การเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างรถบรรทุกขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลและก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

A Comparative Experiment of Performance between a Heavy-Duty Diesel Truck and a Heavy-Duty Natural Gas Truck

ดิเรก ชูวิเชียร [1] และ เชษฐวุฒิ ภูมิพิพัฒน์พงศ์ [1]

บทคัดย่อ

ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้นทำให้รถบรรทุกขนาดใหญ่จำนวนมากดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลเดิมมาเป็นเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ งานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบสมรรถนะและมลพิษที่เกิดขึ้นจากรถบรรทุกขนาดใหญ่ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลและรถบรรทุกคันเดียวกันหลังถูกดัดแปลงเพื่อใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ผลการทดสอบพบว่าปริมาณมลพิษ NO_x และ CO_2 จากการใช้ก๊าซธรรมชาตินั้นสูงกว่าการใช้ดีเซลประมาณ 11.72% และ 100% ตามลำดับ ในขณะที่ THC สูงกว่าถึง 33.42 เท่า แต่ข้อดีประการหนึ่งจากการใช้ก๊าซธรรมชาติคือการไม่มีปริมาณเขม่าควันหลงเหลือจากการเผาไหม้เลย ผลการทดสอบกำลังของรถบรรทุกพบว่าการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติทำให้กำลังสูงสุดลดลง 27.99% และส่งผลให้อัตราเร่งต่ำลง 2.76 เท่า การศึกษาวิจัยถึงเทคโนโลยีการติดตั้งและการพัฒนาคุณภาพก๊าซในประเทศไทยจึงเป็นสิ่งจำเป็นเร่งด่วนเพื่อเตรียมพร้อมต่อการใช้กฎหมายควบคุมมลพิษที่อาจจะมีขึ้นในอนาคต

คำสำคัญ : สมรรถนะ, มลพิษ, รถบรรทุกขนาดใหญ่, เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ และ กรมควบคุมมลพิษ

Abstract

The increase of fuel price draws much attention to dedicate the old diesel engines to natural gas engines. This research was to compare the performances and emissions between heavy-duty diesel truck and heavy-duty natural gas truck. The experiment followed the standard of the Thai Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment. The result showed that NO_x and CO_2 from the natural gas truck was 11.72% and 100% higher than that of the diesel truck, respectively. Moreover, the THC from natural gas truck was 33.42 times higher. The only benefit of using natural gas was the 0% of Particulate Matter. The performance testing found that the output power of the natural gas truck was 27.99% lower than that of the diesel truck. Because of this reason, the acceleration performance of the natural gas truck decreases 2.76 times. The investigation and research on the retrofitting technology and the improvement of natural gas property in Thailand are very important with the intention of conformity to the coming laws related to pollution control.

Keywords : Performance, Emission, Heavy-Duty Truck, Natural Gas and Pollution Control Department

---

[1] อาจารย์, ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1. บทนำ

ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่เพิ่มสูงเกือบ 3 เท่าตัวภายในระยะเวลาไม่ถึง 3 ปี [1] ส่งผลต่อสภาพการดำเนินธุรกิจประเภทการขนส่งโดยตรง การสนับสนุนการใช้พลังงานก๊าซธรรมชาติมาทดแทนการใช้เชื้อเพลิงดีเซลด้วยปัจจัยดึงดูดทางด้านราคา ทำให้ผู้ประกอบการจำนวนมากดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลให้กลายเป็นเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ 100% การดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลมาใช้ก๊าซธรรมชาติย่อมทำให้สมรรถนะของเครื่องยนต์และมลพิษจากไอเสียย่อมเปลี่ยนไปจากเดิมอย่างแน่นอน

Damrongkijkosol [2] ได้ทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลยี่ห้อ Daedong รุ่น 4A220A-S1 ขนาดสี่สูบ 2,200 cc บนเครื่องทดสอบกำลังเครื่องยนต์ (Engine Dynamometer) หลังจากนั้นได้ดัดแปลงเครื่องยนต์ดังกล่าวมาใช้ก๊าซธรรมชาติโดยมีอัตราส่วนการอัดที่แตกต่างกันคือ 9:1, 9.5:1, 10:1 และ 10.5:1 ผลการทดสอบพบว่า ทุกอัตราส่วนการอัดที่ทดสอบ เครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติสามารถสร้างแรงบิดและกำลังได้สูงกว่าเครื่องยนต์ดีเซลอยู่ในช่วงประมาณ 10 ถึง 13%

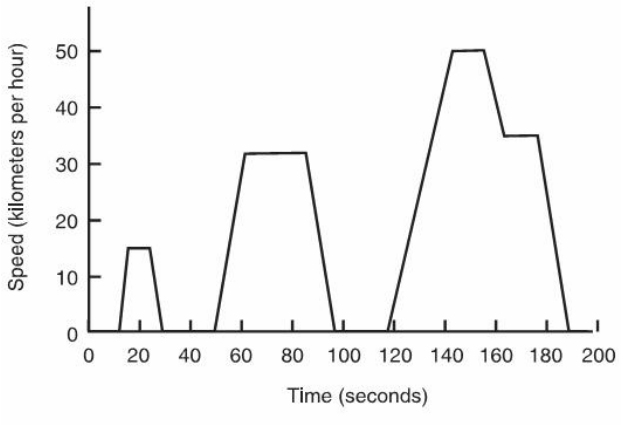
บริษัท อีรูม จำกัด [3] ได้ดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 6,600 cc เพื่อใช้ก๊าซธรรมชาติ ผลที่ได้คือกำลังของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นประมาณ 5% และมลพิษไฮโดรคาร์บอน (THC), คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO), ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x), และเขม่าควัน (PM; Particulate Matter) ลดลง 65%, 70%, 85% และ 100% ตามลำดับ

Chanchaona และ คณะ [4] ได้ดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซล Isuzu รุ่น 4JA1 ขนาด 2,500 cc อัตราส่วนการอัด 18.4:1 มาใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ โดยทดลองที่อัตราส่วนการอัด 12, 13 และ 14 โดยเครื่องยนต์ถูกติดตั้งบนเครื่องทดสอบกำลัง อัตราส่วนผสมอากาศและก๊าซธรรมชาติถูกควบคุมให้เป็นไปตามทฤษฎีตลอดการทดสอบ (Stoichiometric) ผลการทดสอบแสดงว่า หากทำการเปรียบเทียบเครื่องยนต์ทั้งสองชนิดที่แรงบิดเท่ากัน เครื่องยนต์ดีเซลมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง อุณหภูมิไอเสีย มลพิษ CO, THC และNO_x ต่ำกว่าเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ

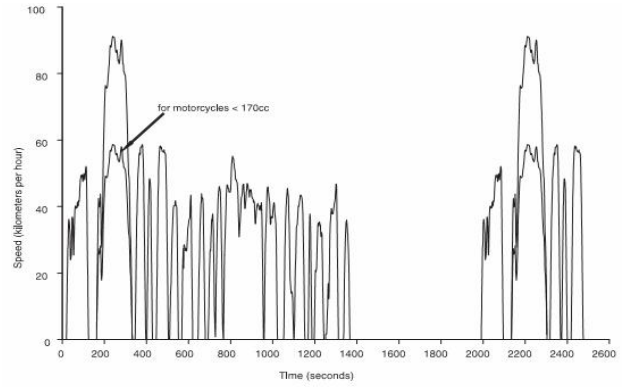
Kean และคณะ [5] ได้วิจัยผลกระทบของความเร็วรถยนต์และภาระของเครื่องยนต์ต่อมลพิษไอเสียที่เกิดขึ้น โดยทำการเก็บข้อมูลจากอุโมงค์แห่งหนึ่งซึ่งมีลักษณะลาดเอียง ดังนั้นข้อมูลที่ได้จึงถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่ขับขึ้นทางลาดเอียง (Uphill) ซึ่งจะมีภาระสูงกว่ากลุ่มที่สองซึ่งขับลงทางลาดเอียง (Downhill) ข้อมูลบางส่วนถูกนำเสนอในหน่วยกรัมต่อกิโลเมตร (g/km) โดยแสดงว่ารถยนต์ที่ขับขึ้นทางลาดชันมีภาระหรือการเร่งเครื่องยนต์ที่มากกว่าปกติ ทำให้มลพิษ CO และ NO_x ที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมมีปริมาณสูงกว่าด้วย

การทดสอบด้านมลพิษของยานยนต์มีด้วยกันอยู่หลายมาตรฐาน เช่น U.S. Federal Test Procedure (FTP), The United Nations Economic Commission for Europe (ECE) และ The Japanese Test Procedures เป็นต้น [6] มาตรฐาน ECE เป็นการทดสอบที่สภาวะคงตัว มีการเร่งและเบรกอย่างมีแบบแผน ดังแสดงในรูปที่ 1 ส่วนมาตรฐาน FTP เป็นการทดสอบที่สภาวะไม่คงตัว (Transient) ซึ่งทำให้ภาระและความเร็วเปลี่ยนแปลงคล้ายสภาพการขับขี่จริง ดังแสดงในรูปที่ 2

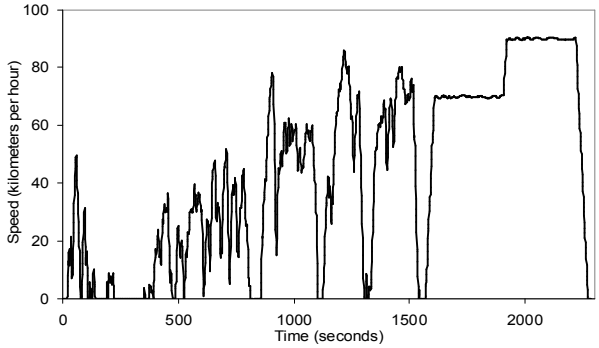
มาตรฐานการทดสอบมลพิษยานยนต์ของประเทศไทยจะเป็นไปตามมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษดังแสดงในรูปที่ 3 โดยมาตรฐานนี้จะมีลักษณะผสมผสานระหว่างมาตรฐานของ ECE และ FTP เพราะเป็นการแบ่งช่วงความเร็วออกเป็น 3 ช่วง คือ ความเร็วต่ำ กลาง และสูง คล้ายกับรูปที่ 1 อย่างไรก็ตาม ในแต่ละช่วงความเร็วก็มีรูปแบบการขับขี่ที่เปลี่ยนแปลงอยู่บ่อยครั้งคล้ายกับรูปแบบดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1 รูปแบบการขับขี่เพื่อทดสอบมลพิษยานยนต์ตามมาตรฐาน ECE – 15 [7]



รูปที่ 2 รูปแบบการขับขี่เพื่อทดสอบมลพิษยานยนต์ตามมาตรฐาน FTP– 75 [7]



รูปที่ 3 รูปแบบการขับขี่เพื่อทดสอบมลพิษยานยนต์ตามมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ [8]

แม้ว่ากฎหมายเฉพาะที่ใช้สำหรับควบคุมมลพิษของรถยนต์ก๊าซธรรมชาติยังไม่มีการบังคับใช้ แต่การทดสอบเพื่อศึกษาข้อมูลและเตรียมความพร้อมเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการใช้เชื้อเพลิงชนิดใหม่นี้เป็นสิ่งจำเป็นต่อประเทศชาติเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อ (1) ศึกษาผลกระทบของความเร็วเฉลี่ยต่อปริมาณมลพิษต่างๆ ของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติภายใต้มาตรฐานการขับขี่ของกรมควบคุมมลพิษ (2) เปรียบเทียบสมรรถนะของรถบรรทุกขนาดใหญ่ที่ใช้เชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิดทางด้านกำลังสูงสุด (Maximum Power) อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Consumption) และการเร่ง (Acceleration Performance) รวมไปถึงมลพิษจากไอเสียอันประกอบด้วย THC, NO_x, CO, CO_2 และ PM (Particulate Matter)

2. ขั้นตอนการทดสอบ

การทดลองนี้เป็นการทดสอบรถบรรทุกขนาดใหญ่ 3 เพลา 10 ล้อ น้ำหนักรวม 10,200 kg. ซึ่งมีข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์ดังแสดงในตารางที่ 1

รูปที่ 4 รถบรรทุกขนาดใหญ่ 10 ล้อ ที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 1 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์

เครื่องยนต์	HINO
	FM 226-xxxxx
การจัดเรียงลูกสูบ	6 สูบ แบบเรียงแถว
ความจุกระบอกสูบ	9,419 cc
Bore x Stroke (mm)	120 x 124
อัตราส่วนการอัด	18:1
ระบบการจ่ายเชื้อเพลิง	Diesel Direct Injection

รถบรรทุกถูกทำการทดสอบบนเครื่องทดสอบกำลังรถยนต์ (Chassis Dynamometer) โดยจะต้องทำการทดสอบ 2 ส่วนหลักๆ คือ

2.1 ทดสอบปริมาณมลพิษในไอเสีย

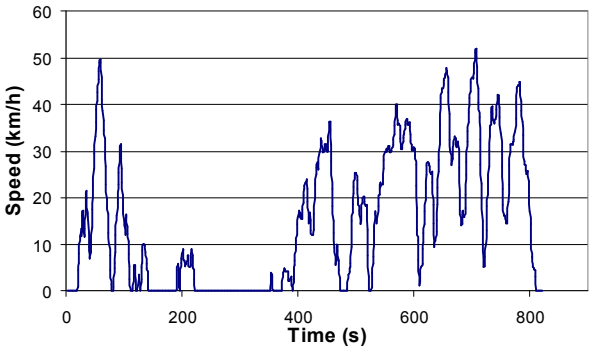
ลักษณะการขับขี่ในขั้นตอนนี้จะเป็นไปตามแบบจำลองการขับขี่ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Bangkok Driving Pattern) ซึ่งถูกกำหนดขึ้นโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ

และสิ่งแวดล้อม (รูปที่ 3) การขับขี่ตามมาตรฐานนี้ได้ถูกแบ่งออกเป็น 3 ช่วงย่อยๆ คือ

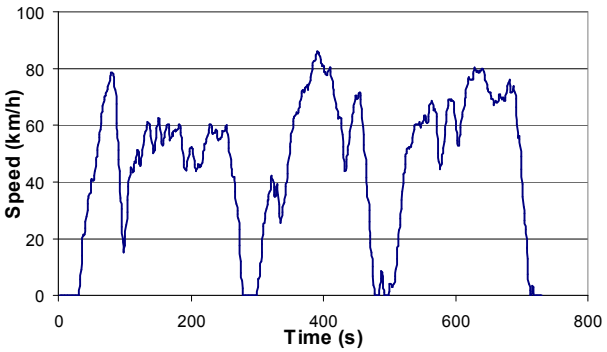
(1) Phase 1 เป็นช่วงความเร็วเฉลี่ยต่ำ เป็นการจำลองสภาพการจราจรที่ติดขัด ทำให้มีการเร่งความเร็วและเบรกอยู่บ่อยครั้ง โดยความเร็วเฉลี่ยของ Phase 1 จะอยู่ระหว่าง 10 ถึง 20 Km/h ดังแสดงในรูปที่ 5

(2) Phase 2 เป็นช่วงความเร็วเฉลี่ยปานกลาง เป็นการจำลองสภาพการจราจรที่ติดขัดน้อยลงจาก Phase 1 ทำให้มีการเร่งความเร็วและเบรกอยู่บ้าง โดยความเร็วเฉลี่ยของ Phase 2 จะอยู่ระหว่าง 20 ถึง 30 Km/hr ดังแสดงในรูปที่ 6

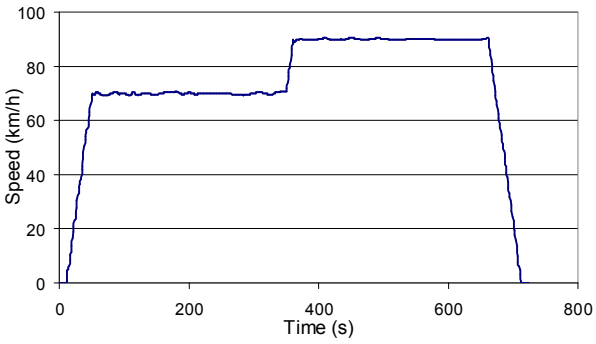
(3) Phase 3 เป็นช่วงความเร็วเฉลี่ยสูง เป็นการจำลองการขับขี่ที่ไม่มีปัญหาการจราจร ทำให้การขับขี่ส่วนใหญ่เป็นแบบความเร็วคงที่ โดยความเร็วเฉลี่ยของ Phase 3 จะอยู่ระหว่าง 30 ถึง 50 Km/hr ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 5 ลักษณะการขับขี่ใน Phase 1 ของกรมควบคุมมลพิษ



รูปที่ 6 ลักษณะการขับขี่ใน Phase 2 ของกรมควบคุมมลพิษ



รูปที่ 7 ลักษณะการขับขี่ใน Phase 3 ของกรมควบคุมมลพิษ

2.2 การทดสอบหากำลังสูงสุด และอัตราเร่งจาก 0 – 60 Km/h

หลังจากข้อมูลด้านมลพิษไอเสียได้ถูกบันทึกครบทั้งสามช่วง (Phase 1 - 3) รถบรรทุกจะถูกเร่งความเร็วจาก 0 ขึ้นไปเรื่อยๆ จนถึง 60 Km/h กำลังของรถจะถูกเก็บบันทึกตลอดเวลาที่ความเร็วเพิ่มขึ้น

หลังจากทำการทดสอบรถบรรทุกที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลครบทั้งสองขั้นตอนแล้ว เครื่องยนต์จะถูกดัดแปลงให้ใช้กับก๊าซธรรมชาติ 100% โดยการติดตั้งระบบคอยล์จุดระเบิด (Direct Coil) ระบบหัวฉีดก๊าซ (CNG Single Point Port Injection Closed Loop System) และลดอัตราส่วนการอัดเป็น 10:1 โดยการคว้านหัวลูกสูบออกบางส่วน เมื่อการดัดแปลงเครื่องยนต์เสร็จสมบูรณ์ รถบรรทุกจะถูกนำกลับมาทดสอบที่กรมควบคุมมลพิษด้วยขั้นตอนเช่นเดิมทุกประการ

รูปที่ 8 ลูกสูบก่อนและหลังการลดอัตราส่วนการอัด

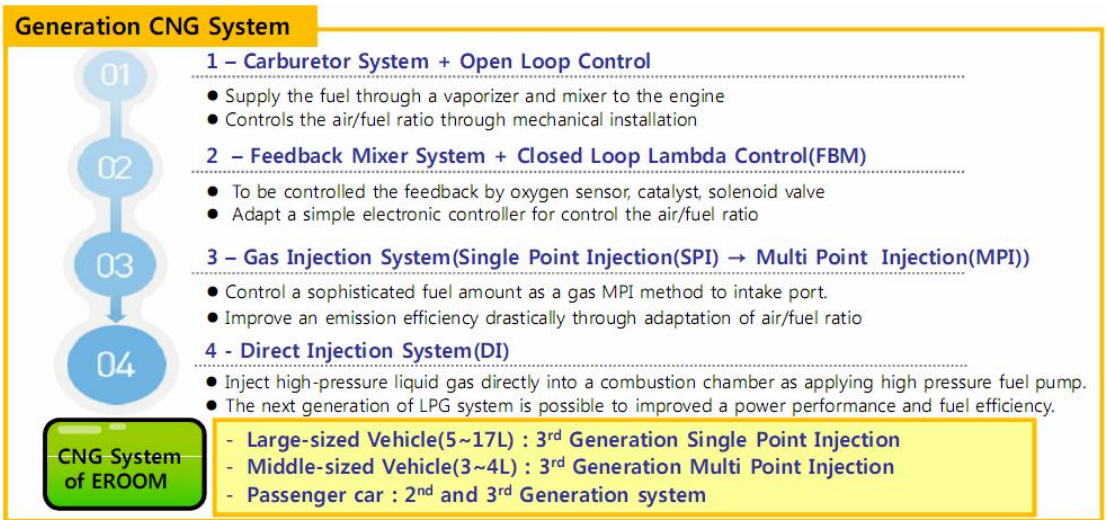
3. เทคโนโลยีการดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลเพื่อใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ

การดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติต้องแบ่งเครื่องยนต์เป็น 3 กลุ่มโดยคำนึงถึงขนาดของเครื่องยนต์ ดังนี้ (1) เครื่องยนต์ขนาดเล็กจะมีความจุน้อยกว่าประมาณ 3 ลิตร (2) เครื่องยนต์ขนาดกลางจะมีความจุประมาณ 3-5 ลิตร และ (3) เครื่องยนต์มีความจุมากกว่า 5 ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 9 [3]

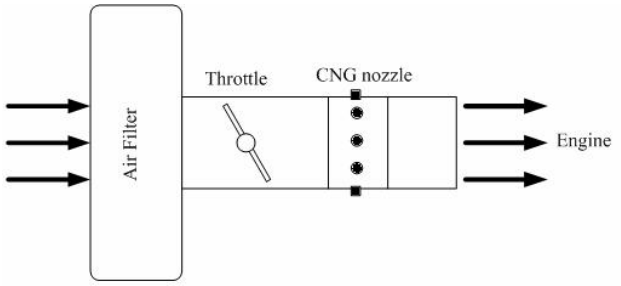
รูปที่ 9 แสดงพัฒนาการของการติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติในยานยนต์ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ช่วง (Generation) โดยเทคโนโลยีการติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาตินั้นเหมือนกับประวัติการพัฒนาของระบบน้ำมันเชื้อเพลิงทุกประการ คือ เริ่มจากระบบคาร์บูเรเตอร์ (Carburetor) หรือระบบดูด (Fumigation) (Generation ที่ 1) แล้วจึงถูกพัฒนามาเป็นระบบที่มีการควบคุมแบบปิด (Close Loop Control) (Generation ที่ 2) ซึ่งสามารถเพิ่มสมรรถนะและลดมลพิษลงได้เล็กน้อย

ระบบการจ่ายเชื้อเพลิงยังคงถูกพัฒนาต่อมาเป็นระบบหัวฉีดตำแหน่งเดียว (Single Point Port Injection, SPI) (Generation ที่ 3) และระบบหัวฉีดแบบหลายตำแหน่ง (Multi Point Port Injection, MPI) (Generation ที่ 4) ซึ่งสามารถเพิ่มสมรรถนะของเครื่องยนต์ได้สูงมาก อย่างไรก็ตามระบบการจ่ายเชื้อเพลิงที่ดีที่สุดคือ การฉีดตรงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ (Direct Injection) ซึ่งได้มีใช้แล้วในระบบน้ำมัน (Diesel Direct Injection และ (Gasoline Direct Injection) แต่ยังไม่สามารถทำได้ในระบบก๊าซธรรมชาติด้วยเทคโนโลยีปัจจุบัน

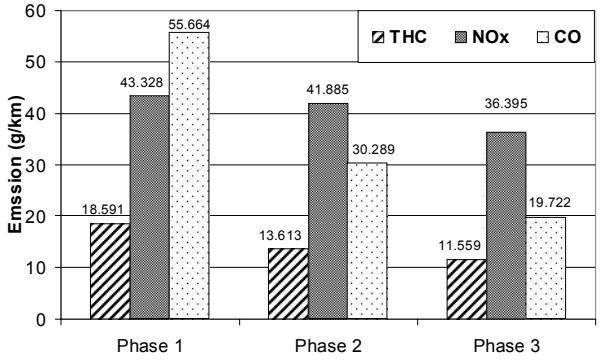
เทคโนโลยีการติดตั้งก๊าซธรรมชาติในเครื่องยนต์ขนาดต่างๆ ที่ทำให้เครื่องยนต์ทำงานอย่างมีเสถียรภาพแสดงอยู่ในรูปที่ 9 งานวิจัยนี้เป็นรถบรรทุกขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ประมาณ 9.5 ลิตร ระบบการติดตั้งที่ดีที่สุดในปัจจุบันจึงเป็นระบบ SPI ซึ่งมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 10 สาเหตุที่ไม่สามารถทำการติดตั้งระบบ MPI ได้อาจมาจากสาเหตุหลายประการเช่น ความยาวท่อไอดีของแต่ละสูบยาวไม่เท่ากัน อุณหภูมิและความหนาแน่นของไอดีในแต่ละสูบแตกต่างกันเป็นอย่างมาก แต่ปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงนั้นถูกควบคุมให้เท่ากันด้วย ECU ดังนั้น สูบที่อุณหภูมิไอดีสูงจะมีส่วนผสมที่หนา ส่วนสูบที่มีอุณหภูมิไอดีต่ำจะมีส่วนผสมที่บาง การเผาไหม้จึงแตกต่างกันเป็นอย่างมาก หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) ไม่สามารถทำงานได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ อันทำให้เสถียรภาพการทำงานของเครื่องยนต์ต่ำลงและเกิดความเสียหายได้ง่ายเป็นต้น



รูปที่ 9 เทคโนโลยีการติดตั้งระบบเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ [3]



รูปที่ 10 CNG Single Point Port Injection System (SPI)



รูปที่ 11 มลพิษ THC, NO_x และ CO จากการใช้ก๊าซธรรมชาติ

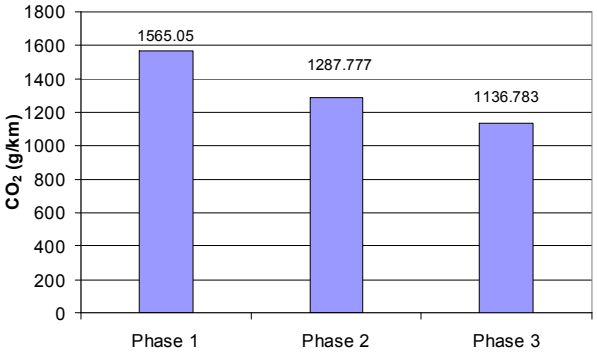
4. ผลการทดสอบ

การนำเสนอผลการทดสอบในงานวิจัยนี้จะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) ผลการทดสอบด้านมลพิษรถบรรทุกที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเมื่อความเร็วเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงไปจาก Phase 1 ถึง Phase 3 (2) การเปรียบเทียบปริมาณมลพิษระหว่างการใช้เชื้อเพลิงดีเซลและก๊าซธรรมชาติ และ (3) การเปรียบเทียบสมรรถนะด้านกำลังสูงสุดและอัตราเร่งของรถบรรทุกทั้งสองชนิด

4.1 ผลการทดสอบด้านมลพิษรถบรรทุกที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเมื่อความเร็วเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงไปจาก Phase 1 ถึง Phase 3

รถบรรทุกที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ (Heavy-Duty Natural Gas truck) มีแนวโน้มที่จะปล่อยปริมาณมลพิษลดลงเมื่อความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก Phase 1 ไปสู่ Phase 3 เนื่องจากใน Phase 1 เป็นการจำลองสภาพการจราจรที่ติดขัด มีการเร่งและเบรกตลอดเวลา เครื่องยนต์ทำงานในสภาวะเปลี่ยนแปลงภาระและความเร็วอย่างมาก การเกิดสุญญากาศหลังลิ้นเร่งอย่างฉับพลันและการควบคุมฉีดเชื้อเพลิงเพื่อผสมเข้ากับอากาศของหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ดีเท่ากับการขับขี่ที่สภาวะคงตัว (Steady State Driving Pattern) สาเหตุเหล่านี้ทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ (Incomplete Combustion) และก่อให้เกิดมลพิษไอเสียสูงกว่า Phase 2 และ 3 ดังแสดงในรูปที่ 11 และ 12 การขับขี่ที่ความเร็วสูงขึ้นและค่อนข้างคงตัว ไม่มีการเร่งหรือเบรกทำให้มลพิษที่เกิดขึ้นใน Phase 3 ต่ำกว่า Phase 1 เป็นอย่างมาก [9]

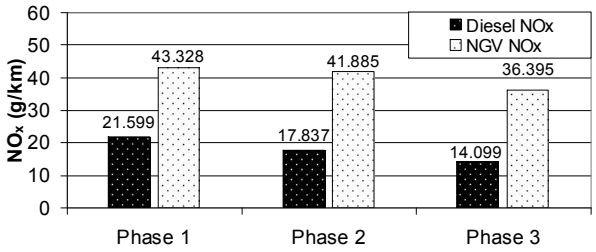
รูปที่ 11 ได้แสดงว่าปริมาณมลพิษ NO_x แทบจะไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ไม่อาจกล่าวได้ว่าความเร็วเฉลี่ยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณมลพิษ NO_x เนื่องจากงานวิจัยของ Poompipatpong C. เรื่องผลกระทบของจังหวะวาล์วไอดีและจังหวะการฉีดเชื้อเพลิงต่อเครื่องยนต์ดีเซลที่ดัดแปลงเพื่อใช้ก๊าซธรรมชาติ [10] ได้พบว่าภาระของเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติส่งผลกระทบต่อปริมาณมลพิษ NO_x เป็นอย่างมาก เมื่อเครื่องยนต์ทำงานภายใต้ภาระ 50% สามารถสร้างมลพิษ NO_x สูงกว่าการทำงานที่ภาระ 25% ได้มากถึง 33% ซึ่งภาระของเครื่องยนต์นี้มีผลกระทบต่อมลพิษอื่นๆ ค่อนข้างน้อยดังนั้นปริมาณ NO_x ที่ค่อนข้างคงที่เมื่อความเร็วเปลี่ยนไปนั้นเป็นผลรวมของปัจจัยด้านการเผาไหม้และภาระการทำงานของเครื่องยนต์ที่สูงขึ้นเมื่อความเร็วสูงขึ้น



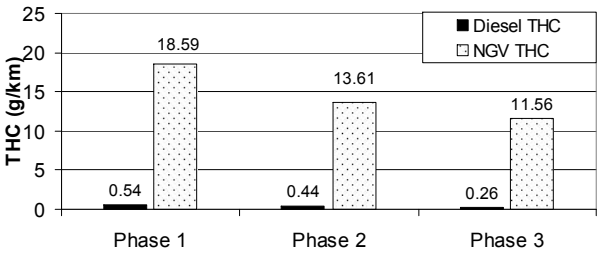
รูปที่ 12 มลพิษ CO_2 จากการใช้ก๊าซธรรมชาติ

4.2 การเปรียบเทียบปริมาณมลพิษระหว่างการใช้เชื้อเพลิงดีเซลและก๊าซธรรมชาติ

รูปที่ 13 และ 14 เป็นการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซ NO_x และ THC ในไอเสียระหว่างการใช้เชื้อเพลิงดีเซลและก๊าซธรรมชาติ พบว่าเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติปล่อย NO_x สูงกว่าเครื่องยนต์ดีเซลประมาณ 1.00 – 1.58 เท่า และปล่อย THC สูงกว่าเครื่องยนต์ดีเซลถึง 33.42 – 42.95 เท่า

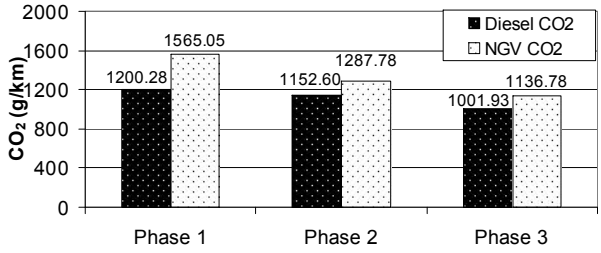


รูปที่ 13 เปรียบเทียบมลพิษ NO_x ในไอเสีย

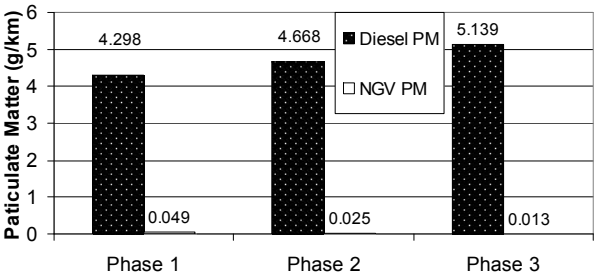


รูปที่ 14 เปรียบเทียบมลพิษ THC ในไอเสีย

เครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติปล่อย ก๊าซ CO_2 สูงกว่าเครื่องยนต์ดีเซลประมาณ 11.72 – 13.46 % ดังแสดงในรูปที่ 15 ในขณะที่รูปที่ 16 แสดงปริมาณเขม่าควัน (PM) ของเครื่องยนต์ดีเซลซึ่งมีประมาณ 4 – 5 g/km ในขณะที่เครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติแทบจะไม่ปล่อยมลพิษประเภทนี้เลย



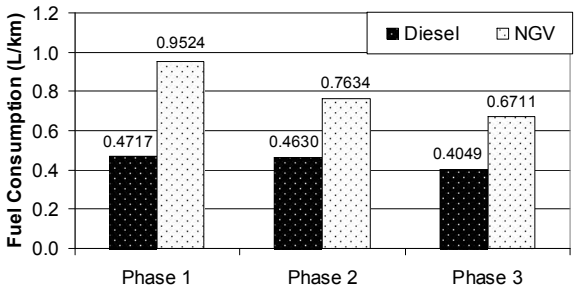
รูปที่ 15 เปรียบเทียบมลพิษ CO_2 ในไอเสีย



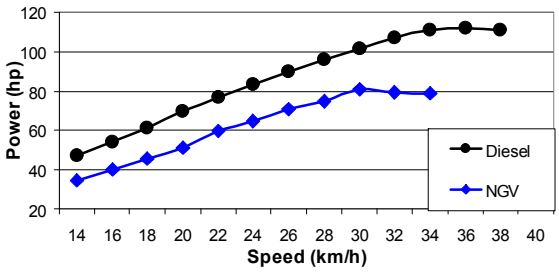
รูปที่ 16 เปรียบเทียบมลพิษ PM ในไอเสีย

4.3 การเปรียบเทียบสมรรถนะของรถบรรทุกทั้งสอง

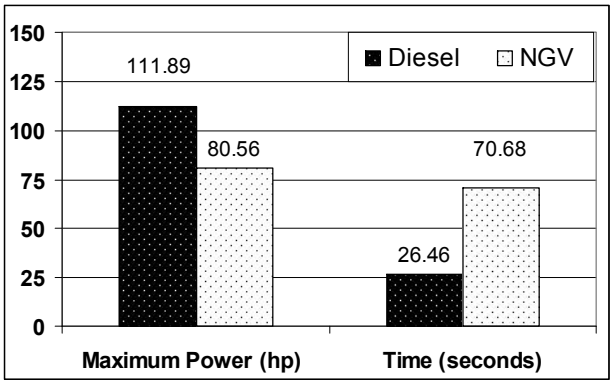
กำลังสูงสุดที่รถดีเซลและรถก๊าซธรรมชาติทำได้คือ 111.86 hp และ 80.56 hp ตามลำดับ รูปที่ 18 แสดงว่ารถบรรทุกที่ใช้น้ำมันดีเซลสามารถสร้างกำลังได้สูงกว่าการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติตลอดทุกช่วงความเร็ว และช่วงที่ให้กำลังสูงสุดนั้นกว้างกว่าทำให้รถที่ใช้น้ำมันดีเซลมีความเร็วสูงสุดสูงกว่ารถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอย่างแน่นอน ด้วยกำลังขับเคลื่อนที่สูงกว่านี้ส่งผลทำให้อัตราเร่งจาก 0 ถึง 60 km/h แตกต่างกันเป็นอย่างมาก ผลการทดสอบแสดงออกมาว่า รถดีเซลที่มีกำลัง 111.86 hp ใช้เวลาเพียง 26.46 วินาที แต่รถก๊าซธรรมชาติที่มีกำลังเพียง 80.56 hp ต้องใช้เวลาถึง 70.68 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 19



รูปที่ 17 เปรียบเทียบอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง



รูปที่ 18 เปรียบเทียบกำลังขับเคลื่อนระหว่างเชื้อเพลิงทั้งสอง



รูปที่ 19 เปรียบเทียบอัตราเร่ง 0 – 60 km/h

ผลการทดสอบด้านสมรรถนะเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของ Chanchaona และ คณะ [4] แต่ขัดแย้งกับผลการทดลองของ Damrongkijkosol [2] และบริษัท อีรูม จำกัด [3] ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะการทดลองของ [2-3] นั้น ดำเนินการในสาธารณรัฐเกาหลีซึ่งเทคโนโลยีการดัดแปลงเครื่องยนต์และคุณภาพของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติที่มีเนื้อเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอน (โดยเฉพาะก๊าซมีเทน) แตกต่างไปจากประเทศไทยมาก [9-10] ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบส่วนประกอบและสมบัติของก๊าซธรรมชาติในสาธารณรัฐเกาหลีและประเทศไทย

ส่วนประกอบ	สาธารณรัฐเกาหลี	ประเทศไทย (ส่วนประกอบขึ้นกับแหล่งก๊าซ)
CH_4	90.09%	62.6% - 95.5%
C_2H_6	6.04%	0.6% - 11.4%
N_2	0.19%	0.5% - 16%
CO_2	0%	1% - 21.9%
ค่าความร้อน	44.17 (MJ/ m^3)	31.59 – 44.77 (MJ/ m^3)

5. สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

ผลการทดสอบได้แสดงถึงข้อเสียเปรียบของการใช้ก๊าซธรรมชาติที่มีต่อการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในรถบรรทุกขนาดใหญ่ ปริมาณ THC จากการใช้ก๊าซธรรมชาติสูงกว่าการใช้น้ำมันดีเซลถึง 33.42 – 42.95 เท่า ปริมาณ NO_x ในไอเสียมากขึ้น 100 – 158% และปล่อยก๊าซ CO_2 มากขึ้น 11.72 – 13.46 % หลังจากเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติกำลังสูงสุดลดลง 27.99% และส่งผลให้อัตราเร่งต่ำลง 2.76 เท่า ข้อดีเพียงประการเดียวของการใช้ก๊าซธรรมชาติคือปริมาณเขม่าควันที่ลดลงจนเกือบเป็น 0%

ผลการทดสอบได้ยืนยันว่าก๊าซธรรมชาติอาจไม่ได้เป็นพลังงานทางเลือกที่สะอาด (Clean Alternative Fuel) เสมอไป ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำงานวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการติดตั้งดัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อให้การใช้ก๊าซธรรมชาติมีมาตรฐานทัดเทียมกับนานาชาติ และเตรียมพร้อมสำหรับการตรวจสอบตามกฎหมายควบคุมมลพิษที่อาจจะมีขึ้นในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1 บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), [Online] 2008. [Cited 2008 August 8]. Available from: URL: http://www.pttplc.com

2 C. Damrongkijkosol, An Experiment Study on Influence of Compression Ratio for Performance and Emission of Natural Gas Retrofit, Master Thesis, King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok, 2006.

3 EROOM Public Company Limited, [Online] 2008. [Cited 2 0 08 June 17]. Available from: URL: http://www.eroomkorea.com

4 S. Chanchaona, A. Chaioranan, S. Saengduanchay and V. Dechanuweng, "A Comparative Study of Emissions from Dedicated Natural Gas and Diesel Engines." Combustion and Engines Research Laboratory, King Mongkut's Institute of Technology Thonburi, Bangkok Thailand.

5 J. A. Kean, R. A. Harley and G. R. Kendall, "Effects of Vehicle Speed and Engine Load on Motor Vehicle Emissions", Environmental Science&Technology 2003, Vol. 37, pp. 3739-3746.

6 A. Faiz, C. S. Weaver and M. P. Walsh, Air Pollution from Motor Vehicles, The International Bank, 1996.

7 “Motor Vehicle Emission Regulations and Fuel Specification” CONCAVE (Conservation of Clean Air and Water in Europe) Report 4/94. 1994.

8 Pollution Control Department, [Online] 2008. [Cited 2008 October20]. Available from: URL: http:// infofile.pcd. go.th/air/emissionlab2006.

9 เชษฐวุฒิ ภูมิพิพัฒน์พงศ์ และ ดิเรก ชูวิเชียร. “การทดสอบเปรียบเทียบระบบดูดก๊าซและระบบหัวฉีดก๊าซในเครื่องยนต์ดีเซลที่ดัดแปลงเพื่อใช้ก๊าซธรรมชาติ” วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 2552, ปีที่ 5, ฉบับที่ 1, หน้า 1-8.

10 C. Poompipatpong, Effects of Intake Valve Timing and Injection Timing in a Natural Gas Dedicated Diesel Engine, Master Thesis, Graduate College, King Mongkut’s Institute of Technology North Bangkok, 2007.