

## บทที่ 3

### การออกแบบ

การออกแบบรถตัดหญ้าอเนกประสงค์ ได้รวบรวมเอาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ชิ้นส่วนเครื่องกล โดยนำเอาความรู้เกี่ยวกับรถยนต์ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ผนวกกับความรู้ทางด้าน เครื่องจักรกลการเกษตร โดยการนำเอาระบบการทำงานต่างๆที่ใช้ในงานเกษตรกรรมมาใช้ ออกแบบ

การออกแบบและพัฒนารถตัดหญ้า ได้ทำการศึกษา

#### 3.1 ขั้นตอนในการออกแบบและคำนวณ

การออกแบบเพื่อการพัฒนาารถตัดหญ้าชนิดเดินตามเป็นรถตัดหญ้าชนิดนั่งขับ มีขั้นตอน การออกแบบดังนี้

##### 3.1.1 สืบหาปัญหา ความต้องการและความจำเป็น

ทำการสำรวจหาข้อมูลที่เป็นปัญหาในการใช้งานของรถตัดหญ้าชนิดเดินตาม จากการ สืบหาผู้ที่ใช้งานพบว่าการใช้งานรถตัดหญ้าเดินตามมีขีดจำกัด ผู้ใช้งานไม่สามารถทำงานได้ ต่อเนื่อง เนื่องจากความเมื่อยล้าและสภาพอากาศที่ร้อนทำให้ความสามารถในการตัดลดลง โดยเฉลี่ยผู้ใช้งานคนหนึ่งสามารถทำงานติดต่อกันเป็นเวลา 45 นาที ในสภาพอากาศที่ร้อน ความเร็วในการตัดทำงานโดยเฉลี่ย 3.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แต่ในสภาพความเป็นจริง ความ ต้องการของหน่วยงานอาจต้องการความเร็วในการตัดหญ้ามากกว่านั้น เพื่อประหยัดเวลาและ แรงงานในการทำงานเช่น สนามหญ้า( สนามฟุตบอล ) ขนาด 100x50 เมตรจะต้องใช้รถตัด หญ้าชนิดเดินตามจำนวน 2 คันใช้เวลา 8 ชั่วโมงในการตัดหญ้าทั้งสนามฟุตบอล

##### 3.1.2 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและลักษณะจำเพาะของอุปกรณ์และสิ่งออกแบบ

ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลในการตัดหญ้าโดยรถตัดหญ้าชนิดเดินตาม ได้แก่ ความเร็ว ในการทำงาน, ความเร็วรอบของเครื่องยนต์และใบตัด, ความสูงของใบตัดและต้นหญ้า, ขนาดของ ใบตัด เวลาการทำงานในแต่ละรอบ ลักษณะการทำงานของใบตัดหญ้า สมรรถนะของเครื่องยนต์

### 3.1.3 ศึกษาข้อมูลและรายละเอียดของสิ่งที่ทำการออกแบบ

เพื่อแยกปัจจัยที่จะก่อให้เกิดความเสียหาย และปัจจัยด้านความสามารถในการทำงานทั้งทางด้านกลศาสตร์ ด้านเทคนิค ความสะดวกในการซ่อมแซม และด้านเศรษฐศาสตร์ รวมทั้งสภาวะการรับภาระ ( Load ) ของวัสดุที่มากระทำกับอุปกรณ์และอุปกรณ์พ่นยาฆ่าแมลง

### 3.1.4 กำหนดแนวคิดและปัจจัยการออกแบบ

การออกแบบและการสร้างรถตัดหญ้าอเนกประสงค์ได้กำหนดแนวคิดและปัจจัยดังต่อไปนี้

3.1.4.1 ออกแบบให้สามารถใช้งานเครื่องยนต์ขนาด 5 แรงม้า

3.1.4.2 สามารถทำงานได้เร็วกว่ารถตัดหญ้าแบบเดินตามที่ใช้ในปัจจุบัน

3.1.4.3 สามารถพ่นยาฆ่าแมลงได้

3.1.4.4 สะดวกต่อการใช้งาน

### 3.1.5 ทำการออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุง

หลังจากที่ได้ทำการรวบรวมปัจจัย แนวคิดสำหรับอุปกรณ์ที่จะนำมาออกแบบ ออกแบบ โดยการวาดอุปกรณ์ตามขนาดที่เหมาะสม และทำการปรับปรุงแบบร่างของอุปกรณ์

### 3.1.6 คำนวณและออกแบบรายละเอียด

จากการออกแบบเบื้องต้น จะนำค่าต่างๆมาคำนวณหาขนาดของชิ้นส่วนที่จำเป็น เพื่อเลือกวัสดุที่ใช้แล้วนำมาเปรียบเทียบกับวัสดุที่มีจำหน่ายในท้องตลาด และเขียนแบบรายละเอียดของ ชิ้นส่วน กลไกต่างๆ

### 3.1.7 สร้างต้นแบบ ทดสอบและปรับปรุง

เมื่อได้ออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงดำเนินการสร้างอุปกรณ์และกลไกต่างๆ แล้วจึงนำชิ้นส่วนที่เสร็จแล้วมาประกอบแล้วเป็นรถตัดหญ้า จากการสร้างและประกอบจึงทำให้เห็นปัญหาที่แท้จริงของขนาดอุปกรณ์ต่างๆ การติดตั้ง และความสัมพันธ์ของการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ

### 3.2 ขั้นตอนการสร้างชุดอุปกรณ์

การสร้างชุดอุปกรณ์รถตัดหญ้าชนิดนั่งขับ ได้ดำเนินการสร้าง ณ อาคารปฏิบัติการ  
อุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยรายละเอียดดังนี้

3.2.1 สำรวจและหาข้อมูลของเครื่องมือที่ใช้ เช่น ราคาเครื่องยนต์เบนซิน 5 แรงม้า เครื่อง  
พ่นยา และอุปกรณ์ที่มีอยู่เพื่อใช้ในการสร้างชุดอุปกรณ์

3.2.2 ทำการออกแบบชุดอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ประกอบเป็นรถตัดหญ้า

3.2.3 ทำการจัดซื้อวัสดุต่างๆ ที่ต้องใช้ เช่น เหล็กโครง ไซ้ เฟือง สายพาน มู่เลย์ น็อตและ  
สกรูต่างๆ

3.2.4 ทำการประกอบโครงรถ

3.2.5 ทำการประกอบชุดส่งกำลัง และติดตั้งบนโครงรถ

3.2.6 ทำการติดตั้งเครื่องยนต์และเพลากำลัง

3.2.7 ทำการติดตั้งระบบตัดหญ้า

3.2.8 ทำการประกอบโครงเหล็กและกระโปรงหน้า

3.2.9 ทำการพ่นสีและตกแต่งความสวยงาม

### 3.3 การคำนวณ

การคำนวณ RATIO ของรถตัดหญ้าอเนกประสงค์

ความเร็วรถตัดหญ้า (V) = 62.4 เมตร/นาที

เส้นผ่านศูนย์กลางล้อ = 24 นิ้ว

เส้นรอบวงล้อหน้าจาก  $2\pi r$  จะได้เส้นรอบวงล้อ = 1.92 เมตร

หาจำนวนรอบของล้อ

$$\begin{aligned} n &= \frac{V}{2\pi r} \\ &= \frac{62.4}{1.92} \\ &= 32.5 \text{ รอบต่อนาที} \end{aligned}$$

จากสมการ Shear stress

$$\text{Shear stress} = \frac{FOCSMX}{(LWC \times LTC)}$$

เมื่อ FOCSMX = cutting force maximum value , N/mm

LWC = width of cut , mm

LTC = actual thickness of material layer , mm

หาสมการแรงที่กระทำได้จาก

$$\begin{aligned} FOCSMX &= \text{shear stress} \times (LWC \times LTC) \\ &= 60 \times (320 \times 2) \\ &= 38.4 \text{ N/mm.} \end{aligned}$$

FOCSMX ของหญ้า Alfalfa (หญ้าทนแล้ง ใช้เป็นอาหารสัตว์) มีค่าเท่ากับ 30.6 – 42 N/mm.

(อ้างอิงจากภาคผนวก ค. หน้า 44)

นำสมการที่ได้ให้ไปหา ENCI ( cutting energy for one cut , N.m )

$$\text{จากสมการ } ENCI = 3.5 \times FOCMX \times \left[ \frac{LTS}{1000} \right]$$

เมื่อ LTS = thickness of solid material layer , mm

$$ENCI = 3.5 \times 38,400 \times \left[ \frac{2}{1000} \right]$$

$$= 268.8 \text{ N.m}$$

$$\text{จากสมการ } ENCSM = \frac{1000 \times ENCI}{(LWC \times MAAE)}$$

เมื่อ ENCSM = specific cutting energy per unit material load on countershear

LWC = width of cut , mm

MAAE = mass per unit countershear area , kg/mm<sup>2</sup>

$$ENCSM = \frac{1000 \times 268.8}{(320 \times 6.5)}$$

$$= 129.230 \frac{\text{kJ.mm}}{\text{kg}}$$

$$\text{จากสมการ } ENCS = \frac{ENCSM}{LLP}$$

เมื่อ ENCS = specific cutting energy , kJ/kg solids

= specific cutting energy per unit cut ( chopped ) mass

LLP = length of removed piece of material layer , mm

$$ENCS = \frac{129.230}{6}$$

$$= 21.538 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

จากสมการ  $POC = ENCS \times MAT$

เมื่อ  $POC = \text{power for cutting, kw}$

$MAT = \text{amount of dry matter cut per unit time, kg/s}$

$$\begin{aligned} POC &= 21,538 \times 0.013 \\ &= 279.994 \text{ kw} \end{aligned}$$

จากสมการ  $POC \times ENCSAE \times VLE \times LWD$

เมื่อ  $ENCSAE = \text{specific cutting energy per field area, kJ/m}$

$VLF = \text{forward travel velocity, m/s}$

$LWD = \text{width of cutting device, m}$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } VLF &= \frac{279.994}{(ENCSAE \times LWD)} \\ &= \frac{279.994}{(2.11 \times 320)} \\ &= 0.415 \frac{m}{s} \\ &= 24.9 \frac{m}{min} \end{aligned}$$

จากสมการ  $V = 2\pi nr$

เมื่อ  $r = \text{radius of cylinder cutter}$

$n = \text{cutting speed}$

$D = \text{diameter of cylinder cutter}$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } r &= \frac{V}{2\pi n} \\ &= \frac{1.04}{2 \times 3.14 \times 350} \\ &= 0.0154 \text{ m} \\ &= 1.54 \text{ cm} \end{aligned}$$

ปี ๑๘  
วิชา  
.๒  
ทวิภาคี  
๒๕๖๓

25

4940033

13 ส.ธ. 2549



สำนักทดสอบ

$$\begin{aligned}\text{เมื่อ } D &= 2r \\ &= 2 \times 1.54 \\ &= 3.08 \text{ cm}\end{aligned}$$

คำนวณกลับหา cutting speed ของรถตัดหญ้า

$$\begin{aligned}\text{จากสมการ } V &= 2\pi rn \\ &= 2 \times \pi \times 1.54 \times 596.690 \\ &= 57.73\end{aligned}$$

ค่า cutting speed

$$n = \frac{V}{2\pi r}$$

$$n = \frac{57.7}{2 \times 3.14 \times 0.0154}$$

$$n = 596.690 \text{ rpm}$$

ฉะนั้น cutting speed ของรถตัดหญ้าอเนกประสงค์ = 596.690 rpm

$$\text{RATIO} = \frac{\text{Cuttingspeed}}{\text{RPM}}$$

เมื่อ RPM = ความเร็วของรถตัดหญ้าอเนกประสงค์

$$\text{RATIO} = \frac{596.690}{32.5}$$

$$\text{RATIO} = \frac{18.360}{1}$$

ฉะนั้น RATIO ของรถตัดหญ้าอเนกประสงค์ คือ 18.36 : 1

### 3.4 ขั้นตอนการทดสอบ

การทดสอบรถตัดหญ้าที่ได้พัฒนานี้ จุดประสงค์เพื่อที่จะพัฒนาและทดสอบกำลังของเครื่องยนต์เบนซินขนาด 5 แรงม้าของรถตัดหญ้าแบบเดินตาม ผลการทดลองนี้ยังแสดงถึงสมรรถนะของรถตัดหญ้าอเนกประสงค์

การทดสอบที่ได้นั้นได้มีการออกแบบการทดลองให้อยู่ในความจำกัดของอุปกรณ์ที่มีในการทดลอง ทำให้ผลการทดสอบที่ได้ไม่สามารถถือเป็นมาตรฐานที่จะใช้เทียบมาตรฐานสากล การทดสอบการตัดหญ้าของรถตัดหญ้าอเนกประสงค์ มีดังนี้

1. การทดสอบหาวงเลี้ยวที่แคบที่สุด ในการหักเลี้ยวบริเวณหัวงาน
2. การทดสอบหาความเร็วในการขับเคลื่อนและในขณะทำงาน
3. การทดสอบระบบตัดหญ้า เพื่อหาอัตราการทำงาน

#### 3.2.1 การทดสอบหาวงเลี้ยว

อุปกรณ์

1. รถตัดหญ้าอเนกประสงค์
2. เทปวัดระยะ
3. ประแจถอดล้อ

วิธีการทดสอบ

1. นำรถตัดหญ้ามาวิ่งบนพื้นซีเมนต์ แล้วใช้น้ำราดทั้งสองล้อ
2. ขับรถโดยเลี้ยวขวาสุดและซ้ายสุด จะเกิดรอยล้อที่เกิดจากน้ำของล้อทั้งสอง
3. ทำการวัดระยะเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อของวงกลมวงนอก

#### 3.2.2 การทดสอบหาความเร็วในการขับเคลื่อน

อุปกรณ์

1. รถตัดหญ้าอเนกประสงค์
2. เทปวัดระยะ
3. นาฬิกาจับเวลา



### วิธีการทดสอบ

1. ทำการสนามทดสอบ (ถนนคอนกรีต) บริเวณทางตรงพื้นถนนเรียบ วัดระยะทาง 50 เมตร แล้วทำสัญลักษณ์ไว้ที่จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้าย
2. นำรถวิ่งบนพื้นเรียบ (ถนนคอนกรีต) ห่างจากจุดเริ่มต้น 25 เมตรใช้ความเร็วสูงสุดวิ่งเข้าจุดเริ่มทดสอบ ทำการจับเวลาตั้งแต่จุดแรกจนถึงจุดสุดท้ายโดยใช้ความเร็วคงที่ เมื่อพ้นจุดสุดท้าย (ระยะ 50 เมตร) เริ่มทำการทดสอบใหม่อีกครั้ง โดยทำซ้ำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย
3. ทำเช่นเดียวกับข้อที่ 1 และ 2 แต่ในสภาพพื้นหญ้าสนาม (สนามข้างอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหกรรม)
4. ทำเช่นเดียวกับข้อที่ 1 และ 2 ในสภาพพื้นหญ้าสนาม (สนามข้างอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหกรรม) โดยให้ใบตัดทำงานด้วยความเร็ว 1000 รอบต่อนาที ใช้ความเร็วรถในขณะที่ทำงานจริงตามความเหมาะสมกับสภาพพื้นหญ้าและประสิทธิภาพการตัดหญ้า

### การทดสอบระบบตัดหญ้า

#### การเตรียมการก่อนการทดสอบ

1. รถตัดหญ้าที่นำมาทดสอบจะต้องอยู่ในสภาพพร้อมที่จะทำงาน พร้อมกับผู้ปฏิบัติงานในที่นั่งผู้ขับขี่
2. แรงดันลมในล้อยางต้องเป็นไปตามขนาดที่ผู้ผลิตแนะนำ
3. น้ำมันเครื่องและจารบีต้องเต็ม อย่าปล่อยให้แห้ง
4. ตรวจสอบจุดยึดเครื่องตัดหญ้ากับตัวถัง ต้องแน่น
5. ตรวจสอบสลักยึดจุดหมุน ต้องมีครบทุกตัว
6. ชันสกรูยึดใบมีดให้แน่น
7. สายพานส่งกำลังเครื่องยนต์มาที่ Pulley ของเครื่องตัดหญ้าต้องอยู่ในสภาพเรียบร้อยไม่ตกร่อง

#### อุปกรณ์การทดสอบการตัดหญ้า

ในการทดสอบการตัดหญ้า จะต้องใช้อุปกรณ์ประกอบการทดสอบดังนี้

1. เครื่อง Tachometer สำหรับวัดความเร็วรอบ ยี่ห้อ EXTECH instrument Model: 461895
2. สายวัดเพื่อหาพื้นที่ในการตัด
3. นาฬิกาจับเวลา
4. เชือกเพื่อใช้ตีเส้นกำหนดพื้นที่การทำงาน

### วิธีการทดสอบการตัดหญ้า

1. ทำการเตรียมสนามทดสอบ เลือกสนามที่เป็นสนามเรียบ เช่นสนามข้างอาคารปฏิบัติการ วิศวกรรมอุตสาหกรรม ต้นหญ้ามีความยาวพอสมควร โดยใช้เทปวัดระยะ เพื่อกำหนดพื้นที่การทำงาน โดยใช้เชือกตีกรอบล้อมพื้นที่ทำงานไว้
2. ตัดชุดตัดหญ้ากับรถตัดหญ้า ให้อยู่ในลักษณะพร้อมใช้งาน
3. ทำการตัดหญ้าในพื้นที่ที่กำหนดไว้โดยเริ่มตัดหญ้าตั้งแต่ขอบนอกของพื้นที่ที่กำหนดไว้แล้ววิ่งไปตามขอบ โดยวนด้านขวา ตัดหญ้าให้สั้นและมีความเรียบ โดยตัดให้เส้นทางเหลื่อมทับกันเล็กน้อย หรือทำการตัดซ้ำในพื้นที่ที่ตัดหญ้า ไม่เรียบหรือไม่สั้นพอ พร้อมทั้งจับเวลาและวัดความเร็วรอบที่ใช้
4. เมื่อตัดหญ้าเสร็จตามพื้นที่ที่กำหนด บันทึกค่าต่างๆ ลงในตารางบันทึกผลแล้วนำไปคำนวณต่อไป

### การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

$$\text{อัตราการผลิต} = \frac{\text{พื้นที่ในการตัด (ไร่)}}{\text{เวลาในการตัด (ชั่วโมง)}}$$