สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาผลกระทบของการพ่วงเครื่องม้วนฟางกับรถไถเดินตามแบบเยื้องศูนย์

The study of effect of eccentric linkage positions on the stability of straw compressing machine and walking tractor system

นายโกมล รัศมีเกียรติศักดิ์
นายวาทิน ชูภักดี
นายวีระพงษ์ ญาติชัยภูมิ

วพ.
ก๑๔๑๓
๒๕๔๑

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72285
วัน,เดือน,ปี 13 มิ.ย. 2550

b 11766694
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาผลกระทบของการพ่วงเครื่องม้วนฟางกับรถไถเดินตามแบบเยื้องศูนย์

The study of effect of eccentric linkage positions on the stability of straw compressing machine and walking tractor system

ผู้จัดทำ

1. นายโกมล รัศมีเกียรติศักดิ์ รหัส 46010065
2. นายวาทิน ชูภักดี รหัส 46010694
3. นายวีระพงษ์ ญาติชัยภูมิ รหัส 46010746

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. ธีรพงศ์ ผลโพธิ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. วินัย กล้าจริง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. พิชิต กิตตินนท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาผลกระทบของการพ่วงเครื่องม้วนฟางกับรถไถเดินตามแบบเยื้องศูนย์

นายโกมล รัศมีเกียรติศักดิ์
นายวาทิน ชูภักดี
นายวีระพงษ์ ญาติชัยภูมิ
อ. ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.ดร.วินัย กล้าจริง อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ. พิชิต กิตตินนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามเมื่อมีการพ่วงเครื่องม้วนฟางในตำแหน่งต่างๆ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิด และสามารถนำไปเป็นข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์แก้ไขเพื่อให้เครื่องม้วนฟางทำงานได้มีเสถียรภาพสูงสุด ซึ่งได้ทดลองในสภาพดินทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ พื้นหญ้า พื้นดินแห้ง และพื้นดินเปียก ที่ 3 ระดับความเร็ว โดยได้วัดแรงดึงของเครื่องม้วนฟางแบบต่อตรง วัดค่าการลื่นไถลในขณะต่อพ่วง และวิเคราะห์โมเมนต์รอบแกนในแนวดิ่ง พบว่าในดินเปียกมีค่าแรงดึงมากที่สุด รองลงมาคือดินแห้ง และพื้นหญ้ามีแรงดึงน้อยที่สุด ผลการวิเคราะห์โมเมนต์พบว่าการต่อพ่วงแบบต่อตรงทำงานได้มีเสถียรภาพสูงสุด แต่ในความเป็นจริงไม่สามารถต่อแบบตรงได้เนื่องจากรถไถจะเหยียบฟางทำให้ฟางเสียหาย แต่หากนำเครื่องม้วนฟางมาต่อแบบเยื้องข้างไม่ว่าจะเยื้องซ้ายหรือเยื้องขวา หากมุมระหว่างเพลาล้อรถไถกับแขนพ่วงยิ่งน้อยผลรวมของโมเมนต์จะยิ่งมาก ซึ่งทำให้รถเสียเสถียรภาพมาก แต่ในพื้นหญ้าและพื้นดินแห้งแรงดึงเครื่องม้วนฟางมีค่าน้อยจึงไม่ส่งผลกระทบมากนัก แต่เครื่องม้วนฟางจะไม่สามารถทำงานได้ในดินเปียกหากต่อเครื่องม้วนฟางในลักษณะที่มีมุมน้อยๆ ดังนั้นมุมที่เครื่องม้วนฟางทำงานได้เสถียรภาพสูงสุดคือ มุมเท่ากับ 80° ส่วนค่าการลื่นไถลของล้อบนพื้นหญ้าและพื้นดินแห้ง มีค่าเท่ากับ 1.89% และ 3.61% ตามลำดับ แต่จะมีค่าสูงมากในดินเปียกคือ 16.56%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The study of effect of eccentric linkage positions on the stability of straw compressing machine and walking tractor system.

Mr. Komon	Rassameekiattisak	
Mr. Watin	Choopakdee	
Mr. Weerapong	Yadchaiyaphum	
Mr. Teerapong	Pholpho	Advisor
Asst. Prof. Dr. Vinai	Klajring	Advisor
Asst. Prof. Pichit	Kittinon	Advisor

2006

Abstract

This project was to study the effect of eccentric linkage positions on the stability of straw compressing machine and walking tractor system. The expcriments were conducted under three soil conditions: grass cover soil. dry soil and wet soil, and three levels of speed. The pulling force of walking tractor applied on straw compressing machine and wheel slippage at different angles of hitch connection between 10- 80 degree with 10 degree increment . The moment around vertical axis was also determined. The results showed that the pulling force in the wet soil was the greatest and in the dry soil was greater than in the grass covered soil. From the moment analysis, the centering connection gave the best stability of the system. In fact the centering connection was impossible because the walking tractor would drive on the straw making straw damage. If the connection was not at the center (Either left side or right side) the moment would be move and the machine will lose its stability. i.e. eccentric, For the grass covered soil and dry soil which had less pulling force, the eccentric connection had no significant effect . But for the wet soil, the effect the efficiency was high. The best angle of connection is 80^0. The values of wheel slippage in grass covercd soil and dry soil were 1.89 % and 3.61% respectively. The highest slippage was in the wet soil which equal to 16.56%.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ทางผู้จัดทำขอขอบคุณอาจารย์ธีรพงศ์ ผลโพธิ์, ผศ.ดร.วินัย กล้าจริง, อาจารย์พิชิต กิดดินนท์ ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานการศึกษาผลกระทบของการพ่วงเครื่องม้วนฟางกับรถไถเดินตามแบบเยื้องศูนย์ โดยอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้คำแนะนำและเทคนิคต่างๆ ในการออกแบบทดลองและทดสอบเครื่อง รวมทั้งยังคอยแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นขณะทำงาน ให้ผ่านไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณท่านอาจารย์ทุกๆ ท่านเป็นอย่างยิ่ง ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำที่ดีๆ ให้กับพวกผมอย่างดีตลอดมา ขอขอบคุณพี่ๆ เจ้าหน้าที่ ที่ให้คำแนะนำ และคอยเปิดปิด SHOP ให้ ขอขอบคุณเพื่อนๆ 4K สำหรับการช่วยเหลือ กำลังใจ และมิตรภาพที่ดีมาตลอด 4 ปี

และสุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพยิ่ง ซึ่งได้ให้โอกาสในการศึกษา และกำลังใจ ความเอาใจใส่ เป็นอย่างดีตลอดมา ข้าพระเจ้าจะขอระลึกถึงในพระคุณนี้ไว้ และขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ชนิดของเครื่องอัดฟ่าง (Type of Baler)	3
2.1.1 แบ่งตามแหล่งต้นกำลัง	3
2.1.2 แบ่งตามลักษณะของฟ่อนที่อัดได้	3
2.1.3 ตัวอย่างเครื่องม้วนฟางรุ่นต่างๆ	4
2.2 การวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดฟ่อนหญ้า	5
2.2.1 ผลงานวิจัย	6
2.3 กลศาสตร์รถไถเดินตามขณะหยุดนิ่ง	9
2.4 ระบบส่งกำลังของรถไถเดินตาม	11
2.4.1 ส่วนประกอบระบบส่งกำลัง	11
2.5 สัญลักษณ์ชิ้นส่วนกลไกการส่งกำลัง	17
2.5.1 การคำนวณอัตราทดรอบในห้องส่งกำลัง	18
2.5.2 อัตราทดรอบเพลาอำนวยกำลัง และเพลาเครื่องพรวนจอบหมุน	20
2.5.3 อัตราเร็วรอบหมุนเพลาล้อ เพลาอำนวยกำลัง และเพลาเครื่องพรวนจอบหมุน	21
2.6 ชนิดระบบเฟืองเปลี่ยนอัตราเร็วรอบหมุน	23
2.6.1 โครงสร้างของเฟืองชนิดเลื่อนขบ	23
2.6.2 โครงสร้างของเฟืองชนิดขบอยู่กับที่	24
2.7 กลไกควบคุมการทำงานและจุดต่อพ่วง	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
2.8 จุดพ่วงอุปกรณ์	28
2.9 สัมประสิทธิ์แรงต้านทานการเคลื่อนที่	28
2.10 วิธีวัดการลื่นไถลของล้อรถแทรกเตอร์	30
2.11ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเคลื่อนตัวของล้อ	31
บทที่ 3 การดำเนินการและผลการทดลอง	33
3.1 การหาจุด CG เมื่อรถสมดุล (ไม่ใช้ขาตั้ง) โดยการชั่งน้ำหนัก	33
3.1.1 วิธีการชั่งน้ำหนักรถไถเดินตาม	33
3.2 การดำเนินการหาแรงฉุดลากของเครื่องม้วนฟาง	34
3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้	34
3.2.2 ขั้นตอนการทดลอง	35
3.3 ดินที่ใช้ทำการทดลองมีทั้งหมด 3 ประเภท ดังนี้	36
3.3.1 พื้นหญ้า	36
3.3.2 ดินแห้ง	37
3.3.2 ดินเปียก	37
3.4 การหาการลื่นไถลของล้อ	37
บทที่ 4 การคำนวณและการวิเคราะห์	38
4.1 การคำนวณการต่อพ่วงบนพื้นหญ้า	38
4.1.1 การคำนวณการต่อพ่วงแบบต่อตรง (พื้นหญ้า)	38
4.1.2 การคำนวณการต่อพ่วงแบบเยื้องด้านขวา (พื้นหญ้า)	39
4.1.3 การคำนวณการต่อพ่วงแบบเยื้องด้านซ้าย (พื้นหญ้า)	44
4.2 พื้นที่ดินแห้ง	49
4.2.1 การคำนวณการต่อพ่วงแบบต่อตรง (พื้นดินแห้ง)	49
4.2.2 การคำนวณการต่อพ่วงแบบเยื้องด้านขวา (พื้นดินแห้ง)	50
4.2.3 การคำนวณการต่อพ่วงแบบเยื้องด้านซ้าย (พื้นดินแห้ง)	55
4.3 พื้นที่ดินเปียก	60
4.3.1 การคำนวณการต่อพ่วงแบบต่อตรง (ดินเปียก)	60
4.3.2 การคำนวณการต่อพ่วงแบบเยื้องด้านขวา (ดินเปียก)	61
4.3.3 การคำนวณการต่อพ่วงแบบเยื้องด้านซ้าย (ดินเปียก)	66
4.4 สรุปค่าต่างและกราฟแสดงความสัมพันธ์ของมุมและโมเมนต์	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5 การคำนวณหาค่าการลื่นไถลของล้อ	75
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	77
5.1 สรุปผลการทดลอง	77
5.1.1 ผลกระทบต่อการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามที่เกิดจากการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟาง	77
5.1.2 ผลกระทบต่อการลื่นไถลของล้อรถไถเดินตามที่เกิดจากการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟาง (แบบต่อตรง)	77
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง	78
ภาคผนวก	79
เอกสารอ้างอิง	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 2.1 ลำดับการส่งกำลังและอัตราทดรอบเพลาล้อ	19
ตาราง 2.2 ลำดับการส่งกำลังและอัตราทดรอบเพลาอำนวยกำลัง	20
ตาราง 2.3 ลำดับการส่งกำลังและอัตราทดรอบเพลาเครื่องพรวนจอบหมุน	21
ตาราง 2.4 อัตราเร็วรอบหมุนเพลาล้อและความเร็วการเคลื่อนที่	22
ตาราง 2.5 อัตราเร็วรอบหมุนเพลาอำนวยกำลัง (เพลาอันที่ 3)	22
ตารางที่ 2.6 อัตราเร็วรอบหมุนเพลาเครื่องพรวนจอบหมุน	22
ตารางที่2.7 ความเร็วการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์เกษตร	25
ตารางที่2.8 สัมประสิทธิ์แรงต้านการเคลื่อนที่	29
ตารางที่ 4.1 การต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องขวา (ดินหญ้า)	71
ตารางที่ 4.2 ตารางการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องซ้าย (ดินหญ้า)	71
ตารางที่ 4.3 ตารางการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องขวา (ดินแห้ง)	72
ตารางที่ 4.4 ตารางการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องซ้าย (ดินแห้ง)	72
ตารางที่ 4.5 ตารางการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องขวา (ดินเปียก)	73
ตารางที่ 4.6 ตารางการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องซ้าย (ดินเปียก)	74
ตารางที่ 4.7 แสดงจำนวนรอบที่หมุนของล้อขณะต่อพ่วงและไม่ต่อพ่วง (ดินหญ้า)	75
ตารางที่ 4.8 แสดงจำนวนรอบที่หมุนของล้อขณะต่อพ่วงและไม่ต่อพ่วง (ดินแห้ง)	76
ตารางที่ 4.9 แสดงจำนวนรอบที่หมุนของล้อขณะต่อพ่วงและไม่ต่อพ่วง (ดินเปียก)	77
ตาราง ก. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินหญ้า ความเร็วที่ 1	80
ตาราง ข. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินหญ้า ความเร็วที่ 2	81
ตาราง ค. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินหญ้า ความเร็วที่ 3	82
ตาราง ง. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินแห้ง ความเร็วที่ 1	83
ตาราง จ. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินแห้ง ความเร็วที่ 2	84
ตาราง ฉ. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินแห้ง ความเร็วที่ 3	85
ตารางที่ ช. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินเปียก ความเร็วที่ 1	86
ตาราง ซ. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินเปียก ความเร็วที่ 2	87
ตาราง ฌ. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินเปียก ความเร็วที่ 3	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 เครื่องมัดฟ่อน 4
รูปที่ 2.2 เครื่องอัดฟางข้าว สุพรรณบุรี 5
รูปที่ 2.3 การทำงานของเครื่องอัดฟางข้าว 5
รูปที่ 2.4 เครื่องอัดฟ่อนหญ้า 6
รูปที่ 2.5 เครื่องอัดฟางแบบใช้ไฮดรอลิค 7
รูปที่ 2.6 ลักษณะของฟางที่ผ่านการอัด 7
รูปที่ 2.7เครื่องอัดฟางจากต่างประเทศรุ่น NEW HOLLAND 7
รูปที่ 2.8 เครื่องอัดฟางจากต่างประเทศรุ่น CALLICNANI 8
รูปที่ 2.9 เครื่องอัดฟางจากต่างประเทศ 1 8
รูปที่ 2.10 เครื่องอัดฟางจากต่างประเทศ 2 8
รูปที่ 2.11 เครื่องอัดฟางจากต่างประเทศรุ่น HESSTON 9
รูปที่ 2.12 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดฟางรุ่น HESSTON 9
รูปที่ 2.13 เครื่องอัดฟาง SPAGO รุ่น SK 140 9
รูปที่ 2.14 มิติของรถไถเดินตาม 10
รูปที่ 2.15แผนผังส่วนประกอบหลักระบบส่งกำลังรถไถเดินตาม 12
รูปที่ 2.16 ตัวอย่างระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามติดเครื่องพรวนจอบหมุน 12
รูปที่ 2.17 ระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามเล็กชนิดพรวนดิน 13
รูปที่ 2.18 ระบบส่งกำลังของรถไถเดินดามชนิดลาก 14
รูปที่ 2.19 ระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามชนิดลากและติดเครื่องพรวนจอบหมุนและชนิดติดเครื่องพรวนจอบหมุน 14
รูปที่ 2.20 ตัวอย่างภายในห้องส่งกำลังของรถไถเดินตามเล็กชนิดพรวนดิน 15
รูปที่ 2.21 ตัวอย่างภายในห้องส่งกำลังของรถไถเดินตามชนิดลาก 16
รูปที่ 2.22 ตัวอย่างภายในห้องส่งกำลังของรถไถเดินตามชนิดลากและติดเครื่องพรวนจอบหมุนและชนิดติดเครื่องพรวนจอบหมุน 16
รูปที่ 2.23 อัตราทดรอบในห้องส่งกำลัง 19
รูปที่ 2.24 เฟืองชนิดเลื่อนขบ 24
รูปที่ 2.25 เฟืองชนิดขบอยู่กับที่ 24
รูปที่ 2.26 ตำแหน่งกลไกควบคุมการทำงาน 27
รูปที่ 2.27 ตำแหน่งจุดพ่วงอุปกรณ์ 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.28 แรงกระทำภายนอกต่อล้อลากจูง 29
รูปที่ 2.29 แสดงวิธีวัดการลื่นไถลของล้อรถแทรกเตอร์ 30
รูปที่ 3.1 ตาชั่งสปริงที่ใช้ทำการทดลอง 35
รูปที่ 3.2 ติดตั้งล้อเสริมเข้ากับเครื่องม้วนฟาง 35
รูปที่ 3.3 ติดตั้งเครื่องม้วนฟางกับรถไถเดินตามแบบต่อตรง 35
รูปที่ 3.4 ติดตั้งตาชั่งสปริงระหว่างรถไถเดินตามกับเครื่องม้วนฟาง 36
รูปที่ 3.5 พื้นดินหญ้า 36
รูปที่ 3.6 พื้นดินแห้ง 37
รูปที่ 3.7 พื้นดินเปียก 37
รูปที่ 3.8 ทำเครื่องหมายที่ล้อ 37
รูปที่ 4.1 กราฟการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องขวา (ดินหญ้า) 71
รูปที่ 4.2 กราฟการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องซ้าย (ดินหญ้า) 72
รูปที่ 4.3 กราฟการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องขวา (ดินแห้ง) 73
รูปที่ 4.4 กราฟการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องซ้าย (ดินแห้ง) 73
รูปที่ 4.5 กราฟการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องขวา (ดินเปียก) 74
รูปที่ 4.6 กราฟการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องซ้าย (ดินเปียก) 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม และการเกษตรหลักที่มีการทำกันมากที่สุด ก็คือ การทำนาข้าว ซึ่งผลผลิตที่ต้องการคือ เมล็ดข้าว ดังนั้นวัสดุที่เหลือหลังการเก็บเกี่ยวก็คือ ฟาง ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่จะทำลายโดยการเผา ซึ่งส่งผลกระทบต่อชั้นบรรยากาศและยังส่งผลกระทบต่อดินทำให้ดินเสื่อมคุณภาพส่งผลกระทบต่อผลผลิตในระยะยาว ดังนั้นกลุ่มนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2547 ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรจึงได้มีการสร้างเครื่องม้วนฟางติดรถไถนาเดินตาม การติดตั้งกับรถไถนาเดินตามเป็นแบบเยื้องศูนย์ ซึ่งส่งผลกระทบทำให้จุดศูนย์ถ่วงและโมเมนต์ของรถไถเดินตามซึ่งเป็นต้นกำลังเปลี่ยนไป ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของรถไถนาเดินตามลดลง

ดังนั้นทางกลุ่มนักศึกษาที่รับผิดชอบโครงงานนี้จึงมีความประสงค์จะศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากการพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องศูนย์ เพื่อนำไปแก้ไขและพัฒนาระบบต่อพ่วงเพื่อให้การทำงานของเครื่องม้วนฟางติดรถไถเดินตามให้มีประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1) คำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงและโมเมนต์ที่เปลี่ยนไปของรถไถนาเดินตามอันเกิดจากการติดตั้งเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องศูนย์
2) ทดสอบและหาประสิทธิภาพของเครื่องม้วนฟางติดรถไถเดินตามแบบเยื้องศูนย์

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1) ศึกษาการทำงานของชุดอุปกรณ์พ่วงเยื้องศูนย์
2) ชุดพ่วงอุปกรณ์พ่วงเยื้องศูนย์มีผลต่อการทำงานของเครื่องม้วนฟางอย่างไร
3) ทดสอบและหาตำแหน่งจุดต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางกับรถไถเดินตามที่ทำงานได้ประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) การทำงานของเครื่องม้วนฟางติดรถไถเดินตามทำงานได้คล่องตัวขึ้น
2) ทำให้การลื่นไถลของรถไถเดินตามอันเกิดจากการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องศูนย์ลดลงหรือมีน้อยมาก
3) สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ต่อพ่วงแบบเยื้องศูนย์ที่ใช้กับรถไถเดินตามชนิดอื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชนิดของเครื่องอัดฟาง (Type of Baler)

การแบ่งชนิดของเครื่องอัดฟางนั้น มีวิธีการแบ่งได้หลายลักษณะดังนี้

2.1.1 แบ่งตามแหล่งต้นกำลัง

1. P.T.O. Driven Baler รับกำลังขับจากเพลาอำนวยกำลังของรถแทรกเตอร์ เครื่องอัดฟางแบบนี้ต้องใช้รถแทรกเตอร์ลากจูงให้เคลื่อนที่ และกำลังในการทำงานของเครื่องอัดฟาง และแบบนี้เป็นแบบที่มีราคาถูกที่สุดและนิยมใช้กันมาก แต่ต้องใช้รถแทรกเตอร์ที่มีกำลังสูงพอ จึงจะทำงานได้ผล

2. Engine Driven Baler รับกำลังขับจากเครื่องยนต์ในกรณีที่เครื่องยนต์ของรถแทรกเตอร์ให้กำลังในการทำงานของเครื่องอัดฟางไม่เพียงพอ ก็จะติดตั้งเครื่องยนต์เพื่อเป็นต้นกำลังแก่เครื่องอัดฟางโดยใช้เครื่องยนต์ขนาด 20-25 แรงม้า ซึ่งเครื่องอัดฟางชนิดนี้รถแทรกเตอร์จะทำหน้าที่เฉพาะลากจูงเครื่องอัดฟางให้เคลื่อนที่อย่างเดียวอย่างนี้จะแพงกว่าชนิดขับด้วยเพลาอำนวยกำลังเนื่องจากเพิ่มต้นทุนของเครื่องยนต์ที่ติดเข้าไป แต่ก็สามารถใช้กับรถแทรกเตอร์ที่มีขนาดเล็กกว่าได้ นอกจากนี้เครื่องอัดฟางแบบที่ใช้เครื่องยนต์ขับแม้จะเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ก็สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงกว่า เพราะขณะทำงานสามารถปรับความเร็วของรถแทรกเตอร์ได้โดยรอบการทำงานของเครื่องอัดฟางไม่เปลี่ยนแปลง ถ้าหากใช้เพลาอำนวยกำลังจะเปลี่ยนแปลงไปตามความเร็วของรถ เมื่อเป็นเช่นนี้ การทำงานของเครื่องอัดฟางจึงไม่สม่ำเสมอ ทำให้ฟ่อนอัดได้มีปริมาณ และความหนาแน่นไม่เท่ากัน

3. Self – Propelled Baler เป็นแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง ความสามารถในการทำงานสูง ทำงานโดยสมบรูณ์ด้วยตัวเอง เหมาะที่จะใช้กับฟาร์มที่มีขนาดใหญ่มาก และมีราคาสูงกว่าแบบอื่น แต่ผู้ใช้สามารถทำงานได้ได้สะดวก มองเห็นการทำงานของเครื่องได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง

2.1.2 แบ่งตามลักษณะของฟ่อนที่อัดได้

1. Rectangular Baler เครื่องอัดฟางแบบก้อนสี่เหลี่ยม ต่อพ่วงจากรถแทรกเตอร์ และอาศัยการส่งกำลังจากเพลา P.O.T. หญ้าแห้งหรือฟางจะถูกเก็บขึ้นจากพื้นโดยส้อมเกี่ยว และถูกลำเลียงเข้าสู่ห้องอัดด้วยเกลียวลำเลียงหรือส้อมส่งฟางแล้วถูกอัดให้เป็นก้อนสี่เหลี่ยมด้วยลูกกระทุ้ง จากนั้นจึงผ่านกลไกการมัด แล้วลำเลียงออกจากห้องอัด

2. Round Baler เครื่องอัดฟางแบบม้วน มีอยู่ 3 แบบด้วยกัน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

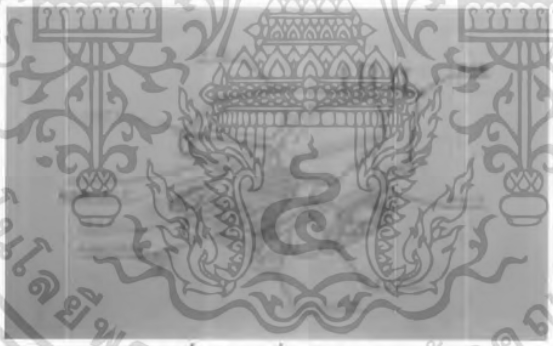
- Belt bale chamber ห้องอัดเป็นสายพานเพื่อให้เกิดการเรียงตัวเป็นแผ่น และอาศัยการม้วนตัวของฟางอัดตัวกันแน่นจนสายพานตึง ซึ่งฟางจะถูกกลไกการมัดเรียบร้อย แล้วทำการปล่อยฟางออกด้วยระบบไฮดรอลิก ขนาดของฟางโดยทั่วไปหลังจากการทำการอัดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5-7 ฟุต และความยาว 4-7 ฟุต มีน้ำหนักโดยเฉลี่ย 6-12 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต

- Ground bale chamber ห้องอัดเป็นพื้นดิน หลังจากการโรยแถวฟาง ฟางจะถูกซี่ฟันที่เก็บเกี่ยวโกยตลบม้วนไปเรื่อย ๆ จนฟางมีขนาดใหญ่แล้วจึงทำการปล่อยออก

- Roll bale chamber ห้องอัดเป็นลูกกลิ้ง การอัดตัวเหมือนแบบสายพาน แต่ภายในห้องอัดเป็นลูกกลิ้งที่มีการเคลื่อนที่แบบอิสระจะหมุนอยู่ตลอดเวลา โดยรับกำลังจากเพลา P.T.O. การม้วนตัวของฟางจะเกิดจากการเคลื่อนที่ของฟางไปตามผิวของลูกกลิ้ง ซึ่งภายในห้องอัดมีลักษณะเป็นวงกลม ทำให้ฟางที่เคลื่อนที่ถึงจุดหนึ่ง แล้วจะตกลงมาตามแรงโน้มถ่วงของโลกในลักษณะของการทับซ้อน จนมีขนาดเต็มห้องอัด และถูกมัดด้วยกลไกการมัดจากนั้นจึงถูกปล่อยออกจากห้องอัดด้วยระบบไฮดรอลิก

2.1.3 ตัวอย่างเครื่องม้วนฟางรุ่นต่างๆ

1. เครื่องมัดฟ่อน



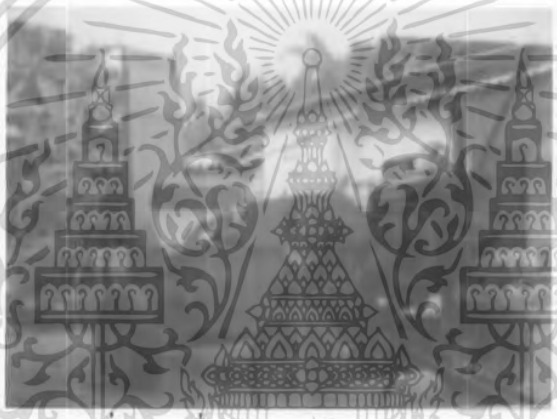
รูปที่ 2.1 เครื่องมัดฟ่อน

เครื่องมัดฟ่อนเป็นเครื่องจักรกลที่ อาศัยพลังงานจากเครื่องยนต์เบนซิน 4 ขนาด 4 แรงม้า ที่ความเร็วรอบ 1800 รอบ ต่อ นาที ทำงานโดยเริ่มจากชุดหัวเกี่ยวจะลำเลียงฟางข้าวเข้ามายังชุดอัดฟาง โดยที่ฟางก่อนเข้าชุดอัดฟางจะมีชุดรีดเพื่อให้ฟางข้าวมีลักษณะเป็นแผ่นไม่หนาจนเกินไป โดยลักษณะการม้วนจะเป็นแบบก้นหอย เมื่อชุดอัดฟางอัดจนแน่นจะมีสัญญาณเตือนดังให้ปล่อยฟางลงไปยังชุดลูกอัด เพื่ออัดม้วนฟางให้แน่น จากนั้นก็จะมีชุดใบมีดที่อยู่ในชุดมัดเพื่อตัดเชือกให้ขาด

2. เครื่องอัดฟางข้าว สุพรรณบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอัดฟางข้าวเป็นเครื่องจักรกล อาศัยเครื่องยนต์ขนาด 5 แรงม้าทำงานโดยอาศัยการฉุดลากของสายพานจากเครื่องยนต์มายังเครื่องจักร ส่วนล้อ ข้อเหวี่ยง และสายพานลูกโซ่ ลักษณะของเครื่องอัดฟาง เป็นรถเลื่อน 4 ล้อ โดยใช้ยางรถยนต์ขนาดกลาง เคลื่อนที่ด้วยการลากจูงจากแรงคนหรือรถยนต์ มีขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ยาวประมาณ 5.3 เมตร โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นแท่นวางเครื่องยนต์ ยาวประมาณ 80 เซนติเมตร ส่วนที่ 2 เป็นตัวเครื่องอัดฟางยาวประมาณ 2.7 เมตร มี 2 ตอน ตอนแรก คือส่วนที่เป็นเครื่องจักรกล ได้แก่สายพานลูกโซ่ ข้อเหวี่ยง วงล้อ ที่จะส่งกำลังไปยังแผ่นอัดและแขนสำหรับกดฟางข้าว ตอนที่ 2 คือส่วนที่เป็นรางอัดฟางข้าว กว้าง 40 เซนติเมตร ลึก 40 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1.2 เมตร มีแขนสำหรับอัดฟางข้าวลงสู่รางและแผ่นอัดซึ่งอยู่ในราง จะอัดฟางข้าวให้แน่น ส่วนที่ 3 คือส่วนที่รองรับฟางข้าวที่อัดเป็นท่อนแล้ว และไหลออกมาจากราง ยาวประมาณ 2 เมตร ฟ่อนข้าวจะมีลักษณะเป็นลูกบาศก์ขนาด 40×40×60 เซนติเมตร



รูปที่ 2.2 เครื่องอัดฟางข้าว สุพรรณบุรี

รูปที่ 2.3 การทำงานของเครื่องอัดฟางข้าว

2.2 การวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดฟ่อนหญ้า

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ออกแบบ และสร้างเครื่องอัดฟ่อนแบบลากจูงด้วยรถแทรกเตอร์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ประเทศไทย ให้มีราคาถูกและเกษตรกรใช้งานได้จริง

2.2.1 **ผลงานวิจัย**

เครื่องอัดฟ่อนแบบฟางก้อนสี่เหลี่ยมพัฒนาขึ้นจากการรวมเอาข้อดีของเครื่องจักรต่างประเทศแบบต่าง ๆ ที่ได้วิเคราะห์แล้ว โดยสร้างให้เหมาะสมกับสภาพการใช้ในงานประเทศไทย และมีราคาที่เหมาะสม ซึ่งมีเกณฑ์การออกแบบดังนี้

(1) ทำแบบฟ่อนสี่เหลี่ยมมัดเชือก ใช้ต้นกำลังจากรถแทรกเตอร์ขนาด 30 แรงม้า ขึ้นไปในการอัดและลากจูง

(2) องค์ประกอบชิ้นส่วนของเครื่องอัดฟ่อนมีน้อยชิ้น และกลไกการทำงานไม่ยุ่งยาก สามารถเรียนรู้ได้ง่าย

(3) การทำชิ้นงานประกอบโครง และวัสดุต่าง ๆ สามารถหาและทำในประเทศ

(4) สามารถวิ่งเก็บฟาง หรือหญ้าในสภาพแปลงนา ที่ค่อนข้างขรุขระได้ดี โดยที่ช่วงล่างและชุดโกยฟางจากพื้น สามารถปรับความสูงจากพื้นและเก็บฟางได้สะอาด

(5) จังหวะการอัดของลูกกระทุ้ง ชุดล้อมโกยฟางเข้าห้องอัดและการควบคุมจังหวะการมัดของเชือกใช้โซ่และสายพานเป็นตัวขับและควบคุมจังหวะให้มีการทำงานที่สัมพันธ์กัน

(6) กลไกการควบคุมจังหวะมัด ปรับความหนาของฟางที่อัดและชุดมัดดัดแปลงจากยี่ห้อ Holland และ Bamford โดยเน้นการทำงานที่ง่ายและชิ้นส่วนของชุดมัดที่ช่างในประเทศทำชิ้นกลได้

เครื่องอัดฟ่อนที่สร้างขึ้นประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนดังนี้ คือ ชุดโกยฟางจากพื้น และช่วงล่าง ชุดกลไกการอัด ชุดกลไกอัดลูกกระทุ้ง และวงล้อโกยฟาง

เครื่องอัดฟ่อนใช้รถแทรกเตอร์ขนาด 30 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ความเร็วในการทำงานที่เหมาะสม 0.36 - 0.42 เมตร/วินาที ประสิทธิภาพในการโกยฟางใกล้เคียงกับเครื่องของต่างประเทศ ความเร็วในการทำงานของเพลาอำนวยกำลังน้อยกว่าร้อยละ 50 และใช้กำลังน้อยกว่าประมาณ 2-4 กิโลวัตต์ (ไม่รวมกำลังที่ใช้ขับกลไกการมัดฟ่อน)

รูปที่ 2.4 เครื่องอัดฟ่อนหญ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เครื่องอัดฟางแบบใช้ไฮดรอลิค

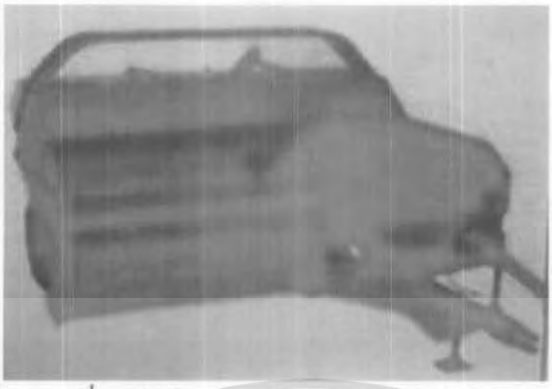
รูปที่ 2.5 เครื่องอัดฟางแบบใช้ไฮดรอลิค

รูปที่ 2.6 ลักษณะของฟางที่ผ่านการอัด

5. เครื่องอัดฟางจากต่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7เครื่องอัดฟางจากต่างประเทศรุ่น NEW HOLLAND



รูปที่ 2.8 เครื่องอัดฟางจากต่างประเทศรุ่น CALLICNANI

รูปที่ 2.9 เครื่องอัดฟางจากต่างประเทศ 1

รูปที่ 2.10 เครื่องอัดฟางจากต่างประเทศ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.11 เครื่องอัดฟางจากต่างประเทศรุ่น HESSTON

รูปที่ 2.12 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดฟางรุ่น HESSTON

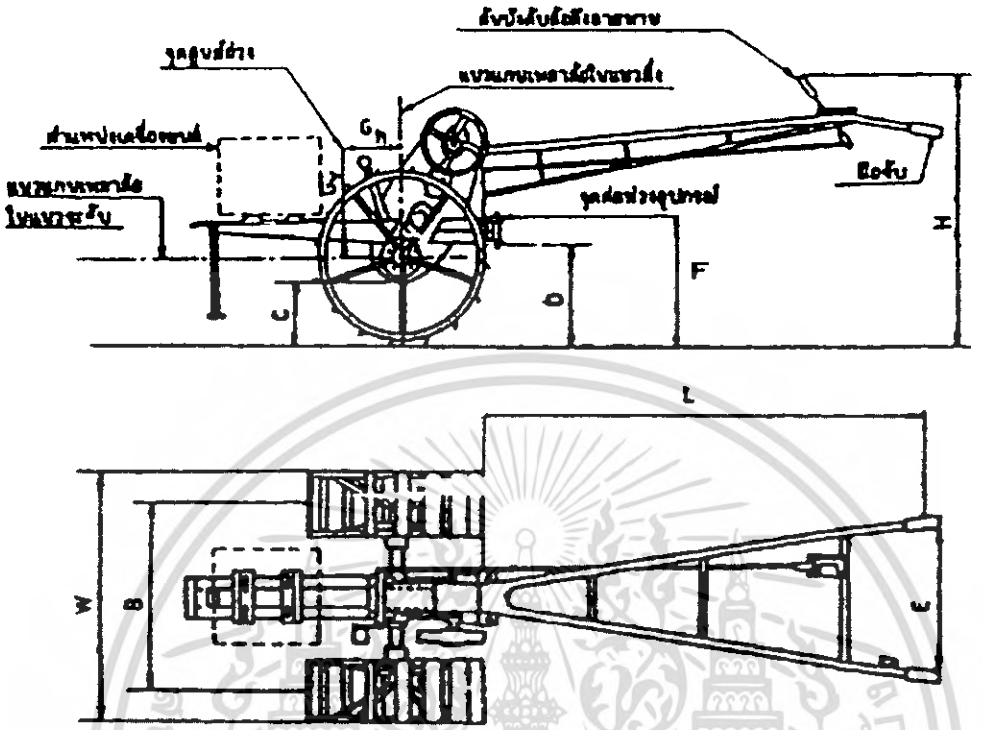
รูปที่ 2.13 เครื่องอัดฟาง SPAGO รุ่น SK 140

2.3 กลศาสตร์รถไถเดินตามขณะหยุดนิ่ง

รถไถเดินตามมีล้อขับเคลื่อนเพียงสองล้อ ดังนั้นขณะรถจอดการกระจายน้ำหนักของตัวรถไถเดินตามลงบนล้อทั้งสอง และขาตั้งหน้า การที่น้ำหนักของตัวรถไถเดินตามกระจายมาข้างหน้ามากกว่าข้างหลัง เพราะว่าเมื่อติดตั้งอุปกรณ์เตรียมดินหรืออุปกรณ์ทุ่นแรงอื่นๆ ที่จุดอุปกรณ์พ่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังก็ทำให้น้ำหนักอุปกรณ์ที่ต่อพ่วงช่วยถ่วงข้างหลัง ทำให้หน้าตัวรถไถเดินตามเงยขึ้นมาอยู่ในตำแหน่งสมดุล



รูปที่ 2.14 มิติของรถไถเดินตาม

เมื่อรถไถเดินตามอยู่ในสภาพสมดุล สมการสมดุลของแรงภายนอกทั้งหมดในแนวดิ่งสามารถเขียนได้ดังนี้

$$R_1 + R_2 = W \qquad (1)$$

และสมการโมเมนต์รอบจุด O ก็เขียนได้ดังนี้

$$R_2 \times I = W \times I_1$$

ดังนั้น

$$R_2 = (\frac{I_1}{I})W \qquad (2)$$

เมื่อแทนสมการ (2) ในสมการ (1) จะได้สมการการหาค่าของ R_1 ดังนี้

$$R_1 = (1-\frac{I_1}{I})W \qquad (3)$$

เมื่อ R_1 = เป็นแรงปฏิกิริยาที่ล้อ , kN

R_2 = เป็นแรงปฏิกิริยาที่ขาตั้ง , kN

W = เป็นน้ำหนักรถไถเดินตาม , kN

I = เป็นระยะห่างระหว่างขาตั้งกับจุดศูนย์กลางล้อ , cm

I_1 = เป็นระยะห่างระหว่างจุดศูนย์ถ่วงกับจุดศูนย์กลางล้อ , cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณากลศาสตร์เฉพาะตัวรถไถเดินตามจะพบว่าตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงจะเยื้องมาทางหน้าของจุดศูนย์กลางล้อ ทำให้ตัวรถเอียงมาทางข้างหน้า ดังนั้นจึงต้องมีขาตั้งช่วยค้ำขณะจอด และขาตั้งนี้สามารถยกขึ้นเก็บใต้แท่นเครื่องยนต์ขณะรถไถเดินตามเคลื่อนที่

2.4 ระบบส่งกำลังของรถไถเดินตาม

ระบบส่งกำลัง (transmission system) ของรถไถเดินตาม เหมือนกับระบบส่งกำลังของรถแทรกเตอร์ที่ใช้ในงานเกษตรกรรม กล่าวคือ กลไกและหน้าที่ของระบบส่งกำลังเน้นถึง การขับเคลื่อน และการทำงานของอุปกรณ์การเกษตรชนิดต่างๆที่ทำงานเหนือพื้นดิน และชนิดทำงานใต้ดินที่ติดกับรถไถเดินตาม ซึ่งแตกต่างจากระบบส่งกำลังของรถยนต์ที่เน้นเฉพาะการขับเคลื่อนตัวรถยนต์เท่านั้น

หน้าที่ระบบส่งกำลังและรถไถเดินตามมีดังนี้

(1) รับกำลังจากเครื่องยนต์ส่งไปยังเพลาล้อ (axle shaft or wheel shaft) และเพลาจอบหมุน (rotary shaft)

(2) เปลี่ยนแรงบิดและอัตราเร็วรอบหมุนเครื่องยนต์เป็นแรงขับหรือแรงบิด ความเร็วการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามให้เหมาะสมกับความเร็วการทำงานของอุปกรณ์เกษตร และอัตราเร็วรอบหมุนของเพลาเครื่องพรวนจอบหมุน

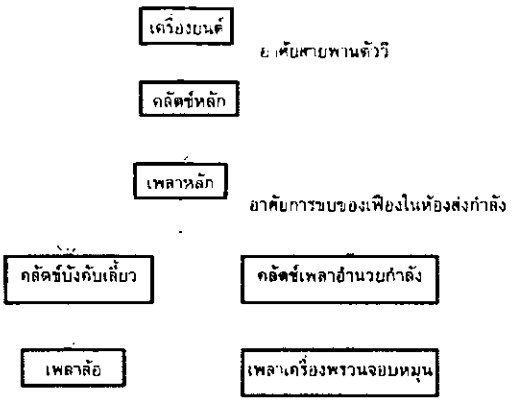
(3) เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามไปหน้าและถอยหลัง

2.4.1 ส่วนประกอบระบบส่งกำลัง

ระบบส่งกำลัง หมายถึง การส่งกำลังเริ่มจากเครื่องยนต์มายังเพลาล้อขับเคลื่อน และเพลาเครื่องพรวนจอบหมุน โดยผ่านส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบส่งกำลัง

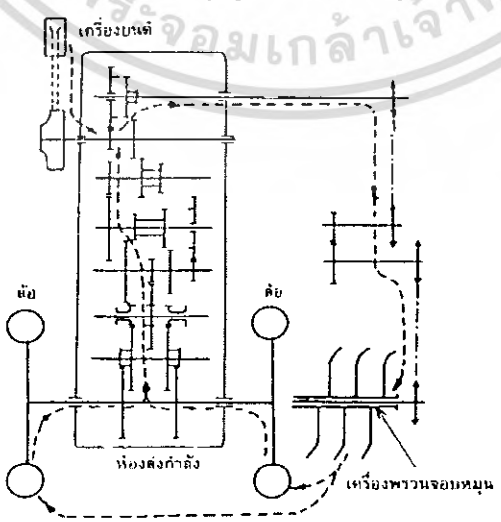
รูป 2.15 แสดงแผนผังหลักระบบส่งกำลังเริ่มจากเครื่องยนต์ส่งกำลังมายังคลัตช์หลัก (main clutch) โดยสายพานตัววี (V - belt) จากนั้นกำลังจากคลัตช์หลักถูกส่งต่อมายังเพลาหลักในห้องส่งกำลัง (transmission case) กำลังที่เพลาหลักถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่หนึ่งส่งไปยังคลัตช์บังคับเลี้ยว (steering clutch) และเพลาล้อตามลำดับ อีกส่วนหนึ่งมาที่คลัตช์เพลาอำนวยกำลัง (power take-off clutch) จากนั้นกำลังก็ถูกส่งต่อมาที่เพลาเครื่องพรวนจอบหมุน ทำให้ใบมีดที่ยึดติดอยู่หมุนติดดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 แผนผังส่วนประกอบหลักระบบส่งกำลังรถไถเดินตาม

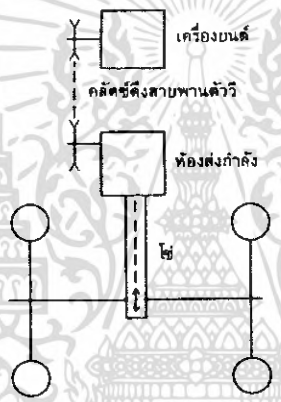
กรณีรถไถเดินตามติดอุปกรณ์เกษตรชนิดทำงานอาศัยแรงฉุดลากอย่างเดียว อาทิเช่นไถหัวหมู ไถกระทะ คราด เครื่องหยอดเมล็ด และรถพ่วง เป็นต้น การส่งกำลังจากเครื่องยนต์มายังเพลาล้อที่เดียว ทำให้เกิดแรงดัน (thrust force) ระหว่างผิวสัมผัสของล้อกับพื้นดินขณะนั้นแรงต้านทานดินและแรงต้านทานการเคลื่อนที่ที่กระทำต่ออุปกรณ์เกษตรจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงดัน และทิศทางการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตาม จึงเกิดการหน่วงรถไถเดินตามขณะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าทำให้ล้อลื่นและเปอร์เซ็นต์การลื่นของล้อมีค่าเป็นบวก ส่วนกรณีรถไถเดินตามติดเครื่องพรวนจอบหมุน การถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์จะถูกแบ่งมาที่เพลาล้อและเพลาเครื่องพรวนจอบหมุน ขณะเครื่องพรวนจอบหมุนทำงานใบมีดหมุนตัดดินในทิศทางเดียวกับการหมุนของล้อ แรงต้านทานดินกระทำต่อใบมีดจะเกิดในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตาม ทำให้รถไถเดินตามถูกแรงนี้ช่วยดันขณะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า จึงทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์การลื่นของล้อมีค่าเป็นลบ และส่วนต่างของแรงดันจะส่งผ่านต่อเวียนจากล้อไปยังเพลาหลักและเพลาเครื่องพรวนจอบหมุนจนครบรอบอย่างนี้ตลอดการพรวนดิน ดังแสดงในรูป 2.16 ซึ่งระบบส่งผ่านกำลังนี้มีชื่อเรียกว่า "ระบบการส่งผ่านกำลังวงจรปิด" (closed-loop power flow system)



รูปที่ 2.16 ตัวอย่างระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามติดเครื่องพรวนจอบหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

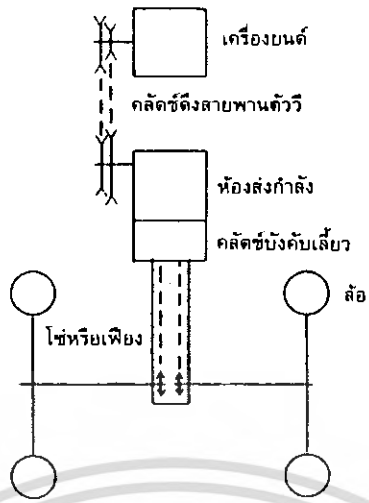
อนึ่ง ส่วนประกอบระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามทั้ง 4 ชนิด อาจจะแตกต่างหรือเหมือนกับระบบส่งกำลังหลัก ดังแสดงในรูป 2.15 กล่าวคือ ระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามเล็กชนิดพรวนดินจะมีลักษณะดังแสดงในรูป 2.17 เครื่องยนต์ส่งกำลังมายังห้องส่งกำลังด้วยสายพานตัววีเพียงเส้นเดียว ไม่มีคลัตช์หลักและเพลาอำนวยกำลัง การส่งและตัดกำลังจากเครื่องยนต์อาศัยการดึงสายพาน (belt tension) ทำให้สายพานตึงและหย่อน ส่งผลให้เกิดการส่งและตัดกำลังจากเครื่องยนต์มายังห้องส่งกำลังตามลำดับ นอกจากนั้นการขับสุดท้าย (final drive) ที่เพลาล้อใช้เฟืองโซ่และโซ่ โดยไม่มีคลัตช์บังคับเลี้ยว เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้เป็นล้อพรวนดินสวมที่เพลาล้อและมีสกีหลังติดที่จุดพ่วงอุปกรณ์หลังรถไถเดินตาม สำหรับใช้พรวนดินแปลงขนาดเล็กที่ใช้ปลูกผักและสตรอเบอร์รี่ ซึ่งเป็นงานเบา



รูปที่ 2.17 ระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามเล็กชนิดพรวนดิน

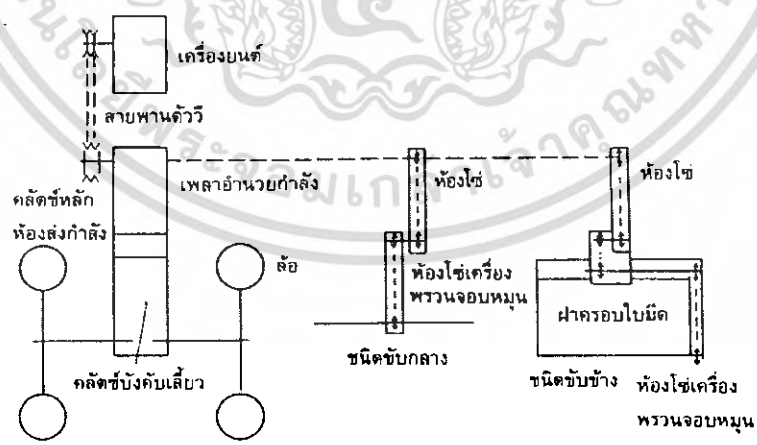
ระบบส่งกำลังของระไถเดินตามชนิดลาก ซึ่งจะเห็นว่ามีการทดรอบหมุนเครื่องยนต์มายังห้องส่งกำลัง 2 ระดับ (สูงและต่ำ) ด้วยสายพานตัววี 2 เส้น ที่ทำงานแยกอิสระจากกัน เป็นการเพิ่มจำนวนเกียร์ความเร็วเดินหน้า และถอยหลังของรถไถเดินตามจากเกียร์หลักอีกเท่าตัว การส่งและตัดกำลังจากเครื่องยนต์ใช้การดึงสายพานดึงและหย่อน ไม่มีเพลาอำนวยกำลัง เหมือนกับรถไถเดินตามเล็กชนิดพรวนดิน การขับสุดท้ายที่เพลาล้ออาจจะใช้เฟืองหรือโซ่ แต่มีคลัตช์บังคับเลี้ยวด้วย เนื่องจากรถไถเดินตามชนิดนี้มีขนาดใหญ่กว่าชนิดแรก ใช้ทำงานกับอุปกรณ์เกษตรได้มากชนิด อาทิเช่น อุปกรณ์ไถดิน คราดดิน ล้อพรวนดิน รถพ่วง ยกเว้นเครื่องพรวนดินจอบหมุน จึงจำเป็นต้องมีจำนวนเกียร์มากและมีคลัตช์บังคับเลี้ยว เพื่อช่วยให้การทำงานสะดวกและรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 ระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามชนิดลาก

ระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามชนิดลากและดิดเครื่องจอบหมุน และชนิดติดเครื่องพรวนจอบหมุนมีลักษณะเหมือนกัน ดังแสดงในรูป 2.19 การส่งกำลังของรถไถเดินตามทั้งสองชนิดนี้เหมือนกับระบบส่งกำลังหลักดังแสดงในรูป 2.15 กล่าวคือ ประกอบด้วยสายพานตัววี 2-3 เส้น มีคลัตช์หลักและเพลาอำนวยกำลังเพื่อใช้ขับเพลาเครื่องพรวนจอบหมุนที่มีระบบการขับ 2 ชนิด คือ การขับกลาง (central drive) และการขับข้าง (side drive) นอกจากนั้นการขับสุดท้ายที่เพลาล้อใช้เฟืองอย่างเดียว และมีคลัตช์บังคับเลี้ยว เนื่องจากอุปกรณ์เกษตรหลักที่ใช้กับรถไถเดินตามเป็นเครื่องพรวนจอบหมุน ที่ใช้ทำงานหนักและต้องการกำลังเครื่องยนต์ไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของกำลังทั้งหมด ระบบส่งกำลังจึงต้องมีส่วนประกอบของคลัตช์หลัก คลัตช์เพลาอำนวยกำลัง และคลัตช์บังคับเลี้ยว

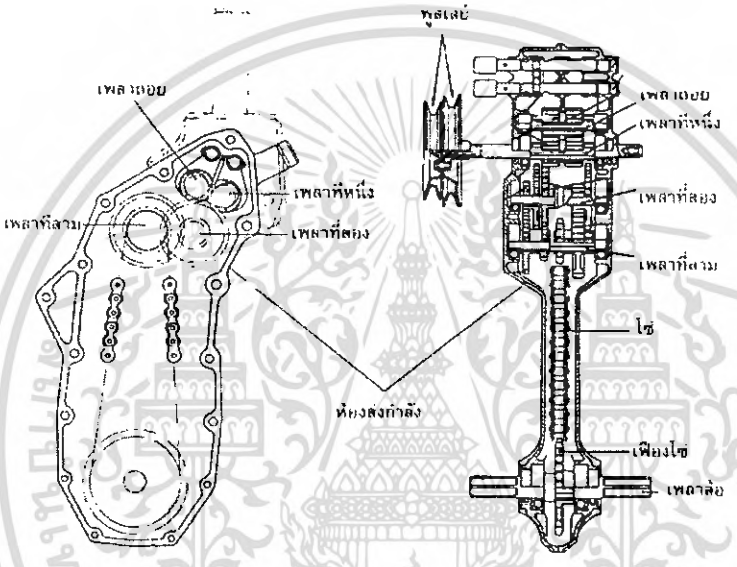


รูปที่ 2.19 ระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามชนิดลากและดิดเครื่องพรวนจอบหมุน และชนิดติดเครื่องพรวนจอบหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามทั้ง 4 ชนิดดังกล่าวมานี้ลักษณะภายในห้องส่งกำลังจะแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด จึงขอยกตัวอย่างภาพประกอบ (assembly drawing) เฉพาะภายในห้องส่งกำลังทั้ง 3 แบบของรถไถเดินตาม 4 ชนิด เพื่อการเปรียบเทียบรายละเอียดส่วนประกอบภายในห้องส่งกำลัง

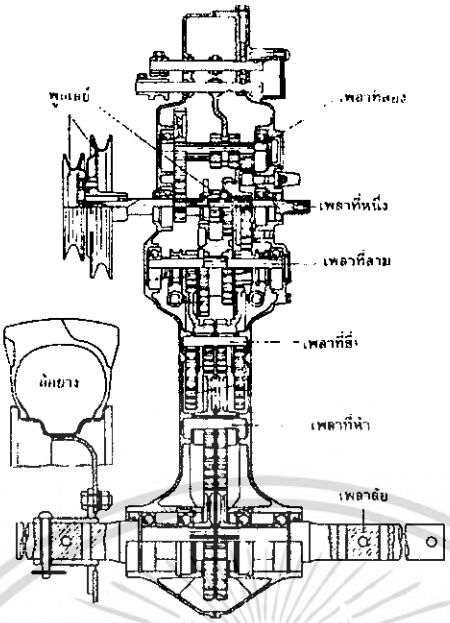
รูป 2.20 แสดงภายในห้องส่งกำลังของรถไถเดินตามเล็กชนิดพรวนดิน การส่งกำลังจากเพลาหลักมายังเพลาล้อใช้ทั้งเฟืองและโซ่ การขับสุดท้ายที่เพลาล้อใช้โซ่ มีเกียร์เดินหน้าและถอยหลัง แต่ไม่มีคลัตช์บังคับเลี้ยว เพลาล้อทั้งสองข้างเป็นท่อนเดียวกัน จึงหมุนด้วยอัตราเร็วรอบที่เท่ากัน



รูปที่ 2.20 ตัวอย่างภายในห้องส่งกำลังของรถไถเดินตามเล็กชนิดพรวนดิน

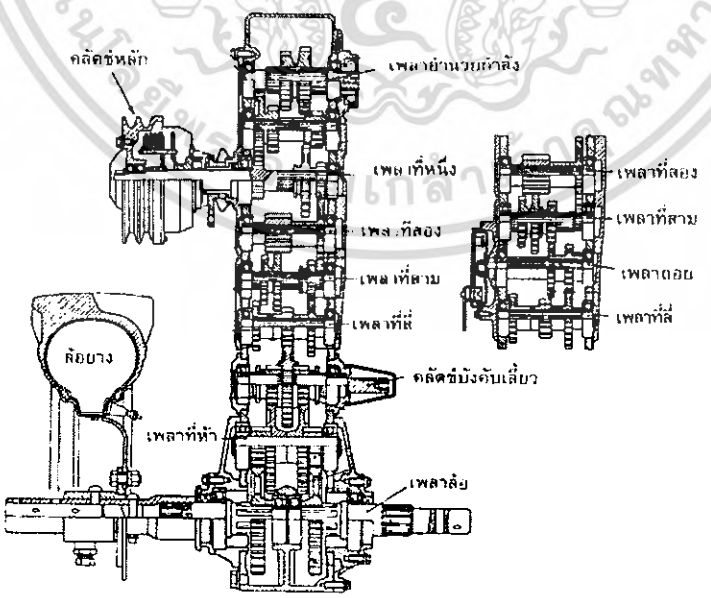
รูปที่ 2.21 แสดงการจัดเรียวเฟืองภายในห้องส่งกำลังของรถไถเดินตามชนิดลาก กำลังจากเพลากลักหรือเพลาที่หนึ่งส่งมายังเพลาล้ออาศัยการขบกันของเฟืองฟันตรงบนเพลาขนานจำนวนหลายคู่ มีคลัตช์บังคับเลี้ยวอยู่ที่เพลาอันที่ 3 และเพลาอำนวยกำลังซึ่งเป็นส่วนของเพลาหลักที่ยื่นออกนอกห้องส่งกำลัง ส่วนเพลาล้อข้างซ้าย และข้างขวาแยกเป็นสองท่อนสามารถหมุนอิสระจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 ตัวอย่างภายในห้องส่งกำลังของรถไถเดินตามชนิดลาก

รูปที่ 2.22 แสดงลักษณะภายในห้องส่งกำลังของรถไถเดินตามชนิดลากและติดเครื่องพรวนจอบหมุน และชนิดติดเครื่องพรวนจอบหมุนแต่เพียงอย่างเดียว เนื่องจากรถไถเดินตามทั้งสองชนิดนี้มีขนาดใหญ่และใช้เครื่องยนต์ที่มีกำลังมาก โครงสร้างห้องส่งกำลังและชิ้นส่วนภายในจึงแข็งแรง นอกจากนั้นมีคลัตช์หลักชนิดแผ่นแห้ง คลัตช์เพลาอำนวยกำลัง และคลัตช์บังคับเลี้ยว มีเพลาอำนวยกำลังเฉพาะแยกจากเพลาหลัก เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานกับอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่รวมทั้งเครื่องพรวนจอบหมุน



รูปที่ 2.22 ตัวอย่างภายในห้องส่งกำลังของรถไถเดินตามชนิดลากและติดเครื่องพรวนจอบหมุน และชนิดติดเครื่องพรวนจอบหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตัวอย่างภายในห้องส่งกำลังรถไถเดินตามที่แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนภายใน อาทิเช่น เพลาเฟือง รองลื่น และสปริง เป็นต้น เนื่องจากชิ้นส่วนเหล่านี้มีจำนวนมาก และค่อนข้างยุ่งยากต่อการทำความเข้าใจลำดับการส่งต่อกำลังจากเพลาหลักมายังเพลาล้อ โดยเฉพาะภายในห้องส่งกำลังที่มีเกียร์เดินหน้า และถอยหลังจำนวนอย่างละหลายเกียร์ รวมทั้งกรณีระบบส่งกำลังที่มีเพลาอำนวยกำลัง ดังนั้นเพื่อการเข้าใจขั้นตอนการส่งกำลังภายในห้องส่งกำลังได้ง่าย และสามารถคำนวณอัตราส่วนการทดรอบหมุนของเพลาต่าง ๆ รวมทั้งเพลาล้อ จึงขอการอธิบายการส่งกำลังที่เกียร์ความเร็วต่าง ๆ และการคำนวณอัตราส่วนการทดรอบหมุนด้วยการใช้สัญลักษณ์แทนชิ้นส่วนต่าง ๆ ภายในห้องส่งกำลัง

2.5 สัญลักษณ์ชิ้นส่วนกลไกการส่งกำลัง

การออกแบบระบบส่งกำลังสำหรับรถไถเดินตามรุ่นใหม่ โดยการเขียนภาพประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วนั้นอาจจะไม่สะดวกและล่าช้า เนื่องจากวิศวกรผู้ออกแบบระบบส่งกำลังจะต้องพิจารณาและคำนึงถึงกฎเกณฑ์และข้อกำหนดเชิงวิศวกรรมหลายอย่าง ตลอดจนเทคโนโลยีการผลิต การประกอบ การซ่อมแซมและบำรุงรักษา และต้นทุนการผลิตระบบส่งกำลังทั้งหมดในเวลาเดียวกันอย่างละเอียดและรอบคอบ มิฉะนั้นเมื่อนำระบบส่งกำลังที่ออกแบบไปใช้งานอาจจะมีปัญหามาก ทั้งด้านการทำงานของชิ้นส่วนในห้องส่งกำลัง เทคโนโลยีการผลิตไม่เพียงพอ การประกอบชิ้นส่วนในห้องส่งกำลังทำไม่ได้หรือไม่สะดวก การบำรุงรักษายุ่งยากและมีปัญหา และต้นทุนการผลิตรถไถเดินตามรุ่นใหม่สูงเกินรายได้ของเกษตรกร เหตุผลที่กล่าวมานี้จะเห็นว่า วิศวกรผู้ออกแบบจะต้องทำการออกแบบระบบส่งกำลังและแก้ไขหลายครั้ง จนกว่าจะผ่านการพิจารณาร่วมจากวิศวกรหลายฝ่าย เช่น การผลิต การประกอบ การบำรุงรักษา และการตลาด เป็นต้น

การใช้สัญลักษณ์แทนชิ้นส่วนต่าง ๆ ในห้องส่งกำลัง นับว่าเป็นเทคโนโลยีการออกแบบหนึ่งที่ช่วยทำให้เข้าใจลำดับการส่งกำลังจากเครื่องยนต์มายังคลัตช์หลัก และเพลาหลักมายังเพลาล้อ และจากเพลาหลักมายังเพลาอำนวยกำลังได้ง่าย นอกจากนั้นวิศวกรผู้มีหน้าที่ออกแบบระบบส่งกำลังยังสามารถใช้สัญลักษณ์เหล่านี้ช่วยการออกแบบซึ่งจะทำให้การออกแบบได้รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ

สำหรับลำดับการส่งกำลัง (power transmitting order) เริ่มจากเครื่องยนต์ให้กำลังมาที่คลัตช์หลักและเพลาหลัก 1 ที่เพลา 2 กำลังแบ่งออกเป็น 2 ส่วน กำลังส่วนหนึ่งมาที่เพลาอำนวยกำลัง 3 เพลาเฟืองโซ่ 10 และสิ้นสุดที่เพลาเครื่องพรวนจอบหมุน (rotary shaft) กำลังอีกส่วนหนึ่งมาที่เพลา 4 เพื่อส่งต่อมายังเพลาล้อสำหรับการขับเคลื่อน กรณีที่เป็นการขับเคลื่อนเดินหน้า กำลังจากเพลา 4 เพื่อส่งต่อมายังเพลา 6,7,8 และเพลาล้อ (axle shaft) ตามลำดับ และกรณีที่เป็นการขับเคลื่อนถอยกำลังจากเพลา 4 จะส่งต่อมาที่เพลา 5,6,7,8 และเพลาล้อตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
72285

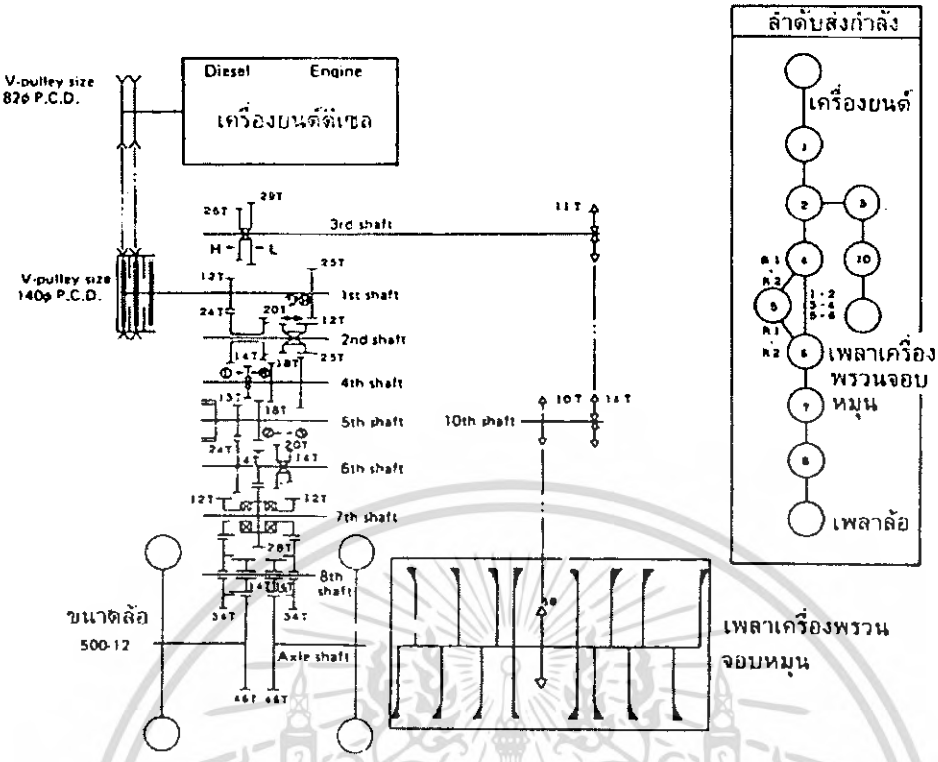
คันเข้าเกียร์เปลี่ยนความเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามทีอยู่ 2 คัน อยู่บริเวณใกล้คันมือถือ คือ คันเกียร์หลัก (main shift lever) และคันเกียร์รอง (sub shift lever) คันเกียร์หลักทำหน้าที่เปลี่ยนความเร็วเกียร์เดินหน้า 1,2,3 แลละเกียร์ถอยหลัง 1 สำหรับ คันเกียร์รองจะอยู่ดำแหน่งต่ำ (low) หรือ สูง (high) เพื่อเป็นการเพิ่มจำนวนเกียร์ความเร็วเดินหน้าและถอยหลัง จากคันเกียร์หลักได้อีกจำนวนเท่าตัว ดังนั้นระบบส่งกำลังตามตัวอย่างนี้จะมีเกียร์เดินหน้า 6 เกียร์ คือ 1(L) , 2(L) , 3(L) , 1(H) , 2(H) และ 3(H) และเกียร์ถอยหลัง 2 เกียร์ คือ 1(R) และ 2(R) เหตุผลที่ต้องมีจำนวนเกียร์เดินหน้ามากเพราะว่ารถไถเดินตามสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่เหมาะสมกับการทำงานได้มากตามชนิดอุปกรณ์เกษตร

เกษตรกรจะเลือกใช้เกียร์ความเร็วใด ขึ้นอยู่กับชนิดอุปกรณ์เกษตรที่ติดรถไถเดินตามและสภาพพื้นที่เกษตรกรรมเป็นหลักสำคัญ เช่น กรณีการเตรียมดินด้วยเครื่องพรวนจอบหมุน รถไถเดินตามจะต้องใช้เกียร์ความเร็ว 1(L) หรือ 2(L) ส่วนการลากรถพ่วงจะใช้เกียร์ความเร็ว 3(H) เป็นต้น สำหรับเกียร์ถอยหลังนั้นปกติจะมีความเร็วต่ำกว่าเกียร์ 1 เนื่องจากเกียร์ถอยหลังใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานของรถไถเดินตามเท่านั้น ไม่ได้ใช้ทำงานกับอุปกรณ์เกษตร และการเคลื่อนที่ถอยหลังด้วยความเร็วสูงจะทำให้ผู้ใช้มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย

2.5.1 การคำนวณอัตราทดรอบในห้องส่งกำลัง

อัตราทดรอบหมุนของเพลาสามารถหาได้จากอัตราส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์และจำนวนฟันเฟืองคู่ที่ขบกัน การเคลื่อนขบของเฟืองที่อยู่บนเพล 2,4 และ 6 ในห้องส่งกำลัง ดังแสดงในรูป 2.23 จะได้เกียร์เดินหน้า 6 เกียร์ ส่วนการเคลื่อนขบของเฟืองที่อยู่บนเพลา 2 , 4 และ 5 จะได้เกียร์ถอยหลัง 2 เกียร์ ตัวอย่างการคำนวณอัตราทดรอบการส่งกำลังตามลำดับจากการขบกันของเฟืองสำหรับเกียร์เดินหน้าและถอยหลัง ดังแสดงในตาราง 2.1 ซึ่งพบว่าอัตราทดสอบของเกียร์เดินหน้า 1 และ 6 ต่างกันมากเพื่อจะได้ความเร็วเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามเหมาะสมกับเครื่องพรวนจอบหมุนและรถพ่วงตามลำดับ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่ารถไถเดินตามที่มีเกียร์เดินหน้า 3 เกียร์ไม่สามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่เหมาะสมกับการทำงานของเครื่องพรวนจอบหมุนและรถพ่วงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 อัตราทดรอบในห้องส่งกำลัง

ชนิดเกียร์		ตำแหน่งคันเกียร์		ลำดับการส่งกำลัง	อัตราทดรอบ
		หลัก	รอง		
เดินหน้า	1	1 . 4	ต่ำ(low)	$\frac{82}{140}\times\frac{12}{24}\times\frac{12}{25}\times\frac{14}{24}\times\frac{14}{28}\times\frac{12}{34}\times\frac{14}{46}=$	0.00440
	2	2 . 5		$\frac{82}{140}\times\frac{12}{24}\times\frac{12}{25}\times\frac{18}{20}\times\frac{14}{28}\times\frac{12}{34}\times\frac{14}{46}=$	0.00679
	3	3 . 6		$\frac{82}{140}\times\frac{12}{24}\times\frac{12}{25}\times\frac{25}{14}\times\frac{14}{28}\times\frac{12}{34}\times\frac{14}{46}=$	0.01348
	4	1 . 4	สูง(high)	$\frac{82}{140}\times\frac{25}{12}\times\frac{12}{25}\times\frac{14}{24}\times\frac{14}{28}\times\frac{12}{34}\times\frac{14}{46}=$	0.01835
	5	2 . 5		$\frac{82}{140}\times\frac{25}{12}\times\frac{12}{25}\times\frac{18}{20}\times\frac{14}{28}\times\frac{12}{34}\times\frac{14}{46}=$	0.02831
	6	3 . 6		$\frac{82}{140}\times\frac{25}{12}\times\frac{12}{25}\times\frac{25}{14}\times\frac{14}{28}\times\frac{12}{34}\times\frac{14}{46}=$	0.05614
ถอยหลัง	1	R1.2	ต่ำ(low)	$\frac{82}{140}\times\frac{12}{24}\times\frac{12}{25}\times\frac{14}{18}\times\frac{13}{24}\times\frac{14}{28}\times\frac{12}{34}\times\frac{14}{46}=$	0.00318
	2		สูง(high)	$\frac{82}{140}\times\frac{25}{12}\times\frac{12}{25}\times\frac{14}{18}\times\frac{13}{24}\times\frac{14}{28}\times\frac{12}{34}\times\frac{14}{46}=$	0.01325

ตาราง 2.1 ลำดับการส่งกำลังและอัตราทดรอบเพลาล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 อัตราทดรอบเพลาอำนวยกำลัง และเพลาเครื่องพรวนจอบหมุน

อัตราทดรอบเพลาอำนวยกำลังและเพลาเครื่องพรวนจอบหมุนก็สามารถคำนวณได้ตามลำดับ เช่นเดียวกับการคำนวณอัตราทดรอบเพลาในห้องส่งกำลัง ดังตัวอย่างการคำนวณที่แสดงในตาราง 2.2 และ 2.3

การที่อัตราเร็วรอบหมุนของเพลาอำนวยกำลังมี 2 ระดับ แต่อัตราเร็วรอบหมุนของเพลาเครื่องพรวนจอบหมุนมีอยู่ 4 ระดับ เพราะว่าเฟืองโซ่คู่ 11 T และ 14 T อยู่ในห้องโซ่เดียวกัน และห้องโซ่สามารถถอดออกและใส่เฟืองโซ่ขนาด 11 T และ 14 T สลับข้างกันได้

อันดับอัตราเร็วรอบหมุน	ตำแหน่งคันเพลาอำนวยกำลัง	ลำดับการส่งกำลัง	อัตราทดรอบ
1	ต่ำ (low)	$\frac{82}{140} \times \frac{12}{24} \times \frac{20}{29} =$	0.20197
2	สูง (high)	$\frac{82}{140} \times \frac{12}{24} \times \frac{24}{26} =$	0.27033

ตาราง 2.2 ลำดับการส่งกำลังและอัตราทดรอบเพลาอำนวยกำลัง

การที่อัตราเร็วรอบหมุนของเพลาเครื่องพรวนจอบหมุนมี 4 ระดับ ก็เพื่อความสะดวกในการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิดการทำงานต่าง ๆ ที่เรียงจากอัตราเร็วรอบต่ำไปสูงดังนี้ คือการพรวนดินพร้อมยกร่อง การพรวนดิน การพรวนย่อยขนาดก้อนดิน และการทำเทือก เป็นต้น นอกจากนั้นการพิจารณาเลือกอัตราเร็วรอบหมุนเพลาเครื่องพรวนจอบหมุนจะต้องสอดคล้องกับความเร็วการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามด้วย

รถแทรกเตอร์ขนาดเล็กและกลางที่ผลิตในประเทศญี่ปุ่นเพื่อใช้สำหรับการทำนาก็จะมีอัตราเร็วรอบหมุนเพลาอำนวยกำลัง 2 ระดับ แต่รถแทรกเตอร์ที่ผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกาและยุโรป อัตราเร็วรอบหมุนมาตรฐานของเพลาอำนวยกำลังจะมีค่า 540 หรือ 1,000 รอบต่อนาที การที่กำหนดเป็นค่ามาตรฐานก็เพื่อสะดวกแก่โรงงานผู้ผลิตอุปกรณ์เกษตรสำหรับรถแทรกเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันดับอัตราเร็วรอบหมุน	ตำแหน่งคันเกียร์		ลำดับการส่งกำลัง	อัตราทดรอบ
	เครื่องพรวนจอบหมุน	ห้องไซ่		
1	ต่ำ (low)	ต่ำ(low)	$\frac{82}{140} \times \frac{12}{24} \times \frac{20}{29} \times \frac{11}{14} \times \frac{10}{18}$	0.08816
2	สูง(high)		$\frac{82}{140} \times \frac{12}{24} \times \frac{24}{26} \times \frac{11}{14} \times \frac{10}{18}$	0.11800
3	ต่ำ(low)	สูง(high)	$\frac{82}{140} \times \frac{12}{24} \times \frac{20}{29} \times \frac{14}{11} \times \frac{10}{18}$	0.14281
4	สูง(high)		$\frac{82}{140} \times \frac{12}{24} \times \frac{24}{26} \times \frac{14}{11} \times \frac{10}{18}$	0.19114

ตารางที่ 2.3 ลำดับการส่งกำลังและอัตราทดรอบเพลาเครื่องพรวนจอบหมุน

2.5.3 อัตราเร็วรอบหมุนเพลาล้อ เพลาอำนวยกำลัง และเพลาเครื่องพรวนจอบหมุน

อัตราเร็วรอบหมุนเพลาล้อ และความเร็วการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามสามารถคำนวณจากอัตราทดรอบเพลาล้อ อัตราเร็วรองหมุนเครื่องยนต์ และเส้นผ่านศูนย์กลางล้อ กรณีนี้กำหนดอัตราเร็วรอบหมุนเครื่องยนต์ 2,500 รอบต่อนาที ล้อยางขนาด 5.00 – 12 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 581 มิลลิเมตร และใช้อัตราทดรอบเพลาล้อตามตาราง 2.1

ความเร็วการเคลื่อนที่รถไถเดินตามมีอยู่ 6 ระดับ เพื่อสามารถครอบคลุมชนิดงานและอุปกรณ์เกษตรชนิดต่าง ๆ ความเร็วเคลื่อนที่สูงสุดสำหรับการลากจูงรถพ่วงมีค่าไม่เกิน 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามข้อบังคับของมาตรฐานอุตสาหกรรมประเทศญี่ปุ่น

สำหรับการคำนวณอัตราเร็วรอบหมุนเพลาล้อ เพลาอำนวยกำลัง และเพลาเครื่องพรวนจอบหมุนแสดงในตาราง 2.4 , 2.5 และ 2.6 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดเกียร์		ตำแหน่งคันเกียร์		อัตราเร็วรอบหมุนเพลาล้อ (รอบต่อนาที)	ความเร็วการเคลื่อนที่		ชนิดงานและอุปกรณ์
		หลัก	รอง		เมตรต่อวินาที	กิโลเมตรต่อชั่วโมง	
เดินหน้า	1	1 . 4	ต่ำ (low)	11.0	0.335	1.21	เตรียมดินด้วยเครื่องพรวนจอบหมุน
	2	2 . 5		17.0	0.517	1.86	เตรียมดินด้วยเครื่องพรวนจอบหมุน และทำเทือก
	3	3 . 6		33.7	1.025	3.69	พรวนดินด้วยเครื่องพรวนจอบหมุน ไถดิน และทำเทือก
	4	1 . 4	สูง (high)	45.9	1.396	5.03	
	5	2 . 5		70.8	2.153	7.75	การทำเทือกและการลากจูง
	6	3 . 6		140.4	4.272	15.38	การลากจูง
ถอยหลัง	1	R 1.2	ต่ำ (low)	8.0	0.242	0.87	เตรียมดินถอยหลังด้วยเครื่องพรวนจอบหมุน
	2		สูง (high)	33.1	1.008	3.67	การลากจูง

ตาราง 2.4 อัตราเร็วรอบหมุนเพลาล้อและความเร็วการเคลื่อนที่

ตำแหน่งคันเกียร์	อัตราเร็วรอบหมุน (รอบต่อนาที)	หมายเหตุ
ต่ำ (low)	505	(1)เพลาอำนวยกำลังหมุนตามเข็มนาฬิกา
สูง (high)	675	(2)อัตราเร็วรอบหมุนเครื่องยนต์ 2,500 รอบต่อนาที

ตาราง 2.5 อัตราเร็วรอบหมุนเพลาอำนวยกำลัง (เพลาอันที่ 3)

อันดับอัตราเร็วรอบหมุน	ตำแหน่งคันเกียร์		อัตราเร็วรอบหมุนเพลาเครื่องพรวนจอบหมุน (รอบต่อนาที)	
	เครื่องพรวนจอบหมุน	ห้องโซ่		
1	ต่ำ (low)	ต่ำ (low)	220	หมายเหตุ อัตราเร็วรอบหมุนเครื่องยนต์ 2,500 รอบต่อนาที
2	สูง (high)		295	
3	ต่ำ (low)	สูง (high)	357	
4	สูง (high)		478	

ตารางที่ 2.6 อัตราเร็วรอบหมุนเพลาเครื่องพรวนจอบหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามใหม่ ด้วยการใช้สัญลักษณ์เขียนแบบแทนชิ้นส่วนต่าง ๆ ในห้องส่งกำลัง จะทำให้ทีมวิศวกรออกแบบทำงานรวดเร็ว และในขณะเดียวกันยังสามารถจะออกแบบระบบส่งกำลังได้หลายแบบตามข้อกำหนดด้านเทคนิคเดียวกัน และหากผลการคำนวณอัตราทดรอบของเพลาล้อ เพลาอำนวยกำลัง และเพลาเครื่องพรวนจอบหมุนไม่ได้ตามกำหนด การแก้ไขและการเลือกเปลี่ยนขนาดของเฟืองและเฟืองโซ่ที่เหมาะสมก็ทำได้สะดวกกว่าการแก้ไขแบบประกอบชิ้นส่วน เนื่องจากการเลือกขนาดเฟือง และการเลือกระบบการเลื่อนเฟืองขบเพื่อเปลี่ยนอัตราเร็วรอบหมุนในลำดับการส่งกำลังนั้น จะต้องใช้เวลามาก และมีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงหลายครั้ง เพื่อให้ได้ระบบส่งกำลังที่เหมาะสม และตามความต้องการของเกษตรกรที่สุด นอกจากนั้นผู้ทำจะต้องมีเทคโนโลยีด่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างพอเพียงด้วย

2.6 ชนิดระบบเฟืองเปลี่ยนอัตราเร็วรอบหมุน

การส่งกำลังเป็นกลไกทางกลที่เปลี่ยนกำลัง (แรงบิดและอัตราเร็วรอบหมุน) ของเครื่องยนต์เป็นกำลังในการขับเคลื่อน และกำลังในการขับเพลาอำนวยกำลังเพื่อการใช้งานความเร็วการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามถูกควบคุมโดยเกียร์เดินหน้า และเกียร์ถอยหลัง ส่วนอัตราเร็วรอบหมุนเพลาเครื่องพรวนจอบหมุนถูกควบคุมโดยเพลาอำนวยกำลัง และเฟืองโซ่

ชนิดเฟืองเพลาขนาน (parallel shaft gear type) เปลี่ยนอัตราเร็วรอบหมุนที่ใช้กับรถไถเดินตามมีอยู่ 3 ชนิดดังนี้

(1) ชนิดเลื่อนขบ (sliding mesh type)

(2) ชนิดขบอยู่กับที่ (constant mesh type)

(3) ชนิดขบแบบซิงโครไนซ์ (synchronized mesh type)

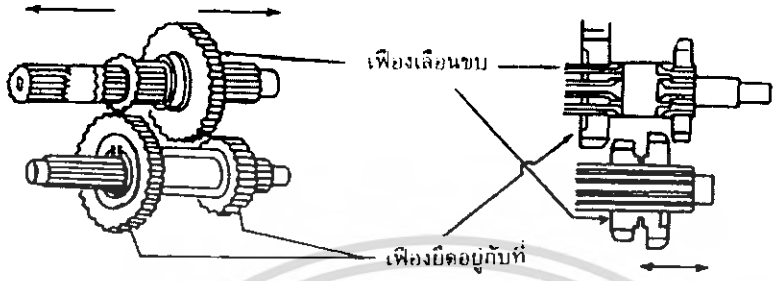
ระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามส่วนใหญ่จะใช้เฟืองเปลี่ยนอัตราเร็วรอบหมุนชนิดเลื่อนขบ และชนิดขบอยู่กับที่ ส่วนเฟืองชนิดขบแบบซิงโครไนซ์ไม่มีการใช้ในรถไถเดินตาม แต่จะใช้กันบ้างกับรถแทรกเตอร์ อนึ่ง สำหรับรถไถเดินตามขนาดเล็ก การส่งกำลังน้อยจะใช้พูเลย์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน 2 ชุด เป็นระบบการเปลี่ยนอัตราเร็วรอบหมุนแทนการใช้เฟืองเพลาขนาน

2.6.1 โครงสร้างของเฟืองชนิดเลื่อนขบ

กลไกเฟืองชนิดเลื่อนขบประกอบด้วยเฟืองจำนวน 2 ชุด ดังแสดงในรูป 2.23 เฟืองชุดหนึ่งจะอยู่บนเพลาร่อง (spline shaft) เฟืองอีกชุดหนึ่งอยู่บนเพลาเปลี่ยนอัตราเร็วรอบหมุน (speed changing shaft) เฟืองชุดแรกจะเลื่อนขบกับเฟืองชุดหลังที่เป็นเฟืองคู่กัน (mating gear) เพื่อเปลี่ยนอัตราเร็วรอบหมุน ข้อควรระวังการเข้าเกียร์เพื่อเปลี่ยนอัตราเร็วรอบหมุนด้วยชนิดเลื่อนเฟืองมาขบกันนี้ คือ จะเข้าเกียร์ได้ก็ต่อเมื่อรถไถเดินตามหยุดอยู่กับที่ มิฉะนั้นจะไม่สามารถเลื่อนเฟืองเข้าขบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

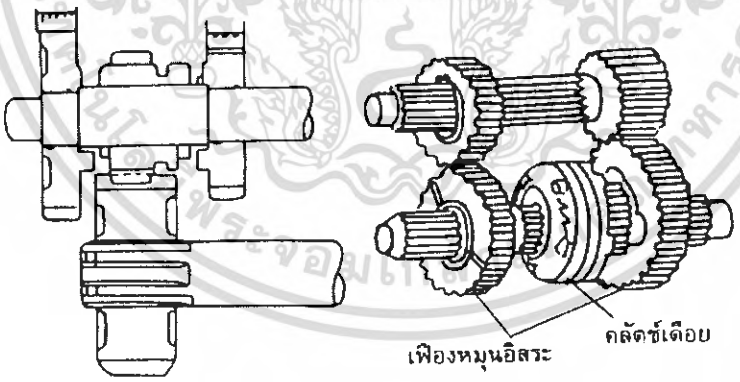
กันได้และทำให้เกิดเสียงดัง จนบางครั้งอาจจะทำให้เฟืองชำรุดและหัก ดังนั้นระบบเฟืองเปลี่ยนอัตราเร็วรอบหมุนชนิดการเลื่อนขบจะออกแบบใช้สำหรับเกียร์ 1(L) , 1(H) และเกียร์ถอย 1(R) และ 2(R) ซึ่งก่อนจะเข้าเกียร์เหล่านี้ รถไถเดินตามจะต้องหยุดก่อนเสมอทุกครั้ง



รูปที่ 2.24 เฟืองชนิดเลื่อนขบ

2.6.2 โครงสร้างของเฟืองชนิดขบอยู่กับที่

กลไกเฟืองชนิดขบอยู่กับที่ประกอบด้วยเฟืองบนเพลาช่วงกลาง (intermediate shaft) ขบกับเฟืองหมุนอิสระ (idling gear) บนเพลาหลักหรือเพลาช่วงกลาง ดังแสดงในรูป2.25 ช่วงเพลาระหว่างเฟืองหมุนอิสระจะเป็นร่องและมีคลัตช์เดือย (dog clutch) หรือคลัตช์เฟือง (gear clutch) เลื่อนบนเพลาร่องขบกับเดือยของเฟืองอิสระเพื่อเปลี่ยนอัตราเร็วรอบหมุน



รูปที่ 2.25 เฟืองชนิดขบอยู่กับที่

การเข้าเกียร์เปลี่ยนอัตราเร็วรอบหมุนเพลาด้วยระบบเฟืองชนิดขบอยู่กับที่ รถไถเดินตามไม่จำเป็นจะต้องหยุดนิ่งแต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ช้า ๆ ที่อัตราเร็วรอบหมุนของเพลาเฟืองหมุนอิสระไม่เกิน 200 รอบต่อนาที ขณะนั้นก็สามารถเปลี่ยนเกียร์โดยการเลื่อนคลัตช์เดือยหรือคลัตช์เฟืองขบกับเดือยของเฟืองหมุนอิสระได้ ดังนั้นระบบเฟืองเปลี่ยนอัตราเร็วรอบหมุนชิดขบอยู่กับที่จึงสามารถใช้กับเกียร์เดินหน้า 2 และ 3 ทั้งเกียร์ต่ำและสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์เกษตรมีอยู่หลายชนิดที่สามารถใช้ติดรถไถเดินตาม การทำงานของอุปกรณ์เกษตรอาศัยการลาก หรือการลากและการขับด้วยเพลาอำนวยกำลัง ดังนั้นระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามจากเครื่องยนต์จึงต้องสามารถแยกทำงานอิสระได้ 2 ส่วน หรือทำงานพร้อมกันก็ได้ กล่าวคือ กำลังส่วนหนึ่งแยกจากเพลาหลักส่งต่อให้กับเฟืองหรือโซ่ในห้องส่งกำลัง สุดท้ายกำลังส่งมายังเพลาล้อทำให้ล้อหมุน การหมุนของล้อก่อให้เกิดแรงดันระหว่างพื้นที่สัมผัสของล้อกับพื้นดินทำให้รถไถเดินตามเคลื่อนที่ลากอุปกรณ์เกษตรบางชนิด กำลังอีกส่วนหนึ่งก็แยกจากเพลาหลักมายังเพลาอำนวยกำลังเพื่อใช้ขับอุปกรณ์เกษตรบางชนิด เช่น เครื่องพรวนจอบหมุน กรณีที่รถไถเดินตามติดอุปกรณ์เกษตรชนิดลากอย่างเดียว กำลังจากเครื่องยนต์ก็จะถ่ายทอดมายังคลัตช์หลัก เพลาหลัก คลัตช์บังคับเลี้ยว และเพลาล้อตามลำดับ แต่ถ้าติดเครื่องพรวนจอบหมุนกำลังที่เพลาหลักก็จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งมายังเพลาล้ออีกส่วนหนึ่งมายังเพลาอำนวยกำลัง สัดส่วนการแบ่งกำลังทั้งสองส่วนไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาพการทำงานของเครื่องพรวนจอบหมุน แต่การทำงานโดยทั่วไปของเครื่องพรวนจอบหมุนจะต้องการกำลังเครื่องยนต์ไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของกำลังทั้งหมด อนึ่งแรงต้านทานดินอันเกิดจากใบมีดตัดดินจะมีแรงผลักให้ล้อรถไถเดินตามเคลื่อนไปข้างหน้า ทำให้เกิดการส่งผ่านกำลังที่มีชื่อว่า "ระบบการส่งผ่านกำลังวงจรปิด"

ระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามชนิดต่าง ๆ มีความแตกต่างกันโดยเฉพาะรถไถเดินตามเล็กชนิดพรวนดิน และรถไถเดินตามชนิดลากจะไม่มีเพลาอำนวยกำลัง นอกจากนั้นอัตราทดรอบของเฟืองในห้องส่งกำลังซึ่งมีผลต่อความเร็วการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามก็ต่างกัน เพราะว่าชนิดอุปกรณ์เกษตรแตกต่างกัน โดยทั่วไปความเร็วการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์เกษตรชนิดต่าง ๆ ในประเทศญี่ปุ่น มีดังนี้

ชนิดงานและอุปกรณ์เกษตร	ความเร็วการเคลื่อนที่ (เมตร/วินาที)
1. การเตรียมดินด้วยเครื่องพรวนจอบหมุน	0.3 - 0.4
2. การเตรียมดินด้วยเครื่องพรวนจอบหมุน ขณะการทำเทือก	0.5 - 0.6
3. การพรวนดินด้วยเครื่องพรวนจอบหมุน ไถดิน และการทำเทือก	1.0 - 1.4
4. การทำเทือกและลากจูง	1.5 - 2.0
5. การลากจูง	4.2

ตารางที่ 2.7 ความเร็วการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์เกษตร

จากข้อมูลข้างต้นพบว่า ความเร็วการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามสำหรับเตรียมดินด้วยเครื่องพรวนจอบหมุนมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.3 - 0.4 เมตรต่อวินาที ในขณะที่ความเร็วการเคลื่อนที่สำหรับการลากจูงมค่าสูงสุดเท่ากับ 4.2 เมตรต่อวินาที หรือ 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมงทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานข้อบังคับอัตราเร็วสูงสุดของรถพ่วงในแต่ละประเทศ อัตราเร็วรอบหมุนของเพลาเครื่องพรวนจอบหมุนอยู่ระหว่าง 220 – 480 รอบต่อนาที (อัตราเร็วรอบหมุนเครื่องยนต์ 2,500 รอบต่อนาที)

การเปลี่ยนความเร็วการเคลื่อนที่รถไถเดินตาม ทำได้โดยอาศัยระบบเฟืองเปลี่ยนอัตราเร็วรอบหมุน 3 ระดับ คือ ชนิดเลื่อนขบ ชนิดขบอยู่กับที่ และชนิดขบแบบซิงโครไนซ์ สำหรับรถไถเดินตามโดยทั่วไปจะใช้ระบบเฟืองเปลี่ยนอัตราเร็วรอบหมุนชนิดเลื่อนขบและชนิดขบอยู่กับที่ส่วนรถแทรกเตอร์และรถยนต์จะเป็นชนิดขบแบบซิงโครไนซ์

2.7 กลไกควบคุมการทำงานและจุดต่อพ่วง

การที่เกษตรกรเปลี่ยนจากการใช้แรงงานสัตว์มาใช้เครื่องจักรกลเกษตร โดยเฉพาะการใช้รถไถเดินตามก็เพื่อทดแทนแรงงานที่ขาดแคลนในภาคเกษตรกรรม เนื่องจากผลการส่งเสริมพัฒนาด้านอุตสาหกรรมทำให้แรงงานจากภาคเกษตรกรรมไหลสู่ภาคอุตสาหกรรม

รถไถเดินตามนับเป็นเครื่องจักรกลที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากใช้เป็นต้นกำลังให้กับอุปกรณ์เกษตรหลายชนิดที่ใช้ทำงานต่างกัน เพื่อให้สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เกษตรเหล่านั้นได้ดี รถไถเดินตามจึงมีกลไกควบคุมการทำงาน (operating control mechanism) ของอุปกรณ์เกษตรหลายอย่าง อุปกรณ์เกษตรส่วนใหญ่ทำงานโดยอาศัยแรงฉุดลาก จึงใช้ติดท้ายรถไถเดินตามที่จุดพ่วงอุปกรณ์ (hitch point)

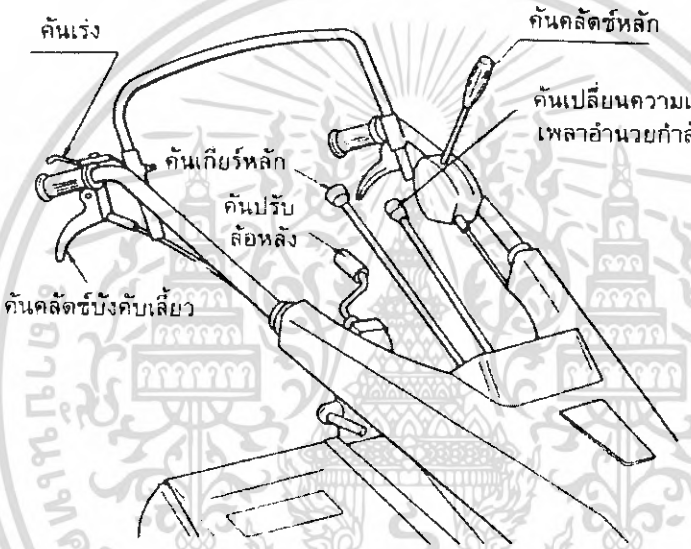
เพื่อให้การใช้รถไถเดินตามทำงานเกษตรได้อเนกประสงค์ มีประสิทธิภาพ ปลอดภัยและประหยัด ผู้ใช้ควรศึกษาและทำความเข้าใจ กับระบบกลไกควบคุมการทำงาน และจุดพ่วงอุปกรณ์ เนื่องจากกลไกควบคุมและการทำงานด้วยระบบเชิงกลมีความซับซ้อนที่ต้องอาศัยความเข้าใจ ส่วนจุดพ่วงอุปกรณ์มีส่วนสำคัญต่อการทำงานร่วมกันของรถไถเดินตามและอุปกรณ์ต่อพ่วง ในส่วนที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพและเสถียรภาพการทำงาน ดังนั้นผู้ใช้จึงควรเวลาในการทำความเข้าใจวิธีการใช้กลไกควบคุม และจุดพ่วงอุปกรณ์ให้ถูกต้อง

ตำแหน่งกลไกควบคุมการทำงานและจุดพ่วงอุปกรณ์

กลไกควบคุมการทำงานของรถไถเดินตามส่วนใหญ่จะติดบนหรืออยู่ใกล้คันมือถือ เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการใช้งาน รถไถเดินตามบางชนิดมีกลไกควบคุมการทำงานน้อยแต่บางชนิดก็มีมาก สำหรับรถไถเดินตามขนาดใหญ่ที่ใช้เป็นต้นกำลังหลักสำหรับเครื่องพรวนจอบหมุน จะมีกลไกลควบคุมการทำงานมาก ดังแสดงในรูป 2.25 เนื่องจากรถไถเดินตามขนาดใหญ่สามารถให้กำลังแก่อุปกรณ์เกษตรหลายอย่าง ทั้งชนิดฉุดลากและชนิดใช้กำลังจากเพลาอำนวยกำลัง จึงจำเป็นต้องมีกลไกลควบคุมการทำงานหลายอย่างดังนี้ คือ คันคลัตช์หลัก (main clutch lever) คันเกียร์หลัก (main shift lever) คันเกียร์รอง (sub-shift lever) คันเปลี่ยนอัตราเร็วรอบหมุนเพลาอำนวยกำลัง (power take-off speed lever) คันคลัตช์บังคับเลี้ยว (

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

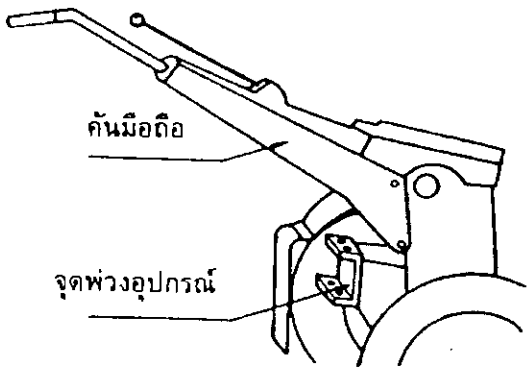
steering clutch lever) คันเร่ง (throttle lever) คันปรับล้อหลัง (rear wheel adjusting handle) และสวิตช์ไฟแสงสว่าง (light switch) ส่วนกลไกลควบคุมเบรกไม่มี มีแต่เบรกสำหรับจอด (parking break) เนื่องจากรถไถเดินตามเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำ ความเร็วสูงสุดขณะลากรถพ่วงไม่ควรเกิน 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถพ่วงสำหรับการเกษตรกรรม) และการหยุด รถไถเดินตามขณะลากรถพ่วง ก็อาศัยกลไกลเบรกของรถพ่วง ซึ่งเป็นระบบเบรกที่เหมือนกับที่ใช้ในรถยนต์ จึงมีสมรรถนะการเบรกสูงและปลอดภัย ส่วนเบรกจอดใช้สำหรับป้องกันรถไถเดินตามไหลขณะจอดโดยวิธียึดเพลาเกียร์ถอย เนื่องจากไม่ต้องเข้าเกียร์ขณะรถไถเดินตามใช้เบรกสำหรับการจอด



รูปที่ 2.26 ตำแหน่งกลไกควบคุมการทำงาน

จุดพ่วงอุปกรณ์จะอยู่ข้างหลังห้องส่งกำลังและใต้คันมือถือรถไถเดินตาม ดังแสดงในรูป 2.27 จุดพ่วงอุปกรณ์เป็นโครงสร้างที่มีลักษณะธรรมดามาก เมื่อเปรียบเทียบกับระบบการพ่วงอุปกรณ์แบบ 3 จุดของรถแทรกเตอร์ อนึ่งมีการกำหนดขนาดมาตรฐานของจุดพ่วงและสลักจุดพ่วงอุปกรณ์ เพื่อให้อุปกรณ์การเกษตรแต่ละชนิดสามารถพ่วงต่อกับรถไถเดินตามได้สะดวกและขนาดมาตรฐานของจุดพ่วงในแต่ละประเทศไม่เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.27 ตำแหน่งจุดพ่วงอุปกรณ์

2.8 จุดพ่วงอุปกรณ์

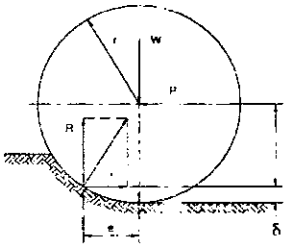
จุดพ่วงอุปกรณ์มีอยู่ทั้งข้างหน้าและข้างหลัง จุดพ่วงอุปกรณ์หลัง (rear hitch point) ติดอยู่กับห้องส่งกำลัง ส่วนจุดพ่วงอุปกรณ์หน้า (front hitch point) ติดกับแท่นเครื่องยนต์จุดพ่วงหลัง ใช้สำหรับการติดอุปกรณ์เกษตรชนิดทำงาน โดยอาศัยแรงชุดลากจากรถไถเดินตาม เช่น ไถ คราด เครื่องยกร่อง และเครื่องพรวนจอบหมุน เป็นต้น ส่วนจุดพ่วงหน้าโดนทั่วไปจะใช้กับรถไถเดินตามขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน เนื่องจากเครื่องยนต์แก๊สโซลีนมีน้ำหนักเบา ทำให้น้ำหนักรถไถเดินตามกดข้างหลังมากเกินไปจึงจำเป็นต้องเอาก้อนน้ำหนักมาถ่วงที่ข้างหน้า และก้อนน้ำหนักที่ถ่วงนี้ยึดอยู่กับจุดพ่วงหน้า นอกจากนั้นจุดพ่วงหน้ายังใช้พ่วงอุปกรณ์เกษตรบางอย่าง เช่น เครื่องตัดหญ้า และเครื่องเกี่ยวข้าววางราย (rice reaper) ศึกษาและฝึกปฏิบัติวิธีการใช้ที่ถูกต้อง จากนั้นก็ฝึกการปรับตั้งกลไกเหล่านั้นเพื่อรักษาความสามารถการทำงานตามหน้าที่ของกลไกควบคมให้ดีอยู่เสมอ

กลไกควบคุมการทำงานของรถไถเดินตามมีอยู่หลายอย่าง และยึดอยู่ใกล้คันมือถือหน้าที่กลไกเหล่านี้เพื่ออำนวยความสะดวกและปลอดภัยการทำงานแก่ผู้ใช้ ส่วนจุดพ่วงอุปกรณ์ทั้งชนิดติดข้างหน้าและข้างหลังห้องส่งกำลัง ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างรถไถเดินตามกับอุปกรณ์ เพื่อประสานการทำงานเป็นอันเดียวกัน ดังนั้นจุดพ่วงอุปกรณ์และสลักอุปกรณ์จะต้องมีขนาดและรูปร่างที่เป็นมาตรฐาน เพื่อให้หูอุปกรณ์ของอุปกรณ์เกษตรทุกชนิดสามารถติดได้สะดวก

2.9 สัมประสิทธิ์แรงต้านทานการเคลื่อนที่

ล้อทำหน้าที่ช่วยการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามมีอยู่ 2 แบบคือ ล้อลากจูง (towed wheel) และล้อขับเคลื่อน (forced wheel) ล้อลากจูงเป็นล้อซึ่งไม่มีแรงขับต้องอาศัยแรงฉุดลาก P กระทำที่เพลาล้อ ดังแสดงในรูป 2.27 ขณะเดียวกันน้ำหนักกดบนล้อ W ก็กระทำที่เพลาล้อเช่นเดียวกัน แรงทั้งสองนี้ถูกถ่วงดุลด้วยแรงย่อยจากแรงปฏิกิริยาของดิน R และแรงต้านทานการเคลื่อนที่ f ซึ่งจะได้ว่า W = R และ P = t

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 แรงกระทำภายนอกต่อล้อลากจูง

แรง P จะต้องเอาชนะแรงต้านการเคลื่อนที่ f ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่รู้จักกันแพร่หลายเป็นอย่างดี ดังนี้

$$F = \mu R \qquad (4)$$

เมื่อ F = แรงต้านทานการเคลื่อนที่ , kN

μ = เป็นสัมประสิทธิ์แรงต้านทานการเคลื่อนที่

R = เป็นแรงปฏิกิริยาแนวดิ่งของดิน , kN

จากสมการ (2.7) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านทานการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับภาระของล้อและพารามิเตอร์ของดินเท่านั้น ซึ่งนับว่าเป็นสูตรที่แสดงความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงอย่างง่าย สำหรับประยุกต์ใช้ในการคำนวณแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่จะได้ค่าอย่างประมาณที่ไม่ค่อยละเอียด

ผลจากความต้านทานการหมุน ได้แก่

1. สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
2. ยางเสียรูปทรง
3. ดินเกิดการเคลื่อนย้าย
4. เพิ่มการอัดตัวแก่ดิน
5. ใช้กำลังม้าเพิ่มขึ้น

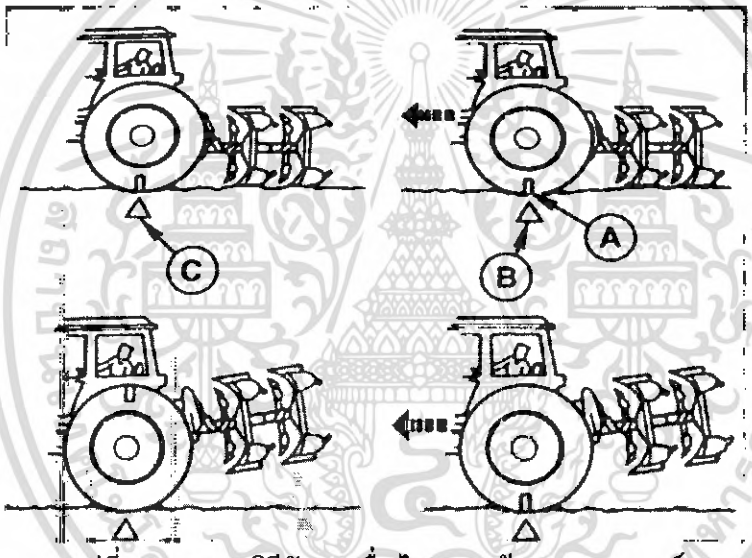
ชนิดพื้นผิวดิน (Type of terrain)	ล้อยางสูบลม (Pneumatic-tire wheel)	ล้อแข็งเกร็ง (Rigid wheel)	ตีนตะขาบ (Track)
ถนนพื้นแห้ง (dry road)	0.03 - 0.04	0.05 - 0.06	0.06 - 0.07
ถนนพื้นอ่อน (soft road)	0.15 - 0.20	0.25 - 0.30	0.10 - 0.15
พื้นหญ้าเลี้ยงสัตว์ (meadow)	0.08	0.14	0.07
ทราย (sand)	0.20	0.30	0.15
นาที่มีตอซังข้าว (stubble)	0.10	0.15	0.08
พื้นดินไถ (plowed field)	0.18	0.20	0.12
โคลน (mud)	0.25	0.40	-

ตาราง 2.8 สัมประสิทธิ์แรงต้านการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 วิธีวัดการลื่นไถลของล้อรถแทรกเตอร์

รถแทรกเตอร์โดยทั่วไป จะได้รับการออกแบบให้มีสมรรถนะในการทำงานสูงสุด เมื่อล้อหลังมีค่าการลื่นไถลระหว่าง 10 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ การลื่นไถลที่เกิดขึ้นถ้าเกินกว่าค่านี้ ก็จะทำให้ยางเกิดการสึกหรอมาก ผลที่ได้รับจากการทำงานของรถแทรกเตอร์ก็จะลดลง และความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงก็จะสูงขึ้น แต่ถ้าการลื่นไถลที่เกิดขึ้นน้อยกว่าค่าที่กล่าวข้างต้น แสดงว่ารถแทรกเตอร์ได้มีการติดตั้งน้ำหนักถ่วงมากเกินไป การกระทำดังกล่าว นอกจากจะทำให้ผลที่ได้รับจากการทำงานของรถแทรกเตอร์ลดลงแล้ว ก็ยังทำให้เกิดความเครียดขึ้นกับยางและเฟืองของเครื่องส่งกำลังอีกด้วย นอกจากนั้นยังทำให้ดินเกิดการอัดตัวแน่นที่อาจเป็นผลให้เกิดชั้นดินดาน อีทั้งยังทำให้ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้นอีกด้วยเช่นกัน



รูปที่ 2.29 แสดงวิธีวัดการลื่นไถลของล้อรถแทรกเตอร์

ลำดับขั้นการวัดการลื่นไถลของล้อรถแทรกเตอร์ ดังรูปที่ 2.29 มีดังต่อไปนี้

1. ทำเครื่องหมายบนแก้มยางที่ตำแหน่งกึ่งกลางของยางส่วนที่สัมผัสกับพื้นดิน – ตำแหน่ง A

2. ทำเครื่องหมายสำหรับจุดเริ่มต้นบนพื้นดิน ให้ตรงกับเครื่องหมายที่ทำไว้บนแก้มยาง – ตำแหน่ง B

3. วางเครื่องมือทุ่นแรงลงบนพื้น แล้วขับรถแทรกเตอร์ไปข้างหน้าด้วยความเร็วและเกียร์ที่ใช้งานตามปกติ จนกระทั่งล้อหลังของรถแทรกเตอร์หมุนไปได้ 10 รอบแล้วจึงหยุด

4. ทำเครื่องหมายสำหรับจุดสุดท้ายบนพื้นดิน – ตำแหน่ง C ให้ตรงกับเครื่องหมายที่ทำไว้บนแก้มยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ยกเครื่องมือทุ่นแรงขึ้น แล้วถอยรถแทรกเตอร์มาที่จุดเริ่มต้น บางทีอาจต้องทำเครื่องหมายบนแก้มยางใหม่ก็ได้ แล้วแต่ความจำเป็น แต่กรณีนี้ควรทำเครื่องหมายตามลำดับขั้นที่ 1 เมื่อล้อหลังของรถแทรกเตอร์อยู่ในตำแหน่งเดิม – ตำแหน่ง B

6. ขับรถแทรกเตอร์ระหว่างเครื่องหมายทั้งสองที่ทำไว้บนพื้นดิน โดยยกเครื่องมือทุ่นแรงให้ลอยตัว ขับด้วยความเร็วและเกียร์ที่ใช้งานตามปกติเหมือนกับลำดับขั้นที่ 3 และนับจำนวนรอบของล้อหลังของรถแทรกเตอร์ ก็จะสามารถหาค่าการลื่นไถลของล้อรถแทรกเตอร์ได้

หมายเหตุ: การทดสอบเพื่อหาค่าการลื่นไถลของล้อรถแทรกเตอร์ อาจกำหนดจากจำนวนรอบล้อของรถแทรกเตอร์ที่แตกต่างไปจากนี้ก็ได้ การกำหนดรอบการหมุนของล้อรถแทรกเตอร์เพียง 10 รอบเป็นเกณฑ์ ก็เพื่อสะดวกต่อการคำนวณเท่านั้น

สิ่งสำคัญ: ก่อนทำการวัดค่าการลื่นไถลของล้อรถแทรกเตอร์ จะต้องตรวจเติมลมยางให้ถูกต้องเสียก่อนทุกครั้ง

สูตรการหาค่าการลื่นไถลของล้อรถแทรกเตอร์ มีดังนี้

$$S = \frac{n_1 - n_0}{n_1} \times 100$$

เมื่อ S = ค่าการลื่นไถลของล้อรถแทรกเตอร์ เป็นเปอร์เซ็นต์

n_1 = จำนวนรอบที่ล้อขับหมุนไประยะทางหนึ่งตามที่กำหนดเมื่อมีภาระหรือเมื่อลากเครื่องมือทุ่นแรง (ปกติจะให้หมุนไปเท่ากับ 10 รอบ เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ) เป็นจำนวนรอบ

n_0 = จำนวนรอบที่ล้อขับหมุนไประยะทางหนึ่งตามที่กำหนดเมื่อไม่มีภาระ ในระยะทางเท่ากับที่ล้อขับหมุนไปเมื่อมีภาระ เป็นจำนวนรอบ

2.11ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเคลื่อนตัวของล้อ

ความต้านทางการหมุน (Rolling Resistance) ของล้อ

กำลังที่เสียไปขณะรถฟาร์มแทรกเตอร์หรือเครื่องจักรกลเกษตรที่ขับเคลื่อนด้วยตัวเองทำงานในไร่นามีอยู่ด้วยกันหลายทาง การสูญเสียกำลังงานนี้จะขึ้นอยู่กับ น้ำหนักของรถฟาร์มแทรกเตอร์หรือเครื่องจักรกลเกษตรนั้น การจมตัวของยางในดินอ่อน ความฝืดที่ดินต้านทานการหมุนของยาง เนื้อดิน และความชื้นในดิน ในขณะรถเคลื่อนตัวไปจะต้องเอาชนะความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหมุน (rolling resistance) ความต้านทานของอากาศ (air resistance) ความต้านทานของระบบส่งกำลัง (resistance of power transmission) ความต้านทานต่อการเร่ง (acceleration resistance) ความต่านทานต่อพื้นที่ลาดชัน (slope resistance) และสิ่งอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ความต้านทานการหมุนเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นมากกับรถฟาร์มแทรกเตอร์ **ความต้านทานการหมุนเกิดจากองค์ประกอบดังนี้**

1. ความต้านทานของอากาศที่กระทำต่อยางที่รถกำลังเคลื่อนที่
2. ความต้านทางของแรงเสียดทานอันเนื่องมาจากการลื่นไถลระหว่างยางและพื้นดิน
3. ความต้านทานเนื่องจากแรงเสียดทานภายในเอง

การทรุดตัวของดินเนื่องมาจากการกดอัดของยางก็จะทำให้เกิดความต้านทานการหมุนของยางขึ้นขณะที่รถเคลื่อนตัวไปจะทำให้ดินก่อตัวสูงขึ้นทั้งด้านหน้าและด้านข้าง ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการหมุนของยาง

ความต้านทานการหมุนแยกออกได้เป็น 2 อย่าง ได้แก่

1. ความต้านทานการหมุนภายใน (Internal Rolling Resistance) ได้แก่ ความฝืดที่เกิดขึ้นจากดุมเพลาล้อ การสูญเสียพลังงานในรูปความร้อน ความฝืดจากการสั่นสะเทือน การอ่อนตัวไปมาของยางจนเกิดความร้อน และเนื่องจากความดันลมต่ำ เป็นต้น

2. ความต้านทานการหมุนภายนอก (External Rolling Resistance) ได้แก่ ความฝืดและการยึดเหนี่ยวระหว่างดินกับยาง การยึดหดและการอัดตัวของดิน ทำให้เกิดดินที่ข้างหน้ายางโดยเฉพาะยางล้อหน้าขณะรถเคลื่อนไปข้างหน้า เป็นต้น ความต้านการหมุนจากภายในมีผลน้อยกว่าความต้านทานการหมุนจากภายนอกความต้านทานการหมุนมีอิทธิพลอย่างมากต่อการเคลื่อนตัวของรถฟาร์มแทรกเตอร์และเครื่องจักรกลเกษตร

เมื่อไม่ได้ขับอยู่บนถนน ความต้านทานการหมุนจะเกิดจากดินก่อตัวสูงขึ้นมากกว่าความต้านทานการหมุนภายในถึง 5 เท่า ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับสภาพของยาง ถ้าเป็นยางมีดอกใหญ่และหนาก็จะทำให้เกิดความต้านทานการหมุนมาก เนื่องจากดินยุบตัวลงมากขณะรถทำงาน

ล้อที่ไม่ใช้กำลังขับเคลื่อนจะมีความต้านทานการหมุนมากกว่าล้อที่ใช้กำลังขับเคลื่อน ยางล้อหน้าที่ไม่ได้ขับเคลื่อนทำให้รถสูญเสียกำลังไปประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

ผลจากความต้านทานการหมุน ได้แก่

1. สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
2. ยางเสียรูปทรง
3. ดินเกิดการเคลื่อนย้าย
4. เพิ่มการอัดตัวแก่ดิน
5. ใช้กำลังม้าเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การดำเนินการและผลการทดลอง

3.1 การหาจุด CG เมื่อรถสมดุล (ไม่ใช้ขาตั้ง) โดยการชั่งน้ำหนัก

3.1.1 วิธีการชั่งน้ำหนักรถไถเดินตาม

อุปกรณ์ที่ใช้ในการชั่งน้ำหนักและวัดระยะต่างๆของรถไถเดินตาม

- ชั่งสปริงแบบแขวนขนาด 300 กิโลกรัม
- เทรนสำหรับยกรถ
- เชือกสำหรับแขวน
- รถไถเดินตาม
- ก้อนอิฐสำหรับรองล้อแทนพื้นเอียง
- ตลับเมตร

ข้อมูลที่ได้จากการชั่งน้ำหนักและระยะต่างๆของรถไถเดินตาม

- ล้อข้างขวาหนัก 168 กิโลกรัม
- ล้อข้างซ้ายหนัก 210 กิโลกรัม
- น้ำหนักที่สกีตรงจุดพ่วงอุปกรณ์หนัก 28 กิโลกรัม
- ก้อนอิฐที่ใช้รองล้อสูง 12 เซนติเมตร
- ระยะระหว่างล้อซ้ายและล้อขวาเท่ากับ 74 เซนติเมตร
- ระยะระหว่างแกนล้อกับสกีเท่ากับ 68 เซนติเมตร
- มุมพื้นเอียงเท่ากับ 10 องศา

คำนวณหาจุด CG

แกน X

$$\sum M = 0$$

$$(210 + 168)X + 28(68 + X) = 0$$

$$378X + 1904 + 28X = 0$$

$$406X = -1904$$

$$X = 4.69 \text{ cm}$$

แกน Z

$$\sum M = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(74 - Z)210 = (Z)168$$

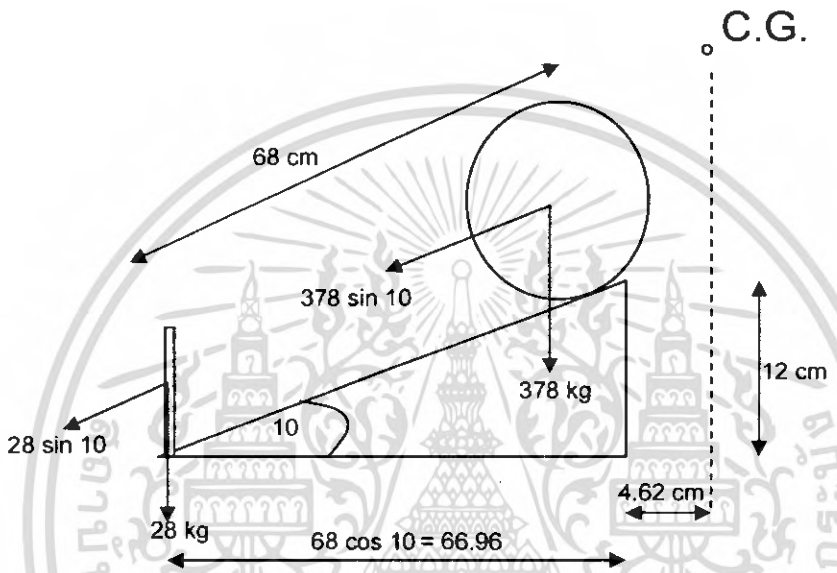
$$74 - Z = 0.8Z$$

$$1.8Z = 74$$

$$Z = 41.1 \text{ cm}$$

แกน Y

$$\sum M = 0$$



$\Theta = 10^{\circ}$

$Y_3 = Y_1 \cos 10^{\circ}$

$= 68 \cos 10^{\circ}$

$= 66.97$ cm

$Y_2 = Y_3 (210+168)/406$

$= 66.97(210+168)/406$

$= 62.35$ cm

$X = 4.69$ cm

$Y = (68+4.69-(62.97/0.984))5.67$

$= 49.31$ cm

3.2 การดำเนินการหาแรงฉุดลากของเครื่องม้วนฟาง

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้

- รถไถเดินตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องม้วนฟาง
- ตาชั่งสปริงขนาด 100 กิโลกรัม

รูปที่ 3.1 ตาชั่งสปริงที่ใช้ทำการทดลอง

- สายวัดขนาด 20 เมตร
- เชือก
- นาฬิกาจับเวลา
- ล้อเสริม

3.2.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. ติดตั้งล้อเสริมเข้ากับเครื่องม้วนฟาง

รูปที่ 3.2 ติดตั้งล้อเสริมเข้ากับเครื่องม้วนฟาง

2. นำเครื่องม้วนฟางต่อกับรถไถเดินตามแบบตรงๆ ด้วยเชือก

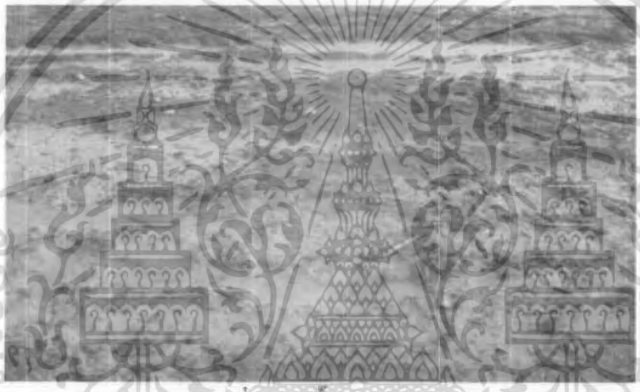
รูปที่ 3.3 ติดตั้งเครื่องม้วนฟางกับรถไถเดินตามแบบต่อตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ดินแห้ง

รูปที่ 3.6 พื้นดินแห้ง

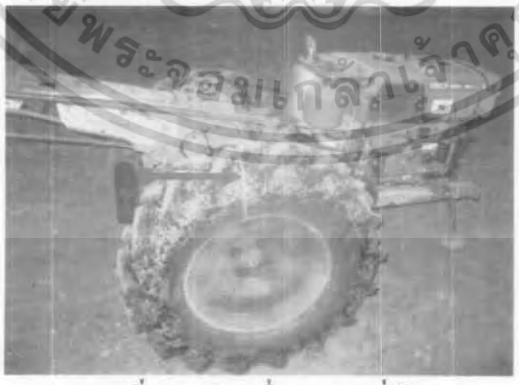
2.3.2 ดินเปียก



รูปที่ 3.7 พื้นดินเปียก

3.4 การหาการลื่นไถลของล้อ

1. ทำเครื่องหมายที่ล้อเพื่อสังเกตได้ง่าย



รูปที่ 3.8 ทำเครื่องหมายที่ล้อ

2. บังคับรถไถเดินตามเปล่าระยะทาง 20 เมตรและนับจำนวนรอบล้อที่หมุน

3. บังคับรถไถเดินตามติดเครื่องม้วนฟางระยะทาง 20 เมตรและนับจำนวนรอบล้อที่หมุน

หมายเหตุ ทำการทดลองในดินทั้งหมด 3 ประเภท

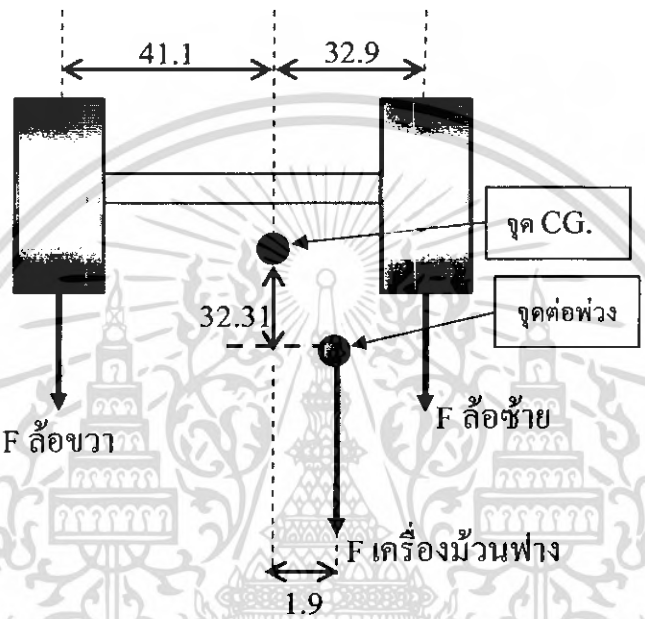
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การคำนวณและการวิเคราะห์

4.1 การคำนวณการต่อพ่วงบนพื้นหญ้า

4.1.1 การคำนวณการต่อพ่วงแบบต่อตรง (พื้นหญ้า)



พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.72 เมตร/วินาที

$\sum M = ?$

(แรงของล้อซ้ายx32.9) + (แรงของเครื่องม้วนฟางx1.9) - (แรงของล้อขวาx41.1) = ?

แรงของล้อซ้าย = น้ำหนักล้อซ้ายxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นหญ้าเลี้ยงสัตว์)x9.81

= 210x0.08x9.81

= 164.81 นิวตัน

แรงของล้อขวา = น้ำหนักล้อขวาxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นหญ้าเลี้ยงสัตว์)x9.81

= 168x0.08x9.81

= 131.85 นิวตัน

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 23.4x9.81

= 229.55 นิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(164.81x32.9) + (229.55x1.9) – (131.85x41.1) = 439.40 นิวตันxเซนติเมตร

= 4.394 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.88 เมตร/วินาที

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 21.8x9.81

= 213.86 นิวตัน

(164.81x32.9) + (213.86x1.9) – (131.85x41.1) = 409.55 นิวตันxเซนติเมตร

= 4.095 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 1.03 เมตร/วินาที

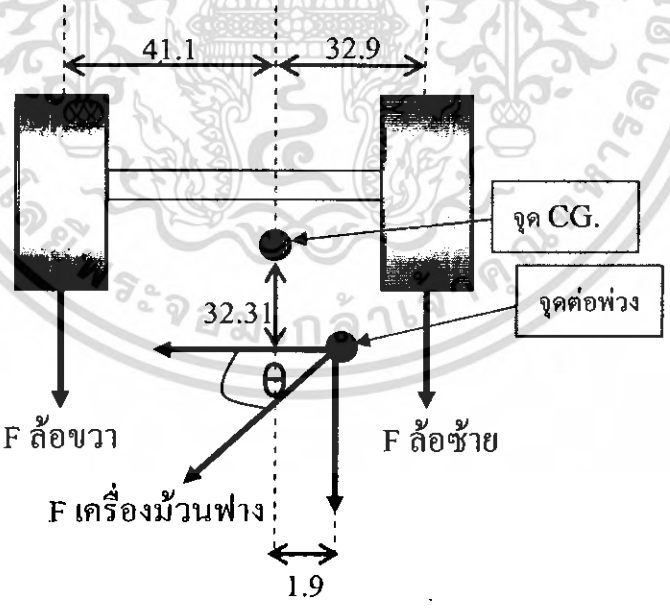
แรงของเครื่องม้วนฟาง = 19.8x9.81

= 194.24 นิวตัน

(164.81x32.9) + (194.24x1.9) – (131.85x41.1) = 372.27 นิวตันxเซนติเมตร

= 3.723 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

4.1.2 การคำนวณการต่อพ่วงแบบเยื้องด้านขวา (พื้นหญ้า)



พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.72 เมตร/วินาที ,θ = 10

$\sum M$ = ?

(แรงของล้อซ้ายx32.9) + (แรงของเครื่องม้วนฟางsin θx1.9) + (แรงของเครื่องม้วนฟางcos θx32.31)- (แรงของล้อขวาx41.1) = ?

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงของล้อซ้าย = น้ำหนักล้อซ้ายxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นหญ้าเลี้ยงสัตว์)x9.81

= 210x0.08x9.81

= 164.81 นิวตัน

แรงของล้อขวา = น้ำหนักล้อขวาxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นหญ้าเลี้ยงสัตว์)x9.81

= 168x0.08x9.81

= 131.85 นิวตัน

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 23.4x9.81

= 229.55 นิวตัน

(164.81x32.9) + (229.55sin θ x1.9) + (229.55cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 7383.03 นิวตันx เซนติเมตร

= 73.83 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.72 เมตร/วินาที ,θ = 20

(164.81x32.9) + (229.55sin θ x1.9) + (229.55cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 7122 นิวตันx เซนติเมตร

= 71.22 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.72 เมตร/วินาที ,θ = 30

(164.81x32.9) + (229.55sin θ x1.9) + (229.55cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 6644 นิวตันx เซนติเมตร

= 66.44 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.72 เมตร/วินาที ,θ = 40

(164.81x32.9) + (229.55sin θ x1.9) + (229.55cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 5965 นิวตันx เซนติเมตร

= 59.65 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.72 เมตร/วินาที ,θ = 50

(164.81x32.9) + (229.55sin θ x1.9) + (229.55cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 5105 นิวตันx เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 51.05 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.72 เมตร/วินาที ,θ = 60

(164.81x32.9) + (229.55sin θ x1.9) + (229.55cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 4089 นิวตันx เซนติเมตร

= 40.89 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.72 เมตร/วินาที ,θ = 70

(164.81x32.9) + (229.55sin θ x1.9) + (229.55cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 2950 นิวตันx เซนติเมตร

= 29.50 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.72 เมตร/วินาที ,θ = 80

(164.81x32.9) + (229.55sin θ x1.9) + (229.55cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 1721 นิวตันx เซนติเมตร

= 17.21 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

.....

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.88 เมตร/วินาที ,θ = 10

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 21.8x9.81

= 213.86 นิวตัน

(164.81x32.9) + (213.86 sin θ x1.9) + (213.86 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 6879 นิวตันx เซนติเมตร

= 68.79 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.88 เมตร/วินาที ,θ = 20

(164.81x32.9) + (213.86 sin θ x1.9) + (213.86 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 6635 นิวตันx เซนติเมตร

= 66.35 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.88 เมตร/วินาที ,θ = 30

(164.81x32.9) + (213.86 sin θ x1.9) + (213.86 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 6190 นิวตันx เซนติเมตร

= 61.90 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.88 เมตร/วินาที ,θ = 40

(164.81x32.9) + (213.86 sin θ x1.9) + (213.86 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 5558 นิวตันx เซนติเมตร

= 55.58 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.88 เมตร/วินาที ,θ = 50

(164.81x32.9) + (213.86 sin θ x1.9) + (213.86 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 4756 นิวตันx เซนติเมตร

= 47.56 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.88 เมตร/วินาที ,θ = 60

(164.81x32.9) + (213.86 sin θ x1.9) + (213.86 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 3810 นิวตันx เซนติเมตร

= 38.10 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.88 เมตร/วินาที ,θ = 70

(164.81x32.9) + (213.86 sin θ x1.9) + (213.86 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 2748 นิวตันx เซนติเมตร

= 27.48 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.88 เมตร/วินาที ,θ = 80

(164.81x32.9) + (213.86 sin θ x1.9) + (213.86 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 1603 นิวตันx เซนติเมตร

= 16.03 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 1.03 เมตร/วินาที ,θ = 10

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 19.8x9.81

= 194.24 นิวตัน

(164.81x32.9) + (194.24 sin θ x1.9) + (194.24 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 6248 นิวตันx เซนติเมตร

= 62.48 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 1.03 เมตร/วินาที ,θ = 20

(164.81x32.9) + (194.24 sin θ x1.9) + (194.24 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 6027 นิวตันx เซนติเมตร

= 60.27 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 1.03 เมตร/วินาที ,θ = 30

(164.81x32.9) + (194.24 sin θ x1.9) + (194.24 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 5623 นิวตันx เซนติเมตร

= 56.23 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 1.03 เมตร/วินาที ,θ = 40

(164.81x32.9) + (194.24 sin θ x1.9) + (194.24 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 5048 นิวตันx เซนติเมตร

= 50.48 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 1.03 เมตร/วินาที ,θ = 50

(164.81x32.9) + (194.24 sin θ x1.9) + (194.24 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 4320 นิวตันx เซนติเมตร

= 43.20 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 1.03 เมตร/วินาที ,θ = 60

(164.81x32.9) + (194.24 sin θ x1.9) + (194.24 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 3461 นิวตันx เซนติเมตร

= 34.61 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 1.03 เมตร/วินาที ,θ = 70

(164.81x32.9) + (194.24 sin θ x1.9) + (194.24 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 2496 นิวตันx เซนติเมตร

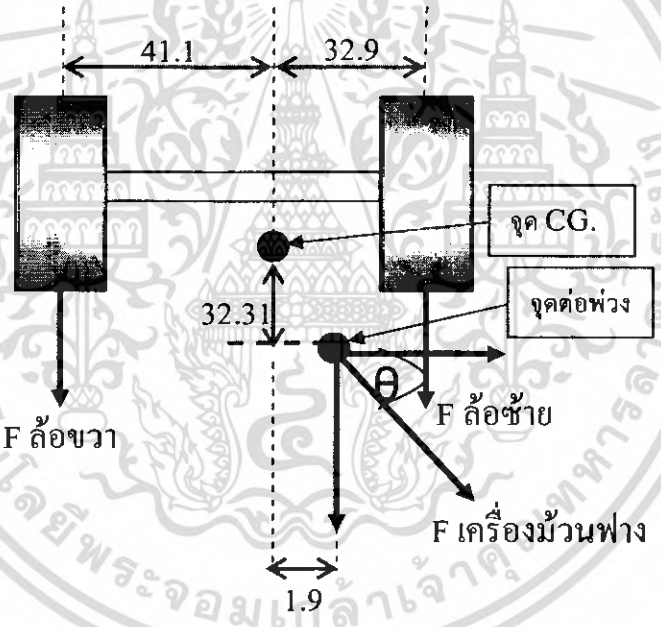
= 24.96 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 1.03 เมตร/วินาที ,θ = 80

(164.81x32.9) + (194.24 sin θ x1.9) + (194.24 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = 1456 นิวตันx เซนติเมตร

= 14.56 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

4.1.3 การคำนวณการต่อพ่วงแบบเยื้องด้านซ้าย (พื้นหญ้า)



พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.72 เมตร/วินาที ,θ = 10

$\sum M$ = ?

(แรงของล้อซ้ายx32.9) + (แรงของเครื่องม้วนฟางsin θx1.9) - (แรงของเครื่องม้วนฟางcos θx32.31)- (แรงของล้อขวาx41.1) = ?

แรงของล้อซ้าย = น้ำหนักล้อซ้ายxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นหญ้าเลี้ยงสัตว์)x9.81

= 210x0.08x9.81

= 164.81 นิวตัน

แรงของล้อขวา = น้ำหนักล้อขวาxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นหญ้าเลี้ยงสัตว์)x9.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 168x0.08x9.81

= 131.85 นิวตัน

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 23.4x9.81

= 229.55 นิวตัน

(164.81x32.9) + (229.55sin θ x1.9) - (229.55cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -7225 นิวตันx เซนติเมตร

= 72.25 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.72 เมตร/วินาที ,θ = 20

(164.81x32.9) + (229.55sin θ x1.9) - (229.55cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -6817 นิวตันx เซนติเมตร

= 68.17 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.72 เมตร/วินาที ,θ = 30

(164.81x32.9) + (229.55sin θ x1.9) - (229.55cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -6202 นิวตันx เซนติเมตร

= 62.02 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.72 เมตร/วินาที ,θ = 40

(164.81x32.9) + (229.55sin θ x1.9) - (229.55cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -5398 นิวตันx เซนติเมตร

= 53.98 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.72 เมตร/วินาที ,θ = 50

(164.81x32.9) + (229.55sin θ x1.9) - (229.55cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -4430 นิวตันx เซนติเมตร

= 44.30 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.72 เมตร/วินาที ,θ = 60

(164.81x32.9) + (229.55sin θ x1.9) - (229.55cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -3327 นิวตันx เซนติเมตร

= 33.27 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.72 เมตร/วินาที ,θ = 70

(164.81x32.9) + (229.55sin θ x1.9) - (229.55cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -2124 นิวตันx เซนติเมตร

= 21.24 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.72 เมตร/วินาที ,θ = 80

(164.81x32.9) + (229.55sin θ x1.9) - (229.55cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -855.2 นิวตันx เซนติเมตร

= 8.55 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

.....

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.88 เมตร/วินาที ,θ = 10

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 21.8x9.81

= 213.86 นิวตัน

(164.81x32.9) + (213.86 sin θ x1.9) – (213.86 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -6731 นิวตันx เซนติเมตร

= 67.31 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.88 เมตร/วินาที ,θ = 20

(164.81x32.9) + (213.86 sin θ x1.9) – (213.86 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -6351 นิวตันx เซนติเมตร

= 63.51 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.88 เมตร/วินาที ,θ = 30

(164.81x32.9) + (213.86 sin θ x1.9) – (213.86 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -5778 นิวตันx เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 57.78 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.88 เมตร/วินาที ,θ = 40

(164.81x32.9) + (213.86 sin θ x1.9) – (213.86 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -5029 นิวตันx เซนติเมตร

= 50.29 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.88 เมตร/วินาที ,θ = 50

(164.81x32.9) + (213.86 sin θ x1.9) – (213.86 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -4127 นิวตันx เซนติเมตร

= 41.27 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.88 เมตร/วินาที ,θ = 60

(164.81x32.9) + (213.86 sin θ x1.9) – (213.86 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -3100 นิวตันx เซนติเมตร

= 31.00 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.88 เมตร/วินาที ,θ = 70

(164.81x32.9) + (213.86 sin θ x1.9) – (213.86 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -1978 นิวตันx เซนติเมตร

= 19.78 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 0.88 เมตร/วินาที ,θ = 80

(164.81x32.9) + (213.86 sin θ x1.9) – (213.86 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -796.5 นิวตันx เซนติเมตร

= 7.97 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

.....

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 1.03 เมตร/วินาที ,θ = 10

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 19.8x9.81

= 194.24 นิวตัน

(164.81x32.9) + (194.24 sin θ x1.9) - (194.24 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -6113 นิวตันx เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 61.13 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 1.03 เมตร/วินาที ,θ = 20

(164.81x32.9) + (194.24 sin θ x1.9) - (194.24 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -5768 นิวตันx เซนติเมตร

= 57.68 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 1.03 เมตร/วินาที ,θ = 30

(164.81x32.9) + (194.24 sin θ x1.9) - (194.24 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -5247 นิวตันx เซนติเมตร

= 52.47 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 1.03 เมตร/วินาที ,θ = 40

(164.81x32.9) + (194.24 sin θ x1.9) - (194.24 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -4567 นิวตันx เซนติเมตร

= 45.67 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 1.03 เมตร/วินาที ,θ = 50

(164.81x32.9) + (194.24 sin θ x1.9) - (194.24 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -3748 นิวตันx เซนติเมตร

= 37.48 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 1.03 เมตร/วินาที ,θ = 60

(164.81x32.9) + (194.24 sin θ x1.9) - (194.24 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -2815 นิวตันx เซนติเมตร

= 28.15 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 1.03 เมตร/วินาที ,θ = 70

(164.81x32.9) + (194.24 sin θ x1.9) - (194.24 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -1796 นิวตันx เซนติเมตร

= 17.96 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

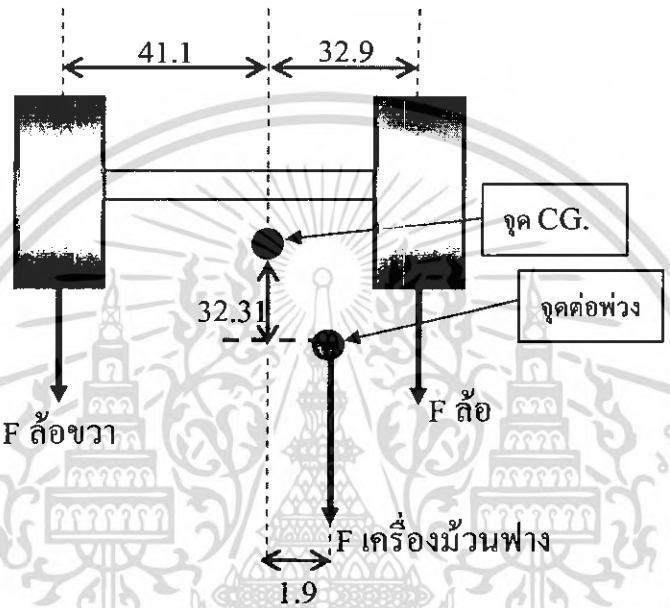
พื้นหญ้า ที่ความเร็ว 1.03 เมตร/วินาที ,θ = 80

(164.81x32.9) + (194.24 sin θ x1.9) - (194.24 cos θx32.31) – (131.85x41.1) = -723.14 นิวตันx เซนติเมตร

= 7.23 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

4.2 พื้นที่ดินแห้ง

4.2.1 การคำนวณการต่อพ่วงแบบต่อตรง (พื้นดินแห้ง)



พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.64 เมตร/วินาที

$\sum M = ?$

(แรงของล้อซ้ายx32.9) + (แรงของเครื่องม้วนฟางx1.9) - (แรงของล้อขวาx41.1) = ?

แรงของล้อซ้าย = น้ำหนักล้อซ้ายxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นดินไถ)x9.81

= 210x0.18x9.81

= 370.82 นิวตัน

แรงของล้อขวา = น้ำหนักล้อขวาxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นดินไถ)x9.81

= 168x0.18x9.81

= 296.65 นิวตัน

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 35.5x9.81

= 348.26 นิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(370.82x32.9) + (348.26x1.9) – (296.65x41.1) = 669.36 นิวตันxเซนติเมตร

= 6.69 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.89 เมตร/วินาที

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 27.7x9.81

= 271.74 นิวตัน

(370.82x32.9) + (271.74 x1.9) – (296.65x41.1) = 523.97 นิวตันxเซนติเมตร

= 5.24 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 1.04 เมตร/วินาที

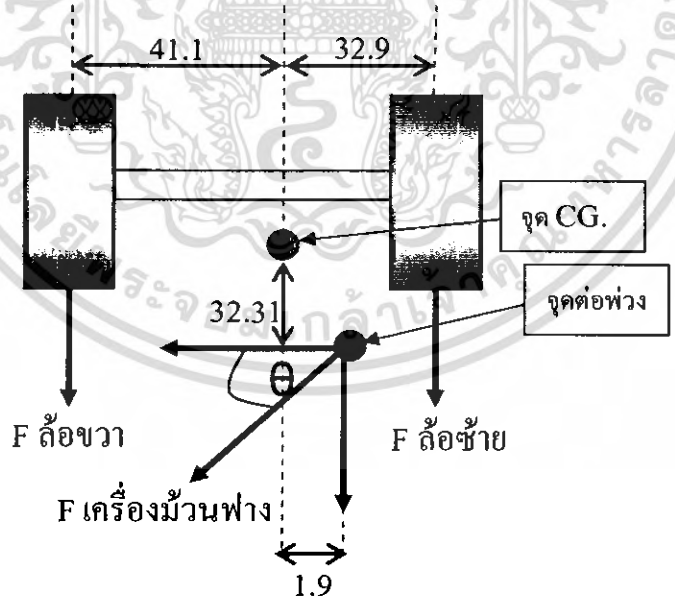
แรงของเครื่องม้วนฟาง = 29.89x9.81

= 293.22 นิวตัน

(370.82x32.9) + (293.22 x1.9) – (296.65x41.1) = 564.78 นิวตันxเซนติเมตร

= 5.65 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

4.2.2 การคำนวณการต่อพ่วงแบบเยื้องด้านขวา (พื้นดินแห้ง)



พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.64 เมตร/วินาที ,θ = 10

$\sum M$ = ?

(แรงของล้อซ้ายx32.9) + (แรงของเครื่องม้วนฟางsin θx1.9) + (แรงของเครื่องม้วนฟางcos θx32.31)- (แรงของล้อขวาx41.1) = ?

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงของล้อซ้าย = น้ำหนักล้อซ้ายxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นดินไถ)x9.81

= 210x0.18x9.81

= 370.82 นิวตัน

แรงของล้อขวา = น้ำหนักล้อขวาxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นดินไถ)x9.81

= 168x0.18x9.81

= 296.65 นิวตัน

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 35.5x9.81

= 348.26 นิวตัน

(370.82 x32.9) + (348.26 sin θ x1.9) + (348.26 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 11200 นิวตันx เซนติเมตร

= 112.00 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.64 เมตร/วินาที ,θ = 20

(370.82 x32.9) + (348.26 sin θ x1.9) + (348.26 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 10810 นิวตันx เซนติเมตร

= 108.10 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.64 เมตร/วินาที ,θ = 30

(370.82 x32.9) + (348.26 sin θ x1.9) + (348.26 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 10080 นิวตันx เซนติเมตร

= 100.80 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.64 เมตร/วินาที ,θ = 40

(370.82 x32.9) + (348.26 sin θ x1.9) + (348.26 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 9053 นิวตันx เซนติเมตร

= 90.53 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.64 เมตร/วินาที ,θ = 50

(370.82 x32.9) + (348.26 sin θ x1.9) + (348.26 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 7747 นิวตันx เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 77.47 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.64 เมตร/วินาที ,θ = 60

(370.82 x32.9) + (348.26 sin θ x1.9) + (348.26 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 6207 นิวตันx เซนติเมตร

= 62.07 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.64 เมตร/วินาที ,θ = 70

(370.82 x32.9) + (348.26 sin θ x1.9) + (348.26 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 4478 นิวตันx เซนติเมตร

= 44.78 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.64 เมตร/วินาที ,θ = 80

(370.82 x32.9) + (348.26 sin θ x1.9) + (348.26 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 2613 นิวตันx เซนติเมตร

= 26.13 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

.....

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.89 เมตร/วินาที ,θ = 10

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 27.7x9.81

= 271.74 นิวตัน

(370.82 x32.9) + (271.74 sin θ x1.9) + (271.74 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 8744 นิวตันx เซนติเมตร

= 87.44 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.89 เมตร/วินาที ,θ = 20

(370.82 x32.9) + (271.74 sin θ x1.9) + (271.74 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 8435 นิวตันx เซนติเมตร

= 84.35 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.89 เมตร/วินาที ,θ = 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(370.82 x32.9) + (271.74 sin θ x1.9) + (271.74 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 7869 นิวตันx เซนติเมตร

= 78.69 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.89 เมตร/วินาที ,θ = 40

(370.82 x32.9) + (271.74 sin θ x1.9) + (271.74 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 7065 นิวตันx เซนติเมตร

= 70.65 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.89 เมตร/วินาที ,θ = 50

(370.82 x32.9) + (271.74 sin θ x1.9) + (271.74 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 6047 นิวตันx เซนติเมตร

= 60.47 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.89 เมตร/วินาที ,θ = 60

(370.82 x32.9) + (271.74 sin θ x1.9) + (271.74 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 4845 นิวตันx เซนติเมตร

= 48.45 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.89 เมตร/วินาที ,θ = 70

(370.82 x32.9) + (271.74 sin θ x1.9) + (271.74 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 3496 นิวตันx เซนติเมตร

= 34.96 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.89 เมตร/วินาที ,θ = 80

(370.82 x32.9) + (271.74 sin θ x1.9) + (271.74 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 2041 นิวตันx เซนติเมตร

= 20.41 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

.....

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 1.04 เมตร/วินาที ,θ = 10

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 29.9x9.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 293.22 นิวตัน

(370.82 x32.9) + (293.22 sin θ x1.9) + (293.22 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 9434 นิวตันx เซนติเมตร

= 94.34 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 1.04 เมตร/วินาที ,θ = 20

(370.82 x32.9) + (293.22 sin θ x1.9) + (293.22 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 9101 นิวตันx เซนติเมตร

= 91.01 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 1.04 เมตร/วินาที ,θ = 30

(370.82 x32.9) + (293.22 sin θ x1.9) + (293.22 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 8491 นิวตันx เซนติเมตร

= 84.91 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 1.04 เมตร/วินาที ,θ = 40

(370.82 x32.9) + (293.22 sin θ x1.9) + (293.22 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 7623 นิวตันx เซนติเมตร

= 76.23 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 1.04 เมตร/วินาที ,θ = 50

(370.82 x32.9) + (293.22 sin θ x1.9) + (293.22 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 6524 นิวตันx เซนติเมตร

= 65.24 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 1.04 เมตร/วินาที ,θ = 60

(370.82 x32.9) + (293.22 sin θ x1.9) + (293.22 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = 5227 นิวตันx เซนติเมตร

= 52.27 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 1.04 เมตร/วินาที ,θ = 70

(370.82 x32.9) + (293.22 sin θ x1.9) - (293.22 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -2709 นิวตันx เซนติเมตร

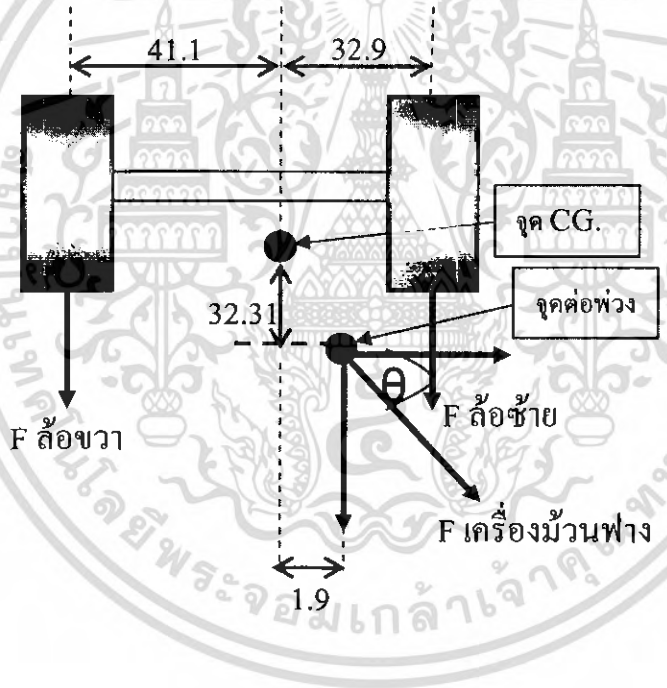
= 27.09 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 1.04 เมตร/วินาที ,θ = 80

(370.82 x32.9) + (293.22 sin θ x1.9) - (293.22 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -1089 นิวตันx เซนติเมตร

= 10.89 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

4.2.3 การคำนวณการต่อพ่วงแบบเยื้องด้านซ้าย (พื้นดินแห้ง)



พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.64 เมตร/วินาที ,θ = 10

$\sum M$ = ?

(แรงของล้อซ้ายx32.9) + (แรงของเครื่องม้วนฟางsin θx1.9) - (แรงของเครื่องม้วนฟางcos θx32.31)- (แรงของล้อขวาx41.1) = ?

แรงของล้อซ้าย = น้ำหนักล้อซ้ายxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นดินไถ)x9.81

= 210x0.18x9.81

= 370.82 นิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงของล้อขวา = น้ำหนักล้อขวาxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นดินไถ)x9.81

= 168x0.18x9.81

= 296.65 นิวตัน

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 35.5x9.81

= 348.26 นิวตัน

(370.82 x32.9) + (348.26 sin θ x1.9) - (348.26 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -10960 นิวตันx เซนติเมตร

= 109.60 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.64 เมตร/วินาที ,θ = 20

(370.82 x32.9) + (348.26 sin θ x1.9) - (348.26 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -10340 นิวตันx เซนติเมตร

= 103.40 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.64 เมตร/วินาที ,θ = 30

(370.82 x32.9) + (348.26 sin θ x1.9) - (348.26 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -9406 นิวตันx เซนติเมตร

= 94.06 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.64 เมตร/วินาที ,θ = 40

(370.82 x32.9) + (348.26 sin θ x1.9) - (348.26 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -8187 นิวตันx เซนติเมตร

= 81.87 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.64 เมตร/วินาที ,θ = 50

(370.82 x32.9) + (348.26 sin θ x1.9) - (348.26 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -6718 นิวตันx เซนติเมตร

= 67.18 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.64 เมตร/วินาที ,θ = 60

(370.82 x32.9) + (348.26 sin θ x1.9) - (348.26 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -5045 นิวตันx เซนติเมตร

= 50.45 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.64 เมตร/วินาที ,θ = 70

(370.82 x32.9) + (348.26 sin θ x1.9) - (348.26 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -3219 นิวตันx เซนติเมตร

= -32.19 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.64 เมตร/วินาที ,θ = 80

(370.82 x32.9) + (348.26 sin θ x1.9) - (348.26 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -1295 นิวตันx เซนติเมตร

= 12.95 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

.....

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.89 เมตร/วินาที ,θ = 10

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 27.7x9.81

= 271.74 นิวตัน

(370.82 x32.9) + (271.74 sin θ x1.9) - (271.74 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -8549 นิวตันx เซนติเมตร

= 85.49 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.89 เมตร/วินาที ,θ = 20

(370.82 x32.9) + (271.74 sin θ x1.9) - (271.74 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -8066 นิวตันx เซนติเมตร

= 80.66 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.89 เมตร/วินาที ,θ = 30

(370.82 x32.9) + (271.74 sin θ x1.9) - (271.74 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -7338 นิวตันx เซนติเมตร

= 73.38 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.89 เมตร/วินาที ,θ = 40

(370.82 x32.9) + (271.74 sin θ x1.9) - (271.74 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -6386 นิวตันx เซนติเมตร

= 63.86 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.89 เมตร/วินาที ,θ = 50

(370.82 x32.9) + (271.74 sin θ x1.9) - (271.74 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -5240 นิวตันx เซนติเมตร

= 52.40 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.89 เมตร/วินาที ,θ = 60

(370.82 x32.9) + (271.74 sin θ x1.9) - (271.74 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -3935 นิวตันx เซนติเมตร

= 39.35 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.89 เมตร/วินาที ,θ = 70

(370.82 x32.9) + (271.74 sin θ x1.9) - (271.74 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -2510 นิวตันx เซนติเมตร

= 25.10 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 0.89 เมตร/วินาที ,θ = 80

(370.82 x32.9) + (271.74 sin θ x1.9) - (271.74 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -1008 นิวตันx เซนติเมตร

= 10.08 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 1.04 เมตร/วินาที ,θ = 10

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 29.9x9.81

= 293.22 นิวตัน

(370.82 x32.9) + (293.22 sin θ x1.9) - (293.22 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -9226 นิวตันx เซนติเมตร

= 92.26 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 1.04 เมตร/วินาที ,θ = 20

(370.82 x32.9) + (293.22 sin θ x1.9) - (293.22 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -8704 นิวตันx เซนติเมตร

= 87.04 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 1.04 เมตร/วินาที ,θ = 30

(370.82 x32.9) + (293.22 sin θ x1.9) - (293.22 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -7918 นิวตันx เซนติเมตร

= 79.18 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 1.04 เมตร/วินาที ,θ = 40

(370.82 x32.9) + (293.22 sin θ x1.9) - (293.22 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -6892 นิวตันx เซนติเมตร

= 68.92 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 1.04 เมตร/วินาที ,θ = 50

(370.82 x32.9) + (293.22 sin θ x1.9) - (293.22 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -5655 นิวตันx เซนติเมตร

= 56.55 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 1.04 เมตร/วินาที ,θ = 60

(370.82 x32.9) + (293.22 sin θ x1.9) - (293.22 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -4247 นิวตันx เซนติเมตร

= 42.47 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 1.04 เมตร/วินาที ,θ = 70

(370.82 x32.9) + (293.22 sin θ x1.9) - (293.22 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -2709 นิวตันx เซนติเมตร

= 27.09 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

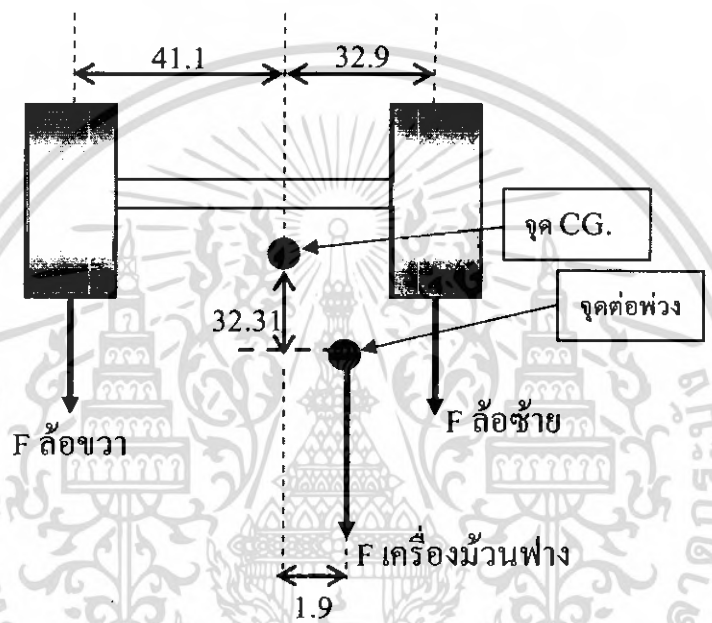
พื้นดินแห้ง ที่ความเร็ว 1.04 เมตร/วินาที ,θ = 80

(370.82 x32.9) + (293.22 sin θ x1.9) - (293.22 cos θx32.31) – (296.65 x41.1) = -1089 นิวตันx เซนติเมตร

= 10.89 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

4.3 พื้นที่ดินเปียก

4.3.1 การคำนวณการต่อพ่วงแบบต่อตรง (ดินเปียก)



พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.57 เมตร/วินาที

$\sum M = ?$

(แรงของล้อซ้ายx32.9) + (แรงของเครื่องม้วนฟางx1.9) - (แรงของล้อขวาx41.1) = ?

แรงของล้อซ้าย = น้ำหนักล้อซ้ายxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นดินโคลน)x9.81

= 210x0.25x9.81

= 515.03 นิวตัน

แรงของล้อขวา = น้ำหนักล้อขวาxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นดินโคลน)x9.81

= 168x0.25x9.81

= 412.02 นิวตัน

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 87.10x9.81

= 854.45 นิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(515.03x32.9) + (854.45x1.9) – (412.02x41.1) = 1634 นิวตันxเซนติเมตร

= 16.34 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.70 เมตร/วินาที

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 81.85x9.81

= 802.95 นิวตัน

(515.03x32.9) + (802.95x1.9) – (412.02x41.1) = 1536 นิวตันxเซนติเมตร

= 15.36 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที

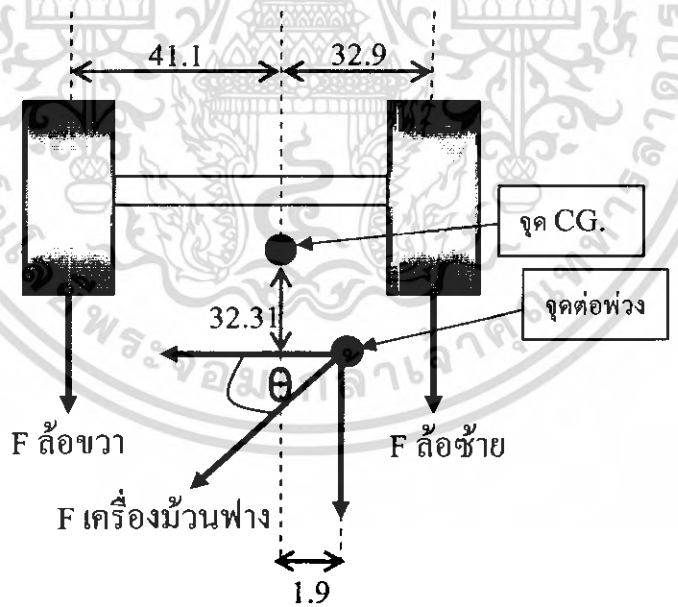
แรงของเครื่องม้วนฟาง = 76.30x9.81

= 748.50 นิวตัน

(515.03x32.9) + (748.50x1.9) – (412.02x41.1) = 1536 นิวตันxเซนติเมตร

= 15.36 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

4.3.2 การคำนวณการต่อพ่วงแบบเยื้องด้านขวา (ดินเปียก)



พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.57 เมตร/วินาที ,θ = 10

$\sum M = ?$

(แรงของล้อซ้ายx32.9) + (แรงของเครื่องม้วนฟางsin θx1.9) + (แรงของเครื่องม้วนฟางcos θx32.31) - (แรงของล้อขวาx41.1) = ?

แรงของล้อซ้าย = น้ำหนักล้อซ้ายxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นดินเปียก)x9.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 210x0.25x9.81

= 515.03 นิวตัน

แรงของล้อขวา = น้ำหนักล้อขวาxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นดินเปียก)x9.81

= 168x0.25x9.81

= 412.02 นิวตัน

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 87.10x9.81

= 854.45 นิวตัน

(515.03 x32.9) + (854.45 sin θ x1.9) + (854.45 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 27480 นิวตันx เซนติเมตร

= 274.80 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.57 เมตร/วินาที ,θ = 20

(515.03 x32.9) + (854.45 sin θ x1.9) + (854.45 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 26510 นิวตันx เซนติเมตร

= 265.10 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.57 เมตร/วินาที ,θ = 30

(515.03 x32.9) + (854.45 sin θ x1.9) + (854.45 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 24730 นิวตันx เซนติเมตร

= 247.30 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.57 เมตร/วินาที ,θ = 40

(515.03 x32.9) + (854.45 sin θ x1.9) + (854.45 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 22200 นิวตันx เซนติเมตร

= 222.00 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.57 เมตร/วินาที ,θ = 50

(515.03 x32.9) + (854.45 sin θ x1.9) + (854.45 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 19000 นิวตันx เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 190.00 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.57 เมตร/วินาที ,θ = 60

(515.03 x32.9) + (854.45 sin θ x1.9) + (854.45 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 15220 นิวตันx เซนติเมตร

= 152.20 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.57 เมตร/วินาที ,θ = 70

(515.03 x32.9) + (854.45 sin θ x1.9) + (854.45 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 10980 นิวตันx เซนติเมตร

= 109.80 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.57 เมตร/วินาที ,θ = 80

(515.03 x32.9) + (854.45 sin θ x1.9) + (854.45 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 6403 นิวตันx เซนติเมตร

= 64.03 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

.....

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.70 เมตร/วินาที ,θ = 10

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 81.85x9.81

= 802.95 นิวตัน

(515.03 x32.9) + (802.95 sin θ x1.9) + (802.95 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 25820 นิวตันx เซนติเมตร

= 258.20 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.70 เมตร/วินาที ,θ = 20

(515.03 x32.9) + (802.95 sin θ x1.9) + (802.95 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 24910 นิวตันx เซนติเมตร

= 249.10 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.70 เมตร/วินาที ,θ = 30

(515.03 x32.9) + (802.95 sin θ x1.9) + (802.95 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 23240 นิวตันx เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 232.40 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.70 เมตร/วินาที ,θ = 40

(515.03 x32.9) + (802.95 sin θ x1.9) + (802.95 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 20860 นิวตันx เซนติเมตร

= 208.60 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.70 เมตร/วินาที ,θ = 50

(515.03 x32.9) + (802.95 sin θ x1.9) + (802.95 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 17860 นิวตันx เซนติเมตร

= 178.60 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.70 เมตร/วินาที ,θ = 60

(515.03 x32.9) + (802.95 sin θ x1.9) + (802.95 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 14300 นิวตันx เซนติเมตร

= 143.00 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.70 เมตร/วินาที ,θ = 70

(515.03 x32.9) + (802.95 sin θ x1.9) + (802.95 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 10320 นิวตันx เซนติเมตร

= 103.20 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.70 เมตร/วินาที ,θ = 80

(515.03 x32.9) + (802.95 sin θ x1.9) + (802.95 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 6018 นิวตันx เซนติเมตร

= 60.18 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

.....

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที ,θ = 10

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 76.30x9.81

= 748.50 นิวตัน

(515.03 x32.9) + (748.50 sin θ x1.9) + (748.50 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 24070 นิวตันx เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 240.70 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที ,θ = 20

(515.03 x32.9) + (748.50 sin θ x1.9) + (748.50 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 23220 นิวตันx เซนติเมตร

= 232.20 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที ,θ = 30

(515.03 x32.9) + (748.50 sin θ x1.9) + (748.50 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 21670 นิวตันx เซนติเมตร

= 216.70 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที ,θ = 40

(515.03 x32.9) + (748.50 sin θ x1.9) + (748.50 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 19450 นิวตันx เซนติเมตร

= 194.50 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที ,θ = 50

(515.03 x32.9) + (748.50 sin θ x1.9) + (748.50 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 16650 นิวตันx เซนติเมตร

= 166.50 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที ,θ = 60

(515.03 x32.9) + (748.50 sin θ x1.9) + (748.50 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 13330 นิวตันx เซนติเมตร

= 133.30 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที ,θ = 70

(515.03 x32.9) + (748.50 sin θ x1.9) + (748.50 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 9618 นิวตันx เซนติเมตร

= 96.18 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

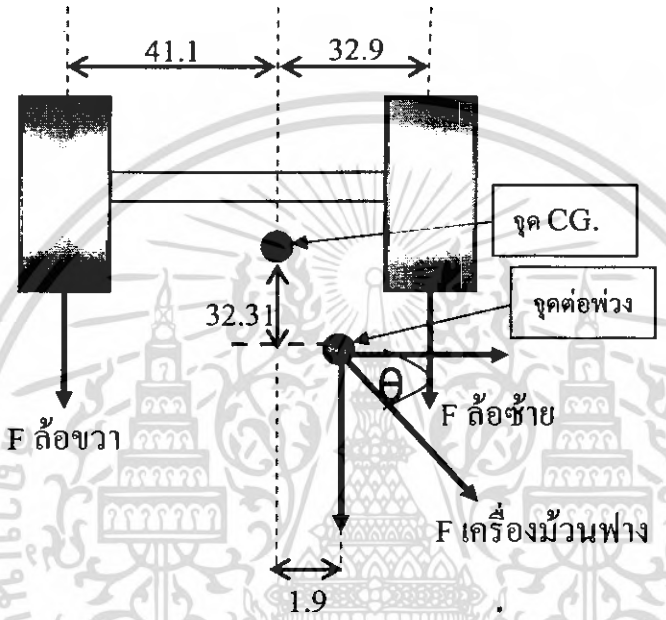
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที ,θ = 80

(515.03 x32.9) + (748.50 sin θ x1.9) + (748.50 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = 5611 นิวตันx เซนติเมตร

= 56.11 นิวตันxเมตร (ทิศทางตามเข็มนาฬิกา)

4.3.3 การคำนวณการต่อพ่วงแบบเยื้องด้านซ้าย (ดินเปียก)



พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.57 เมตร/วินาที ,θ = 10

$\sum M$ = ?

(แรงของล้อซ้ายx32.9) + (แรงของเครื่องม้วนฟางsin θx1.9) - (แรงของเครื่องม้วนฟางcos θx32.31) - (แรงของล้อขวาx41.1) = ?

แรงของล้อซ้าย = น้ำหนักล้อซ้ายxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นดินเปียก)x9.81

= 210x0.25x9.81

= 515.03 นิวตัน

แรงของล้อขวา = น้ำหนักล้อขวาxสัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน(พื้นดินเปียก)x9.81

= 168x0.25x9.81

= 412.02 นิวตัน

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 87.10x9.81

= 854.45 นิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(515.03 x32.9) + (854.45 sin θ x1.9) - (854.45 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -26900 นิวตันx เซนติเมตร

= 269.00 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.57 เมตร/วินาที ,θ = 20

(515.03 x32.9) + (854.45 sin θ x1.9) - (854.45 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -25380 นิวตันx เซนติเมตร

= 253.80 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.57 เมตร/วินาที ,θ = 30

(515.03 x32.9) + (854.45 sin θ x1.9) - (854.45 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -23090 นิวตันx เซนติเมตร

= 230.90 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.57 เมตร/วินาที ,θ = 40

(515.03 x32.9) + (854.45 sin θ x1.9) - (854.45 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -20090 นิวตันx เซนติเมตร

= 200.90 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.57 เมตร/วินาที ,θ = 50

(515.03 x32.9) + (854.45 sin θ x1.9) - (854.45 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -16490 นิวตันx เซนติเมตร

= 164.90 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.57 เมตร/วินาที ,θ = 60

(515.03 x32.9) + (854.45 sin θ x1.9) - (854.45 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -12390 นิวตันx เซนติเมตร

= 123.90 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.57 เมตร/วินาที ,θ = 70

(515.03 x32.9) + (854.45 sin θ x1.9) - (854.45 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -7906 นิวตันx เซนติเมตร

= 79.06 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.57 เมตร/วินาที ,θ = 80

(515.03 x32.9) + (854.45 sin θ x1.9) - (854.45 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -3185 นิวตันx เซนติเมตร

= 31.85 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

.....

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.70 เมตร/วินาที ,θ = 10

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 81.85x9.81

= 802.95 นิวตัน

(515.03 x32.9) + (802.95 sin θ x1.9) - (802.95 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -25270 นิวตันx เซนติเมตร

= 252.70 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.70 เมตร/วินาที ,θ = 20

(515.03 x32.9) + (802.95 sin θ x1.9) - (802.95 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -23850 นิวตันx เซนติเมตร

= 238.50 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.70 เมตร/วินาที ,θ = 30

(515.03 x32.9) + (802.95 sin θ x1.9) - (802.95 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -21690 นิวตันx เซนติเมตร

= 216.90 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.70 เมตร/วินาที ,θ = 40

(515.03 x32.9) + (802.95 sin θ x1.9) - (802.95 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -18880 นิวตันx เซนติเมตร

= 188.80 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.70 เมตร/วินาที ,θ = 50

(515.03 x32.9) + (802.95 sin θ x1.9) - (802.95 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -15500 นิวตันx เซนติเมตร

= 155.00 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.70 เมตร/วินาที ,θ = 60

(515.03 x32.9) + (802.95 sin θ x1.9) - (802.95 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -11640 นิวตันx เซนติเมตร

= 116.40 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.70 เมตร/วินาที ,θ = 70

(515.03 x32.9) + (802.95 sin θ x1.9) - (802.95 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -7429 นิวตันx เซนติเมตร

= 74.29 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.70 เมตร/วินาที ,θ = 80

(515.03 x32.9) + (802.95 sin θ x1.9) - (802.95 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -2992 นิวตันx เซนติเมตร

= 29.92 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

.....

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที ,θ = 10

แรงของเครื่องม้วนฟาง = 76.30x9.81

= 748.50 นิวตัน

(515.03 x32.9) + (748.50 sin θ x1.9) - (748.50 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -23560 นิวตันx เซนติเมตร

= 235.60 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที ,θ = 20

(515.03 x32.9) + (748.50 sin θ x1.9) - (748.50 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -22230 นิวตันx เซนติเมตร

= 222.30 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที ,θ = 30

(515.03 x32.9) + (748.50 sin θ x1.9) - (748.50 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -20220 นิวตันx เซนติเมตร

= 202.20 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที ,θ = 40

(515.03 x32.9) + (748.50 sin θ x1.9) - (748.50 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -17600 นิวตันx เซนติเมตร

= 176.00 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที ,θ = 50

(515.03 x32.9) + (748.50 sin θ x1.9) - (748.50 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -14450 นิวตันx เซนติเมตร

= 144.50 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที ,θ = 60

(515.03 x32.9) + (748.50 sin θ x1.9) - (748.50 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -10850 นิวตันx เซนติเมตร

= 108.50 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที ,θ = 70

(515.03 x32.9) + (748.50 sin θ x1.9) - (748.50 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -6925 นิวตันx เซนติเมตร

= 69.25 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

พื้นดินเปียก ที่ความเร็ว 0.77 เมตร/วินาที ,θ = 80

(515.03 x32.9) + (748.50 sin θ x1.9) - (748.50 cos θx32.31) – (412.02 x41.1) = -2789 นิวตันx เซนติเมตร

= 27.89 นิวตันxเมตร (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

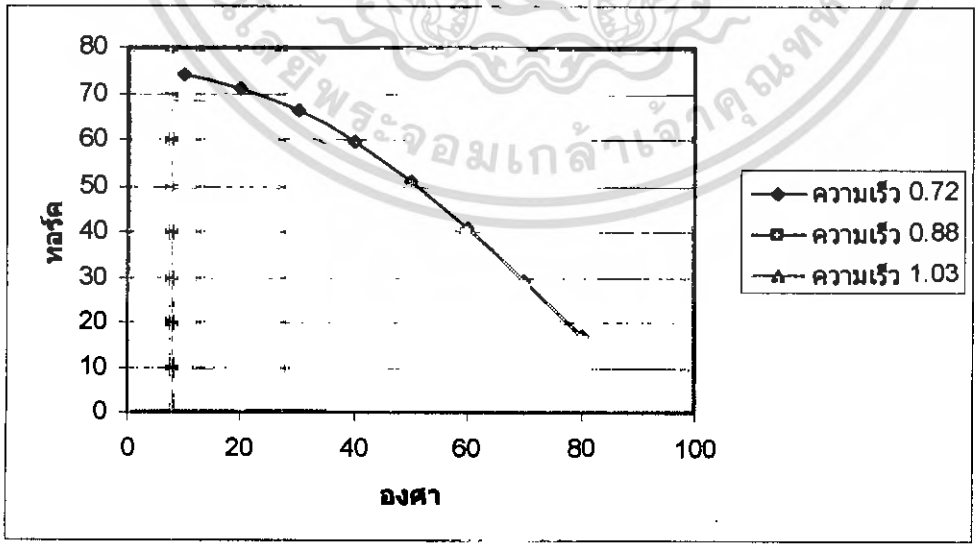
4.4 สรุปค่าต่างๆ และกราฟแสดงความสัมพันธ์ของมุมและโมเมนต์

ตารางที่4.1 การต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องขวา(ดินหญ้า)

องศา	โมเมนต์		
	ความเร็ว 0.72	ความเร็ว 0.88	ความเร็ว 1.03
10	73.83	68.79	62.48
20	71.22	66.35	60.27
30	66.44	61.9	56.23
40	59.65	55.58	50.48
50	51.05	47.56	43.2
60	40.89	38.1	34.61
70	29.5	27.48	24.96
80	17.21	16.03	14.56

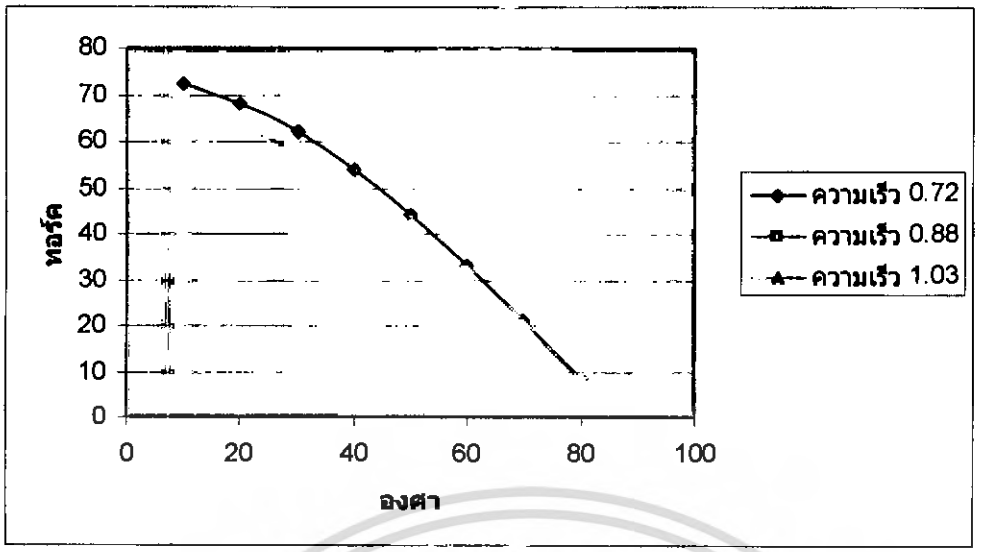
ตารางที่ 4.2 ตารางการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องซ้าย (ดินหญ้า)

องศา	โมเมนต์		
	ความเร็ว 0.72	ความเร็ว 0.88	ความเร็ว 1.03
10	72.25	67.31	61.13
20	68.17	63.51	57.68
30	62.02	57.78	52.47
40	53.98	50.29	45.67
50	44.3	41.27	37.48
60	33.27	31	28.15
70	21.24	19.78	17.96
80	8.55	7.97	7.23



รูปที่4.1 กราฟการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องขวา (ดินหญ้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.2 กราฟการต่อพ่างเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องซ้าย (ดินหญ้า)

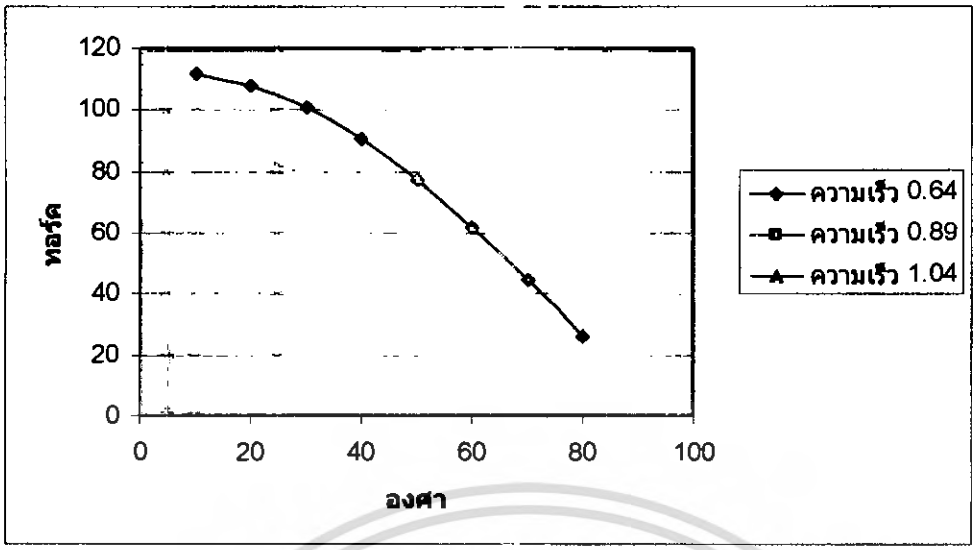
ตารางที่ 4.3 ตารางการต่อพ่างเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องขวา (ดินแห้ง)

องศา	โมเมนต์		
	ความเร็ว 0.64	ความเร็ว 0.89	ความเร็ว 1.04
10	112	87.44	94.34
20	108.1	84.35	91.01
30	100.8	78.96	84.91
40	90.53	70.65	76.23
50	77.47	60.47	65.24
60	62.07	48.45	52.27
70	44.78	34.96	37.71
80	26.13	20.41	22.01

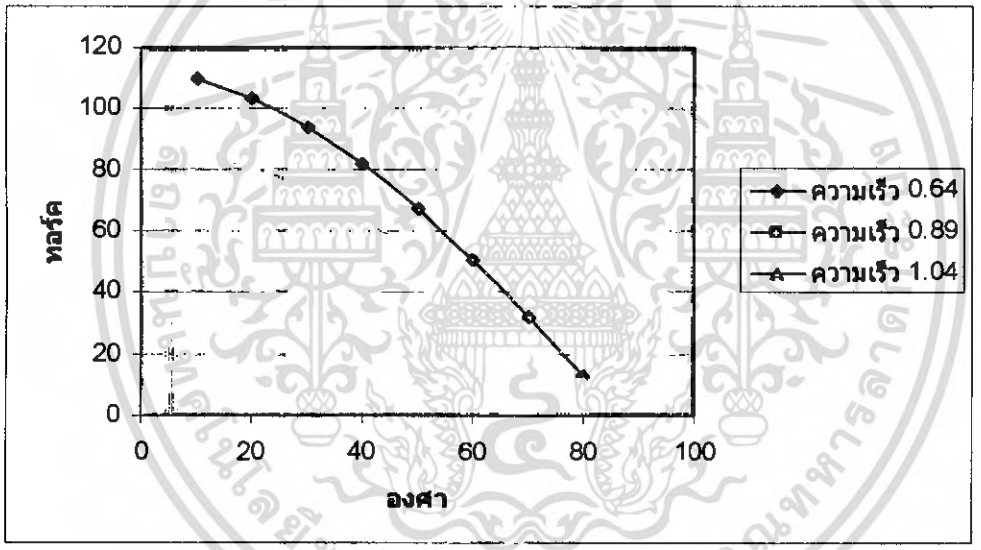
ตารางที่ 4.4 ตารางการต่อพ่างเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องซ้าย (ดินแห้ง)

องศา	โมเมนต์		
	ความเร็ว 0.64	ความเร็ว 0.89	ความเร็ว 1.04
10	109.6	85.49	92.26
20	103.4	80.66	87.04
30	94.06	73.38	79.18
40	81.87	63.86	68.92
50	67.18	52.4	56.55
60	50.45	39.35	42.47
70	32.19	25.1	27.09
80	12.95	10.08	10.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.3 กราฟการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องขวา (ดินแห้ง)



รูปที่4.4 กราฟการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องซ้าย (ดินแห้ง)

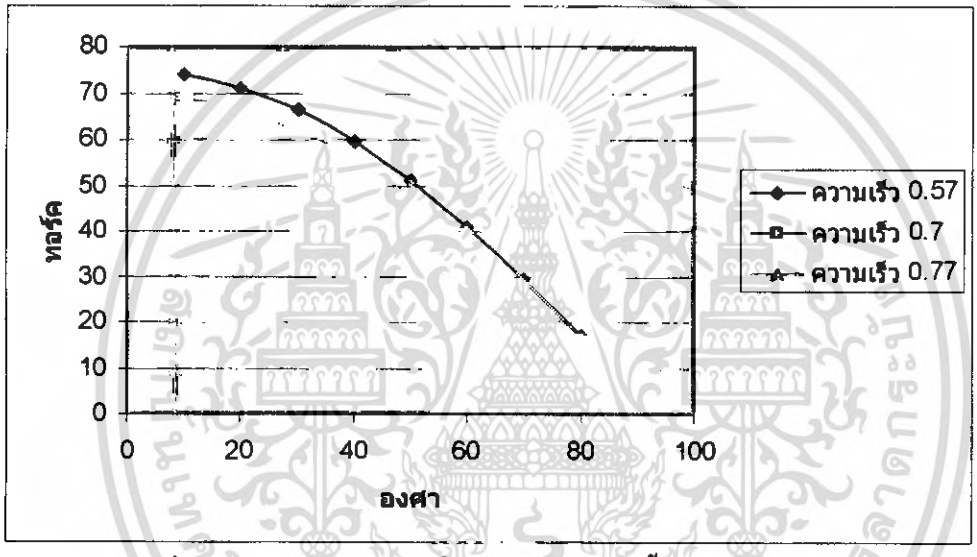
ตารางที่ 4.5 ตารางการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องขวา (ดินเปียก)

องศา	โมเมนต์		
	ความเร็ว 0.57	ความเร็ว 0.7	ความเร็ว 0.77
10	73.83	68.79	62.48
20	71.22	66.35	60.27
30	66.44	61.9	56.23
40	59.65	55.58	50.48
50	51.05	47.56	43.2
60	40.89	38.1	34.61
70	29.5	27.48	24.96
80	17.21	16.03	14.56

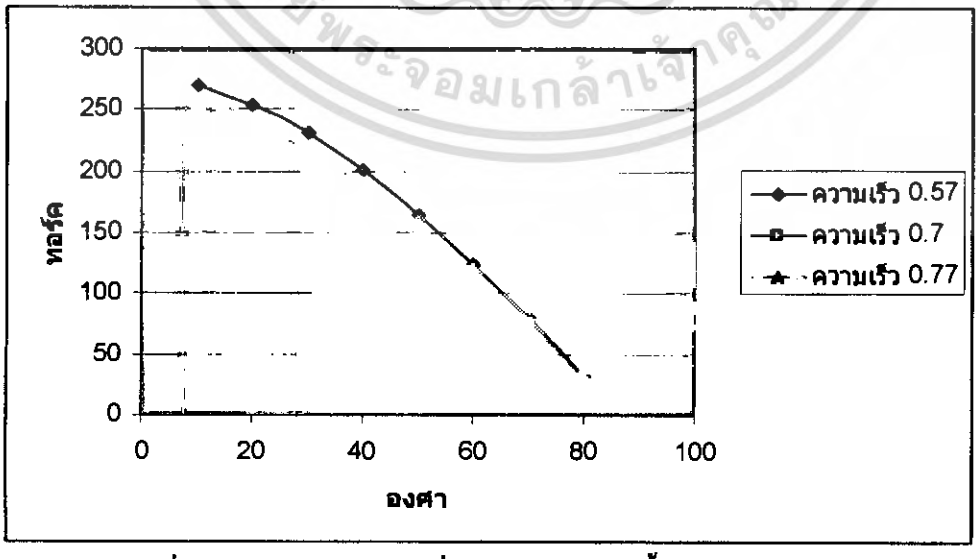
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ตารางการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องซ้าย (ดินเปียก)

องศา	โมเมนต์		
	ความเร็ว 0.57	ความเร็ว 0.7	ความเร็ว 0.77
10	269	252.7	235.6
20	253.8	238.5	222.2
30	230.9	216.9	202.2
40	200.9	188.8	176
50	164.9	155	144.5
60	123.9	116.4	108.5
70	79.06	74.29	69.25
80	31.85	29.92	27.89



รูปที่4.5 กราฟการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องขวา (ดินเปียก)



รูปที่4.6 กราฟการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟางแบบเยื้องซ้าย (ดินเปียก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การคำนวณหาค่าการลื่นไถลของล้อ

จากสูตร

$$S = \frac{n_1 - n_0}{n_1} \times 100$$

เมื่อ S = ค่าการลื่นไถลของล้อรถแทรกเตอร์ เป็นเปอร์เซ็นต์

n_1 = จำนวนรอบที่ล้อขับหมุนไประยะทางหนึ่งตามที่กำหนดเมื่อมีภาระหรือเมื่อลากเครื่องมือทุ่นแรง (ปกติจะให้หมุนไปเท่ากับ 10 รอบ เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ) เป็นจำนวนรอบ

n_0 = จำนวนรอบที่ล้อขับหมุนไประยะทางหนึ่งตามที่กำหนดเมื่อไม่มีภาระ ในระยะทางเท่ากับที่ล้อขับหมุนไปเมื่อมีภาระ เป็นจำนวนรอบ

ตารางที่4.7 แสดงจำนวนรอบที่หมุนของล้อขณะต่อพ่วงและไม่ต่อพ่วง (ดินหญ้า)

ครั้งที่	รถเปล่า	ต่อพ่วง
1	8.15	8.3
2	8	8.2
3	8	8.1
4	8	8.2
5	8.15	8.3
6	8	8.1
7	8.2	8.4
8	8.15	8.3
9	8	8.1
10	8	8.2
เฉลี่ย	8.065	8.22

จากสูตร

$$S = \frac{n_1 - n_0}{n_1} \times 100$$

$$= \frac{8.22 - 8.07}{8.22} \times 100$$

$$= 1.89\ \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.8 แสดงจำนวนรอบที่หมุนของล้อขณะต่อพ่วงและไม่ต่อพ่วง (ดินแห้ง)

ครั้งที่	รถเปล่า	ต่อพ่วง
1	8	8.5
2	8.15	8.5
3	8.25	8.3
4	8	8.5
5	8.25	8.5
6	8.25	8.6
7	8.15	8.5
8	8.25	8.3
9	8	8.5
10	8.25	8.4
เฉลี่ย	8.155	8.46

จากสูตร

$$S = \frac{n_1 - n_0}{n_1} \times 100$$

$$= \frac{8.46 - 8.155}{8.46} \times 100$$

$$= 3.61\ \%$$

ตารางที่4.9 แสดงจำนวนรอบที่หมุนของล้อขณะต่อพ่วงและไม่ต่อพ่วง (ดินเปียก)

ครั้งที่	รถเปล่า	ต่อพ่วง
1	8.8	10
2	8.9	10.9
3	8.8	10.5
4	8.8	10
5	8.9	11
6	8.8	10.8
7	8.8	10
8	8.9	11
9	8.75	10.5
10	8.75	11
เฉลี่ย	8.82	10.57

จากสูตร

$$S = \frac{n_1 - n_0}{n_1} \times 100$$

$$= \frac{10.57 - 8.82}{10.57} \times 100$$

$$= 16.56\ \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 ผลกระทบต่อการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามที่เกิดจากการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟาง

การต่อพ่วงแบบต่อตรง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการต่อพ่วงตรงของเครื่องม้วนฟางจะทำให้เกิดผลลัพธ์ของโมเมนต์น้อยที่สุดส่งผลต่อลักษณะการเคลื่อนที่น้อย แต่ในความเป็นจริงในการทำงานของเครื่องม้วนฟางไม่สามารถให้เครื่องม้วนฟางทำงานในแบบต่อตรงได้เพราะล้อจะเหยียบฟางทำให้ฟางเสียหายและดึงกำลังจากเพลา PTO ได้ยากดังนั้นจึงต้องต่อแบบเยื้องศูนย์ (เยื้องออกด้านข้าง) ซึ่งเครื่องปัจจุบันพ่วงแบบเยื้องขวาทำมุมกับเครื่องม้วนฟาง 50°

การต่อพ่วงแบบเยื้องขวา

ในการต่อพ่วงแบบเยื้องขวาโมเมนต์จะมากเมื่อมุม θ น้อย ซึ่งจะไม่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของรถมากนักในดินพื้นหญ้าและดินแห้งแต่จะส่งผลกระทบอย่างมากในดินเปียก คือ ล้อซ้ายจะเกิดล้อฟรีทำให้รถไม่สามารถเคลื่อนที่ไปได้ ซึ่งอันเนื่องมาจากแรงส่วนใหญ่จะไปตกที่ล้อขวาเพื่อให้โมเมนต์ของรถสมดุลย์จึงทำให้ล้อทั้งสองไม่สมดุลกัน

การต่อพ่วงแบบเยื้องซ้าย

การต่อพ่วงแบบเยื้องซ้ายมีค่าไม่ต่างจากเยื้องขวามากนักคือในการต่อพ่วงแบบเยื้องซ้ายโมเมนต์จะมากเมื่อมุม θ น้อย ซึ่งจะไม่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของรถมากนักในดินพื้นหญ้าและดินแห้งแต่จะส่งผลกระทบอย่างมากในดินเปียก คือ ล้อขวาจะเกิดล้อฟรีทำให้รถไม่สามารถเคลื่อนที่ไปได้ ซึ่งอันเนื่องมาจากแรงส่วนใหญ่จะไปตกที่ล้อซ้ายเพื่อให้โมเมนต์ของรถสมดุลย์จึงทำให้ล้อทั้งสองไม่สมดุลย์กัน

5.1.2 ผลกระทบต่อการลื่นไถของล้อรถไถเดินตามที่เกิดจากการต่อพ่วงเครื่องม้วนฟาง(แบบต่อตรง)

ค่าการลื่นไถลของล้อไม่มีค่ามากนักในพื้นหญ้าและพื้นดินไถซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.89%และ 3.61 % ตามลำดับ แต่จะมีค่าสูงมากในดินเปียกคือ 16.56 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการต่อพ่วงแบบต่อตรงจะส่งผลกระทบต่อการเคลื่อนที่ของรถน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับการต่อพ่วงแบบเยื้องขวาและเยื้องซ้าย ซึ่งการต่อพ่วงแบบต่อตรงนั้นจะสามารถทำให้เครื่องม้วนฟางติดรถไถเดินตามสามารถทำงานได้ในทุกสภาพดิน ซึ่งในพื้นดินนาดินจะมีความชื้นเล็กน้อยซึ่งการต่อพ่วงทั้งแบบเยื้องขวาและเยื้องซ้ายไม่สามารถทำงานได้ที่มุมต่อพ่วงน้อยๆ ดังนั้นทางผู้ทำโครงงานนี้จึงมีความเห็นว่า ควรจะต่อพ่วงด้านขวาด้านเดิมและต่อคานต่อพ่วงออกมาให้ยาวและทำมุม θ ให้มากที่สุดและสามารถนำกำลังจากเครื่องยนต์รถไถเดินตามมาใช้ได้ ซึ่งมุมที่เหมาะสมที่สุดคือมุม $\theta = 80^{\circ}$ เนื่องจากค่าผลรวมของโมเมนต์น้อยกว่าการต่อพ่วงด้วยมุมที่น้อยกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. นางสาวจิรนันท์ แทนหา, นายนราวุธ ขันรัฐบาล, นายปฐมินทร์ เทวะเส. 2547. "เครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถเดินตาม" ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
2. ณัฐยาภรณ์ อินจินดา, หนึ่ง ประจันทร์ศรี, เสริมพันธ์ หมูสีโทน. 2548. "การพัฒนาชุดเก็บฝางสำหรับเครื่องอัดฟางแบบม้วนกลม" ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
3. สุรินทร์ พงศ์ศุภสมิทธิ์.2539. วิศวกรรมรถไถเดินตาม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. กาญจน์ รักศิริพงษ์, พงศ์กร ชูจันทร์, สุรีพร แควน้อย. 2538. "การพัฒนาต้นแบบเครื่องอัดฟางแบบต่อพ่วงรถเดินตาม" โครงงานวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
5. กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร. 2544. เครื่องจักรกลเกษตร 2544. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์ จตุจักร
6. รศ.ประณต กุลประสูติ "แทรกเตอร์เพื่อการเกษตร 1" พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2548
7. นัย บำรุงเวช "รถฟาร์มแทรกเตอร์ ล้อและยาง" พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2544
8. รศ. จีรศักดิ์ กรัยวิเชียร ,รศ.สมาน เจริญกิจพูลผล ,รศ. สันติ ลักษิตานนท์ ,รศ. ธีระยุทธ สุวรรณประทีป ,รศ. มนตรี พิรุณเกษตร "กลศาสตร์ วิศวกรรมศาสาตร์ ภาค พลศาสตร์"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินหญ้า ความเร็วที่ 1

ครั้งที่	เวลา (S)	แรง (kg)		เฉลี่ย
		Min	max	
1	27.78	15	40	27.5
2	27.54	10	25	17.5
3	27.62	10	30	20
4	27.63	15	25	20
5	28.35	15	25	20
6	27.84	20	40	30
7	27.52	25	35	30
8	27.44	15	30	22.5
9	27.61	20	35	27.5
10	27.39	15	25	20
11	27.54	20	35	27.5
12	27.35	20	40	30
13	27.62	25	35	30
14	27.47	15	30	22.5
15	27.91	15	20	17.5
16	27.21	15	25	20
17	27.71	10	25	17.5
18	27.32	10	30	20
19	27.43	15	35	25
20	27.82	20	40	30
21	27.72	20	35	27.5
22	27.39	15	25	20
23	27.4	15	30	22.5
24	27.86	20	30	25
25	27.73	20	30	25
26	27.64	15	30	22.5
27	27.6	10	30	20
28	27.28	10	25	17.5
29	27.51	15	25	20
30	27.38	20	40	30
31	27.8	15	30	22.5
32	27.58	10	25	17.5
33	27.12	15	25	20
34	27.41	15	30	22.5
35	27.45	15	25	20
36	27.39	20	25	22.5
37	27.68	20	30	25
38	27.79	10	25	17.5
39	27.9	20	35	27.5
40	27.93	15	25	20
41	27.88	25	35	30
42	27.6	15	20	17.5
43	27.54	10	30	20
44	27.55	15	35	25
45	27.19	15	25	20
46	27.73	20	40	30
47	27.68	25	35	30
48	27.45	15	35	25
49	27.72	20	40	30
50	27.53	15	30	22.5
เฉลี่ย	27.5906			23.4
ความเร็วเฉลี่ย				0.724885

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินหญ้า ความเร็วที่ 2

ครั้งที่	เวลา (s)	แรง (kg)		เฉลี่ย
		min	max	
1	22.62	15	35	25
2	23.03	10	50	30
3	23.26	10	30	20
4	22.91	15	35	25
5	22.92	15	20	17.5
6	22.71	15	25	20
7	22.59	10	35	22.5
8	22.23	15	30	22.5
9	23.06	20	30	25
10	23.26	10	30	20
11	22.9	15	35	25
12	22.82	20	30	25
13	22.73	20	35	27.5
14	22.54	15	25	20
15	22.65	10	30	20
16	22.16	15	30	22.5
17	22.38	10	30	20
18	22.65	10	35	22.5
19	22.49	15	35	25
20	22.5	20	40	30
21	22.49	20	30	25
22	22.74	15	20	17.5
23	22.13	15	25	20
24	22.55	15	25	20
25	22.51	15	25	20
26	22.22	15	30	22.5
27	22.32	10	30	20
28	22.44	15	25	20
29	22.19	10	35	22.5
30	22.46	15	30	22.5
31	22.78	10	30	20
32	22.68	15	20	17.5
33	22.65	15	25	20
34	22.54	10	25	17.5
35	22.3	15	35	25
36	22.26	20	30	25
37	22.9	20	25	22.5
38	22.79	15	25	20
39	22.41	15	30	22.5
40	22.59	20	30	25
41	22.63	10	30	20
42	22.72	10	20	15
43	22.88	10	25	17.5
44	22.19	15	30	22.5
45	22.77	10	25	17.5
46	22.9	15	30	22.5
47	23.06	20	30	25
48	22.86	10	25	17.5
49	22.52	15	30	22.5
50	22.55	15	25	20
เฉลี่ย	22.6288			21.8
ความเร็วเฉลี่ย				0.883829

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินหญ้า ความเร็วที่ 3

ครั้งที่	เวลา(s)	แรง(kg)		เฉลี่ย
		min	max	
1	18.84	15	35	25
2	19.06	10	35	22.5
3	19.04	15	25	20
4	19.24	10	30	20
5	19.1	15	20	17.5
6	19.21	15	30	22.5
7	19.36	15	25	20
8	19.52	15	35	25
9	19.44	10	30	20
10	19.45	10	20	15
11	19.65	15	25	20
12	19.87	20	30	25
13	18.97	15	35	25
14	19.36	20	30	25
15	18.87	10	25	17.5
16	19.24	15	25	20
17	19.31	15	30	22.5
18	19.55	10	25	17.5
19	19.05	15	20	17.5
20	19.73	10	20	15
21	19.2	10	15	12.5
22	19.12	15	20	17.5
23	18.66	10	25	17.5
24	19.41	15	25	20
25	19.32	10	25	17.5
26	19.63	10	30	20
27	19.56	15	30	22.5
28	19.28	15	35	25
29	19.47	10	15	12.5
30	19.43	15	20	17.5
31	19.53	10	25	17.5
32	18.66	15	30	22.5
33	19.57	10	15	12.5
34	20.03	10	20	15
35	19.54	15	25	20
36	19.51	15	20	17.5
37	19.13	15	25	20
38	19.1	15	30	22.5
39	19.04	10	25	17.5
40	19.84	15	35	25
41	19.59	15	30	22.5
42	19.63	15	30	22.5
43	19.66	10	25	17.5
44	19.28	20	30	25
45	19.43	10	30	20
46	19.19	10	25	17.5
47	20.07	15	30	22.5
48	19.89	10	25	17.5
49	18.78	10	25	17.5
50	19.64	15	30	22.5
เฉลี่ย	19.361			19.8
ความเร็วเฉลี่ย				1.033004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินแห้ง ความเร็วที่ 1

ครั้งที่	เวลา (s)	แรง (kg)		เฉลี่ย
		min	max	
1	30	15	50	32.5
2	30.64	25	40	32.5
3	31.23	15	45	30
4	31.72	25	45	35
5	31.36	30	60	45
6	31.23	20	55	37.5
7	31.54	25	60	42.5
8	31.38	30	60	45
9	32.35	25	55	40
10	31.23	30	65	47.5
11	31.27	25	65	45
12	31.18	10	50	30
13	31.5	10	35	22.5
14	31.54	10	30	20
15	31.59	15	60	37.5
16	32.26	15	30	22.5
17	31.33	17	35	26
18	31.52	13	40	26.5
19	31.56	30	55	42.5
20	31.41	15	40	27.5
21	31.57	20	40	30
22	31.19	15	35	25
23	31.23	20	55	37.5
24	31.45	25	70	47.5
25	31.06	20	45	32.5
26	31.72	25	65	45
27	31.72	30	70	50
28	31.86	25	55	40
29	31.45	15	35	25
30	31.5	15	30	22.5
31	31.28	15	35	25
32	31.19	25	40	32.5
33	31.09	25	70	47.5
34	31.46	30	70	50
35	31.87	15	35	25
36	31.45	20	50	35
37	31.23	25	55	40
38	31.2	30	50	40
39	31.57	30	55	42.5
40	31.54	25	50	37.5
41	32.09	30	60	45
42	31.33	20	50	35
43	31.68	10	35	22.5
44	32.18	15	40	27.5
45	31.3	10	40	25
46	32.18	30	70	50
47	31.48	25	70	47.5
48	31.12	30	70	50
49	31.78	10	50	30
50	31.44	15	35	25
เฉลี่ย	31.461			35.5
ความเร็วเฉลี่ย				0.635708

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง จ. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินแห้ง ความเร็วที่ 2

ครั้งที่	เวลา (s)	แรง (kg)		เฉลี่ย
		min	max	
1	22.04	10	30	20
2	22.6	10	35	22.5
3	22.85	10	20	15
4	22.71	15	50	32.5
5	23.12	15	45	30
6	22.13	10	60	35
7	22.15	15	45	30
8	22.26	20	55	37.5
9	22.69	15	40	27.5
10	21.93	10	30	20
11	22.6	10	20	15
12	22.13	15	50	32.5
13	22.58	10	38	24
14	22.55	13	20	16.5
15	22	15	45	30
16	22.81	14	40	27
17	22.35	10	50	30
18	22.64	15	40	27.5
19	22.26	10	30	20
20	21.88	15	45	30
21	22.58	20	55	37.5
22	22.69	10	60	35
23	22.09	15	50	32.5
24	22.71	10	20	15
25	22.47	15	45	30
26	22.85	20	55	37.5
27	22.96	15	40	27.5
28	22.74	10	30	20
29	22.52	15	40	27.5
30	22.41	15	45	30
31	22.63	20	50	35
32	22.14	10	35	22.5
33	22.15	10	30	20
34	22.16	10	30	20
35	22.35	15	35	25
36	22.25	10	35	22.5
37	22.14	15	45	30
38	22.93	15	45	30
39	22.82	10	50	30
40	22.83	15	45	30
41	22.71	15	50	32.5
42	22.17	20	50	35
43	22.08	20	55	37.5
44	22.54	10	30	20
45	22.64	15	40	27.5
46	22.49	15	45	30
47	22.75	10	55	32.5
48	22.84	10	45	27.5
49	22.59	15	45	30
50	22.55	15	50	32.5
เฉลี่ย	22.4812			27.7
ความเร็วเฉลี่ย				0.889632

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ฉ. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินแห้ง ความเร็วที่ 3

ครั้งที่	เวลา (s)	แรง (kg)		เฉลี่ย
		min	max	
1	19.11	20	80	50
2	19.11	10	50	30
3	18.75	10	50	30
4	19.3	10	55	32.5
5	19.36	10	30	20
6	19.63	15	45	30
7	18.73	10	40	25
8	19.44	10	55	32.5
9	19.65	10	50	30
10	19.31	10	30	20
11	18.88	10	40	25
12	18.97	10	50	30
13	19.68	20	50	35
14	19.67	10	55	32.5
15	19.58	15	45	30
16	19.69	10	30	20
17	19.47	10	35	22.5
18	19.15	14	45	29.5
19	19.25	10	40	25
20	19.36	15	45	30
21	19.41	10	50	30
22	19.52	10	50	30
23	19.63	15	45	30
24	19.12	10	40	25
25	19.21	15	45	30
26	19.36	10	40	25
27	19.54	10	50	30
28	19.61	10	55	32.5
29	19.37	15	40	27.5
30	18.94	10	50	30
31	19.55	15	40	27.5
32	19.32	10	45	27.5
33	19.3	10	50	30
34	19.25	20	70	45
35	19.34	20	55	37.5
36	19.36	15	45	30
37	19.2	15	50	32.5
38	19.08	10	50	30
39	18.87	10	50	30
40	19.66	20	55	37.5
41	18.93	20	75	47.5
42	19.66	15	45	30
43	19.21	10	30	20
44	19.11	15	40	27.5
45	19.5	10	50	30
46	18.71	10	50	30
47	19.65	10	55	32.5
48	19.2	15	45	30
49	19.3	15	40	27.5
50	19.51	15	30	22.5
เฉลี่ย	19.3102			29.89
ความเร็วเฉลี่ย				1.035722

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ช. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินเปียก ความเร็วที่ 1

ครั้งที่	เวลา (s)	แรง (kg)		เฉลี่ย
		min	max	
1	35.02	80	100	90
2	34.65	70	90	80
3	34.14	80	100	90
4	34.55	85	95	90
5	36.12	90	100	95
6	35.03	70	90	80
7	35.09	75	95	85
8	36.54	50	100	75
9	34.44	80	100	90
10	34.1	50	100	75
11	34.85	80	100	90
12	35.06	65	80	72.5
13	34.08	75	85	80
14	36.2	80	90	85
15	35.07	60	100	80
16	34.14	75	85	80
17	34.06	75	95	85
18	35.96	70	95	82.5
19	36.85	60	100	80
20	34.78	70	100	85
21	34.79	75	100	87.5
22	35.02	70	100	85
23	33.63	85	95	90
24	33.09	60	80	70
25	33.98	65	90	77.5
26	34.82	80	95	87.5
27	34.97	75	95	85
28	35.14	70	90	80
29	34.79	60	100	80
30	35.55	65	100	82.5
31	36.96	75	100	87.5
32	35.88	70	100	85
33	36.43	60	100	80
34	36.03	80	100	90
35	36.75	75	85	80
36	35.47	85	100	92.5
37	34.97	60	100	80
38	35.56	70	100	85
39	34.7	50	100	75
40	35.13	60	100	80
41	34.91	65	100	82.5
42	37.03	70	100	85
43	36.46	75	100	87.5
44	36.46	75	100	87.5
45	35.46	50	100	75
46	35.01	60	100	80
47	34.59	60	100	80
48	34.11	75	100	87.5
49	33.07	80	100	90
50	32.98	85	100	92.5
เฉลี่ย	35.0894			87.1
ความเร็วเฉลี่ย				0.569973

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ซ. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินเปียก ความเร็วที่ 2

ครั้งที่	เวลา (s)	แรง (kg)		เฉลี่ย
		min	max	
1	27.19	70	80	75
2	27.5	75	90	82.5
3	28.02	50	60	55
4	26.89	70	75	72.5
5	27.54	70	80	75
6	28.32	75	95	85
7	27.75	60	80	70
8	26.87	85	95	90
9	28.46	75	100	87.5
10	28.13	80	100	90
11	27.63	50	75	62.5
12	28.36	70	95	82.5
13	28.47	70	100	85
14	27.06	75	100	87.5
15	29.74	60	100	80
16	28.88	60	100	80
17	29.46	75	95	85
18	28.44	70	95	82.5
19	27.96	80	100	90
20	28.41	85	100	92.5
21	29.43	50	70	60
22	29.06	60	85	72.5
23	29.4	75	95	85
24	28.77	75	100	87.5
25	27.83	80	100	90
26	28.21	70	90	80
27	29.35	75	90	82.5
28	28.08	80	100	90
29	27.66	80	100	90
30	29.54	75	100	87.5
31	28	80	95	87.5
32	29.44	60	80	70
33	28.64	60	90	75
34	28.63	60	70	65
35	28.04	85	100	92.5
36	27.87	50	80	65
37	28.71	60	75	67.5
38	28.82	80	100	90
39	29.93	80	100	90
40	27.96	75	95	85
41	29.54	80	100	90
42	28.64	80	100	90
43	28.07	75	95	85
44	28.06	70	85	77.5
45	29.03	70	100	85
46	29.78	75	95	85
47	28.96	80	100	90
48	29.54	60	75	67.5
49	29.55	65	85	75
50	28.88	60	80	70
เฉลี่ย	28.49			81.85
ความเร็วเฉลี่ย				0.702001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ฌ. หาแรงดึงของเครื่องม้วนฟางดินเปียก ความเร็วที่ 3

ครั้งที่	เวลา(S)	แรง(kg)		เฉลี่ย
		min	max	
1	24.47	60	80	70
2	26.03	70	90	80
3	25.48	50	80	65
4	26.5	80	95	87.5
5	26.15	80	100	90
6	25.45	75	85	80
7	25.12	50	80	65
8	26.31	70	95	82.5
9	24.91	60	75	67.5
10	26.62	85	95	90
11	25.53	70	90	80
12	25.83	75	95	85
13	26.7	50	80	65
14	24.49	65	95	80
15	25.33	50	85	67.5
16	26.23	70	95	82.5
17	25.81	65	80	72.5
18	25.92	50	80	65
19	26.1	80	100	90
20	24.73	75	95	85
21	26.62	70	80	75
22	26.6	85	100	92.5
23	26.48	70	90	80
24	25.72	50	70	60
25	25.4	55	75	65
26	24.79	50	80	65
27	25.63	50	70	60
28	26.33	75	95	85
29	26.28	60	75	67.5
30	26.1	50	75	62.5
31	25.46	80	95	87.5
32	26.21	70	90	80
33	24.8	70	95	82.5
34	25.68	65	85	75
35	25.79	75	85	80
36	26.6	70	90	80
37	26.1	75	85	80
38	25.82	50	80	65
39	26.73	60	85	72.5
40	26.8	60	80	70
41	25.13	75	85	80
42	24.92	70	95	82.5
43	25.88	80	90	85
44	26.63	80	100	90
45	26.5	60	90	75
46	27.1	50	95	72.5
47	25.44	50	80	65
48	26.87	70	85	77.5
49	26.23	60	80	70
50	25.19	65	95	80
เฉลี่ย	25.8708			76.3
ความเร็วเฉลี่ย				0.773072

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้