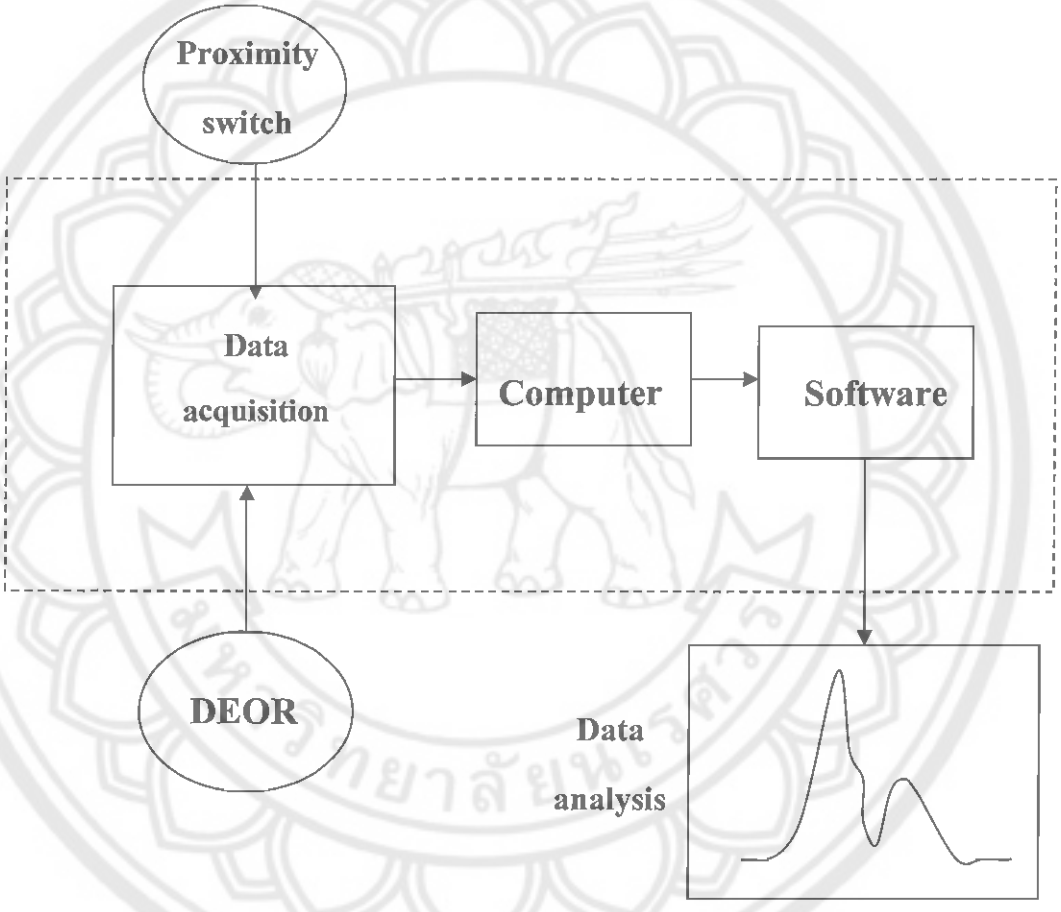
บทที่ 4
การสอบเทียบเครื่องมือวัดและการทดลอง

4.1 ระบบการเก็บข้อมูล



รูปที่ 4.1 ระบบการเก็บข้อมูล

1. DEOR
2. Proximity switch
3. Data acquisition
4. Computer
5. Software
6. Data analysis

4.2 วิธีทำการสอบเทียบ DEOR

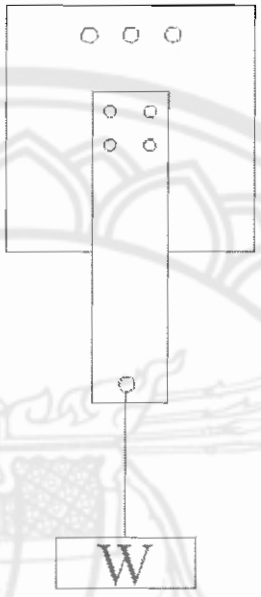
1) ในการสอบเทียบ DEOR จะใช้ตุ้มน้ำหนักก้อนละ 5 กิโลกรัมในการสอบเทียบ

2) ติดชุดสายสัญญาณเข้ากับตัว DEOR เพื่อรับสัญญาณ

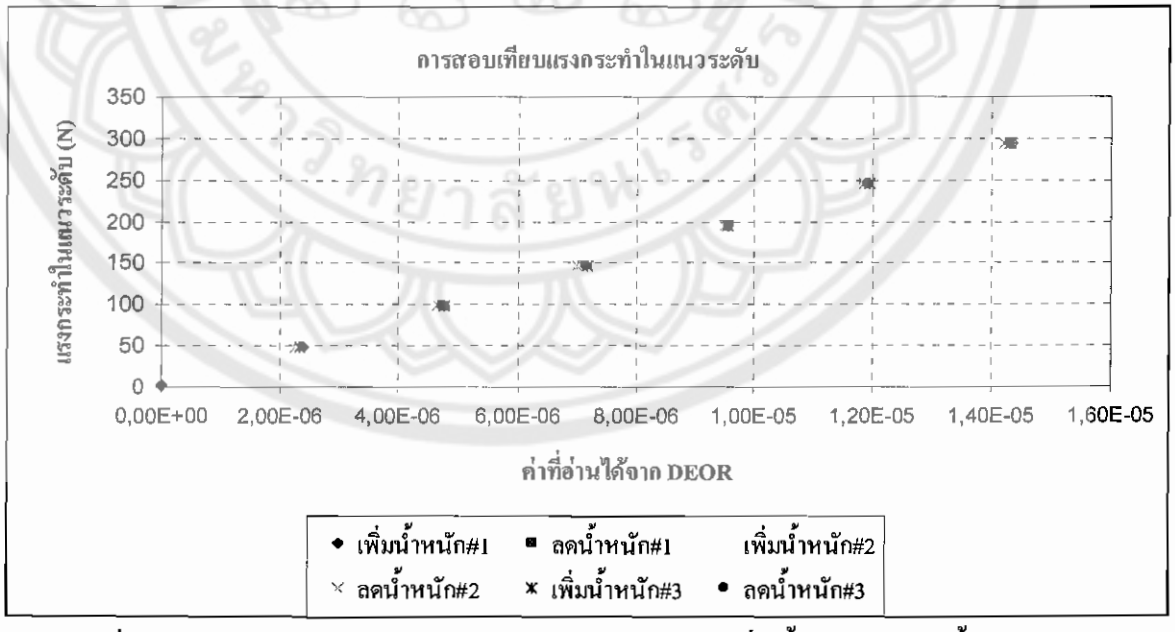
3) เริ่มวางตุ้มน้ำหนักครั้งละ 5 กิโลกรัมลงบน DEOR โดยวางเพิ่มครั้งละ 5 กิโลกรัมจนถึง 30 กิโลกรัม หลังจากนั้นยกออกครั้งละ 5 กิโลกรัมจนหมด โดยทำเช่นนี้กับ DEOR ทั้ง 3 ทิศทาง

รูปที่ 4.2 แสดงการสอบเทียบ DEOR

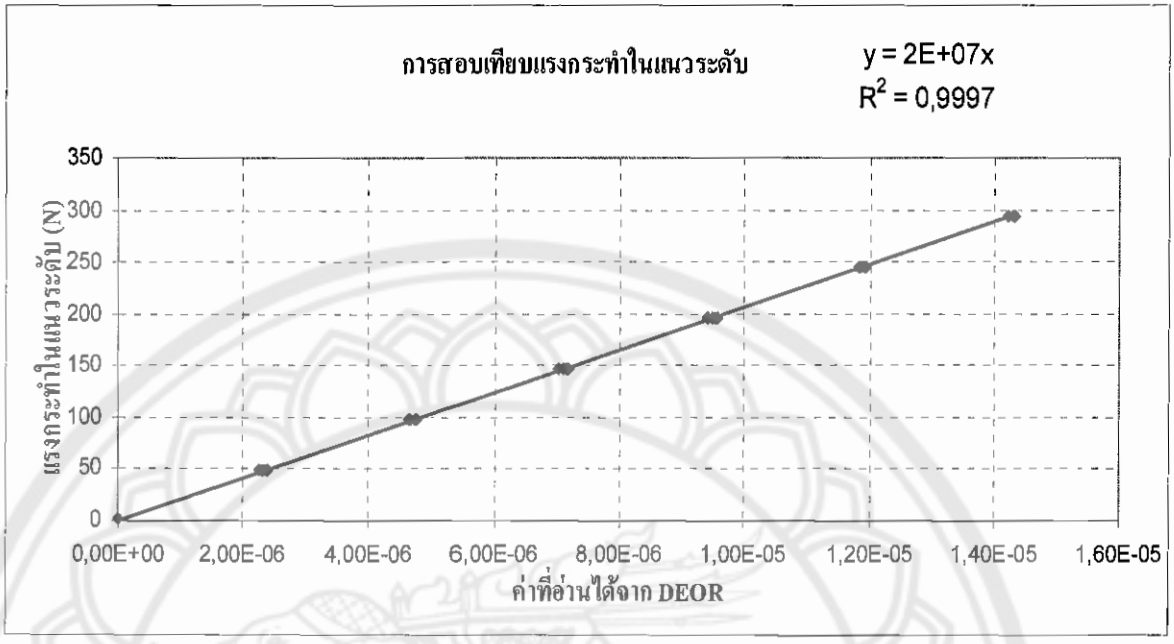
4.2.1 Horizontal Force



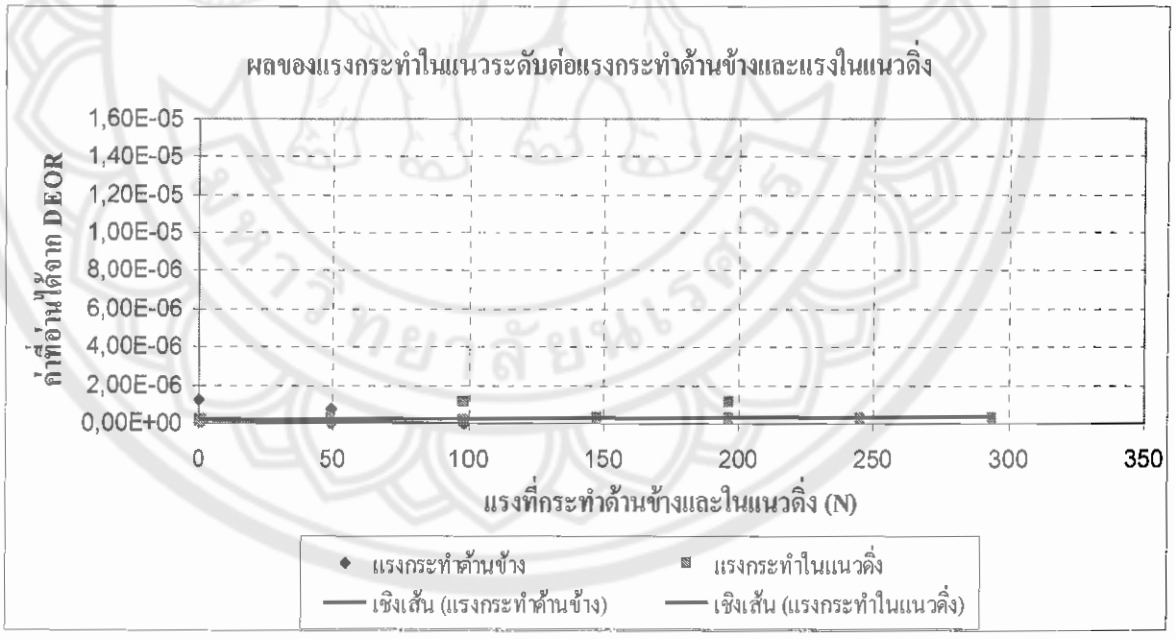
รูปที่ 4.3 การสอบเทียบแรงกระทำในแนวระดับ



รูปที่ 4.4 ผลการสอบเทียบแรงกระทำในแนวระดับโดยการเพิ่มน้ำหนักและลดน้ำหนัก



รูปที่ 4.5 การสอบเทียบแรงกระทำในแนวระดับ



รูปที่ 4.6 ผลของแรงกระทำในแนวระดับต่อแรงกระทำด้านข้างและแรงในแนวดิ่ง

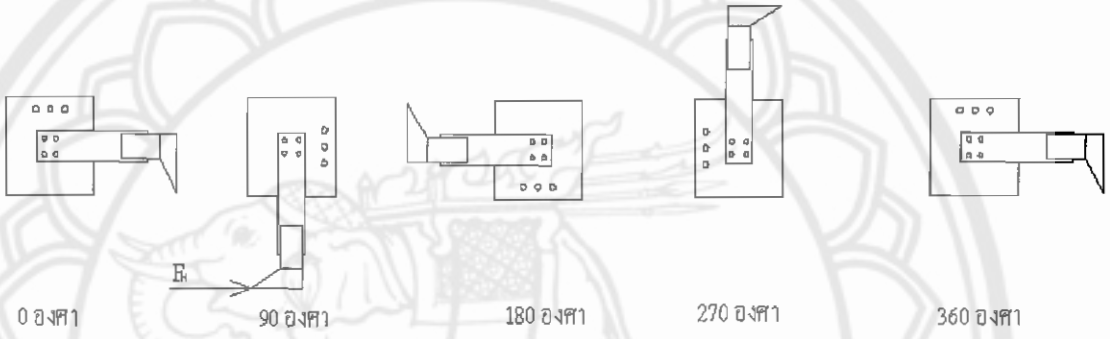
ผลของแรงกระทำในแนวระดับต่อแรงกระทำด้านข้าง และแรงกระทำในในแนวดิ่งจากรูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าแรงกระทำในแนวระดับมีผลกระทบน้อยมากต่อแรงที่กระทำด้านข้าง และแรงกระทำในแนวระดับ จึงสามารถสรุปจากกราฟได้ว่าแรงกระทำในแนวระดับไม่มีผลกระทบต่อแรงกระทำด้านข้าง และแรงกระทำในในแนวดิ่ง

ดังนั้นจะสามารถคำนวณหาแรงได้จากสมการ

$$F_H = 2\times10^7 X_2 \qquad (4.1)$$

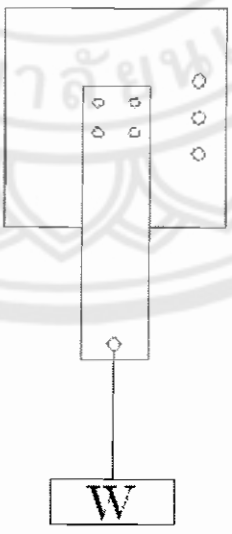
โดยที่ F_H = แรงกระทำด้านข้าง (N)

X_2 = ค่าที่อ่านได้จาก DEOR (Strain)

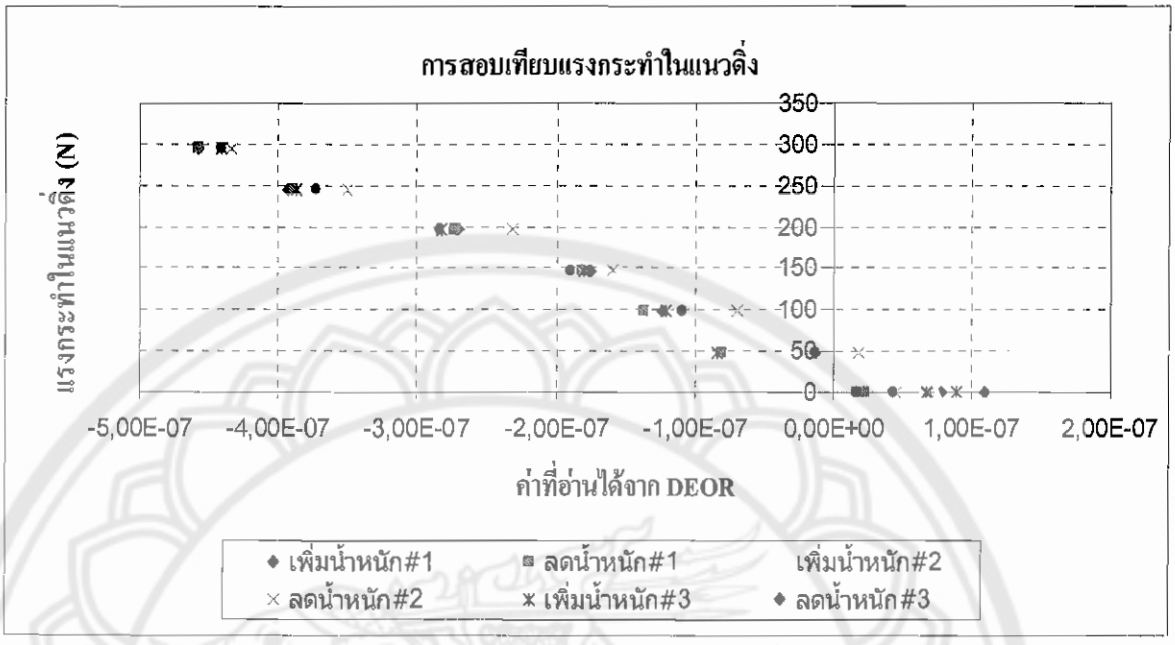


รูปที่ 4.7 แรงในแนวระดับที่กระทำกับใบมีดจอบหมุนพรวนดินที่องศาต่างๆ

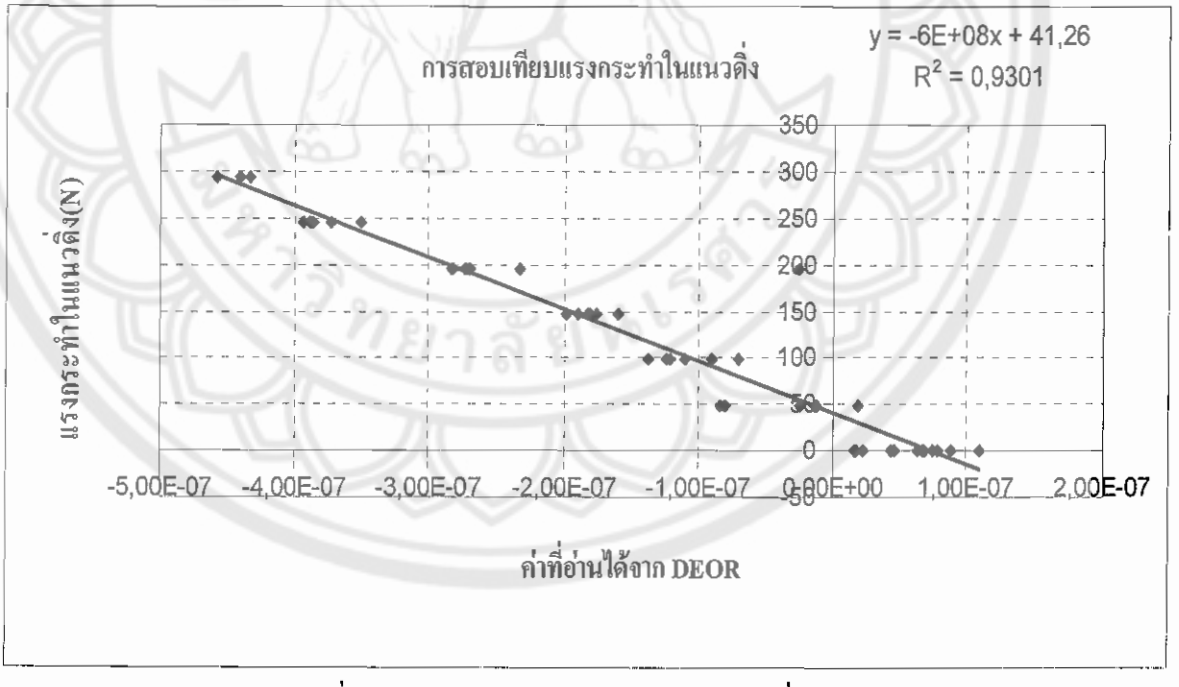
4.2.2 Vertical Force



รูปที่ 4.8 การสอบเทียบแรงกระทำในแนวดิ่ง

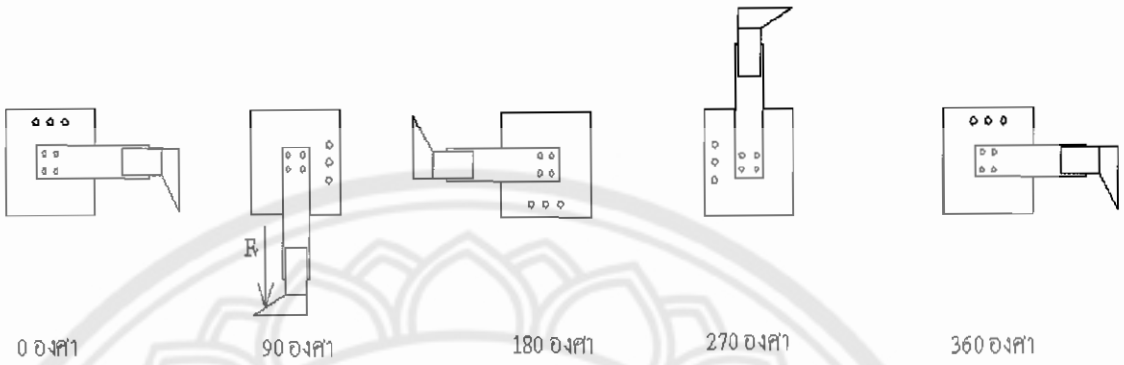


รูปที่ 4.9 ผลการสอบเทียบแรงกระทำในแนวดิ่งโดยการเพิ่มน้ำหนักและลดน้ำหนัก



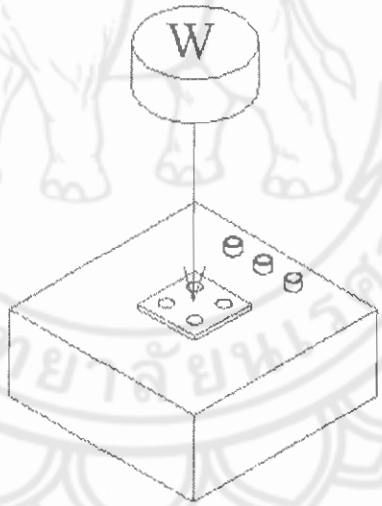
รูปที่ 4.10 การสอบเทียบแรงกระทำในแนวดิ่ง

จากรูปที่ 4.10 ขนาดของแรงกระทำในแนวดิ่งมีขนาดน้อยมากเนื่องจากข้อผิดพลาดของตัวเครื่อง ดังนั้นจึงได้ตัดแรงกระทำในแนวดิ่งออกจากการพิจารณา เนื่องจากแรงกดของทรายที่กระทำกับใบมีดมีค่าน้อยมากทำให้เครื่องมือวัดไม่สามารถอ่านค่าของแรงกระทำได้

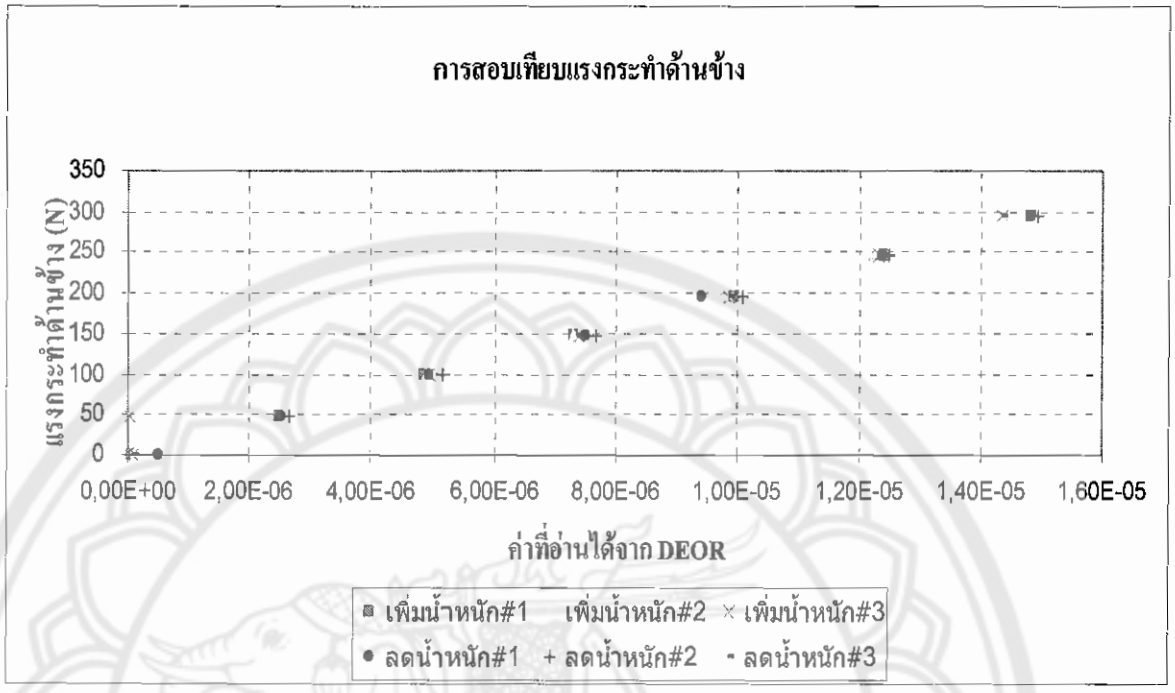


รูปที่ 4.11 แรงในแนวดิ่งที่กระทำกับใบมีดจอบหมุนพรวนดินที่องศาต่างๆ

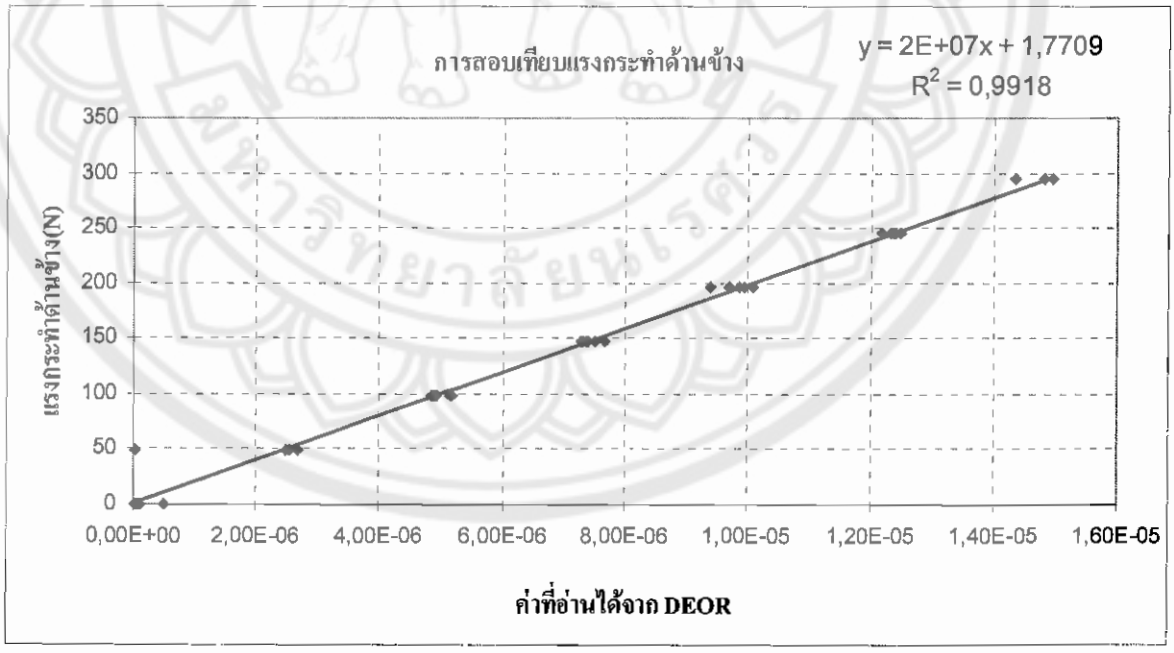
4.2.3 Side Force



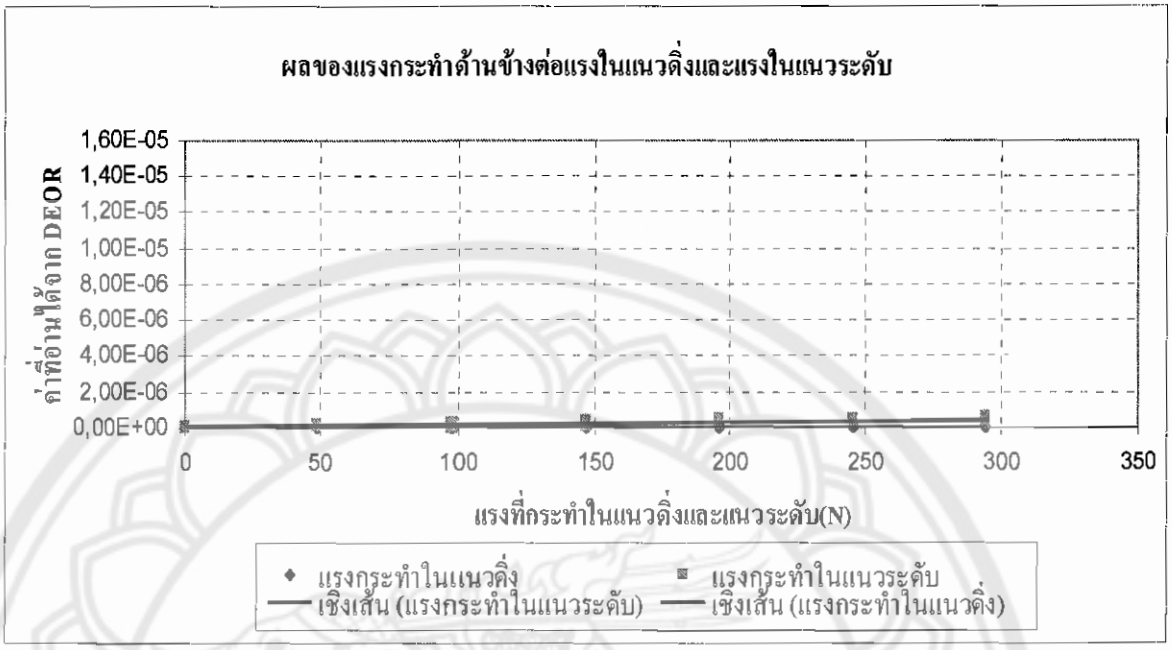
รูปที่ 4.12 การสอบเทียบแรงกระทำด้านข้าง



รูปที่ 4.13 ผลการสอบเทียบแรงกระทำด้านข้างโดยการเพิ่มน้ำหนักและลดน้ำหนัก



รูปที่ 4.14 การสอบเทียบแรงกระทำด้านข้าง



รูปที่ 4.15 ผลของแรงกระทำด้านข้างต่อแรงกระทำในแนวดิ่งและแรงในแนวระดับ

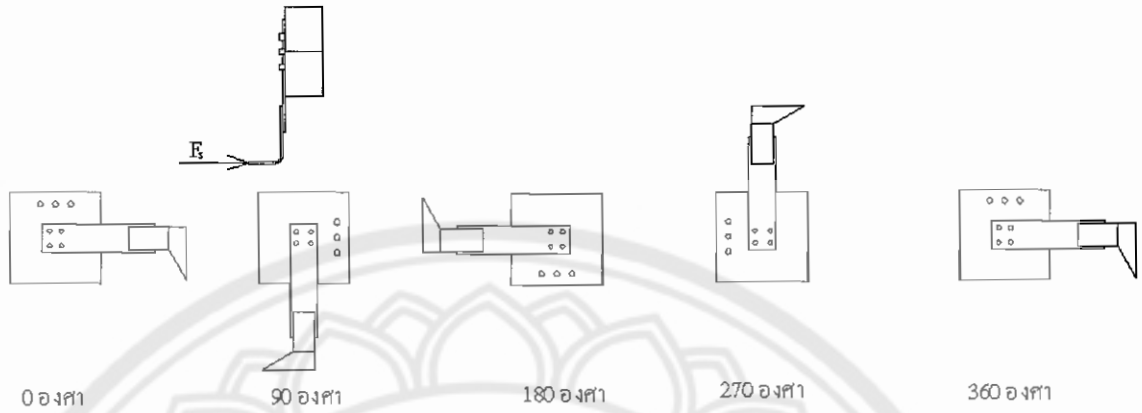
ผลของแรงกระทำด้านข้างต่อแรงกระทำในแนวดิ่ง และแรงกระทำในแนวระดับจากรูปที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่าแรงกระทำด้านข้างมีผลกระทบน้อยมากต่อแรงที่กระทำในแนวดิ่ง และแรงกระทำในแนวระดับ จึงสามารถสรุปได้ว่าแรงกระทำด้านข้างไม่มีผลกระทบต่อแรงกระทำในแนวดิ่ง และแรงกระทำในแนวระดับ

ดังนั้นจะสามารถคำนวณหาแรงได้จากสมการ

$$F_s = 2\times10^7 X_0 + 1.7709 \qquad (4.2)$$

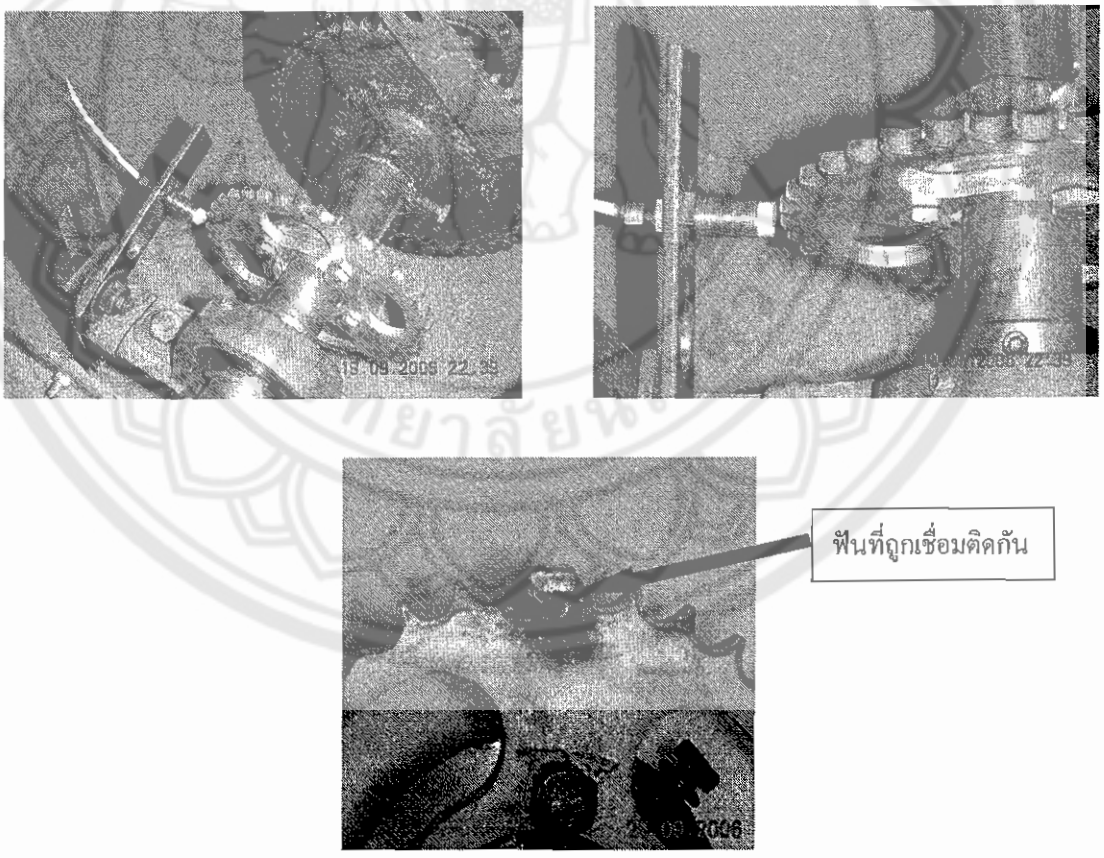
โดยที่ F_s = แรงกระทำด้านข้าง (N)

X_0 = ค่าที่อ่านได้จาก DEOR (Strain)



รูปที่ 4.16 แรงด้านข้างที่กระทำกับใบมีดจอบหมุนพรวนดินที่องศาต่างๆ

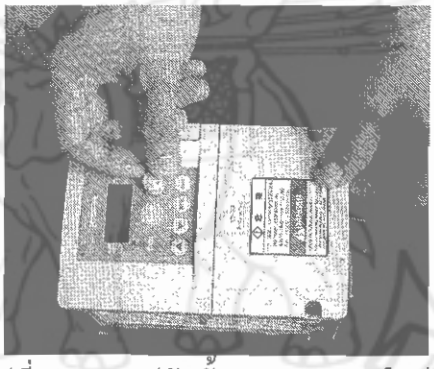
4.3 Proximity switch



รูปที่ 4.17 การติดตั้ง Proximity switch

Proximity switch จะทำงานในระบบ NPN คือ เมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านรัศมี Sensor ของ Proximity switch ตัว Sensor จะส่งสัญญาณออกมาในรูปสัญญาณไฟฟ้า เข้าสู่ Data acquisition แต่เมื่อSensor ไม่พบวัตถุสัญญาณจะหายไป จึงได้นำ Proximity switch มาใช้ในการวัดองศาของการหมุนของใบมีดจอบหมุนขณะทดลอง โดยจะใช้สเตอร์เป็นตัวกำหนดองศาของใบมีดจอบหมุน สเตอร์ที่ใช้มีจำนวนฟันทั้งหมด 38 ฟัน เพื่อให้ง่ายในการสังเกตข้อมูลในการเคลื่อนที่แต่ละรอบจึงได้เชื่อมฟันติดกัน 2 ฟัน เมื่อฟันที่ถูกเชื่อมเคลื่อนที่ผ่าน Sensor จะเกิดช่วงของสัญญาณที่กว้างกว่าฟันที่ไม่ถูกเชื่อทำให้สังเกตข้อมูลได้ง่ายขึ้น

4.4 การปรับตั้งรอบหมุนของใบมีด



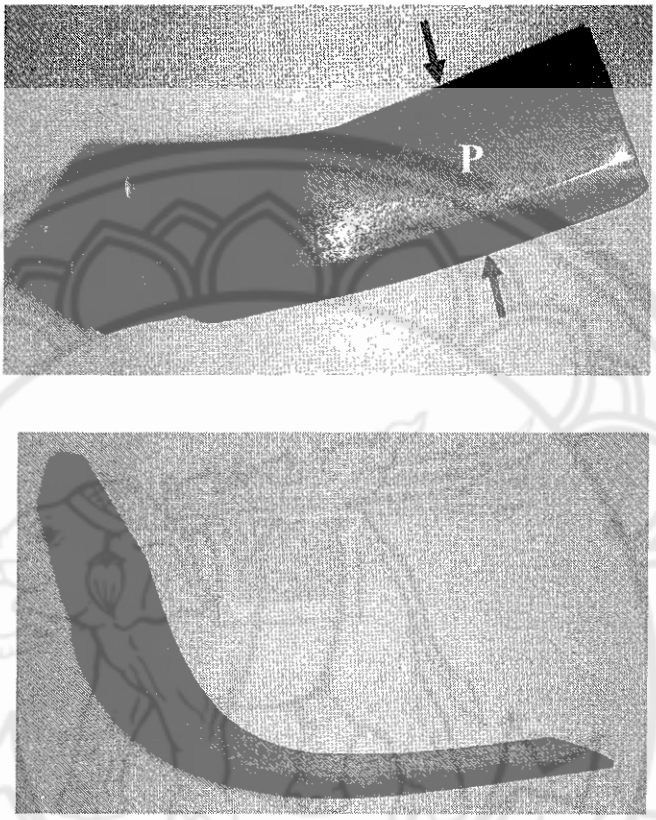
รูปที่ 4.18 การปรับตั้งรอบหมุนของใบมีด

ในการปรับความเร็วรอบให้คงที่ตามที่ต้องการในการทำงานของชุดขับใบมีดจะใช้ Inverter ในการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ จากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และความเร็วรอบ แสดงดังตารางที่ 4.1

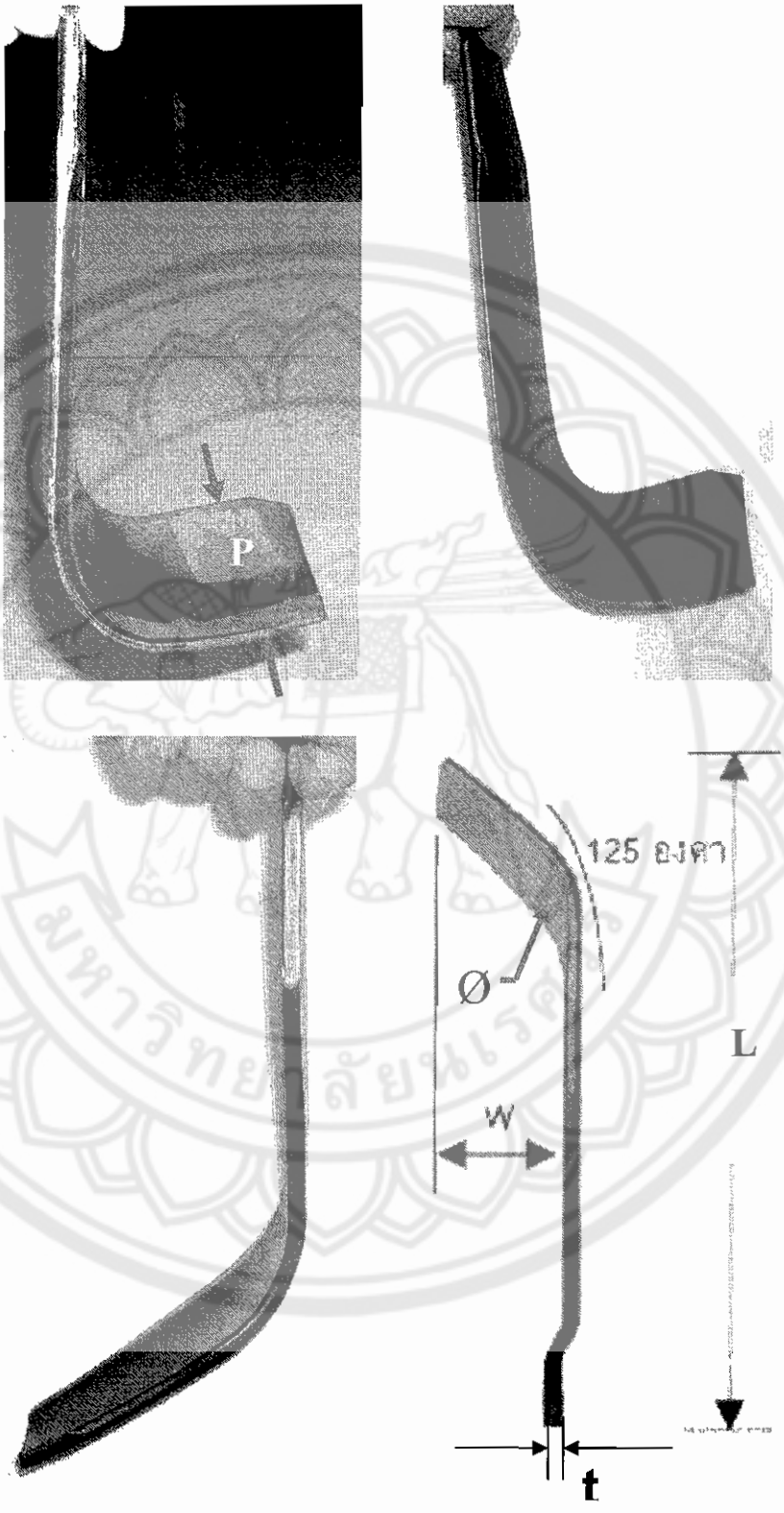
ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และความเร็วรอบ

ความเร็วรอบ (rpm)	Inverter (Hz)
100	42.0
90	37.3
80	33.3
70	29.3
60	24.9
50	21.6
40	16.4
30	12.7

4.5 ลักษณะของใบมีดที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 4.19 ลักษณะของใบมีดชนิดตัวแอล



รูปที่ 4.20 ลักษณะของใบมีดแบบผสม

ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพ และ ลักษณะของแรงที่กระทำกับใบมีดจอบหมุน ทั้ง 2 แบบ

ชนิดของใบมีต	แบบตัวแอล	แบบผสม
ลักษณะทั่วไป	ใบมีขนาดใหญ่ ความหนาเท่ากันตลอดใบมีด	ใบมีลักษณะหนา ยาว และใหญ่
ลักษณะขอบตัดดิน	ขอบตัดดินเป็นลักษณะตรงตลอดใบมีด	ขอบตัดดินมีลักษณะโค้ง
ส่วนปลายใบมีด	เรียบเป็นระนาบ ความยาวประมาณ 14 เซนติเมตร	ปลายใบมีดเรียบ เป็นระนาบ
การดัดปลายใบมีด	ดัดตามแกนในแนวดิ่ง มุมการดัดประมาณ 95°	ดัดตามแกนในแนวเฉียง มุมการดัดปลายประมาณ 125°
ชนิดของขอบคม	ขอบคมคู่	ขอบคมเดี่ยว

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลจำเพาะของใบมีดจอบหมุนทั้งสองรูปแบบ

	ชนิดของใบมีด	
ข้อมูลจำเพาะ	แบบตัวแอล	แบบผสม
ความหนาจากด้านถึงปลาย t (มม.)	6	6
ความกว้างที่ด้านและที่ปลายใบมีด P (มม.)	88-95	60
องศาการดัด	95°	125°
รัศมีดัด ∅ (mm)	30	50
รัศมีการหมุน วัดจากกึ่งกลางเพลาถึงปลายใบมีต L (มม.)	230	235
ความกว้างการตัดทราย W (มม.)	140	60

4.6 องศาของการหมุนของใบมีดที่ตัดดิน

ตารางที่ 4.4 องศาของการหมุนของใบมีดที่ตัดดิน

ชนิดของใบมีด	ความลึกในการตัดดิน (cm)	องศาเริ่มต้นการตัดดิน (deg)	องศาสิ้นสุดการดัดดิน (deg)
แบบตัวแอล	5	57	123
	7	50	129
	9	45	135
แบบผสม	5	60	119
	7	55	125
	9	50	130

4.7 การออกแบบการทดลอง

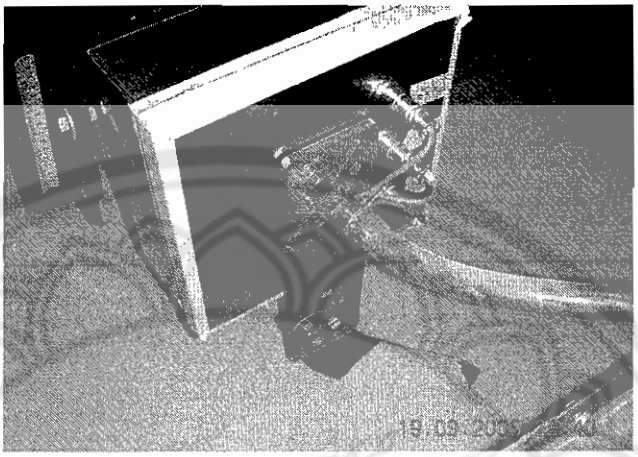
1. ความเร็วรถที่ใช้ในการทดลอง 4.3 เมตรต่อนาที
2. ใบมีดที่ใช้ในการทดลองมี 2 แบบคือ ใบมีดชนิดตัวแอล และใบมีดแบบผสม
3. ความเร็วรอบของใบมีดพรวนดิน 3 ระดับคือ 50,60 และ 70 รอบต่อนาที
4. ความลึกของใบมีดในการพรวน 3 ระดับคือ 5,7 และ 9 เซนติเมตร
5. ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

4.8 วิธีการทดลอง

1. ติดใบมีดกับ DEOR

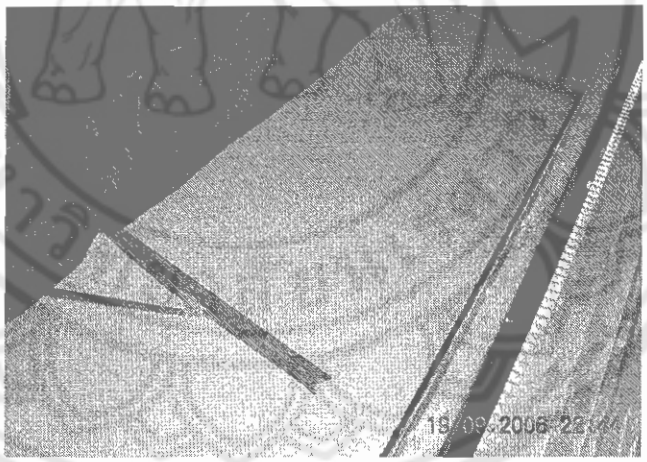
รูปที่ 4.21 การติดใบมีดกับ DEOR

2. ปรับระยะความลึกของใบมีดตามที่กำหนด



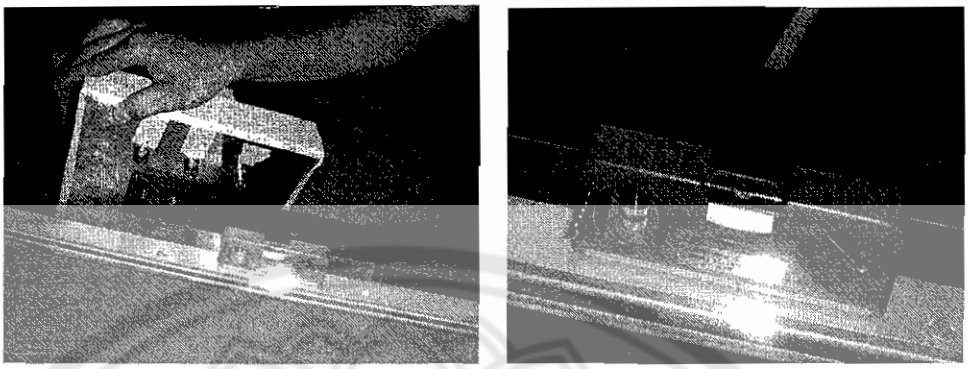
รูปที่ 4.22 การปรับระยะความลึกของใบมีด

3. ปรับระดับทรายในกระบะให้เรียบสม่ำเสมอ

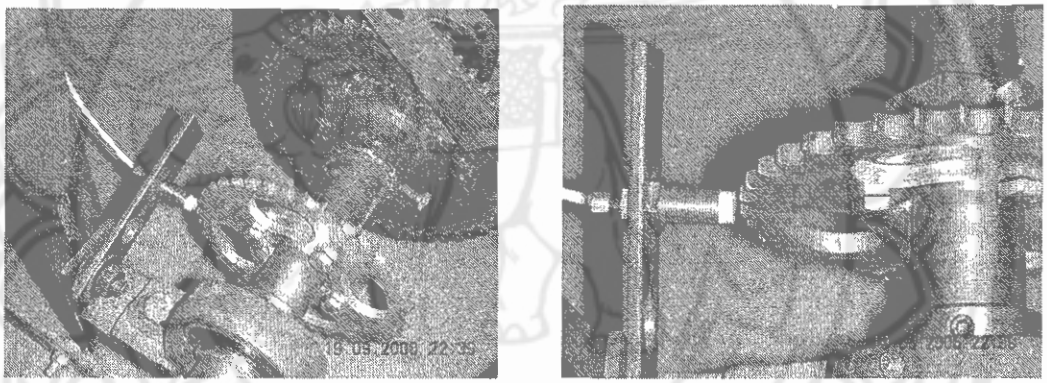


รูปที่ 4.23 การปรับระดับทรายในกระบะให้เรียบสม่ำเสมอ

4. ปรับตั้งตำแหน่งศูนย์องศาโดยให้ปลายลึกสุดของใบมีดให้ตรงกับศูนย์กลางของเพลาในแนวระดับโดยใช้ Proximity Switch เป็นตัวปรับองศา

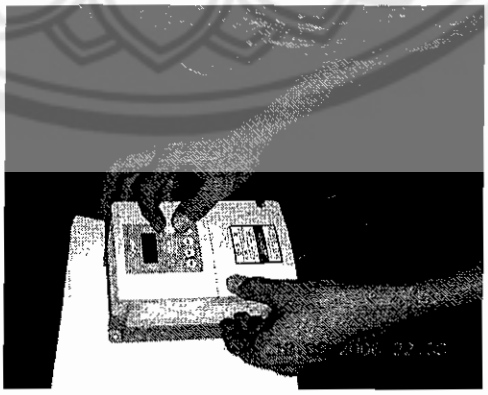


รูปที่ 4.24 การปรับตั้งตำแหน่งศูนย์องศาโดยให้ปลายลึกสุดของใบมีดให้ตรงกับศูนย์กลางของเพลาในแนวระดับ



รูปที่ 4.25 อุปกรณ์วัดองศาการหมุนของใบมีด

5. ตั้งรอบของใบมีดให้มีความเร็วรอบตามที่กำหนดโดยใช้ Inverter



รูปที่ 4.26 ตั้งรอบของใบมีดให้มีความเร็วรอบตามที่กำหนดโดยใช้ Inverter

6. ต่อสายสัญญาณเข้ากับ DEOR
7. วัดระยะทาง 1.5 เมตรเพื่อกำหนดระยะการวิ่งของตัวรถจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้าย
8. นำรถไปที่จุดเริ่มต้น Start รถออกจากจุดเริ่มต้นแล้วบันทึกเวลาจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้าย

รูปที่ 4.27 จับเวลาจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้าย

9. บันทึกผลการทดลอง
10. ปรับระดับทรายในกระบะให้เรียบสม่ำเสมอแล้วเริ่มทำการทดลองซ้ำ