



การเท่านั้น ไม่มีการทดลองภาคสนาม จึงเป็นการจำลองลักษณะของภาระที่เพลาล้อรถไถเดินตาม อันเนื่องมาจากการต่อพ่วงด้วยอุปกรณ์การเกษตรทั้ง 3 ชนิด ดังกล่าว โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

#### 4.1 รถพ่วง (Trailer)

ปัจจุบันความต้องการรถพ่วงของเกษตรกรมีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องมาจากการใช้รถไถเดินตามลากรถพ่วงขนส่งเมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย อุปกรณ์และเครื่องมือไปใช้ในพื้นที่เกษตรกรรม และการขนส่งผลผลิตการเกษตรจากพื้นที่เกษตรกรรมไปเก็บในยุ้งฉางเพื่อรอการจำหน่ายนั้น ทำได้สะดวกและประหยัด ทั้งนี้เพราะว่าปกติเกษตรกรจะมีรถไถเดินตามใช้กันอยู่แล้ว

รถพ่วงที่ใช้กับรถไถเดินตามมีลักษณะคล้ายกับเกวียนที่ใช้เทียมวัวหรือควายเพื่อบรรทุกสิ่งของ ดังนั้นจึงเป็นที่เข้าใจว่า รถพ่วงน่าจะพัฒนามาจากเกวียน โดยการปรับปรุงเพิ่มเติมให้เหมาะสมกับดินกำลังที่ใช้ลาก ลักษณะที่แตกต่างกันระหว่างรถพ่วงและเกวียน ก็คือ ล้อรถพ่วงเป็นล้อบางส่วนล้อเกวียนเป็นล้อไม้ รถพ่วงมีเบรกแต่เกวียนไม่มีเบรก และรถพ่วงอาจจะมีแหนบแต่เกวียนจะไม่มีแหนบ เป็นต้น

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่ใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับรถไถเดินตามและรถพ่วง ซึ่งจะใช้หลักทั่วไปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของรถยนต์ แต่ทว่าการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามและรถพ่วงนั้นมีความแตกต่างตรงที่อาศัยกำลังขับเคลื่อนจากรถไถเดินตามซึ่งอยู่ด้านหน้า และการบังคับเลี้ยวจากรถไถเดินตามจะทำให้เกิดมุมขึ้นระหว่างแนวแกนของรถไถเดินตามและรถพ่วงในขณะเลี้ยวด้วย การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรถไถเดินตามและรถพ่วง จะต้องพิจารณาในหลายกรณี เช่น การเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามและรถพ่วง การรักษาเสถียรภาพของรถไถเดินตามและรถพ่วง การหาสัมประสิทธิ์ความต้านทานการหมุนของล้อ การเลี้ยวโค้งของรถไถเดินตามและรถพ่วง และการคำนวณเกี่ยวกับการเบรก เป็นต้น ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะกล่าวถึงเฉพาะ การเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามและรถพ่วงในส่วนของ การหาขนาดกำลังเครื่องยนต์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนเท่านั้น โดยมีรายละเอียด ดังนี้

##### 4.1.1 การหา กำลังเครื่องยนต์ที่ใช้ในการขับเคลื่อน

- กำหนด
1. ความเร็วที่ใช้ในการขับเคลื่อน 15 – 18 km/hr
  2. ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ 80–85%
  3. ก้านต่อ (hitch) เป็น two – force member



พิจารณาตัวรถและล้อ  
ในแนวแกน x

$$\Sigma F_x = 0; \quad P - Z_2 = \frac{(W_2 + W_B)a}{g} \quad (4.1)$$

ในแนวแกน y

$$\Sigma F_y = 0; \quad R_2 = W_2 + W_B \quad (4.2)$$

จัดรูปสมการที่ (4.1) จะได้

$$P = \frac{(W_2 + W_B)a}{g} + Z_2 \quad (4.3)$$

พิจารณาที่ล้อ

จาก  $M_o = I\alpha$  เมื่อ  $I =$  โมเมนต์ความเฉื่อยของล้อ จะได้ว่า

$$Z_2 b_2 - R_2 e_2 = I\alpha$$

$$Z_2 = \frac{I\alpha + R_2 e_2}{b_2} = \frac{I\alpha + (W_2 + W_B)e_2}{b_2}$$

แทนค่าในสมการที่ (4.3) จะได้

$$P = \frac{(W_2 + W_B)a}{g} + \frac{I\alpha}{b_2} + \frac{(W_2 + W_B)e_2}{b_2}$$

$$P = \frac{W_2 + W_B}{g} \left[ a + \frac{ge_2}{b_2} \right] + \frac{I\alpha}{b_2} \quad (4.4)$$

พิจารณาที่ตัวรถพ่วง

$$\Sigma M_o = 0; \quad P(c - b_2) = -W_2 a_2$$

$$-P = \frac{W_2 a_2}{(c - b_2)} \quad (4.5)$$

แก้สมการที่ (4.4) และ (4.5) เพื่อหาค่า  $e_2$  ได้

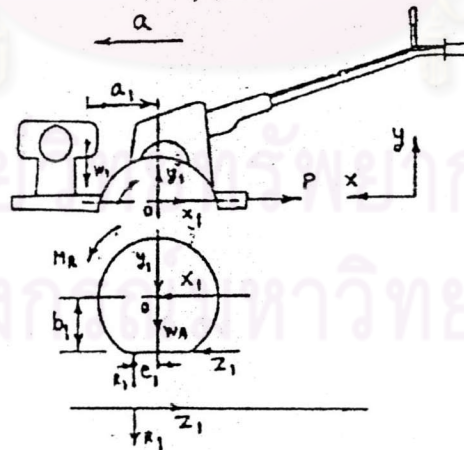
$$e_2 = \frac{b_2}{g} \left[ \frac{\frac{W_2 a_2}{(c - b_2)} - \frac{I\alpha}{b_2}}{\frac{W_2 + W_B}{g}} - a \right]$$

$$e_2 = \frac{b_2}{W_2 + W_B} \left[ \frac{W_2 a_2}{(c - b_2)} - \frac{I\alpha}{b_2} - a(W_2 + W_B) \right] \quad (4.6)$$

พิจารณาฝั่งวัตถุอิสระของรถไถเดินตาม  
กำหนดให้การขับเคลื่อนนั้นไม่เกิดการลื่นไถล

ดังนั้น  $z_{1, \max} = \mu_h R_1$

เมื่อ  $\mu_h = \text{สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิต} = \mu_1$



รูปที่ 4.4 ฝั่งวัตถุอิสระของรถไถเดินตาม [9]

พิจารณาทัวร์รถไถเดินตาม

$$\Sigma M_o = 0; \quad M_R - P(c - b_1) - W_1 a_1 = 0$$

$$M_R = W_1 a_1 + P(c - b_1) \quad (4.7)$$

พิจารณาที่ล้อ

$$\Sigma M_o = I\alpha; \quad M_R - R_1 e_1 - \mu R_1 b_1 = I\alpha$$

$$M_R = I\alpha + R_1(e_1 + \mu b_1) \quad (4.8)$$

พิจารณาที่ตัวรถไถเดินตามและล้อ

$$\Sigma F_y = 0; \quad W_1 + W_A = R_1$$

ดังนั้นจะได้

$$M_R = I\alpha + (W_1 + W_A)(e_1 + \mu b_1) \quad (4.9)$$

แก้สมการที่ (4.7) และ (4.9) จะได้

$$e_1 = \frac{W_1 a_1 + P(c - b_1) - I\alpha - \mu b_1}{W_1 + W_A} \quad (4.10)$$

จากสมการที่ (4.7) แทนค่า P ด้วยสมการที่ (4.4) จะได้

$$M_R = W_1 a_1 + (c - b_1) \left[ \left( \frac{W_2 + W_B}{g} \right) \left( a + \frac{g e_2}{b} \right) + \frac{I\alpha}{b} \right] \quad (4.11)$$

เป็นค่าโมเมนต์ที่กระทำที่เพลาล้อที่ใช้ในการขับเคลื่อน

จาก                    แรงบิดที่เพลาล้อ                    =                    โมเมนต์ที่กระทำที่เพลาล้อ

$$T_a = M_R = m_G \eta T_e$$

ดังนั้น 
$$T_e = \frac{M_R}{m_G \eta} \quad (4.12)$$

จากสมการกำลังเครื่องยนต์  $P_e = \frac{2\pi N_e T_e}{60}$   
แทนด้วยสมการที่ (4.12) จะได้กำลังเครื่องยนต์ที่ใช้ในการขับเคลื่อน

$$P_e = \frac{2\pi N_e \cdot M_R}{60 m_G \eta}$$

$$P_e = \frac{M_R N_e}{9.55 m_G \eta} \quad (4.13)$$

โดย	$P_a$	=	กำลังที่เพลาล้อรถไถเดินตาม (W)
	$P_e$	=	กำลังของเครื่องยนต์ (W)
	$\eta$	=	ประสิทธิภาพการส่งกำลังจากเครื่องยนต์ถึงเพลาล้อ
	$T_e$	=	แรงบิดของเครื่องยนต์ (N-m)
	$T_a$	=	แรงบิดที่เพลาล้อรถไถเดินตาม (N-m)
	$m_G$	=	อัตราทดเฟืองทั้งระบบ
	$N_e$	=	ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (rpm)

กำลังที่เพลาล้อของรถไถเดินตาม

$$P_a = \eta P_e \quad \text{แทนค่าจากสมการ (4.13) จะได้}$$

$$P_a = \frac{M_R N_e}{9.55 m_G} \quad (4.14)$$

$$= RV$$

โดย  $R$  = ความต้านทานการเคลื่อนที่รวม (N) แบ่งได้ 3 ชนิด คือ

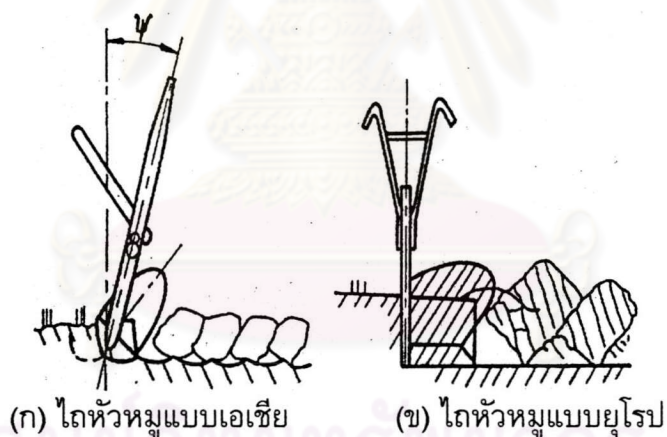
1. ความต้านทานของอากาศ (Air resistance)
2. ความต้านทานการหมุน (Rolling resistance)
3. ความต้านทานของทางชัน (Grade resistance)

$V =$  ความเร็วของรถไถเดินตาม (m/s)

ลักษณะทางกลศาสตร์ของรถไถเดินตามลากรถพ่วงนั้น เมื่อพิจารณาที่ล้อทั้งสองข้างของรถไถเดินตาม จะพบว่า น้ำหนักของรถไถเดินตามที่กระจายลงสู่ล้อจะมีค่าเท่าๆ กัน แรงที่ใช้ในการลากรถพ่วงจะเท่ากับแรงจุดลากสุทธิ โดยที่แรงจุดลากสุทธินี้จะขึ้นกับแรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำกับล้อหรือน้ำหนักของรถไถเดินตาม และจะมีขนาดประมาณ 0.7-0.8 เท่าของน้ำหนักพลวัตที่เปอร์เซ็นต์การลื่นของล้ออยู่ในช่วง 15-20 % ในกรณีของล้อยางบนพื้นแข็ง จากที่กล่าวมาทั้งหมดจะได้ว่า แรงบิดที่เพลาล้อจะมีขนาดเท่าๆ กันทั้งสองข้าง และขึ้นกับน้ำหนักของรถไถเดินตาม

#### 4.2 ไถหัวหมู (Moldboard plow)

ไถหัวหมูเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมดินครั้งแรก มีหน้าที่ในการไถพลิกดินซึ่งดินที่ได้รับการไถจะมีขนาดก้อนใหญ่ หลังจากดินถูกตัดและแฉะแล้วจะถูกพลิกกลับพร้อมกับวัชพืชต่างๆ นอกจากมีประโยชน์ในการทำลายวัชพืชไปในตัวแล้วนั้นยังทำให้ดินร่วนซุยขึ้น ทำให้น้ำและอากาศแทรกตัวลงไปใต้ดินได้มากขึ้น



รูปที่ 4.5 ลักษณะผาลของไถหัวหมูแบบเอเชียและยุโรป [1]

ไถหัวหมูที่ใช้กับรถไถเดินตามนั้นจะมีทั้งแบบเอเชียและยุโรป โดยที่ไถหัวหมูแบบเอเชีย (Asian moldboard plow) จะมีลักษณะรูปร่างต่างจากไถหัวหมูแบบยุโรป (European moldboard plow) โดยเฉพาะลักษณะรูปร่างของผาล (Share) คือ ผาลของไถหัวหมูแบบเอเชียจะมีลักษณะคล้ายรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วผิวโค้ง ซึ่งมีด้านประกอบมุมยอดเป็นขอบตัดดิน จึงทำให้ในขณะที่ไถนั้นขอบผาลด้านหนึ่งจะตัดดินที่ท้องร่องไถ ส่วนอีกด้านหนึ่งจะตัดผนังข้างร่องไถ ส่วนผาลไถหัวหมูแบบยุโรปนั้นมีลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยมคางหมูมีขอบตัดดินเพียงด้านเดียว ในขณะที่ไถดินขอบผาลจะ



ตัดดินในแนวระดับเสมอ ดังนั้นคานหลักยึดผาลไถหัวหมูแบบเอเชียจึงไม่จำเป็นต้องอยู่ในแนวตั้ง เหมือนคานหลักของไถหัวหมูแบบยุโรป ดังแสดงในรูปที่ 4.5

#### 4.2.1 ชนิดของไถหัวหมู

ไถหัวหมูสามารถแบ่งตามลักษณะการทำงานและการติดตั้งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

##### 1. ไถหัวหมูแบบพ่วงท้ายแทรกเตอร์ 3 จุด (Mounted moldboard plow)

ไถหัวหมูแบบนี้ใช้ต่อพ่วงท้ายกับรถแทรกเตอร์โดยต่อเข้ากับแขนบน (Top link) หนึ่งจุดซึ่งทำหน้าที่ในการรับแรงดันซึ่งเกิดในขณะทำงาน และต่อเข้ากับแขนล่าง (Lower link) สองจุดจะทำหน้าที่ในการจุดหรือลากชุดไถให้เคลื่อนที่ การทำงานของไถแบบนี้สามารถทำงานได้โดยอาศัยระบบของไฮดรอลิกจากรถแทรกเตอร์ในการยกชุดไถขึ้นลง

##### 2. ไถหัวหมูแบบกึ่งติดตั้งหรือกึ่งพ่วง (Semi – mounted moldboard plow)

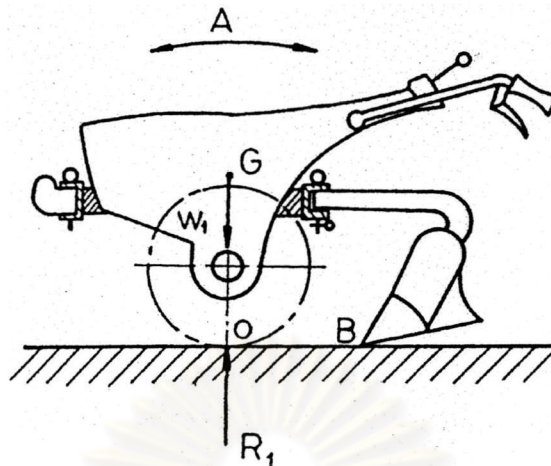
ไถหัวหมูแบบนี้ใช้ต่อพ่วงท้ายกับรถแทรกเตอร์ 3 จุด โดยต่อเข้ากับแขนบนและแขนล่าง ทั้งซ้ายและขวา แต่ลักษณะการปรับและติดตั้งจะแตกต่างกับแบบแรก มักใช้กับชุดไถที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากเกินกว่าที่จะใช้กำลังของไฮดรอลิกของรถแทรกเตอร์จะยกขึ้นได้ การควบคุมความลึกของการไถจำเป็นจะต้องอาศัยล้ออย่างเป็นตัวควบคุม ไถแบบนี้จึงเหมาะกับพื้นที่ขนาดใหญ่และได้รับการปรับเป็นอย่างดีแล้ว

##### 3. ไถหัวหมูชนิดสองทาง (Two – way moldboard plow or reversible moldboard plow)

โดยทั่วไปไถหัวหมูจะไถและพลิกดินไปทางด้านขวาของรถแทรกเตอร์ แต่ไถหัวหมูชนิดสองทางสามารถพลิกดินไปทางด้านขวาและด้านซ้ายของรถแทรกเตอร์ได้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับ การปรับตั้ง ไถหัวหมูชนิดนี้ใช้ได้ดีในพื้นที่ที่แคบที่ยากต่อการกลับรถแทรกเตอร์ และสามารถพลิกดินให้กลับไปในทางเดียวกันได้ นอกจากนี้ยังช่วยทำให้ไม่เกิดสันนูน (Back furrow) และแอ่ง (Dead furrow) ในพื้นที่ที่ได้รับการไถ

#### 4.2.2 กลศาสตร์ระหว่างรถไถเดินตามกับไถหัวหมู

ในการไถดินรถไถเดินตามจะติดไถหัวหมูที่หูป่วงอุปกรณ์ด้านหลังทำให้รถไถเดินตามอยู่ในสภาพสมดุล ดังแสดงในรูปที่ 4.6 โดยที่เมื่อนำไถหัวหมูมาติดกับรถไถเดินตามแล้ว น้ำหนักรวมของรถไถเดินตามและไถหัวหมูจะไม่ผ่านตำแหน่งจุดศูนย์กลางล้อ แต่จะเยื้องไปข้างหน้าตัวรถเล็กน้อย เพราะในขณะที่ไถจะมีแรงต้านทานจากดินกระทำต่อไถหัวหมู ทำให้รถไถมีแรงถ่วงเพิ่มขึ้นที่ด้านหลังแต่ถ้ามีแรงต้านทานน้อยก็ต้องนำน้ำหนักมาถ่วงข้างหน้าเพื่อทำให้รถไถเดินตามอยู่ในสภาวะสมดุลขณะไถดิน ช่วยให้ออกแรงในการกดหรือยกคันมือถือมากน้ก

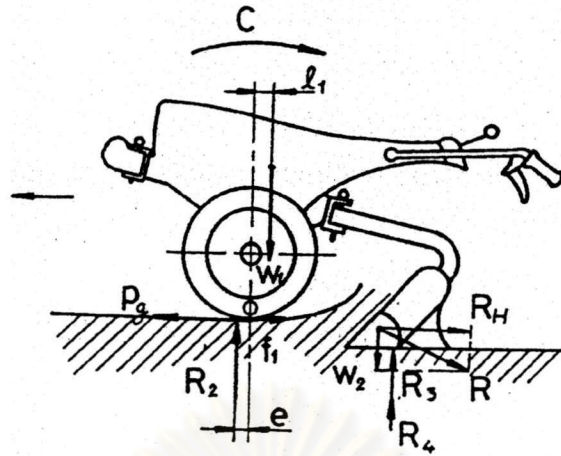


รูปที่ 4.6 ไถหัวหมูติดรถไถเดินตาม [1]

โดยทั่วไปเมื่อติดไถหัวหมูกับรถไถเดินตามแล้ว น้ำหนักรวม ( $W_1$ , kN) จะไม่ผ่านตำแหน่งจุดศูนย์กลางล้อพอดี แต่จะเอียงมาข้างหน้าตัวรถเล็กน้อย เพราะว่าขณะไถดินจะมีแรงต้านทานดินกระทำต่อไถหัวหมู ทำให้ตัวรถไถเดินตามถูกถ่วงเพิ่มข้างหลัง แต่ถ้าหากแรงต้านทานดินน้อยไม่เพียงพอ ก็จะต้องหาก่อนน้ำหนักถ่วงที่ไถหัวหมู เพื่อจะทำให้พอดีกับน้ำหนักที่ส่วนที่ถ่วงข้างหน้า รถไถเดินตามก็จะมีเสถียรภาพและสมดุลขณะไถดิน ผู้ใช้ก็ไม่ต้องออกแรงกดหรือยกคันมือถือมาก ทำให้ไม่เหนื่อยล้าทำงานได้อย่างสะดวกและปลอดภัย

ลักษณะการสมดุลของรถไถเดินตามกับไถหัวหมู ที่มีแรงภายนอกกระทำที่จุดศูนย์กลางล้อและไถหัวหมุดังแสดงในรูปที่ 4.7 แรงเหล่านี้สามารถแยกพิจารณาได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

1. แรงปฏิกิริยาลัพธ์ดิน ( $R_2$ , kN) กระทำที่ล้อตรงตำแหน่งจุดศูนย์กลางของพื้นที่สัมผัสระหว่างล้อกับพื้นดิน ซึ่งห่างจากจุดศูนย์กลางล้อเป็นระยะ  $e$ , cm.
2. น้ำหนักรวมของรถไถเดินตามและไถหัวหมู ( $W_1$ , kN) กระทำที่ตำแหน่งจุดศูนย์กลางถ่วงซึ่งอยู่ที่ตำแหน่งห่างจากจุดศูนย์กลางล้อเป็นระยะ  $l_1$ , cm.
3. แรงปฏิกิริยาลัพธ์ดิน ( $R$ , kN) กระทำที่ไถหัวหมูเป็นมุมเอียงประมาณ 20 องศาจากแนวราบสำหรับไถหัวหมูแบบเอเชีย และมุมนี้มีค่าประมาณ 18 องศา สำหรับไถหัวหมูแบบยุโรป แรงลัพธ์  $R$  เกิดจากแรงต้านทานดิน และแรงเสียดทานดินที่กระทำต่อไถหัวหมู และสามารถแยกออกเป็นแรงปฏิกิริยาย่อยในแนวระดับ  $R_H$  และในแนวตั้ง  $W_2$
4. แรงปฏิกิริยาดิน  $R_3$ , kN และแรง  $R_4$ , kN กระทำที่ฐานไถ โดยแรง  $R_3$  เป็นแรงปฏิกิริยาดินอันเนื่องมาจากน้ำหนักรวม  $W_1$  ส่วนแรง  $R_4$  เป็นแรงปฏิกิริยาดินอันเนื่องมาจากแรงต้านทานดินย่อยที่กระทำต่อไถในแนวตั้ง  $W_2$



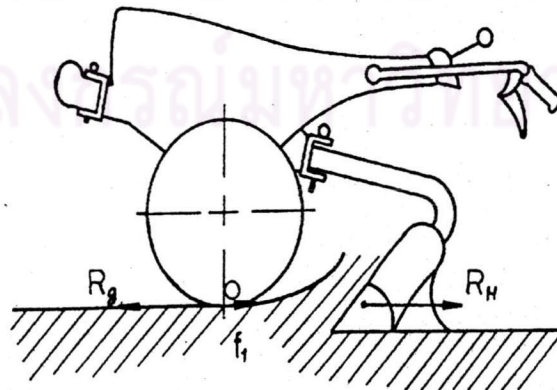
รูปที่ 4.7 แรงภายนอกกระทำต่อรถไถเดินตามกับไถหัวหมู [1]

เมื่อรถไถเดินตามและไถหัวหมูทำงานไถดินอยู่ในสภาพสมดุล ผลรวมของแรงภายนอกทั้งหมดที่อยู่ในแนวระดับมีค่าเป็นศูนย์ และขณะที่รถไถเดินตามไถดินจะใช้อัตราเร็วต่ำและคงที่สม่ำเสมอ ทำให้แรงต้านทานความเร่งเฉลี่ย  $A$  มีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นสมการความสมดุลของแรงในแนวระดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.8 สามารถเขียนได้ดังนี้

$$P_g - f_1 - R_H = 0 \quad (4.15)$$

หรือ 
$$R_H = P_g - f_1 \quad (4.16)$$

โดย  $R_H$  = แรงปฏิกิริยาดินกระทำต่อไถหัวหมูในแนวระดับ (kN)  
 $P_g$  = แรงจุดลากรวม (Gross traction, kN)  
 $f_1$  = แรงต้านทานการเคลื่อนที่ (kN)



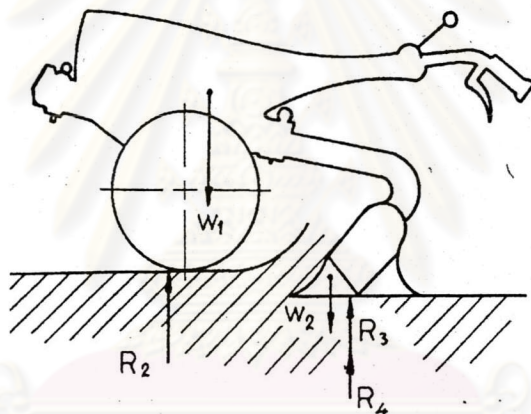
รูปที่ 4.8 แรงภายนอกกระทำในแนวระดับ [1]

เมื่อรถไถเดินตามและไถหัวหมูทำงานไถดินร่วมกันและอยู่ในสภาพสมดุล ผลรวมของแรงภายนอกทั้งหมดที่กระทำอยู่ในแนวตั้งมีค่าเป็นศูนย์ และพื้นดินช่วยพยุงรถไถเดินตามและไถหัวหมูสองตำแหน่ง คือ ล้อขับเคลื่อน และฐานไถ จึงมีแรงภายนอกกระทำที่สองตำแหน่งนี้ด้วย ดังแสดงในรูปที่ 4.9 สมการความสมดุลของแรงภายนอกทั้งหมดในแนวตั้งสามารถเขียนได้ดังนี้

$$R_2 + R_3 + R_4 - W_1 - W_2 = 0 \quad (4.17)$$

หรือ 
$$R_2 = W_1 + W_2 - R_3 - R_4 \quad (4.18)$$

แนวแรงปฏิกิริยาดินกระทำต่อล้อในแนวตั้ง จะไม่ผ่านจุดศูนย์กลางล้อ แต่แนวแรงจะเอียงไปข้างหน้าเล็กน้อย เพราะว่าเมื่อพิจารณาจากเส้นตั้งที่ผ่านจุดศูนย์กลางล้อ พื้นผิวดินที่สัมผัสด้านหน้าเส้นตั้งนี้มากกว่าด้านหลัง

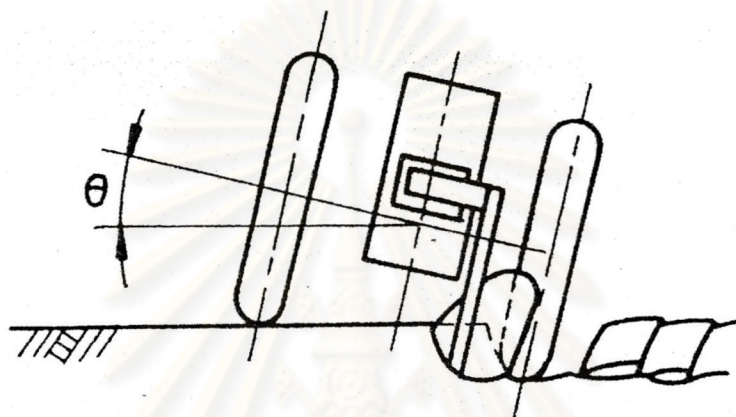


รูปที่ 4.9 แรงภายนอกกระทำในแนวตั้ง [1]

เมื่อพิจารณาแรงในแนวระดับที่จุดสัมผัสระหว่างล้อกับพื้นดิน พบว่าแรงจุดลากรวม  $P_g$  ทำให้รถไถพรวนดินเคลื่อนที่ แรงจุดลากรวมนี้ เกิดจากแรงบิดที่กระทำกับเพลาล้อ โดยผ่านกลไกของคลัตช์บีบเดี่ยวซึ่งติดตั้งอยู่ที่เพลาล้อ

การกระจายน้ำหนักของรถไถเดินตามติดไถหัวหมูจะไม่เท่ากันในแต่ละล้อ เนื่องจากว่าในขณะที่ไถหัวหมูปลิกดิน ล้อของรถไถข้างหนึ่งจะอยู่ต่ำกว่าอีกข้างหนึ่ง ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่า ล้อข้างที่อยู่ต่ำกว่าจะอยู่ในร่องไถ ส่วนล้อข้างที่อยู่สูงกว่าจะอยู่บนพื้นผิวดินที่ยังไม่ได้ไถ ดังแสดงในรูปที่ 4.10 ทำให้แรงปฏิกิริยาที่พื้นดินกระทำกับล้อทั้งสองข้างไม่เท่ากัน มีการกระจายเป็นแบบ 3:1 โดยล้อข้างที่อยู่ต่ำกว่าจะรับน้ำหนักมากกว่า นั่นคือ จากน้ำหนักรวมของรถไถเดินตามติดไถหัวหมูทั้งหมด 100 % ล้อข้างที่อยู่ต่ำกว่าจะรับน้ำหนักประมาณ 75 % และล้อที่อยู่สูงกว่าจะรับ

น้ำหนักประมาณ 25 % เท่านั้น ดังนั้นการทดลองในห้องปฏิบัติการจึงต้องจำลองลักษณะของภาระที่เพลาล้อของรถไถเดินตามให้มีลักษณะเช่นเดียวกับการต่อพ่วงด้วยไถหัวหมูจริงๆ โดยจะให้ภาระในแต่ละล้อเท่ากับ 75 % ของน้ำหนักทั้งหมด การที่ในการทดลองได้ให้ภาระ 75 % แก่ล้อทั้งสองข้าง แม้ว่าในขณะที่ในการใช้งานจริงนั้นจะมีล้อที่รับภาระ 75 % เพียงข้างเดียวเท่านั้น ก็เพราะว่าถ้าสามารถรับภาระ 75 % ทั้งสองล้อแล้วยังทำงานได้ เมื่อรับภาระที่ 75 % เพียงล้อเดียวแล้วก็ย่อมทำงานได้เช่นกัน ซึ่งจะเห็นว่าการที่จำลองลักษณะของภาระเนื่องจากการต่อพ่วงไถหัวหมูในลักษณะนี้ จะเป็นการให้ภาระกับเพลาล้อของรถไถเดินตามมากกว่าในกรณีของรถพ่วงที่ได้กล่าวมาแล้ว

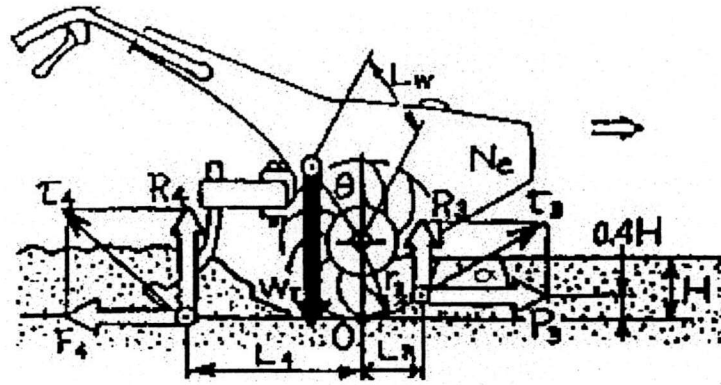


$\theta$  = มุมเอียงของรถไถเดินตาม

รูปที่ 4.10 ภาพด้านหลังรถไถเดินตามขณะไถดิน [1]

#### 4.3 ล้อพรวนดิน (Drum rotor)

ล้อพรวนดินเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สวมที่เพลาล้อรถไถพรวนดินแทนล้อ มีความเร็วรอบหมุนของแกนตัวหมุนประมาณ 40–70 รอบต่อนาที โดยทั่วไปความเร็วการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของรถไถพรวนดิน จะถูกควบคุมโดยเกษตรกรผู้ใช้งาน และมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า 5 เซนติเมตรต่อนาที มีแรงภายนอกกระทำกับรถไถพรวนดินภายใต้เงื่อนไขสมดุล 3 ประการ ดังแสดงในรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 แรงภายนอกที่กระทำกับรถไถพรวนดิน [10]

สามารถเขียนสมการสมดุลของแรงในแนวตั้งของรถไถพรวนดิน โดยกำหนดให้แรงที่ใช้บังคับคันมือถือมีค่าเป็นศูนย์ได้ ดังนี้

$$W_T = R_3 + R_4 \quad (4.19)$$

สมการสมดุลของแรงในแนวระดับของรถไถพรวนดินเป็น

$$P_3 = F_4 \quad (4.20)$$

เนื่องจากรถไถพรวนดินทำงานด้วยอัตราเร็วในการเคลื่อนที่คงที่ ดังนั้นแรงต้านทานความเร่งมีค่าเท่ากับศูนย์ และสมการสมดุลของโมเมนต์รอบจุด O ภายใต้จุดศูนย์กลางเพลาล้อเป็น

$$\Sigma(\text{โมเมนต์ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา}) = \Sigma(\text{โมเมนต์ทิศทางตามเข็มนาฬิกา})$$

$$W_T + L_W \sin\theta + R_3 L_R = P_3(0.4H) + R_4 L_4 \quad (4.21)$$

จากสมการข้างต้นจะสามารถคำนวณน้ำหนักรวมที่เหมาะสมของรถไถพรวนดินได้จากสมการต่อไปนี้ [10]

$$W_T \leq \frac{71620 N_e \eta [C_L (\sqrt{0.4H(2r_3 - 0.4H)} + L_4) - C_T 0.4H]}{C_R r_3 n_3 (L_4 - L_W \sin\theta)} \quad (4.22)$$

$$N_e \geq \frac{W_T C_R r_3 n_3 (L_4 - L_W \sin \theta)}{71620 \eta [C_L (\sqrt{0.4H(2r_3 - 0.4H)} + L_4) - C_T 0.4H]} \quad (4.23)$$

โดย	$N_e$	=	กำลังออกสูงสุดที่แท้จริงของเครื่องยนต์ ไม่ใช่กำลังม้าของเครื่องยนต์ตามหนังสือแสดงรายการสินค้า
	$\eta$	=	ประสิทธิภาพการส่งกำลังจากเครื่องยนต์มายังเพลาล้อ
	$C_L$	=	สัมประสิทธิ์แรงยกจากการไถพรวน มีค่าประมาณ 0.7–1.0 ใช้ 1.0 สำหรับการออกแบบเพื่อความปลอดภัย
	$C_T$	=	สัมประสิทธิ์แรงดันจากการไถพรวน มีค่าประมาณ 1.0–1.4 ใช้ 1.4 สำหรับการออกแบบเพื่อความปลอดภัย
	$n_3$	=	ความเร็วรอบหมุน (rpm) ของเพลากรองพรวนรอบหมุน
	$\theta$	=	มุมกำหนดตำแหน่งของจุดศูนย์กลางวง กรณีความลึก การพรวนดินสูงสุด
	$\alpha$	=	มุมของแรงต้านทานรวมที่กระทำกับใบมีดพรวนดิน
	$L_W, L_4, r_3$ และ $H$		ดังแสดงในรูป มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

สมการที่ (4.22) และ (4.23) ใช้สำหรับกำหนดน้ำหนักที่เหมาะสม และกำลังเครื่องยนต์ของเครื่องต้นแบบที่พัฒนาเป็นเครื่องจักรจำลองเพื่อการผลิตอย่างมีหลักการ

ในขณะที่พรวนดินรถไถพรวนดินจะมีการเคลื่อนที่ขึ้นลงและหันเห ทำให้ควบคุมความลึกการพรวนดินและทิศทางการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ยาก ดังนั้นจึงทำให้เกษตรกรมีปัญหายากในการใช้เครื่องนี้ในการทำงาน หนึ่งการใช้อุปกรณ์ล้อพรวนดินนี้จะแตกต่างจากการใช้อุปกรณ์ที่กล่าวมาแล้ว คือ จะใช้กำลังเครื่องยนต์ในการทำงานมากกว่า โดยทั่วไปพบว่าใช้กำลังเครื่องยนต์ประมาณ 80-85%

จากรูปแสดงแรงภายนอกที่กระทำต่อรถไถเดินตามต่อพ่วงด้วยไถหัวหมู และล้อพรวนดิน (รูปที่ 4.6 และ 4.11) จะเห็นได้ว่าแรงต้านทานที่กระทำต่ออุปกรณ์ทั้งสองชนิดจะมีทิศทางต่างกัน โดยในกรณีไถหัวหมู แรงต้านทานนั้นจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตาม ส่วนกรณีล้อพรวนดิน แรงต้านทานจะมีทิศทางเฉียงขึ้นทำมุม  $\alpha$  กับทิศการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตาม นอกจากนี้แรง  $T_3$  ที่กระทำกับล้อพรวนดิน อันจะช่วยทำให้รถไถพรวนดินสามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้นั้นเกิดจากแรงบิดที่เพลาล้อ โดยผ่านกลไกของคลัตช์บีบเสี้ยวซึ่งติดตั้งอยู่ที่เพลาล้อ เช่นเดียวกับในกรณีไถหัวหมู โดยไม่ว่าจะติดอุปกรณ์แบบใด คลัตช์บีบเสี้ยวชนิดลูกปืนที่ติดตั้งที่เพลาล้อจะต้องทำหน้าที่รับแรงบิดที่ส่งจากเครื่องยนต์มาถึงเพลาล้อทั้งหมด จึงจำเป็นต้องทำการ

ทดลองหาประสิทธิภาพการส่งกำลังจากเครื่องยนต์ถึงเพลาล้อ และวิเคราะห์กลไกการทำงานรวมทั้ง  
คำนวณหาแรงกระทำภายในคลัตช์ชนิดลูกปืน ดังที่จะได้กล่าวถึงในบทที่ 5 และ บทที่ 7 ต่อไป



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย