บทที่ 3
การออกแบบและการพัฒนา

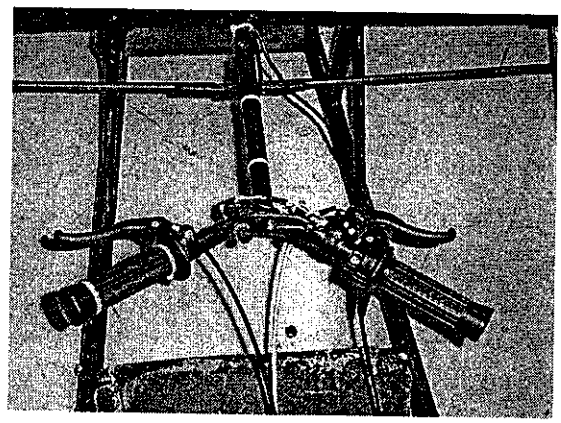
โดยทั่วไปการออกแบบและพัฒนารถประหยัดเชื้อเพลิงนั้น การออกแบบจะพยายามให้เกิดแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของรถประหยัดเชื้อเพลิงมีค่าน้อยที่สุด และการพัฒนาเครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยจะยึดหลักสำคัญ 2 ประการ คือ

1. การออกแบบโครงสร้างรถประหยัดเชื้อเพลิงให้ลดแรงต้านการเคลื่อนที่ได้มากที่สุด
2. การพัฒนาเครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

3.1 การออกแบบโครงสร้างรถประหยัดเชื้อเพลิง

3.1.1 การออกแบบระบบบังคับเลี้ยว

ในระบบบังคับเลี้ยวเนื่องจากล้อหน้ามี 2 ล้อ ดังนั้นระบบบังคับเลี้ยวจึงจะคล้ายกับในเครื่องยนต์ โดยจะใช้คล้ายกับระบบอัคเกอร์มาน (Ackermann Steering Geer) แต่ได้ดัดแปลงให้เหมาะสมของรถ กรรมวิธีการผลิต และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่หาได้ง่ายตามท้องตลาด ซึ่งจะเป็นลักษณะที่ให้คันส่งจากคันบังคับเลี้ยวต่อยื่นออกมาจากกลางคานหลัก ล้อหน้าจะยึดติดกับสลัก และคันชักคันส่งจากสลักต่อมาที่คันบังคับเลี้ยว ซึ่งระบบในลักษณะนี้จะทำให้มุมที่เกิดขึ้นทั้งสองข้าง เกิดเป็นมุมที่เท่ากัน ซึ่งสามารถยอมรับได้ เนื่องจากเหมาะกับความเร็วของรถที่จะไม่ทำให้เกิดอันตรายเวลาขับขี่



รูปที่3.1 แสดงรูประบบบังคับเลี้ยว

3.1.2 การออกแบบระบบเบรก

การออกแบบระบบเบรก จะใช้เบรกก้ามปูแบบรถจักรยานทั่วไป 2 ตัว เนื่องจากเงื่อนไขกติกาของการแข่งขัน และสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

1. ขนาดเล็ก น้ำหนักเบากว่าระบบเบรกชนิดอื่น ซึ่งสอดคล้องกับหลักในการออกแบบคือ ลดแรงต้านทานที่เกิดจากน้ำหนัก

2. ราคาถูก หาซื้อง่าย ซึ่งทำให้เวลาในการหาซื้อวัสดุรวดเร็วขึ้น รวมไปถึงเหตุทางด้านงบประมาณ

3. ติดตั้ง บำรุงรักษาง่าย

4. ประสิทธิภาพในการเบรก เหมาะสมกับการใช้ความเร็วของรถ ซึ่งใช้ความเร็วไม่สูงนัก

รูปที่3.2 แสดงรูประบบเบรก

3.1.3 การออกแบบโครงรถ (Frame)

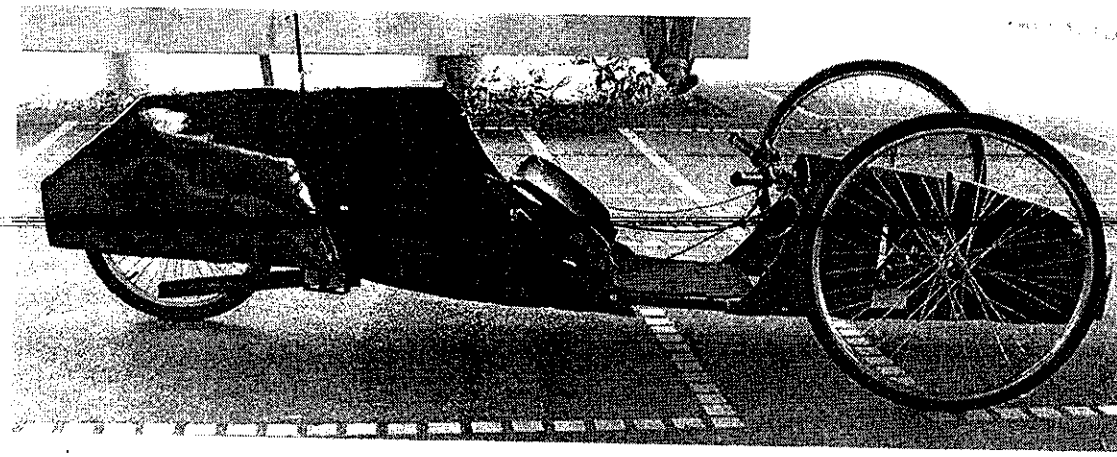
ด้วยสาเหตุจากแรงต้านอากาศที่เกิดขึ้นกับรถประหยัดเชื้อเพลิง และหลักการทางอากาศพลศาสตร์ สามารถสรุปหลักการออกแบบได้ดังนี้

1. ออกแบบให้ผิวของโครงรถมีความเรียบ

2. รูปทรงของรถมีลักษณะไม่ต้านการไหลและสอดคล้องกับ Streamline ของการไหลของอากาศ

3. ออกแบบให้โครงรถมี Frontal area ต่ำ

4. ออกแบบการใช้วัสดุที่จะทำโครงรถให้มีน้ำหนักเบา โดยเลือกใช้ไฟเบอร์กล๊าสมาทำการหล่อขึ้นรูปเป็นโครงรถประหยัดเชื้อเพลิง



รูปที่3.3 แสดงรูปโครงรถที่ประกอบเข้ากับตัวรถ

3.1.4 ความแข็งแรงของโครงสร้าง

3.1.4.1 การออกแบบคาน

คำนวณการโก่งของโครงสร้างรถ

เลือกใช้เหล็กกลมกลวงเกรด AISI 1050 CD ขนาด 1 นิ้ว หนา 2 มิลลิเมตร จากตารางคุณสมบัติเหล็ก(ภาคผนวก ก)ได้ค่าต่าง ๆ ดังนี้

$I = 1.28 \times 10^4 \ mm^4$

$c = 8.9 \ mm$

$\sigma_{y1} = 114 \ \frac{N}{mm^2}$

$m_{steel} = 1.24 \ kg/m$

โดย I คือ โมเมนต์ ความเฉื่อย

c คือ รัศมีไจเรชั่น

σ_{y1} คือ ความเค้นดึง

m_{steel} คือ น้ำหนักเหล็ก

ใช้เหล็กทั้งหมดยาว (L_1) 10 เมตร

$m_{total} = [(L_1 \times 1.24) + 50 + 60] \ kg$

$= 122.4 \ kg$

ระยะความยาวรถเท่ากับ 1860 mm และค่า $E = 207 \times 10^9 \ N/mm^2$(จากภาคผนวก ก)

รูปที่ 3.4 แสดงการหาระยะโก่ง

$$M_{max} = \frac{FL}{4} = 558.16 \text{ kg m}^2/\text{s}^2$$

$$\sigma = M_{max}\frac{C}{I} = 388.09 \times 10^6 \text{ Pa}$$

เนื่องจากมีคาน 2 คานช่วยกันรับแรง

ดังนั้น $\sigma_y = \frac{\sigma}{2} = 1.94 \times 10^8 \text{ Pa}$

$$F_1 = \frac{F}{2} = 600.17 \text{ N}$$

ระยะโก่ง

$$Y_{max} = \frac{-F_1 L^3}{48EI} = -3.04 \times 10^{-8} \text{ m}$$

$$\text{Safety Factor} = \frac{\sigma_{y1}}{\sigma_y} = 0.59$$

คำนวณความแข็งแรงจากรอยเชื่อม

ให้รอยเชื่อมรับแรง $m_1 = 125$ kg

ต้องการรอยเชื่อมหนา $h = 3$ mm

รอยเชื่อมยาว $L_1 = 15.71$ mm

Safety Factor (Ny) = 2

$$F = m_1 g$$

$$\sigma_y = F \cdot \frac{Ny}{L_1 \cdot h} = 5.20 \times 10^7 \text{ Pa}$$

ความต้านทานแรงดึง

$$\sigma_y = 0.82\sigma_u$$

$$\sigma_u = \frac{\sigma_y}{0.82} = 6.35 \times 10^7 \text{ Pa}$$

ดังนั้นจึงใช้ลวดเชื่อมเบอร์ E 13- (จากภาคผนวก ก)

3.1.5 แรงต้านทานการเคลื่อนที่

แรงต้านทานการเคลื่อนที่

$$R = R_r + R_a$$

แรงต้านทานการหมุน (Rolling Resistance)

$$R_r = K_r W$$

$K_r = 0.012$ (ตาราง 2.2 ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานการหมุน)

$m_c = 50$ kg

$m_m = 60$ kg

$m = m_c + m_m$

$m = 110$ kg

$W = mg$

$W = 110 \times 9.81$ N

$W = 1079.1$ N

$R_r = 1.2 \times 10^{-2} \times 1079.1$ N

$R_r = 12.95$ N

แรงต้านทานจากลม (Aerodynamic Drag)

$$R_a = K_a A v^2$$

$K_a = 0.3$ (ตาราง 2.4 ค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านทานของลม)

$A = BH$

$B = 0.6$ m

$H = 0.45$ m

$A = 0.6 \times 0.45$ m^2

$A = 0.27$ m^2 (พื้นที่หน้าตัดของรถที่มากที่สุด)

รถวิ่งที่ความเร็วเฉลี่ย 25 km/hr

$$v = 25 \text{ km/hr}$$

$$v = \frac{25}{36} \text{ m/s}$$

$$v = 6.94 \text{ m/s}$$

$$R_a = 0.3 \times 0.27 \times (6.94)^2$$

$$R_a = 3.90 \text{ N}$$

กำลังที่ขับเคลื่อนที่ล้อ

$$P_v = Rv$$

$$P_v = 16.85 \times 6.94 \times 10^{-3} \text{ kW}$$

จาก $v = 6.94$ m/s

$R = 24.5$ cm (รัศมีของล้อขับเคลื่อน)

เส้นรอบวงได้ $= 2\pi R$

$= 1.5$ m

$\therefore$ รถวิ่งที่ความเร็วรอบ $= \frac{6.94}{1.54}$ rev/s

$= 4.51$ rev/s

$= 270.5$ rev/min

กำหนดให้ N_1 = จำนวนฟันของสเตอร์หน้า

N_2 = จำนวนฟันของสเตอร์หลัง

n_1 = ความเร็วรอบของสเตอร์หน้า

n_2 = ความเร็วรอบของสเตอร์หลัง

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

$N_1 = 14$ ฟัน

$N_2 = 36$ ฟัน

$n_2 = 270.5$ rev/min

$$n_1 = \frac{36}{14} \times 270.5 \text{ rev/min}$$

$$n_1 = 695.7 \text{ rev/min}$$

อัตราทดเกียร์ ที่เกียร์ 3 (ค่ามาตรฐาน) = 1.15 (23/20)

∴ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (n_r) = อัตราทดเกียร์ x ความเร็วรอบที่สเตอร์หน้า

= 1.150 x 695.69 rev/min

n_r = 800.0 rev/min

ค่าทอร์กที่ขับล้อ

$$P = 2\pi n T$$

P_V = 0.12 kW

n_1 = 695.69 rev/min

$$T = \frac{0.117 \times 1000 \times 60}{2\pi \times 695.69}$$

T = 1.6 Nm

กำลังที่เครื่องยนต์ขับล้อ

$$P_r = 2\pi n_r T$$

$$P_r = \frac{2\pi(800.0)(1.6)\times 10^{-3}}{60}$$

P_r = 0.13 kW

3.2 การพัฒนาเครื่องยนต์

เครื่องยนต์ที่นำมาพัฒนาคือ เครื่องยนต์ Honda Wave 125 ซึ่งได้มีการพัฒนาในส่วนคาร์บูเรเตอร์ ซึ่งได้มีการพัฒนาดังนี้ คือ

1. ใช้คาร์บูเรเตอร์ของเครื่องยนต์ ขนาด 125 cc นมหนูเบอร์ 78
2. ใช้คาร์บูเรเตอร์เช่นเดียวกับข้อ 1. แต่เปลี่ยนเบอร์นมหนูเป็น เบอร์ 70
3. ใช้คาร์บูเรเตอร์ ของเครื่องยนต์ขนาด 100 cc นมหนูเบอร์ 78
4. ใช้คาร์บูเรเตอร์ เช่นเดียวกับข้อ 3. แต่เปลี่ยนเบอร์นมหนูเป็น เบอร์ 70

สาเหตุที่มีการพัฒนาเลือกใช้ คาร์บูเรเตอร์และนมหนู ที่มีขนาดเล็กลง เพื่อใช้ตอบสมมุติฐานที่ว่า ถ้าส่วนผสมที่ใช้ในการเผาไหม้บางลงจะทำให้สามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้มากขึ้น แต่ส่วนผสมต้องมากพอที่จะทำให้รถสามารถเอาชนะแรงต้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นขณะออกตัวได้