บทที่ 3

อุปกรณ์การทดสอบ

ในบทนี้ได้กล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ อุปกรณ์และเครื่องมือวัดวัดต่างๆ ที่ใช้ในงานในงานวิจัย

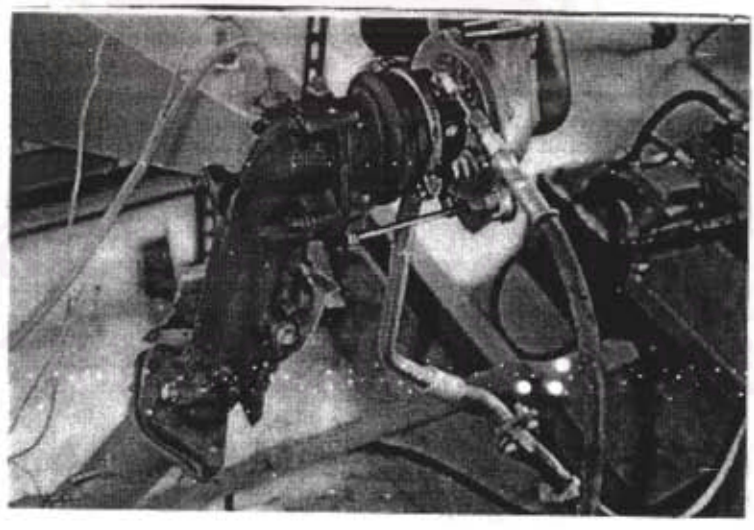
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ

3.1.1 เครื่องยนต์

เครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบเป็นชนิด ซีไอ 4 จังหวะ 4 สูบ วางเรียง แบบห้องเผาไหม้เป็นแบบฉีดตรง (Direct Injection) ระบายความร้อนด้วยน้ำ ยี่ห้อ อีซูซุ รุ่น 4JA1L โดยรายละเอียดของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบแสดงไว้ที่ภาคผนวก (จ)

3.1.2 เทอร์โบชาร์จเจอร์

เทอร์โบชาร์จเจอร์ที่ใช้ทดสอบนี้ยี่ห้อ IHI รุ่น RHF 5 ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักคือ เทอร์ไบน์ และคอมเพรสเซอร์ โดยรายละเอียดของเทอร์โบชาร์จเจอร์แสดงไว้ตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะของเทอร์โบชาร์จเจอร์

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลของเทอร์โบชาร์จเจอร์

ข้อกำหนด	รายละเอียด
แบบเทอร์ไบน์	ไหลเข้าตามแนวรัศมี
แบบคอมเพรสเซอร์	ไหลออกตามแนวรัศมี
รอบหมุนสูงสุดที่อนุญาต	180,000 รอบต่อนาที
ความดันเปิดประตูระบายไอเสีย	727 มม.ปรอท
น้ำหนัก	4.1 กก.

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบเครื่องยนต์

3.2.1 เอนจินไดนาโมมิเตอร์

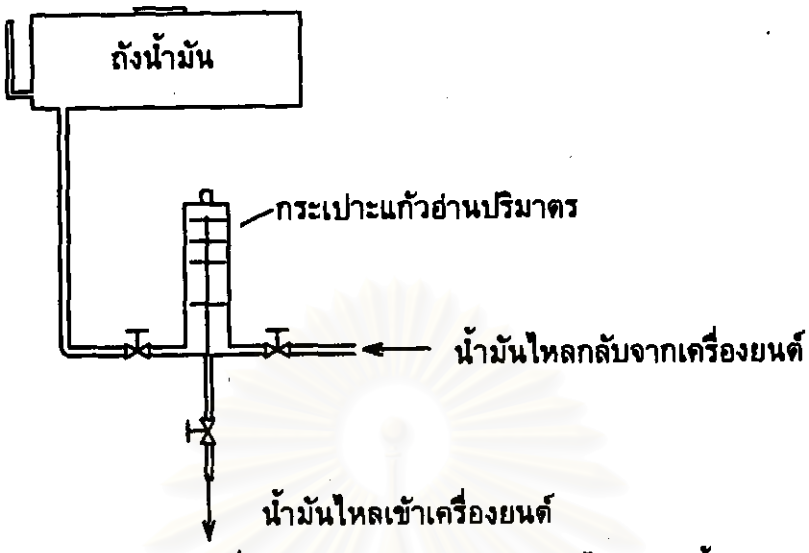
สำหรับเอนจินไดนาโมมิเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบเครื่องยนต์เทอร์โบชาร์จดีเซลนี้ เป็นชนิดไฮดรอลิก (Hydraulic Dynamometer) โดยรายละเอียดของเอนจินไดนาโมมิเตอร์แสดงไว้ตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลของเอนจินไดนาโมมิเตอร์

ข้อกำหนด	รายละเอียด
Type	Heenan & Froude
Model	DPX-2
Rating Absorption	150 kW
Duty	Continuous

3.2.2 อุปกรณ์วัดอัตราการบริโภคเชื้อเพลิง

การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์สามารถหาได้จากปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในหน่วยปริมาตรหรือหน่วยน้ำหนักต่อหน่วยเวลา โดยเครื่องมือสำหรับวัดอัตราการบริโภคเชื้อเพลิง แสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.2 อุปกรณ์การวัดอัตราการไหลของเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 3.2 เชื้อเพลิงที่ใช้มีปริมาตรตามขนาดของกระเปาะแก้วที่แบ่งเป็นช่วงคือ 18 ซีซี, 36 ซีซี และ 54 ซีซี โดยสามารถที่จะเลือกช่วงของปริมาตรน้ำมันตามต้องการได้ ในการหาอัตราการบริโภคเชื้อเพลิง (Fuel Consumption) สามารถวัดปริมาตรของน้ำมันตามปริมาตรของกระเปาะแก้วพร้อมกับใช้นาฬิกาจับเวลา ซึ่งจะได้ค่าของอัตราการบริโภคเชื้อเพลิงดังสมการ (3.1)

$$\dot{m} \quad \text{คือ} \quad \rho \times Q \quad (\text{kg/s}) \qquad (3.1)$$

เมื่อ Q คือ อัตราการไหลของเชื้อเพลิง (m^3/s)

ρ คือ ความหนาแน่นของเชื้อเพลิง (kg/m^3)

โดยที่หาอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

$$Q \quad \text{คือ} \quad \frac{V}{t} \quad (m^3/s) \qquad (3.2)$$

เมื่อ V คือ ปริมาตรของกระเปาะแก้ว (m^3)

t คือ เวลา (sec)

3.2.3 อุปกรณ์วัดอัตราการบริโภคอากาศ

ในการวัดปริมาณอากาศเข้าเครื่องยนต์ โดยวิธีการของถังร่วมกับออริฟิส (Tank and Orifice) ดังรูปที่ 3.3 อากาศที่เข้าไปในเครื่องยนต์ จะผ่านแผ่นออริฟิสเป็นขั้นแรก ซึ่งจะทำให้เกิดความดันตกคร่อมที่แผ่นออริฟิส โดยสมการ การหาอัตราการไหลของอากาศ คือ

$$\dot{m}_a = C_d A_o \sqrt{2\Delta P \rho_{air}} \quad (kg/s) \qquad (3.3)$$

เมื่อ C_d คือ Discharge coefficient

A_o คือ พื้นที่ออริฟิส (m^2)

ρ_{air} คือ ความหนาแน่นของอากาศที่ไหลผ่านออริฟิส (kg/m^3)

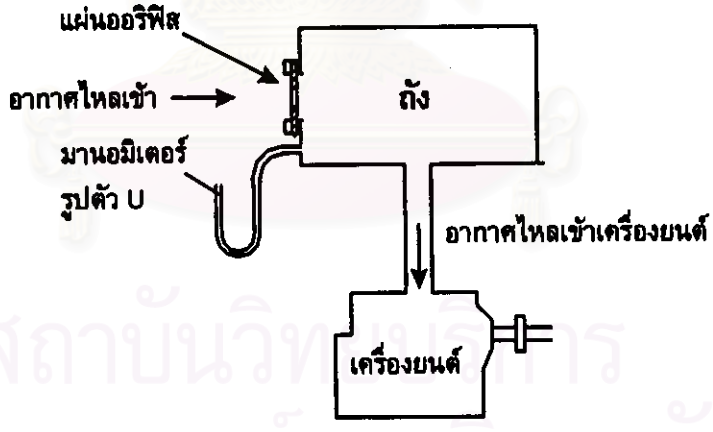
โดยความดันตกคร่อมที่ออริฟิส (ΔP) จะถูกวัดค่าโดยใช้มานอมิเตอร์ชนิดหลอดแก้วรูปตัวยู โดยหาจากความสัมพันธ์จากสมการ 3.4 คือ

$$\Delta P = \rho . g . \Delta H \qquad (3.4)$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นของของไหลที่ใช้กับมานอมิเตอร์ (kg/m^3)

ΔH คือ ค่าความแตกต่างของความสูงของของไหลในหลอดมานอมิเตอร์ (m)

g คือ ค่าความเร่งโน้มถ่วง (m/sec^2)



รูปที่ 3.3 อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศ

3.2.4 อุปกรณ์วิเคราะห์ไอเสีย

ชุดวิเคราะห์ไอเสีย คือ ชุดวิเคราะห์ควันดำ(Black Smoke) แสดงไว้ตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลของอุปกรณ์วิเคราะห์ควันดำ

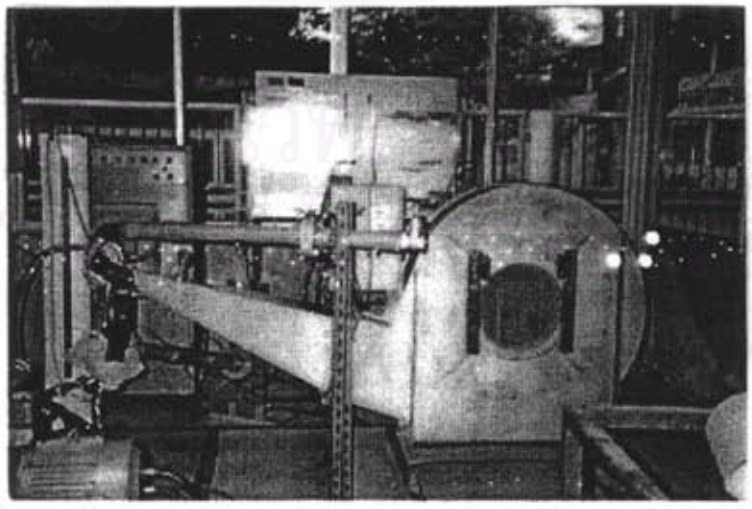
ข้อกำหนด	รายละเอียด
Type	Hartridge Smoke Meter
Model	MK 3
Measurement Range (HSU)	0-100
Resolution	1

3.3 อุปกรณ์การทดสอบเทอร์โบชาร์จเจอร์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบเทอร์โบชาร์จเจอร์ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก่ เทอร์โบชาร์จเจอร์ , เครื่องเป่าลม , อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ , อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศ , อุปกรณ์วัดรอบ และอุปกรณ์วัดความดัน

3.3.1 เครื่องเป่าลม (Blower)

ในการทดสอบเทอร์โบชาร์จเจอร์ได้ใช้อากาศเป็นตัวขับเคลื่อนเทอร์ไบน์แทนไอเสียจากเครื่องยนต์ ซึ่งใช้เครื่องเป่าลมเป็นตัวสร้างแรงดัน โดยใช้มอเตอร์ขนาด 25 แรงม้า ความถี่ 50 Hz 3 เฟส พร้อมอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ด้วยความถี่ (Inverter) โดย รูปที่ 3.4 แสดงเครื่องเป่าลมที่ใช้ในงานวิจัย

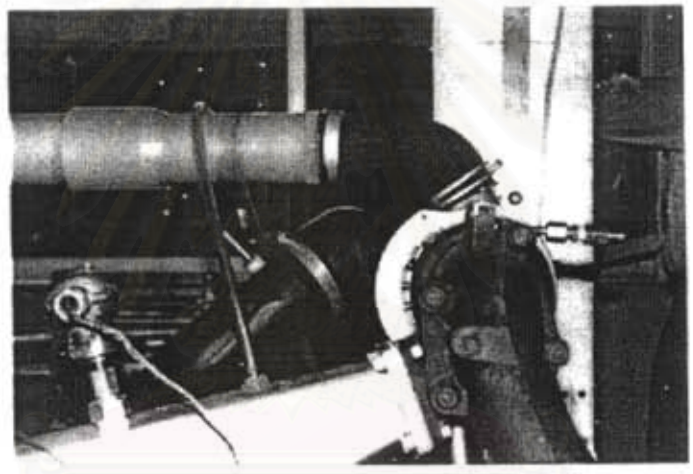


รูปที่ 3.4 แสดงเครื่องเป่าลม

3.3.2 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ

สำหรับเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิในการทดสอบนี้ คือ เทอร์โมคับเปิ้ล ชนิด K (Chromel - Alumel) ซึ่งสามารถวัดอุณหภูมิในช่วง 0 - 1200 $^{\circ}$ C ต่อเข้ากับเครื่องอ่านอุณหภูมิชนิดตัวเลข โดยในการทดสอบนี้จะวัดอุณหภูมิของอากาศ 4 ตำแหน่งคือ

1) บริเวณทางเข้าของเทอร์ไบน์
2) บริเวณทางออกของเทอร์ไบน์
3) บริเวณทางออกของคอมเพรสเซอร์
4) บริเวณที่ทำการทดสอบ

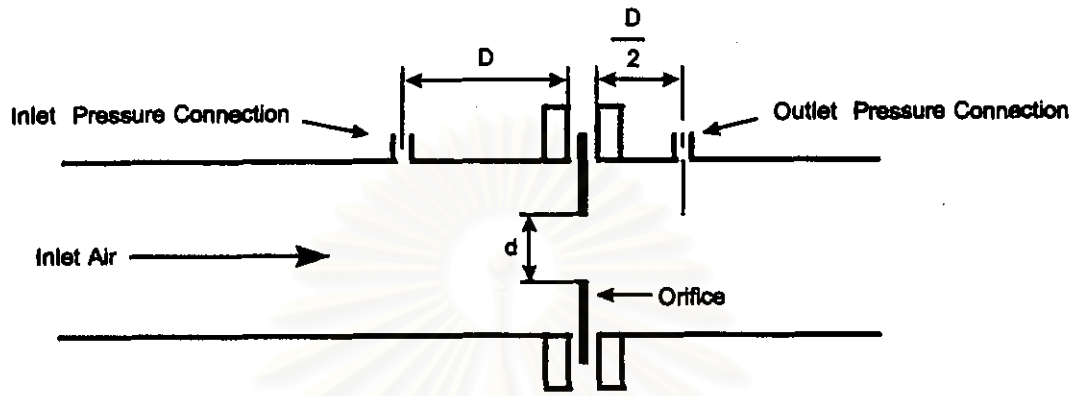


รูปที่ 3.5 แสดงเทอร์โมคับเปิ้ล

3.3.3 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล

ในการวัดอัตราการไหลของการอากาศที่ท่อทางออกคอมเพรสเซอร์และเทอร์ไบน์ ได้ใช้เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบออริฟิสชนิดแผ่น (Orifice Plate) สร้างตามมาตรฐาน ASME โดยให้จุดต่อความดันเป็นแบบ D,D/2 tapping ความดันลดผ่านแผ่นออริฟิส นี้จะสามารถอ่านได้จากมานอมิเตอร์ รูปตัวยู ในรูปของความสูงแตกต่างของระดับของของเหลวที่บรรจุอยู่ในมานอมิเตอร์เพื่อนำไปคำนวณหาค่าอัตราการไหลของอากาศเป็นหน่วยมวลต่อเวลา สำหรับบริเวณทางเข้าของแผ่นออริฟิสที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ;d = 25 mm ต่อเข้ากับท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ; D = 62.5 mm โดยต่อจุดวัดเข้ากับมานอมิเตอร์ที่ตำแหน่ง D , D/2 ส่วนบริเวณทางออกของเทอร์ไบน์ใช้แผ่นออริฟิสที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ;d = 32mm ต่อเข้ากับ

ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ; D =80 mmโดยต่อจุดวัดเข้ากับมานอมิเตอร์ที่ตำแหน่ง D , D/2 เช่นกัน ดังรูปที่ 3.6 แสดงระบบวัดอัตราการไหลโดยใช้แผ่นออริฟิส ชนิด D,D/2 tapping



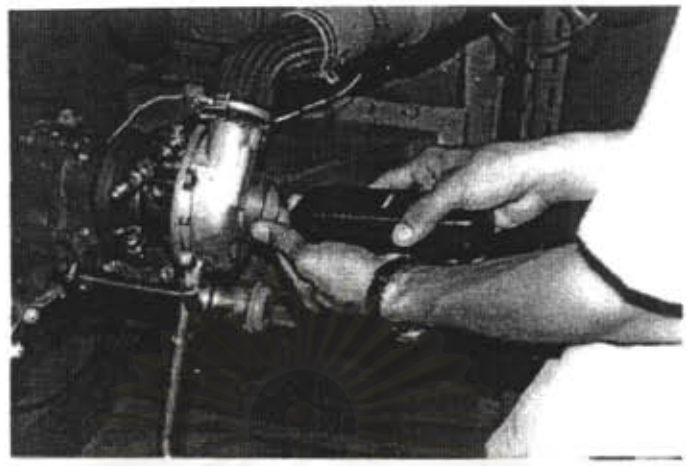
รูปที่ 3.6 แสดงระบบวัดอัตราการไหลโดยใช้แผ่นออริฟิส ชนิด D,D/2 tapping

3.3.4 อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ

สำหรับอุปกรณ์วัดความเร็วรอบที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นแบบ Tacho meter โดยอาศัยหลักการของการสะท้อนของแสง โดยนำแถบสะท้อนไปติดที่ใบพัดของคอมเพรสเซอร์ โดยรายละเอียดของอุปกรณ์วัดความเร็วรอบ แสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงข้อมูลของอุปกรณ์วัดความเร็วรอบ

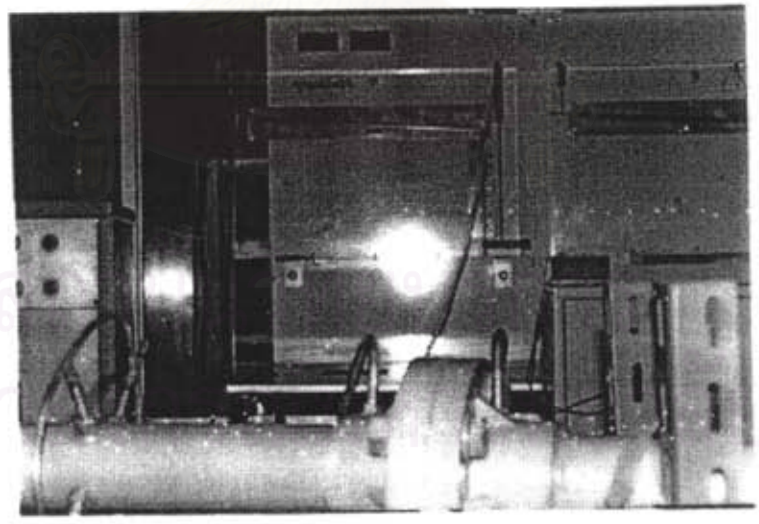
ข้อกำหนด	รายละเอียด
Type	Lutron
Model	PT - 2244
Measurement & Range	5 to 100,000 RPM
Resolution	0.1 RPM (< 1000 RPM) 1 RPM (≥ 1000 RPM)
Accuracy	±(0.05% + 1 digit)
Operating Temp	0 - 100 ^{o} C
Operating Humidity	Less than 80 %



รูปที่ 3.7 แสดงอุปกรณ์วัดความเร็วรอบ

3.3.5 อุปกรณ์วัดความดัน

อุปกรณ์วัดความดันที่ใช้ในการทดสอบเทอร์โบชาร์จเจอร์ จะวัดความดันทางเข้าและทางออก ของเทอร์ไบน์และคอมเพรสเซอร์ โดยใช้มานอมิเตอร์ชนิดเอียง(Incline Manometer)ชนิดน้ำมันแดง (Red Oil) โดยรูปที่ 3.8 แสดงมานอมิเตอร์ชนิดเอียง



รูปที่ 3.8 แสดงมานอมิเตอร์ชนิดเอียง