หอสมุดกลาง ... จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

วิธีการทดสอบ

ในบทนี้จะอธิบายถึงการทดสอบหาสมรรถนะและมลภาวะของเครื่องยนต์ OEM และเครื่องยนต์ที่ปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสีย โดยทำการทดสอบเครื่องยนต์ TOYOTA รุ่น 4A-FE ในห้องปฏิบัติการ สมรรถนะของเครื่องยนต์ทำการวัดด้วยไดนาโมมิเตอร์ สารมลพิษจากเครื่องยนต์ทำการวัดโดยใช้อุปกรณ์วัดปริมาณไอเสีย

การทดสอบเครื่องยนต์จะกระทำบนไดนาโมมิเตอร์ที่ตั้งโมดการทำงานของระบบควบคุมไว้ที่ Constant Speed Mode ด้วยน้ำมันเบนซินผสมออกซิเจนเนต 7 ตัวอย่างคือ G100, GE05, GE10, GE15, GM05, GM10, GM15 ตามลำดับ ซึ่งคุณสมบัติของน้ำมันที่ใช้ในการทดสอบแสดงอยู่ในภาคผนวก ข. เพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น ก่อนการทดสอบด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงตัวใหม่จะปล่อยให้เครื่องยนต์ทำงานที่รอบเดินเบาไม่ต่ำกว่า 1 ชั่วโมงก่อนเริ่มทำการทดสอบ

สภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบในงานวิจัยนี้คือสภาวะจำลองการทำงานของเครื่องยนต์ TOYOTA 4A-FE ที่ติดตั้งในรถยนต์ TOYOTA CORONA เมื่อเคลื่อนที่โดยใช้เกียร์ 4 บนถนนราบด้วยอัตราเร็วคงที่ 9 ค่า คือ 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 กม/ชม น้ำหนักบรรทุก 210 kg ความเร็วลม นิ่ง ขนาดของภาระของเครื่องยนต์ที่อัตราเร็วของรถยนต์คงที่ค่าต่างๆ หาได้จากการวัดค่าความดันท่อร่วมไอดีและความเร็วรอบของเครื่องยนต์ขณะขับขี่รถยนต์จริงบนถนน ชุดค่าความดันร่วมท่อไอดีและความเร็วรอบของเครื่องยนต์ดังกล่าวแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าความดันท่อร่วมไอดีและความเร็วรอบของเครื่องยนต์ในสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ที่ติดตั้งในรถยนต์ ขณะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ [1]

No.	ความเร็วรถ (km/hr)	ความดันท่อร่วม (inch Hg)	ความเร็วรอบ (rev/min)
1	40	9.9	1300
2	50	10.2	1700
3	60	11.0	2000
4	70	12.0	2400
5	80	13.0	2700
6	90	13.7	3000
7	100	14.9	3400
8	110	15.9	3700
9	120	16.5	4000

4.1 ตัวแปรที่ทำการบันทึก

ตัวแปรที่ทำการบันทึกค่าในการทำงานของเครื่องยนต์ในแต่ละจุดทำงาน ประกอบด้วยตัวแปรที่เกี่ยวกับสมรรถนะของเครื่องยนต์ ตัวแปรที่เกี่ยวกับสารมลพิษในไอเสียและตัวแปรที่เกี่ยวกับสภาวะอากาศ

- ความเร็วรอบ
- ความดันในท่อร่วมไอดี
- แรงบิด
- อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง
- อัตราไหลของอากาศเข้าสู่เครื่องยนต์
- เปอร์เซ็นต์การเปิดลิ้นปีกผีเสื้อ
- องศาการจุดระเบิด
- ความดันน้ำมันหล่อลื่น
- อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น
- อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่เข้าเครื่องยนต์
- อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ออกจากเครื่องยนต์

- ปริมาณ CO ที่ออกจากเครื่องยนต์
- ปริมาณ CO_2 ที่ออกจากเครื่องยนต์
- ปริมาณ HC ที่ออกจากเครื่องยนต์
- ปริมาณ O_2 ที่ออกจากเครื่องยนต์
- อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศในห้องทดสอบ
- อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศในห้องทดสอบ
- ความดันบรรยากาศในห้องทดสอบ

4.2 ขั้นตอนก่อนการทดสอบ

4.2.1 ตรวจสอบจุดยึด *support* ของเครื่องยนต์ โดยตรวจดูว่าน็อตที่จุดยึดไม่คลายตัว โครงสร้างไม่มีรอยร้าว รอยเชื่อมไม่ชำรุด

4.2.2 อุ่นอุปกรณ์การวัด เพื่อให้อุปกรณ์การวัดต่างๆ ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเลคทรอนิคมีอุณหภูมิคงที่ ที่อุณหภูมิทำงาน

4.2.3 ติดตั้งอุปกรณ์วัดปริมาณไอเสียจากเครื่องยนต์ และอุ่นอุปกรณ์วัดปริมาณไอเสียเพื่อให้พร้อมทำการทดสอบ

4.2.4 การอุ่นเครื่องยนต์ โดยก่อนการทดสอบทุกครั้ง จะต้องติดเครื่องยนต์ทดสอบและปล่อยให้ทำงานที่รอบเดินเบา ประมาณ 30 นาที เพื่อให้อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น น้ำมันหล่อลื่น และชิ้นส่วนต่างๆ มีอุณหภูมิอยู่ที่อุณหภูมิทำงาน

4.3 การทดสอบเครื่องยนต์ OEM

การทดสอบในขั้นนี้กระทำต่อจากการอุ่นเครื่องยนต์ คือเมื่อเครื่องยนต์มีสภาวะคงที่ (Steady State) และอุปกรณ์วัดต่างๆ ได้อุณหภูมิทำงาน จึงหมุนปรับสวิตช์ควบคุมความเร็วรอบของไดนาโมมิเตอร์เพื่อให้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์มีค่าคงที่ที่ 1300 rev/min และหมุนปรับสวิตช์ควบคุมการทำงานของ Throttle Control Electronic Actuator ให้ลิ้นปีกผีเสื้อเปิดจนได้ค่าความดันในท่อร่วมไอดีของเครื่องยนต์เป็นไปตามเงื่อนไขการทำงานที่เกิดขึ้นกับเครื่องยนต์เมื่อรถยนต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ค่านั้นๆ (ดังแสดงในตารางที่ 4.1)

รอจนกระทั่งเครื่องยนต์มีสภาวะคงที่ (ประมาณ 15 นาที) จึงทำการบันทึกค่าตัวแปรการทำงานต่างๆ อาทิ ความเร็วรอบ, อัตราการใช้เชื้อเพลิง, สมรรถนะ, สารมลพิษในไอเสีย และสภาวะอากาศในห้องทดสอบ เป็นต้น โดยแต่ละจุดทดสอบจะทำการวัดอัตราการใช้เชื้อเพลิง 3 ครั้ง เมื่อเสร็จสิ้นการบันทึกค่าตัวแปรทั้งหมด จึงทำการทดสอบเครื่องยนต์เมื่อปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสียต่อไป

4.4 การทดสอบเครื่องยนต์เมื่อปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสีย

การทดสอบในขั้นนี้จะกระทำต่อจากการทดสอบเครื่องยนต์ OEM ก่อนที่จะทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบและค่าความดันท่อร่วมไอดีของเครื่องยนต์ในแต่ละครั้ง โดยการต่อวงจร Simulated Oxygen Signal เข้ากับ ECU ของเครื่องยนต์บนแท่นทดสอบแทน Oxygen Sensor จากนั้นจึงปรับเปลี่ยนลักษณะของสัญญาณที่สร้างจากวงจร Simulated Oxygen Signal ตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ขณะนั้น ทีละจุดทำงาน เพื่อปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสียราว 5 ค่าโดยการเปลี่ยนค่าความต้านทานและค่าคาปาซิแตนท์ของวงจร Simulated Oxygen Signal ราว 5 ชุดตามตารางที่ 4.2

ในแต่ละจุดทำงานจะรอจนกระทั่งเครื่องยนต์มีสภาวะคงที่ (ประมาณ 15 นาที) จึงทำการบันทึกค่าตัวแปรการทำงานอาทิ ความเร็วรอบ, อัตราการใช้เชื้อเพลิง, สมรรถนะ, สารมลพิษในไอเสีย และสภาวะอากาศในห้องทดสอบ เป็นต้น โดยแต่ละจุดทดสอบจะทำการวัดอัตราการใช้เชื้อเพลิง 3 ครั้ง เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบเครื่องยนต์ทั้ง 5 จุดทำงานในแต่ละความเร็วรอบของเครื่องยนต์ จึงต่อ Oxygen Sensor เข้ากับ ECU แทนวงจร Simulated Oxygen Signal แล้วจึงเริ่มทำการทดสอบเครื่องยนต์ OEM ตามความเร็วรอบและค่าความดันท่อร่วมไอดีของเครื่องยนต์ค่าต่อๆ ไป ตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.2 ค่าคาปาซิแตนท์และความต้านทาน R_A และ R_B ของวงจร Simulated Oxygen Signal ใน แต่ละความเร็วรอบและความดันท่อร่วมไอดี

ความเร็วรอบ (rev/min)	จุดทำงาน	ความดันท่อร่วม (inch Hg)	คาปาซิแตนท์ μF	ความต้านทาน R_A kΩ	ความต้านทาน R_B kΩ
1300	1	9.9	1.00	50.00	50.00
1300	2	9.9	0.56	50.00	50.00
1300	3	9.9	1.00	8.33	41.67
1300	4	9.9	1.00	25.00	25.00
1300	5	9.9	0.56	25.00	25.00
1700	1	10.2	1.00	16.67	83.33
1700	2	10.2	0.56	33.33	66.67
1700	3	10.2	1.00	6.67	13.33
1700	4	10.2	1.00	10.00	10.00
1700	5	10.2	0.56	10.00	10.00
2000	1	11.0	1.00	33.33	66.67
2000	2	11.0	0.56	33.33	66.67
2000	3	11.0	0.56	50.00	50.00
2000	4	11.0	0.10	16.67	33.33
2000	5	11.0	0.10	25.00	25.00
2400	1	12.0	47.00	16.67	83.33
2400	2	12.0	47.00	33.33	66.67
2400	3	12.0	22.00	41.67	208.33
2400	4	12.0	22.00	125.00	125.00
2400	5	12.0	47.00	83.33	166.67
2700	1	13.0	1.00	16.67	33.33
2700	2	13.0	0.56	25.00	25.00
2700	3	13.0	0.56	1.67	8.33
2700	4	13.0	0.56	5.00	5.00
2700	5	13.0	0.10	8.33	41.67

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ค่าคาปาซิแตนท์และความต้านทาน R_A และ R_B ของวงจร Simulated Oxygen Signal ในแต่ละความเร็วรอบและความดันท่อร่วมไอดี

ความเร็วรอบ (rev/min)	จุดทำงาน	ความดันท่อร่วม (inch Hg)	คาปาซิแตนท์ μF	ความต้านทาน R_A kΩ	ความต้านทาน R_B kΩ
3000	1	13.7	1.00	33.33	16.67
3000	2	13.7	1.00	25.00	25.00
3000	3	13.7	0.56	16.67	33.33
3000	4	13.7	1.00	10.00	10.00
3000	5	13.7	0.10	8.33	41.67
3400	1	14.9	0.56	33.33	66.67
3400	2	14.9	1.00	3.33	16.67
3400	3	14.9	0.56	3.33	16.67
3400	4	14.9	0.56	10.00	10.00
3400	5	14.9	0.10	16.67	33.33
3700	1	15.9	1.00	33.33	66.67
3700	2	15.9	1.00	8.33	41.67
3700	3	15.9	1.00	16.67	33.33
3700	4	15.9	1.00	25.00	25.00
3700	5	15.9	0.10	16.67	33.33
4000	1	16.5	1.00	8.33	41.67
4000	2	16.5	0.56	10.00	10.00
4000	3	16.5	0.56	3.33	6.67
4000	4	16.5	0.10	8.33	41.67
4000	5	16.5	0.10	16.67	33.33