บทที่ 5
การทดสอบกับเครื่องยนต์จริง

5.1 วัตถุประสงค์

5.1.1 เพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล เช่น อัตราเร่ง หลังการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำมัน

5.1.2 เพื่อทดสอบไอเสีย เมื่อทำการเพิ่มอุณหภูมิน้ำมันดีเซลขึ้นสูงกว่าอุณหภูมิปกติ

5.1.3 เพื่อศึกษาอัตราสิ้นเปลืองของน้ำมันดีเซลในสภาวะใช้งานจริง

5.1.4 เพื่อเปรียบเทียบค่าอัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันดีเซลและควันดำกับการทดสอบกับเครื่องยนต์ทดสอบ

5.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

5.2.1 รถยนต์ ยี่ห้อ Ford 2500 Turbo 4X4 รุ่น XLT ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงข้อมูลรถยนต์ที่ใช้ในการทดลอง

Air Cleaner	Cyclonic
Bore & Stroke	93 / 92
Compression Ratio	19,8:1
Displacement (cc)	2499
Engine Type	2500 Turbo Diesel
Fuel supply	Injection
Intercooler	Std
Number of Cylinders	4
Number of valves per cylinder	3
Power kW @ rpm	80 kW @ 3500
Torque @ rpm	257 Nm @ 2000

ตารางที่ 5.1(ต่อ) แสดงข้อมูลรถยนต์ที่ใช้ในการทดลอง

Air Cleaner	Cyclonic
Bore & Stroke	93 / 92
Compression Ratio	19,8:1
Displacement (cc)	2499
Engine Type	2500 Turbo Diesel
Fuel supply	Injection
Intercooler	Std
Number of Cylinders	4
Number of valves per cylinder	3
Power kW @ rpm	80 kW @ 3500
Torque @ rpm	257 Nm @ 2000

5.2.2 อุปกรณ์ประหยัดน้ำมัน

5.2.3 เครื่องชั่ง (หน่วย กรัม)

5.2.4 เครื่องวัดควันดำ

5.2.5 นาฬิกาจับเวลา

5.2.6 เครื่องวัดอุณหภูมิ

5.3 การทดสอบกับเครื่องยนต์จริงก่อนการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำมัน

ในการทดสอบกับเครื่องยนต์จริงก่อนการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำมันนั้น จะการทดสอบเพื่อที่จะหาค่าต่างๆ ดังนี้

5.3.1 อัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิง ในการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิงสามารถทำได้ดังนี้

5.3.1.1 ขั้นตอนการทดลอง

5.3.1.1.1 ทำการดัดแปลงถังน้ำมันเพื่อที่ให้ง่ายต่อการที่จะวัดหาปริมาณของน้ำมันที่ถูกใช้ไป โดยการทดลองนี้เราจะนำหม้อพักน้ำของรถยนต์มาใช้เป็นถังน้ำมัน

แทน โดยเราจะติดตั้งให้อยู่ในห้องเครื่องยนต์เพื่อที่จะง่ายต่อการถอดและติดตั้งคืนหลังจากการวัดปริมาณน้ำมันที่ใช้ไปและการเติมน้ำมัน

รูปที่ 5.1 แสดงถึงการติดตั้งถังน้ำมันที่ดัดแปลง

5.3.1.1.2 ต่อสายน้ำมันจากถังน้ำมันที่ดัดแปลงเข้ากับปั๊มไล่อากาศและต่อสายน้ำมันจากปั๊มฉีดน้ำมันเข้าสู่ระบบฉีดน้ำมันในการเผาไหม้ และทำการรัดสายให้แน่น

รูปที่ 5.2 แสดงถึงการต่อสายจากถังน้ำมันดัดแปลงเข้าปั๊มไล่อากาศ

5.3.1.1.3 เติมน้ำมันลงในถังน้ำมันที่ดัดแปลงและทำการชั่งน้ำหนักของน้ำมันที่เติมและจดบันทึกค่า

5.3.1.1.4 สตาร์ทเครื่องยนต์และทำการขับโดยให้ได้ระยะทางที่พอเหมาะและใช้ความเร็วที่คงที่ โดยในการทดลองครั้งนี้จะใช้ความเร็วประมาณ 80 km/h ที่ระยะทาง 13.3 กิโลเมตร

5.3.1.1.5 เมื่อถึงระยะทางที่ต้องการแล้วก็ดับเครื่องยนต์ ถอดถังน้ำมันดัดแปลงออกและนำมาชั่งน้ำหนักของน้ำมันที่เหลือ และบันทึกค่า

รูปที่ 5.3 แสดงถึงการชั่งน้ำหนักน้ำมันเชื้อเพลิงหลังการทดสอบ

5.3.1.1.6 ทำการทดลองตาม 5.2.1.4 และ 5.2.1.5 อีก 3 ครั้งและบันทึกค่า

5.3.2.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 5.2 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันขณะที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำมัน

ครั้งที่	1	2	3
น้ำหนักน้ำมันก่อนวิ่ง(g)	1574	1408	1496
น้ำหนักน้ำมันหลังวิ่ง(g)	612	480	543
ใช้ไป(g)	962	928	953
ปริมาตร(l)	1.16	1.12	1.15
ระยะทาง(km)	13.5	13.3	13.3
อัตราการสิ้นเปลือง(km/l)	11.65	11.90	11.58

เฉลี่ย 11.71 km/l

5.3.2 อัตราเร่ง

ในการทดสอบหาอัตราเร่งนั้น เราจะทำการทดสอบ 2 กรณี ดังนี้คือ

5.3.2.1 อัตราเร่งที่ความเร็ว 0- 100 km/h

5.3.2.1.1 ขั้นตอนการทดลอง

5.3.2.1.1.1 จอดรถให้นิ่งสนิทแล้วทำการออกตัวด้วยเกียร์1พร้อมทั้งจับเวลา

5.3.2.1.1.2 เข้าเกียร์ไล่ขึ้นไปเรื่อยจนถึงเกียร์ 5 ด้วยอัตราการเข้าเกียร์ที่สม่ำเสมอ

5.3.2.1.1.3 หยุดเวลาที่ความเร็ว 100 km/h พร้อมบันทึกค่า

5.3.2.1.1.4 ทำการทดลองตาม 5.3.2.1.1.1 ถึง 5.3.2.1.1.3 อีก 3 ค่า แล้วบันทึกค่า

5.3.2.1.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 5.3 แสดงอัตราเร่งที่ความเร็ว 0-100 km/h

ครั้งที่	เวลา(วินาที)
1	27.65
2	28.02
3	27.36
เฉลี่ย	27.68

5.3.2.2 อัตราเร่งที่ความเร็ว 80-100 km/h

5.3.2.2.1 ขั้นตอนการทดลอง

5.3.2.2.1.1 วิ่งด้วยความเร็ว 75 km/h แล้วเหยียบคันเร่งให้สุด

5.3.2.2.1.2 เริ่มจับเวลาที่ความเร็ว 80 km/h จนถึงความเร็ว 100 km/hr แล้วบันทึกค่า

5.3.2.2.1.3 ทำการทดลองตาม 5.3.2.1.1 และ 5.3.2.1.2 อีก 4 ค่า แล้วบันทึกค่า

5.3.2.2.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 5.4 แสดงอัตราเร่งที่ความเร็ว 80-100 km/h

ครั้งที่	เวลา(วินาที)
1	10.2
2	10.21
3	9.35
4	10.07
เฉลี่ย	9.96

5.3.3 การทดสอบควันดำ

5.3.3.1 ขั้นตอนการทดลอง

5.3.3.1.1 ทำการติดตั้งเครื่องทดสอบควันดำ ECOS กับเครื่องยนต์

รูปที่ 5.4 แสดงการติดตั้งเครื่องวัดควันดำกับเครื่องยนต์

5.3.3.1.2 สตาร์ทเครื่องยนต์พร้อมทำการทดสอบโดยการเหยียบคันเร่งให้สุด 4 ครั้ง

5.3.3.1.3 บันทึกค่าที่แสดงผลที่หน้าจอบนเครื่องทดสอบควันดำ

5.3.3.1.4 ทำการทดลองตาม 5.3.2.1.3 อีก 3 ครั้ง แล้วบันทึกผล

5.3.3.2 ผลการทดลอง

ค่าความเข้มข้นของควันดำ = 28.8%

5.4 การทดสอบกับเครื่องยนต์จริงขณะติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำมัน

5.4.1 การติดตังอุปกรณ์ประหยัดน้ำมัน ในการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำมันกับเครื่องยนต์นั้น มีขั้นตอนดังนี้

5.4.1.1 ทำการตัดท่อน้ำหล่อเย็นออกเป็นสองส่วน และนำอุปกรณ์ประหยัดน้ำมันมาสวมเข้ากับท่อน้ำหล่อเย็นที่ทำการตัดทั้งสองด้าน พร้อมรัดสายน้ำหล่อเย็นให้แน่นเพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำหล่อเย็น.

5.4.1.2 นำสายส่งน้ำมันที่ต่อจากปั๊มไล่อากาศมาสวมเข้ากับท่อส่งน้ำมันของอุปกรณ์ประหยัดน้ำมัน พร้อมรัดให้แน่น

5.4.1.3 นำสายส่งน้ำมันมาต่อเข้าที่ปลายท่อส่งน้ำมันอีกด้านของอุปกรณ์ประหยัดน้ำมันและส่วนปลายอีกด้านของสายน้ำมันก็จะต่อไปที่ระบบฉีดจ่ายน้ำมัน พร้อมรัดรอยต่อให้แน่น

5.4.1.4 ทำการปั๊มเพื่อที่จะไล่อากาศที่มีตามสายส่งน้ำมัน

ในการทดสอบกับเครื่องยนต์จริงขณะที่ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำมันนั้น เราจะทำการทดสอบเช่นเดียวกันกับกรณีการทดสอบขณะที่ยังไม่ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำมัน ดังนี้

5.4.2 อัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิง ในการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิงขณะที่ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำมันนั้นก็จะมีขั้นตอนในการทดสอบเช่นเดียวกันกับการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิงในขณะที่ยังไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำมัน(หัวข้อ 5.3.1.1.3 ถึง 5.3.1.1.6) โดยจะได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 5.5 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันขณะที่ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำมัน

ครั้งที่	1	2	3
น้ำหนักน้ำมันก่อนวิ่ง(g)	1534	1563	1514
น้ำหนักน้ำมันหลังวิ่ง(g)	766	782	529
ใช้ไป(g)	768	781	985
ปริมาตร(l)	0.93	0.94	1.19
ระยะทาง(km)	10.1	10.1	13.4
อัตราการสิ้นเปลือง(km/l)	10.92	10.73	11.29

เฉลี่ย 10.98 km/l

5.4.3 อัตราเร่ง ในการหาอัตราเร่งนั้นก็จะแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ อัตราเร่งที่ความเร็ว 0-100 km/hr และที่ความเร็ว 80-100 km/hr โดยจะมีขั้นตอนในการทดลองเช่นเดียวกันกับกรณีที่ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำมัน(หัวข้อ 5.3.2) และได้ผลการทดลองดังนี้

5.4.3.1 อัตราเร่งที่ความเร็ว 0-100 km/hr

ตารางที่ 5.6 แสดงอัตราเร่งที่ความเร็ว 0-100 km/h

ครั้งที่	เวลา(วินาที)
1	29.17
2	29.92
3	30.57
เฉลี่ย	29.89

5.4.3.2 อัตราเร่งที่ความเร็ว 80-100 km/hr

ตารางที่ 5.7 แสดงอัตราเร่งที่ความเร็ว 80-100 km/h

ครั้งที่	เวลา(วินาที)
1	9.61
2	10.18
3	9.42
4	9.14
เฉลี่ย	9.59

5.4.4 การทดสอบควันดำ

ในการทดสอบหาค่าควันดำนั้นก็มีขั้นตอนการทดลองและวิธีการเก็บข้อมูลเช่นเดียวกันกับการทดสอบหาค่าควันดำขณะที่ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำมัน (หัวข้อ 5.3.3) ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังนี้

ค่าความเข้มข้นของควันดำ = 22.4%

5.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดสอบพบว่าการใช้งานจริงนั้น อุปกรณ์ประหยัดน้ำมันจะอุ่นน้ำมันขึ้นที่ 62ºC โดยอุณหภูมิน้ำมันก่อนเข้าอุปกรณ์ประหยัดน้ำมันอยู่ที่ 47 ºC และอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นอยู่ที่ 84ºC โดยผลที่ได้ก็คือ ให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเพิ่มขึ้นกว่าปกติ 6.19% โดยการวิ่งวัดระยะทางและปริมาณการใช้น้ำมัน ด้วยความเร็วคงที่ประมาณ 80 km/h ระยะทาง 10-13 km แล้วนำมาหาอัตราส่วนการใช้น้ำมัน ได้ผลดังนี้

แบบไม่ติดตั้งเครื่องอุ่นน้ำมันให้อัตราการสิ้นเปลืองอยู่ที่ 11.71 km/l

แบบติดตั้งเครื่องอุ่นน้ำมันให้อัตราการสิ้นเปลืองอยู่ที่ 10.98 km/l

ส่วนผลการทดสอบจับเวลาเพื่อเปรียบเทียบอัตราเร่งที่มีพฤติกรรมการขับใกล้เคียงกันให้ผลออกมาดังนี้

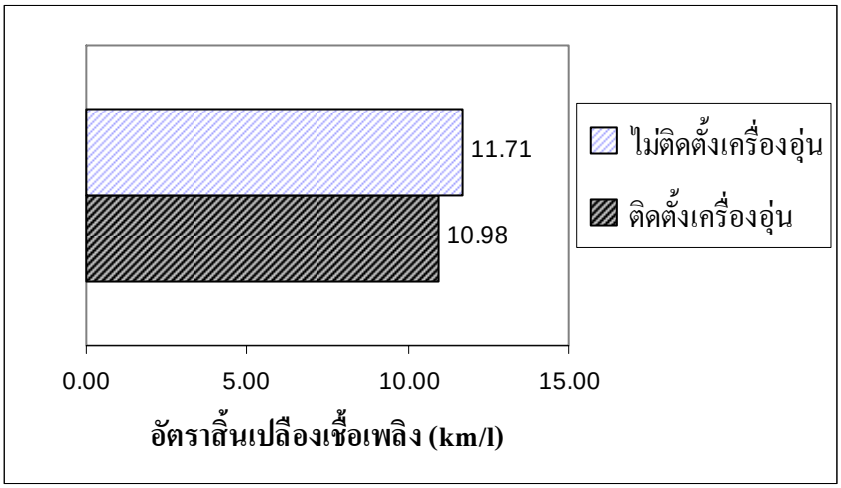
อัตราเร่ง 0-100 km/h แบบไม่ติดตั้งเครื่องอุ่นน้ำมัน เวลาที่ใช้คือ 27.68 s

อัตราเร่ง 0-100 km/h แบบติดตั้งเครื่องอุ่นน้ำมัน เวลาที่ใช้คือ 29.89 s

อัตราเร่งแซง 80-100 km/h แบบไม่ติดตั้งเครื่องอุ่นน้ำมันใช้เวลา 9.96 s

อัตราเร่งแซง 80-100 km/h แบบไม่ติดตั้งเครื่องอุ่นน้ำมันใช้เวลา 9.59 s

สำหรับการวัดควันดำทำการทดสอบโดยเครื่องวัดควันดำ EKOS ซึ่งมีหลักการทำงานโดยใช้ลำแสงส่องผ่านเขม่า แล้ววัดความเข้มของแสง ให้ผลออกมาว่าการอุ่นน้ำมันจะทำให้ลดควันดำลงได้ โดยค่าดัชนีควันดำหลังการอุ่นน้ำมันมีค่าน้อยกว่าค่าดัชนีควันดำก่อนการอุ่นน้ำมัน



รูปที่ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำมันและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำมัน

5.6 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองในครั้งนี้ ทำให้ทราบว่าการอุ่นน้ำมันในลักษณะนี้เป็นผลเสียมากกว่าผลดี โดยอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน ดังแสดงในผลการทดลองที่ 2 กับเครื่องทดสอบ Diesel Engine Research and test Bed อันเนื่องมาจากว่าการใช้งานจริงภาระหรือโหลดนั้นมีค่าสูงมากกว่าการเดินเครื่องเบาในการทดลองครั้งที่ 2 ความร้อนที่เกิดขึ้นกับน้ำหล่อเย็นมีสูงกว่าทำให้น้ำมันดีเซลมีการอุ่นขึ้นมากจนเกินไป คือจนถึงระดับ 60 ºC ความหนืดของน้ำมันดีเซลจึงลดลงไปมาก ส่งผลให้การหล่อลื่นปั๊มหัวฉีดซึ่งเป็นหน้าที่ของน้ำมันดีเซลเองนั้นมีประสิทธิภาพต่ำลงมากกว่าปกติ ทำให้เกิดการสูญเสียกำลังในจุดนี้เพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิดความสิ้นเปลืองน้ำมันเพิ่มขึ้น

สำหรับอัตราเร่งจาก 0 ถึง 100 km/h การอุ่นน้ำมันทำให้เสียเวลาในการเร่งเพิ่มขึ้นจากปกติประมาณ 2 วินาที ซึ่งหมายความว่าสมรรถนะเครื่องยนต์ลดต่ำลง เมื่ออุ่นน้ำมันด้วยวิธีการนี้ อัน

เนื่องมาจากสาเหตุเดียวกับที่กล่าวมา ส่วนอัตราเร่งแซงจาก 80 ถึง 100 km/h กลับให้ผลออกมาดีกว่าแบบปกติประมาณ 0.5 วินาที แต่มีข้อแตกต่างระหว่างการทดสอบทั้งสองแบบนี้คือ ในการทดลองอัตราเร่งจาก 0 ถึง 100 km/h เริ่มต้นจากรอบต่ำเกียร์ 1 จนถึงรอบสูงของเกียร์ 5 ในขณะที่การทดสอบอัตราเร่งแซง จาก 80 ถึง 100 km/h ใช้เกียร์ 5 เร่งกวาดความเร็วรอบขึ้นเพียงเกียร์เดียวเท่านั้น จึงอาจเป็นไปได้ในลักษณะที่ว่า ที่ความเร็วรอบสูงการอุ่นน้ำมันด้วยวิธีนี้จะทำให้ได้กำลังออกมาดีกว่าปกติ แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าการสูญเสียกำลังที่ปั๊มหัวฉีดจะลดน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองกับเครื่อง Diesel Engine Research and test Bed อย่างชัดเจนเพราะอุณหภูมิที่สูงเกินไป (มากกว่า 45 ºC) นั้นจะทำให้สมรรถนะลดลง

ส่วนการทดลองวัดควันดำ ให้ผลออกมาว่า การอุ่นน้ำมันจะช่วยลดควันดำลงได้ประมาณ 6-7% อันเนื่องมาจากการเผาไหม้ที่ดีกว่าแบบปกติ เพราะว่าการฉีดน้ำมันเข้าห้องเผาไหม้มีการกระจายเป็นฝอยได้ดีกว่า