

อิทธิพลขององศาการจุดระเบิดต่อสมรรถนะ และอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซล ดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

Effect of Ignition Timing on Performance and Exhaust Gas Temperature of a Diesel Engine Converted for use with Natural Gas Fuel

ไกรสุนทร เข้มสุข^{1*} และพิพล บุญจันติ²

¹ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ 10900

โทร 0-2942-8555 ต่อ 1859 โทรสาร 0-2942-8555 ต่อ 1859 *อีเมลล์ aun3794@gmail.com

² ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ 10900

โทร 0-2942-8555 ต่อ 1813 โทรสาร 0-2942-8555 ต่อ 1859 อีเมลล์ fengpip@ku.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเอาเครื่องยนต์ดีเซลมาดัดแปลงให้เป็นเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ และใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ด้วยไดนาโมมิเตอร์ชนิดใช้น้ำรับการจ่ายโหลด โดยมีวัตถุประสงค์ในการทดสอบคือ เพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงองศาการจุดระเบิดต่อสมรรถนะ และอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง เพื่อหาตำแหน่งองศาการจุดระเบิดที่เหมาะสมที่ทำให้เครื่องยนต์มีค่าทอร์กเบรกสูงสุด และอุณหภูมิไอเสียไม่สูงเกินไปจนเครื่องยนต์ได้รับความเสียหายในรอบการทำงาน และเพื่อใช้เป็นแนวทางในการทดสอบเครื่องยนต์ดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงให้กับผู้ประกอบการเชิงพาณิชย์ และผู้ที่สนใจ โดยทดสอบการทำงานเมื่อลิ้นเร่งเปิดเต็มที่ อัตราส่วนอากาศ/เชื้อเพลิงสัมพันธ์เท่ากับ 0.85 ที่อัตราเร็วเครื่องยนต์ 1400 ถึง 2900 รอบต่อนาที ก๊าซธรรมชาติที่ทดสอบได้จากอ่าวไทยฝั่งตะวันออกมีส่วนประกอบโดยส่วนใหญ่เป็นมีเทนร้อยละ 74.10-77.52 โดยโมล ผลการทดสอบพบว่า การปรับองศาการจุดระเบิดที่ล่วงหน้ามากเกินไปมีผลทำให้ค่าทอร์กเบรกลดลงและอุณหภูมิไอเสียมีแนวโน้มลดลงในรอบการทำงาน การปรับองศาการจุดระเบิดที่ล่าช้าเกินไปมีผลทำให้ค่าทอร์กเบรกลดลง และอุณหภูมิไอเสียมีแนวโน้มสูงขึ้นในรอบการทำงาน การปรับองศาการจุดระเบิดที่เหมาะสมมีผลทำให้ได้ค่าทอร์กเบรกสูงสุด และอุณหภูมิไอเสียไม่สูงจนเกินไปในรอบการทำงาน และวิธีการทดสอบนี้สามารถใช้เป็นแนวทางการทดสอบเครื่องยนต์ดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงก่อนที่จะนำเครื่องยนต์ไปใช้งานให้กับผู้ประกอบการเชิงพาณิชย์ได้เป็นอย่างดี

Abstract

This paper present the using diesel engine converted for the use with the natural gas fuel. Thereafter, testing the performance of the engine by engine dynamometer. The present work therefore aims to change ignition timing on performance and

exhaust gas temperature of a diesel engine converted for use with the natural gas fuel. It was found that the ignition timing was able to predict the maximum engine torques and the exhaust gas temperature at every engine speeds. Testing the diesel engine converted for use with the natural gas fuel for transportation enterprise and interested. At engine speeds 1400 to 2900 rpm have relative air/fuel ratio equal to 0.85. The natural gas fuels at east coast of Thailand have methane equal to 74.10 to 77.52 % by mole.

The result was found that, the effect of ignition timing on performance and exhaust gas temperature of a diesel engine converted for use with the natural gas fuel will be the important information that will help for effectively applies these fuels as an efficient alternative fuels in an engine.

1. ความเป็นมา

ปัจจุบันภาคคมนาคมขนส่งในประเทศไทยกำลังประสบปัญหาค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงเป็นอย่างมาก สาเหตุเนื่องมาจากราคาน้ำมันเชื้อเพลิงในตลาดโลกปรับตัวสูงขึ้น และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นผู้ประกอบการจำนวนมากจึงหันมาใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงกับรถยนต์เชิงพาณิชย์ ด้วยการดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลให้เป็นเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งทำให้ลดการใช้น้ำมันดีเซลได้มาก และประเทศชาติสามารถลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศได้

การดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลให้เป็นเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติเป็นการเปลี่ยนแปลงวิธีการจุดระเบิดกล่าวคือเปลี่ยนจากการจุดระเบิดด้วยการอัดเป็นการจุดระเบิดด้วยประกายไฟ [1] ด้วยการลดอัตราส่วนการอัด เปลี่ยนวิธีการผสมเชื้อเพลิงกับอากาศ ติดตั้งระบบจุดระเบิด และการเปลี่ยนขนาดหม้อน้ำให้ใหญ่ขึ้น เมื่อทำการดัดแปลงเสร็จแล้วจะต้องมีการทดสอบเครื่องยนต์บนไดนาโมมิเตอร์ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานกล่าวคือ ต้องพยายามปรับแต่งเครื่องยนต์

ให้มีสมรรถนะสูงสุดโดยที่อุณหภูมิไอเสียไม่สูงจนเกินไป เพราะจะทำให้ชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องยนต์เช่น ลูกสูบ วาล์วไอเสีย เป็นต้นได้รับความเสียหาย และยังทำให้เครื่องยนต์มีความร้อนสูงเนื่องจากน้ำระบายความร้อนไม่ทัน ส่งผลให้เครื่องยนต์มีการสึกหรอมากขึ้น

องศาการจู่ระเบิดเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อสมรรถนะ และอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์จู่ระเบิดด้วยประกายไฟ [2] ดังนั้นจึงต้องมีการปรับแต่งองศาการจู่ระเบิดที่เหมาะสมแต่ละรอบการทำงาน เพื่อให้เครื่องยนต์มีสมรรถนะสูงสุด และอุณหภูมิไอเสียไม่สูงจนเกินไป

2. วัตถุประสงค์

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ในการหาค่าองศาการจู่ระเบิดที่เหมาะสมแต่ละรอบการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง เพื่อให้แต่ละรอบการทำงานมีสมรรถนะสูงสุด และอุณหภูมิไอเสียไม่สูงจนเกินไป นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการทดสอบเครื่องยนต์ดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงให้กับผู้ประกอบการเชิงพาณิชย์ เพื่อให้สามารถใช้เครื่องยนต์ได้อย่างมีสมรรถนะสูงสุดทุกรอบการทำงานโดยที่เครื่องยนต์ไม่ได้รับความเสียหายอันเนื่องมาจากอุณหภูมิไอเสียสูงจนเกินไป

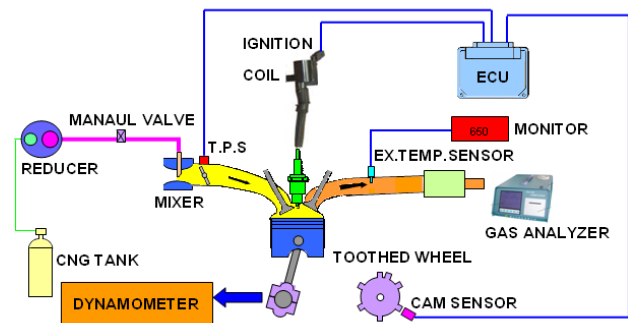
3. วัสดุและอุปกรณ์

เครื่องยนต์ดีเซลก่อนการดัดแปลงเป็นเครื่องยนต์ มิตรบุษิ รุ่น 6D16-0A จำนวน 6 สูบ จู่ระเบิดด้วยการอัด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 รายละเอียดของเครื่องยนต์ดีเซลก่อนดัดแปลง

เครื่องยนต์มิตรบุษิรุ่น	6D16-0A
อัตราส่วนการอัด	17.5:1
ปริมาตรกระบอกสูบ	7,545 CC.
ขนาดกระบอกสูบ×ระยะชัก	118×115 mm.
กำลังม้าสูงสุด	177/2,900 hp/rpm
แรงบิดสูงสุด	49/1,400 kg.m/rpm
การระบายความร้อน	ใช้น้ำระบายความร้อน
จำนวนลูกสูบ	6 สูบวางเรียงแถวเดียว
เทอร์โบชาร์ท	ไม่มี
ลำดับการจู่ระเบิด	1-5-3-6-2-4

การดัดแปลงเครื่องยนต์ให้เป็นเครื่องยนต์จู่ระเบิดด้วยประกายไฟมีวิธีการคร่าวๆคือ ลดอัตราส่วนการอัดเป็น 11.5:1 ด้วยการคว้านหัวลูกสูบ เปลี่ยนวิธีการผสมเชื้อเพลิงกับอากาศด้วยการดัดลิ้นเร่งและมิกเซอร์ที่ทางเข้าท่อร่วมไอดี เปลี่ยนวิธีการจู่ระเบิดเป็นการจู่ระเบิดด้วยประกายไฟ ด้วยการติดตั้งหัวเทียนแทนตำแหน่งหัวฉีด และติดตั้งล้อไทมิ่งแทนปั้มน้ำมันดีเซล และเปลี่ยนขนาดหมอน้ำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิมร้อยละ 30



รูปที่ 1 แผนผังแสดงการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง

รูปที่ 1 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทดสอบประกอบไปด้วยชุดอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติระบบชุดแบบโอเพ่นลูป (Open Loop) ชุดควบคุมการจู่ระเบิดชนิดปรับองศาการจู่ระเบิดได้ ไดนาโมมิเตอร์ชนิดใช้น้ำในการปรับการจ่ายโหลด [3] เซนเซอร์วัดอุณหภูมิไอเสียและเครื่องมือวัดไอเสียชนิดวิเคราะห์ด้วยแสงอินฟราเรดแบบไม่กระจาย (Nondispersive Infrared Analyzer, NDIR) [4] จากรูปก๊าซธรรมชาติที่ถูกอัดในถังความดัน 200 บาร์ ถูกเปิดออกมาผ่านท่อก๊าซแรงดันสูงเข้าไปยังอุปกรณ์ลดความดัน (Reducer) ซึ่งจะทำการลดความดันก๊าซจาก 200 บาร์ ให้เหลือ 0 บาร์ เมื่อเครื่องยนต์ทำงานในจังหวะดูด ก๊าซความดัน 0 บาร์ จะถูกเครื่องยนต์ดูดผ่านท่อก๊าซความดันต่ำเข้าไปยังมิกเซอร์ซึ่งทำหน้าที่ผสมก๊าซกับอากาศให้มีอัตราส่วนพอดีที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้ได้ หลังจากนั้นก๊าซกับอากาศที่ผสมกันก็จะไหลผ่านลิ้นเร่งไปยังท่อไอดี และเข้าไปยังห้องเผาไหม้ในจังหวะอัดก่อนที่ลูกสูบจะถึงศูนย์ตายบนระหว่าง 10 ถึง 40 องศาข้อเหวี่ยง ฟันของล้อไทมิ่ง (Toothed Wheel) จะวิ่งผ่าน Cam Sensor เกิดเป็นสัญญาณพัลส์ (Electrical Pulse) ส่งไปยังกล่อง ECU จากนั้นกล่อง ECU จะส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังคอยล์จู่ระเบิด (Ignition Coil) ซึ่งทำหน้าที่สร้างไฟฟ้าแรงดันสูงไปยังหัวเทียนเกิดเป็นประกายไฟบริเวณขั้วหัวเทียน ทำให้เกิดกระบวนการเผาไหม้เกิดขึ้น ในจังหวะคาย ไอเสียจะถูกปล่อยออกมาทางท่อไอเสีย เซนเซอร์วัดอุณหภูมิไอเสียจะทำการวัดและแสดงค่าที่จอมอนิเตอร์ นอกจากนี้ไอเสียที่ออกจากปลายท่อไอเสียจะถูกเครื่องมือวัดไอเสียแบบ NDIR วัดค่ามลพิษที่เกิดขึ้น และยังแสดงค่าอัตราส่วนอากาศ/เชื้อเพลิงสัมพัทธ์ (Lamda) ได้อีกด้วย

4. วิธีการ

ก๊าซธรรมชาติที่นำมาใช้ในการทดสอบครั้งนี้เป็นก๊าซธรรมชาติที่ได้จากอำเภอไทยฝั่งตะวันออกมีส่วนประกอบร้อยละโดยโมลดังนี้ มีเทน 74.10-77.52 อีเทน 5.35-6.01 โพรเพน 1.55-2.41 บิวเทน 0.59-0.90 เพนเทน 0.10-0.15 คาร์บอนไดออกไซด์ 12.67-14.37 และไนโตรเจน 2.01-2.21 [5]

การทดสอบครั้งนี้จะเป็นการทดสอบหาค่าทอร์คเบรก กำลังเบรกสูงสุด และอุณหภูมิไอเสียเมื่อลิ้นเร่งเปิดเต็มที่ (Full Load) และตั้งค่าอัตราส่วนอากาศ/เชื้อเพลิงสัมพัทธ์เท่ากับ 0.85 ที่อัตราเร็ว 1400 1600

1800 2000 2200 2400 2600 2800 และ 2900 รอบต่อนาทีด้วยการทดลองเปลี่ยนองศาการจตุระเบ็ดส่วหน้าที่แตกต่างกัน เนื่องจากชุดควบคุมองศาการจตุระเบ็ดสามารถตั้งองศาการจตุระเบ็ดส่วหน้าให้เพิ่มขึ้นตามอัตราเร็วรอบได้ ดังนั้นในการทดลองจึงใช้วิธีการตั้งองศาการจตุระเบ็ดส่วหน้าทีรอบเดินเบา 800 รอบต่อนาทีเป็นเกณฑ์

รายละเอียดวิธีการทดสอบมีดังนี้

1. ตั้งองศาการจตุระเบ็ดส่วหน้าทีรอบเดินเบาให้ได้ 9 องศา ก่อนศูนย์ตายบน โดยการขยับล้อไทมิ่ง และใช้ไทมิ่งไลท์ (Timing Light) วัดองศาการจตุระเบ็ดส่วหน้าขณะที่เครื่องยนต์ทำงานในรอบเดินเบา
2. ค่อยๆเปิดลิ้นเร่งให้เปิดกว้างมากขึ้นพร้อมกับปรับปริมาณน้ำไหลเข้าไคโนมิเตอร์ให้มากขึ้นตามจนลิ้นเร่งเปิดเต็มที่ จากนั้นจึงปรับปริมาณน้ำไหลเข้า และไหลออกให้เครื่องยนต์มีอัตราเร็ว 1400 รอบต่อนาที ใช้ไทมิ่งไลท์วัด และจดบันทึกค่าองศาการจตุระเบ็ดส่วหน้าทีล่อไฟลั้ว พร้อมกับจดบันทึกค่าทอร์กเบรคทีไคโนมิเตอร์ และค่าอุณหภูมิไอเสียทีจ่อมอนิเตอร์
3. เพิ่มปริมาณน้ำไหลออกจนเครื่องยนต์มีอัตราเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 1600 รอบต่อนาที ทำการจดบันทึกค่าต่างๆเช่นเดียวกับค่าในข้อ 2.
4. ทำการทดสอบในลักษณะเช่นเดียวกับข้อ 3. โดยทดสอบทีอัตราเร็ว 1800 2000 2200 2400 2600 2800 และ 2900 รอบต่อนาทีตามลำดับ
3. ทำการทดสอบในลักษณะเดียวกันกับข้อ 1. ถึงข้อ 4. แต่เปลี่ยนองศาการจตุระเบ็ดส่วหน้าทีรอบเดินเบาเป็น 12 15 และ 18 องศา ก่อนศูนย์ตายบนตามลำดับ
4. นำผลทีได้มาพล็อตกราฟเพื่หาค่าองศาการจตุระเบ็ดทีเหมาะสม อุณหภูมิไอเสีย ค่าทอร์กเบรคสูงสุด และค่ากำลังเบรคสูงสุด ทีอัตราเร็ว 1400 1600 1800 2000 2200 2400 2600 2800 และ 2900 รอบต่อนาทีตามลำดับ

ค่าทอร์กเบรคทีอ่านได้บนไคโนมิเตอร์ยังมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ดังนั้นจะต้องนำค่าทีอ่านได้นี้คูณกับค่าแก้ โดยการต่อแขนหลักเข้ากับไคโนมิเตอร์ และใช้ลูกน้ำหนักมาถ่วงบริเวณปลายสุดของแขนหลัก จากนั้นจึงอ่านค่าทอร์กเบรคบนไคโนมิเตอร์นำมาเปรียบเทียบกับค่าทีได้จากการคำนวณเพื่หาค่าแก้ จากการทดลองครั้งนี้จะได้สมการของค่าทอร์กเบรคดังแสดงในสมการ (1)

$$T = 0.9608y + 1.9564 \quad (1)$$

โดยที T คือทอร์กเบรคมีหน่วยเป็น N.m และ y คือค่าทีอ่านได้บนไคโนมิเตอร์มีหน่วยเป็น N.m สำหรับค่ากำลังเบรคคำนวณได้จากสมการ (2)

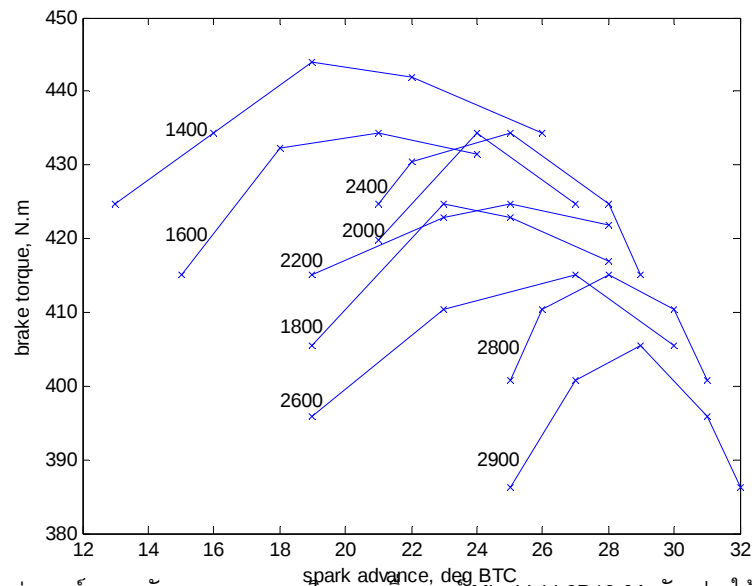
$$P_b = 2\pi TN \quad (2)$$

โดยที P_b คือกำลังเบรคมีหน่วยเป็น Watt π คือค่าคงทีเท่ากับ 3.14 และ N คืออัตราเร็วรอบเครื่องยนต์มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที

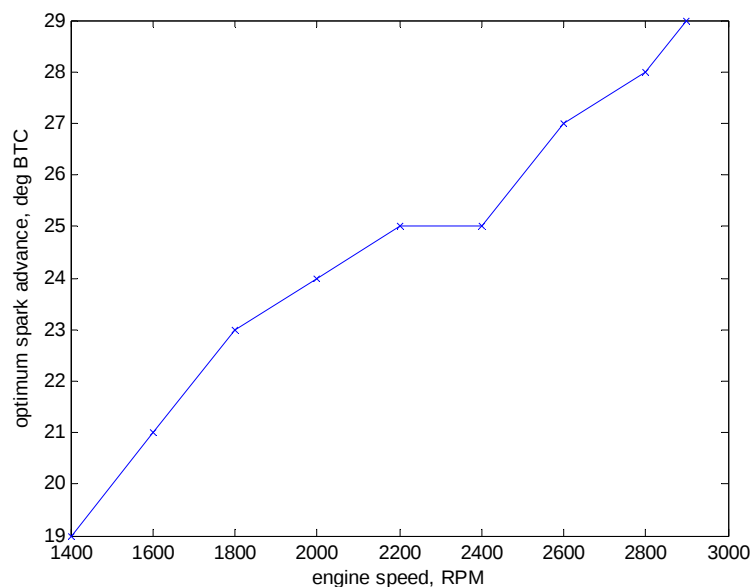
5. ผลการทดสอบ และการวิจารณ์ผล

ผลการทดสอบพบว่าองศาการเปลี่ยนองศาการจตุระเบ็ดส่วหน้า (เมื่อเทียบกับจังหวะลูกสูบถึงศูนย์ตายบน) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะของเครื่องยนต์จตุระเบ็ดด้วยประกายไฟเป็นอย่างมาก ในรูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองศาการจตุระเบ็ดส่วหน้ากับทอร์กเบรคของเครื่องยนต์ Mitsubishi 6D16-0A ดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ทำงานเมื่อลิ้นเร่งเปิดเต็มที่ อัตราส่วนอากาศ/เชื้อเพลิงสัมพันธ์เท่ากับ 0.85 ทีอัตราเร็วเครื่องยนต์ 1400 ถึง 2900 รอบต่อนาที จากรูปจะเห็นได้ว่า ทุกอัตราเร็วจะมีองศาการจตุระเบ็ดจังหวะหนึ่งทีให้ค่าทอร์กเบรคสูงสุด และองศาการจตุระเบ็ดทีส่วหน้าหรือล่าช้ามากกว่าจังหวะนี้มีแนวโน้มให้ค่าทอร์กเบรคลดลงทั้งสองกรณี สาเหตุน่าจะเกิดมาจากการองศาการจตุระเบ็ดทีส่วหน้ามากเกินไปเป็นจังหวะทีการเริ่มต้นของกระบวนการเผาไหม้เกิดขึ้นก่อนศูนย์ตายบนมากเกินไป ซึ่งจะเกิดความดันสูงเกินต้องการตั้งแต่ลูกสูบยังไม่ถึงศูนย์ตายบน ทำให้สูญเสียงานส่วนหนึ่งในจังหวะอัด ทอร์กเบรคจึงลดลง ส่วนองศาการจตุระเบ็ดทีล่าช้าเกินไปเป็นจังหวะทีการสิ้นสุดของกระบวนการเผาไหม้ล่าช้าออกไป ความดันกระบอกสูบสูงสุดทีจะเกิดจะออกไปในจังหวะขยายตัว ทำให้ค่าความดันสูงสุดลดลง งานในจังหวะขยายตัวลดลง และทำให้ทอร์กเบรคลดลง องศาการจตุระเบ็ดทีให้ค่าทอร์กเบรคสูงสุดเป็นองศาการจตุระเบ็ดทีเหมาะสม ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อความดันสูงสุดในกระบอกสูบเกิดขึ้นในจังหวะทีเหมาะสม (หลังศูนย์ตายบนเล็กน้อย) งานของจังหวะอัดทีเพิ่มขึ้น และงานของจังหวะขยายตัวทีลดลงจึงหักล้างกันพอดี โดยทีอัตราเร็ว 1400 รอบต่อนาทีจะให้ค่าทอร์กเบรคสูงสุด และองศาการจตุระเบ็ดทีเหมาะสมคือ 19 องศา ก่อนศูนย์ตายบน

นอกจากนี้องศาการจตุระเบ็ดทีเหมาะสมยังขึ้นอยู่กับอัตราเร็วของเครื่องยนต์อีกด้วย ในรูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเครื่องยนต์กับองศาการจตุระเบ็ดทีเหมาะสมโดยมีเงื่อนไขการทดสอบเช่นเดียวกับการทดสอบในรูปที่ 1 จากรูปจะเห็นได้ว่าเมื่ออัตราเร็วเพิ่มขึ้น องศาการจตุระเบ็ดทีเหมาะสมมีแนวโน้มเพิ่มส่วหน้ามากขึ้น สาเหตุน่าจะเกิดมาจากการช่วงของกระบวนการเผาไหม้เป็นองศาคุมข้อเหวี่ยงเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราเร็วของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น แต่ตำแหน่งการลามของเปลวไฟทีทำให้ทอร์กเบรคสูงสุดยังคงอยู่ในตำแหน่งเดิม ดังนั้นจึงต้องเพิ่มองศาการจตุระเบ็ดทีเหมาะสมให้เพิ่มส่วหน้ามากขึ้นเพื่รักษาตำแหน่งการลามของเปลวไฟนี้อยู่ไว้ โดยองศาการจตุระเบ็ดทีเหมาะสมในช่วงอัตราเร็ว 1400 ถึง 2900 รอบต่อนาที คือ 19 ถึง 29 องศา ก่อนศูนย์ตายบน



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างทอร์กเบรกกับองศาการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ Mitsubishi 6D16-0A ดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ทำงานเมื่อล้นเร่งเปิดเต็มที่ อัตราส่วนอากาศ/เชื้อเพลิงสัมพันธ์เท่ากับ 0.85 ที่อัตราเร็วเครื่องยนต์ 1400 ถึง 2900 รอบต่อนาที



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเครื่องยนต์กับองศาการจุดระเบิดที่เหมาะสมของเครื่องยนต์ Mitsubishi 6D16-0A ดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ทำงานเมื่อล้นเร่งเปิดเต็มที่ อัตราส่วนอากาศ/เชื้อเพลิงสัมพันธ์เท่ากับ 0.85 ที่อัตราเร็ว 1400 ถึง 2900 รอบต่อนาที

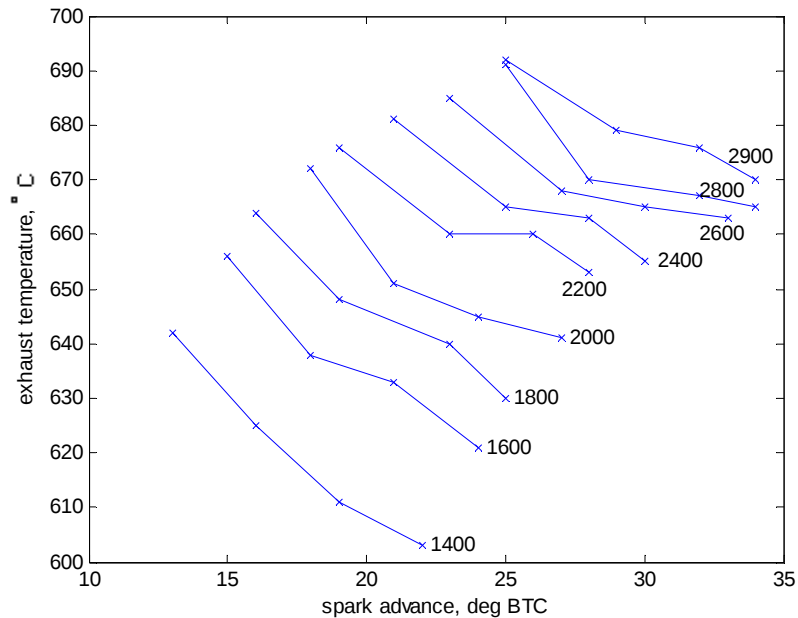
สำหรับผลขององศาการจุดระเบิดต่ออุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์แสดงในรูปที่ 4 จากรูปจะเห็นว่าองศาการจุดระเบิดที่ล่าช้ากว่าจังหวะทอร์กเบรกกสูงสุด อุณหภูมิไอเสียมีแนวโน้มสูงขึ้น สาเหตุน่าจะเกิดมาจากช่วงที่เกิดเปลวไฟ (ซึ่งมีอุณหภูมิสูงมาก) ล่าช้าออกไปจนถึงจังหวะขยายตัว ทำให้อุณหภูมิของก๊าซที่ออกมาทางวาล์วไอเสียสูงขึ้น ในทางกลับกันองศาการจุดระเบิดที่ล่วงหน้ามากกว่าจังหวะทอร์กเบรกกสูงสุด อุณหภูมิไอเสียมีแนวโน้มลดลง สาเหตุน่าจะเกิดมาจากช่วงที่เกิดเปลวไฟ (ซึ่งมีอุณหภูมิสูงมาก) เร็วเกินไป

การสิ้นสุดของเปลวไฟจึงเร็วขึ้น อุณหภูมิในห้องเผาไหม้จึงลดลงเร็วขึ้น ทำให้อุณหภูมิของก๊าซที่ออกมาทางวาล์วไอเสียลดลง โดยในการทดสอบแต่ละครั้งจะรักษาอุณหภูมิไอเสียไม่ให้สูงเกิน 700 °C เพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิของเครื่องยนต์มีอุณหภูมิสูงเกินไปจนทำให้เครื่องยนต์ได้รับความเสียหาย

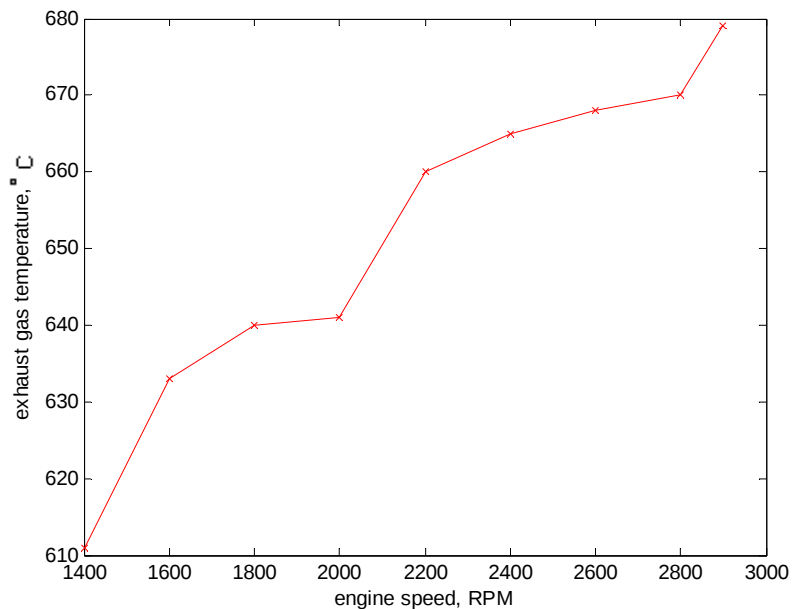
นอกจากนี้อัตราเร็วเครื่องยนต์ยังมีผลต่ออุณหภูมิไอเสียอีกด้วย ในรูปที่ 5 เป็นการแสดงค่าของอุณหภูมิไอเสียเมื่อเครื่องยนต์มีอัตราเร็วเพิ่มขึ้น จากรูปจะเห็นว่าเมื่ออัตราเร็วเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น อุณหภูมิไอเสียมีแนวโน้มสูงขึ้น น่าจะมีสาเหตุมาจากการที่เครื่องยนต์มีอัตราเร็วสูงขึ้น ความเร็วของการสันดาปจะเพิ่มขึ้นตาม เวลาจริงของการสันดาป และเวลาจริงต่อวัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์จึงสั้นลง ทำให้ความ

ร้อนที่เกิดจากการสันดาปมีช่วงเวลากการถ่ายเทความร้อนออกจากห้องเผาไหม้ลดลง ความร้อนจึงถูกปล่อยออกไปทางวาล์วไอเสียในจังหวะคายไอเสียมากขึ้น

เท่ากับ 165 hp ที่ 2900 รอบต่อนาที ค่าทอร์กเบรกสูงสุดของเครื่องยนต์เท่ากับ 443.9 N.m ที่ 1400 รอบต่อนาที และอุณหภูมิไอเสียอยู่ระหว่าง 611 ถึง 679 °C

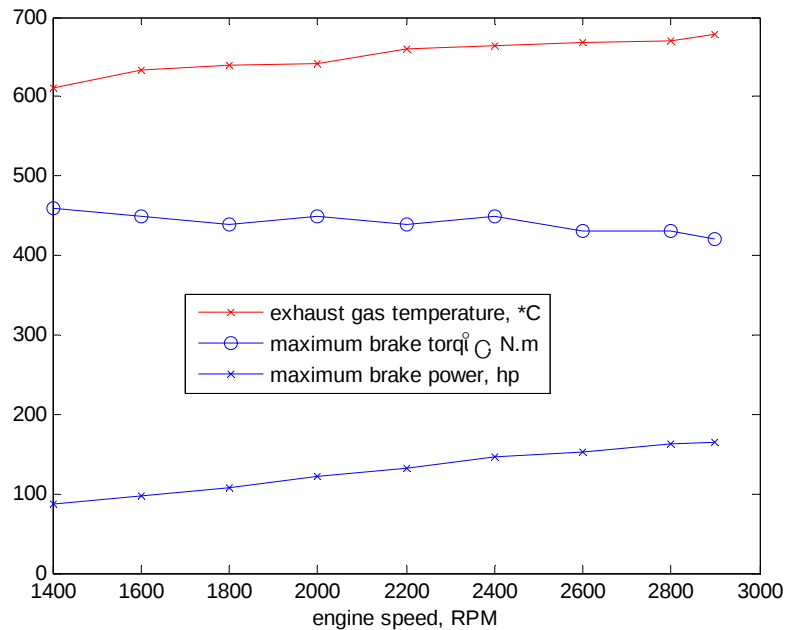


รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างองศาการจุดระเบิดล่วงหน้ากับอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ Mitsubishi 6D16-0A ดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิง ทำงานเมื่อล้นเร่งเปิดเต็มที่ อัตราส่วนอากาศ/เชื้อเพลิงสัมพันธ์เท่ากับ 0.85 ที่อัตราเร็ว 1400 ถึง 2900 รอบต่อนาที



รูปที่ 5 อุณหภูมิไอเสีย ณ ตำแหน่งองศาการจุดระเบิดที่เหมาะสมของเครื่องยนต์ Mitsubishi 6D16-0A ดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิง ทำงานเมื่อล้นเร่งเปิดเต็มที่ อัตราส่วนอากาศ/เชื้อเพลิงสัมพันธ์เท่ากับ 0.85 ที่อัตราเร็ว 1400 ถึง 2900 รอบต่อนาที

ค่ากำลังสูงสุด ทอร์กเบรกสูงสุด และอุณหภูมิไอเสีย ณ ตำแหน่งองศาการจุดระเบิดที่เหมาะสม ที่อัตราเร็ว 1400 ถึง 2900 รอบต่อนาที แสดงในรูปที่ 6 จากรูปจะเห็นว่ากำลังสูงสุดของเครื่องยนต์มีค่า



รูปที่ 6 ค่ากำลังสูงสุด ทอร์กเบรกสูงสุด และอุณหภูมิไอเสีย ณ ตำแหน่งการจุดระเบิดที่เหมาะสมของเครื่องยนต์ Misubishi 6D16-0A ดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ทำงานเมื่อลิ้นเร่งเปิดเต็มที่ อัตราส่วนอากาศ/เชื้อเพลิงสัมพัทธ์เท่ากับ 0.85 ที่อัตราเร็ว 1400 ถึง 2900 รอบต่อนาที

6. สรุป และข้อเสนอแนะ

ในการทดสอบเครื่องยนต์ดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง เป็นการทดสอบหาผลของการเปลี่ยนแปลงองศาการจุดระเบิดต่อสมรรถนะ และอุณหภูมิไอเสีย จากการทดสอบสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การปรับองศาการจุดระเบิดที่ล่วงหน้ามากเกินไปมีผลทำให้ค่าทอร์กเบรกลดลงในรอบการทำงาน
2. การปรับองศาการจุดระเบิดที่ล่าช้ามากเกินไปมีผลทำให้ค่าทอร์กเบรกลดลงในรอบการทำงาน
3. การปรับองศาการจุดระเบิดที่เหมาะสมมีผลให้ได้ค่าทอร์กเบรกสูงสุดในรอบการทำงาน
4. จังหวะการจุดระเบิดที่ล่าช้ากว่าจังหวะทอร์กเบรกสูงสุด อุณหภูมิไอเสียมีแนวโน้มสูงขึ้นในรอบการทำงาน
5. จังหวะการจุดระเบิดที่ล่วงหน้ามากกว่าจังหวะทอร์กเบรกสูงสุด อุณหภูมิไอเสียมีแนวโน้มลดลงในรอบการทำงาน
6. การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟด้วยวิธีการปรับแต่งค่าองศาการจุดระเบิดให้เหมาะสม สามารถใช้เป็นแนวทางทดสอบเครื่องยนต์ดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ก่อนที่จะนำเครื่องยนต์ไปใช้งานให้กับผู้ประกอบการเชิงพาณิชย์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะทำให้เครื่องยนต์มีสมรรถนะสูงสุดในรอบการทำงาน และเครื่องยนต์ไม่ได้รับความเสียหายอันเนื่องมาจากอุณหภูมิไอเสียสูงจนเกินไป

7. ข้อเสนอแนะ

ในการทดสอบครั้งนี้ยังไม่ได้มีการทดสอบสมรรถนะของ

เครื่องยนต์ดีเซล จึงไม่สามารถเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างเครื่องยนต์ดีเซล กับเครื่องยนต์ดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงได้ และการทดสอบเครื่องยนต์ดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงทดสอบที่ค่าอัตราส่วนอากาศ/เชื้อเพลิงสัมพัทธ์เพียงค่าเดียว และสภาวะการทำงานสภาวะเดียว ดังนั้นในการทดสอบครั้งต่อไปคาดว่าจะมีการทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลก่อนการดัดแปลงเครื่องยนต์ และหลังจากดัดแปลงเป็นเครื่องยนต์ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงแล้ว จะมีการทดสอบผลของอัตราส่วนอากาศ/เชื้อเพลิงสัมพัทธ์ ต่อสมรรถนะ และอุณหภูมิไอเสีย ที่สภาวะการทำงานต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โครงการเทคโนโลยียานยนต์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการนำเครื่องยนต์มาทดสอบ ตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทดลองทั้งหมดโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย ตลอดจนการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

1. John B. Haywood.,1998. Internal Combustion Engine Fundamentals. Mc.Graw-Hill, Inc., United States of America.
2. เจษฎา ตันเทพเศรษฐี.2003 เครื่องยนต์สันดาปภายใน. บริษัท เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า จำกัด, กรุงเทพฯ.

3. Hua Zhao and Nicos Ladommatos.2001.Engine Combustion Instrumentation and Diagnostics, Society of Automotive Engineers, Inc.
4. วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร,2000. เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน ทฤษฎี และการคำนวณ. บริษัทวิทยพัฒน์ จำกัด.
5. http://pttweb2.pttplc.com/webngv/pj_cr.aspx