง 320 kg ที่ยาววิ่ง 1 เทียว(ครั้งที่ 1)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of pass = 1, Water Content = 10%(d.b.)										
-24	-3	B1	6.32	27.00	25.10	18.78	1.90	10.12	15.77	1.191
-18	-3	B2	6.92	27.98	26.00	19.08	1.98	10.38	15.77	1.210
-12	-3	B3	7.03	29.01	27.00	19.97	2.01	10.07	15.77	1.266
-6	-3	B4	7.01	32.20	30.00	22.99	2.20	9.57	15.77	1.458
0	-3	B5	6.87	33.44	31.00	24.13	2.44	10.11	15.77	1.530
6	-3	B6	6.79	32.00	29.60	22.81	2.40	10.52	15.77	1.446
12	-3	B7	6.77	29.40	27.40	20.63	2.00	9.69	15.77	1.308
18	-3	B8	7.05	29.00	27.00	19.95	2.00	10.03	15.77	1.265
24	-3	B9	6.64	27.47	25.50	18.86	1.97	10.45	15.77	1.196
-24	-9	21	6.56	29.00	27.00	20.44	2.00	9.78	15.77	1.296
-18	-9	22	7.26	30.25	28.20	20.94	2.05	9.79	15.77	1.328
-12	-9	23	5.70	28.78	26.70	21.00	2.08	9.90	15.77	1.332
-6	-9	24	6.32	31.00	28.80	22.48	2.20	9.79	15.77	1.425
0	-9	25	7.25	33.12	30.70	23.45	2.42	10.32	15.77	1.487
6	-9	26	6.21	30.86	28.60	22.39	2.26	10.09	15.77	1.420
12	-9	27	6.82	30.22	28.00	21.18	2.22	10.48	15.77	1.343

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of pass = 1, Water Content = 10%(d.b.)										
18	-9	28	7.13	29.22	27.30	20.17	1.92	9.52	15.77	1.279
24	-9	29	7.46	29.01	27.00	19.54	2.01	10.29	15.77	1.239
-24	-15	31	6.86	29.22	27.10	20.24	2.12	10.47	15.77	1.283
-18	-15	32	6.07	28.82	26.70	20.63	2.12	10.28	15.77	1.308
-12	-15	33	7.15	30.45	28.30	21.15	2.15	10.17	15.77	1.341
-6	-15	34	6.69	31.48	29.20	22.51	2.28	10.13	15.77	1.427
0	-15	35	7.37	31.80	29.60	22.23	2.20	9.90	15.77	1.410
6	-15	36	6.61	31.40	29.20	22.59	2.20	9.74	15.77	1.432
12	-15	37	6.07	29.12	27.00	20.93	2.12	10.13	15.77	1.327
18	-15	38	7.42	29.65	27.60	20.18	2.05	10.16	15.77	1.280
24	-15	39	7.18	29.02	27.00	19.82	2.02	10.19	15.77	1.257
-24	-21	41	6.09	28.12	26.20	20.11	1.92	9.55	15.77	1.275
-18	-21	42	6.84	29.30	27.20	20.36	2.10	10.31	15.77	1.291
-12	-21	43	7.09	29.55	27.60	20.51	1.95	9.51	15.77	1.301
-6	-21	44	6.58	30.00	27.80	21.22	2.20	10.37	15.77	1.346
0	-21	45	7.22	30.60	28.40	21.18	2.20	10.39	15.77	1.343

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content %(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of pass = 1, Water Content = 10%(d.b.)										
6	-21	46	6.61	30.10	28.00	21.39	2.10	9.82	15.77	1.356
12	-21	47	7.14	29.01	27.00	19.86	2.01	10.12	15.77	1.259
18	-21	48	6.47	28.22	26.30	19.83	1.92	9.68	15.77	1.257
24	-21	49	6.77	28.10	26.15	19.38	1.95	10.06	15.77	1.229
-24	-27	51	6.35	27.20	25.30	18.95	1.90	10.03	15.77	1.202
-18	-27	52	6.94	28.01	26.00	19.06	2.01	10.55	15.77	1.209
-12	-27	53	6.15	27.35	25.40	19.25	1.95	10.13	15.77	1.221
-6	-27	54	6.44	27.98	26.00	19.56	1.98	10.12	15.77	1.240
0	-27	55	7.37	29.20	27.30	19.93	1.90	9.53	15.77	1.264
6	-27	56	6.63	28.40	26.50	19.87	1.90	9.56	15.77	1.260
12	-27	57	7.13	28.50	26.60	19.47	1.90	9.76	15.77	1.235
18	-27	58	6.74	27.88	26.00	19.26	1.88	9.76	15.77	1.221
24	-27	59	6.89	27.94	26.00	19.11	1.94	10.15	15.77	1.212

ตารางผนวกที่ ก8 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10 %(d.b.) น้ำหนักกดทับด้อย่าง 320 kg เทียววิ่ง 1 เทียว(ครั้งที่ 2)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of pass = 1,Water Content = 10%(d.b.)										
-24	-3	T1	6.56	27.60	25.75	19.19	1.85	9.64	15.77	1.217
-18	-3	T2	7.26	28.10	26.16	18.90	1.94	10.26	15.77	1.198
-12	-3	T3	6.70	29.00	27.00	20.30	2.00	9.85	15.77	1.287
-6	-3	T4	6.32	32.30	30.00	23.68	2.30	9.71	15.77	1.502
0	-3	T5	7.25	34.05	31.50	24.25	2.55	10.52	15.77	1.538
6	-3	T6	6.21	31.87	29.48	23.27	2.39	10.27	15.77	1.476
12	-3	T7	6.82	30.40	28.20	21.38	2.20	10.29	15.77	1.356
18	-3	T8	7.13	28.70	26.82	19.69	1.88	9.55	15.77	1.249
24	-3	T9	7.46	28.45	26.50	19.04	1.95	10.24	15.77	1.207
-24	-9	21	6.20	28.15	26.20	20.00	1.95	9.75	15.77	1.268
-18	-9	22	6.10	30.12	27.90	21.80	2.22	10.18	15.77	1.382
-12	-9	23	6.43	30.41	28.30	21.87	2.11	9.65	15.77	1.387
-6	-9	24	6.38	32.40	30.00	23.62	2.40	10.16	15.77	1.498
0	-9	25	6.27	32.18	29.86	23.59	2.32	9.83	15.77	1.496
6	-9	26	7.22	32.26	30.00	22.78	2.26	9.92	15.77	1.445
12	-9	27	6.80	30.40	28.20	21.40	2.20	10.28	15.77	1.357

ตารางผนวกที่ ก8 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of pass = 1, Water Content = 10%(d.b.)										
18	-9	28	6.17	29.00	26.90	20.73	2.10	10.13	15.77	1.315
24	-9	29	7.04	28.70	26.80	19.76	1.90	9.62	15.77	1.253
-24	-15	31	6.51	28.00	26.10	19.59	1.90	9.70	15.77	1.242
-18	-15	32	6.15	28.23	26.30	20.15	1.93	9.58	15.77	1.278
-12	-15	33	6.71	30.20	28.10	21.39	2.10	9.82	15.77	1.356
-6	-15	34	6.14	30.65	28.50	22.36	2.15	9.62	15.77	1.418
0	-15	35	6.49	31.40	29.20	22.71	2.20	9.69	15.77	1.440
6	-15	36	6.33	32.00	29.70	23.37	2.30	9.84	15.77	1.482
12	-15	37	6.59	30.32	28.10	21.51	2.22	10.32	15.77	1.364
18	-15	38	6.30	29.22	27.10	20.80	2.12	10.19	15.77	1.319
24	-15	39	6.26	27.85	25.90	19.64	1.95	9.93	15.77	1.245
-24	-21	41	5.91	27.98	26.00	20.09	1.98	9.86	15.77	1.274
-18	-21	42	6.35	28.90	26.80	20.45	2.10	10.27	15.77	1.297
-12	-21	43	6.02	29.00	26.90	20.88	2.10	10.06	15.77	1.324
-6	-21	44	6.15	29.70	27.56	21.41	2.14	10.00	15.77	1.358
0	-21	45	6.74	30.32	28.20	21.46	2.12	9.88	15.77	1.361

ตารางผนวกที่ ก8 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of pass = 1, Water Content = 10%(d.b.)										
6	-21	46	6.09	29.06	27.00	20.91	2.06	9.85	15.77	1.326
12	-21	47	7.68	30.20	28.14	20.46	2.06	10.07	15.77	1.297
18	-21	48	6.78	29.30	27.20	20.42	2.10	10.28	15.77	1.295
24	-21	49	6.66	28.45	26.50	19.84	1.95	9.83	15.77	1.258
-24	-27	51	6.35	27.72	25.70	19.35	2.02	10.44	15.77	1.227
-18	-27	52	6.94	27.93	26.00	19.06	1.93	10.13	15.77	1.209
-12	-27	53	6.15	27.71	25.70	19.55	2.01	10.28	15.77	1.240
-6	-27	54	6.44	28.75	26.70	20.26	2.05	10.12	15.77	1.285
0	-27	55	6.37	29.00	27.00	20.63	2.00	9.69	15.77	1.308
6	-27	56	6.63	28.40	26.46	19.83	1.94	9.78	15.77	1.257
12	-27	57	7.13	28.97	27.00	19.87	1.97	9.91	15.77	1.260
18	-27	58	6.74	28.00	26.00	19.26	2.00	10.38	15.77	1.221
24	-27	59	6.89	28.00	26.02	19.13	1.98	10.35	15.77	1.213

ตารางผนวกที่ ๙ ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10 %(d.b.) น้ำหนักกดทับด้อย่าง 320 kg เทียววิ่ง 6 เทียว(ครั้งที่ 1)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 6, Water Content = 10%(d.b.)										
-24	-3	T1	6.56	27.40	25.50	18.94	1.90	10.03	15.77	1.201
-18	-3	T2	7.26	29.22	27.20	19.94	2.02	10.13	15.77	1.264
-12	-3	T3	6.70	30.26	28.02	21.32	2.24	10.51	15.77	1.352
-6	-3	T4	6.32	33.41	30.85	24.53	2.56	10.44	15.77	1.555
0	-3	T5	7.25	35.41	32.82	25.57	2.59	10.13	15.77	1.621
6	-3	T6	6.21	33.26	30.80	24.59	2.46	10.00	15.77	1.559
12	-3	T7	6.82	31.21	29.00	22.18	2.21	9.96	15.77	1.406
18	-3	T8	7.13	30.21	28.05	20.92	2.16	10.33	15.77	1.327
24	-3	T9	7.46	28.30	26.40	18.94	1.90	10.03	15.77	1.201
-24	-9	21	6.20	28.03	26.00	19.80	2.03	10.25	15.77	1.256
-18	-9	22	6.10	30.25	28.15	22.05	2.10	9.52	15.77	1.398
-12	-9	23	6.43	31.00	28.80	22.37	2.20	9.83	15.77	1.419
-6	-9	24	6.38	32.80	30.40	24.02	2.40	9.99	15.77	1.523
0	-9	25	6.27	33.50	31.00	24.73	2.50	10.11	15.77	1.568
6	-9	26	7.22	33.60	31.12	23.90	2.48	10.38	15.77	1.516
12	-9	27	6.80	31.42	29.10	22.30	2.32	10.40	15.77	1.414

ตารางผนวกที่ ก9 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content %(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 6, Water Content = 10%(d.b.)										
18	-9	28	6.17	30.22	27.96	21.79	2.26	10.37	15.77	1.382
24	-9	29	7.04	28.16	26.20	19.16	1.96	10.23	15.77	1.215
-24	-15	31	6.51	27.75	25.80	19.29	1.95	10.11	15.77	1.223
-18	-15	32	6.15	29.43	27.23	21.08	2.20	10.44	15.77	1.337
-12	-15	33	6.71	31.20	29.00	22.29	2.20	9.87	15.77	1.413
-6	-15	34	6.14	32.00	29.75	23.61	2.25	9.53	15.77	1.497
0	-15	35	6.49	32.26	29.80	23.31	2.46	10.55	15.77	1.478
6	-15	36	6.33	32.36	30.00	23.67	2.36	9.97	15.77	1.501
12	-15	37	6.59	31.20	29.02	22.43	2.18	9.72	15.77	1.422
18	-15	38	6.30	30.22	27.97	21.67	2.25	10.38	15.77	1.374
24	-15	39	6.26	28.49	26.50	20.24	1.99	9.83	15.77	1.283
-24	-21	41	5.91	27.46	25.50	19.59	1.96	10.01	15.77	1.242
-18	-21	42	6.35	30.00	27.90	21.55	2.10	9.74	15.77	1.367
-12	-21	43	6.02	29.72	27.50	21.48	2.22	10.34	15.77	1.362
-6	-21	44	6.15	30.65	28.36	22.21	2.29	10.31	15.77	1.408
0	-21	45	6.74	31.42	29.12	22.38	2.30	10.28	15.77	1.419

ตารางผนวกที่ ก9 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content %(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 6, Water Content = 10%(d.b.)										
6	-21	46	6.09	30.31	28.06	21.97	2.25	10.24	15.77	1.393
12	-21	47	7.68	31.22	29.00	21.32	2.22	10.41	15.77	1.352
18	-21	48	6.78	30.00	27.98	21.20	2.02	9.53	15.77	1.344
24	-21	49	6.66	28.86	26.92	20.26	1.94	9.58	15.77	1.285
-24	-27	51	6.35	28.00	26.00	19.65	2.00	10.18	15.77	1.246
-18	-27	52	6.94	28.96	26.92	19.98	2.04	10.21	15.77	1.267
-12	-27	53	6.15	28.41	26.42	20.27	1.99	9.82	15.77	1.285
-6	-27	54	6.44	29.33	27.22	20.78	2.11	10.15	15.77	1.318
0	-27	55	6.37	30.00	27.89	21.52	2.11	9.80	15.77	1.365
6	-27	56	6.63	29.36	27.30	20.67	2.06	9.97	15.77	1.311
12	-27	57	7.13	30.00	28.00	20.87	2.00	9.58	15.77	1.323
18	-27	58	6.74	29.03	27.00	20.26	2.03	10.02	15.77	1.285
24	-27	59	6.89	28.32	26.31	19.42	2.01	10.35	15.77	1.231

ตารางผนวกที่ ก10 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10 %(d.b.) น้ำหนักกดทับด้อย่าง 320 kg เทียววิ่ง 6 เทียว(ครั้งที่ 2)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content %(d.b.)	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 6, Water Content = 10%(d.b.)										
-24	-3	B1	6.32	27.66	25.70	19.38	1.96	10.11	15.77	1.229
-18	-3	B2	6.92	28.72	26.80	19.88	1.92	9.66	15.77	1.261
-12	-3	B3	7.03	30.16	28.03	21.00	2.13	10.14	15.77	1.332
-6	-3	B4	7.01	33.41	31.12	24.11	2.29	9.50	15.77	1.529
0	-3	B5	6.87	34.50	32.07	25.20	2.43	9.64	15.77	1.598
6	-3	B6	6.79	33.60	31.12	24.33	2.48	10.19	15.77	1.543
12	-3	B7	6.77	31.21	28.92	22.15	2.29	10.34	15.77	1.405
18	-3	B8	7.05	29.86	27.80	20.75	2.06	9.93	15.77	1.316
24	-3	B9	6.64	28.30	26.30	19.66	2.00	10.17	15.77	1.247
-24	-9	21	6.56	28.03	26.00	19.44	2.03	10.44	15.77	1.233
-18	-9	22	7.26	32.26	29.94	22.68	2.32	10.23	15.77	1.438
-12	-9	23	5.70	31.00	28.65	22.95	2.35	10.24	15.77	1.455
-6	-9	24	6.32	33.00	30.62	24.30	2.38	9.79	15.77	1.541
0	-9	25	7.25	34.32	31.82	24.57	2.50	10.18	15.77	1.558
6	-9	26	6.21	33.42	30.91	24.70	2.51	10.16	15.77	1.566
12	-9	27	6.82	31.22	29.06	22.24	2.16	9.71	15.77	1.410

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 6, Water Content = 10%(d.b.)										
18	-9	28	7.13	30.22	28.20	21.07	2.02	9.59	15.77	1.336
24	-9	29	7.46	28.16	26.30	18.84	1.86	9.87	15.77	1.195
-24	-15	31	6.86	27.75	25.80	18.94	1.95	10.30	15.77	1.201
-18	-15	32	6.07	29.86	27.66	21.59	2.20	10.19	15.77	1.369
-12	-15	33	7.15	32.00	29.80	22.65	2.20	9.71	15.77	1.436
-6	-15	34	6.69	32.50	30.20	23.51	2.30	9.78	15.77	1.491
0	-15	35	7.37	33.60	31.16	23.79	2.44	10.26	15.77	1.509
6	-15	36	6.61	33.21	30.71	24.10	2.50	10.37	15.77	1.528
12	-15	37	6.07	30.52	28.20	22.13	2.32	10.48	15.77	1.403
18	-15	38	7.42	31.22	29.03	21.61	2.19	10.13	15.77	1.370
24	-15	39	7.18	28.15	26.20	19.02	1.95	10.25	15.77	1.206
-24	-21	41	6.09	27.00	25.03	18.94	1.97	10.40	15.77	1.201
-18	-21	42	6.84	30.20	28.12	21.28	2.08	9.77	15.77	1.349
-12	-21	43	7.09	31.42	29.20	22.11	2.22	10.04	15.77	1.402
-6	-21	44	6.58	31.40	29.10	22.52	2.30	10.21	15.77	1.428
0	-21	45	7.22	31.85	29.50	22.28	2.35	10.55	15.77	1.413

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 6, Water Content = 10%(d.b.)										
6	-21	46	6.61	31.45	29.20	22.59	2.25	9.96	15.77	1.432
12	-21	47	7.14	30.60	28.40	21.26	2.20	10.35	15.77	1.348
18	-21	48	6.47	30.00	27.80	21.33	2.20	10.31	15.77	1.353
24	-21	49	6.77	28.00	26.10	19.33	1.90	9.83	15.77	1.226
-24	-27	51	6.35	28.60	26.62	20.27	1.98	9.77	15.77	1.285
-18	-27	52	6.94	29.36	27.40	20.46	1.96	9.58	15.77	1.297
-12	-27	53	6.15	29.22	27.03	20.88	2.19	10.49	15.77	1.324
-6	-27	54	6.44	29.75	27.54	21.10	2.21	10.47	15.77	1.338
0	-27	55	7.37	30.25	28.23	20.86	2.02	9.68	15.77	1.323
6	-27	56	6.63	29.75	27.70	21.07	2.05	9.73	15.77	1.336
12	-27	57	7.13	29.42	27.48	20.35	1.94	9.53	15.77	1.290
18	-27	58	6.74	29.33	27.20	20.46	2.13	10.41	15.77	1.297
24	-27	59	6.89	28.70	26.70	19.81	2.00	10.10	15.77	1.256

ตารางผนวกที่ ก11 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10 % (d.b.) น้ำหนักกดทับตัวอย่าง 320 kg เทียววิ่ง 12 เทียว(ครั้งที่ 1)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 12, Water Content = 10%(d.b.)										
-24	-3	T1	6.56	27.50	25.62	19.06	1.88	9.86	15.77	1.209
-18	-3	T2	7.26	28.42	26.50	19.24	1.92	9.98	15.77	1.220
-12	-3	T3	6.70	29.00	27.00	20.30	2.00	9.85	15.77	1.287
-6	-3	T4	6.32	32.50	30.06	23.74	2.44	10.28	15.77	1.505
0	-3	T5	7.25	36.00	33.50	26.25	2.50	9.52	15.77	1.665
6	-3	T6	6.21	32.22	29.96	23.75	2.26	9.52	15.77	1.506
12	-3	T7	6.82	29.85	27.74	20.92	2.11	10.09	15.77	1.327
18	-3	T8	7.13	29.32	27.30	20.17	2.02	10.01	15.77	1.279
24	-3	T9	7.46	28.61	26.60	19.14	2.01	10.50	15.77	1.214
-24	-9	21	6.20	27.36	25.40	19.20	1.96	10.21	15.77	1.218
-18	-9	22	6.10	29.12	27.00	20.90	2.12	10.14	15.77	1.325
-12	-9	23	6.43	31.00	28.80	22.37	2.20	9.83	15.77	1.419
-6	-9	24	6.38	33.60	31.02	24.64	2.58	10.47	15.77	1.562
0	-9	25	6.27	34.60	31.95	25.68	2.65	10.32	15.77	1.628
6	-9	26	7.22	34.00	31.62	24.40	2.38	9.75	15.77	1.547
12	-9	27	6.80	32.36	30.00	23.20	2.36	10.17	15.77	1.471

ตารางผนวกที่ ก11 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 12, Water Content = 10%(d.b.)										
18	-9	28	6.17	29.09	27.06	20.89	2.03	9.72	15.77	1.325
24	-9	29	7.04	29.75	27.60	20.56	2.15	10.46	15.77	1.304
-24	-15	31	6.51	28.20	26.20	19.69	2.00	10.16	15.77	1.249
-18	-15	32	6.15	30.40	28.20	22.05	2.20	9.98	15.77	1.398
-12	-15	33	6.71	31.20	29.00	22.29	2.20	9.87	15.77	1.413
-6	-15	34	6.14	32.00	29.75	23.61	2.25	9.53	15.77	1.497
0	-15	35	6.49	32.56	30.12	23.63	2.44	10.33	15.77	1.498
6	-15	36	6.33	32.22	29.80	23.47	2.42	10.31	15.77	1.488
12	-15	37	6.59	31.66	29.42	22.83	2.24	9.81	15.77	1.448
18	-15	38	6.30	30.65	28.50	22.20	2.15	9.68	15.77	1.408
24	-15	39	6.26	28.49	26.50	20.24	1.99	9.83	15.77	1.283
-24	-21	41	5.91	28.00	26.00	20.09	2.00	9.96	15.77	1.274
-18	-21	42	6.35	29.32	27.20	20.85	2.12	10.17	15.77	1.322
-12	-21	43	6.02	30.75	28.60	22.58	2.15	9.52	15.77	1.432
-6	-21	44	6.15	31.62	29.40	23.25	2.22	9.55	15.77	1.474
0	-21	45	6.74	32.56	30.22	23.48	2.34	9.97	15.77	1.489

ตารางผนวกที่ ก11 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 12, Water Content = 10%(d.b.)										
6	-21	46	6.09	30.66	28.50	22.41	2.16	9.64	15.77	1.421
12	-21	47	7.68	31.90	29.60	21.92	2.30	10.49	15.77	1.390
18	-21	48	6.78	30.42	28.20	21.42	2.22	10.36	15.77	1.358
24	-21	49	6.66	29.12	27.00	20.34	2.12	10.42	15.77	1.290
-24	-27	51	6.35	28.70	26.60	20.25	2.10	10.37	15.77	1.284
-18	-27	52	6.94	29.40	27.42	20.48	1.98	9.67	15.77	1.299
-12	-27	53	6.15	30.22	28.00	21.85	2.22	10.16	15.77	1.386
-6	-27	54	6.44	31.42	29.08	22.64	2.34	10.34	15.77	1.436
0	-27	55	6.37	31.48	29.23	22.86	2.25	9.84	15.77	1.450
6	-27	56	6.63	31.12	28.92	22.29	2.20	9.87	15.77	1.413
12	-27	57	7.13	31.22	29.12	21.99	2.10	9.55	15.77	1.394
18	-27	58	6.74	30.22	28.00	21.26	2.22	10.44	15.77	1.348
24	-27	59	6.89	28.87	26.81	19.92	2.06	10.34	15.77	1.263

ตารางผนวกที่ ก12 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 10 %(d.b.) น้ำหนักกดทับตัวอย่าง 320 kg เทียววิ่ง 12 เทียว(ครั้งที่ 2)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 12, Water Content = 10%(d.b.)										
-24	-3	B1	6.32	27.50	25.52	19.20	1.98	10.31	15.77	1.218
-18	-3	B2	6.92	28.35	26.40	19.48	1.95	10.01	15.77	1.235
-12	-3	B3	7.03	29.41	27.32	20.29	2.09	10.30	15.77	1.287
-6	-3	B4	7.01	33.51	31.12	24.11	2.39	9.91	15.77	1.529
0	-3	B5	6.87	35.60	33.00	26.13	2.60	9.95	15.77	1.657
6	-3	B6	6.79	32.66	30.26	23.47	2.40	10.23	15.77	1.488
12	-3	B7	6.77	29.50	27.50	20.73	2.00	9.65	15.77	1.315
18	-3	B8	7.05	28.82	26.85	19.80	1.97	9.95	15.77	1.256
24	-3	B9	6.64	28.26	26.30	19.66	1.96	9.97	15.77	1.247
-24	-9	21	6.56	28.03	26.12	19.56	1.91	9.76	15.77	1.240
-18	-9	22	7.26	29.50	27.52	20.26	1.98	9.77	15.77	1.285
-12	-9	23	5.70	30.00	27.82	22.12	2.18	9.86	15.77	1.403
-6	-9	24	6.32	33.00	30.62	24.30	2.38	9.79	15.77	1.541
0	-9	25	7.25	34.75	32.30	25.05	2.45	9.78	15.77	1.588
6	-9	26	6.21	33.42	30.85	24.64	2.57	10.43	15.77	1.562
12	-9	27	6.82	32.00	29.80	22.98	2.20	9.57	15.77	1.457

ตารางผนวกที่ ก12 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 12, Water Content = 10%(d.b.)										
18	-9	28	7.13	30.22	28.20	21.07	2.02	9.59	15.77	1.336
24	-9	29	7.46	30.00	28.00	20.54	2.00	9.74	15.77	1.302
-24	-15	31	6.86	28.60	26.69	19.83	1.91	9.63	15.77	1.257
-18	-15	32	6.07	28.96	26.82	20.75	2.14	10.31	15.77	1.316
-12	-15	33	7.15	32.00	29.82	22.67	2.18	9.62	15.77	1.438
-6	-15	34	6.69	32.50	30.22	23.53	2.28	9.69	15.77	1.492
0	-15	35	7.37	33.60	31.30	23.93	2.30	9.61	15.77	1.517
6	-15	36	6.61	32.33	29.94	23.33	2.39	10.24	15.77	1.479
12	-15	37	6.07	31.50	29.12	23.05	2.38	10.33	15.77	1.462
18	-15	38	7.42	32.00	29.85	22.43	2.15	9.59	15.77	1.422
24	-15	39	7.18	29.23	27.30	20.12	1.93	9.59	15.77	1.276
-24	-21	41	6.09	27.88	25.90	19.81	1.98	9.99	15.77	1.256
-18	-21	42	6.84	29.85	27.72	20.88	2.13	10.20	15.77	1.324
-12	-21	43	7.09	32.00	29.86	22.77	2.14	9.40	15.77	1.444
-6	-21	44	6.58	32.50	30.06	23.48	2.44	10.39	15.77	1.489
0	-21	45	7.22	33.42	31.00	23.78	2.42	10.18	15.77	1.508

ตารางผนวกที่ ก12 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content %(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 12, Water Content = 10%(d.b.)										
6	-21	46	6.61	32.32	29.92	23.31	2.40	10.30	15.77	1.478
12	-21	47	7.14	31.80	29.50	22.36	2.30	10.29	15.77	1.418
18	-21	48	6.47	30.40	28.20	21.73	2.20	10.12	15.77	1.378
24	-21	49	6.77	29.44	27.40	20.63	2.04	9.89	15.77	1.308
-24	-27	51	6.35	28.60	26.62	20.27	1.98	9.77	15.77	1.285
-18	-27	52	6.94	30.32	28.12	21.18	2.20	10.39	15.77	1.343
-12	-27	53	6.15	30.42	28.20	22.05	2.22	10.07	15.77	1.398
-6	-27	54	6.44	31.60	29.40	22.96	2.20	9.58	15.77	1.456
0	-27	55	7.37	32.40	30.20	22.83	2.20	9.64	15.77	1.448
6	-27	56	6.63	31.74	29.40	22.77	2.34	10.28	15.77	1.444
12	-27	57	7.13	31.66	29.40	22.27	2.26	10.15	15.77	1.412
18	-27	58	6.74	30.00	27.94	21.20	2.06	9.72	15.77	1.344
24	-27	59	6.89	29.10	27.06	20.17	2.04	10.11	15.77	1.279

ตารางผนวกที่ ก13 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16 %(d.b.) น้ำหนักกดทับด้อย่าง 200 kg ที่ยาววิ่ง 1 เทียว(ครั้งที่ 1)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of pass = 1, Water Content = 16%(d.b.)										
-24	-3	T1	6.56	28.80	25.72	19.16	3.08	16.08	15.77	1.215
-18	-3	T2	7.26	30.00	26.80	19.54	3.20	16.38	15.77	1.239
-12	-3	T3	6.70	30.80	27.46	20.76	3.34	16.09	15.77	1.316
-6	-3	T4	6.32	33.50	29.80	23.48	3.70	15.76	15.77	1.489
0	-3	T5	7.25	35.45	31.50	24.25	3.95	16.29	15.77	1.538
6	-3	T6	6.21	31.42	28.00	21.79	3.42	15.70	15.77	1.382
12	-3	T7	6.82	30.22	27.06	20.24	3.16	15.61	15.77	1.283
18	-3	T8	7.13	30.50	27.35	20.22	3.15	15.58	15.77	1.282
24	-3	T9	7.46	29.72	26.62	19.16	3.10	16.18	15.77	1.215
-24	-9	21	6.20	29.24	26.00	19.80	3.24	16.36	15.77	1.256
-18	-9	22	6.10	30.21	26.80	20.70	3.41	16.47	15.77	1.313
-12	-9	23	6.43	31.42	28.00	21.57	3.42	15.86	15.77	1.368
-6	-9	24	6.38	32.86	29.20	22.82	3.66	16.04	15.77	1.447
0	-9	25	6.27	33.96	30.12	23.85	3.84	16.10	15.77	1.512
6	-9	26	7.22	34.00	30.33	23.11	3.67	15.88	15.77	1.465
12	-9	27	6.80	31.88	28.40	21.60	3.48	16.11	15.77	1.370

ตารางผนวกที่ ก13 (ต่อ)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))		
Load = 200 kg, Number of pass = 1, Water Content = 16%(d.b.)										
18	-9	28	6.17	30.88	27.40	21.23	3.48	16.39	15.77	1.346
24	-9	29	7.04	29.55	26.50	19.46	3.05	15.67	15.77	1.234
-24	-15	31	6.51	28.86	25.80	19.29	3.06	15.86	15.77	1.223
-18	-15	32	6.15	29.86	26.52	20.37	3.34	16.40	15.77	1.292
-12	-15	33	6.71	31.88	28.40	21.69	3.48	16.04	15.77	1.375
-6	-15	34	6.14	33.18	29.40	23.26	3.78	16.25	15.77	1.475
0	-15	35	6.49	33.20	29.55	23.06	3.65	15.83	15.77	1.462
6	-15	36	6.33	32.70	29.00	22.67	3.70	16.32	15.77	1.438
12	-15	37	6.59	31.96	28.40	21.81	3.56	16.32	15.77	1.383
18	-15	38	6.30	30.96	27.50	21.20	3.46	16.32	15.77	1.344
24	-15	39	6.26	28.50	25.50	19.24	3.00	15.59	15.77	1.220
-24	-21	41	5.91	29.22	26.00	20.09	3.22	16.03	15.77	1.274
-18	-21	42	6.35	30.54	27.26	20.91	3.28	15.69	15.77	1.326
-12	-21	43	6.02	31.44	28.00	21.98	3.44	15.65	15.77	1.394
-6	-21	44	6.15	31.99	28.50	22.35	3.49	15.62	15.77	1.417
0	-21	45	6.74	33.42	29.66	22.92	3.76	16.40	15.77	1.453

ตารางผนวกที่ ก13 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of pass = 1,Water Content = 16%(d.b.)										
6	-21	46	6.09	31.70	28.20	22.11	3.50	15.83	15.77	1.402
12	-21	47	7.68	32.33	28.86	21.18	3.47	16.38	15.77	1.343
18	-21	48	6.78	30.63	27.30	20.52	3.33	16.23	15.77	1.301
24	-21	49	6.66	28.80	25.72	19.06	3.08	16.16	15.77	1.209
-24	-27	51	6.35	28.72	25.60	19.25	3.12	16.21	15.77	1.221
-18	-27	52	6.94	31.50	28.06	21.12	3.44	16.29	15.77	1.339
-12	-27	53	6.15	30.42	27.00	20.85	3.42	16.40	15.77	1.322
-6	-27	54	6.44	31.22	27.80	21.36	3.42	16.01	15.77	1.354
0	-27	55	6.37	31.42	28.00	21.63	3.42	15.81	15.77	1.372
6	-27	56	6.63	31.22	27.82	21.19	3.40	16.05	15.77	1.344
12	-27	57	7.13	31.66	28.22	21.09	3.44	16.31	15.77	1.337
18	-27	58	6.74	30.31	27.05	20.31	3.26	16.05	15.77	1.288
24	-27	59	6.89	29.00	26.00	19.11	3.00	15.70	15.77	1.212

ตารางผนวกที่ ก14 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16 % (d.b.) น้ำหนักกดทับด้อย่าง 200 kg เทียววิ่ง 1 เทียว(ครั้งที่ 2)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of pass = 1, Water Content = 16%(d.b.)										
-24	-3	B1	6.32	28.22	25.16	18.84	3.06	16.24	15.77	1.195
-18	-3	B2	6.92	29.52	26.40	19.48	3.12	16.02	15.77	1.235
-12	-3	B3	7.03	30.80	27.46	20.43	3.34	16.35	15.77	1.295
-6	-3	B4	7.01	33.78	30.00	22.99	3.78	16.44	15.77	1.458
0	-3	B5	6.87	35.00	31.10	24.23	3.90	16.10	15.77	1.536
6	-3	B6	6.79	32.33	28.80	22.01	3.53	16.04	15.77	1.396
12	-3	B7	6.77	30.55	27.26	20.49	3.29	16.06	15.77	1.299
18	-3	B8	7.05	30.00	26.86	19.81	3.14	15.85	15.77	1.256
24	-3	B9	6.64	28.50	25.50	18.86	3.00	15.91	15.77	1.196
-24	-9	21	6.56	29.24	26.12	19.56	3.12	15.95	15.77	1.240
-18	-9	22	7.26	30.89	27.62	20.36	3.27	16.06	15.77	1.291
-12	-9	23	5.70	30.22	26.88	21.18	3.34	15.77	15.77	1.343
-6	-9	24	6.32	33.00	29.33	23.01	3.67	15.95	15.77	1.459
0	-9	25	7.25	34.76	31.00	23.75	3.76	15.83	15.77	1.506
6	-9	26	6.21	32.88	29.20	22.99	3.68	16.01	15.77	1.458
12	-9	27	6.82	32.22	28.70	21.88	3.52	16.09	15.77	1.387

ตารางผนวกที่ ก14 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of pass = 1, Water Content = 16%(d.b.)										
18	-9	28	7.13	31.46	28.13	21.00	3.33	15.86	15.77	1.332
24	-9	29	7.46	30.22	27.00	19.54	3.22	16.48	15.77	1.239
-24	-15	31	6.86	28.86	25.80	18.94	3.06	16.16	15.77	1.201
-18	-15	32	6.07	29.50	26.20	20.13	3.30	16.39	15.77	1.276
-12	-15	33	7.15	31.88	28.40	21.25	3.48	16.38	15.77	1.347
-6	-15	34	6.69	33.18	29.55	22.86	3.63	15.88	15.77	1.450
0	-15	35	7.37	33.80	30.20	22.83	3.60	15.77	15.77	1.448
6	-15	36	6.61	33.21	29.50	22.89	3.71	16.21	15.77	1.451
12	-15	37	6.07	31.44	27.96	21.89	3.48	15.90	15.77	1.388
18	-15	38	7.42	31.88	28.50	21.08	3.38	16.03	15.77	1.337
24	-15	39	7.18	29.50	26.38	19.20	3.12	16.25	15.77	1.218
-24	-21	41	6.09	29.85	26.50	20.41	3.35	16.41	15.77	1.294
-18	-21	42	6.84	31.46	28.00	21.16	3.46	16.35	15.77	1.342
-12	-21	43	7.09	32.99	29.35	22.26	3.64	16.35	15.77	1.412
-6	-21	44	6.58	33.20	29.55	22.97	3.65	15.89	15.77	1.457
0	-21	45	7.22	33.32	29.70	22.48	3.62	16.10	15.77	1.425

ตารางผนวกที่ ก14 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of pass = 1, Water Content = 16%(d.b.)										
6	-21	46	6.61	32.13	28.66	22.05	3.47	15.74	15.77	1.398
12	-21	47	7.14	31.72	28.33	21.19	3.39	16.00	15.77	1.344
18	-21	48	6.47	30.00	26.80	20.33	3.20	15.74	15.77	1.289
24	-21	49	6.77	28.60	25.62	18.85	2.98	15.81	15.77	1.195
-24	-27	51	6.35	28.52	25.43	19.08	3.09	16.19	15.77	1.210
-18	-27	52	6.94	31.66	28.26	21.32	3.40	15.95	15.77	1.352
-12	-27	53	6.15	30.62	27.20	21.05	3.42	16.25	15.77	1.335
-6	-27	54	6.44	30.95	27.50	21.06	3.45	16.38	15.77	1.335
0	-27	55	7.37	32.86	29.26	21.89	3.60	16.45	15.77	1.388
6	-27	56	6.63	30.92	27.52	20.89	3.40	16.28	15.77	1.325
12	-27	57	7.13	31.78	28.42	21.29	3.36	15.78	15.77	1.350
18	-27	58	6.74	30.31	27.05	20.31	3.26	16.05	15.77	1.288
24	-27	59	6.89	29.32	26.22	19.33	3.10	16.04	15.77	1.226

ตารางผนวกที่ ก15 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16 %(d.b.) น้ำหนักกดทับตัวอย่าง 200 kg เทียววิ่ง 6 เทียว(ครั้งที่ 1)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 6, Water Content = 16%(d.b.)										
-24	-3	T1	6.56	28.86	25.74	19.18	3.12	16.27	15.77	1.216
-18	-3	T2	7.26	30.40	27.20	19.94	3.20	16.05	15.77	1.264
-12	-3	T3	6.70	31.45	28.00	21.30	3.45	16.20	15.77	1.351
-6	-3	T4	6.32	35.00	31.00	24.68	4.00	16.21	15.77	1.565
0	-3	T5	7.25	37.78	33.46	26.21	4.32	16.48	15.77	1.662
6	-3	T6	6.21	35.86	31.70	25.49	4.16	16.32	15.77	1.616
12	-3	T7	6.82	31.42	28.00	21.18	3.42	16.15	15.77	1.343
18	-3	T8	7.13	30.55	27.35	20.22	3.20	15.83	15.77	1.282
24	-3	T9	7.46	30.00	26.82	19.36	3.18	16.43	15.77	1.228
-24	-9	21	6.20	28.40	25.33	19.13	3.07	16.05	15.77	1.213
-18	-9	22	6.10	30.50	27.20	21.10	3.30	15.64	15.77	1.338
-12	-9	23	6.43	32.57	29.00	22.57	3.57	15.82	15.77	1.431
-6	-9	24	6.38	34.00	30.20	23.82	3.80	15.95	15.77	1.510
0	-9	25	6.27	35.00	31.00	24.73	4.00	16.17	15.77	1.568
6	-9	26	7.22	35.74	31.80	24.58	3.94	16.03	15.77	1.559
12	-9	27	6.80	33.75	30.00	23.20	3.75	16.16	15.77	1.471

ตารางผนวกที่ ก15 (ต่อ)

Coordinate		Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density	
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 6, Water Content = 16%(d.b.)										
18	-9	28	6.17	31.50	28.00	21.83	3.50	16.03	15.77	1.384
24	-9	29	7.04	29.68	26.50	19.46	3.18	16.34	15.77	1.234
-24	-15	31	6.51	29.20	26.00	19.49	3.20	16.42	15.77	1.236
-18	-15	32	6.15	30.02	26.68	20.53	3.34	16.27	15.77	1.302
-12	-15	33	6.71	32.88	29.20	22.49	3.68	16.36	15.77	1.426
-6	-15	34	6.14	33.22	29.40	23.26	3.82	16.42	15.77	1.475
0	-15	35	6.49	34.90	30.92	24.43	3.98	16.29	15.77	1.549
6	-15	36	6.33	33.60	29.80	23.47	3.80	16.19	15.77	1.488
12	-15	37	6.59	33.95	30.20	23.61	3.75	15.88	15.77	1.497
18	-15	38	6.30	31.50	28.11	21.81	3.39	15.54	15.77	1.383
24	-15	39	6.26	28.66	25.50	19.24	3.16	16.42	15.77	1.220
-24	-21	41	5.91	28.32	25.30	19.39	3.02	15.58	15.77	1.230
-18	-21	42	6.35	30.60	27.26	20.91	3.34	15.97	15.77	1.326
-12	-21	43	6.02	31.50	27.96	21.94	3.54	16.13	15.77	1.391
-6	-21	44	6.15	32.46	28.90	22.75	3.56	15.65	15.77	1.443
0	-21	45	6.74	34.32	30.50	23.76	3.82	16.08	15.77	1.507

ตารางผนวกที่ ก15 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 6, Water Content = 16%(d.b.)										
6	-21	46	6.09	32.41	28.70	22.61	3.71	16.41	15.77	1.434
12	-21	47	7.68	33.50	30.00	22.32	3.50	15.68	15.77	1.415
18	-21	48	6.78	32.58	29.00	22.22	3.58	16.11	15.77	1.409
24	-21	49	6.66	29.21	26.05	19.39	3.16	16.30	15.77	1.230
-24	-27	51	6.35	29.00	25.80	19.45	3.20	16.45	15.77	1.233
-18	-27	52	6.94	31.48	28.02	21.08	3.46	16.41	15.77	1.337
-12	-27	53	6.15	30.74	27.33	21.18	3.41	16.10	15.77	1.343
-6	-27	54	6.44	32.18	28.60	22.16	3.58	16.16	15.77	1.405
0	-27	55	6.37	32.00	28.44	22.07	3.56	16.13	15.77	1.399
6	-27	56	6.63	31.22	27.82	21.19	3.40	16.05	15.77	1.344
12	-27	57	7.13	32.11	28.60	21.47	3.51	16.35	15.77	1.361
18	-27	58	6.74	30.34	27.01	20.27	3.33	16.43	15.77	1.285
24	-27	59	6.89	29.02	25.96	19.07	3.06	16.05	15.77	1.209

ตารางผนวกที่ ก16 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16 %(d.b.) น้ำหนักกดทับด้อย่าง 200 kg ที่ยาววิ่ง 6 เที้ยว (ครั้งที่ 2)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 6, Water Content = 16%(d.b.)										
-24	-3	B1	6.32	28.50	25.50	19.18	3.00	15.64	15.77	1.216
-18	-3	B2	6.92	30.40	27.18	20.26	3.22	15.89	15.77	1.285
-12	-3	B3	7.03	31.62	28.20	21.17	3.42	16.15	15.77	1.342
-6	-3	B4	7.01	35.96	31.86	24.85	4.10	16.50	15.77	1.576
0	-3	B5	6.87	37.00	32.95	26.08	4.05	15.53	15.77	1.654
6	-3	B6	6.79	35.86	31.79	25.00	4.07	16.28	15.77	1.585
12	-3	B7	6.77	31.50	28.00	21.23	3.50	16.49	15.77	1.346
18	-3	B8	7.05	30.88	27.52	20.47	3.36	16.41	15.77	1.298
24	-3	B9	6.64	29.33	26.20	19.56	3.13	16.00	15.77	1.240
-24	-9	21	6.56	28.40	25.35	18.79	3.05	16.23	15.77	1.192
-18	-9	22	7.26	32.13	28.63	21.37	3.50	16.38	15.77	1.355
-12	-9	23	5.70	31.98	28.40	22.70	3.58	15.77	15.77	1.439
-6	-9	24	6.32	34.32	30.40	24.08	3.92	16.28	15.77	1.527
0	-9	25	7.25	35.74	31.76	24.51	3.98	16.24	15.77	1.554
6	-9	26	6.21	34.45	30.60	24.39	3.85	15.79	15.77	1.547
12	-9	27	6.82	33.86	30.12	23.30	3.74	16.05	15.77	1.477

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content %(d.b.)	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 6, Water Content = 16%(d.b.)										
18	-9	28	7.13	32.50	29.00	21.87	3.50	16.00	15.77	1.387
24	-9	29	7.46	29.50	26.53	19.07	2.97	15.57	15.77	1.209
-24	-15	31	6.86	29.74	26.55	19.69	3.19	16.20	15.77	1.249
-18	-15	32	6.07	30.56	27.20	21.13	3.36	15.90	15.77	1.340
-12	-15	33	7.15	33.70	30.10	22.95	3.60	15.69	15.77	1.455
-6	-15	34	6.69	33.22	29.50	22.81	3.72	16.31	15.77	1.446
0	-15	35	7.37	35.22	31.33	23.96	3.89	16.24	15.77	1.519
6	-15	36	6.61	34.26	30.40	23.79	3.86	16.23	15.77	1.509
12	-15	37	6.07	33.46	29.64	23.57	3.82	16.21	15.77	1.495
18	-15	38	7.42	32.90	29.40	21.98	3.50	15.92	15.77	1.394
24	-15	39	7.18	30.00	26.80	19.62	3.20	16.31	15.77	1.244
-24	-21	41	6.09	28.32	25.23	19.14	3.09	16.14	15.77	1.214
-18	-21	42	6.84	31.32	27.95	21.11	3.37	15.96	15.77	1.339
-12	-21	43	7.09	32.16	28.66	21.57	3.50	16.23	15.77	1.368
-6	-21	44	6.58	32.46	28.96	22.38	3.50	15.64	15.77	1.419
0	-21	45	7.22	34.80	30.90	23.68	3.90	16.47	15.77	1.502

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))		
Load = 200 kg, Number of passes = 6, Water Content = 16%(d.b.)										
6	-21	46	6.61	33.02	29.40	22.79	3.62	15.88	15.77	1.445
12	-21	47	7.14	32.94	29.44	22.30	3.50	15.70	15.77	1.414
18	-21	48	6.47	32.00	28.50	22.03	3.50	15.89	15.77	1.397
24	-21	49	6.77	29.63	26.42	19.65	3.21	16.34	15.77	1.246
-24	-27	51	6.35	29.22	26.00	19.65	3.22	16.39	15.77	1.246
-18	-27	52	6.94	31.48	28.10	21.16	3.38	15.97	15.77	1.342
-12	-27	53	6.15	30.90	27.40	21.25	3.50	16.47	15.77	1.347
-6	-27	54	6.44	32.38	28.88	22.44	3.50	15.60	15.77	1.423
0	-27	55	7.37	32.62	29.12	21.75	3.50	16.09	15.77	1.379
6	-27	56	6.63	31.22	27.72	21.09	3.50	16.60	15.77	1.337
12	-27	57	7.13	32.35	28.85	21.72	3.50	16.11	15.77	1.377
18	-27	58	6.74	30.00	26.74	20.00	3.26	16.30	15.77	1.268
24	-27	59	6.89	29.16	26.05	19.16	3.11	16.23	15.77	1.215

ตารางผนวกที่ ก17 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16 %(d.b.) น้ำหนักกดทับตัวอย่าง 200 kg เทียววิ่ง 12 เทียว(ครั้งที่ 1)

Coordinate		Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density	
X (cm)	Y (cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 12, Water Content = 16%(d.b.)										
-24	-3	T1	6.56	30.50	27.20	20.64	3.30	15.99	15.77	1.309
-18	-3	T2	7.26	33.62	30.04	22.78	3.58	15.72	15.77	1.445
-12	-3	T3	6.70	34.88	31.02	24.32	3.86	15.87	15.77	1.542
-6	-3	T4	6.32	36.32	32.13	25.81	4.19	16.23	15.77	1.637
0	-3	T5	7.25	38.76	34.35	27.10	4.41	16.27	15.77	1.718
6	-3	T6	6.21	36.23	32.13	25.92	4.10	15.82	15.77	1.644
12	-3	T7	6.82	34.82	30.89	24.07	3.93	16.33	15.77	1.526
18	-3	T8	7.13	33.26	29.62	22.49	3.64	16.18	15.77	1.426
24	-3	T9	7.46	30.85	27.55	20.09	3.30	16.43	15.77	1.274
-24	-9	21	6.20	30.31	27.01	20.81	3.30	15.86	15.77	1.320
-18	-9	22	6.10	34.00	30.20	24.10	3.80	15.77	15.77	1.528
-12	-9	23	6.43	34.02	30.20	23.77	3.82	16.07	15.77	1.507
-6	-9	24	6.38	35.89	31.85	25.47	4.04	15.86	15.77	1.615
0	-9	25	6.27	36.68	32.45	26.18	4.23	16.16	15.77	1.660
6	-9	26	7.22	37.22	33.06	25.84	4.16	16.10	15.77	1.639
12	-9	27	6.80	35.22	31.23	24.43	3.99	16.33	15.77	1.549

ตารางผนวกที่ ก17 (ต่อ)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))		
Load = 200 kg, Number of passes = 12, Water Content = 16%(d.b.)										
18	-9	28	6.17	34.26	30.40	24.23	3.86	15.93	15.77	1.536
24	-9	29	7.04	31.05	27.75	20.71	3.30	15.93	15.77	1.313
-24	-15	31	6.51	30.30	27.00	20.49	3.30	16.11	15.77	1.299
-18	-15	32	6.15	33.41	29.72	23.57	3.69	15.66	15.77	1.495
-12	-15	33	6.71	35.62	31.60	24.89	4.02	16.15	15.77	1.578
-6	-15	34	6.14	35.21	31.10	24.96	4.11	16.47	15.77	1.583
0	-15	35	6.49	36.00	32.02	25.53	3.98	15.59	15.77	1.619
6	-15	36	6.33	35.02	31.03	24.70	3.99	16.15	15.77	1.566
12	-15	37	6.59	34.62	30.66	24.07	3.96	16.45	15.77	1.526
18	-15	38	6.30	32.65	29.02	22.72	3.63	15.98	15.77	1.441
24	-15	39	6.26	29.81	26.51	20.25	3.30	16.30	15.77	1.284
-24	-21	41	5.91	29.80	26.50	20.59	3.30	16.03	15.77	1.306
-18	-21	42	6.35	32.89	29.20	22.85	3.69	16.15	15.77	1.449
-12	-21	43	6.02	33.69	29.80	23.78	3.89	16.36	15.77	1.508
-6	-21	44	6.15	34.50	30.54	24.39	3.96	16.24	15.77	1.547
0	-21	45	6.74	35.86	31.80	25.06	4.06	16.20	15.77	1.589

ตารางผนวกที่ ก17 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content %(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 12,Water Content = 16%(d.b.)										
6	-21	46	6.09	34.26	30.30	24.21	3.96	16.36	15.77	1.535
12	-21	47	7.68	35.89	32.00	24.32	3.89	16.00	15.77	1.542
18	-21	48	6.78	33.60	29.80	23.02	3.80	16.51	15.77	1.460
24	-21	49	6.66	30.43	27.13	20.47	3.30	16.12	15.77	1.298
-24	-27	51	6.35	30.10	26.80	20.45	3.30	16.14	15.77	1.297
-18	-27	52	6.94	32.89	29.30	22.36	3.59	16.06	15.77	1.418
-12	-27	53	6.15	32.75	29.03	22.88	3.72	16.26	15.77	1.451
-6	-27	54	6.44	33.50	29.70	23.26	3.80	16.34	15.77	1.475
0	-27	55	6.37	34.00	30.20	23.83	3.80	15.95	15.77	1.511
6	-27	56	6.63	33.03	29.40	22.77	3.63	15.94	15.77	1.444
12	-27	57	7.13	33.20	29.65	22.52	3.55	15.76	15.77	1.428
18	-27	58	6.74	32.89	29.20	22.46	3.69	16.43	15.77	1.424
24	-27	59	6.89	31.33	28.03	21.14	3.30	15.61	15.77	1.341

ตารางผนวกที่ ก18 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16 %(d.b.) น้ำหนักกดทับตัวอย่าง 200 kg เทียววิ่ง 12 เทียว(ครั้งที่ 2)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 12, Water Content = 16%(d.b.)										
-24	-3	B1	6.32	30.12	26.80	20.48	3.32	16.21	15.77	1.299
-18	-3	B2	6.92	33.45	29.80	22.88	3.65	15.95	15.77	1.451
-12	-3	B3	7.03	35.23	31.40	24.37	3.83	15.72	15.77	1.545
-6	-3	B4	7.01	37.20	33.00	25.99	4.20	16.16	15.77	1.648
0	-3	B5	6.87	38.33	34.02	27.15	4.31	15.87	15.77	1.722
6	-3	B6	6.79	37.00	32.87	26.08	4.13	15.84	15.77	1.654
12	-3	B7	6.77	34.82	31.00	24.23	3.82	15.77	15.77	1.536
18	-3	B8	7.05	33.42	29.84	22.79	3.58	15.71	15.77	1.445
24	-3	B9	6.64	30.35	27.00	20.36	3.35	16.45	15.77	1.291
-24	-9	21	6.56	30.86	27.50	20.94	3.36	16.05	15.77	1.328
-18	-9	22	7.26	34.89	31.00	23.74	3.89	16.39	15.77	1.505
-12	-9	23	5.70	33.69	29.88	24.18	3.81	15.76	15.77	1.533
-6	-9	24	6.32	36.02	31.94	25.62	4.08	15.93	15.77	1.625
0	-9	25	7.25	37.10	33.00	25.75	4.10	15.92	15.77	1.633
6	-9	26	6.21	36.72	32.42	26.21	4.30	16.41	15.77	1.662
12	-9	27	6.82	34.92	31.00	24.18	3.92	16.21	15.77	1.533

ตารางผนวกที่ ก18 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 12, Water Content = 16%(d.b.)										
18	-9	28	7.13	34.82	31.00	23.87	3.82	16.00	15.77	1.514
24	-9	29	7.46	31.86	28.50	21.04	3.36	15.97	15.77	1.334
-24	-15	31	6.86	31.00	27.60	20.74	3.40	16.39	15.77	1.315
-18	-15	32	6.07	33.52	29.74	23.67	3.78	15.97	15.77	1.501
-12	-15	33	7.15	35.62	31.66	24.51	3.96	16.16	15.77	1.554
-6	-15	34	6.69	35.00	31.12	24.43	3.88	15.88	15.77	1.549
0	-15	35	7.37	36.85	32.70	25.33	4.15	16.38	15.77	1.606
6	-15	36	6.61	35.02	31.03	24.42	3.99	16.34	15.77	1.549
12	-15	37	6.07	34.06	30.20	24.13	3.86	16.00	15.77	1.530
18	-15	38	7.42	34.00	30.40	22.98	3.60	15.67	15.77	1.457
24	-15	39	7.18	30.50	27.22	20.04	3.28	16.37	15.77	1.271
-24	-21	41	6.09	30.42	27.00	20.91	3.42	16.36	15.77	1.326
-18	-21	42	6.84	33.62	29.92	23.08	3.70	16.03	15.77	1.464
-12	-21	43	7.09	34.03	30.40	23.31	3.63	15.57	15.77	1.478
-6	-21	44	6.58	35.00	31.00	24.42	4.00	16.38	15.77	1.549
0	-21	45	7.22	35.86	32.00	24.78	3.86	15.58	15.77	1.571

ตารางผนวกที่ ก18 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 200 kg, Number of passes = 12,Water Content = 16%(d.b.)										
6	-21	46	6.61	35.00	31.00	24.39	4.00	16.40	15.77	1.547
12	-21	47	7.14	35.06	31.20	24.06	3.86	16.04	15.77	1.526
18	-21	48	6.47	33.00	29.30	22.83	3.70	16.21	15.77	1.448
24	-21	49	6.77	30.26	27.03	20.26	3.23	15.94	15.77	1.285
-24	-27	51	6.35	29.50	26.30	19.95	3.20	16.04	15.77	1.265
-18	-27	52	6.94	32.50	29.00	22.06	3.50	15.87	15.77	1.399
-12	-27	53	6.15	32.75	29.03	22.88	3.72	16.26	15.77	1.451
-6	-27	54	6.44	33.26	29.50	23.06	3.76	16.31	15.77	1.462
0	-27	55	7.37	34.89	31.00	23.63	3.89	16.46	15.77	1.498
6	-27	56	6.63	33.26	29.50	22.87	3.76	16.44	15.77	1.450
12	-27	57	7.13	33.00	29.43	22.30	3.57	16.01	15.77	1.414
18	-27	58	6.74	32.64	29.00	22.26	3.64	16.35	15.77	1.412
24	-27	59	6.89	31.46	28.00	21.11	3.46	16.39	15.77	1.339

ตารางผนวกที่ ก19 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16 %(d.b.) น้ำหนักกดทับด้อย่าง 320 kg เทียววิ่ง 1 เทียว(ครั้งที่ 1)

Coordinate		Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density	
X (cm)	Y (cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of pass = 1, Water Content = 16%(d.b.)										
-24	-3	T1	6.56	29.02	26.00	19.44	3.02	15.53	15.77	1.233
-18	-3	T2	7.26	30.33	27.22	19.96	3.11	15.58	15.77	1.266
-12	-3	T3	6.70	31.58	28.12	21.42	3.46	16.15	15.77	1.358
-6	-3	T4	6.32	33.86	30.06	23.74	3.80	16.01	15.77	1.505
0	-3	T5	7.25	36.00	32.00	24.75	4.00	16.16	15.77	1.569
6	-3	T6	6.21	34.00	30.22	24.01	3.78	15.74	15.77	1.523
12	-3	T7	6.82	33.00	29.40	22.58	3.60	15.94	15.77	1.432
18	-3	T8	7.13	30.50	27.35	20.22	3.15	15.58	15.77	1.282
24	-3	T9	7.46	29.72	26.62	19.16	3.10	16.18	15.77	1.215
-24	-9	21	6.20	28.50	25.40	19.20	3.10	16.15	15.77	1.218
-18	-9	22	6.10	30.85	27.40	21.30	3.45	16.20	15.77	1.351
-12	-9	23	6.43	32.58	29.00	22.57	3.58	15.86	15.77	1.431
-6	-9	24	6.38	33.60	29.82	23.44	3.78	16.13	15.77	1.486
0	-9	25	6.27	35.00	31.00	24.73	4.00	16.17	15.77	1.568
6	-9	26	7.22	35.50	31.62	24.40	3.88	15.90	15.77	1.547
12	-9	27	6.80	33.40	29.80	23.00	3.60	15.65	15.77	1.458

ตารางผนวกที่ ก19 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content %(d.b.)	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of pass = 1, Water Content = 16%(d.b.)										
18	-9	28	6.17	32.26	28.66	22.49	3.60	16.01	15.77	1.426
24	-9	29	7.04	29.36	26.20	19.16	3.16	16.49	15.77	1.215
-24	-15	31	6.51	29.15	25.95	19.44	3.20	16.46	15.77	1.233
-18	-15	32	6.15	31.00	27.60	21.45	3.40	15.85	15.77	1.360
-12	-15	33	6.71	32.51	28.92	22.21	3.59	16.16	15.77	1.408
-6	-15	34	6.14	33.18	29.40	23.26	3.78	16.25	15.77	1.475
0	-15	35	6.49	34.00	30.12	23.63	3.88	16.42	15.77	1.498
6	-15	36	6.33	33.75	30.00	23.67	3.75	15.84	15.77	1.501
12	-15	37	6.59	32.60	28.92	22.33	3.68	16.48	15.77	1.416
18	-15	38	6.30	31.86	28.32	22.02	3.54	16.08	15.77	1.396
24	-15	39	6.26	29.02	25.92	19.66	3.10	15.77	15.77	1.247
-24	-21	41	5.91	28.16	25.12	19.21	3.04	15.83	15.77	1.218
-18	-21	42	6.35	30.54	27.20	20.85	3.34	16.02	15.77	1.322
-12	-21	43	6.02	30.90	27.40	21.38	3.50	16.37	15.77	1.356
-6	-21	44	6.15	31.50	28.00	21.85	3.50	16.02	15.77	1.386
0	-21	45	6.74	33.52	29.86	23.12	3.66	15.83	15.77	1.466

ตารางผนวกที่ ก19 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of pass = 1, Water Content = 16%(d.b.)										
6	-21	46	6.09	31.70	28.20	22.11	3.50	15.83	15.77	1.402
12	-21	47	7.68	32.90	29.40	21.72	3.50	16.11	15.77	1.377
18	-21	48	6.78	31.70	28.20	21.42	3.50	16.34	15.77	1.358
24	-21	49	6.66	28.80	25.72	19.06	3.08	16.16	15.77	1.209
-24	-27	51	6.35	28.72	25.60	19.25	3.12	16.21	15.77	1.221
-18	-27	52	6.94	30.72	27.42	20.48	3.30	16.11	15.77	1.299
-12	-27	53	6.15	30.42	27.00	20.85	3.42	16.40	15.77	1.322
-6	-27	54	6.44	31.40	27.90	21.46	3.50	16.31	15.77	1.361
0	-27	55	6.37	31.30	27.80	21.43	3.50	16.33	15.77	1.359
6	-27	56	6.63	31.40	27.90	21.27	3.50	16.46	15.77	1.349
12	-27	57	7.13	31.32	28.00	20.87	3.32	15.91	15.77	1.323
18	-27	58	6.74	30.31	27.00	20.26	3.31	16.34	15.77	1.285
24	-27	59	6.89	29.86	26.65	19.76	3.21	16.24	15.77	1.253

ตารางผนวกที่ ก20 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16 %(d.b.) น้ำหนักกดทับตัวอย่าง 320 kg เทียววิ่ง 1 เทียว(ครั้งที่ 2)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of pass = 1, Water Content = 16%(d.b.)										
-24	-3	B1	6.32	29.30	26.20	19.88	3.10	15.59	15.77	1.261
-18	-3	B2	6.92	30.70	27.40	20.48	3.30	16.11	15.77	1.299
-12	-3	B3	7.03	32.72	29.20	22.17	3.52	15.88	15.77	1.406
-6	-3	B4	7.01	34.40	30.60	23.59	3.80	16.11	15.77	1.496
0	-3	B5	6.87	36.00	32.00	25.13	4.00	15.92	15.77	1.594
6	-3	B6	6.79	35.26	31.36	24.57	3.90	15.87	15.77	1.558
12	-3	B7	6.77	33.00	29.40	22.63	3.60	15.91	15.77	1.435
18	-3	B8	7.05	31.32	28.00	20.95	3.32	15.85	15.77	1.328
24	-3	B9	6.64	29.46	26.30	19.66	3.16	16.07	15.77	1.247
-24	-9	21	6.56	29.02	25.90	19.34	3.12	16.13	15.77	1.226
-18	-9	22	7.26	31.86	28.50	21.24	3.36	15.82	15.77	1.347
-12	-9	23	5.70	32.00	28.35	22.65	3.65	16.11	15.77	1.436
-6	-9	24	6.32	33.60	29.75	23.43	3.85	16.43	15.77	1.486
0	-9	25	7.25	35.50	31.60	24.35	3.90	16.02	15.77	1.544
6	-9	26	6.21	33.85	30.00	23.79	3.85	16.18	15.77	1.509
12	-9	27	6.82	33.21	29.50	22.68	3.71	16.36	15.77	1.438

ตารางผนวกที่ ก20 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of pass = 1, Water Content =16%(d.b.)										
18	-9	28	7.13	33.45	29.90	22.77	3.55	15.59	15.77	1.444
24	-9	29	7.46	29.56	26.46	19.00	3.10	16.32	15.77	1.205
-24	-15	31	6.86	29.15	26.00	19.14	3.15	16.46	15.77	1.214
-18	-15	32	6.07	30.20	26.86	20.79	3.34	16.07	15.77	1.318
-12	-15	33	7.15	32.60	29.00	21.85	3.60	16.48	15.77	1.386
-6	-15	34	6.69	33.35	29.65	22.96	3.70	16.11	15.77	1.456
0	-15	35	7.37	34.65	30.86	23.49	3.79	16.13	15.77	1.490
6	-15	36	6.61	34.50	30.58	23.97	3.92	16.35	15.77	1.520
12	-15	37	6.07	31.48	28.00	21.93	3.48	15.87	15.77	1.391
18	-15	38	7.42	32.38	29.00	21.58	3.38	15.66	15.77	1.368
24	-15	39	7.18	29.50	26.40	19.22	3.10	16.13	15.77	1.219
-24	-21	41	6.09	28.20	25.12	19.03	3.08	16.18	15.77	1.207
-18	-21	42	6.84	30.70	27.42	20.58	3.28	15.94	15.77	1.305
-12	-21	43	7.09	31.52	28.20	21.11	3.32	15.73	15.77	1.339
-6	-21	44	6.58	31.18	27.80	21.22	3.38	15.93	15.77	1.346
0	-21	45	7.22	33.29	29.71	22.49	3.58	15.92	15.77	1.426

ตารางผนวกที่ ก20 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of pass = 1, Water Content =16%(d.b.)										
6	-21	46	6.61	33.02	29.40	22.79	3.62	15.88	15.77	1.445
12	-21	47	7.14	32.08	28.65	21.51	3.43	15.95	15.77	1.364
18	-21	48	6.47	30.95	27.56	21.09	3.39	16.07	15.77	1.337
24	-21	49	6.77	28.52	25.60	18.83	2.92	15.51	15.77	1.194
-24	-27	51	6.35	28.55	25.42	19.07	3.13	16.41	15.77	1.209
-18	-27	52	6.94	31.05	27.71	20.77	3.34	16.08	15.77	1.317
-12	-27	53	6.15	30.20	26.92	20.77	3.28	15.79	15.77	1.317
-6	-27	54	6.44	31.08	27.70	21.26	3.38	15.90	15.77	1.348
0	-27	55	7.37	31.82	28.50	21.13	3.32	15.71	15.77	1.340
6	-27	56	6.63	30.81	27.50	20.87	3.31	15.86	15.77	1.323
12	-27	57	7.13	30.75	27.50	20.37	3.25	15.95	15.77	1.292
18	-27	58	6.74	29.89	26.70	19.96	3.19	15.98	15.77	1.266
24	-27	59	6.89	29.75	26.55	19.66	3.20	16.28	15.77	1.247

ตารางผนวกที่ ก21 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16 %(d.b.) น้ำหนักกดทับด้อย่าง 320 kg ที่ยาวิ่ง 6 เทียว(ครั้งที่ 1)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 6, Water Content = 16%(d.b.)										
-24	-3	T1	6.56	30.05	26.80	20.24	3.25	16.06	15.77	1.283
-18	-3	T2	7.26	32.85	29.30	22.04	3.55	16.11	15.77	1.398
-12	-3	T3	6.70	33.20	29.58	22.88	3.62	15.82	15.77	1.451
-6	-3	T4	6.32	35.40	31.40	25.08	4.00	15.95	15.77	1.590
0	-3	T5	7.25	38.49	34.22	26.97	4.27	15.83	15.77	1.710
6	-3	T6	6.21	36.00	31.82	25.61	4.18	16.32	15.77	1.624
12	-3	T7	6.82	33.75	30.00	23.18	3.75	16.18	15.77	1.470
18	-3	T8	7.13	31.15	27.80	20.67	3.35	16.21	15.77	1.311
24	-3	T9	7.46	30.42	27.26	19.80	3.16	15.96	15.77	1.256
-24	-9	21	6.20	30.58	27.23	21.03	3.35	15.93	15.77	1.334
-18	-9	22	6.10	31.52	28.06	21.96	3.46	15.76	15.77	1.393
-12	-9	23	6.43	33.76	30.00	23.57	3.76	15.95	15.77	1.495
-6	-9	24	6.38	36.50	32.36	25.98	4.14	15.94	15.77	1.647
0	-9	25	6.27	37.00	32.66	26.39	4.34	16.45	15.77	1.673
6	-9	26	7.22	36.68	32.60	25.38	4.08	16.08	15.77	1.609
12	-9	27	6.80	35.00	31.08	24.28	3.92	16.14	15.77	1.540

ตารางผนวกที่ ก21 (ต่อ)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))		
Load = 320 kg, Number of passes = 6, Water Content = 16%(d.b.)										
18	-9	28	6.17	32.35	28.66	22.49	3.69	16.41	15.77	1.426
24	-9	29	7.04	30.95	27.60	20.56	3.35	16.29	15.77	1.304
-24	-15	31	6.51	32.68	29.00	22.49	3.68	16.36	15.77	1.426
-18	-15	32	6.15	31.82	28.20	22.05	3.62	16.42	15.77	1.398
-12	-15	33	6.71	33.72	29.92	23.21	3.80	16.37	15.77	1.472
-6	-15	34	6.14	34.65	30.82	24.68	3.83	15.52	15.77	1.565
0	-15	35	6.49	35.33	31.44	24.95	3.89	15.59	15.77	1.582
6	-15	36	6.33	35.00	31.06	24.73	3.94	15.93	15.77	1.568
12	-15	37	6.59	34.00	30.26	23.67	3.74	15.80	15.77	1.501
18	-15	38	6.30	32.65	29.00	22.70	3.65	16.08	15.77	1.439
24	-15	39	6.26	31.42	27.88	21.62	3.54	16.37	15.77	1.371
-24	-21	41	5.91	30.15	26.80	20.89	3.35	16.04	15.77	1.325
-18	-21	42	6.35	30.95	27.60	21.25	3.35	15.76	15.77	1.347
-12	-21	43	6.02	32.20	28.68	22.66	3.52	15.53	15.77	1.437
-6	-21	44	6.15	33.86	30.00	23.85	3.86	16.18	15.77	1.512
0	-21	45	6.74	34.00	30.22	23.48	3.78	16.10	15.77	1.489

ตารางผนวกที่ ก21 (ต่อ)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))		
Load = 320 kg, Number of passes = 6, Water Content =16%(d.b.)										
6	-21	46	6.09	32.72	29.03	22.94	3.69	16.09	15.77	1.455
12	-21	47	7.68	33.00	29.55	21.87	3.45	15.78	15.77	1.387
18	-21	48	6.78	32.26	28.70	21.92	3.56	16.24	15.77	1.390
24	-21	49	6.66	31.35	28.00	21.34	3.35	15.70	15.77	1.353
-24	-27	51	6.35	30.16	26.81	20.46	3.35	16.37	15.77	1.297
-18	-27	52	6.94	31.55	28.20	21.26	3.35	15.76	15.77	1.348
-12	-27	53	6.15	31.50	27.92	21.77	3.58	16.44	15.77	1.380
-6	-27	54	6.44	32.23	28.60	22.16	3.63	16.38	15.77	1.405
0	-27	55	6.37	32.50	28.80	22.43	3.70	16.50	15.77	1.422
6	-27	56	6.63	32.48	28.83	22.20	3.65	16.44	15.77	1.408
12	-27	57	7.13	32.05	28.70	21.57	3.35	15.53	15.77	1.368
18	-27	58	6.74	31.27	27.92	21.18	3.35	15.82	15.77	1.343
24	-27	59	6.89	29.93	26.81	19.92	3.12	15.66	15.77	1.263

ตารางผนวกที่ ก22 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16 %(d.b.) น้ำหนักกดทับด้อย่าง 320 kg ที่ยาววิ่ง 6 เทียว(ครั้งที่ 2)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 6, Water Content =16%(d.b.)										
-24	-3	B1	6.32	30.26	26.90	20.58	3.36	16.33	15.77	1.305
-18	-3	B2	6.92	32.85	29.29	22.37	3.56	15.91	15.77	1.419
-12	-3	B3	7.03	33.20	29.50	22.47	3.70	16.47	15.77	1.425
-6	-3	B4	7.01	36.60	32.48	25.47	4.12	16.18	15.77	1.615
0	-3	B5	6.87	38.49	34.10	27.23	4.39	16.12	15.77	1.727
6	-3	B6	6.79	36.00	32.02	25.23	3.98	15.77	15.77	1.600
12	-3	B7	6.77	33.75	30.00	23.23	3.75	16.14	15.77	1.473
18	-3	B8	7.05	31.15	27.80	20.75	3.35	16.14	15.77	1.316
24	-3	B9	6.64	30.42	27.20	20.56	3.22	15.66	15.77	1.304
-24	-9	21	6.56	31.20	27.88	21.32	3.32	15.57	15.77	1.352
-18	-9	22	7.26	33.42	29.90	22.64	3.52	15.55	15.77	1.436
-12	-9	23	5.70	33.40	29.60	23.90	3.80	15.90	15.77	1.516
-6	-9	24	6.32	36.80	32.50	26.18	4.30	16.42	15.77	1.660
0	-9	25	7.25	38.00	33.85	26.60	4.15	15.60	15.77	1.687
6	-9	26	6.21	35.60	31.60	25.39	4.00	15.75	15.77	1.610
12	-9	27	6.82	35.00	31.12	24.30	3.88	15.97	15.77	1.541

ตารางผนวกที่ ก22 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 6, Water Content =16%(d.b.)										
18	-9	28	7.13	33.60	29.92	22.79	3.68	16.15	15.77	1.445
24	-9	29	7.46	31.60	28.22	20.76	3.38	16.28	15.77	1.316
-24	-15	31	6.86	31.68	28.28	21.42	3.40	15.87	15.77	1.358
-18	-15	32	6.07	31.82	28.33	22.26	3.49	15.68	15.77	1.412
-12	-15	33	7.15	33.72	30.00	22.85	3.72	16.28	15.77	1.449
-6	-15	34	6.69	35.45	31.42	24.73	4.03	16.30	15.77	1.568
0	-15	35	7.37	36.00	32.15	24.78	3.85	15.54	15.77	1.571
6	-15	36	6.61	35.23	31.23	24.62	4.00	16.25	15.77	1.561
12	-15	37	6.07	33.86	30.00	23.93	3.86	16.13	15.77	1.517
18	-15	38	7.42	34.00	30.28	22.86	3.72	16.27	15.77	1.450
24	-15	39	7.18	32.64	29.12	21.94	3.52	16.04	15.77	1.391
-24	-21	41	6.09	30.66	27.23	21.14	3.43	16.23	15.77	1.341
-18	-21	42	6.84	31.36	28.00	21.16	3.36	15.88	15.77	1.342
-12	-21	43	7.09	33.00	29.40	22.31	3.60	16.14	15.77	1.415
-6	-21	44	6.58	33.86	30.06	23.48	3.80	16.18	15.77	1.489
0	-21	45	7.22	34.68	30.82	23.60	3.86	16.36	15.77	1.497

ตารางผนวกที่ ก22 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 6, Water Content =16%(d.b.)										
6	-21	46	6.61	33.22	29.60	22.99	3.62	15.75	15.77	1.458
12	-21	47	7.14	32.60	29.03	21.89	3.57	16.31	15.77	1.388
18	-21	48	6.47	32.46	28.82	22.35	3.64	16.29	15.77	1.417
24	-21	49	6.77	31.16	27.80	21.03	3.36	15.98	15.77	1.334
-24	-27	51	6.35	30.26	27.02	20.67	3.24	15.67	15.77	1.311
-18	-27	52	6.94	31.75	28.32	21.38	3.43	16.04	15.77	1.356
-12	-27	53	6.15	31.25	27.70	21.55	3.55	16.47	15.77	1.367
-6	-27	54	6.44	31.88	28.32	21.88	3.56	16.27	15.77	1.387
0	-27	55	7.37	33.80	30.06	22.69	3.74	16.48	15.77	1.439
6	-27	56	6.63	32.20	28.75	22.12	3.45	15.60	15.77	1.403
12	-27	57	7.13	31.42	28.02	20.89	3.40	16.28	15.77	1.325
18	-27	58	6.74	31.27	27.94	21.20	3.33	15.71	15.77	1.344
24	-27	59	6.89	30.32	27.06	20.17	3.26	16.16	15.77	1.279

ตารางผนวกที่ ก23 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16 %(d.b.) น้ำหนักกดทับด้อย่าง 320 kg ที่ยาววิ่ง 12 เทียว(ครั้งที่ 1)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 12, Water Content =16%(d.b.)										
-24	-3	T1	6.56	30.00	26.72	20.16	3.28	16.27	15.77	1.278
-18	-3	T2	7.26	31.82	28.42	21.16	3.40	16.07	15.77	1.342
-12	-3	T3	6.70	32.58	29.08	22.38	3.50	15.64	15.77	1.419
-6	-3	T4	6.32	36.00	32.00	25.68	4.00	15.58	15.77	1.628
0	-3	T5	7.25	39.30	34.92	27.67	4.38	15.83	15.77	1.755
6	-3	T6	6.21	36.82	32.60	26.39	4.22	15.99	15.77	1.673
12	-3	T7	6.82	32.25	28.75	21.93	3.50	15.96	15.77	1.391
18	-3	T8	7.13	32.38	28.88	21.75	3.50	16.09	15.77	1.379
24	-3	T9	7.46	30.36	27.26	19.80	3.10	15.66	15.77	1.256
-24	-9	21	6.20	29.70	26.40	20.20	3.30	16.34	15.77	1.281
-18	-9	22	6.10	31.46	27.96	21.86	3.50	16.01	15.77	1.386
-12	-9	23	6.43	34.00	30.22	23.79	3.78	15.89	15.77	1.509
-6	-9	24	6.38	37.50	33.22	26.84	4.28	15.95	15.77	1.702
0	-9	25	6.27	38.75	34.25	27.98	4.50	16.08	15.77	1.774
6	-9	26	7.22	38.40	34.00	26.78	4.40	16.43	15.77	1.698
12	-9	27	6.80	34.85	30.92	24.12	3.93	16.29	15.77	1.529

ตารางผนวกที่ ก23 (ต่อ)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))		
Load = 320 kg, Number of passes = 12, Water Content =16%(d.b.)										
18	-9	28	6.17	32.92	29.22	23.05	3.70	16.05	15.77	1.462
24	-9	29	7.04	30.52	27.32	20.28	3.20	15.78	15.77	1.286
-24	-15	31	6.51	29.72	26.50	19.99	3.22	16.11	15.77	1.268
-18	-15	32	6.15	32.03	28.53	22.38	3.50	15.64	15.77	1.419
-12	-15	33	6.71	34.86	30.96	24.25	3.90	16.08	15.77	1.538
-6	-15	34	6.14	36.12	32.00	25.86	4.12	15.93	15.77	1.640
0	-15	35	6.49	37.35	33.08	26.59	4.27	16.06	15.77	1.686
6	-15	36	6.33	36.00	32.00	25.67	4.00	15.58	15.77	1.628
12	-15	37	6.59	35.30	31.40	24.81	3.90	15.72	15.77	1.573
18	-15	38	6.30	33.51	29.72	23.42	3.79	16.18	15.77	1.485
24	-15	39	6.26	30.00	26.80	20.54	3.20	15.58	15.77	1.302
-24	-21	41	5.91	30.00	26.60	20.69	3.40	16.43	15.77	1.312
-18	-21	42	6.35	33.36	29.60	23.25	3.76	16.17	15.77	1.474
-12	-21	43	6.02	33.86	30.03	24.01	3.83	15.95	15.77	1.523
-6	-21	44	6.15	35.82	31.66	25.51	4.16	16.31	15.77	1.618
0	-21	45	6.74	36.00	32.00	25.26	4.00	15.84	15.77	1.602

ตารางผนวกที่ ก23 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content %(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 12, Water Content =16%(d.b.)										
6	-21	46	6.09	35.30	31.32	25.23	3.98	15.77	15.77	1.600
12	-21	47	7.68	36.00	32.00	24.32	4.00	16.45	15.77	1.542
18	-21	48	6.78	34.00	30.30	23.52	3.70	15.73	15.77	1.491
24	-21	49	6.66	31.16	27.76	21.10	3.40	16.11	15.77	1.338
-24	-27	51	6.35	30.00	26.81	20.46	3.19	15.59	15.77	1.297
-18	-27	52	6.94	33.78	30.00	23.06	3.78	16.39	15.77	1.462
-12	-27	53	6.15	33.42	29.60	23.45	3.82	16.29	15.77	1.487
-6	-27	54	6.44	34.40	30.50	24.06	3.90	16.21	15.77	1.526
0	-27	55	6.37	34.60	30.66	24.29	3.94	16.22	15.77	1.540
6	-27	56	6.63	33.82	30.00	23.37	3.82	16.35	15.77	1.482
12	-27	57	7.13	34.00	30.22	23.09	3.78	16.37	15.77	1.464
18	-27	58	6.74	33.26	29.56	22.82	3.70	16.21	15.77	1.447
24	-27	59	6.89	30.82	27.50	20.61	3.32	16.11	15.77	1.307

ตารางผนวกที่ ก24 ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง ความชื้น 16 %(d.b.) น้ำหนักกดทับด้อย่าง 320 kg ที่ยาววิ่ง 12 เทียว(ครั้งที่ 2)

Coordinate		Can no.	Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y (cm)		of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 12, Water Content = 16%(d.b.)										
-24	-3	B1	6.32	29.72	26.43	20.11	3.29	16.36	15.77	1.275
-18	-3	B2	6.92	31.22	27.84	20.92	3.38	16.16	15.77	1.327
-12	-3	B3	7.03	32.58	29.03	22.00	3.55	16.14	15.77	1.395
-6	-3	B4	7.01	37.22	33.04	26.03	4.18	16.06	15.77	1.651
0	-3	B5	6.87	39.30	34.75	27.88	4.55	16.32	15.77	1.768
6	-3	B6	6.79	36.82	32.80	26.01	4.02	15.46	15.77	1.649
12	-3	B7	6.77	31.65	28.15	21.38	3.50	16.37	15.77	1.356
18	-3	B8	7.05	32.58	29.00	21.95	3.58	16.31	15.77	1.392
24	-3	B9	6.64	29.80	26.60	19.96	3.20	16.03	15.77	1.266
-24	-9	21	6.56	29.70	26.52	19.96	3.18	15.93	15.77	1.266
-18	-9	22	7.26	32.00	28.65	21.39	3.35	15.66	15.77	1.356
-12	-9	23	5.70	33.46	29.65	23.95	3.81	15.91	15.77	1.519
-6	-9	24	6.32	37.50	33.22	26.90	4.28	15.91	15.77	1.706
0	-9	25	7.25	39.92	35.36	28.11	4.56	16.22	15.77	1.782
6	-9	26	6.21	37.89	33.48	27.27	4.41	16.17	15.77	1.729
12	-9	27	6.82	34.85	30.92	24.10	3.93	16.31	15.77	1.528

ตารางผนวกที่ ก24 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 12, Water Content =16%(d.b.)										
18	-9	28	7.13	33.87	30.12	22.99	3.75	16.31	15.77	1.458
24	-9	29	7.46	30.82	27.60	20.14	3.22	15.99	15.77	1.277
-24	-15	31	6.86	29.94	26.70	19.84	3.24	16.33	15.77	1.258
-18	-15	32	6.07	32.27	28.62	22.55	3.65	16.19	15.77	1.430
-12	-15	33	7.15	35.12	31.26	24.11	3.86	16.01	15.77	1.529
-6	-15	34	6.69	36.62	32.50	25.81	4.12	15.96	15.77	1.637
0	-15	35	7.37	38.22	33.97	26.60	4.25	15.98	15.77	1.687
6	-15	36	6.61	36.50	32.30	25.69	4.20	16.35	15.77	1.629
12	-15	37	6.07	35.30	31.20	25.13	4.10	16.32	15.77	1.594
18	-15	38	7.42	34.25	30.52	23.10	3.73	16.15	15.77	1.465
24	-15	39	7.18	30.40	27.20	20.02	3.20	15.98	15.77	1.269
-24	-21	41	6.09	29.65	26.40	20.31	3.25	16.00	15.77	1.288
-18	-21	42	6.84	33.48	29.80	22.96	3.68	16.03	15.77	1.456
-12	-21	43	7.09	35.28	31.36	24.27	3.92	16.15	15.77	1.539
-6	-21	44	6.58	35.70	31.78	25.20	3.92	15.56	15.77	1.598
0	-21	45	7.22	36.35	32.30	25.08	4.05	16.15	15.77	1.590

ตารางผนวกที่ ก24 (ต่อ)

Coordinate			Weight	Weight of Wet	Weight of Dry	Weight of	Weight of	Water	Volume	Dry Bulk Density
X (cm)	Y(cm)	Can no.	of Can (g)	Soil + Can (g)	Soil + Can (g)	Dry Soil (g)	Water (g)	Content (%(d.b.))	(cm ³)	of Soil (g/cm ³)
Load = 320 kg, Number of passes = 12, Water Content = 16%(d.b.)										
6	-21	46	6.61	36.24	32.12	25.51	4.12	16.15	15.77	1.618
12	-21	47	7.14	35.74	31.70	24.56	4.04	16.45	15.77	1.557
18	-21	48	6.47	34.00	30.30	23.83	3.70	15.53	15.77	1.511
24	-21	49	6.77	31.00	27.66	20.89	3.34	15.99	15.77	1.325
-24	-27	51	6.35	30.00	26.81	20.46	3.19	15.59	15.77	1.297
-18	-27	52	6.94	33.78	30.00	23.06	3.78	16.39	15.77	1.462
-12	-27	53	6.15	33.42	29.56	23.41	3.86	16.49	15.77	1.484
-6	-27	54	6.44	34.21	30.41	23.97	3.80	15.85	15.77	1.520
0	-27	55	7.37	36.00	32.13	24.76	3.87	15.63	15.77	1.570
6	-27	56	6.63	33.82	30.05	23.42	3.77	16.10	15.77	1.485
12	-27	57	7.13	34.36	30.65	23.52	3.71	15.77	15.77	1.491
18	-27	58	6.74	33.00	29.36	22.62	3.64	16.09	15.77	1.434
24	-27	59	6.89	31.03	27.75	20.86	3.28	15.72	15.77	1.323

ภาคผนวก ข

ผลการทดลองค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน

ตารางผนวกที่ ข1 ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดินเหนียวไผ่ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนัก
กดทับสัณฐาน 200 kg เทียบวง 1 เทียว

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
Load = 200 kg, Number of pass = 1, Water Content = 10 % (d.b.) Group 1								
-24	0	0.15	-12	-22.5	0.32	6	-7.5	0.29
-24	-2.5	0.15	-12	-25	0.32	6	-10	0.30
-24	-5	0.15	-12	-27.5	0.32	6	-12.5	0.33
-24	-7.5	0.15	-12	-30	0.32	6	-15	0.32
-24	-10	0.15	-12	-32.5	0.32	6	-17.5	0.30
-24	-12.5	0.20	-12	-35	0.32	6	-20	0.30
-24	-15	0.22	-6	0	0.15	6	-22.5	0.30
-24	-17.5	0.25	-6	-2.5	0.15	6	-25	0.30
-24	-20	0.26	-6	-5	0.33	6	-27.5	0.30
-24	-22.5	0.26	-6	-7.5	0.38	6	-30	0.30
-24	-25	0.25	-6	-10	0.38	6	-32.5	0.28
-24	-27.5	0.22	-6	-12.5	0.39	6	-35	0.28
-24	-30	0.20	-6	-15	0.39	12	0	0.15
-24	-32.5	0.20	-6	-17.5	0.40	12	-2.5	0.15
-24	-35	0.20	-6	-20	0.40	12	-5	0.15
-18	0	0.15	-6	-22.5	0.35	12	-7.5	0.20
-18	-2.5	0.15	-6	-25	0.32	12	-10	0.30
-18	-5	0.18	-6	-27.5	0.32	12	-12.5	0.31
-18	-7.5	0.18	-6	-30	0.30	12	-15	0.32
-18	-10	0.22	-6	-32.5	0.30	12	-17.5	0.33
-18	-12.5	0.28	-6	-35	0.30	12	-20	0.32
-18	-15	0.28	0	0	0.15	12	-22.5	0.32
-18	-17.5	0.30	0	-2.5	0.15	12	-25	0.32
-18	-20	0.32	0	-5	0.55	12	-27.5	0.32
-18	-22.5	0.32	0	-7.5	0.55	12	-30	0.32
-18	-25	0.32	0	-10	0.55	12	-32.5	0.32
-18	-27.5	0.32	0	-12.5	0.55	12	-35	0.32
-18	-30	0.32	0	-15	0.55	18	0	0.15
-18	-32.5	0.32	0	-17.5	0.48	18	-2.5	0.15
-18	-35	0.32	0	-20	0.42	18	-5	0.15
-12	0	0.15	0	-22.5	0.40	18	-7.5	0.17
-12	-2.5	0.15	0	-25	0.38	18	-10	0.18
-12	-5	0.17	0	-27.5	0.38	18	-12.5	0.18
-12	-7.5	0.17	0	-30	0.32	18	-15	0.25
-12	-10	0.20	0	-32.5	0.32	18	-17.5	0.30
-12	-12.5	0.28	0	-35	0.30	18	-20	0.30
-12	-15	0.28	6	0	0.15	18	-22.5	0.30
-12	-17.5	0.28	6	-2.5	0.15	18	-25	0.30
-12	-20	0.32	6	-5	0.28	18	-27.5	0.30

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

Coordinate			Cone Penetration			Coordinate			Cone Penetration		
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
18	-30	0.30	24	-7.5	0.15	24	-22.5	0.15			
18	-32.5	0.30	24	-10	0.15	24	-25	0.15			
18	-35	0.30	24	-12.5	0.15	24	-27.5	0.15			
24	0	0.15	24	-15	0.15	24	-30	0.15			
24	-2.5	0.15	24	-17.5	0.15	24	-32.5	0.15			
24	-5	0.15	24	-20	0.15	24	-35	0.15			
Load = 200 kg, Number of pass = 1, Water Content = 10 % (d.b.) Group 2											
-24	0	0.15	-12	0	0.15	0	0	0.15			
-24	-2.5	0.15	-12	-2.5	0.15	0	-2.5	0.50			
-24	-5	0.15	-12	-5	0.20	0	-5	0.50			
-24	-7.5	0.15	-12	-7.5	0.20	0	-7.5	0.50			
-24	-10	0.15	-12	-10	0.25	0	-10	0.50			
-24	-12.5	0.20	-12	-12.5	0.25	0	-12.5	0.50			
-24	-15	0.20	-12	-15	0.25	0	-15	0.45			
-24	-17.5	0.20	-12	-17.5	0.25	0	-17.5	0.42			
-24	-20	0.20	-12	-20	0.30	0	-20	0.35			
-24	-22.5	0.20	-12	-22.5	0.30	0	-22.5	0.30			
-24	-25	0.20	-12	-25	0.25	0	-25	0.30			
-24	-27.5	0.20	-12	-27.5	0.25	0	-27.5	0.30			
-24	-30	0.20	-12	-30	0.25	0	-30	0.30			
-24	-32.5	0.20	-12	-32.5	0.25	0	-32.5	0.30			
-24	-35	0.20	-12	-35	0.25	0	-35	0.30			
-18	0	0.15	-6	0	0.15	6	0	0.15			
-18	-2.5	0.15	-6	-2.5	0.15	6	-2.5	0.20			
-18	-5	0.18	-6	-5	0.38	6	-5	0.40			
-18	-7.5	0.18	-6	-7.5	0.40	6	-7.5	0.40			
-18	-10	0.20	-6	-10	0.40	6	-10	0.40			
-18	-12.5	0.20	-6	-12.5	0.40	6	-12.5	0.40			
-18	-15	0.28	-6	-15	0.40	6	-15	0.40			
-18	-17.5	0.30	-6	-17.5	0.40	6	-17.5	0.38			
-18	-20	0.32	-6	-20	0.40	6	-20	0.38			
-18	-22.5	0.32	-6	-22.5	0.35	6	-22.5	0.38			
-18	-25	0.32	-6	-25	0.32	6	-25	0.35			
-18	-27.5	0.32	-6	-27.5	0.32	6	-27.5	0.32			
-18	-30	0.32	-6	-30	0.30	6	-30	0.30			
-18	-32.5	0.32	-6	-32.5	0.30	6	-32.5	0.30			
-18	-35	0.32	-6	-35	0.30	6	-35	0.30			

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
12	0	0.15	18	0	0.15	24	0	0.15
12	-2.5	0.15	18	-2.5	0.15	24	-2.5	0.15
12	-5	0.15	18	-5	0.15	24	-5	0.15
12	-7.5	0.20	18	-7.5	0.15	24	-7.5	0.15
12	-10	0.28	18	-10	0.18	24	-10	0.15
12	-12.5	0.30	18	-12.5	0.20	24	-12.5	0.15
12	-15	0.30	18	-15	0.22	24	-15	0.20
12	-17.5	0.30	18	-17.5	0.25	24	-17.5	0.20
12	-20	0.32	18	-20	0.25	24	-20	0.20
12	-22.5	0.32	18	-22.5	0.25	24	-22.5	0.20
12	-25	0.32	18	-25	0.25	24	-25	0.20
12	-27.5	0.32	18	-27.5	0.25	24	-27.5	0.20
12	-30	0.32	18	-30	0.25	24	-30	0.20
12	-32.5	0.32	18	-32.5	0.25	24	-32.5	0.20
12	-35	0.32	18	-35	0.25	24	-35	0.20

ตารางผนวกที่ ข2 ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดินเหนียวไผ่ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนัก
กดทับสัณฐาน 200 kg เทียบวง 6 เทียบ

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
Load = 200 kg, Number of pass = 6, Water Content = 10 % (d.b.) Group 1								
-24	0	0.15	-12	-22.5	0.40	6	-7.5	0.62
-24	-2.5	0.15	-12	-25	0.38	6	-10	0.62
-24	-5	0.15	-12	-27.5	0.32	6	-12.5	0.62
-24	-7.5	0.15	-12	-30	0.32	6	-15	0.62
-24	-10	0.15	-12	-32.5	0.30	6	-17.5	0.60
-24	-12.5	0.18	-12	-35	0.30	6	-20	0.52
-24	-15	0.20	-6	0	0.15	6	-22.5	0.48
-24	-17.5	0.20	-6	-2.5	0.27	6	-25	0.46
-24	-20	0.20	-6	-5	0.50	6	-27.5	0.45
-24	-22.5	0.20	-6	-7.5	0.62	6	-30	0.42
-24	-25	0.20	-6	-10	0.62	6	-32.5	0.38
-24	-27.5	0.20	-6	-12.5	0.62	6	-35	0.32
-24	-30	0.20	-6	-15	0.62	12	0	0.15
-24	-32.5	0.20	-6	-17.5	0.60	12	-2.5	0.15
-24	-35	0.20	-6	-20	0.52	12	-5	0.15
-18	0	0.15	-6	-22.5	0.48	12	-7.5	0.18
-18	-2.5	0.15	-6	-25	0.46	12	-10	0.32
-18	-5	0.15	-6	-27.5	0.45	12	-12.5	0.42
-18	-7.5	0.15	-6	-30	0.42	12	-15	0.50
-18	-10	0.15	-6	-32.5	0.38	12	-17.5	0.50
-18	-12.5	0.18	-6	-35	0.35	12	-20	0.50
-18	-15	0.20	0	0	0.15	12	-22.5	0.50
-18	-17.5	0.30	0	-2.5	1.20	12	-25	0.48
-18	-20	0.30	0	-5	1.20	12	-27.5	0.42
-18	-22.5	0.30	0	-7.5	1.20	12	-30	0.40
-18	-25	0.30	0	-10	1.10	12	-32.5	0.38
-18	-27.5	0.30	0	-12.5	0.90	12	-35	0.34
-18	-30	0.30	0	-15	0.72	18	0	0.15
-18	-32.5	0.30	0	-17.5	0.62	18	-2.5	0.15
-18	-35	0.30	0	-20	0.55	18	-5	0.15
-12	0	0.15	0	-22.5	0.48	18	-7.5	0.17
-12	-2.5	0.15	0	-25	0.42	18	-10	0.20
-12	-5	0.20	0	-27.5	0.40	18	-12.5	0.22
-12	-7.5	0.30	0	-30	0.40	18	-15	0.28
-12	-10	0.35	0	-32.5	0.38	18	-17.5	0.30
-12	-12.5	0.38	0	-35	0.35	18	-20	0.30
-12	-15	0.40	6	0	0.15	18	-22.5	0.30
-12	-17.5	0.40	6	-2.5	0.40	18	-25	0.30
-12	-20	0.40	6	-5	0.60	18	-27.5	0.30

ตารางผนวกที่ ๒ (ต่อ)

Coordinate			Cone Penetration			Coordinate			Cone Penetration		
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
18	-30	0.30	24	-7.5	0.12	24	-22.5	0.20			
18	-32.5	0.30	24	-10	0.12	24	-25	0.20			
18	-35	0.30	24	-12.5	0.12	24	-27.5	0.20			
24	0	0.15	24	-15	0.12	24	-30	0.28			
24	-2.5	0.15	24	-17.5	0.20	24	-32.5	0.28			
24	-5	0.12	24	-20	0.20	24	-35	0.28			
Load = 200 kg, Number of passes = 6, Water Content = 10 % (d.b.) Group 2											
-24	0	0.15	-12	0	0.15	0	0	0.15			
-24	-2.5	0.15	-12	-2.5	0.15	0	-2.5	1.30			
-24	-5	0.15	-12	-5	0.20	0	-5	1.30			
-24	-7.5	0.15	-12	-7.5	0.25	0	-7.5	1.05			
-24	-10	0.15	-12	-10	0.38	0	-10	0.90			
-24	-12.5	0.17	-12	-12.5	0.40	0	-12.5	0.80			
-24	-15	0.18	-12	-15	0.45	0	-15	0.65			
-24	-17.5	0.18	-12	-17.5	0.50	0	-17.5	0.60			
-24	-20	0.18	-12	-20	0.50	0	-20	0.60			
-24	-22.5	0.18	-12	-22.5	0.40	0	-22.5	0.50			
-24	-25	0.18	-12	-25	0.38	0	-25	0.48			
-24	-27.5	0.18	-12	-27.5	0.32	0	-27.5	0.45			
-24	-30	0.18	-12	-30	0.32	0	-30	0.45			
-24	-32.5	0.18	-12	-32.5	0.30	0	-32.5	0.40			
-24	-35	0.18	-12	-35	0.30	0	-35	0.40			
-18	0	0.15	-6	0	0.15	6	0	0.15			
-18	-2.5	0.15	-6	-2.5	0.40	6	-2.5	0.50			
-18	-5	0.15	-6	-5	0.55	6	-5	0.60			
-18	-7.5	0.15	-6	-7.5	0.55	6	-7.5	0.60			
-18	-10	0.20	-6	-10	0.55	6	-10	0.60			
-18	-12.5	0.20	-6	-12.5	0.55	6	-12.5	0.60			
-18	-15	0.25	-6	-15	0.55	6	-15	0.60			
-18	-17.5	0.30	-6	-17.5	0.55	6	-17.5	0.52			
-18	-20	0.30	-6	-20	0.55	6	-20	0.48			
-18	-22.5	0.30	-6	-22.5	0.50	6	-22.5	0.40			
-18	-25	0.30	-6	-25	0.46	6	-25	0.32			
-18	-27.5	0.30	-6	-27.5	0.45	6	-27.5	0.30			
-18	-30	0.30	-6	-30	0.42	6	-30	0.30			
-18	-32.5	0.30	-6	-32.5	0.38	6	-32.5	0.28			
-18	-35	0.30	-6	-35	0.30	6	-35	0.28			

ตารางผนวกที่ ๒ (ต่อ)

Coordinate			Cone Penetration			Coordinate			Cone Penetration		
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
12	0	0.15	18	0	0.15	24	0	0.15			
12	-2.5	0.15	18	-2.5	0.15	24	-2.5	0.15			
12	-5	0.48	18	-5	0.15	24	-5	0.12			
12	-7.5	0.50	18	-7.5	0.15	24	-7.5	0.12			
12	-10	0.50	18	-10	0.15	24	-10	0.12			
12	-12.5	0.50	18	-12.5	0.22	24	-12.5	0.12			
12	-15	0.50	18	-15	0.25	24	-15	0.20			
12	-17.5	0.50	18	-17.5	0.25	24	-17.5	0.20			
12	-20	0.48	18	-20	0.25	24	-20	0.20			
12	-22.5	0.42	18	-22.5	0.25	24	-22.5	0.20			
12	-25	0.40	18	-25	0.25	24	-25	0.20			
12	-27.5	0.40	18	-27.5	0.25	24	-27.5	0.20			
12	-30	0.38	18	-30	0.25	24	-30	0.20			
12	-32.5	0.38	18	-32.5	0.25	24	-32.5	0.20			
12	-35	0.38	18	-35	0.25	24	-35	0.20			

ตารางผนวกที่ ข3 ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดินเหนียวไผ่ความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนัก
กดทับสัณฐาน 200 kg เที้ยววัง 12 เที้ยว

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
Load = 200 kg, Number of passes = 12, Water Content = 10 % (d.b.) Group 1								
-24	0	0.15	-12	-22.5	0.38	6	-7.5	0.80
-24	-2.5	0.15	-12	-25	0.38	6	-10	0.80
-24	-5	0.15	-12	-27.5	0.38	6	-12.5	0.80
-24	-7.5	0.15	-12	-30	0.30	6	-15	0.62
-24	-10	0.15	-12	-32.5	0.28	6	-17.5	0.60
-24	-12.5	0.15	-12	-35	0.28	6	-20	0.50
-24	-15	0.22	-6	0	0.15	6	-22.5	0.42
-24	-17.5	0.22	-6	-2.5	0.50	6	-25	0.40
-24	-20	0.22	-6	-5	0.65	6	-27.5	0.38
-24	-22.5	0.22	-6	-7.5	0.65	6	-30	0.35
-24	-25	0.22	-6	-10	0.65	6	-32.5	0.30
-24	-27.5	0.22	-6	-12.5	0.60	6	-35	0.30
-24	-30	0.22	-6	-15	0.55	12	0	0.15
-24	-32.5	0.22	-6	-17.5	0.48	12	-2.5	0.15
-24	-35	0.22	-6	-20	0.42	12	-5	0.15
-18	0	0.15	-6	-22.5	0.42	12	-7.5	0.30
-18	-2.5	0.15	-6	-25	0.42	12	-10	0.35
-18	-5	0.15	-6	-27.5	0.40	12	-12.5	0.40
-18	-7.5	0.15	-6	-30	0.40	12	-15	0.40
-18	-10	0.15	-6	-32.5	0.40	12	-17.5	0.40
-18	-12.5	0.15	-6	-35	0.40	12	-20	0.40
-18	-15	0.30	0	0	0.15	12	-22.5	0.40
-18	-17.5	0.30	0	-2.5	1.75	12	-25	0.40
-18	-20	0.25	0	-5	1.75	12	-27.5	0.40
-18	-22.5	0.25	0	-7.5	1.50	12	-30	0.40
-18	-25	0.25	0	-10	1.20	12	-32.5	0.35
-18	-27.5	0.25	0	-12.5	0.90	12	-35	0.35
-18	-30	0.25	0	-15	0.90	18	0	0.15
-18	-32.5	0.25	0	-17.5	0.90	18	-2.5	0.15
-18	-35	0.25	0	-20	0.80	18	-5	0.15
-12	0	0.15	0	-22.5	0.70	18	-7.5	0.15
-12	-2.5	0.15	0	-25	0.70	18	-10	0.20
-12	-5	0.15	0	-27.5	0.70	18	-12.5	0.20
-12	-7.5	0.15	0	-30	0.70	18	-15	0.30
-12	-10	0.15	0	-32.5	0.70	18	-17.5	0.30
-12	-12.5	0.30	0	-35	0.70	18	-20	0.30
-12	-15	0.30	6	0	0.15	18	-22.5	0.30
-12	-17.5	0.35	6	-2.5	0.15	18	-25	0.30
-12	-20	0.38	6	-5	0.80	18	-27.5	0.30

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
18	-30	0.30	24	-7.5	0.15	24	-22.5	0.30
18	-32.5	0.30	24	-10	0.13	24	-25	0.30
18	-35	0.30	24	-12.5	0.30	24	-27.5	0.30
24	0	0.15	24	-15	0.30	24	-30	0.30
24	-2.5	0.15	24	-17.5	0.30	24	-32.5	0.30
24	-5	0.15	24	-20	0.30	24	-35	0.30
Load = 200 kg, Number of passes = 12, Water Content = 10 % (d.b.) Group 2								
-24	0	0.15	-12	0	0.15	0	0	0.15
-24	-2.5	0.15	-12	-2.5	0.15	0	-2.5	2.10
-24	-5	0.15	-12	-5	0.15	0	-5	2.10
-24	-7.5	0.15	-12	-7.5	0.20	0	-7.5	1.50
-24	-10	0.18	-12	-10	0.30	0	-10	0.90
-24	-12.5	0.20	-12	-12.5	0.40	0	-12.5	0.80
-24	-15	0.20	-12	-15	0.42	0	-15	0.80
-24	-17.5	0.20	-12	-17.5	0.45	0	-17.5	0.80
-24	-20	0.20	-12	-20	0.45	0	-20	0.80
-24	-22.5	0.20	-12	-22.5	0.45	0	-22.5	0.80
-24	-25	0.28	-12	-25	0.45	0	-25	0.65
-24	-27.5	0.28	-12	-27.5	0.45	0	-27.5	0.65
-24	-30	0.28	-12	-30	0.45	0	-30	0.65
-24	-32.5	0.28	-12	-32.5	0.45	0	-32.5	0.65
-24	-35	0.28	-12	-35	0.45	0	-35	0.65
-18	0	0.15	-6	0	0.15	6	0	0.15
-18	-2.5	0.15	-6	-2.5	0.50	6	-2.5	0.15
-18	-5	0.15	-6	-5	0.70	6	-5	0.70
-18	-7.5	0.20	-6	-7.5	0.70	6	-7.5	0.55
-18	-10	0.20	-6	-10	0.70	6	-10	0.60
-18	-12.5	0.20	-6	-12.5	0.70	6	-12.5	0.60
-18	-15	0.25	-6	-15	0.70	6	-15	0.60
-18	-17.5	0.25	-6	-17.5	0.70	6	-17.5	0.60
-18	-20	0.25	-6	-20	0.60	6	-20	0.60
-18	-22.5	0.25	-6	-22.5	0.55	6	-22.5	0.50
-18	-25	0.25	-6	-25	0.50	6	-25	0.50
-18	-27.5	0.25	-6	-27.5	0.50	6	-27.5	0.50
-18	-30	0.25	-6	-30	0.50	6	-30	0.50
-18	-32.5	0.25	-6	-32.5	0.50	6	-32.5	0.50
-18	-35	0.25	-6	-35	0.50	6	-35	0.50

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

Coordinate			Cone Penetration			Coordinate			Cone Penetration		
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
12	0	0.15	18	0	0.15	24	0	0.15			
12	-2.5	0.15	18	-2.5	0.15	24	-2.5	0.15			
12	-5	0.15	18	-5	0.15	24	-5	0.15			
12	-7.5	0.15	18	-7.5	0.22	24	-7.5	0.25			
12	-10	0.30	18	-10	0.28	24	-10	0.25			
12	-12.5	0.40	18	-12.5	0.30	24	-12.5	0.25			
12	-15	0.40	18	-15	0.35	24	-15	0.25			
12	-17.5	0.40	18	-17.5	0.35	24	-17.5	0.25			
12	-20	0.45	18	-20	0.35	24	-20	0.25			
12	-22.5	0.48	18	-22.5	0.35	24	-22.5	0.25			
12	-25	0.48	18	-25	0.35	24	-25	0.25			
12	-27.5	0.48	18	-27.5	0.35	24	-27.5	0.25			
12	-30	0.48	18	-30	0.35	24	-30	0.25			
12	-32.5	0.42	18	-32.5	0.35	24	-32.5	0.25			
12	-35	0.38	18	-35	0.35	24	-35	0.25			

ตารางผนวกที่ ๔ ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดินเหนียวไคความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนัก
กดทับสัณฐาน 320 kg เทียบวง 1 เทียว

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
Load = 320 kg, Number of pass = 1, Water Content = 10 % (d.b.) Group 1								
-24	0	0.15	-12	-22.5	0.15	6	-7.5	0.28
-24	-2.5	0.15	-12	-25	0.15	6	-10	0.28
-24	-5	0.15	-12	-27.5	0.15	6	-12.5	0.30
-24	-7.5	0.15	-12	-30	0.15	6	-15	0.30
-24	-10	0.15	-12	-32.5	0.15	6	-17.5	0.30
-24	-12.5	0.15	-12	-35	0.15	6	-20	0.30
-24	-15	0.15	-6	0	0.15	6	-22.5	0.30
-24	-17.5	0.15	-6	-2.5	0.15	6	-25	0.30
-24	-20	0.15	-6	-5	0.20	6	-27.5	0.30
-24	-22.5	0.15	-6	-7.5	0.28	6	-30	0.30
-24	-25	0.15	-6	-10	0.28	6	-32.5	0.30
-24	-27.5	0.15	-6	-12.5	0.28	6	-35	0.30
-24	-30	0.15	-6	-15	0.28	12	0	0.15
-24	-32.5	0.15	-6	-17.5	0.28	12	-2.5	0.15
-24	-35	0.15	-6	-20	0.28	12	-5	0.15
-18	0	0.15	-6	-22.5	0.28	12	-7.5	0.18
-18	-2.5	0.15	-6	-25	0.28	12	-10	0.22
-18	-5	0.15	-6	-27.5	0.28	12	-12.5	0.30
-18	-7.5	0.15	-6	-30	0.28	12	-15	0.32
-18	-10	0.15	-6	-32.5	0.28	12	-17.5	0.38
-18	-12.5	0.15	-6	-35	0.28	12	-20	0.38
-18	-15	0.15	0	0	0.15	12	-22.5	0.38
-18	-17.5	0.15	0	-2.5	0.40	12	-25	0.38
-18	-20	0.15	0	-5	0.55	12	-27.5	0.38
-18	-22.5	0.15	0	-7.5	0.55	12	-30	0.38
-18	-25	0.15	0	-10	0.55	12	-32.5	0.38
-18	-27.5	0.15	0	-12.5	0.55	12	-35	0.38
-18	-30	0.15	0	-15	0.55	18	0	0.15
-18	-32.5	0.15	0	-17.5	0.55	18	-2.5	0.15
-18	-35	0.15	0	-20	0.55	18	-5	0.15
-12	0	0.15	0	-22.5	0.55	18	-7.5	0.15
-12	-2.5	0.15	0	-25	0.55	18	-10	0.15
-12	-5	0.15	0	-27.5	0.55	18	-12.5	0.15
-12	-7.5	0.15	0	-30	0.55	18	-15	0.15
-12	-10	0.15	0	-32.5	0.55	18	-17.5	0.15
-12	-12.5	0.15	0	-35	0.55	18	-20	0.15
-12	-15	0.15	6	0	0.15	18	-22.5	0.15
-12	-17.5	0.15	6	-2.5	0.15	18	-25	0.15
-12	-20	0.15	6	-5	0.25	18	-27.5	0.15

ตารางผนวกที่ ข4 (ต่อ)

Coordinate			Cone Penetration			Coordinate			Cone Penetration		
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
18	-30	0.15	24	-7.5	0.15	24	-22.5	0.20			
18	-32.5	0.15	24	-10	0.15	24	-25	0.20			
18	-35	0.15	24	-12.5	0.15	24	-27.5	0.20			
24	0	0.15	24	-15	0.15	24	-30	0.20			
24	-2.5	0.15	24	-17.5	0.20	24	-32.5	0.20			
24	-5	0.15	24	-20	0.20	24	-35	0.20			
Load = 320 kg, Number of pass = 1, Water Content = 10 % (d.b.) Group 2											
-24	0	0.15	-12	0	0.15	0	0	0.15			
-24	-2.5	0.15	-12	-2.5	0.15	0	-2.5	0.50			
-24	-5	0.15	-12	-5	0.15	0	-5	0.53			
-24	-7.5	0.15	-12	-7.5	0.15	0	-7.5	0.53			
-24	-10	0.15	-12	-10	0.15	0	-10	0.53			
-24	-12.5	0.15	-12	-12.5	0.15	0	-12.5	0.53			
-24	-15	0.15	-12	-15	0.40	0	-15	0.53			
-24	-17.5	0.15	-12	-17.5	0.40	0	-17.5	0.53			
-24	-20	0.20	-12	-20	0.40	0	-20	0.40			
-24	-22.5	0.20	-12	-22.5	0.40	0	-22.5	0.40			
-24	-25	0.20	-12	-25	0.40	0	-25	0.30			
-24	-27.5	0.20	-12	-27.5	0.40	0	-27.5	0.28			
-24	-30	0.20	-12	-30	0.24	0	-30	0.24			
-24	-32.5	0.20	-12	-32.5	0.24	0	-32.5	0.20			
-24	-35	0.20	-12	-35	0.20	0	-35	0.20			
-18	0	0.15	-6	0	0.15	6	0	0.15			
-18	-2.5	0.15	-6	-2.5	0.15	6	-2.5	0.15			
-18	-5	0.15	-6	-5	0.40	6	-5	0.40			
-18	-7.5	0.15	-6	-7.5	0.40	6	-7.5	0.40			
-18	-10	0.20	-6	-10	0.40	6	-10	0.40			
-18	-12.5	0.25	-6	-12.5	0.30	6	-12.5	0.40			
-18	-15	0.25	-6	-15	0.30	6	-15	0.40			
-18	-17.5	0.25	-6	-17.5	0.30	6	-17.5	0.30			
-18	-20	0.25	-6	-20	0.30	6	-20	0.30			
-18	-22.5	0.25	-6	-22.5	0.30	6	-22.5	0.30			
-18	-25	0.25	-6	-25	0.24	6	-25	0.20			
-18	-27.5	0.25	-6	-27.5	0.20	6	-27.5	0.20			
-18	-30	0.25	-6	-30	0.18	6	-30	0.20			
-18	-32.5	0.25	-6	-32.5	0.18	6	-32.5	0.20			
-18	-35	0.25	-6	-35	0.18	6	-35	0.20			

ตารางผนวกที่ ข4 (ต่อ)

Coordinate			Cone Penetration			Coordinate			Cone Penetration		
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
12	0	0.15	18	0	0.15	24	0	0.15			
12	-2.5	0.15	18	-2.5	0.15	24	-2.5	0.15			
12	-5	0.15	18	-5	0.15	24	-5	0.15			
12	-7.5	0.15	18	-7.5	0.15	24	-7.5	0.15			
12	-10	0.15	18	-10	0.15	24	-10	0.15			
12	-12.5	0.15	18	-12.5	0.15	24	-12.5	0.15			
12	-15	0.15	18	-15	0.28	24	-15	0.15			
12	-17.5	0.22	18	-17.5	0.35	24	-17.5	0.25			
12	-20	0.22	18	-20	0.35	24	-20	0.25			
12	-22.5	0.22	18	-22.5	0.35	24	-22.5	0.25			
12	-25	0.22	18	-25	0.35	24	-25	0.25			
12	-27.5	0.22	18	-27.5	0.35	24	-27.5	0.25			
12	-30	0.22	18	-30	0.35	24	-30	0.25			
12	-32.5	0.22	18	-32.5	0.35	24	-32.5	0.25			
12	-35	0.22	18	-35	0.35	24	-35	0.25			

ตารางผนวกที่ ข5 ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดินเหนียวไคความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนัก
กดทับสัณฐาน 320 kg เทียบวง 6 เทีย

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
Load = 320 kg, Number of passes = 6, Water Content = 10 % (d.b.) Group 1								
-24	0	0.15	-12	-22.5	0.60	6	-7.5	0.70
-24	-2.5	0.15	-12	-25	0.60	6	-10	0.80
-24	-5	0.15	-12	-27.5	0.60	6	-12.5	0.80
-24	-7.5	0.15	-12	-30	0.20	6	-15	0.85
-24	-10	0.15	-12	-32.5	0.20	6	-17.5	0.85
-24	-12.5	0.15	-12	-35	0.20	6	-20	0.82
-24	-15	0.15	-6	0	0.15	6	-22.5	0.70
-24	-17.5	0.15	-6	-2.5	0.55	6	-25	0.70
-24	-20	0.15	-6	-5	0.80	6	-27.5	0.60
-24	-22.5	0.15	-6	-7.5	0.90	6	-30	0.60
-24	-25	0.15	-6	-10	0.92	6	-32.5	0.60
-24	-27.5	0.15	-6	-12.5	0.82	6	-35	0.60
-24	-30	0.15	-6	-15	0.72	12	0	0.15
-24	-32.5	0.15	-6	-17.5	0.70	12	-2.5	0.15
-24	-35	0.15	-6	-20	0.70	12	-5	0.15
-18	0	0.15	-6	-22.5	0.70	12	-7.5	0.15
-18	-2.5	0.15	-6	-25	0.70	12	-10	0.20
-18	-5	0.15	-6	-27.5	0.70	12	-12.5	0.20
-18	-7.5	0.15	-6	-30	0.50	12	-15	0.35
-18	-10	0.22	-6	-32.5	0.50	12	-17.5	0.50
-18	-12.5	0.22	-6	-35	0.40	12	-20	0.50
-18	-15	0.24	0	0	0.15	12	-22.5	0.55
-18	-17.5	0.24	0	-2.5	0.90	12	-25	0.55
-18	-20	0.24	0	-5	1.70	12	-27.5	0.55
-18	-22.5	0.24	0	-7.5	1.70	12	-30	0.55
-18	-25	0.24	0	-10	1.70	12	-32.5	0.55
-18	-27.5	0.24	0	-12.5	1.60	12	-35	0.50
-18	-30	0.24	0	-15	1.44	18	0	0.15
-18	-32.5	0.24	0	-17.5	1.40	18	-2.5	0.15
-18	-35	0.24	0	-20	1.35	18	-5	0.15
-12	0	0.15	0	-22.5	1.20	18	-7.5	0.15
-12	-2.5	0.15	0	-25	1.55	18	-10	0.20
-12	-5	0.15	0	-27.5	1.10	18	-12.5	0.20
-12	-7.5	0.15	0	-30	0.94	18	-15	0.20
-12	-10	0.40	0	-32.5	0.92	18	-17.5	0.20
-12	-12.5	0.50	0	-35	0.90	18	-20	0.25
-12	-15	0.60	6	0	0.60	18	-22.5	0.25
-12	-17.5	0.60	6	-2.5	0.15	18	-25	0.25
-12	-20	0.60	6	-5	0.15	18	-27.5	0.25

ตารางผนวกที่ ข5 (ต่อ)

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
18	-30	0.25	24	-7.5	0.15	24	-22.5	0.20
18	-32.5	0.25	24	-10	0.15	24	-25	0.20
18	-35	0.20	24	-12.5	0.15	24	-27.5	0.20
24	0	0.15	24	-15	0.20	24	-30	0.20
24	-2.5	0.15	24	-17.5	0.20	24	-32.5	0.20
24	-5	0.15	24	-20	0.20	24	-35	0.18
Load = 200 kg, Number of passes = 6, Water Content = 10 % (d.b.) Group 2								
-24	0	0.15	-12	0	0.15	0	0	0.15
-24	-2.5	0.15	-12	-2.5	0.15	0	-2.5	1.45
-24	-5	0.15	-12	-5	0.15	0	-5	1.40
-24	-7.5	0.15	-12	-7.5	0.15	0	-7.5	1.30
-24	-10	0.15	-12	-10	0.30	0	-10	1.05
-24	-12.5	0.15	-12	-12.5	0.45	0	-12.5	1.00
-24	-15	0.15	-12	-15	0.55	0	-15	0.80
-24	-17.5	0.15	-12	-17.5	0.60	0	-17.5	0.80
-24	-20	0.15	-12	-20	0.60	0	-20	0.70
-24	-22.5	0.15	-12	-22.5	0.60	0	-22.5	0.60
-24	-25	0.15	-12	-25	0.60	0	-25	0.60
-24	-27.5	0.15	-12	-27.5	0.60	0	-27.5	0.60
-24	-30	0.15	-12	-30	0.59	0	-30	0.55
-24	-32.5	0.15	-12	-32.5	0.55	0	-32.5	0.55
-24	-35	0.15	-12	-35	0.55	0	-35	0.50
-18	0	0.15	-6	0	0.15	6	0	0.15
-18	-2.5	0.15	-6	-2.5	0.50	6	-2.5	0.15
-18	-5	0.22	-6	-5	0.65	6	-5	0.60
-18	-7.5	0.20	-6	-7.5	0.65	6	-7.5	0.80
-18	-10	0.25	-6	-10	0.65	6	-10	0.80
-18	-12.5	0.30	-6	-12.5	0.65	6	-12.5	0.80
-18	-15	0.32	-6	-15	0.65	6	-15	0.82
-18	-17.5	0.35	-6	-17.5	0.65	6	-17.5	0.82
-18	-20	0.38	-6	-20	0.65	6	-20	0.78
-18	-22.5	0.32	-6	-22.5	0.58	6	-22.5	0.70
-18	-25	0.32	-6	-25	0.55	6	-25	0.70
-18	-27.5	0.32	-6	-27.5	0.55	6	-27.5	0.70
-18	-30	0.32	-6	-30	0.52	6	-30	0.60
-18	-32.5	0.20	-6	-32.5	0.52	6	-32.5	0.40
-18	-35	0.18	-6	-35	0.40	6	-35	0.40

ตารางผนวกที่ ข5 (ต่อ)

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
12	0	0.15	18	0	0.15	24	0	0.15
12	-2.5	0.15	18	-2.5	0.15	24	-2.5	0.15
12	-5	0.15	18	-5	0.15	24	-5	0.15
12	-7.5	0.15	18	-7.5	0.15	24	-7.5	0.15
12	-10	0.20	18	-10	0.30	24	-10	0.15
12	-12.5	0.40	18	-12.5	0.30	24	-12.5	0.15
12	-15	0.52	18	-15	0.30	24	-15	0.30
12	-17.5	0.52	18	-17.5	0.30	24	-17.5	0.31
12	-20	0.52	18	-20	0.30	24	-20	0.32
12	-22.5	0.52	18	-22.5	0.30	24	-22.5	0.32
12	-25	0.52	18	-25	0.30	24	-25	0.32
12	-27.5	0.52	18	-27.5	0.25	24	-27.5	0.20
12	-30	0.52	18	-30	0.25	24	-30	0.20
12	-32.5	0.51	18	-32.5	0.25	24	-32.5	0.20
12	-35	0.35	18	-35	0.20	24	-35	0.18

ตารางผนวกที่ ๖ ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดินเหนียวไคความชื้น 10%(d.b.) น้ำหนัก
กดทับสัณฐาน 320 kg เที้ยววัง 12 เที้ยว

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
Load = 320 kg, Number of passes = 12, Water Content = 10 % (d.b.) Group 1								
-24	0	0.15	-12	-22.5	0.38	6	-7.5	0.50
-24	-2.5	0.15	-12	-25	0.38	6	-10	0.60
-24	-5	0.15	-12	-27.5	0.38	6	-12.5	0.65
-24	-7.5	0.15	-12	-30	0.35	6	-15	0.65
-24	-10	0.15	-12	-32.5	0.35	6	-17.5	0.65
-24	-12.5	0.15	-12	-35	0.30	6	-20	0.65
-24	-15	0.20	-6	0	0.15	6	-22.5	0.65
-24	-17.5	0.25	-6	-2.5	0.15	6	-25	0.60
-24	-20	0.25	-6	-5	0.45	6	-27.5	0.60
-24	-22.5	0.25	-6	-7.5	0.52	6	-30	0.55
-24	-25	0.25	-6	-10	0.62	6	-32.5	0.45
-24	-27.5	0.25	-6	-12.5	0.65	6	-35	0.45
-24	-30	0.25	-6	-15	0.65	12	0	0.15
-24	-32.5	0.25	-6	-17.5	0.65	12	-2.5	0.15
-24	-35	0.25	-6	-20	0.65	12	-5	0.15
-18	0	0.15	-6	-22.5	0.65	12	-7.5	0.20
-18	-2.5	0.15	-6	-25	0.60	12	-10	0.30
-18	-5	0.15	-6	-27.5	0.58	12	-12.5	0.35
-18	-7.5	0.15	-6	-30	0.55	12	-15	0.40
-18	-10	0.15	-6	-32.5	0.52	12	-17.5	0.40
-18	-12.5	0.15	-6	-35	0.52	12	-20	0.40
-18	-15	0.20	0	0	0.15	12	-22.5	0.40
-18	-17.5	0.25	0	-2.5	0.60	12	-25	0.40
-18	-20	0.25	0	-5	1.30	12	-27.5	0.40
-18	-22.5	0.25	0	-7.5	1.30	12	-30	0.40
-18	-25	0.20	0	-10	1.30	12	-32.5	0.40
-18	-27.5	0.20	0	-12.5	1.30	12	-35	0.40
-18	-30	0.32	0	-15	1.30	18	0	0.15
-18	-32.5	0.32	0	-17.5	1.20	18	-2.5	0.15
-18	-35	0.32	0	-20	0.90	18	-5	0.15
-12	0	0.15	0	-22.5	0.80	18	-7.5	0.15
-12	-2.5	0.15	0	-25	0.78	18	-10	0.15
-12	-5	0.15	0	-27.5	0.85	18	-12.5	0.20
-12	-7.5	0.25	0	-30	0.85	18	-15	0.20
-12	-10	0.30	0	-32.5	0.90	18	-17.5	0.20
-12	-12.5	0.35	0	-35	0.50	18	-20	0.20
-12	-15	0.38	6	0	0.15	18	-22.5	0.20
-12	-17.5	0.38	6	-2.5	0.15	18	-25	0.20
-12	-20	0.38	6	-5	0.35	18	-27.5	0.20

ตารางผนวกที่ ข6 (ต่อ)

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
18	-30	0.20	24	-7.5	0.10	24	-22.5	0.25
18	-32.5	0.20	24	-10	0.15	24	-25	0.25
18	-35	0.20	24	-12.5	0.15	24	-27.5	0.25
24	0	0.15	24	-15	0.25	24	-30	0.25
24	-2.5	0.15	24	-17.5	0.25	24	-32.5	0.30
24	-5	0.15	24	-20	0.25	24	-35	0.30
Load = 320 kg, Number of passes = 12, Water Content = 10 % (d.b.) Group 2								
-24	0	0.15	-12	0	0.15	0	0	0.15
-24	-2.5	0.15	-12	-2.5	0.15	0	-2.5	0.60
-24	-5	0.15	-12	-5	0.15	0	-5	2.20
-24	-7.5	0.15	-12	-7.5	0.20	0	-7.5	2.20
-24	-10	0.15	-12	-10	0.25	0	-10	2.20
-24	-12.5	0.15	-12	-12.5	0.30	0	-12.5	1.80
-24	-15	0.25	-12	-15	0.32	0	-15	1.58
-24	-17.5	0.25	-12	-17.5	0.40	0	-17.5	1.40
-24	-20	0.25	-12	-20	0.40	0	-20	0.98
-24	-22.5	0.28	-12	-22.5	0.40	0	-22.5	0.82
-24	-25	0.30	-12	-25	0.40	0	-25	0.80
-24	-27.5	0.30	-12	-27.5	0.40	0	-27.5	0.65
-24	-30	0.30	-12	-30	0.35	0	-30	0.65
-24	-32.5	0.30	-12	-32.5	0.35	0	-32.5	0.55
-24	-35	0.30	-12	-35	0.30	0	-35	0.50
-18	0	0.15	-6	0	0.15	6	0	0.15
-18	-2.5	0.15	-6	-2.5	0.80	6	-2.5	0.90
-18	-5	0.15	-6	-5	0.95	6	-5	1.10
-18	-7.5	0.15	-6	-7.5	1.00	6	-7.5	1.11
-18	-10	0.15	-6	-10	1.00	6	-10	1.11
-18	-12.5	0.20	-6	-12.5	1.00	6	-12.5	1.08
-18	-15	0.20	-6	-15	1.00	6	-15	1.00
-18	-17.5	0.20	-6	-17.5	0.80	6	-17.5	0.92
-18	-20	0.20	-6	-20	0.75	6	-20	0.92
-18	-22.5	0.20	-6	-22.5	0.70	6	-22.5	0.92
-18	-25	0.20	-6	-25	0.68	6	-25	0.82
-18	-27.5	0.20	-6	-27.5	0.68	6	-27.5	0.80
-18	-30	0.20	-6	-30	0.55	6	-30	0.80
-18	-32.5	0.20	-6	-32.5	0.45	6	-32.5	0.55
-18	-35	0.20	-6	-35	0.40	6	-35	0.50

ตารางผนวกที่ ข6 (ต่อ)

Coordinate			Cone Penetration			Coordinate			Cone Penetration		
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
12	0	0.15	18	0	0.15	24	0	0.15			
12	-2.5	0.15	18	-2.5	0.15	24	-2.5	0.15			
12	-5	0.15	18	-5	0.15	24	-5	0.15			
12	-7.5	0.30	18	-7.5	0.15	24	-7.5	0.15			
12	-10	0.42	18	-10	0.15	24	-10	0.15			
12	-12.5	0.60	18	-12.5	0.15	24	-12.5	0.20			
12	-15	0.68	18	-15	0.15	24	-15	0.20			
12	-17.5	0.68	18	-17.5	0.35	24	-17.5	0.25			
12	-20	0.68	18	-20	0.40	24	-20	0.25			
12	-22.5	0.68	18	-22.5	0.40	24	-22.5	0.30			
12	-25	0.68	18	-25	0.40	24	-25	0.30			
12	-27.5	0.68	18	-27.5	0.40	24	-27.5	0.30			
12	-30	0.66	18	-30	0.40	24	-30	0.35			
12	-32.5	0.60	18	-32.5	0.40	24	-32.5	0.35			
12	-35	0.55	18	-35	0.40	24	-35	0.35			

ตารางผนวกที่ ข7 ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดินเหนียวไผ่ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนัก
กดทับสัณย 200 kg เทียบวง 1 เทียว

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
Load = 200 kg, Number of pass = 1, Water Content = 16 % (d.b.) Group 1								
-24	0	0.15	-12	-22.5	0.25	6	-7.5	0.35
-24	-2.5	0.15	-12	-25	0.25	6	-10	0.35
-24	-5	0.15	-12	-27.5	0.25	6	-12.5	0.35
-24	-7.5	0.15	-12	-30	0.25	6	-15	0.35
-24	-10	0.15	-12	-32.5	0.25	6	-17.5	0.35
-24	-12.5	0.15	-12	-35	0.25	6	-20	0.35
-24	-15	0.15	-6	0	0.15	6	-22.5	0.35
-24	-17.5	0.20	-6	-2.5	0.15	6	-25	0.30
-24	-20	0.20	-6	-5	0.15	6	-27.5	0.30
-24	-22.5	0.20	-6	-7.5	0.30	6	-30	0.30
-24	-25	0.20	-6	-10	0.35	6	-32.5	0.30
-24	-27.5	0.20	-6	-12.5	0.35	6	-35	0.30
-24	-30	0.20	-6	-15	0.35	12	0	0.15
-24	-32.5	0.20	-6	-17.5	0.35	12	-2.5	0.15
-24	-35	0.20	-6	-20	0.35	12	-5	0.15
-18	0	0.15	-6	-22.5	0.35	12	-7.5	0.25
-18	-2.5	0.15	-6	-25	0.35	12	-10	0.25
-18	-5	0.18	-6	-27.5	0.35	12	-12.5	0.25
-18	-7.5	0.20	-6	-30	0.35	12	-15	0.25
-18	-10	0.22	-6	-32.5	0.35	12	-17.5	0.25
-18	-12.5	0.22	-6	-35	0.35	12	-20	0.25
-18	-15	0.24	0	0	0.15	12	-22.5	0.25
-18	-17.5	0.28	0	-2.5	0.50	12	-25	0.25
-18	-20	0.28	0	-5	0.50	12	-27.5	0.25
-18	-22.5	0.24	0	-7.5	0.50	12	-30	0.25
-18	-25	0.22	0	-10	0.50	12	-32.5	0.25
-18	-27.5	0.20	0	-12.5	0.50	12	-35	0.25
-18	-30	0.20	0	-15	0.50	18	0	0.15
-18	-32.5	0.28	0	-17.5	0.50	18	-2.5	0.15
-18	-35	0.28	0	-20	0.50	18	-5	0.15
-12	0	0.15	0	-22.5	0.50	18	-7.5	0.20
-12	-2.5	0.15	0	-25	0.50	18	-10	0.25
-12	-5	0.15	0	-27.5	0.50	18	-12.5	0.25
-12	-7.5	0.15	0	-30	0.50	18	-15	0.30
-12	-10	0.20	0	-32.5	0.50	18	-17.5	0.30
-12	-12.5	0.20	0	-35	0.50	18	-20	0.30
-12	-15	0.25	6	0	0.15	18	-22.5	0.30
-12	-17.5	0.25	6	-2.5	0.15	18	-25	0.30
-12	-20	0.25	6	-5	0.15	18	-27.5	0.30

ตารางผนวกที่ ข7 (ต่อ)

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
18	-30	0.25	24	-7.5	0.15	24	-22.5	0.28
18	-32.5	0.25	24	-10	0.15	24	-25	0.28
18	-35	0.25	24	-12.5	0.15	24	-27.5	0.28
24	0	0.15	24	-15	0.25	24	-30	0.28
24	-2.5	0.15	24	-17.5	0.28	24	-32.5	0.32
24	-5	0.15	24	-20	0.28	24	-35	0.32
Load = 200 kg, Number of pass = 1, Water Content = 16 % (d.b.) Group 2								
-24	0	0.15	-12	0	0.15	0	0	0.15
-24	-2.5	0.15	-12	-2.5	0.15	0	-2.5	0.35
-24	-5	0.15	-12	-5	0.15	0	-5	0.35
-24	-7.5	0.15	-12	-7.5	0.20	0	-7.5	0.35
-24	-10	0.15	-12	-10	0.20	0	-10	0.35
-24	-12.5	0.15	-12	-12.5	0.25	0	-12.5	0.30
-24	-15	0.15	-12	-15	0.25	0	-15	0.30
-24	-17.5	0.15	-12	-17.5	0.25	0	-17.5	0.30
-24	-20	0.15	-12	-20	0.25	0	-20	0.30
-24	-22.5	0.15	-12	-22.5	0.25	0	-22.5	0.30
-24	-25	0.15	-12	-25	0.25	0	-25	0.30
-24	-27.5	0.15	-12	-27.5	0.20	0	-27.5	0.30
-24	-30	0.18	-12	-30	0.20	0	-30	0.30
-24	-32.5	0.18	-12	-32.5	0.20	0	-32.5	0.30
-24	-35	0.18	-12	-35	0.20	0	-35	0.30
-18	0	0.15	-6	0	0.15	6	0	0.15
-18	-2.5	0.15	-6	-2.5	0.15	6	-2.5	0.15
-18	-5	0.17	-6	-5	0.15	6	-5	0.15
-18	-7.5	0.20	-6	-7.5	0.15	6	-7.5	0.25
-18	-10	0.20	-6	-10	0.32	6	-10	0.32
-18	-12.5	0.20	-6	-12.5	0.32	6	-12.5	0.32
-18	-15	0.20	-6	-15	0.32	6	-15	0.32
-18	-17.5	0.25	-6	-17.5	0.32	6	-17.5	0.32
-18	-20	0.26	-6	-20	0.32	6	-20	0.30
-18	-22.5	0.26	-6	-22.5	0.30	6	-22.5	0.30
-18	-25	0.25	-6	-25	0.30	6	-25	0.30
-18	-27.5	0.25	-6	-27.5	0.30	6	-27.5	0.30
-18	-30	0.25	-6	-30	0.28	6	-30	0.28
-18	-32.5	0.25	-6	-32.5	0.25	6	-32.5	0.25
-18	-35	0.25	-6	-35	0.22	6	-35	0.22

ตารางผนวกที่ ข7 (ต่อ)

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
12	0	0.15	18	0	0.15	24	0	0.15
12	-2.5	0.15	18	-2.5	0.15	24	-2.5	0.15
12	-5	0.15	18	-5	0.15	24	-5	0.15
12	-7.5	0.20	18	-7.5	0.15	24	-7.5	0.15
12	-10	0.30	18	-10	0.15	24	-10	0.15
12	-12.5	0.30	18	-12.5	0.15	24	-12.5	0.15
12	-15	0.30	18	-15	0.20	24	-15	0.20
12	-17.5	0.32	18	-17.5	0.25	24	-17.5	0.20
12	-20	0.32	18	-20	0.25	24	-20	0.20
12	-22.5	0.30	18	-22.5	0.25	24	-22.5	0.20
12	-25	0.30	18	-25	0.25	24	-25	0.20
12	-27.5	0.30	18	-27.5	0.25	24	-27.5	0.20
12	-30	0.30	18	-30	0.25	24	-30	0.20
12	-32.5	0.30	18	-32.5	0.22	24	-32.5	0.20
12	-35	0.30	18	-35	0.22	24	-35	0.20

ตารางผนวกที่ ข8 ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดินเหนียวไผ่ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนัก
กดทับสัณฐาน 200 kg เที้ยววง 6 เที้ยว

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
Load = 200 kg, Number of passes = 6, Water Content = 16 % (d.b.) Group 1								
-24	0	0.15	-12	-22.5	0.32	6	-7.5	0.38
-24	-2.5	0.15	-12	-25	0.31	6	-10	0.40
-24	-5	0.15	-12	-27.5	0.30	6	-12.5	0.46
-24	-7.5	0.15	-12	-30	0.28	6	-15	0.46
-24	-10	0.15	-12	-32.5	0.28	6	-17.5	0.46
-24	-12.5	0.15	-12	-35	0.28	6	-20	0.46
-24	-15	0.15	-6	0	0.15	6	-22.5	0.46
-24	-17.5	0.23	-6	-2.5	0.50	6	-25	0.40
-24	-20	0.25	-6	-5	0.80	6	-27.5	0.35
-24	-22.5	0.25	-6	-7.5	0.80	6	-30	0.35
-24	-25	0.25	-6	-10	0.80	6	-32.5	0.35
-24	-27.5	0.25	-6	-12.5	0.75	6	-35	0.35
-24	-30	0.22	-6	-15	0.68	12	0	0.15
-24	-32.5	0.26	-6	-17.5	0.65	12	-2.5	0.15
-24	-35	0.22	-6	-20	0.50	12	-5	0.15
-18	0	0.15	-6	-22.5	0.48	12	-7.5	0.22
-18	-2.5	0.15	-6	-25	0.42	12	-10	0.22
-18	-5	0.18	-6	-27.5	0.42	12	-12.5	0.22
-18	-7.5	0.18	-6	-30	0.40	12	-15	0.22
-18	-10	0.20	-6	-32.5	0.40	12	-17.5	0.22
-18	-12.5	0.25	-6	-35	0.40	12	-20	0.28
-18	-15	0.28	0	0	0.15	12	-22.5	0.28
-18	-17.5	0.30	0	-2.5	0.78	12	-25	0.28
-18	-20	0.28	0	-5	0.78	12	-27.5	0.28
-18	-22.5	0.28	0	-7.5	0.78	12	-30	0.28
-18	-25	0.28	0	-10	0.78	12	-32.5	0.28
-18	-27.5	0.26	0	-12.5	0.65	12	-35	0.28
-18	-30	0.25	0	-15	0.52	18	0	0.15
-18	-32.5	0.26	0	-17.5	0.40	18	-2.5	0.15
-18	-35	0.26	0	-20	0.38	18	-5	0.15
-12	0	0.15	0	-22.5	0.32	18	-7.5	0.15
-12	-2.5	0.15	0	-25	0.32	18	-10	0.15
-12	-5	0.15	0	-27.5	0.32	18	-12.5	0.20
-12	-7.5	0.15	0	-30	0.32	18	-15	0.25
-12	-10	0.18	0	-32.5	0.32	18	-17.5	0.30
-12	-12.5	0.25	0	-35	0.32	18	-20	0.30
-12	-15	0.28	6	0	0.15	18	-22.5	0.30
-12	-17.5	0.38	6	-2.5	0.25	18	-25	0.30
-12	-20	0.38	6	-5	0.32	18	-27.5	0.30

ตารางผนวกที่ ข8 (ต่อ)

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
18	-30	0.30	24	-7.5	0.15	24	-22.5	0.26
18	-32.5	0.30	24	-10	0.15	24	-25	0.25
18	-35	0.30	24	-12.5	0.15	24	-27.5	0.24
24	0	0.15	24	-15	0.25	24	-30	0.24
24	-2.5	0.15	24	-17.5	0.28	24	-32.5	0.25
24	-5	0.15	24	-20	0.28	24	-35	0.25
Load = 200 kg, Number of passes = 6, Water Content = 16 % (d.b.) Group 2								
-24	0	0.15	-12	0	0.15	0	0	0.15
-24	-2.5	0.15	-12	-2.5	0.15	0	-2.5	0.50
-24	-5	0.15	-12	-5	0.15	0	-5	0.98
-24	-7.5	0.15	-12	-7.5	0.15	0	-7.5	0.90
-24	-10	0.15	-12	-10	0.20	0	-10	0.85
-24	-12.5	0.15	-12	-12.5	0.32	0	-12.5	0.85
-24	-15	0.15	-12	-15	0.35	0	-15	0.74
-24	-17.5	0.20	-12	-17.5	0.38	0	-17.5	0.70
-24	-20	0.25	-12	-20	0.38	0	-20	0.65
-24	-22.5	0.25	-12	-22.5	0.35	0	-22.5	0.60
-24	-25	0.25	-12	-25	0.32	0	-25	0.57
-24	-27.5	0.25	-12	-27.5	0.30	0	-27.5	0.56
-24	-30	0.25	-12	-30	0.30	0	-30	0.52
-24	-32.5	0.25	-12	-32.5	0.30	0	-32.5	0.50
-24	-35	0.22	-12	-35	0.30	0	-35	0.50
-18	0	0.15	-6	0	0.15	6	0	0.15
-18	-2.5	0.15	-6	-2.5	0.15	6	-2.5	0.15
-18	-5	0.15	-6	-5	0.15	6	-5	0.15
-18	-7.5	0.15	-6	-7.5	0.50	6	-7.5	0.50
-18	-10	0.20	-6	-10	0.65	6	-10	0.50
-18	-12.5	0.20	-6	-12.5	0.65	6	-12.5	0.50
-18	-15	0.20	-6	-15	0.65	6	-15	0.50
-18	-17.5	0.28	-6	-17.5	0.65	6	-17.5	0.50
-18	-20	0.30	-6	-20	0.65	6	-20	0.50
-18	-22.5	0.30	-6	-22.5	0.65	6	-22.5	0.50
-18	-25	0.30	-6	-25	0.60	6	-25	0.50
-18	-27.5	0.30	-6	-27.5	0.55	6	-27.5	0.50
-18	-30	0.30	-6	-30	0.50	6	-30	0.50
-18	-32.5	0.30	-6	-32.5	0.48	6	-32.5	0.50
-18	-35	0.30	-6	-35	0.45	6	-35	0.50

ตารางผนวกที่ ข8 (ต่อ)

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
12	0	0.15	18	0	0.15	24	0	0.15
12	-2.5	0.15	18	-2.5	0.15	24	-2.5	0.15
12	-5	0.15	18	-5	0.20	24	-5	0.15
12	-7.5	0.40	18	-7.5	0.20	24	-7.5	0.15
12	-10	0.40	18	-10	0.22	24	-10	0.15
12	-12.5	0.40	18	-12.5	0.25	24	-12.5	0.15
12	-15	0.40	18	-15	0.28	24	-15	0.20
12	-17.5	0.40	18	-17.5	0.30	24	-17.5	0.20
12	-20	0.40	18	-20	0.30	24	-20	0.20
12	-22.5	0.40	18	-22.5	0.30	24	-22.5	0.20
12	-25	0.40	18	-25	0.30	24	-25	0.20
12	-27.5	0.40	18	-27.5	0.30	24	-27.5	0.20
12	-30	0.40	18	-30	0.30	24	-30	0.20
12	-32.5	0.34	18	-32.5	0.30	24	-32.5	0.20
12	-35	0.34	18	-35	0.30	24	-35	0.20

ตารางผนวกที่ ๙ ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดินเหนียวไคความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนัก
กดทับสัณฐาน 200 kg เทียวง 12 เทีย

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
Load = 200 kg, Number of passes = 12, Water Content = 16 % (d.b.) Group 1								
-24	0	0.15	-12	-22.5	0.30	6	-7.5	0.65
-24	-2.5	0.15	-12	-25	0.30	6	-10	0.65
-24	-5	0.18	-12	-27.5	0.30	6	-12.5	0.60
-24	-7.5	0.20	-12	-30	0.30	6	-15	0.60
-24	-10	0.20	-12	-32.5	0.30	6	-17.5	0.55
-24	-12.5	0.20	-12	-35	0.30	6	-20	0.50
-24	-15	0.20	-6	0	0.15	6	-22.5	0.50
-24	-17.5	0.20	-6	-2.5	0.15	6	-25	0.42
-24	-20	0.20	-6	-5	0.55	6	-27.5	0.41
-24	-22.5	0.22	-6	-7.5	0.65	6	-30	0.40
-24	-25	0.22	-6	-10	0.65	6	-32.5	0.40
-24	-27.5	0.22	-6	-12.5	0.65	6	-35	0.40
-24	-30	0.22	-6	-15	0.60	12	0	0.15
-24	-32.5	0.22	-6	-17.5	0.60	12	-2.5	0.15
-24	-35	0.22	-6	-20	0.50	12	-5	0.15
-18	0	0.15	-6	-22.5	0.50	12	-7.5	0.20
-18	-2.5	0.15	-6	-25	0.50	12	-10	0.20
-18	-5	0.15	-6	-27.5	0.48	12	-12.5	0.25
-18	-7.5	0.15	-6	-30	0.45	12	-15	0.25
-18	-10	0.18	-6	-32.5	0.43	12	-17.5	0.33
-18	-12.5	0.24	-6	-35	0.45	12	-20	0.34
-18	-15	0.28	0	0	0.15	12	-22.5	0.34
-18	-17.5	0.30	0	-2.5	0.80	12	-25	0.34
-18	-20	0.34	0	-5	0.70	12	-27.5	0.34
-18	-22.5	0.34	0	-7.5	0.70	12	-30	0.34
-18	-25	0.34	0	-10	0.60	12	-32.5	0.34
-18	-27.5	0.30	0	-12.5	0.55	12	-35	0.34
-18	-30	0.30	0	-15	0.50	18	0	0.15
-18	-32.5	0.30	0	-17.5	0.50	18	-2.5	0.15
-18	-35	0.30	0	-20	0.50	18	-5	0.15
-12	0	0.15	0	-22.5	0.42	18	-7.5	0.15
-12	-2.5	0.15	0	-25	0.42	18	-10	0.20
-12	-5	0.15	0	-27.5	0.42	18	-12.5	0.25
-12	-7.5	0.20	0	-30	0.40	18	-15	0.30
-12	-10	0.30	0	-32.5	0.40	18	-17.5	0.30
-12	-12.5	0.30	0	-35	0.40	18	-20	0.30
-12	-15	0.30	6	0	0.15	18	-22.5	0.30
-12	-17.5	0.30	6	-2.5	0.15	18	-25	0.30
-12	-20	0.30	6	-5	0.15	18	-27.5	0.30

ตารางผนวกที่ ๙ (ต่อ)

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
18	-30	0.30	24	-7.5	0.15	24	-22.5	0.22
18	-32.5	0.30	24	-10	0.15	24	-25	0.22
18	-35	0.30	24	-12.5	0.15	24	-27.5	0.22
24	0	0.15	24	-15	0.15	24	-30	0.22
24	-2.5	0.15	24	-17.5	0.25	24	-32.5	0.22
24	-5	0.15	24	-20	0.22	24	-35	0.22
Load = 200 kg, Number of passes = 12, Water Content = 16 % (d.b.) Group 2								
-24	0	0.15	-12	0	0.15	0	0	0.15
-24	-2.5	0.15	-12	-2.5	0.15	0	-2.5	0.80
-24	-5	0.15	-12	-5	0.15	0	-5	0.80
-24	-7.5	0.15	-12	-7.5	0.22	0	-7.5	0.80
-24	-10	0.15	-12	-10	0.30	0	-10	0.60
-24	-12.5	0.18	-12	-12.5	0.35	0	-12.5	0.60
-24	-15	0.20	-12	-15	0.35	0	-15	0.55
-24	-17.5	0.25	-12	-17.5	0.40	0	-17.5	0.55
-24	-20	0.25	-12	-20	0.40	0	-20	0.50
-24	-22.5	0.25	-12	-22.5	0.40	0	-22.5	0.50
-24	-25	0.25	-12	-25	0.40	0	-25	0.45
-24	-27.5	0.25	-12	-27.5	0.30	0	-27.5	0.42
-24	-30	0.25	-12	-30	0.25	0	-30	0.42
-24	-32.5	0.25	-12	-32.5	0.20	0	-32.5	0.42
-24	-35	0.25	-12	-35	0.20	0	-35	0.42
-18	0	0.15	-6	0	0.15	6	0	0.15
-18	-2.5	0.15	-6	-2.5	0.15	6	-2.5	0.15
-18	-5	0.15	-6	-5	0.70	6	-5	0.80
-18	-7.5	0.15	-6	-7.5	0.70	6	-7.5	0.80
-18	-10	0.20	-6	-10	0.70	6	-10	0.80
-18	-12.5	0.24	-6	-12.5	0.70	6	-12.5	0.70
-18	-15	0.28	-6	-15	0.70	6	-15	0.62
-18	-17.5	0.34	-6	-17.5	0.60	6	-17.5	0.58
-18	-20	0.34	-6	-20	0.55	6	-20	0.50
-18	-22.5	0.33	-6	-22.5	0.55	6	-22.5	0.50
-18	-25	0.33	-6	-25	0.50	6	-25	0.40
-18	-27.5	0.33	-6	-27.5	0.48	6	-27.5	0.40
-18	-30	0.33	-6	-30	0.48	6	-30	0.40
-18	-32.5	0.33	-6	-32.5	0.48	6	-32.5	0.40
-18	-35	0.33	-6	-35	0.48	6	-35	0.40

ตารางผนวกที่ ๙ (ต่อ)

Coordinate			Cone Penetration			Coordinate			Cone Penetration		
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
12	0	0.15	18	0	0.15	24	0	0.15			
12	-2.5	0.15	18	-2.5	0.15	24	-2.5	0.15			
12	-5	0.15	18	-5	0.15	24	-5	0.15			
12	-7.5	0.20	18	-7.5	0.20	24	-7.5	0.15			
12	-10	0.35	18	-10	0.25	24	-10	0.15			
12	-12.5	0.40	18	-12.5	0.30	24	-12.5	0.15			
12	-15	0.40	18	-15	0.35	24	-15	0.20			
12	-17.5	0.40	18	-17.5	0.38	24	-17.5	0.25			
12	-20	0.40	18	-20	0.38	24	-20	0.25			
12	-22.5	0.40	18	-22.5	0.38	24	-22.5	0.25			
12	-25	0.40	18	-25	0.38	24	-25	0.25			
12	-27.5	0.40	18	-27.5	0.38	24	-27.5	0.25			
12	-30	0.40	18	-30	0.35	24	-30	0.25			
12	-32.5	0.40	18	-32.5	0.35	24	-32.5	0.25			
12	-35	0.40	18	-35	0.35	24	-35	0.25			

ตารางผนวกที่ ข10 ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดินเหนียวไผ่ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนัก
กดทับสัณฐาน 320 kg เทียวง 1 เทีย

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
Load = 320 kg, Number of pass = 1, Water Content = 16 % (d.b.) Group 1								
-24	0	0.15	-12	-22.5	0.35	6	-7.5	0.20
-24	-2.5	0.15	-12	-25	0.35	6	-10	0.21
-24	-5	0.15	-12	-27.5	0.35	6	-12.5	0.21
-24	-7.5	0.15	-12	-30	0.30	6	-15	0.21
-24	-10	0.15	-12	-32.5	0.30	6	-17.5	0.21
-24	-12.5	0.15	-12	-35	0.30	6	-20	0.21
-24	-15	0.15	-6	0	0.15	6	-22.5	0.21
-24	-17.5	0.20	-6	-2.5	0.15	6	-25	0.21
-24	-20	0.20	-6	-5	0.15	6	-27.5	0.21
-24	-22.5	0.20	-6	-7.5	0.30	6	-30	0.21
-24	-25	0.20	-6	-10	0.30	6	-32.5	0.21
-24	-27.5	0.20	-6	-12.5	0.30	6	-35	0.18
-24	-30	0.20	-6	-15	0.30	12	0	0.15
-24	-32.5	0.20	-6	-17.5	0.30	12	-2.5	0.15
-24	-35	0.20	-6	-20	0.30	12	-5	0.20
-18	0	0.15	-6	-22.5	0.30	12	-7.5	0.20
-18	-2.5	0.15	-6	-25	0.30	12	-10	0.20
-18	-5	0.15	-6	-27.5	0.30	12	-12.5	0.25
-18	-7.5	0.15	-6	-30	0.30	12	-15	0.25
-18	-10	0.15	-6	-32.5	0.30	12	-17.5	0.25
-18	-12.5	0.15	-6	-35	0.30	12	-20	0.25
-18	-15	0.15	0	0	0.15	12	-22.5	0.25
-18	-17.5	0.15	0	-2.5	0.15	12	-25	0.25
-18	-20	0.25	0	-5	0.50	12	-27.5	0.25
-18	-22.5	0.25	0	-7.5	0.50	12	-30	0.25
-18	-25	0.25	0	-10	0.50	12	-32.5	0.25
-18	-27.5	0.25	0	-12.5	0.50	12	-35	0.18
-18	-30	0.20	0	-15	0.50	18	0	0.15
-18	-32.5	0.18	0	-17.5	0.50	18	-2.5	0.15
-18	-35	0.18	0	-20	0.50	18	-5	0.15
-12	0	0.15	0	-22.5	0.50	18	-7.5	0.15
-12	-2.5	0.15	0	-25	0.36	18	-10	0.15
-12	-5	0.15	0	-27.5	0.35	18	-12.5	0.15
-12	-7.5	0.20	0	-30	0.33	18	-15	0.15
-12	-10	0.30	0	-32.5	0.32	18	-17.5	0.15
-12	-12.5	0.35	0	-35	0.20	18	-20	0.21
-12	-15	0.35	6	0	0.15	18	-22.5	0.21
-12	-17.5	0.35	6	-2.5	0.15	18	-25	0.21
-12	-20	0.35	6	-5	0.15	18	-27.5	0.21

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
18	-30	0.20	24	-7.5	0.15	24	-22.5	0.15
18	-32.5	0.20	24	-10	0.15	24	-25	0.15
18	-35	0.20	24	-12.5	0.15	24	-27.5	0.15
24	0	0.15	24	-15	0.15	24	-30	0.15
24	-2.5	0.15	24	-17.5	0.15	24	-32.5	0.15
24	-5	0.15	24	-20	0.15	24	-35	0.15
Load = 320 kg, Number of pass = 1, Water Content = 16 % (d.b.) Group 2								
-24	0	0.15	-12	0	0.15	0	0	0.15
-24	-2.5	0.15	-12	-2.5	0.15	0	-2.5	0.25
-24	-5	0.15	-12	-5	0.15	0	-5	0.38
-24	-7.5	0.15	-12	-7.5	0.15	0	-7.5	0.38
-24	-10	0.15	-12	-10	0.25	0	-10	0.38
-24	-12.5	0.15	-12	-12.5	0.25	0	-12.5	0.38
-24	-15	0.15	-12	-15	0.25	0	-15	0.38
-24	-17.5	0.20	-12	-17.5	0.30	0	-17.5	0.38
-24	-20	0.20	-12	-20	0.30	0	-20	0.38
-24	-22.5	0.20	-12	-22.5	0.30	0	-22.5	0.38
-24	-25	0.20	-12	-25	0.30	0	-25	0.36
-24	-27.5	0.20	-12	-27.5	0.30	0	-27.5	0.35
-24	-30	0.20	-12	-30	0.30	0	-30	0.33
-24	-32.5	0.20	-12	-32.5	0.20	0	-32.5	0.32
-24	-35	0.18	-12	-35	0.18	0	-35	0.32
-18	0	0.15	-6	0	0.15	6	0	0.15
-18	-2.5	0.15	-6	-2.5	0.15	6	-2.5	0.15
-18	-5	0.15	-6	-5	0.26	6	-5	0.35
-18	-7.5	0.15	-6	-7.5	0.30	6	-7.5	0.48
-18	-10	0.15	-6	-10	0.30	6	-10	0.50
-18	-12.5	0.15	-6	-12.5	0.30	6	-12.5	0.50
-18	-15	0.15	-6	-15	0.30	6	-15	0.50
-18	-17.5	0.15	-6	-17.5	0.30	6	-17.5	0.50
-18	-20	0.22	-6	-20	0.30	6	-20	0.50
-18	-22.5	0.24	-6	-22.5	0.30	6	-22.5	0.50
-18	-25	0.24	-6	-25	0.30	6	-25	0.30
-18	-27.5	0.22	-6	-27.5	0.25	6	-27.5	0.30
-18	-30	0.22	-6	-30	0.24	6	-30	0.25
-18	-32.5	0.20	-6	-32.5	0.20	6	-32.5	0.25
-18	-35	0.18	-6	-35	0.16	6	-35	0.18

ตารางผนวกที่ ข10 (ต่อ)

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
12	0	0.15	18	0	0.15	24	0	0.15
12	-2.5	0.15	18	-2.5	0.15	24	-2.5	0.15
12	-5	0.15	18	-5	0.15	24	-5	0.15
12	-7.5	0.15	18	-7.5	0.15	24	-7.5	0.15
12	-10	0.15	18	-10	0.15	24	-10	0.15
12	-12.5	0.20	18	-12.5	0.15	24	-12.5	0.15
12	-15	0.25	18	-15	0.20	24	-15	0.15
12	-17.5	0.25	18	-17.5	0.28	24	-17.5	0.15
12	-20	0.25	18	-20	0.28	24	-20	0.15
12	-22.5	0.25	18	-22.5	0.28	24	-22.5	0.15
12	-25	0.25	18	-25	0.28	24	-25	0.15
12	-27.5	0.25	18	-27.5	0.28	24	-27.5	0.15
12	-30	0.25	18	-30	0.24	24	-30	0.15
12	-32.5	0.25	18	-32.5	0.22	24	-32.5	0.15
12	-35	0.18	18	-35	0.20	24	-35	0.15

ตารางผนวกที่ ข11 ค่าความต้านทานการแทรกทะลุของดินเหนียวไผ่ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนัก
กดทับสัณฐาน 320 kg เทียววัง 6 เทียว

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
Load = 320 kg, Number of passes = 6, Water Content = 16 % (d.b.) Group 1								
-24	0	0.15	-12	-22.5	0.38	6	-7.5	0.30
-24	-2.5	0.15	-12	-25	0.38	6	-10	0.43
-24	-5	0.15	-12	-27.5	0.38	6	-12.5	0.48
-24	-7.5	0.15	-12	-30	0.38	6	-15	0.48
-24	-10	0.15	-12	-32.5	0.38	6	-17.5	0.48
-24	-12.5	0.15	-12	-35	0.38	6	-20	0.48
-24	-15	0.15	-6	0	0.15	6	-22.5	0.48
-24	-17.5	0.15	-6	-2.5	0.15	6	-25	0.48
-24	-20	0.15	-6	-5	0.30	6	-27.5	0.40
-24	-22.5	0.15	-6	-7.5	0.70	6	-30	0.40
-24	-25	0.15	-6	-10	0.70	6	-32.5	0.40
-24	-27.5	0.15	-6	-12.5	0.70	6	-35	0.40
-24	-30	0.15	-6	-15	0.70	12	0	0.15
-24	-32.5	0.15	-6	-17.5	0.70	12	-2.5	0.15
-24	-35	0.15	-6	-20	0.70	12	-5	0.15
-18	0	0.15	-6	-22.5	0.60	12	-7.5	0.15
-18	-2.5	0.15	-6	-25	0.60	12	-10	0.15
-18	-5	0.15	-6	-27.5	0.60	12	-12.5	0.20
-18	-7.5	0.15	-6	-30	0.55	12	-15	0.20
-18	-10	0.15	-6	-32.5	0.55	12	-17.5	0.20
-18	-12.5	0.15	-6	-35	0.55	12	-20	0.20
-18	-15	0.20	0	0	0.15	12	-22.5	0.25
-18	-17.5	0.25	0	-2.5	0.62	12	-25	0.25
-18	-20	0.30	0	-5	0.62	12	-27.5	0.25
-18	-22.5	0.30	0	-7.5	0.62	12	-30	0.25
-18	-25	0.30	0	-10	0.62	12	-32.5	0.25
-18	-27.5	0.30	0	-12.5	0.78	12	-35	0.20
-18	-30	0.30	0	-15	0.72	18	0	0.15
-18	-32.5	0.30	0	-17.5	0.60	18	-2.5	0.15
-18	-35	0.30	0	-20	0.55	18	-5	0.15
-12	0	0.15	0	-22.5	0.50	18	-7.5	0.15
-12	-2.5	0.15	0	-25	0.50	18	-10	0.15
-12	-5	0.15	0	-27.5	0.50	18	-12.5	0.15
-12	-7.5	0.15	0	-30	0.50	18	-15	0.15
-12	-10	0.15	0	-32.5	0.50	18	-17.5	0.25
-12	-12.5	0.28	0	-35	0.50	18	-20	0.28
-12	-15	0.28	6	0	0.15	18	-22.5	0.28
-12	-17.5	0.32	6	-2.5	0.15	18	-25	0.25
-12	-20	0.38	6	-5	0.15	18	-27.5	0.25

ตารางผนวกที่ ข11 (ต่อ)

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
18	-30	0.28	24	-7.5	0.15	24	-22.5	0.15
18	-32.5	0.30	24	-10	0.15	24	-25	0.15
18	-35	0.30	24	-12.5	0.15	24	-27.5	0.15
24	0	0.15	24	-15	0.15	24	-30	0.15
24	-2.5	0.15	24	-17.5	0.15	24	-32.5	0.15
24	-5	0.15	24	-20	0.15	24	-35	0.15
Load = 320 kg, Number of passes = 6, Water Content = 16 % (d.b.) Group 2								
-24	0	0.15	-12	0	0.15	0	0	0.15
-24	-2.5	0.15	-12	-2.5	0.15	0	-2.5	0.50
-24	-5	0.15	-12	-5	0.15	0	-5	1.50
-24	-7.5	0.15	-12	-7.5	0.15	0	-7.5	1.40
-24	-10	0.15	-12	-10	0.15	0	-10	1.28
-24	-12.5	0.15	-12	-12.5	0.22	0	-12.5	1.18
-24	-15	0.15	-12	-15	0.22	0	-15	1.15
-24	-17.5	0.15	-12	-17.5	0.22	0	-17.5	1.15
-24	-20	0.20	-12	-20	0.22	0	-20	1.15
-24	-22.5	0.20	-12	-22.5	0.22	0	-22.5	1.10
-24	-25	0.20	-12	-25	0.22	0	-25	0.97
-24	-27.5	0.20	-12	-27.5	0.22	0	-27.5	0.85
-24	-30	0.30	-12	-30	0.22	0	-30	0.80
-24	-32.5	0.30	-12	-32.5	0.22	0	-32.5	0.75
-24	-35	0.30	-12	-35	0.22	0	-35	0.75
-18	0	0.15	-6	0	0.15	6	0	0.15
-18	-2.5	0.15	-6	-2.5	0.55	6	-2.5	0.15
-18	-5	0.15	-6	-5	0.55	6	-5	0.15
-18	-7.5	0.15	-6	-7.5	0.84	6	-7.5	0.30
-18	-10	0.15	-6	-10	0.84	6	-10	0.32
-18	-12.5	0.15	-6	-12.5	0.84	6	-12.5	0.32
-18	-15	0.30	-6	-15	0.84	6	-15	0.32
-18	-17.5	0.30	-6	-17.5	0.84	6	-17.5	0.32
-18	-20	0.30	-6	-20	0.72	6	-20	0.32
-18	-22.5	0.30	-6	-22.5	0.65	6	-22.5	0.32
-18	-25	0.30	-6	-25	0.60	6	-25	0.32
-18	-27.5	0.30	-6	-27.5	0.60	6	-27.5	0.32
-18	-30	0.30	-6	-30	0.60	6	-30	0.32
-18	-32.5	0.30	-6	-32.5	0.60	6	-32.5	0.32
-18	-35	0.38	-6	-35	0.50	6	-35	0.32

ตารางผนวกที่ ข11 (ต่อ)

Coordinate			Cone Penetration			Coordinate			Cone Penetration		
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
12	0	0.15	18	0	0.15	24	0	0.15			
12	-2.5	0.15	18	-2.5	0.15	24	-2.5	0.15			
12	-5	0.15	18	-5	0.15	24	-5	0.15			
12	-7.5	0.15	18	-7.5	0.15	24	-7.5	0.15			
12	-10	0.15	18	-10	0.15	24	-10	0.15			
12	-12.5	0.25	18	-12.5	0.15	24	-12.5	0.15			
12	-15	0.35	18	-15	0.15	24	-15	0.15			
12	-17.5	0.40	18	-17.5	0.15	24	-17.5	0.15			
12	-20	0.42	18	-20	0.15	24	-20	0.20			
12	-22.5	0.42	18	-22.5	0.15	24	-22.5	0.20			
12	-25	0.42	18	-25	0.15	24	-25	0.20			
12	-27.5	0.42	18	-27.5	0.15	24	-27.5	0.20			
12	-30	0.42	18	-30	0.28	24	-30	0.20			
12	-32.5	0.42	18	-32.5	0.30	24	-32.5	0.20			
12	-35	0.20	18	-35	0.30	24	-35	0.20			

ตารางผนวกที่ ข12 ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดินเหนียวไผ่ความชื้น 16%(d.b.) น้ำหนัก
กดทับล้อย่าง 320 kg เทียววิ่ง 12 เทียว

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
Load = 320 kg, Number of passes = 12, Water Content = 16 % (d.b.) Group 1								
-24	0	0.15	-12	-22.5	0.40	6	-7.5	0.15
-24	-2.5	0.15	-12	-25	0.40	6	-10	0.52
-24	-5	0.15	-12	-27.5	0.40	6	-12.5	0.52
-24	-7.5	0.15	-12	-30	0.40	6	-15	0.52
-24	-10	0.15	-12	-32.5	0.30	6	-17.5	0.52
-24	-12.5	0.15	-12	-35	0.20	6	-20	0.52
-24	-15	0.15	-6	0	0.15	6	-22.5	0.52
-24	-17.5	0.20	-6	-2.5	1.05	6	-25	0.52
-24	-20	0.22	-6	-5	1.05	6	-27.5	0.52
-24	-22.5	0.22	-6	-7.5	1.02	6	-30	0.52
-24	-25	0.22	-6	-10	0.98	6	-32.5	0.52
-24	-27.5	0.22	-6	-12.5	0.90	6	-35	0.52
-24	-30	0.22	-6	-15	0.88	12	0	0.15
-24	-32.5	0.22	-6	-17.5	0.82	12	-2.5	0.15
-24	-35	0.22	-6	-20	0.68	12	-5	0.15
-18	0	0.15	-6	-22.5	0.62	12	-7.5	0.15
-18	-2.5	0.15	-6	-25	0.62	12	-10	0.22
-18	-5	0.15	-6	-27.5	0.60	12	-12.5	0.30
-18	-7.5	0.15	-6	-30	0.60	12	-15	0.35
-18	-10	0.15	-6	-32.5	0.60	12	-17.5	0.42
-18	-12.5	0.20	-6	-35	0.60	12	-20	0.50
-18	-15	0.25	0	0	0.15	12	-22.5	0.50
-18	-17.5	0.26	0	-2.5	0.70	12	-25	0.50
-18	-20	0.29	0	-5	1.50	12	-27.5	0.50
-18	-22.5	0.30	0	-7.5	1.50	12	-30	0.50
-18	-25	0.30	0	-10	1.25	12	-32.5	0.50
-18	-27.5	0.30	0	-12.5	1.20	12	-35	0.50
-18	-30	0.30	0	-15	1.15	18	0	0.15
-18	-32.5	0.30	0	-17.5	1.08	18	-2.5	0.15
-18	-35	0.30	0	-20	0.95	18	-5	0.15
-12	0	0.15	0	-22.5	0.85	18	-7.5	0.15
-12	-2.5	0.15	0	-25	0.80	18	-10	0.15
-12	-5	0.15	0	-27.5	0.75	18	-12.5	0.15
-12	-7.5	0.15	0	-30	0.72	18	-15	0.20
-12	-10	0.15	0	-32.5	0.68	18	-17.5	0.20
-12	-12.5	0.20	0	-35	0.62	18	-20	0.20
-12	-15	0.30	6	0	0.15	18	-22.5	0.20
-12	-17.5	0.30	6	-2.5	0.15	18	-25	0.20
-12	-20	0.40	6	-5	0.15	18	-27.5	0.20

ตารางผนวกที่ ข12 (ต่อ)

Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration	Coordinate		Cone Penetration
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
18	-30	0.22	24	-7.5	0.15	24	-22.5	0.20
18	-32.5	0.22	24	-10	0.15	24	-25	0.20
18	-35	0.22	24	-12.5	0.15	24	-27.5	0.20
24	0	0.15	24	-15	0.15	24	-30	0.20
24	-2.5	0.15	24	-17.5	0.15	24	-32.5	0.20
24	-5	0.15	24	-20	0.15	24	-35	0.20
Load = 320 kg, Number of passes = 12, Water Content = 16 % (d.b.) Group 2								
-24	0	0.15	-12	0	0.15	0	0	0.15
-24	-2.5	0.15	-12	-2.5	0.15	0	-2.5	0.60
-24	-5	0.15	-12	-5	0.15	0	-5	0.90
-24	-7.5	0.15	-12	-7.5	0.15	0	-7.5	0.90
-24	-10	0.15	-12	-10	0.15	0	-10	0.90
-24	-12.5	0.15	-12	-12.5	0.20	0	-12.5	0.90
-24	-15	0.15	-12	-15	0.30	0	-15	0.82
-24	-17.5	0.20	-12	-17.5	0.32	0	-17.5	0.75
-24	-20	0.22	-12	-20	0.40	0	-20	0.65
-24	-22.5	0.22	-12	-22.5	0.40	0	-22.5	0.65
-24	-25	0.22	-12	-25	0.42	0	-25	0.60
-24	-27.5	0.22	-12	-27.5	0.42	0	-27.5	0.60
-24	-30	0.22	-12	-30	0.40	0	-30	0.60
-24	-32.5	0.22	-12	-32.5	0.30	0	-32.5	0.60
-24	-35	0.18	-12	-35	0.20	0	-35	0.60
-18	0	0.15	-6	0	0.15	6	0	0.15
-18	-2.5	0.15	-6	-2.5	0.50	6	-2.5	0.15
-18	-5	0.15	-6	-5	0.90	6	-5	0.15
-18	-7.5	0.15	-6	-7.5	0.90	6	-7.5	0.30
-18	-10	0.15	-6	-10	0.90	6	-10	0.33
-18	-12.5	0.15	-6	-12.5	0.90	6	-12.5	0.34
-18	-15	0.15	-6	-15	0.90	6	-15	0.34
-18	-17.5	0.20	-6	-17.5	0.90	6	-17.5	0.47
-18	-20	0.20	-6	-20	0.90	6	-20	0.45
-18	-22.5	0.20	-6	-22.5	0.80	6	-22.5	0.45
-18	-25	0.20	-6	-25	0.80	6	-25	0.45
-18	-27.5	0.20	-6	-27.5	0.78	6	-27.5	0.45
-18	-30	0.20	-6	-30	0.72	6	-30	0.36
-18	-32.5	0.20	-6	-32.5	0.72	6	-32.5	0.26
-18	-35	0.20	-6	-35	0.72	6	-35	0.20

ตารางผนวกที่ ข12 (ต่อ)

Coordinate			Cone Penetration			Coordinate			Cone Penetration		
X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)	X(cm)	Y(cm)	Resistance (MPa)
12	0	0.15	18	0	0.15	24	0	0.15			
12	-2.5	0.15	18	-2.5	0.15	24	-2.5	0.15			
12	-5	0.15	18	-5	0.15	24	-5	0.15			
12	-7.5	0.15	18	-7.5	0.15	24	-7.5	0.15			
12	-10	0.15	18	-10	0.15	24	-10	0.15			
12	-12.5	0.18	18	-12.5	0.20	24	-12.5	0.15			
12	-15	0.25	18	-15	0.20	24	-15	0.15			
12	-17.5	0.33	18	-17.5	0.20	24	-17.5	0.15			
12	-20	0.33	18	-20	0.20	24	-20	0.15			
12	-22.5	0.33	18	-22.5	0.20	24	-22.5	0.15			
12	-25	0.35	18	-25	0.20	24	-25	0.15			
12	-27.5	0.35	18	-27.5	0.20	24	-27.5	0.15			
12	-30	0.35	18	-30	0.20	24	-30	0.15			
12	-32.5	0.30	18	-32.5	0.18	24	-32.5	0.15			
12	-35	0.30	18	-35	0.15	24	-35	0.15			

ภาคผนวก ค

ผลค่าความต้านทานการแทงทะลุดินที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งตัวอย่าง

ผลค่าความต้านทานการแทงทะลุดินที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยาง

เนื่องจากระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางเป็นตำแหน่งที่มีการอัดแน่นของดินมากที่สุด ดังนั้นจึงนำแนวความลึกดังกล่าวมาใช้ในการแสดงความสัมพันธ์กับน้ำหนักกดทับล้อยางที่เพิ่มขึ้น และเงื่อนไขต่างๆ ที่ใช้ทดลอง (จำนวนเที่ยววิ่งล้อยาง และปริมาณความชื้นในดิน) ดังค่าที่แสดงในตารางผนวกที่ ค1 ถึงตารางผนวก ค6 โดยมีรายละเอียดในตารางดังนี้ สดมภ์ที่ 1 แสดงระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยาง และสดมภ์ที่ 2, 3, 4 และ 5 แสดงค่าความต้านทานการแทงทะลุของดินที่น้ำหนักกดทับล้อยาง 200, 240, 280 และ 320 kg ที่ปริมาณความชื้น 10% (d.b.) และ 16% (d.b.)

ตารางผนวกที่ ค1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางกับค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน ปริมาณความชื้น 10% (d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว

Distance at Center Line of Tyre (cm)	Cone Penetration Resistance of Soil (MPa)			
	Load 200 kg	Load 240 kg	Load 280 kg	Load 320 kg
0	0.15	0.15	0.15	0.15
-2.5	0.5	0.4	0.42	0.45
-5	0.52	0.52	0.52	0.54
-7.5	0.52	0.52	0.54	0.54
-10	0.52	0.52	0.54	0.55
-12.5	0.5	0.52	0.54	0.55
-15	0.48	0.5	0.54	0.54
-17.5	0.41	0.42	0.54	0.53
-20	0.36	0.38	0.54	0.53
-22.5	0.35	0.36	0.4	0.53
-25	0.34	0.34	0.4	0.53
-27.5	0.34	0.34	0.4	0.48
-30	0.34	0.34	0.4	0.46
-32.5	0.31	0.34	0.38	0.4
-35	0.3	0.34	0.38	0.4

ตารางผนวกที่ ค2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางกับค่าความ

ด้านการแทงทะลุดิน ปริมาณความชื้น 10% (d.b.) จำนวนที่ขยว้าง 6 เที่ยว

Distance at Center Line of Tyre (cm)	Cone Penetration Resistance of Soil (MPa)			
	Load 200 kg	Load 240 kg	Load 280 kg	Load 320 kg
0	0.15	0.15	0.15	0.15
-2.5	0.9	1.25	1.5	1.75
-5	1.05	1.25	1.5	1.57
-7.5	1.05	1.25	1.5	1.55
-10	1.05	1	1.2	1.5
-12.5	1.05	0.86	1.1	1.32
-15	0.8	0.69	1	1.22
-17.5	0.74	0.61	0.7	1.1
-20	0.62	0.57	0.7	1.07
-22.5	0.56	0.49	0.6	0.95
-25	0.52	0.45	0.6	0.85
-27.5	0.5	0.44	0.6	0.77
-30	0.5	0.42	0.58	0.74
-32.5	0.5	0.39	0.56	0.72
-35	0.4	0.37	0.56	0.7

ตารางผนวกที่ ค3 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางกับค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน ปริมาณความชื้น 10% (d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว

Distance at Center Line of Tyre (cm)	Cone Penetration Resistance of Soil (MPa)			
	Load 200 kg	Load 240 kg	Load 280 kg	Load 320 kg
0	0.15	0.15	0.15	0.15
-2.5	1.7	1.93	1.7	1.75
-5	1.9	1.93	2.2	2.2
-7.5	1.91	1.5	2.2	2.2
-10	1.9	1.05	1.9	1.8
-12.5	1.7	0.85	1.6	1.58
-15	1.1	0.85	1.4	1.4
-17.5	1	0.85	1.08	1
-20	1	0.8	1.06	0.89
-22.5	0.8	0.75	1	0.82
-25	0.8	0.75	1	0.8
-27.5	0.7	0.67	1	0.75
-30	0.7	0.67	1	0.75
-32.5	0.7	0.67	1	0.7
-35	0.7	0.67	1	0.7

ตารางผนวกที่ ๓4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางกับค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน ปริมาณความชื้น 16% (d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 1 เที่ยว

Distance at Center Line of Tyre (cm)	Cone Penetration Resistance of Soil (MPa)			
	Load 200 kg	Load 240 kg	Load 280 kg	Load 320 kg
0	0.15	0.15	0.15	0.15
-2.5	0.43	0.4	0.2	0.2
-5	0.43	0.43	0.45	0.44
-7.5	0.43	0.43	0.5	0.5
-10	0.42	0.43	0.5	0.5
-12.5	0.4	0.43	0.5	0.44
-15	0.4	0.4	0.5	0.44
-17.5	0.4	0.4	0.48	0.44
-20	0.36	0.3	0.45	0.4
-22.5	0.35	0.3	0.42	0.38
-25	0.34	0.3	0.4	0.38
-27.5	0.34	0.28	0.38	0.36
-30	0.32	0.28	0.36	0.35
-32.5	0.32	0.28	0.33	0.33
-35	0.3	0.28	0.3	0.3

ตารางผนวกที่ ค5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางกับค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน ปริมาณความชื้น 16% (d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 6 เที่ยว

Distance at Center Line of Tyre (cm)	Cone Penetration Resistance of Soil (MPa)			
	Load 200 kg	Load 240 kg	Load 280 kg	Load 320 kg
0	0.15	0.15	0.15	0.15
-2.5	0.5	0.33	0.7	1.06
-5	0.72	0.88	0.9	1.01
-7.5	0.72	0.84	0.9	0.95
-10	0.72	0.82	0.9	0.9
-12.5	0.72	0.82	0.8	0.9
-15	0.65	0.69	0.72	0.88
-17.5	0.6	0.61	0.55	0.87
-20	0.55	0.53	0.5	0.65
-22.5	0.48	0.49	0.5	0.55
-25	0.44	0.44	0.48	0.5
-27.5	0.42	0.44	0.48	0.5
-30	0.42	0.41	0.46	0.5
-32.5	0.42	0.41	0.46	0.48
-35	0.38	0.32	0.44	0.46

ตารางผนวกที่ ๓6 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกที่ตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้อยางกับค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน ปริมาณความชื้น 16% (d.b.) จำนวนเที่ยววิ่ง 12 เที่ยว

Distance at Center Line of Tyre (cm)	Cone Penetration Resistance of Soil (MPa)			
	Load 200 kg	Load 240 kg	Load 280 kg	Load 320 kg
0	0.15	0.15	0.15	0.15
-2.5	0.75	0.8	0.5	0.65
-5	0.8	0.9	0.92	1.2
-7.5	0.75	0.9	0.92	1.08
-10	0.75	0.8	0.9	1.05
-12.5	0.6	0.75	0.8	1.03
-15	0.58	0.6	0.65	0.95
-17.5	0.53	0.6	0.6	0.85
-20	0.53	0.55	0.52	0.75
-22.5	0.5	0.5	0.5	0.73
-25	0.46	0.5	0.5	0.68
-27.5	0.45	0.5	0.48	0.66
-30	0.42	0.48	0.42	0.64
-32.5	0.42	0.48	0.4	0.61
-35	0.4	0.47	0.4	0.6

ภาคผนวก ง

ผลค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินและค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน

ผลค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินและค่าความต้านทานการแทงทะลุดิน

เนื่องจากตำแหน่งเส้นแบ่งครึ่งล้ออย่างเป็นตำแหน่งที่มีการอัดแน่นดินและค่าความต้านทานการแทงทะลุดินมากที่สุด ดังนั้นจึงนำค่าที่ตำแหน่งดังกล่าวมาใช้ในการแสดงความสัมพันธ์กับน้ำหนักกดทับล้อยาง และจำนวนเที่ยววิ่ง ที่เงื่อนไขปริมาณความชื้น ดังแสดงในตารางผนวกที่ ง1 ถึงตารางผนวกที่ ง4 โดยมีรายละเอียดในตารางดังนี้สดมภ์ที่ 1 แสดงจำนวนเที่ยววิ่งของล้อยาง (Number of Passes) สดมภ์ที่ 2, 3, 4 และ 5 แสดงค่าความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดินและค่าความต้านทานการแทงทะลุดินน้ำหนักกดทับ 200, 240, 280 และ 320 kg

ตารางผนวกที่ ง1 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งดิน กับน้ำหนักที่กดทับล้อยาง และจำนวนเที่ยววิ่งที่ปัจจัยความชื้น 10% (d.b.)

Number of Passes	Dry Bulk Density of Soil (g/cm ³)			
	Load 200 kg	Load 240 kg	Load 280 kg	Load 320 kg
1	1.32	1.36	1.39	1.53
6	1.46	1.54	1.56	1.6
12	1.54	1.56	1.6	1.65

ตารางผนวกที่ ๒ ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้งของดิน กับน้ำหนักที่กดทับ
ตัวอย่าง และจำนวนเที่ยววิ่งที่ปัจจัยความชื้น 16% (d.b.)

Number of Passes	Dry Bulk Density of Soil (g/cm ³)			
	Load 200 kg	Load 240 kg	Load 280 kg	Load 320 kg
1	1.49	1.53	1.55	1.58
6	1.66	1.72	1.72	1.73
12	1.68	1.73	1.78	1.79

ตารางผนวกที่ ๓ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน กับน้ำหนักที่กดทับ
ตัวอย่าง และจำนวนเที่ยววิ่งที่ปัจจัยความชื้น 10% (d.b.)

Number of Passes	Cone Penetration Resistance of Soil (MPa)			
	Load 200 kg	Load 240 kg	Load 280 kg	Load 320 kg
1	0.52	0.52	0.54	0.55
6	1.05	1.25	1.50	1.75
12	1.91	1.93	2.20	2.20

ตารางผนวกที่ ๔ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน กับน้ำหนักที่กดทับ
ตัวอย่าง และจำนวนเที่ยววิ่งที่ปัจจัยความชื้น 16% (d.b.)

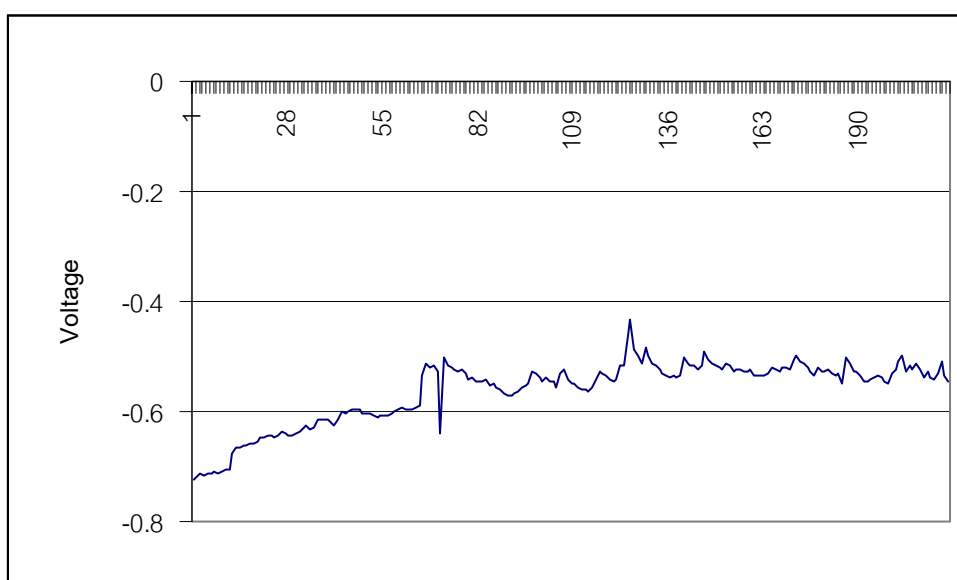
Number of Passes	Cone Penetration Resistance of Soil (MPa)			
	Load 200 kg	Load 240 kg	Load 280 kg	Load 320 kg
1	0.43	0.43	0.50	0.50
6	0.72	0.88	0.90	1.01
12	0.80	0.90	0.92	1.20

ภาคผนวก จ

สำเนาจาก Analyzing Recorder

ตัวอย่างสัญญาณจาก Analyzing Recorder

เนื่องจากข้อมูลที่บันทึกใน Cassette Data Recorder รุ่น TEAC R-61 เป็นข้อมูลแบบต่อเนื่อง(Analog) ดังนั้นจำเป็นต้องแปลงข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นตัวเลข(Digital) โดยใช้เครื่อง Analyzing Recorder วิเคราะห์สัญญาณแบบต่อเนื่องดังกล่าว แล้วทำการนำมาหาค่าเฉลี่ยของสัญญาณที่เป็นตัวเลขในโปรแกรม Microsoft Excel ตัวอย่างสัญญาณที่นำมาแสดงเป็นสัญญาณของแรงในแนวดิ่ง(Vertical Force Signal) ที่เงื่อนไขการทดลองล้อยางวิ่งช้า 6 เที้ยว และปริมาณความชื้น 16 % (d.b.) มีหน่วยเป็น Volt ดังแสดงไว้ดังภาพผนวกที่ จ1 และตารางผนวกที่ จ1



ภาพผนวกที่ จ1 สัญญาณแรงในแนวดิ่งที่น้ำหนักกดทับล้อยาง 200 kg จำนวนเที้ยวที่ล้อยางวิ่งช้าเที้ยวที่ 6 ปริมาณความชื้น 10 % (d.b.)

ตารางผนวกที่ ๑ สัญญาณที่ปรากฏในโปรแกรม Microsoft Excel

No.	Vertical Force Signal(V)	No.	Vertical Force Signal(V)	No.	Vertical Force Signal(V)	No.	Vertical Force Signal(V)	No.	Vertical Force Signal(V)
1	-0.722	44	-0.602	87	-0.557	130	-0.500	173	-0.509
2	-0.718	45	-0.600	88	-0.561	131	-0.514	174	-0.513
3	-0.714	46	-0.597	89	-0.569	132	-0.515	175	-0.521
4	-0.716	47	-0.595	90	-0.570	133	-0.525	176	-0.527
5	-0.714	48	-0.597	91	-0.572	134	-0.532	177	-0.535
6	-0.711	49	-0.602	92	-0.568	135	-0.535	178	-0.520
7	-0.709	50	-0.604	93	-0.562	136	-0.538	179	-0.528
8	-0.714	51	-0.603	94	-0.555	137	-0.534	180	-0.529
9	-0.710	52	-0.609	95	-0.553	138	-0.538	181	-0.525
10	-0.707	53	-0.610	96	-0.549	139	-0.533	182	-0.532
11	-0.707	54	-0.608	97	-0.527	140	-0.501	183	-0.533
12	-0.675	55	-0.608	98	-0.532	141	-0.511	184	-0.531
13	-0.665	56	-0.607	99	-0.538	142	-0.518	185	-0.548
14	-0.664	57	-0.602	100	-0.544	143	-0.517	186	-0.501
15	-0.661	58	-0.601	101	-0.539	144	-0.524	187	-0.514
16	-0.661	59	-0.597	102	-0.546	145	-0.516	188	-0.526
17	-0.659	60	-0.592	103	-0.546	146	-0.490	189	-0.528
18	-0.657	61	-0.595	104	-0.556	147	-0.506	190	-0.536
19	-0.654	62	-0.596	105	-0.531	148	-0.512	191	-0.546
20	-0.647	63	-0.597	106	-0.523	149	-0.515	192	-0.544
21	-0.647	64	-0.592	107	-0.542	150	-0.521	193	-0.543
22	-0.644	65	-0.589	108	-0.548	151	-0.522	194	-0.538
23	-0.643	66	-0.533	109	-0.549	152	-0.512	195	-0.536
24	-0.646	67	-0.514	110	-0.558	153	-0.515	196	-0.538
25	-0.644	68	-0.520	111	-0.559	154	-0.526	197	-0.547
26	-0.638	69	-0.516	112	-0.559	155	-0.522	198	-0.548
27	-0.639	70	-0.528	113	-0.562	156	-0.523	199	-0.531
28	-0.644	71	-0.640	114	-0.555	157	-0.529	200	-0.525
29	-0.642	72	-0.501	115	-0.541	158	-0.526	201	-0.510
30	-0.640	73	-0.515	116	-0.526	159	-0.523	202	-0.498
31	-0.636	74	-0.519	117	-0.531	160	-0.533	203	-0.528
32	-0.628	75	-0.524	118	-0.536	161	-0.536	204	-0.517
33	-0.625	76	-0.527	119	-0.543	162	-0.534	205	-0.522
34	-0.631	77	-0.522	120	-0.545	163	-0.536	206	-0.513
35	-0.630	78	-0.530	121	-0.541	164	-0.530	207	-0.522
36	-0.615	79	-0.542	122	-0.516	165	-0.521	208	-0.538
37	-0.614	80	-0.538	123	-0.516	166	-0.524	209	-0.527
38	-0.613	81	-0.544	124	-0.463	167	-0.526	210	-0.538
39	-0.615	82	-0.546	125	-0.432	168	-0.520	211	-0.543
40	-0.622	83	-0.544	126	-0.486	169	-0.521	212	-0.532
41	-0.626	84	-0.543	127	-0.498	170	-0.525	213	-0.509
42	-0.616	85	-0.551	128	-0.513	171	-0.505	214	-0.534
43	-0.600	86	-0.549	129	-0.485	172	-0.499	215	-0.544