

### บทที่ 3

#### วิธีการดำเนินโครงการ

##### 3.1 การออกแบบแทรกเตอร์

การประยุกต์ระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามสำหรับการพัฒนาแทรกเตอร์ 4 ล้อ ขนาดเล็ก ในโครงการนี้ได้ปรับปรุงห้องเกียร์ของรถไถเดินตามให้ล้อด้านซ้ายและขวาสามารถหมุนอย่างเป็นอิสระต่อกัน ออกแบบรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก ออกแบบโครงสร้างชุดบังคับเลี้ยว ออกแบบตัวถังเพื่อวางเครื่องยนต์นอนกประสงค์และสามารถต่อเข้ากับห้องเกียร์ของรถไถเดินตามด้วยการยึดน็อต และใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงของรถไถเดินตาม เพื่อให้ยังคงลักษณะการใช้งานให้คล้ายกับรถไถเดินตามให้มากที่สุด แต่จะเปลี่ยนตำแหน่งการวางส่วนประกอบต่างๆขึ้นมาใหม่ ผู้สร้างยังได้พัฒนาชุดโครงสร้าง หน้า ชุดโครงสร้างหลัง และระบบส่งกำลังขึ้นมา เพื่อให้เหมาะสมกับตำแหน่งในการใช้งาน โดยอุปกรณ์ที่ทำการออกแบบขึ้นมานี้จะประกอบเข้ากับโครงรถไถเดินตาม โครงการนี้จึงเป็นประโยชน์สำหรับเป็นต้นแบบในการประยุกต์ระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามสำหรับการพัฒนาแทรกเตอร์ 4 ล้อ ขนาดเล็กโดยขั้นตอนในการออกแบบมีดังนี้

- (1) ศึกษาและวิเคราะห์ถึงความต้องการของรูปแบบ ลักษณะจำเพาะ และรายละเอียดของรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก เพื่อให้ทราบถึงลักษณะของรถแทรกเตอร์ที่จะสร้าง ซึ่งจากการศึกษาและวิเคราะห์ทำให้ทราบว่า รถแทรกเตอร์ขนาดเล็กที่จะสร้างมีลักษณะใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลังจากเครื่องยนต์ส่งกำลังมายังชุดเกียร์ไปยังชุดดุมล้อหลัง จึงทำให้เกิดการขับเคลื่อนไปข้างหน้าหรือถอยหลังก็ได้ ตามแต่การใช้เกียร์
- (2) รวบรวมองค์ความรู้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาสร้างรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก ซึ่งได้แก่ ทฤษฎีการหาจุดศูนย์ถ่วงของรถแทรกเตอร์ ทฤษฎีการหารัศมีของวงเลี้ยว และทฤษฎีโครงสร้างและความแข็งแรงของชิ้นส่วน เป็นต้น
- (3) สร้างและกำหนดลักษณะจำเพาะของรถแทรกเตอร์ว่ากำหนดให้มีความกว้างความยาว ความสูงจากพื้นเท่าใดโดยยึดถือข้อมูลศึกษาขั้นต้นเป็นหลัก

### 3.1.1 วิธีการออกแบบรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

รูปร่างของรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กที่ออกแบบทำการออกแบบโดยอาศัยการรวบรวมขนาดความกว้าง ความยาวความสูงของรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กที่มีแรงม้าเท่ากันมาทำการอ้างอิงประกอบการพิจารณารูปร่างขนาดความเหมาะสม การใช้งาน

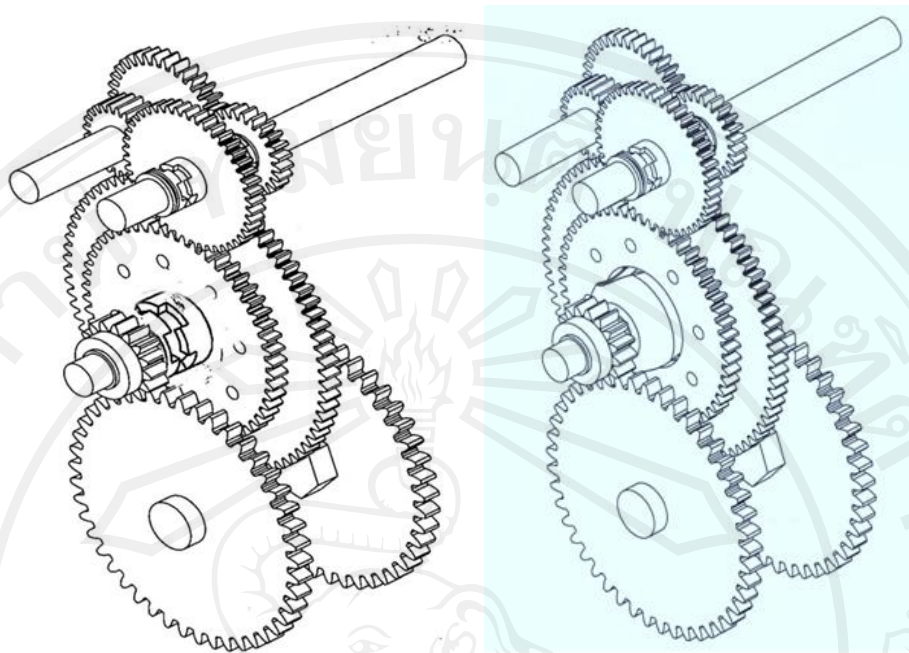
จากการศึกษารูปแบบรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กที่ปรับปรุงจากรถไถเดินตาม สิ่งแรกที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบคือ ชุดโครงสร้างด้านหน้ายึดติดกับโครงสร้างด้านหลังที่ประกอบกับชุดเกียร์รถไถเดินตามและชุดคานหน้าเนื่องจากรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กมีน้ำหนักในตัวของมันเองพอสมควรทั้งน้ำหนักชุดเกียร์ และน้ำหนักชุดเครื่องต้นกำลัง ดังนั้นในการออกแบบจะต้องคำนึงถึงแรงกระทำกับโครงสร้าง โดยการออกแบบจะต้องออกแบบให้โครงสร้างนี้รับแรงภาระน้ำหนักน้อยที่สุด และเกิดความเสียหายกับชิ้นงานน้อยที่สุด

ตารางที่ 3.1 แสดงสัดส่วน (Dimension) ของรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กที่ผลิตในประเทศ

| สัดส่วนรถแทรกเตอร์<br>ขนาด 8 ถึง 14 แรงม้า     | คูโบต้า<br>KRT 140 | ทะเลทอง<br>GS1500 | จ.เจริญชัย<br>เจซีที | อยุธยา<br>แทรกเตอร์ | รถไถเดินตาม<br>เกษตร 72 |
|------------------------------------------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|
| ความกว้างตัวรถ (มม.)                           | 1090               | 850-1000          | 1050                 | 1000                | 1000-1300               |
| ความยาวตัวรถระหว่าง<br>ล้อหน้าถึงล้อหลัง (มม.) | 1450               | 1500              | 1450                 | 1440                | -                       |
| ความยาวตัวรถทั้งหมด                            | 2450               | 2900              | 2780                 | 2655                | 3200                    |
| ความสูงใต้ท้องรถ (มม.)                         | 283                | 300               | 320                  | 300                 | 300                     |
| ความสูงจากพื้นถึงพวง<br>มาลัย(คันบังคับ) (มม.) | 1300               | 1200              | 1600                 | 1600                | 1200                    |

### 3.2 ปรับปรุงชุดเกียร์โครงสร้างและระบบส่งกำลัง

ทำการปรับปรุงชุดเกียร์เพื่อสามารถประกอบชุดเฟืองท้ายเข้าไปในห้องเกียร์ของรถไถเดินตาม โดยทำการออกแบบ และทำการขึ้นรูปโดยการ กลึง, กัด, ไส เฟืองเกียร์เดิม และขึ้นรูปชุดเฟืองท้ายสร้างชิ้นส่วนเพิ่มเติมให้สามารถประกอบให้ประกอบเข้ากันได้และใส่ในห้องเกียร์ได้



รูปที่ 3.1 ชุดเกียร์ที่ทำการปรับปรุง



รูปที่ 3.2 ชุดเฟืองท้ายที่ประกอบเข้ากับเกียร์

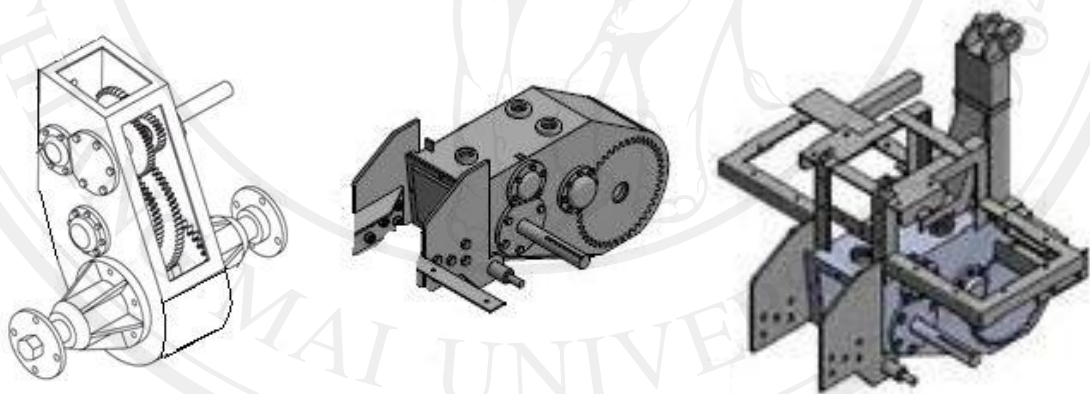
### 3.2.1 การออกแบบโครงสร้างของรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

การออกแบบผู้ออกแบบได้ทำการศึกษาลักษณะและขนาดของโครงสร้างของชุดเกียร์รถไถเดินตามเพื่อทำการกำหนดรูปร่างของโครงสร้างเพื่อต่อเติมจากชุดเกียร์รถไถเดินตานั้น โครงสร้างที่พัฒนาขึ้นจึงมีหน้าที่ รองรับน้ำหนักของเครื่องยนต์และชิ้นส่วนด้านบนตัวรถโดยแท่นเครื่องเลือกใช้เหล็กทรงรูปตัว C channel หน้า 75 mm ยาว 25 mm จำนวน 2 เส้น และเหล็กทรงรูปตัว ซี หน้า 120 มิลลิเมตร ยาว 1400 mm จำนวน 2 เส้น เพื่อเป็นแท่นเครื่องและติดกับชุดเกียร์รถไถ 72 แล้ว การยึดน็อต M 21×1.25 เชื่อมติดกับคานหน้าติดกับโครงยาว 400 mm เชื่อมคานหน้าเครื่องยนต์เพื่อ

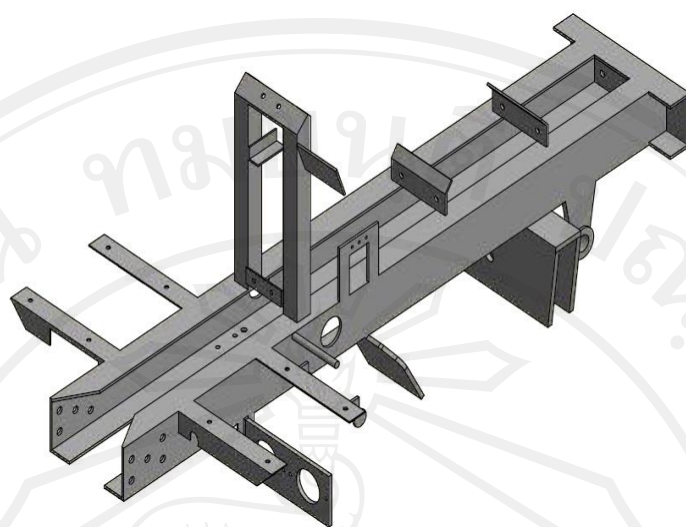
รับกระบอกสูบไฮดรอลิกหนา 75 mm ยาว 30 mm เชื่อมที่ว่างเท้า ใช้เหล็กฉาก 32 mm จำนวน 4 เส้น เพื่อยึดน็อตติดกับแผนวางเท้าดังนั้นจึงได้ผลสรุปของการออกแบบดังรูป

3.2.1.1 การออกแบบโครงสร้างส่วนหน้าค้ำน้ำหนักของโครงสร้างที่ต่อยึดเข้ากับชุด เกียร์รถไถเดินตามจึงได้ออกแบบเป็นคานคู่ขนาด 180 x 120 x 1400 mm แล้วยึดติดกับชุดเกียร์รถไถเดินตาม โดยการใช้น็อต M21 x 1.75 จำนวน 10 ตัว เป็นตัวยึดโครงสร้างชุดเกียร์รถไถเดินตาม ส่วนหน้าออกแบบเป็นแผ่นตัวยูเพื่อรองรับคานแข็งแรงแบบอิสระสามารถใช้งานได้เหมือนแทรกเตอร์ทั่วไป

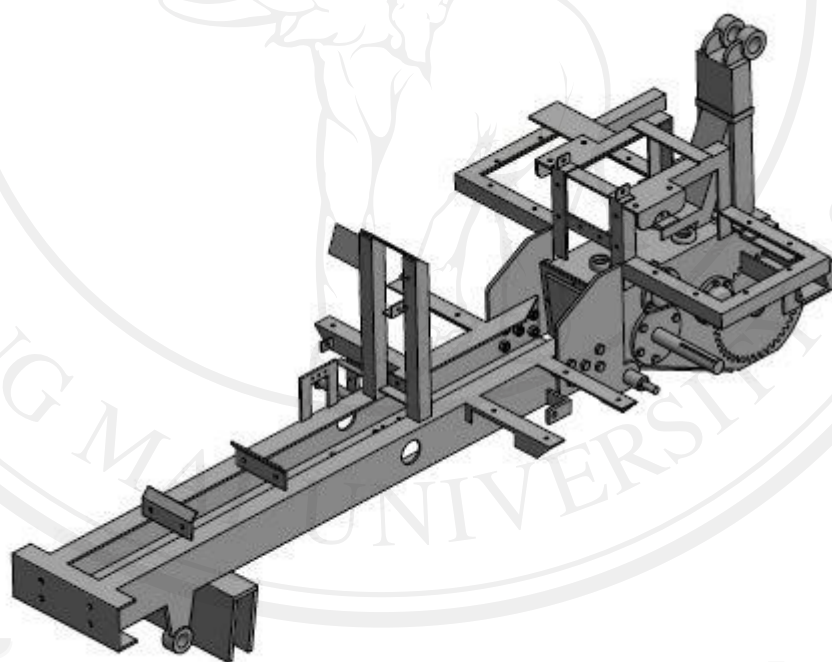
3.2.1.2 การออกแบบโครงสร้างส่วนหลังเพื่อจับยึดห้องเกียร์รถไถเดินตาม ในการออกแบบต้องคำนึงถึงการรับน้ำหนักของชิ้นส่วนที่จะยึดติดกับโครงสร้างด้านหลัง เช่น ยึดติดกับเบาะรองนั่ง, ยึดอุปกรณ์เบรก, บังโคลน ต้องออกแบบให้มีความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งาน และคำนึงถึงวัสดุที่หาง่ายในท้องตลาดโดยเลือกใช้เหล็กรูปพรรณมาทำการเชื่อมและยึดด้วยน็อตเพื่อทำเป็นโครงสร้างประกอบกับห้องเกียร์รถไถเดินตามได้อย่างแข็งแรงและสามารถถอดประกอบและซ่อมบำรุงได้



รูปที่ 3.3 เกียร์ของรถไถเดินตามที่นำมาประกอบเป็นแทรกเตอร์ขนาดเล็ก



รูปที่ 3.4 โครงสร้างด้านหน้า



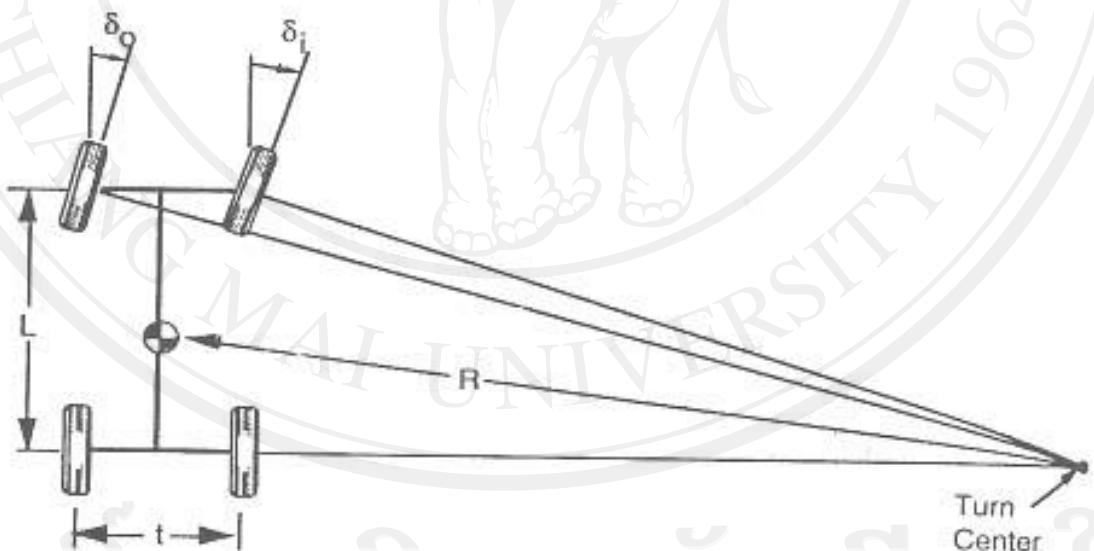
รูปที่ 3.5 โครงสร้างรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

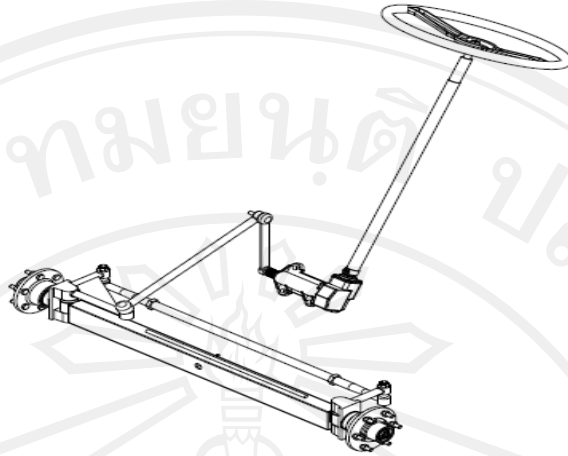
### 3.2.2 การออกแบบระบบบังคับเลี้ยว

ระบบเลี้ยว หน้าที่ของระบบบังคับเลี้ยวคือเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่จากพวงมาลัยในแนวรัศมีไปเป็นการเคลื่อนที่ในแนวระนาบของคันชักคันส่งเพื่อเปลี่ยนทิศทางการเลี้ยวของล้อ นอกจากนี้ระบบเลี้ยวจะมีการทดแรงให้มีการได้เปรียบเชิงกลเพื่อให้คนขับไม่ต้องออกแรงมากผู้ออกแบบได้ออกแบบระบบบังคับเลี้ยวขึ้นมาใหม่โดยอาศัยรูปแบบที่ใช้กับรถแทรกเตอร์ทั่วไปและใช้อุปกรณ์ชุดเดิมจากรถยนต์ทั่วไปแต่ต้องพัฒนาเพิ่มขึ้นเพื่อให้สามารถนำมาประกอบและใช้งานกับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กที่จะสร้างได้ สาเหตุที่เลือกอุปกรณ์บังคับเลี้ยวชนิดนี้เพราะสามารถติดตั้งง่ายมีการตอบสนองการควบคุมที่ดีมีอุปกรณ์การค่อน้อยขึ้น และยังช่วยทำให้วงเลี้ยวมีระยะรัศมีที่แคบลงเหมาะกับการใช้งาน สำหรับส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบบังคับเลี้ยวแบบนี้ประกอบด้วย

- (1) พวงมาลัย(Steering Wheel)
- (2) แกนพวงมาลัย(Steering Shaft)
- (3) เฟืองพวงมาลัย(Steering Gear)
- (4) คันชักคันส่ง(Linkage Element)



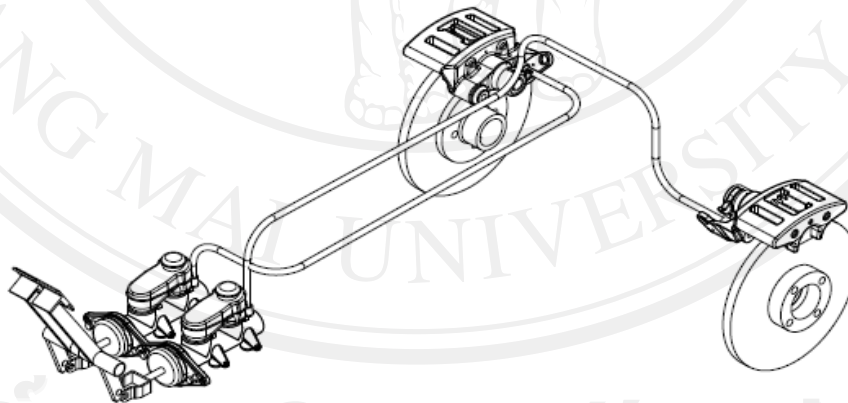
รูปที่ 3.6 แสดงมุมล้อและมุมเลี้ยว



รูปที่ 3.7 ระบบบังคับเลี้ยวแบบแกนแข็ง

### 3.2.3 การออกแบบระบบเบรก

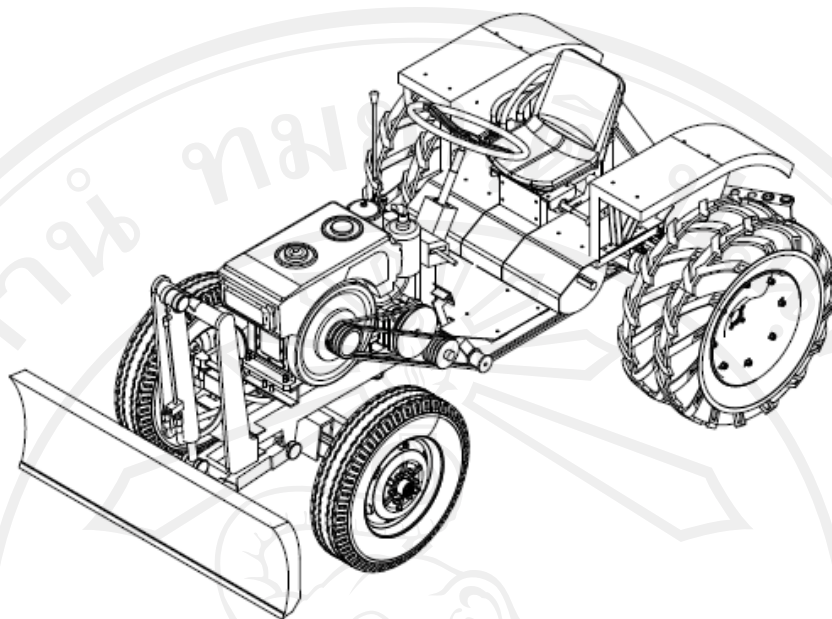
ผู้ออกแบบได้ออกแบบระบบเบรกโดยคำนึงถึงการใช้งานของรถแทรกเตอร์ ซึ่งเบรกที่ใช้ในรถคันนี้ได้ออกแบบเป็น 2 ลักษณะคือ 1 เบรกที่ใช้ชะลอลดความเร็วของรถเป็นเบรกแบบจานแยกล้อซ้าย-ล้อขวา 2 เบรกที่ใช้จอดรถเบรกชนิดนี้จะเป็นเบรกที่ใช้หยดเฟลาส่งกำลังให้เปลี่ยนเกียร์ได้ ซึ่งเป็นเบรกพร้อมคลัตช์ชุดเดิมที่ติดมากับรถไถเดินตาม



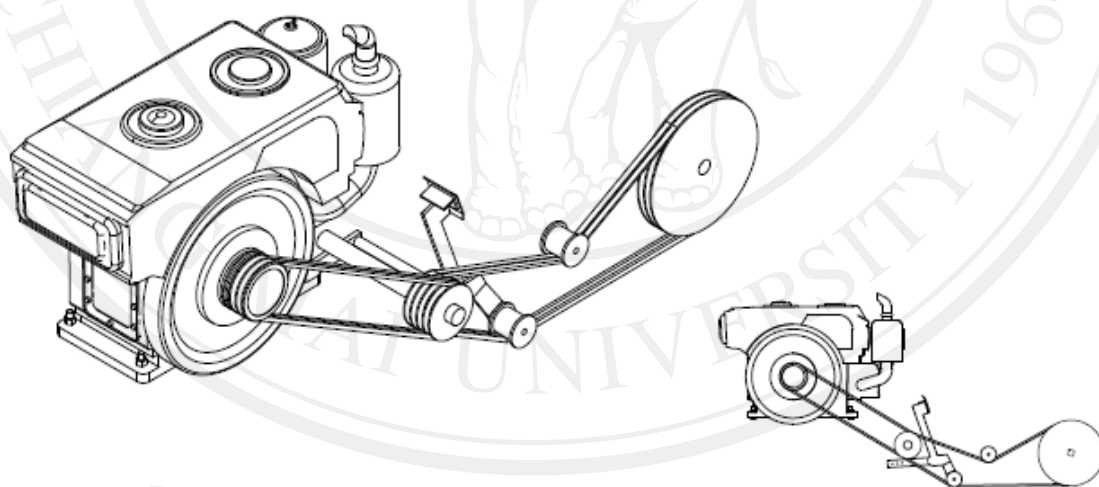
รูปที่ 3.8 ระบบเบรกหลักของรถแทรกเตอร์สี่ล้อขนาดเล็ก

### 3.3 การประกอบรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

เมื่อนำส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ทำการออกแบบขึ้นต้นมาประกอบเป็นรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กจะมีรูปร่างและขนาดดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 รถแทรกเตอร์ที่ทำการออกแบบ



รูปที่ 3.10 ระบบเบรกพร้อมคลัตช์ของรถแทรกเตอร์สี่ล้อขนาดเล็ก

### 3.4 วิธีการทดสอบรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก ทำการทดสอบตามหัวข้อดังต่อไปนี้

(3.4.1) ทำการหาจุดศูนย์ถ่วงของรถแทรกเตอร์

(3.4.2) ทำการหามุมพลิกค้ำของรถแทรกเตอร์

(3.4.3) ทำการหาวงเลี้ยวของรถแทรกเตอร์

3.4.4) ทำการหาระยะเบรกของรถแทรกเตอร์

(3.4.5) ทำการหาแรงฉุดลากรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

(3.4.6) ทำการหาประสิทธิภาพการทำงานในพื้นที่ของรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

3.4.1 ทำการหาจุดศูนย์กลางถ่วงของรถแทรกเตอร์โดยวัดขนาดรถแทรกเตอร์ตามระยะต่างๆ และทำการชั่งเอียงเพื่อหามุมวิกฤตในการพลิกคว่ำโดยทำการหาดังนี้

(1) ทำการวัดระยะความยาวระหว่างล้อหน้ากับล้อหลัง(wheel base)

(2) ทำการวัดระยะความกว้างของล้อหน้าและล้อหลัง (Tread)

(3) ทำการชั่งเอียงเพื่อหามุมวิกฤตของล้อหน้าและมุมวิกฤตของล้อหลัง

3.4.2 ทำการหาน้ำหนักของรถแทรกเตอร์จากเครื่องชั่งน้ำหนักโดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) ทำการชั่งน้ำหนักทั้งหมดของตัวรถแทรกเตอร์

(2) ทำการชั่งน้ำหนักที่ลงที่ล้อหน้าขณะรถแทรกเตอร์อยู่ในแนวระดับ

(3) ทำการชั่งน้ำหนักที่ลงที่ล้อหลังขณะรถแทรกเตอร์อยู่ในแนวระดับ

(4) ทำการชั่งน้ำหนักที่ลงที่ล้อหน้าขณะรถแทรกเตอร์อยู่ในแนวระนาบเอียง30 องศา

(5) ทำการชั่งน้ำหนักที่ลงที่ล้อหลังขณะรถแทรกเตอร์อยู่ในแนวระนาบเอียง30 องศา

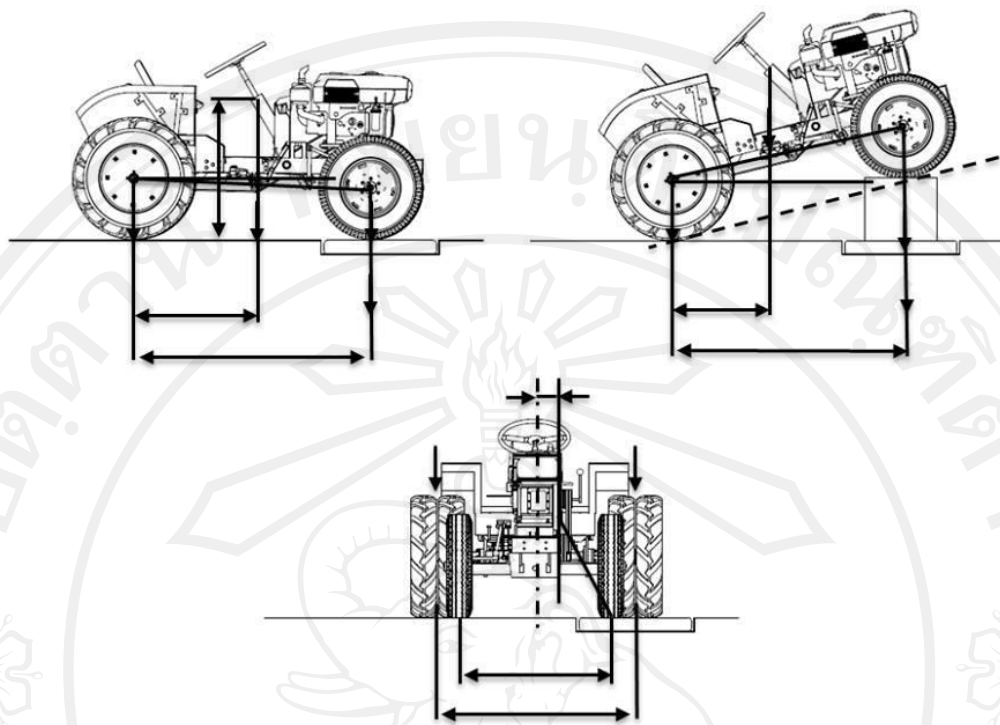
(6) ทำการชั่งน้ำหนักน้ำหนักรถบนล้อด้านซ้ายของรถแทรกเตอร์

(7) ทำการชั่งน้ำหนักน้ำหนักรถบนล้อด้านขวาของรถแทรกเตอร์

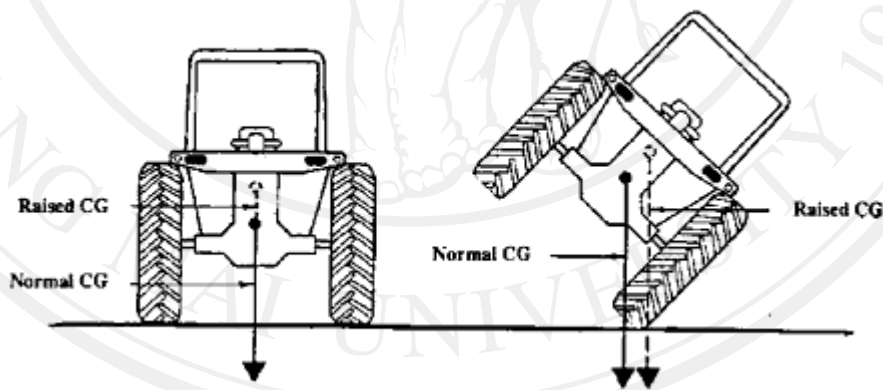
(8) ทำการชั่งน้ำหนักน้ำหนักรถบนล้อด้านซ้ายขณะรถแทรกเตอร์อยู่ในแนวระนาบเอียง30 องศา

(9) ทำการชั่งน้ำหนักน้ำหนักรถบนล้อด้านขวาขณะรถแทรกเตอร์อยู่ในแนวระนาบเอียง30 องศา

(10) นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาตำแหน่งของจุดศูนย์กลางถ่วงและมุมพลิกคว่ำของรถแทรกเตอร์ดังรูป 3.10และ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงการชั่งน้ำหนักรถหาจุดศูนย์ถ่วง

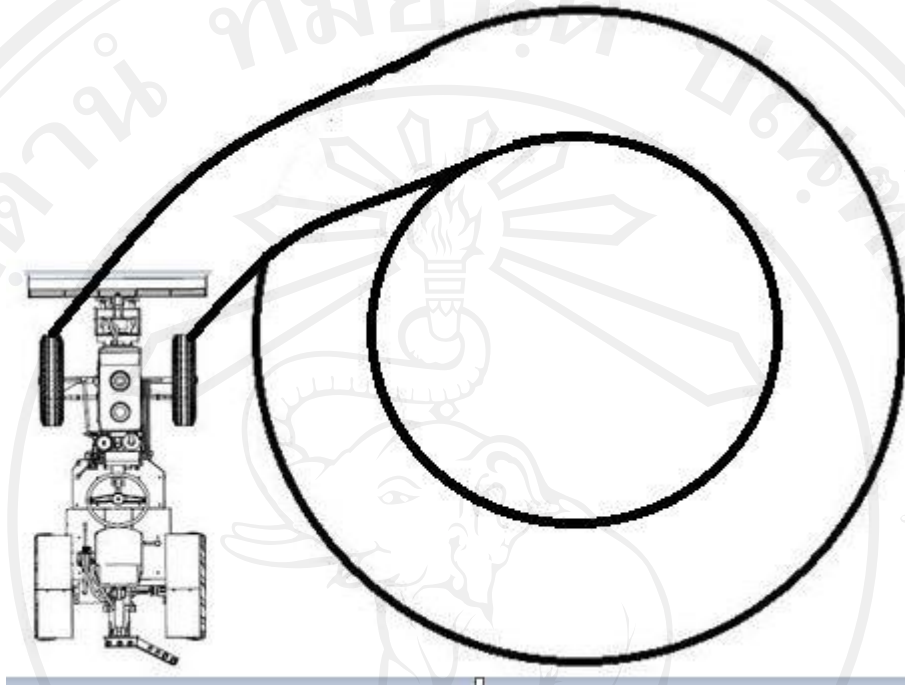


รูปที่ 3.12 แสดงจุด CG และมุมวิกฤตพลิกคว่ำ

#### 3.4.3 การหาความสามารถในการเลี้ยวรถแทรกเตอร์

ตรวจสอบระยะห่างระหว่างช่วงล้อหน้าและช่วงล้อหลัง และ ระยะห่างระหว่างเพลาหน้าจนถึงเพลาหลัง ขับรถแทรกเตอร์ด้วยความเร็วประมาณ 2 กม./ชม. บนพื้นซีเมนต์และพื้นดิน เลี้ยวรถเป็นวงกลม 360 องศา ให้แคบที่สุดโดยไม่ใช้เบรกบันทึกเส้นผ่านศูนย์กลางการเลี้ยว

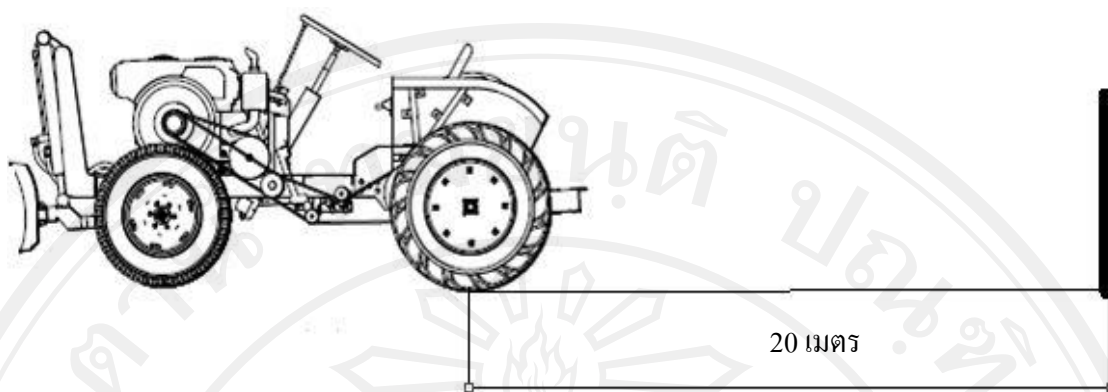
แถบที่สุดและเส้นผ่านกลาง แถบที่สุดของส่วนที่ยื่นออกมานอกที่สุดจำนวน 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย แล้วจึงทำการบันทึกค่า



รูปที่ 3.13 แสดงวงเลี้ยวของรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

#### 3.4.4 การหาสมรรถนะของระบบเบรกรถแทรกเตอร์

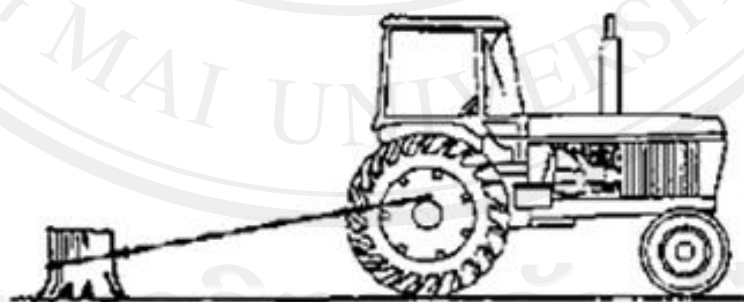
เลือกบริเวณที่จะทำการทดสอบให้มีบริเวณที่กว้างพอสมควรเมื่อได้พื้นที่ที่จะทำการทดลองแล้วจึงทำเครื่องหมายหรือปักหลักเล็งจุดเริ่มต้นเบรก ขับรถแทรกเตอร์ด้วยความเร็วสูงสุดในเกียร์ 1 บนพื้นซีเมนต์หรือยางมะตอย และพื้นดิน ขับรถแทรกเตอร์ด้วยความเร็วสูงสุดในเกียร์ 2 บนพื้นซีเมนต์หรือยางมะตอย และพื้นดิน แล้วบันทึกค่าลงในตารางเมื่อได้ค่าความเร็วสุดท้ายก่อนเบรกจึงทำการคำนวณหาอัตราการหยุดของรถแทรกเตอร์ ทั้งพื้นคอนกรีตและพื้นดิน



รูปที่ 3.14 แสดงวงเลี้ยวของรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

#### 3.4.5 การหาสมรรถนะการฉุดลากของรถแทรกเตอร์

เลือกพื้นที่ที่จะใช้ในการทดสอบ คือพื้นคอนกรีตหรือพื้นลาดยางและพื้นดิน ติดตั้งโหลดเซลล์ขนาด 5 kN โดยใช้ลวดสลิงยึดติดกับตัวรถแทรกเตอร์และอีกด้านหนึ่งยึดติดกับต้นไม้หรือเสาที่มีความแข็งแรงพอสมควรเลือกเกียร์ที่เหมาะสมในการทดสอบโดยการทดสอบครั้งนี้จะใช้ เกียร์ 1 ในการทดสอบทำการเซตอุปกรณ์ในการวัดค่าต่างๆเริ่มทำการทดสอบโดยการเร่งเครื่องยนต์จนสุดให้ล้อหลังเกิดอาการหมุนฟรีไปได้ในระยะเวลาหนึ่งอ่านค่าที่ได้จากเครื่องประมวลผลการวัด โดยผ่านอุปกรณ์โหลดเซลล์บันทึกค่าที่ได้จากการทดสอบแล้วนำไปเขียนกราฟนำค่าต่างๆที่ได้ลงในตารางทดสอบ เปรียบเทียบกันและเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงฉุดลากกับพื้นที่ในรูปแบบต่างๆดังรูป 3.14 และ 3.15



รูปที่ 3.15 แสดงการทดสอบสมรรถนะการฉุดลากของรถแทรกเตอร์

ที่มา: [www.fao.org](http://www.fao.org)