

บทที่ 4

การทดสอบ

ในบทนี้ได้กล่าวถึงการทดสอบเครื่องยนต์เบนซินไดนาโมมิเตอร์ และการทดสอบรถยนต์เบนแซสซิสไดนาโมมิเตอร์ โดยได้กล่าวถึงมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ ขั้นตอนก่อนและระหว่างการทดสอบ

4.1 การทดสอบเครื่องยนต์ที่สภาวะคงตัว (Steady - State Engine Test)

เครื่องยนต์ที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้เป็นเครื่องยนต์ของโตโยต้า รุ่น 4A-FE ติดตั้งเข้ากับ เอนจินไดนาโมมิเตอร์และใช้เครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสียจากเครื่องยนต์ ซึ่งติดตั้งอยู่ในห้องควบคุม โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดของเครื่องยนต์ของโตโยต้า รุ่น 4A-FE

ขนาด	1600 cc. Twin Cam 16 valve
แบบ	4A-FE 4 สูบเรียงแถว
ปริมาตรกระบอกสูบ	1587 cc.
อัตราส่วนกำลังอัด	9.5
กำลังสูงสุด (EEC net)	85 kW/6000 rev/min
แรงบิดสูงสุด (EEC net)	147 N.m/5200 rev/min
ระบบจ่ายเชื้อเพลิง	หัวฉีด EFI ควบคุมด้วย TCCS
ติดตั้งอุปกรณ์ลดปริมาณไอเสียแบบ 3 ทาง (Three way catalytic convertor)	

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลของ Engine Dynamometer และ Gas Analyser

ข้อมูลของ Engine Dynamometer

Type	TWD - DI - α - cc.
Frame No.	TWD - 150
Made	Meidensha Inc.
Rating Absorbtion	150 kW - 3150/8000 rev/min
Constant Torque	46.4 kgf.m - 900 ~ 3150 rev/min
Duty	Continuous
Cooling	Water Cooled
Accuracy	
	Torque measurement ± 0.5 % F.S.
	Speed measurement ± 1 rev/min of meter reading

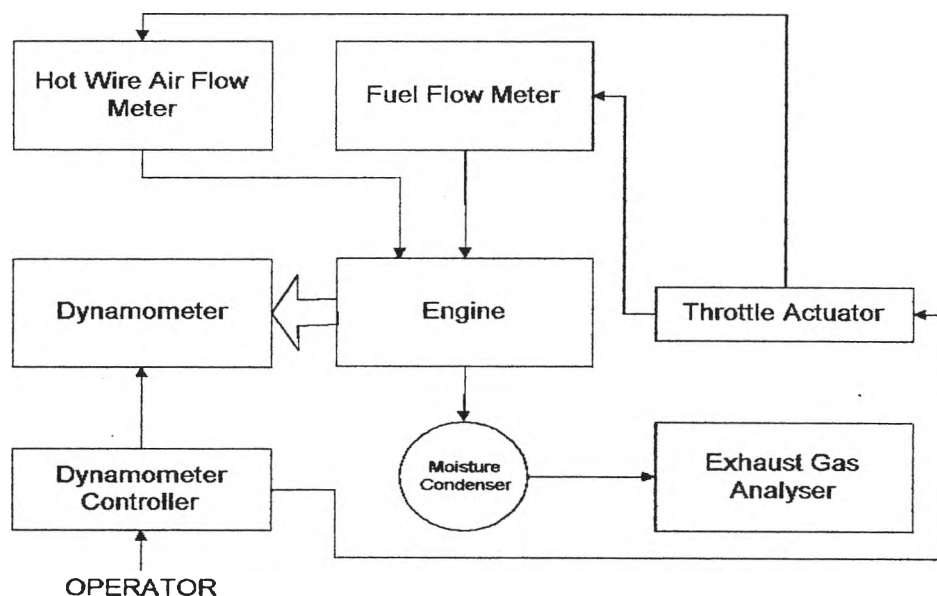
ข้อมูลของ Gas Analyser

Type	ETT 8.70
Made	BOSCH
Measurement ranges	
CO	0...10.00 % Volume
CO ₂	0...18 % Volume
HC	0...9999 ppm
O ₂	0...21 % Volume
λ	0.500...1.800
Resolution	
CO	0.001 % Volume
CO ₂	0.01 % Volume
HC	1 ppm
O ₂	0.01 % Volume
λ	0.001

The non-dispersive, infrared process is used for measuring the CO, CO₂, and HC components (NDIR-non-dispersive infrared spectroscopy)

The oxygen content is measured using an electrochemically acting sensor.

สามารถวัดค่าสมรรถนะและมลภาวะจากเครื่องยนต์ได้ รูปที่ 4.1 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบเครื่องยนต์ สำหรับงานวิจัยนี้



รูปที่ 4.1 แสดงอุปกรณ์ในการทดสอบเครื่องยนต์

4.1.1 มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

การทดสอบเครื่องยนต์ สำหรับงานวิจัยนี้ ทดสอบและปรับแก้ค่าของบรรยากาศตามมาตรฐานการทดสอบเครื่องยนต์ AS 2789.1-1985 การทดสอบเป็นการทดสอบและบันทึกค่าแบบคงตัว โดยจะรอให้ค่าต่าง ๆ คงตัวก่อนที่จะบันทึกค่าลงตารางบันทึกผลการทดสอบ

4.1.2 ขั้นตอนการทดสอบ

การทดสอบเครื่องยนต์สำหรับงานวิจัยนี้มีขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้

ก่อนการทดสอบ

4.1.2.1 ติดตั้งเครื่องยนต์เข้ากับ เอนจินไคนาโมมิเตอร์

4.1.2.2 ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมเครื่องยนต์และอุปกรณ์วัดค่า ได้แก่ Throttle Actuator,

Manifold Pressure Sensor, Oil Pressure Sensor, Oil Temperature Sensor, Exhaust Gas Temperature Sensor, Ambient Temperature(wet and dry bulb) and Pressure Sensors, Spark Timing Sensor, Magnetic Pickup, Fuel Metering, Air Flow Meter, Fuel Temperature Sensor

4.1.2.3 ติดตั้งอุปกรณ์วัดไอเสียแบบสามทางของรถยนต์โคโยต้า รุ่นโคโรลล่า

4.1.2.4 ติดตั้งอุปกรณ์วัดปริมาณไอเสียจากเครื่องยนต์ (วัดค่า CO, CO₂, HC)

4.1.2.5 เดินเครื่องยนต์เพื่ออุ่น ให้อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นเครื่องยนต์มีอุณหภูมิถึงอุณหภูมิทำงานของเครื่องยนต์ ซึ่งมีค่า 80-85 องศาเซลเซียส

การทดสอบเครื่องยนต์

4.1.2.7 ปรับค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์ให้คงที่ที่ 750 รอบต่อนาที และปรับภาระให้มีค่าน้อยที่สุด อ่านค่าความดันสัมบูรณ์ท่อร่วมไอดี อ่านค่าแรงบิดเบรคจะเครื่องยนต์ และอ่านค่าต่าง ๆ จากอุปกรณ์วัดค่า ในหัวข้อ 4.1.2.2 เมื่อค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง (ใช้เวลาประมาณ 20 นาที)

4.1.2.8 ทำการวัดปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อเวลาที่ตั้งไว้ โดยทำซ้ำ 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่สภาวะนี้

4.1.2.9 ทำการวัดปริมาณอากาศที่ใช้ต่อเวลาที่ตั้งไว้ โดยทำซ้ำ 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย การใช้อากาศที่สภาวะนี้

4.1.2.10 ทำการวัดค่าความเข้มข้นของมลภาวะจากเครื่องวัด ไอเสีย ที่สภาวะนี้

4.1.2.11 เมื่อบันทึกค่าแรกแล้ว ทำการปรับค่าความดันท่อร่วมไอดีขึ้นประมาณ 3 นิ้วปรอท โดยการปรับปุ่มควบคุมลิ้นเร่ง (Throttle Actuator) และรอกจนค่าต่าง ๆ คงที่ ทำการบันทึกค่าความดันสัมบูรณ์ท่อร่วมไอดี ค่าแรงบิดเบรค และค่าอื่น ๆ ตามข้อ 4.1.2.8 - 4.1.2.10 แล้วทำการปรับค่าความดันสัมบูรณ์ท่อร่วมไอดีขึ้นทุก 3 นิ้วปรอท และบันทึกค่า จนเปิดลิ้นเร่ง 100 เปอร์เซ็นต์ และบันทึกค่าต่าง ๆ

4.1.2.12 เมื่อทำการวัดค่าต่าง ๆ ที่ความเร็วรอบ 750 รอบต่อนาทีเสร็จแล้ว ปรับความเร็วรอบเครื่องยนต์ไปที่ 1000 รอบต่อนาที และทำการทดสอบซ้ำตั้งแต่ข้อ 4.1.2.7 - 4.1.2.11

4.1.2.13 ปรับความเร็วรอบเครื่องยนต์ไปที่ 1200, 1500, 1800, 2100, 2500, 3000, 3500, 4000 รอบต่อนาที และทำการวัดค่าตามข้อ 4.1.2.7 - 4.1.2.11

4.1.2.14 นำผลลัพธ์ไปทำการปรับแก้ค่าของสภาพบรรยากาศ ตามมาตรฐานการทดสอบเครื่องยนต์ ตาม AS 2789.1-1985

4.2 การทดสอบรถยนต์และผลการทดสอบ

รถยนต์ที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้เป็นรถยนต์โตโยต้า รุ่นโคโรลล่า ปี 1995 เกียร์ธรรมดา ใช้เครื่องยนต์โตโยต้า รุ่น 4A-FE ติดตั้งอุปกรณ์ลดปริมาณไอเสียแบบสามทาง โดยการนำรถยนต์ขึ้นทดสอบบนแซลชีสไดนาโมมิเตอร์ และวัดปริมาณไอเสียจากรถยนต์โดยอุปกรณ์วิเคราะห์ก๊าซไอเสีย ดังรายละเอียดตามตารางที่ 4.3 และ ตารางที่ 4.4 ส่วนรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบรถยนต์ ดังรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลรถยนต์ของโตโยต้า รุ่น โคโรลล่า ปี 1995 ที่ใช้ในการทดสอบ

มิติ (กว้าง x ยาว x สูง)	1685 x 4270 x 1380 มม.
น้ำหนักกรด + คนขับ	1110 กก.
เครื่องยนต์	4A-FE 1600 cc. 16 valve EFI
ระบบขับเคลื่อน	เกียร์ธรรมดา 5 สปีด
อัตราทด	เกียร์ 1
	เกียร์ 2
	เกียร์ 3
	เกียร์ 4
	เกียร์ 5
	เกียร์ถอยหลัง
อัตราทดเฟืองท้าย G_d	4.058
พวงมาลัย	แรคแอนดพีนีเยน พร้อมพาวเวอร์
ยาง	185/65 HR 14 พร้อมล้อแม็ก 5.5 J
สัมประสิทธิ์ของแรงต้านทานการเคลื่อนที่	
เนื่องจากอากาศพลศาสตร์ ($k = \frac{1}{2} \rho C_d A$)	0.38412
สัมประสิทธิ์ที่ขึ้นกับสภาพยางรถ	
และลักษณะถนน (f)	0.01536
รัศมีประสิทธิผลของล้อรถ (r)	0.281 m.
ประสิทธิภาพของระบบส่งกำลัง (η)	0.90

ตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลของ Chassis Dynamometer และ Gas Analyser

ข้อมูลของ Chassis Dynamometer

Manufacturer	HORIBA, ,LTD.
Model	Electric dyno. (RDDY-1241)
Type	Twin rollers with DC Dynamometer
Speed range	Rating 0-12- km/hr (MAX. 160 km/hr)
Absorbed power	90 kW.
Inertia mass	500-2000 kg.
Road load range	0 - \pm 1960 kg.
Accuracy	
Road load range	\pm 1.0 % F.S.
Constant speed	\pm 0.2 km/hr.
Constant Torque	\pm 1.0 % F.S

4.2.1 มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

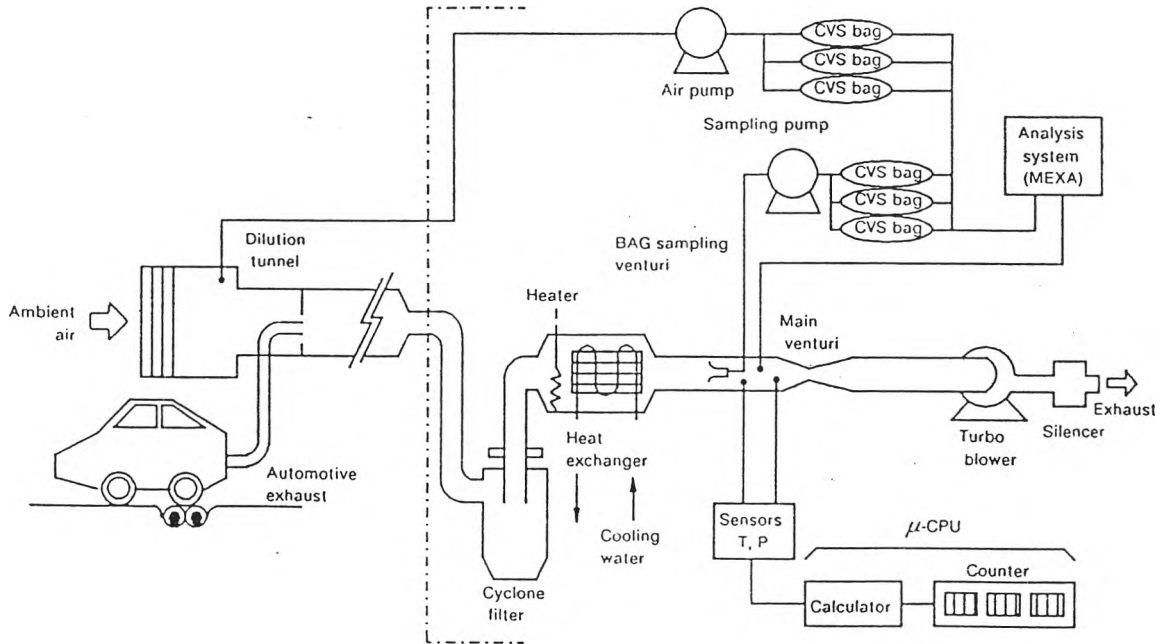
การทดสอบรถยนต์บนแชนซิสไดนาโมมิเตอร์ เป็นการจับจีบรถยนต์ซึ่งจะมีทั้งการเดินเบา เครื่องยนต์ การเร่ง การคงความเร็ว และ การหน่วง อีกทั้งจะมีการเปลี่ยนเกียร์ของรถยนต์ โดยผู้ขับขี่ จะจับรถยนต์ที่ต้องการทดสอบ ตามรูปแบบการจับจีบมาตรฐานที่จำลองมาจากการจับจีบรถยนต์จริง จะถูกควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 1280-2538

4.2.2 ขั้นตอนการทดสอบ

ก่อนการทดสอบ

4.2.2.1 นำรถยนต์ขึ้นบนแชนซิสไดนาโมมิเตอร์ และทำการตรึงรถยนต์ให้อยู่กับที่ ในตำแหน่งที่ถูกต้องโดยล้อขับอยู่ที่ลูกกลิ้งของแท่นทดสอบ

4.2.2.2 ติดตั้งพัดลมช่วยระบายความร้อนเครื่องยนต์ ต่อท่อไอเสียของรถยนต์เข้ากับท่อเจือจางไอเสีย (Dilution Tunnel)



รูปที่ 4.2 แสดงอุปกรณ์ในการทดสอบรถยนต์

4.2.2.3 ติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร็วรอบเครื่องยนต์ และต่อสัญญาณจาก ECU ของรถยนต์ เข้าเครื่องควบคุม แซตชีสไดนาโมมิเตอร์

4.2.2.4 นำ Driver Aid มาใกล้คนขับ เพื่อให้คนขับสามารถอ่านกราฟรูปแบบการขับขี่ที่ต้องการได้ โดยมีสายควบคุมหน้าจอของ Driver Aid และสายควบคุมการเก็บตัวอย่างก๊าซไอเสียจากรถยนต์อยู่ในรถเพื่อให้ผู้ขับขี่สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องออกมานอกรถยนต์

4.2.2.5 ตั้งค่าศูนย์ของ Recorder โดยค่าที่จะเขียนลงกระดาษกราฟสำหรับการทดสอบนี้คือ รูปแบบการขับขี่ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ ความดันสัมบูรณ์ที่อ่าวร่วมไอดี ความเข้มข้นของมลภาวะต่าง ๆ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และ ออกไซด์ของไนโตรเจน

4.2.2.6 ตั้งขนาดของ Venturi เป็น 6 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ตั้งค่าศูนย์ของอุปกรณ์วิเคราะห์ก๊าซไอเสีย

4.2.2.7 ปรับเทียบค่าก๊าซไอเสียที่ต้องการวัดของอุปกรณ์วิเคราะห์ก๊าซไอเสีย

4.2.2.8 ผู้ขับขี่อุ่นเครื่องยนต์จนถึงอุณหภูมิทำงานของเครื่องยนต์หรือเครื่องยนต์มีรอบทำงาน 750 รอบต่อนาที

4.2.2.9 เลือกรูปแบบการขับขี่ที่ต้องการ สำหรับการทดสอบครั้งนี้ใช้รูปแบบการขับขี่ตาม มอก.1280-2538

การทดสอบรถยนต์บนแพลตฟอร์มไดนาโมมิเตอร์

4.2.2.10 เลือกรูปแบบการขับขี่ที่ต้องการ ผู้ขับขี่กดปุ่มเก็บตัวอย่างก๊าซไอเสีย และขับรถตามเงื่อนไขใน Driver Aid Recorder ก็เริ่มทำการบันทึกค่าต่าง ๆ ตลอดเวลา จนขับขี่ตลอดรูปแบบการขับขี่ที่เลือก ผู้ขับขี่กดปุ่มหยุดการเก็บตัวอย่างก๊าซไอเสีย