

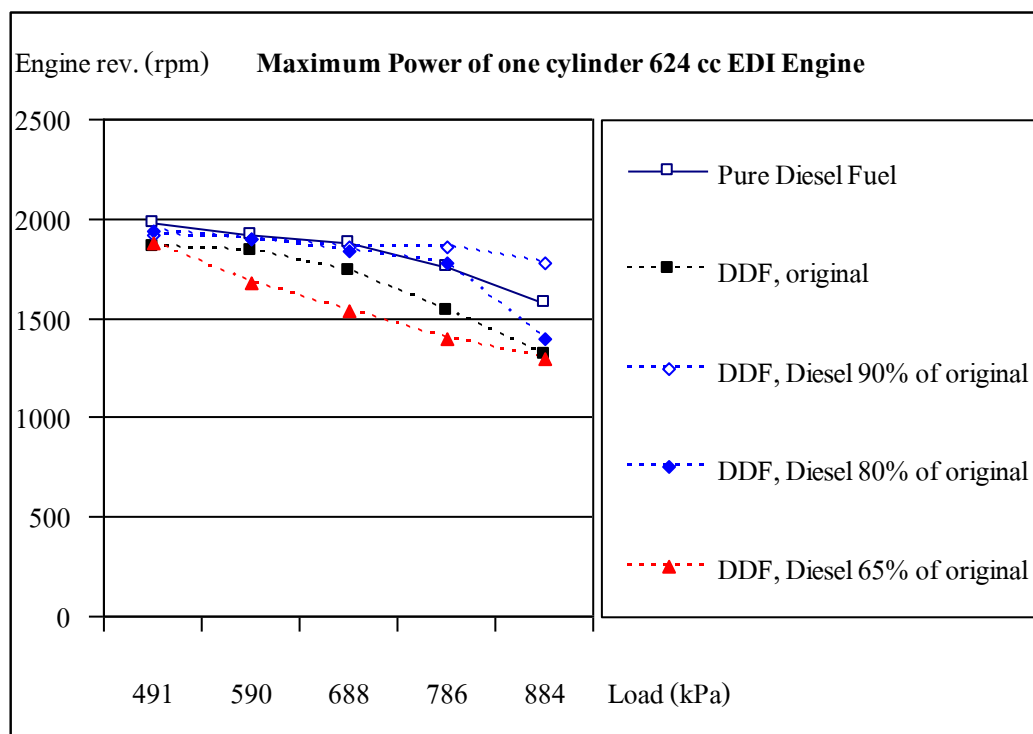
บทที่ 5

การวิเคราะห์ผลการทดสอบเครื่องยนต์

5.1 ผลการทดสอบเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมCNGกับดีเซล เครื่องยนต์ดีเซล EDI-120

ทำการทดสอบวัดกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ มลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้และอัตราการสิ้นเปลืองที่สภาวะโหลดนั้นๆ โดยทำการทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลและเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสม CNGกับดีเซล ทั้งกรณีที่ไม่มีการปรับลดและมีการปรับลดปริมาณดีเซลที่ฉีดเข้าห้องเผาไหม้ลง

5.1.1 การทดสอบวัดกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ EDI-120

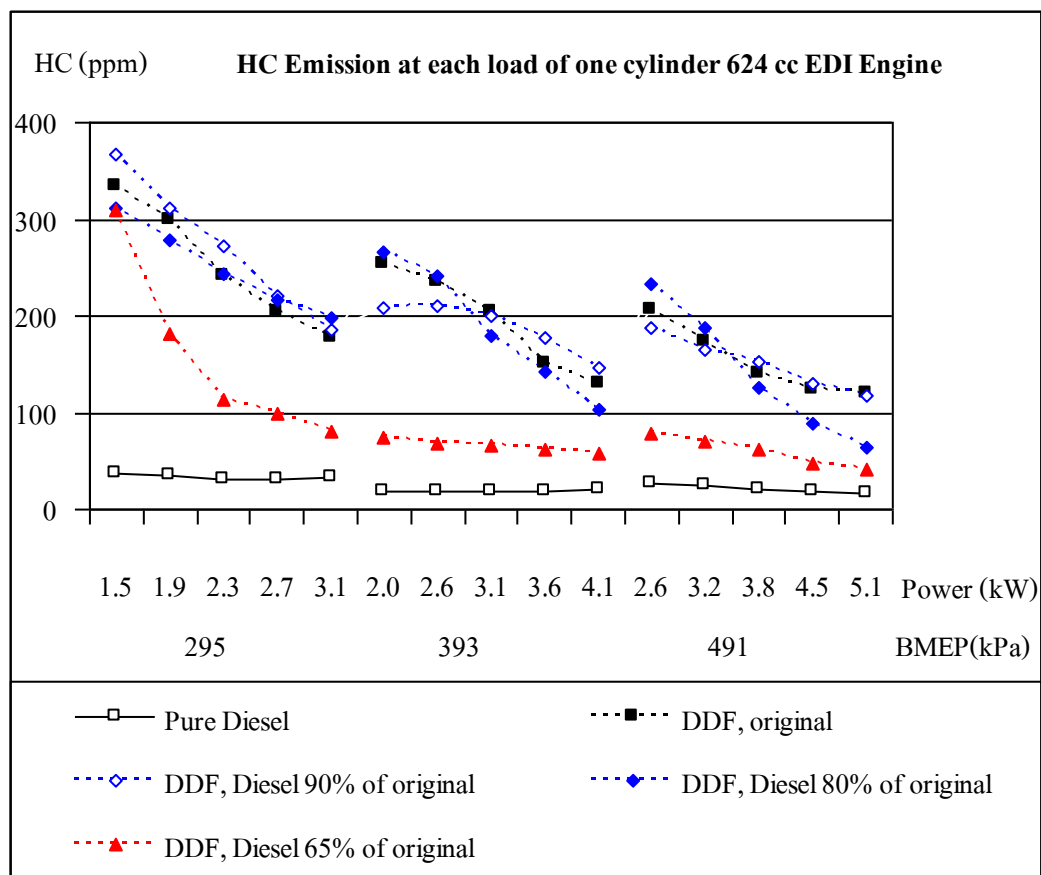


รูปที่ 5.1.1 กำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ EDI-120

ผลการทดสอบกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ EDI-120 แสดงดังรูปที่ 5.1.1 พบว่า เครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมมีกำลังสูงสุดที่ใกล้เคียงเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียวก และสามารถปรับให้สูงกว่าได้ประมาณร้อยละ 13 ซึ่งขึ้นอยู่กับ การปรับลดปริมาณการฉีดน้ำมันดีเซลรวมไปถึงปริมาณเชื้อเพลิงรวมที่เข้าห้องเผาไหม้

5.1.2 การทดสอบวัดปริมาณมลพิษจากไอเสียของเครื่องยนต์ EDI-120

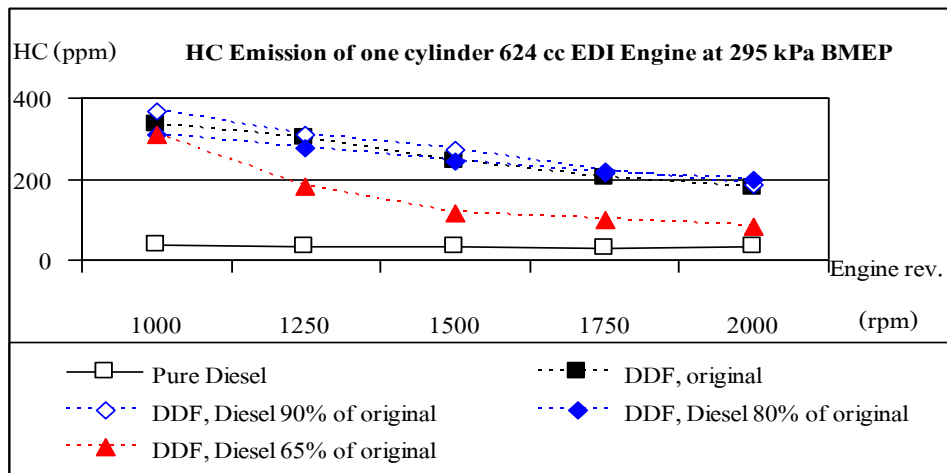
ผลการทดสอบวัดค่าปริมาณมลพิษ HC แสดงในรูปที่ 5.1.2 ถึง 5.1.5



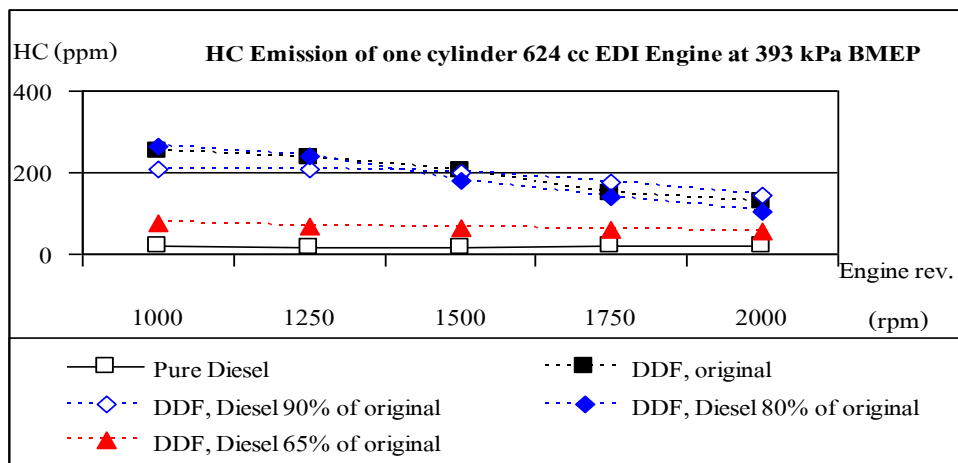
รูปที่ 5.1.2 ปริมาณมลพิษ HC ของเครื่องยนต์ EDI-120

จากผลการทดสอบจะพบว่า เครื่องยนต์ EDI-120 ที่ใช้เชื้อเพลิงผสม CNG กับดีเซล มีค่าปริมาณ HC สูงกว่าเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียวกันทุกกรณี ดังรูปที่ 5.1.2 เนื่องจากเชื้อเพลิง CNG ซึ่งมีสถานะเป็นแก๊สเข้าไปแทนที่อากาศทำให้ปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงต่ออากาศจึงสูงขึ้นมากเกินไป ทำให้มีปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และปริมาณมลพิษ HC มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ดีเซลอย่างเดียว

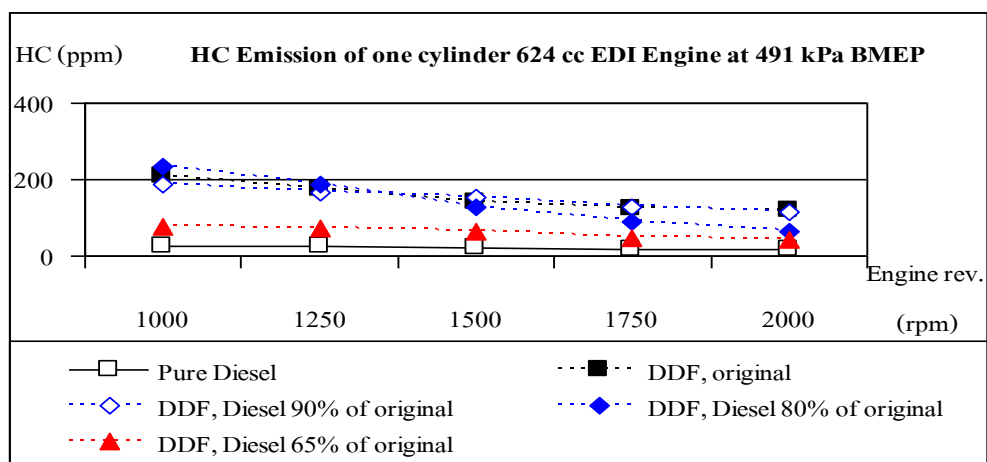
การปรับลดปริมาณการฉีดน้ำมันดีเซลลงจะมีผลทำให้ปริมาณมลพิษ HC มีค่าลดลงด้วย แต่ก็ยังคงมีปริมาณ HC ที่สูงกว่าในทุกกรณีของการทดลองอาจจะเป็นเพราะปริมาณดีเซลที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ลดลงตามอัตราส่วนเชื้อเพลิงที่ลดลง ดังแสดงในรูปที่ 5.1.3 ถึง 5.1.5



รูปที่ 5.1.3 ปริมาณมลพิษ HC 295 kPa BMEP ของเครื่องยนต์ EDI-120

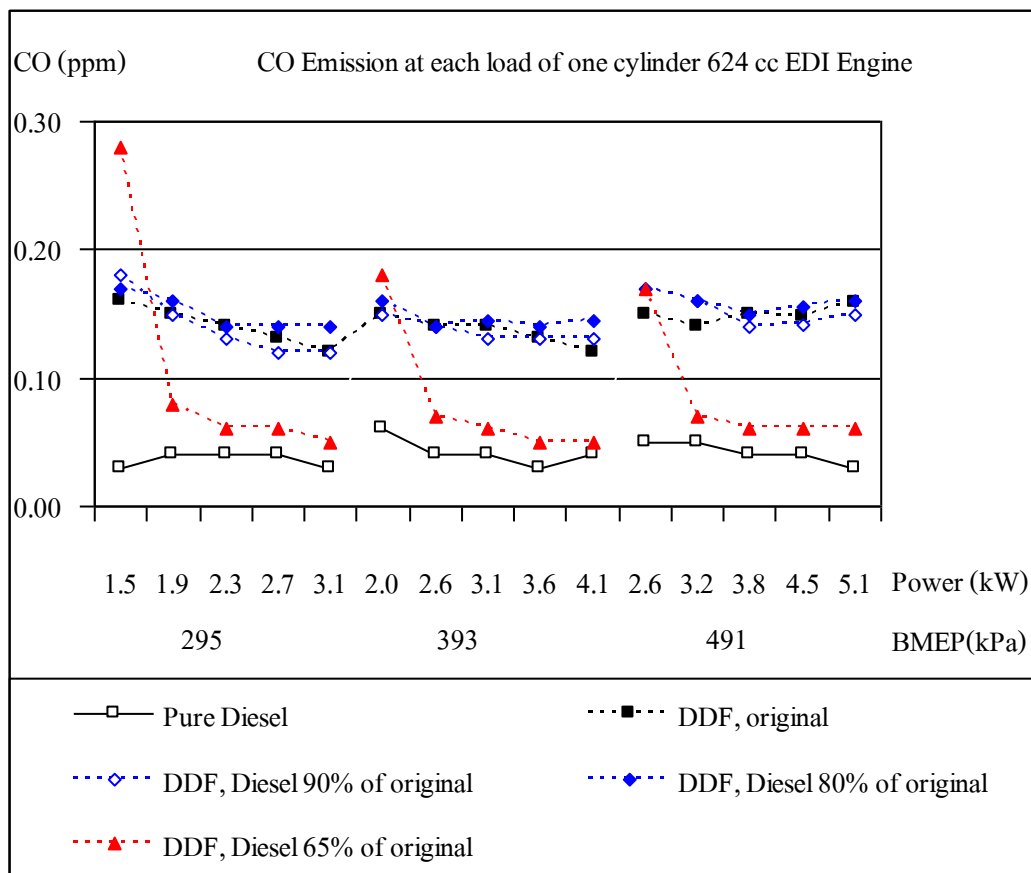


รูปที่ 5.1.4 ปริมาณมลพิษ HC 393 kPa BMEP ของเครื่องยนต์ EDI-120



รูปที่ 5.1.5 ปริมาณมลพิษ HC 491 kPa BMEP ของเครื่องยนต์ EDI-120

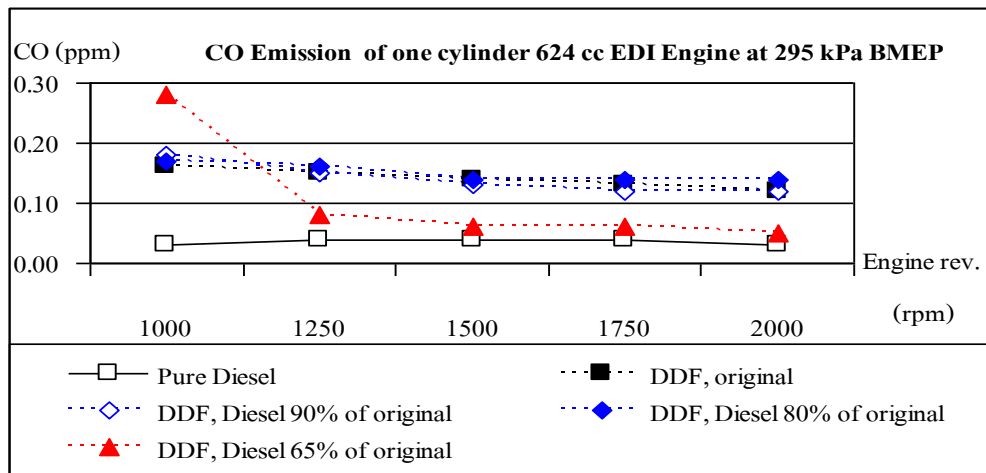
ผลการทดสอบวัดค่าปริมาณมลพิษ CO แสดงในรูปที่ 5.1.6 ถึง 5.1.9



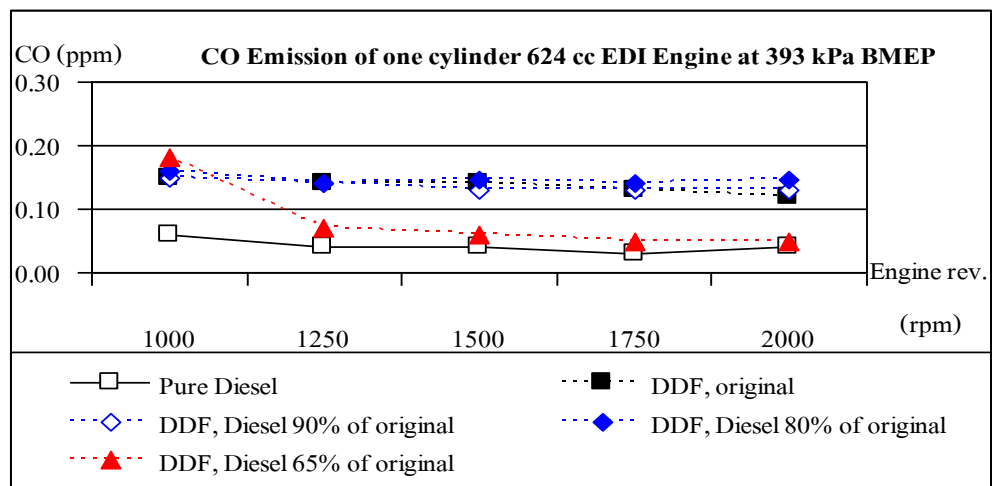
รูปที่ 5.1.6 ปริมาณมลพิษ CO ของเครื่องยนต์ EDI-120

จากผลการทดสอบจะพบว่า เครื่องยนต์ EDI-120 ที่ใช้เชื้อเพลิงผสม CNG กับดีเซล มีค่าปริมาณ CO สูงกว่าเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียวทุกกรณี ดังรูปที่ 5.1.6 ซึ่งมีสาเหตุเดียวกับมลพิษ HC คือเชื้อเพลิง CNG ซึ่งมีสถานะเป็นแก๊สเข้าไปแทนที่อากาศทำให้ปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงต่ออากาศจึงสูงขึ้นมากเกินไป ทำให้มีปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และปริมาณมลพิษ CO มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ดีเซลอย่างเดียว โดยปริมาณมลพิษ CO จากการทดสอบมีความสอดคล้องกับค่ามลพิษ HC

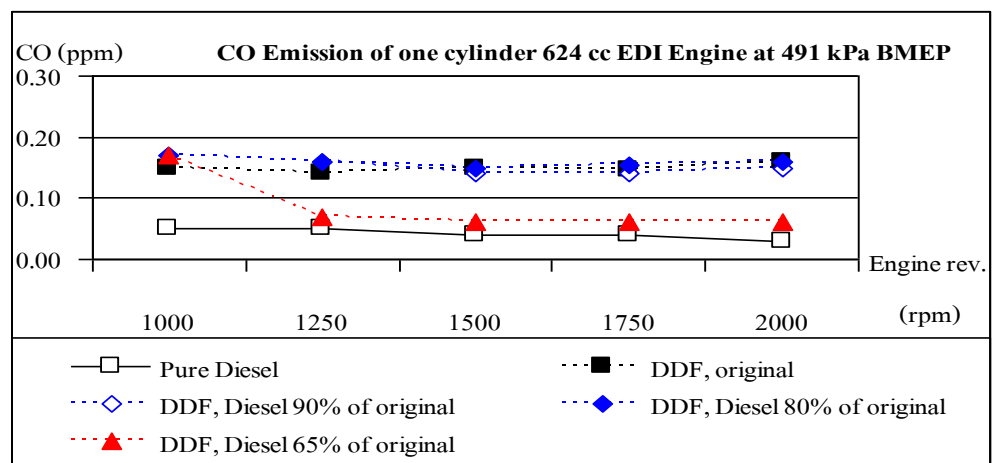
การปรับลดปริมาณการฉีดน้ำมันดีเซลลงมีผลทำให้ปริมาณมลพิษ CO ลดลงด้วย อาจจะเป็นเพราะปริมาณดีเซลที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ลดลงตามอัตราส่วนเชื้อเพลิงที่ลดลง ดังแสดงในรูปที่ 5.1.7 ถึง 5.1.9



รูปที่ 5.1.7 ปริมาณมลพิษ CO 295 kPa BMEP ของเครื่องยนต์ EDI-120

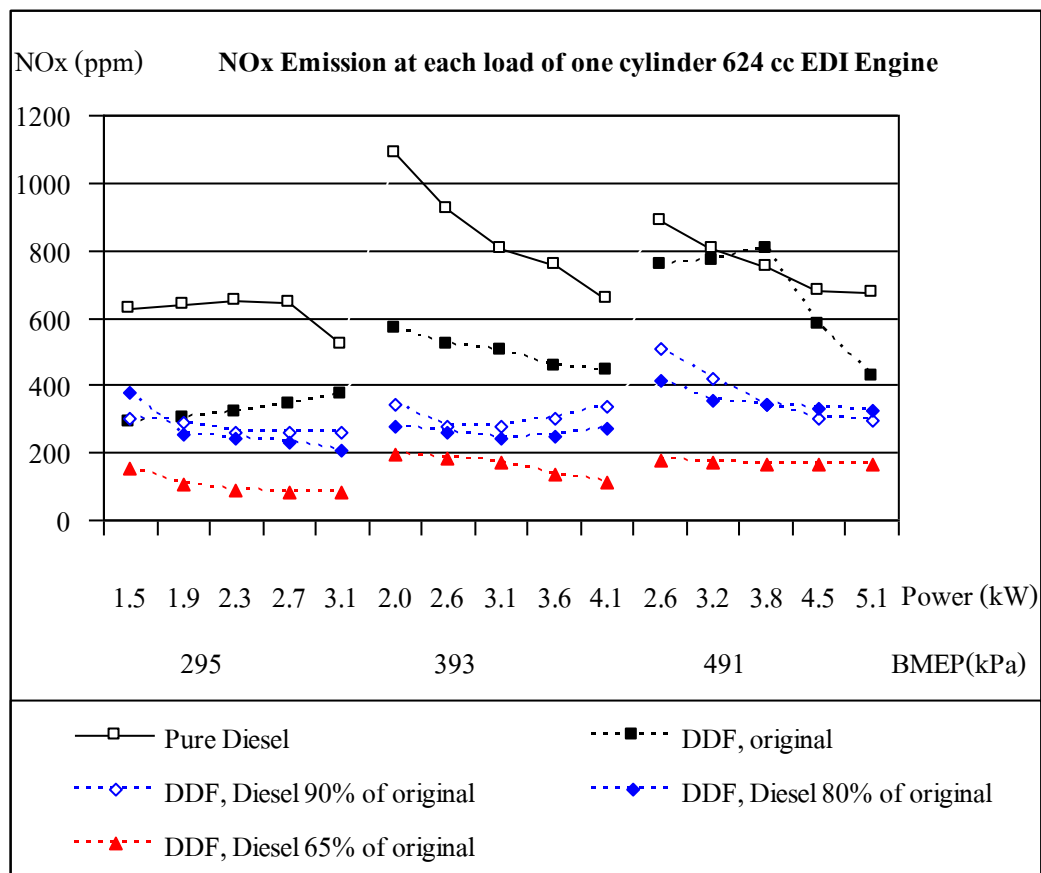


รูปที่ 5.1.8 ปริมาณมลพิษ CO 393 kPa BMEP ของเครื่องยนต์ EDI-120



รูปที่ 5.1.9 ปริมาณมลพิษ CO 491 kPa BMEP ของเครื่องยนต์ EDI-120

ผลการทดสอบวัดค่าปริมาณมลพิษ NOx แสดงในรูปที่ 5.1.10 ถึง 5.1.11

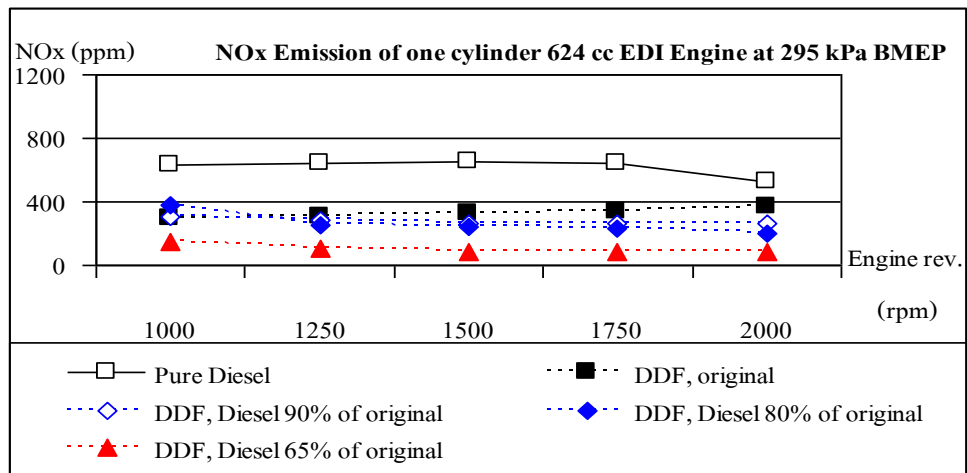


รูปที่ 5.1.10 ปริมาณมลพิษ NOx ของเครื่องยนต์ EDI-120

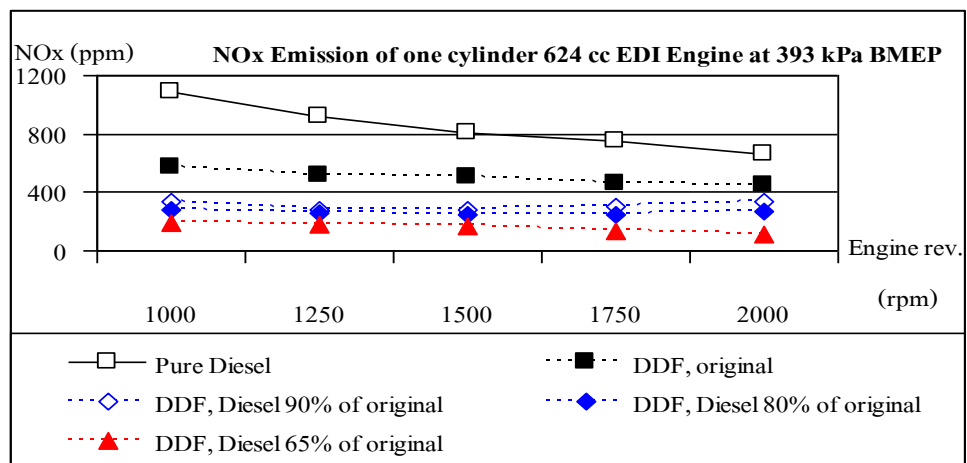
จากผลการทดสอบจะพบว่า เครื่องยนต์ EDI-120 ที่ใช้เชื้อเพลิงผสม CNG กับดีเซล มีค่าปริมาณ NOx ต่ำกว่าเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียวกทุกกรณี ดังรูปที่ 5.1.10 เนื่องจากเชื้อเพลิง CNG ซึ่งมีสถานะเป็นแก๊สเข้าไปแทนที่อากาศทำให้ปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงต่ออากาศจึงสูงขึ้นมากเกินไป ทำให้มีปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้ไม่สมบูรณ์มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ดีเซลอย่างเดียว และเกิดการเผาไหม้ในอัตราที่ต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ดีเซลอย่างเดียว โดยมีความสอดคล้องกับผลการทดสอบวัดค่ามลพิษ HC CO

การปรับลดปริมาณการฉีดน้ำมันดีเซลลงมีผลทำให้ปริมาณมลพิษ NOx ลดลงด้วย อาจจะเป็นเพราะปริมาณดีเซลที่ใช้ในการเผาไหม้ลดลง ดังแสดงในรูปที่ 5.1.11 ถึง 5.1.13 แต่อย่างไรก็ตามที่ภาระโหลดสูงปริมาณมลพิษ NOx ของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสม น่าจะสูงกว่าเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียว เพราะเชื้อเพลิงแก๊สเกิดการเผาไหม้ที่รุนแรงและรวดเร็วมากกว่า [1] [2]

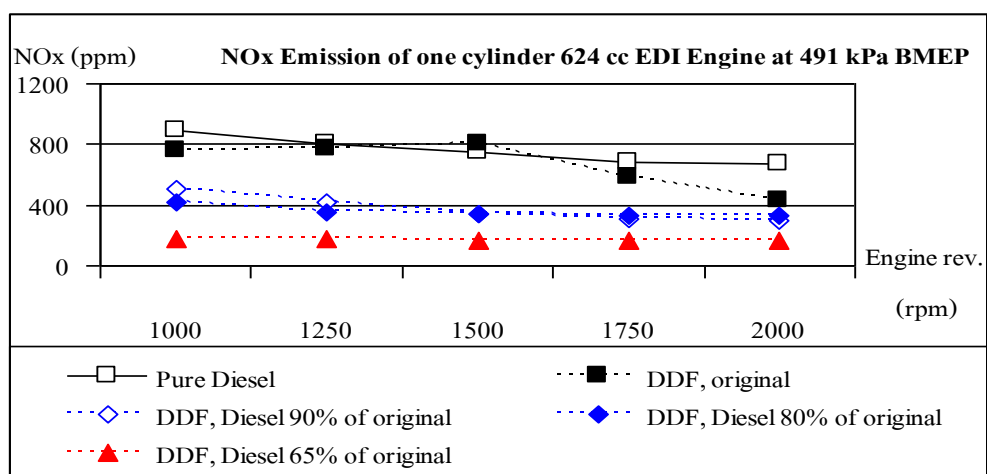
ค่าความร้อนจำเพาะของเชื้อเพลิงแก๊สที่ผลิตในประเทศไทย ซึ่งมีค่าต่ำกว่าดีเซลก็อาจจะมีผลโดยตรงกับอัตราการเผาไหม้และปริมาณมลพิษจากการเผาไหม้ด้วย



รูปที่ 5.1.11 ปริมาณมลพิษ NOx 295 kPa BMEP ของเครื่องยนต์ EDI-120



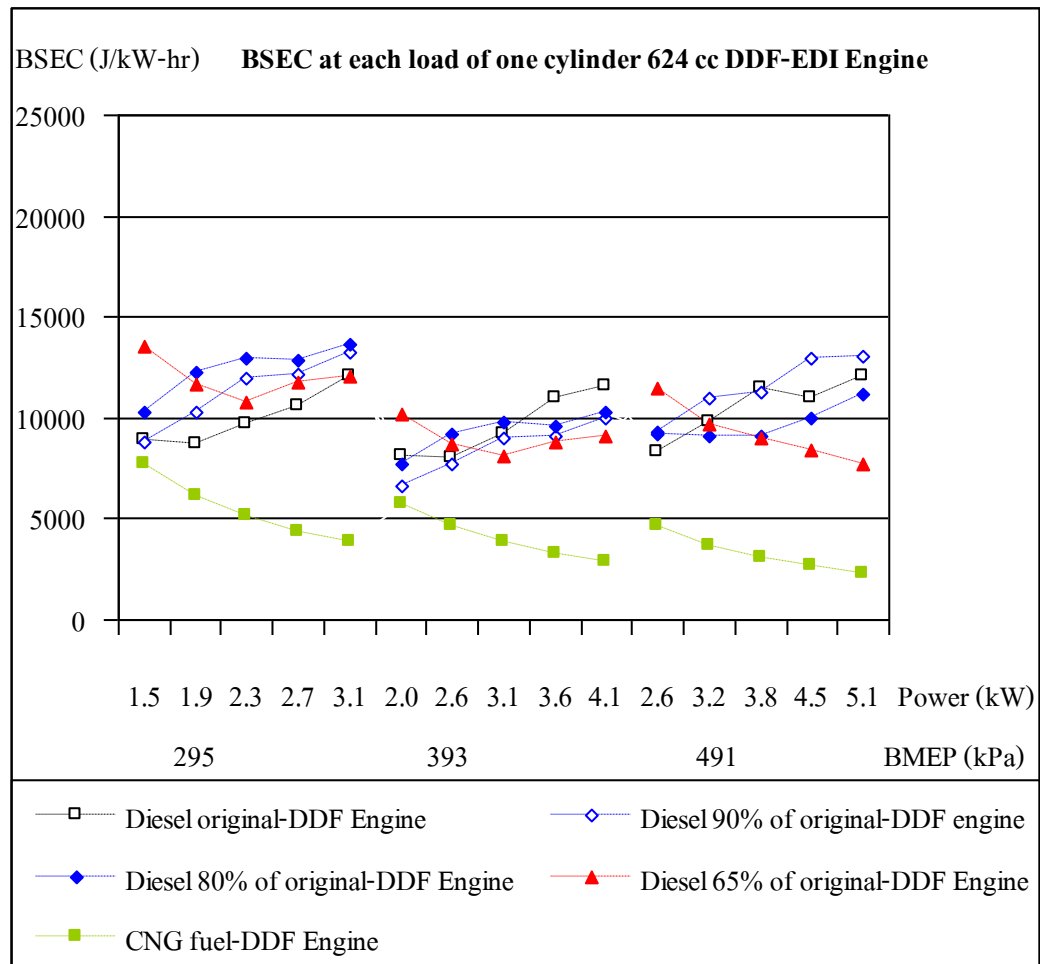
รูปที่ 5.1.12 ปริมาณมลพิษ NOx 393 kPa BMEP ของเครื่องยนต์ EDI-120



รูปที่ 5.1.13 ปริมาณมลพิษ NOx 491 kPa BMEP ของเครื่องยนต์ EDI-120

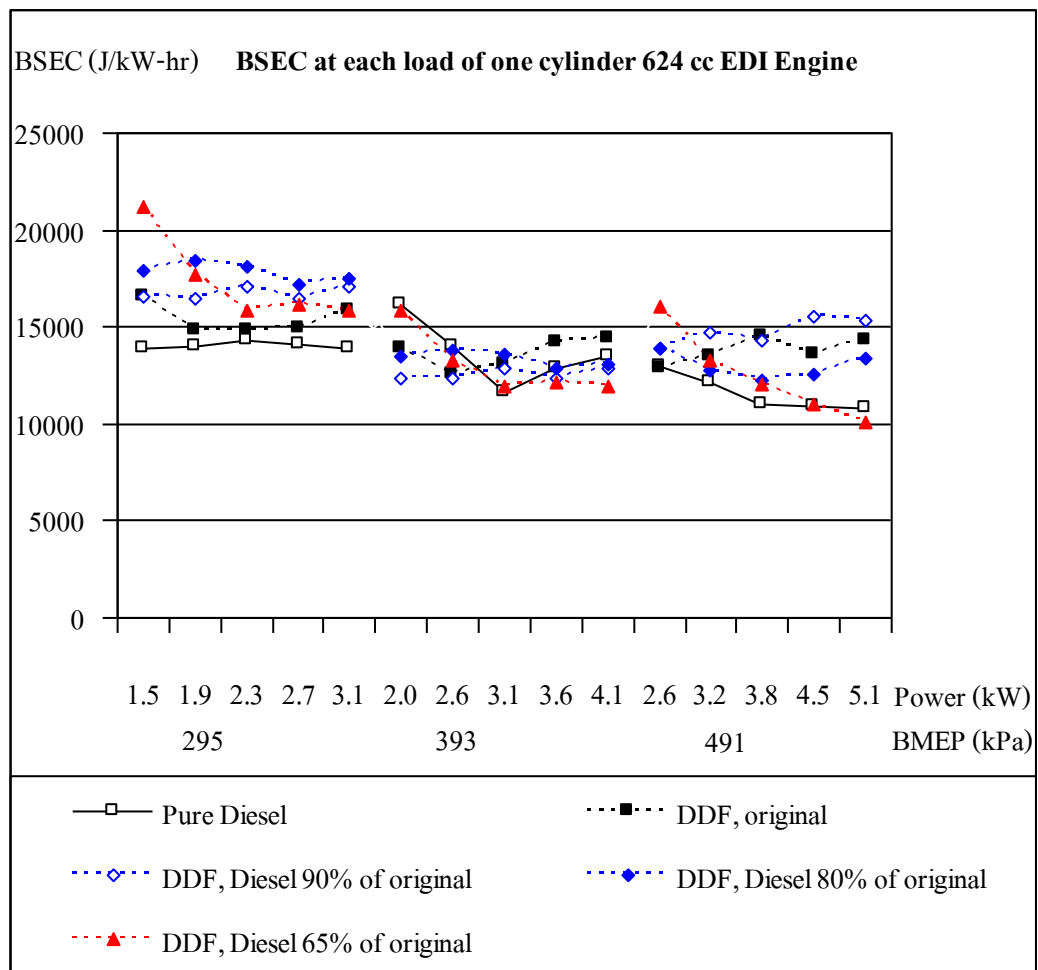
5.1.3 การทดสอบวัดอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องยนต์ EDI-120

ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสม CNGกับดีเซลของเครื่องยนต์ EDI-120 แสดงในรูปที่ 5.1.14 ถึง 5.1.21



รูปที่ 5.1.14 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิง CNGกับดีเซล ของเครื่องยนต์ EDI-120

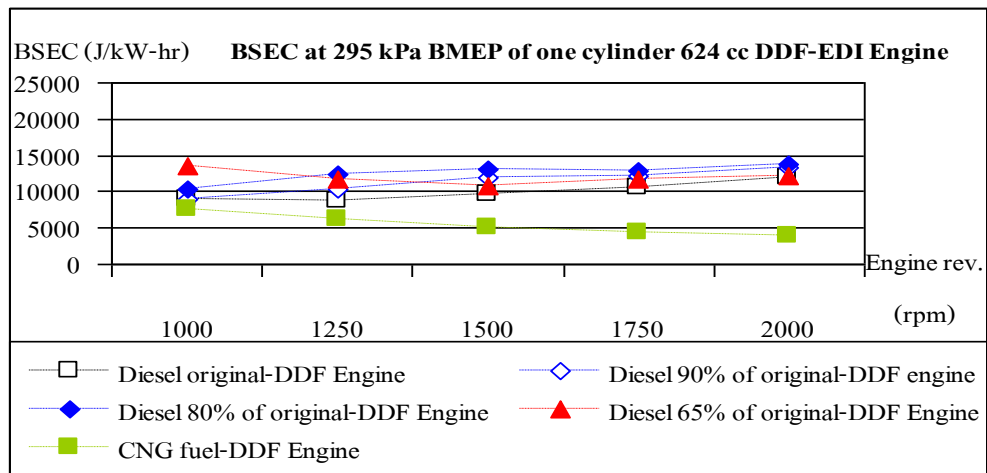
รูปที่ 5.1.14 แสดงถึงอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิง CNGกับดีเซลในเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสม จากการทดสอบพบว่าที่ภาระโหลดปานกลางอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิง CNGต่อดีเซล ให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานต่ำที่สุด และที่ภาระโหลดต่ำอัตราส่วนของเชื้อเพลิง CNGโดยพลังงานจะมีค่าสูงขึ้นเนื่องจาก CNG เข้าห้องเผาไหม้ในอัตราส่วนที่เกือบจะคงที่นั่นเอง



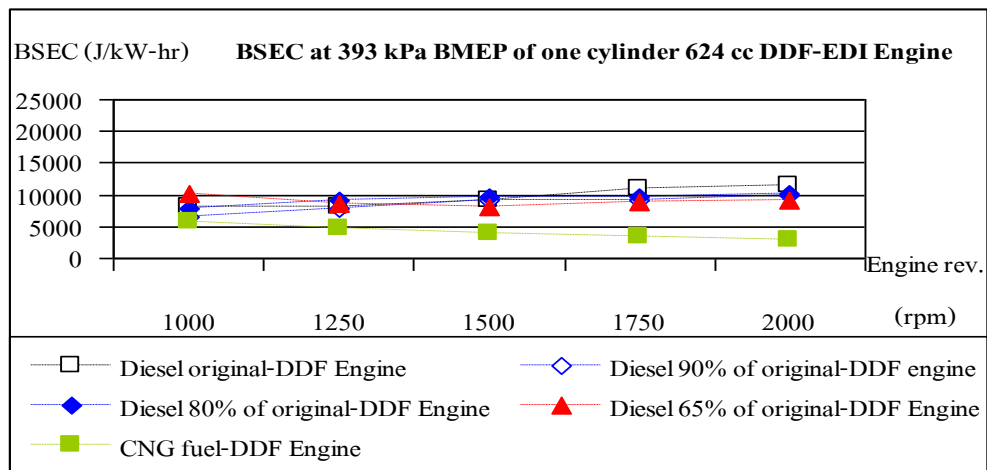
รูปที่ 5.1.15 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องยนต์ EDI-120

ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงโดยพลังงาน ของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสม CNG กับ ดีเซล ของเครื่องยนต์ EDI-120 พบว่ามีค่าสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลอย่างเดียวเฉลี่ย ประมาณร้อยละ 11

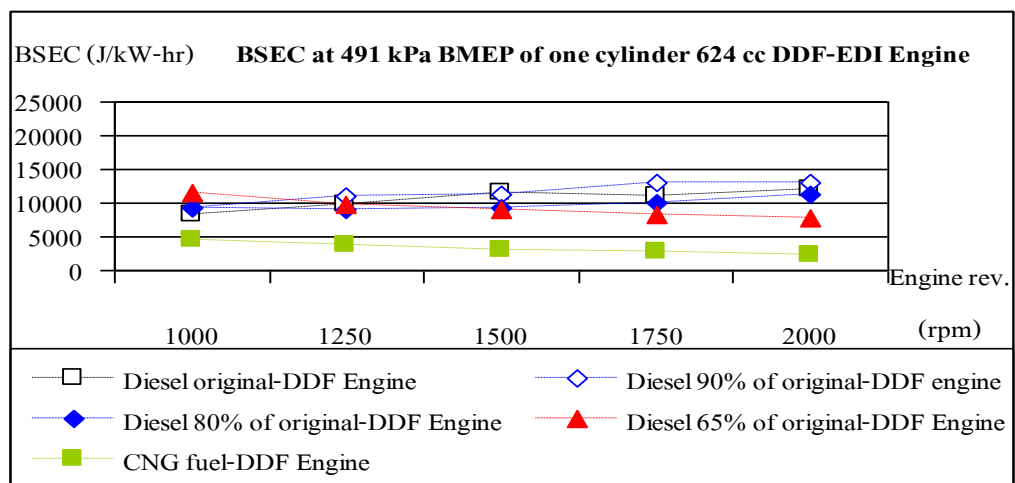
ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองที่แสดงรายละเอียดตามความเร็วรอบเครื่องยนต์ แสดง ไว้ในรูปที่ 5.1.16 ถึง 5.1.21



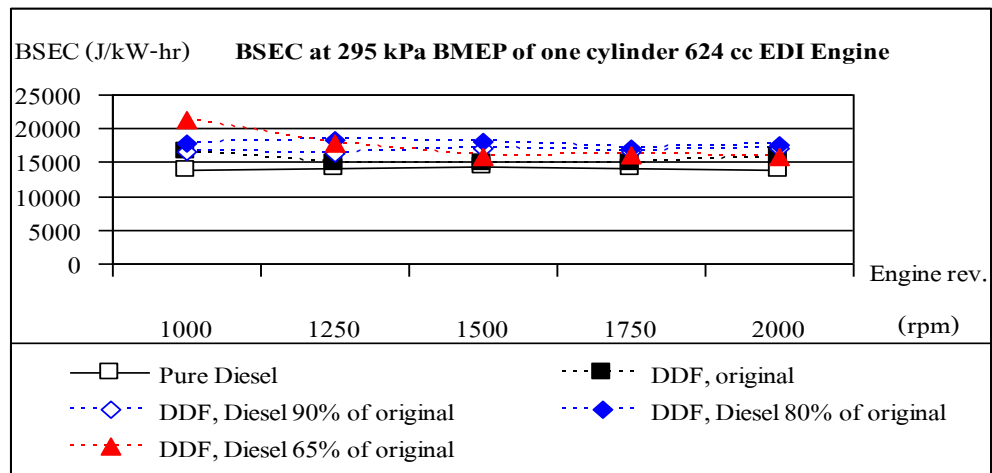
รูปที่ 5.1.16 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิง CNG กับดีเซลของเครื่องยนต์ EDI-120 295 kPa BMEP



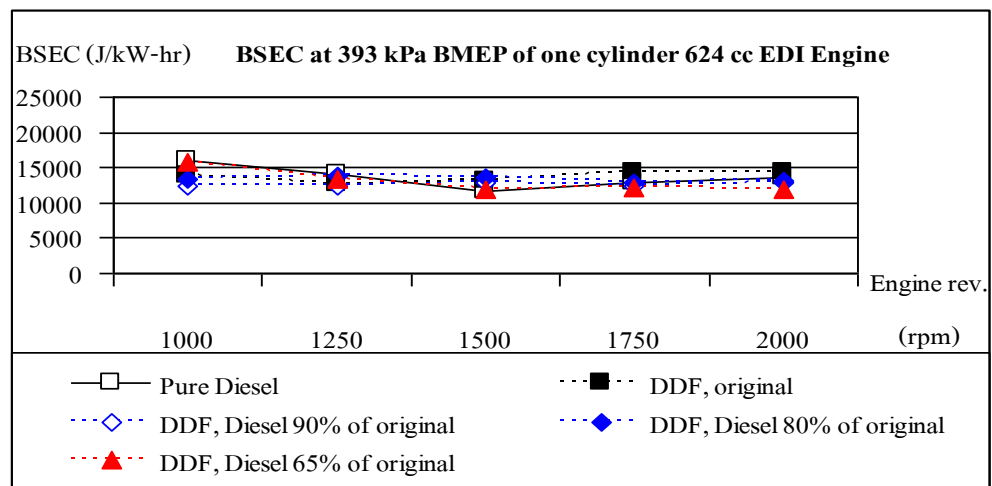
รูปที่ 5.1.17 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิง CNG กับดีเซลของเครื่องยนต์ EDI-120 393 kPa BMEP



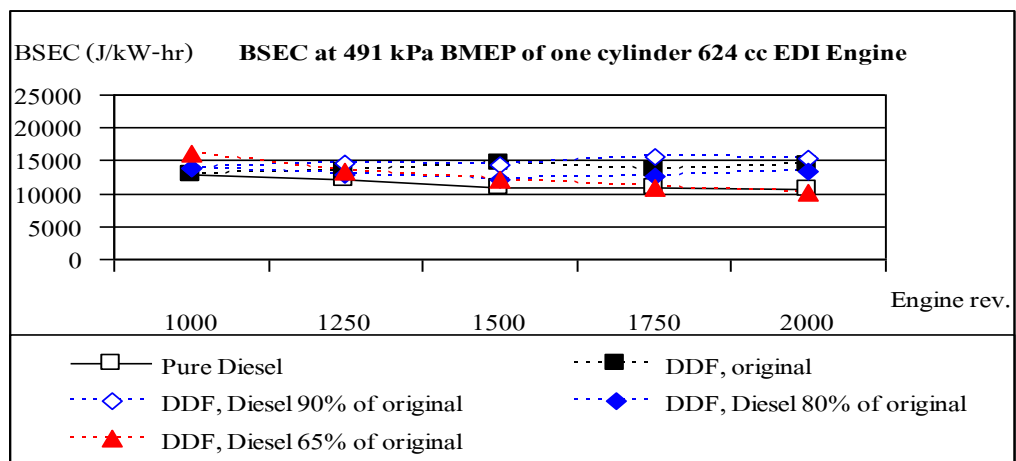
รูปที่ 5.1.18 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิง CNG กับดีเซลของเครื่องยนต์ EDI-120 491 kPa BMEP



รูปที่ 5.1.19 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องยนต์ EDI-120 295 kPa BMEP



รูปที่ 5.1.20 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องยนต์ EDI-120 393 kPa BMEP

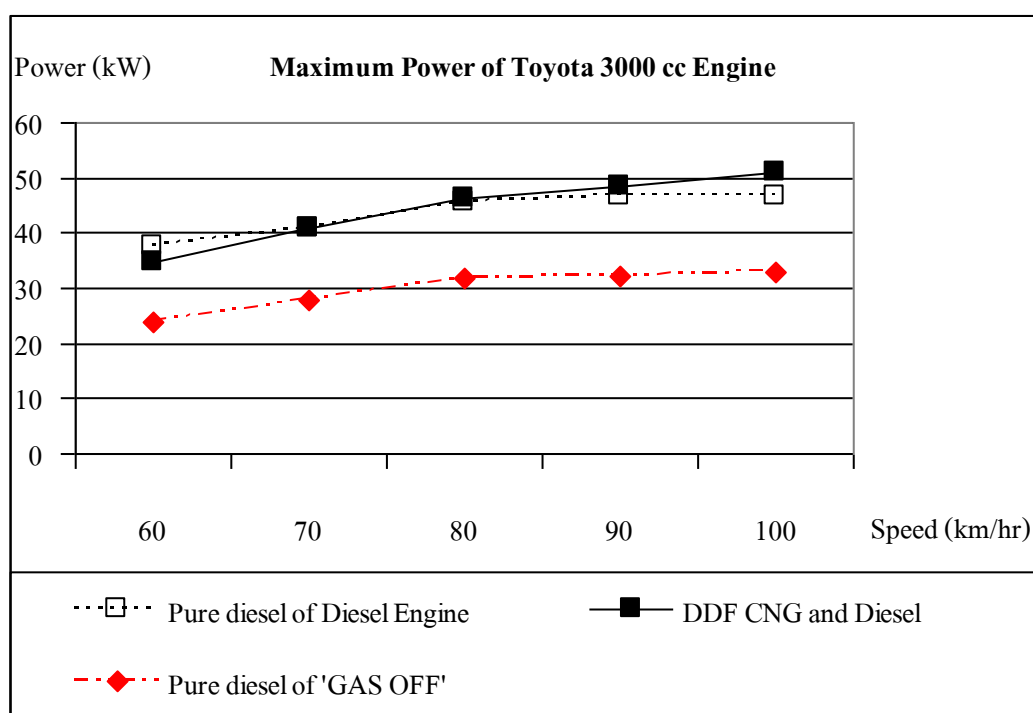


รูปที่ 5.1.21 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องยนต์ EDI-120 491 kPa BMEP

5.2 ผลการทดสอบรถยนต์เชื้อเพลิงผสม CNG กับดีเซล ของรถยนต์ Toyota Hi-ace

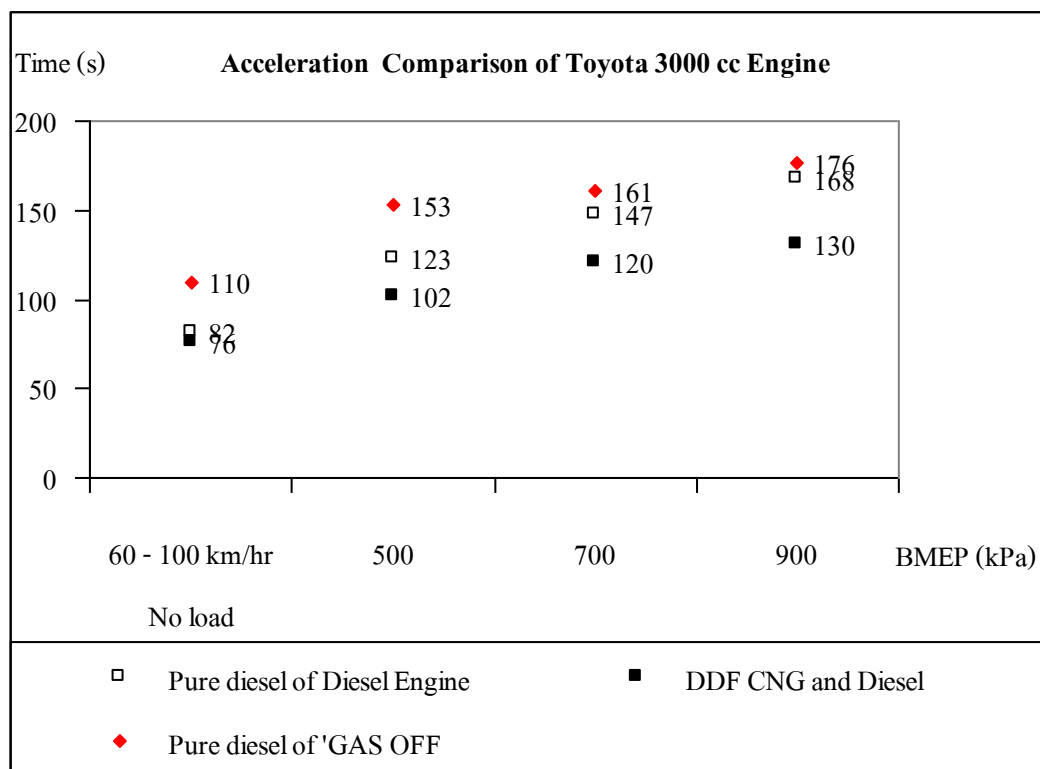
ในการทดสอบมีรถทดสอบสองคันคือ คันที่หนึ่ง รถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 ซีซี ไม่มีการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ ใช้เชื้อเพลิงดีเซลอย่างเดียว คันที่สอง รถยนต์ประเภทเดียวกันกับคันที่หนึ่ง แต่เป็นรถยนต์เชื้อเพลิงผสม CNGกับดีเซล ประเภท Premixed-DDF มีการปรับปริมาณการฉีดน้ำมันดีเซลให้ลดลง ทำการทดสอบวัดปริมาณควันดำจากไอเสียที่ภาระโหลด 500 700 และ 900 kPa BMEP ที่ความเร็วรถยนต์ 60 80 90 และ 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง วัดกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ อัตราเร่งของเครื่องยนต์ที่สภาวะโหลดต่างๆ รวมไปถึงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงทั้งบนแท่นทดสอบและการทดสอบบนถนนจริง

5.2.1 การทดสอบวัดกำลังสูงสุดและอัตราเร่งของรถยนต์ Toyota Hi-ace



รูปที่ 5.2.1 กำลังสูงสุดของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine

จากการทดสอบพบว่า กำลังสูงสุดของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมมีค่าสูงกว่าเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียวน้อยกว่าร้อยละ 8.5 เนื่องมาจากสภาวะที่เป็นแก๊สทำให้การเผาไหม้ของ CNG มีความรวดเร็วและรุนแรงกว่าดีเซล รวมไปถึงการปรับลดปริมาณการฉีดดีเซลลงไม่ต่ำจนเกินไป จึงทำให้กำลังสูงสุดของเครื่องยนต์มากกว่าการใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียว ดังรูปที่ 5.2.1 อย่างไรก็ตาม กำลังสูงสุดของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมในบางกรณีมีค่าต่ำกว่าเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียวนิดหน่อย ซึ่งอาจเป็นผลกระทบโดยตรงของการปรับลดปริมาณการฉีดของดีเซลให้น้อยลงนั่นเอง

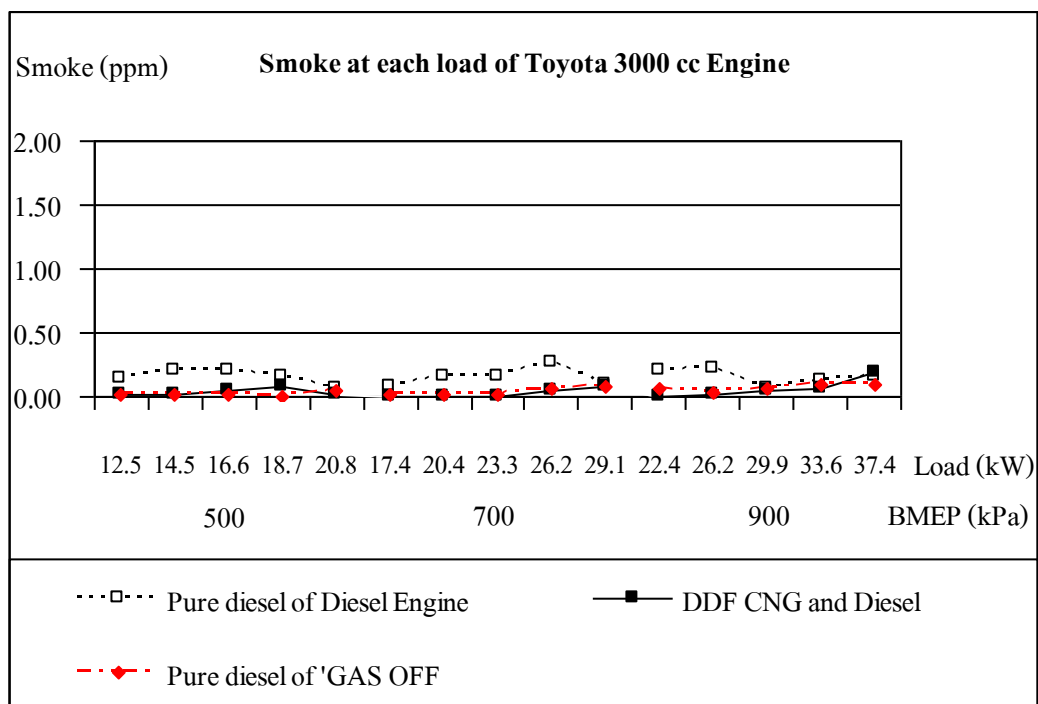


รูปที่ 5.2.2 อัตราเร่งของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine

ในการทดสอบวัดอัตราเร่งของเครื่องยนต์ ทำการทดสอบจากสถานะที่ไม่มีโหลด ความเร็ว 60 จนถึง 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยใช้เกียร์สี่ และทำการเพิ่มโหลดเป็น 500 700 900 kpa BMEP โดยควบคุมความเร็วรถให้คงที่ 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

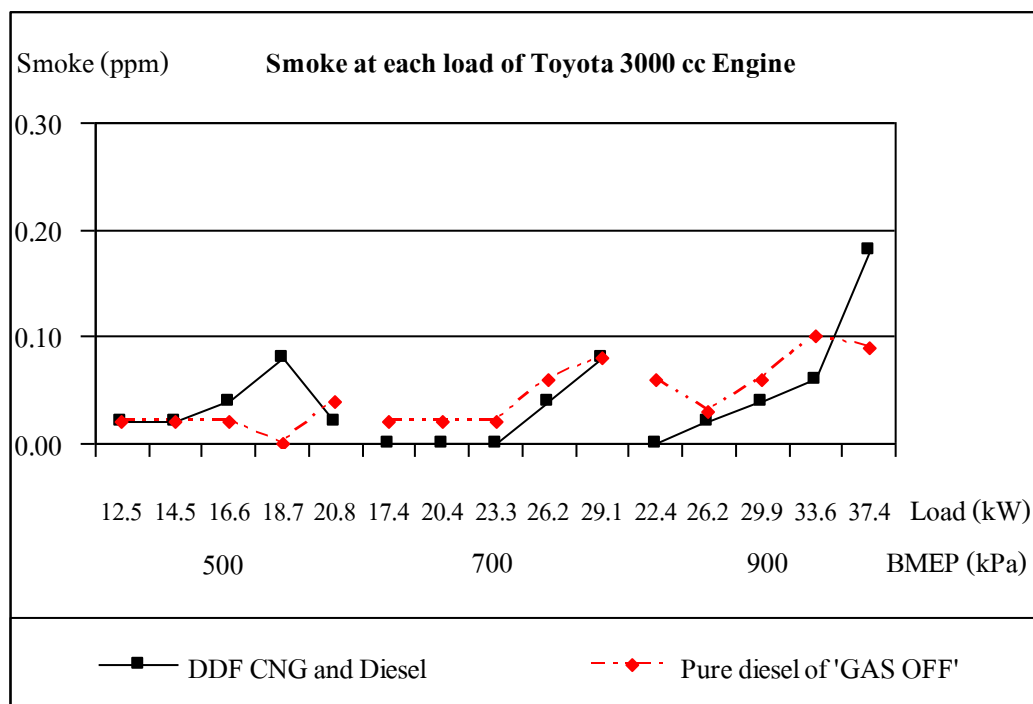
จากการทดสอบพบว่าอัตราเร่งของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมมีอัตราเร่งที่ดีกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ดีเซลอย่างเดียว แสดงในรูปที่ 5.2.2 เนื่องจากการที่ CNG มีสถานะเป็นแก๊สทำให้มีการเผาไหม้ที่รุนแรงและรวดเร็วกว่าดีเซล

5.2.2 การทดสอบวัดปริมาณมลพิษควันดำจากไอเสียของรถยนต์ Toyota Hi-ace



รูปที่ 5.2.3 ปริมาณควันดำของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine

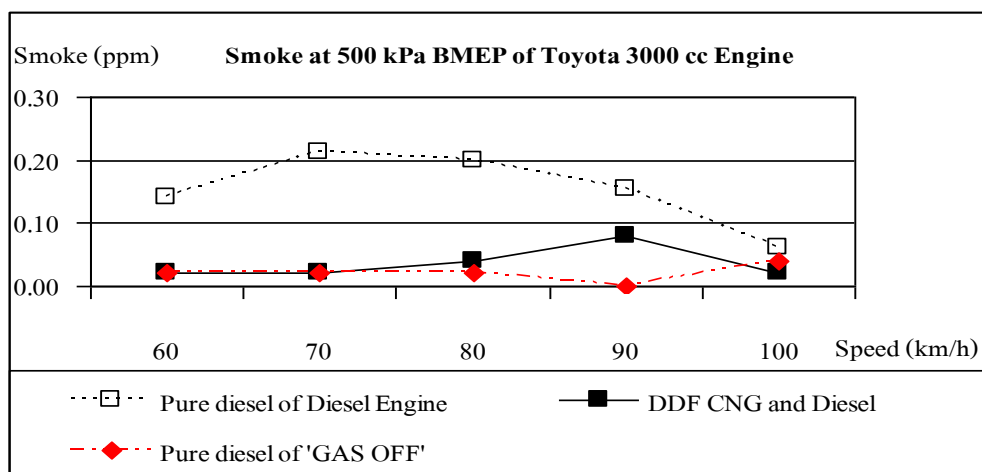
ผลการทดสอบวัดปริมาณมลพิษควันดำจากไอเสีย พบว่าที่ภาระโหลดปานกลางถึงสูง เครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมมีค่าควันดำใกล้เคียง และบางกรณีมีค่าต่ำกว่าเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียวเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่ 5.2.3 เนื่องจากมีเชื้อเพลิง CNG เข้าไปร่วมในการเผาไหม้ทำให้ปริมาณเชื้อเพลิงดีเซลที่ถูกส่งเข้าห้องเผาไหม้ลดลง ปริมาณดีเซลที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์และควันดำจากการเผาไหม้ของดีเซลจึงลดลงตามไปด้วย และอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณควันดำของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลอย่างเดียวคือ CNG มีสถานะเป็นแก๊สจึงมีการเผาไหม้ที่รวดเร็วกว่า



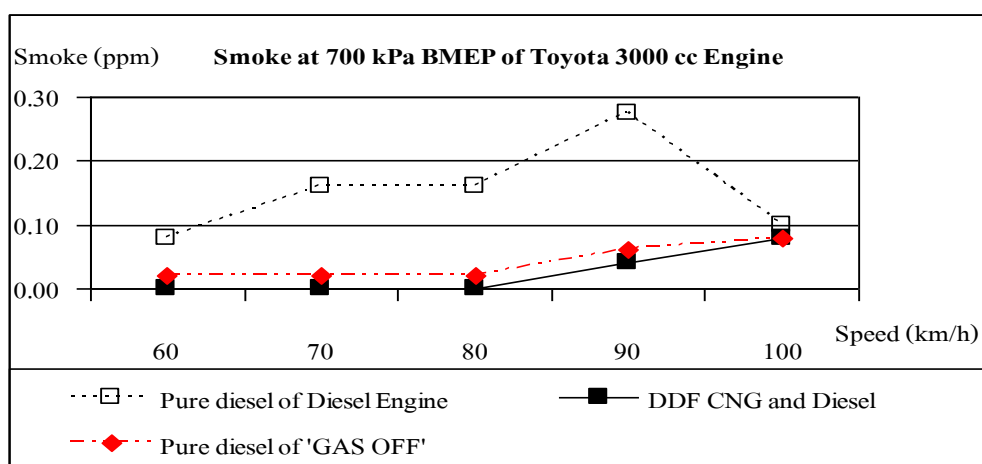
รูปที่ 5.2.4 ปริมาณควันดำของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine

แต่อย่างไรก็ตามปริมาณควันดำของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสม มีแนวโน้มที่จะมีค่าสูงมากขึ้นที่สภาวะโหลดสูงมากๆ ดังแสดงในรูปที่ 5.2.4 เพราะปริมาณดีเซลที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้อัตราส่วนเชื้อเพลิงต่ออากาศสูงขึ้น เมื่อเทียบกับปริมาณอากาศที่ลดลงเนื่องจากถูกแทนที่ด้วยแก๊ส ซึ่งมีผลโดยตรงทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง ทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ในอัตราที่สูงขึ้น ปริมาณควันดำจึงมากขึ้นตามไปด้วย

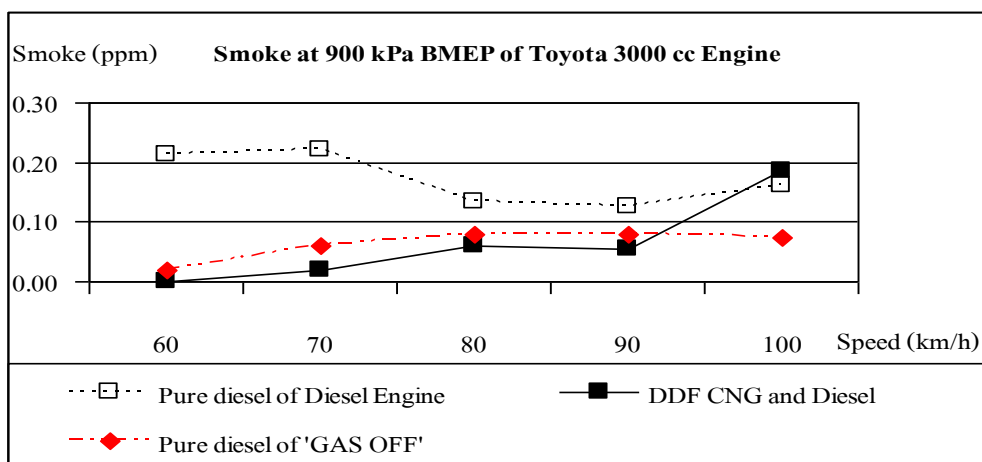
ผลการทดสอบวัดปริมาณมลพิษควันดำจากไอเสีย แบ่งตามความเร็วรถยนต์ ที่ภาระโหลดต่างๆ แสดงในรูปที่ 5.2.5 ถึง 5.2.7 โดยรูปในที่ 5.2.7 จะเห็นได้ชัดว่าปริมาณควันดำของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมมีค่าสูงมากขึ้นที่สภาวะโหลดสูงมากๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบที่ภาระโหลดสูงสุด ที่เครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมมีปริมาณควันดำสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลอย่างเดียวนั้น ดังแสดงในรูปที่ 5.2.8



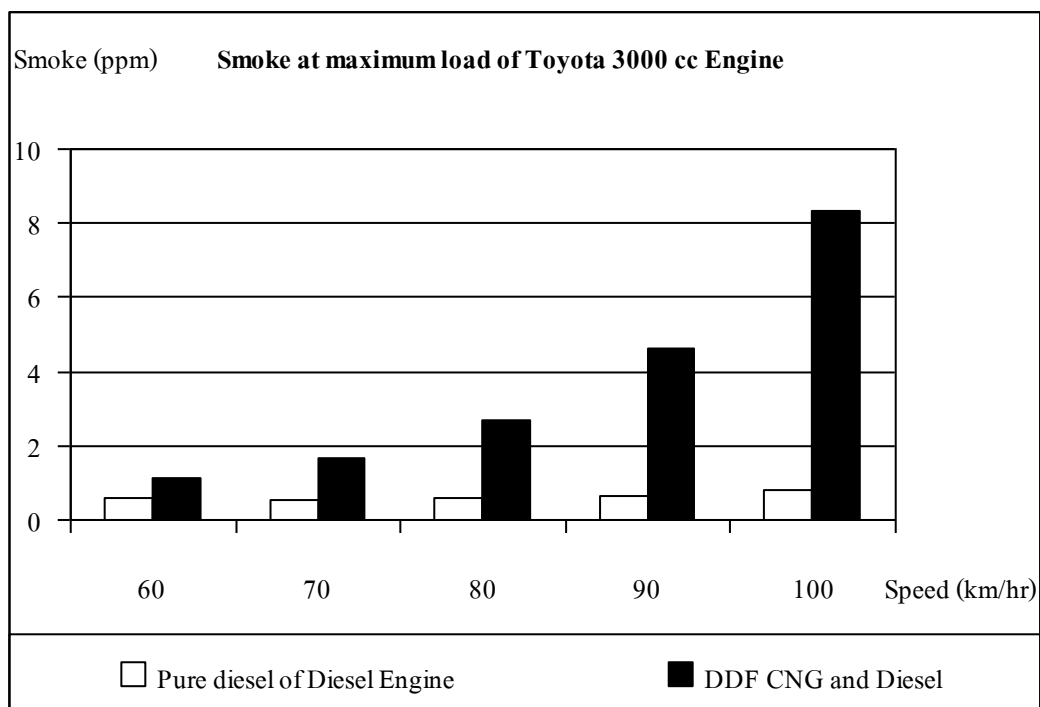
รูปที่ 5.2.5 ปริมาณควันดำที่ 500 kPa BMEP ของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine



รูปที่ 5.2.6 ปริมาณควันดำที่ 700 kPa BMEP ของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine



รูปที่ 5.2.7 ปริมาณควันดำที่ 900 kPa BMEP ของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine



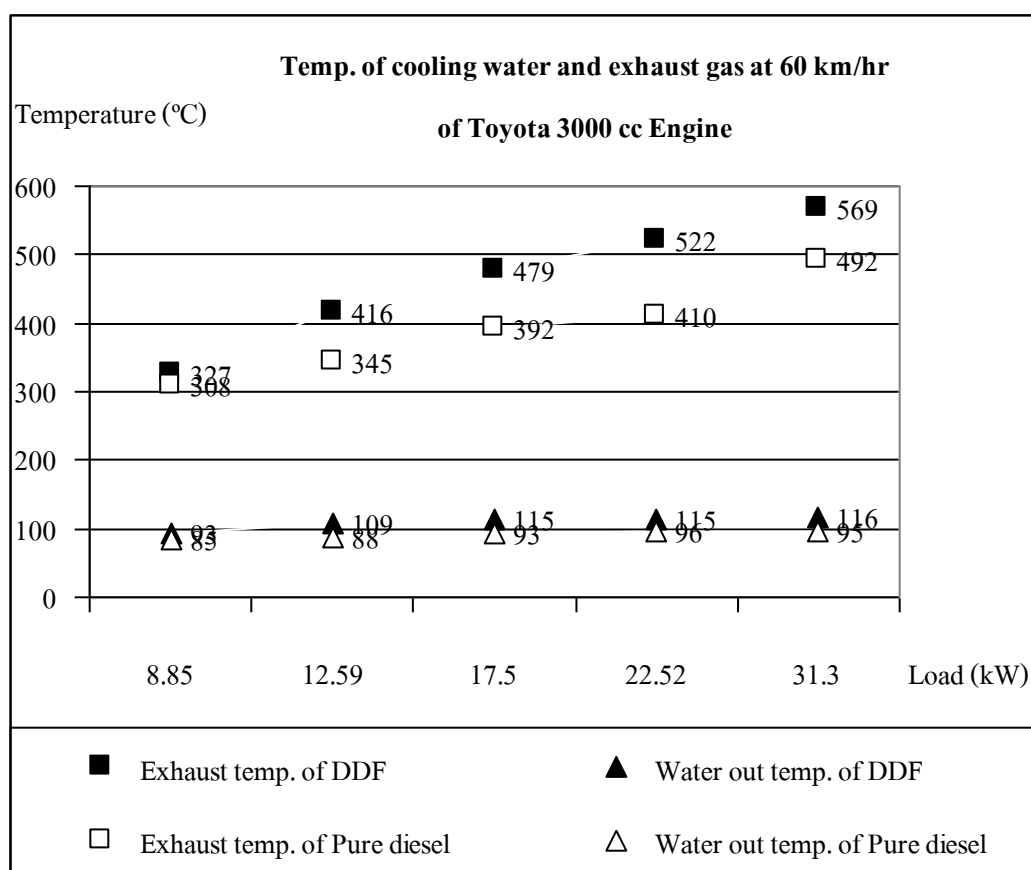
รูปที่ 5.2.8 ปริมาณควันดำที่โหลดสูงสุดของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine

แม้ว่ากำลังสูงสุดโดยรวมของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมจะสูงกว่าเครื่องยนต์เชื้อเพลิงดีเซลอย่างเดียว แต่ปริมาณมลพิษควันดำกลับมีค่าสูงกว่าเครื่องยนต์ดีเซลอย่างมาก ดังรูปที่ 5.2.8 เพราะปริมาณดีเซลที่เพิ่มขึ้นมากจึงทำให้อัตราส่วนเชื้อเพลิงต่ออากาศสูงขึ้น เมื่อเทียบกับปริมาณอากาศที่ลดลงเนื่องจากถูกแทนที่ด้วยแก๊ส ซึ่งมีผลโดยตรงทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง ทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ในอัตราที่สูงขึ้น ปริมาณควันดำสูงมากขึ้นตามไปด้วย

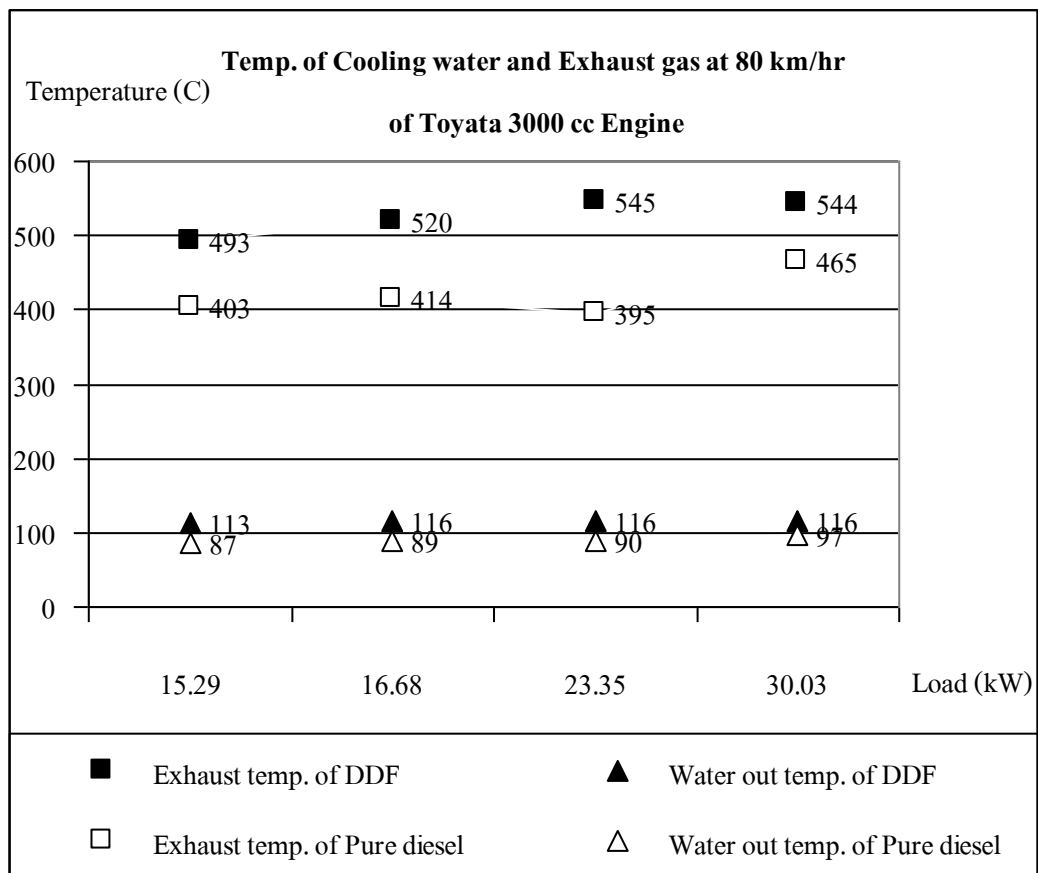
แต่อย่างไรก็ตาม ในการใช้งานจริงที่ภาระโหลดสูงมากๆ โดยปกติแล้วเกิดขึ้นในช่วงเวลาเพียงสั้นๆหรืออัตราส่วนการใช้งานที่น้อยมาก เมื่อเทียบกับสภาวะโหลดใช้งานปกติซึ่งมีปริมาณควันดำใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียว

5.2.3 การทดสอบวัดอุณหภูมิไอเสียและน้ำหล่อเย็นของรถยนต์ Toyota Hi-ace

จากผลการทดสอบพบว่าอุณหภูมิไอเสียและน้ำหล่อเย็นของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมสูงกว่าเครื่องยนต์เชื้อเพลิงดีเซลอย่างเดียว แสดงให้เห็นว่าเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมมีอัตราการเผาไหม้สูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลของปริมาณมลพิษควันดำ แต่อย่างไรก็ตามที่สภาวะโหลดต่ำอุณหภูมิของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมใกล้เคียงและมีแนวโน้มที่จะต่ำกว่าเครื่องยนต์เชื้อเพลิงดีเซลอย่างเดียว ซึ่งอาจจะมีผลให้อัตราการเผาไหม้ลดลง ดังรูปที่ 5.2.9



รูปที่ 5.2.9 อุณหภูมิไอเสียและน้ำหล่อเย็นของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine



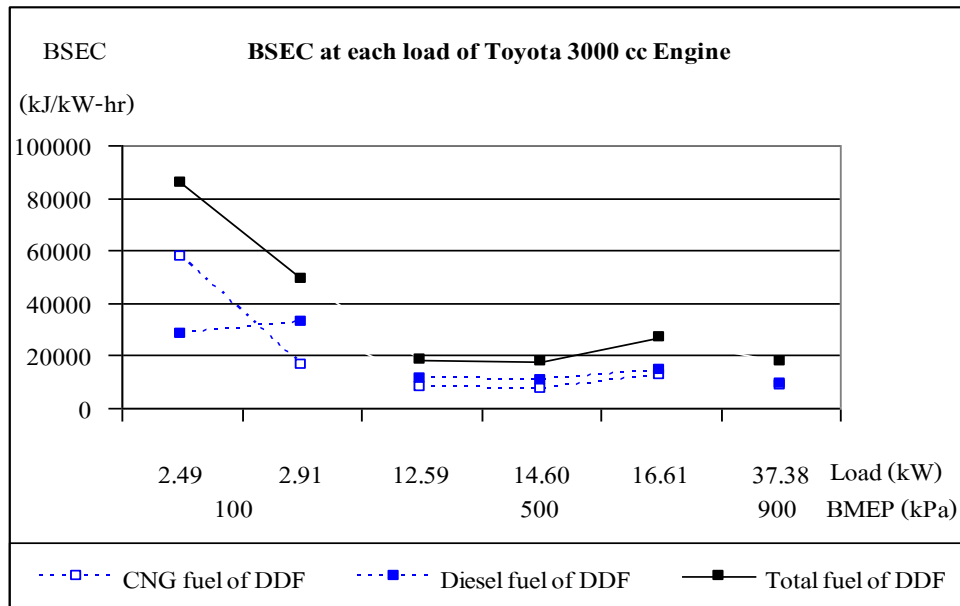
รูปที่ 5.2.10 อุณหภูมิไอเสียและน้ำหล่อเย็นของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine

ที่สภาวะโหลดสูงขึ้นอุณหภูมิไอเสียและน้ำหล่อเย็นของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมมีค่าสูงมากกว่าเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียวกขึ้น ซึ่งอาจจะมีผลทำให้อัตราการสึกหรอของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมมีค่าสูงกว่าเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียวก ซึ่งถือว่าเป็นข้อเสียอีกข้อหนึ่ง ที่ควรได้รับการแก้ไขให้ดีขึ้นในอนาคต

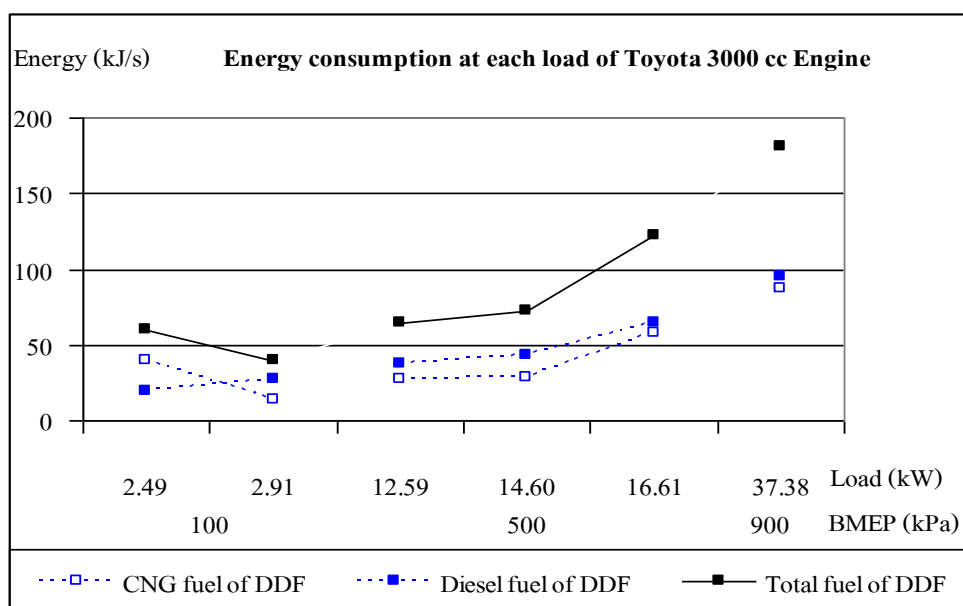
5.2.4 การทดสอบวัดอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถยนต์ Toyota Hi-ace

ส่วนที่ 1 การวัดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์ บนแท่นทดสอบ

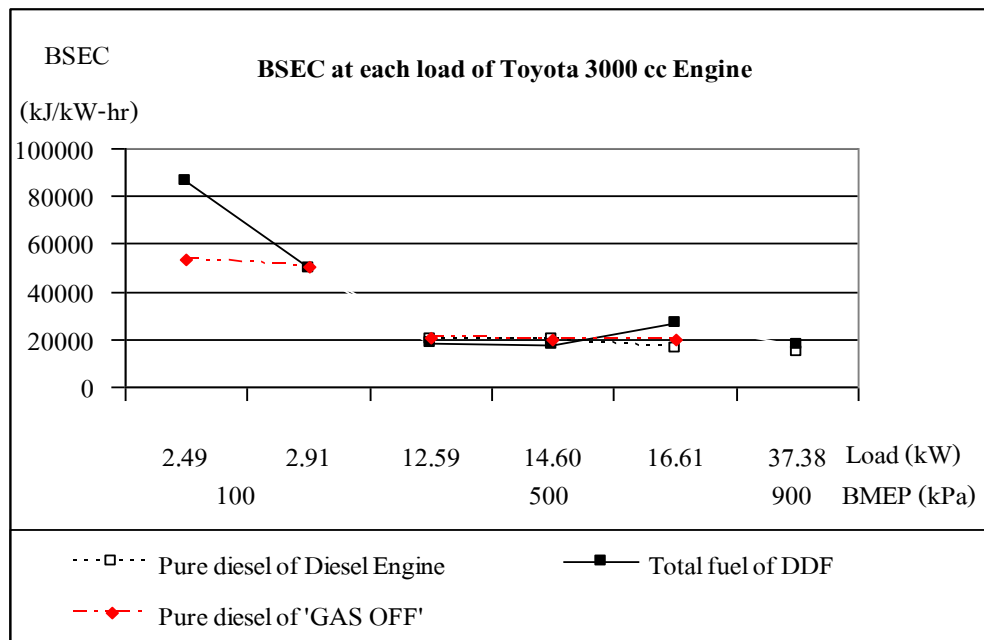
ภาระโหลดปานกลางถึงสูงอัตราส่วนผสม CNG ต่อ ดีเซล ประมาณ 43 ต่อ 57 ถึง 48 ต่อ 52 โดยพลังงาน แต่โหลดต่ำมากๆ มีอัตราส่วนผสมประมาณ 67 ต่อ 33 ดังรูปที่ 5.2.11 ถึง 5.2.14 โดยรวมแล้วสามารถลดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงลงได้ร้อยละ 20 เปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียว



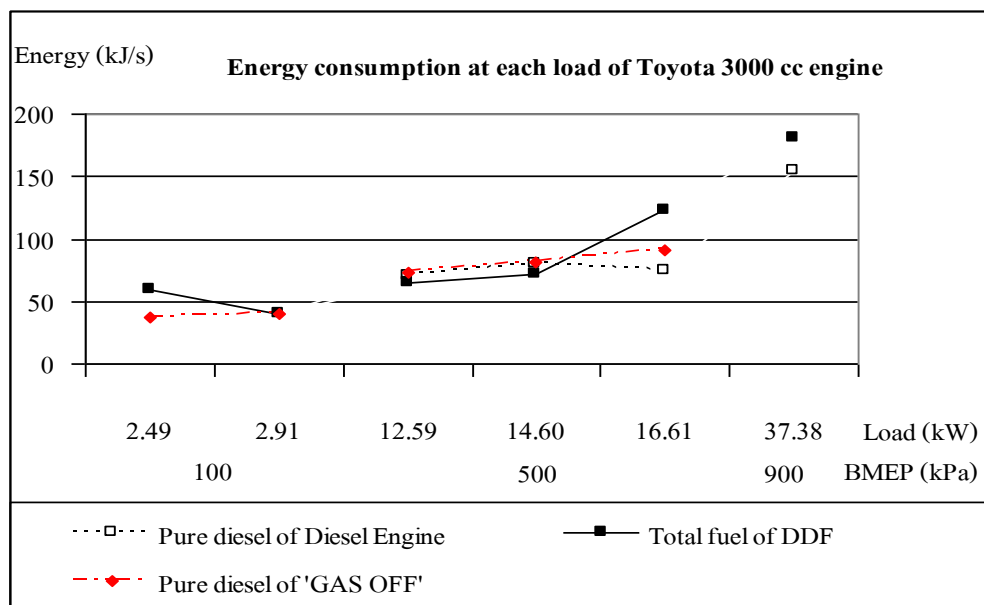
รูปที่ 5.2.11 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine



รูปที่ 5.2.12 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine

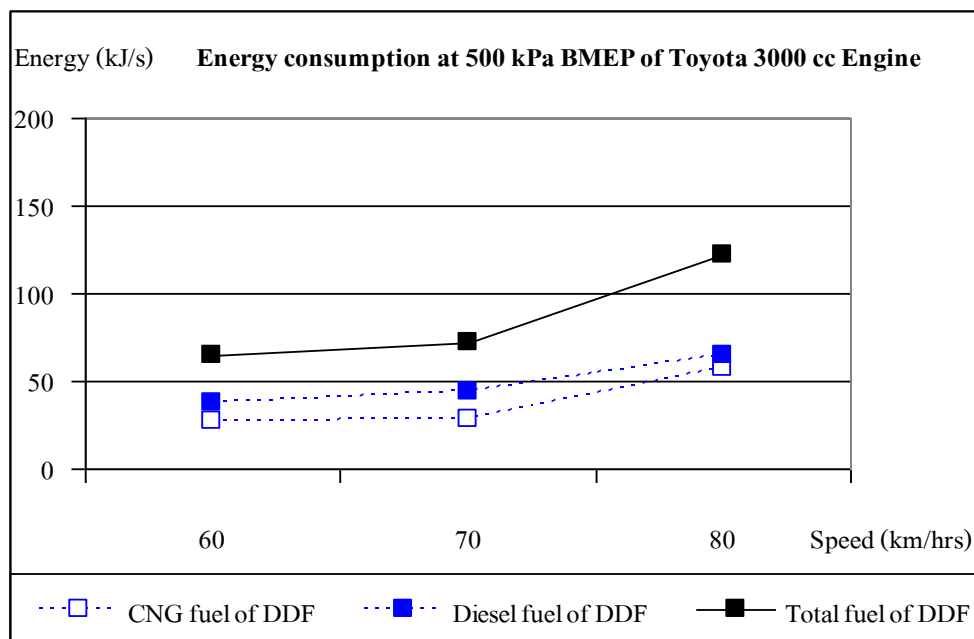


รูปที่ 5.2.13 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine

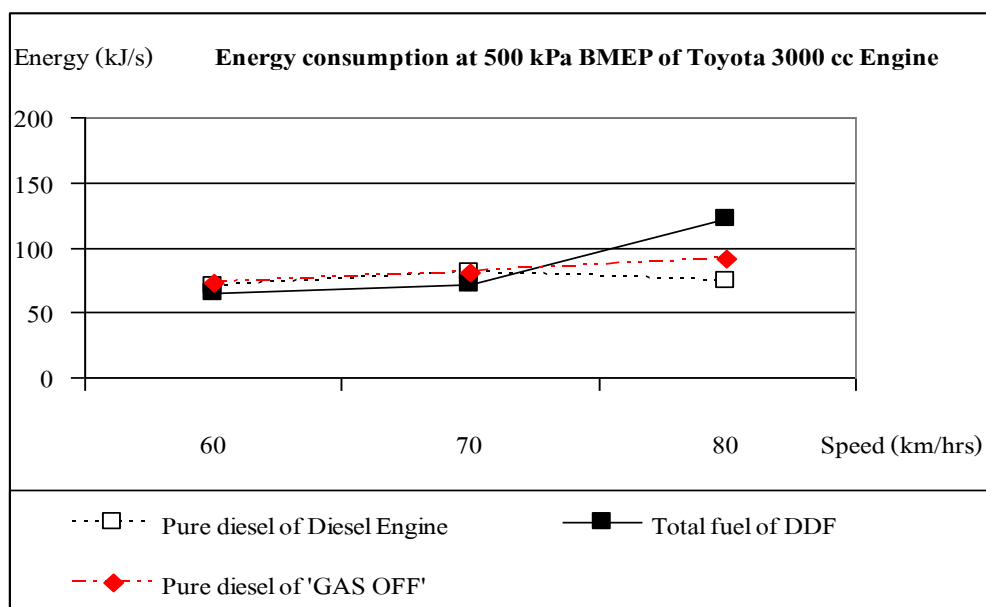


รูปที่ 5.2.14 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine

ที่ภาระโหลดต่ำมากๆ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลอย่างเดียวมาก โดยมีสาเหตุหลักคือ ถึงแม้ว่าปริมาณดีเซลถูกส่งเข้าห้องเผาไหม้ลดลงตามปกติ แต่ปริมาณของเชื้อเพลิง CNG ถูกส่งเข้าไปในห้องเผาไหม้ในอัตราที่คงที่ทุกสภาวะโหลด จึงทำให้อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิง CNG ต่อดีเซลสูงขึ้นมาก ทำให้มีเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์มากขึ้น

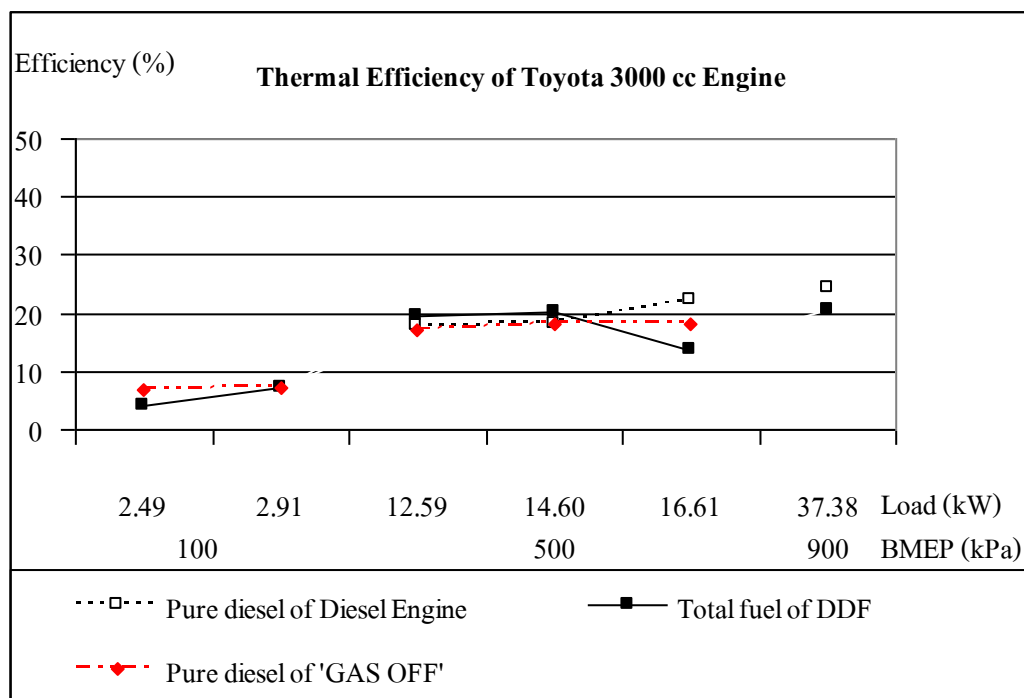


รูปที่ 5.2.15 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine



รูปที่ 5.2.16 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine

จากผลการทดสอบพบว่าที่ภาระโหลดปานกลางช่วงหนึ่งเท่านั้น เครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสม มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลอย่างเดียว ดังแสดงในรูปที่ 5.2.15 ถึง 5.2.16



รูปที่ 5.2.17 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ โดยการคำนวณจากอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ทดสอบและความร้อนของเชื้อเพลิงในประเทศ พบว่าที่สภาวะโหลดปานกลางมีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียวล็กน้อย แต่ในสภาวะที่โหลดสูงหรือต่ำมากๆ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมจะต่ำกว่าเครื่องยนต์เชื้อเพลิงดีเซลอย่างเดียวก ดังแสดงในรูปที่ 5.2.17

ส่วนที่ 2 การวัดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์ บนถนนจริง

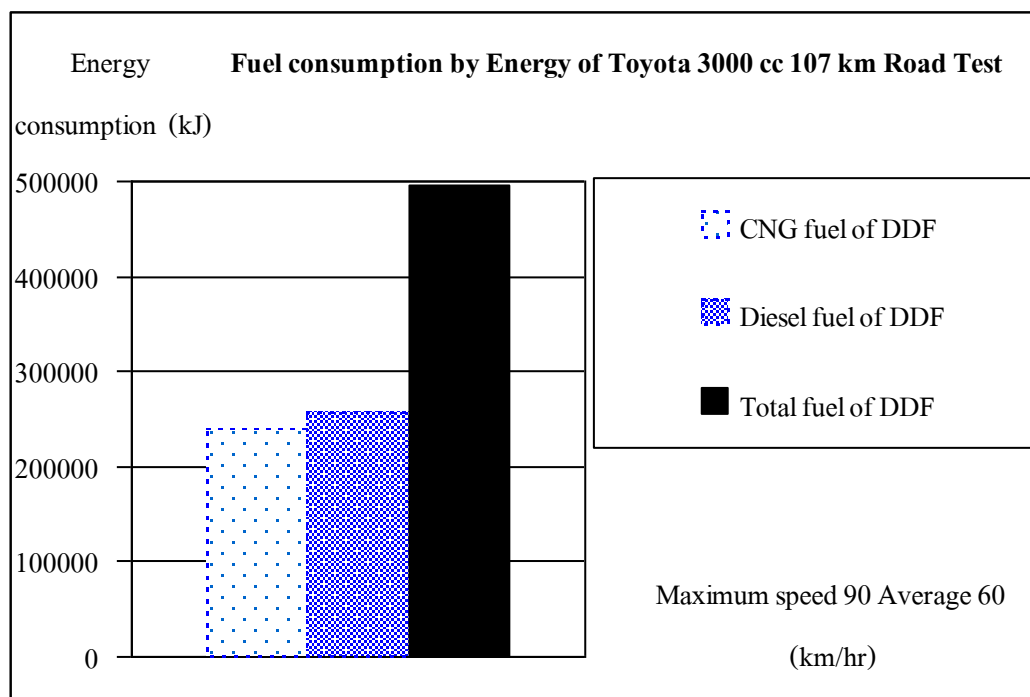
การทดสอบวัดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงบนถนนจริง โดยใช้เส้นทางจาก สถานีเดิม เชื้อเพลิงปีโตเลียม หน้านิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง ขับตามถนนฉลองกรุง ผ่านสถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตลาดห้วยตะเฒ่า เข้าสู่ถนนมอเตอร์เวย์ หรือถนน กรุงเทพมหานคร - ชลบุรี ขับบนถนนมอเตอร์เวย์ด้วยความเร็วคงที่ 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ประมาณ 45 กิโลเมตร แล้วกลับรถที่จุดกลับรถขับกลับเส้นทางเดิมบนถนนมอเตอร์เวย์ด้วยความเร็วคงที่ 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ประมาณ 45 กิโลเมตร ออกจากถนนมอเตอร์เวย์ ผ่านตลาด ห้วยตะเฒ่า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุงและสิ้นสุดการ ทดสอบที่สถานีเดิมเชื้อเพลิงปีโตเลียมเดียวกับจุดเริ่มต้นทดสอบ ระยะทางรวมประมาณ 107 กิโลเมตร

เนื่องจากบนถนนมอเตอร์เวย์เป็นการจราจรของสภาพถนนตามปกติ ซึ่งมีการใช้งานของ รถหนาแน่นพอสมควร จึงกำหนดให้ความเร็วรถสูงสุดและเกือบคงที่ 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รวม ระยะทางประมาณ 90 กิโลเมตร และช่วงระยะทางจากสถานีเดิมเชื้อเพลิงปีโตเลียม ถึงทางเข้า ถนนมอเตอร์เวย์ มีการจราจรติดขัดมากเนื่องจากเป็นชุมชน ทำให้ในการทดสอบโดยรวม ระยะทางทั้งหมด 107 กิโลเมตร มีความเร็วรถยนต์เฉลี่ย 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งในการทดสอบ ทำการขับรถยนต์ทั้งสองคันไปพร้อมๆกัน ควบคุมระยะห่างและความเร็วให้คงที่มากที่สุด ทำการ ทดสอบทั้งสิ้นสามครั้ง วิเคราะห์อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานและค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

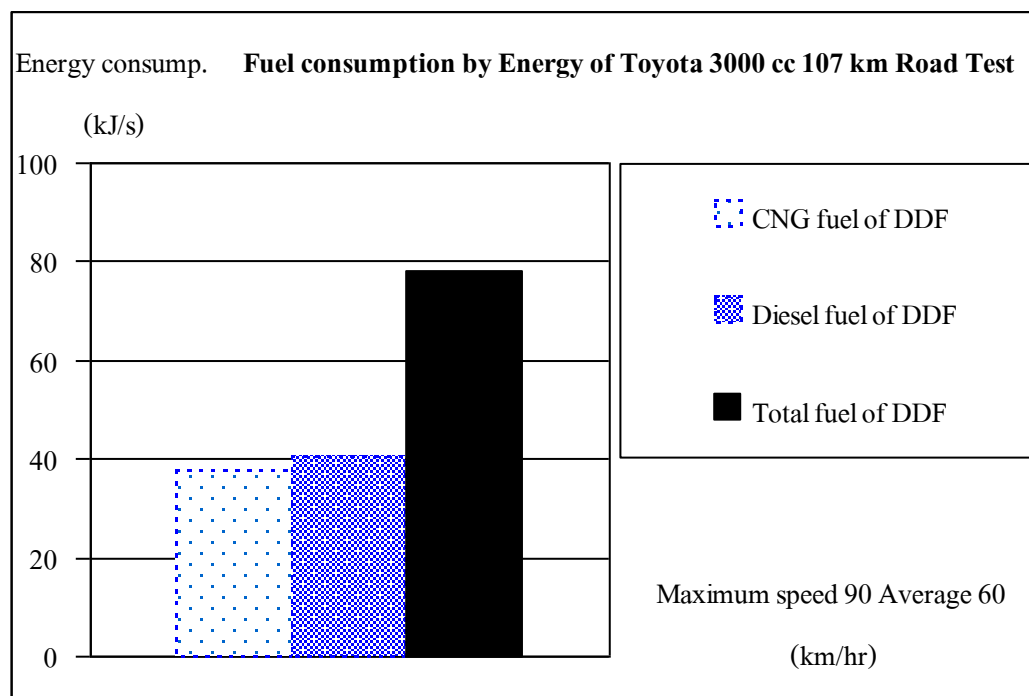


รูปที่ 5.2.18 สถานีเดิมเชื้อเพลิงปีโตเลียมหน้านิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง

จากผลการทดสอบพบว่าเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสม มีอัตราส่วนผสม CNGต่อน้ำมันดีเซลมีค่าเฉลี่ยประมาณ 53 ต่อ 47 ตามลำดับ ดังแสดงในรูป 5.2.19 และ 5.2.20

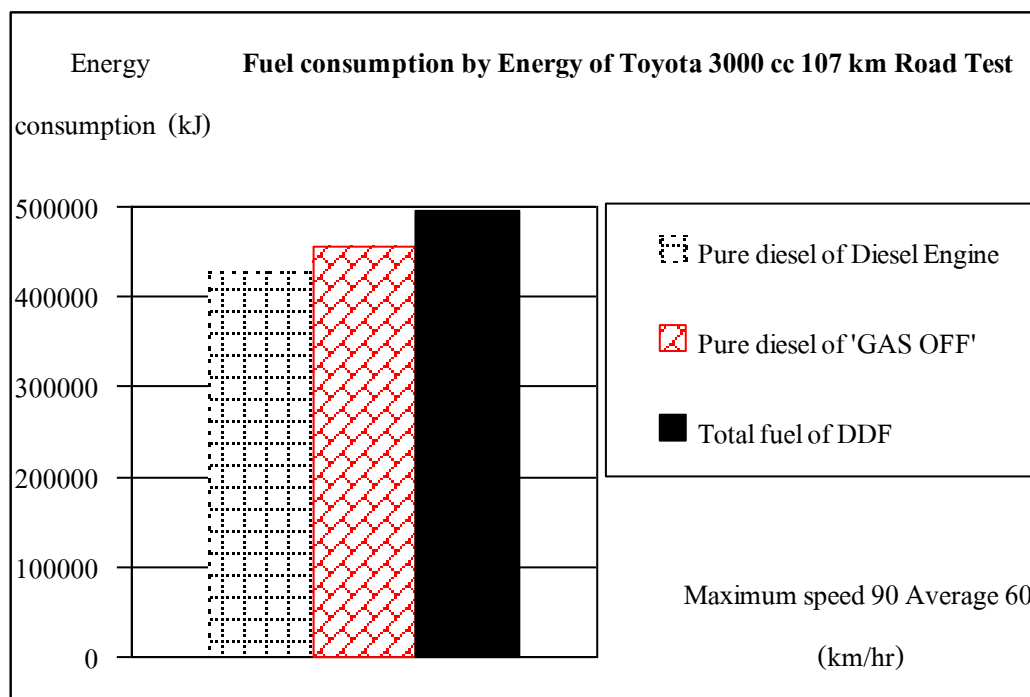


รูปที่ 5.2.19 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine

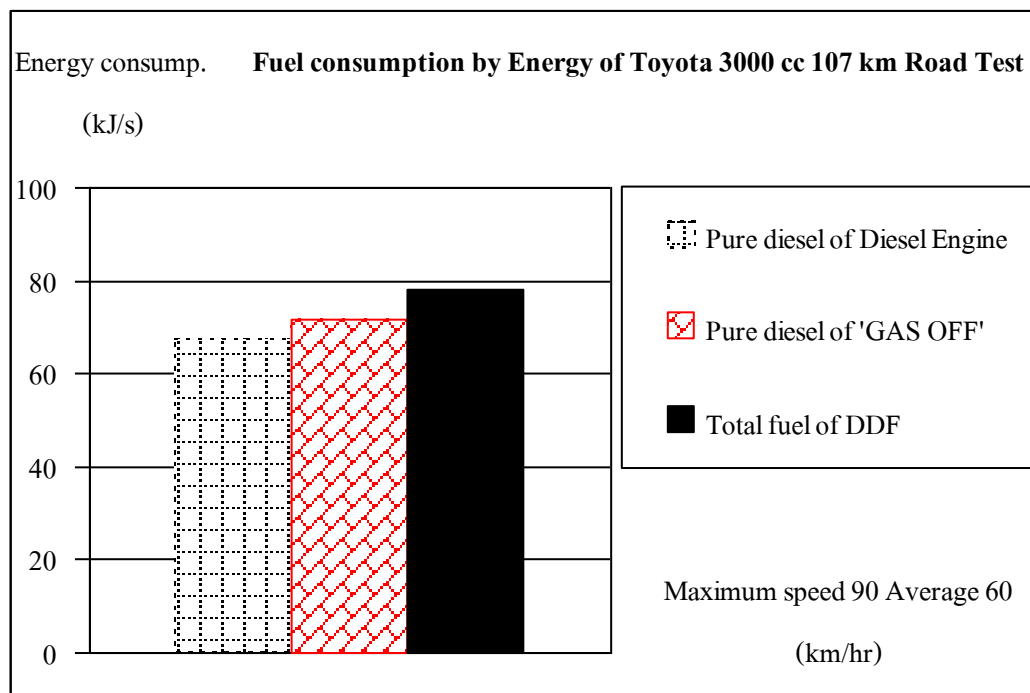


รูปที่ 5.2.20 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine

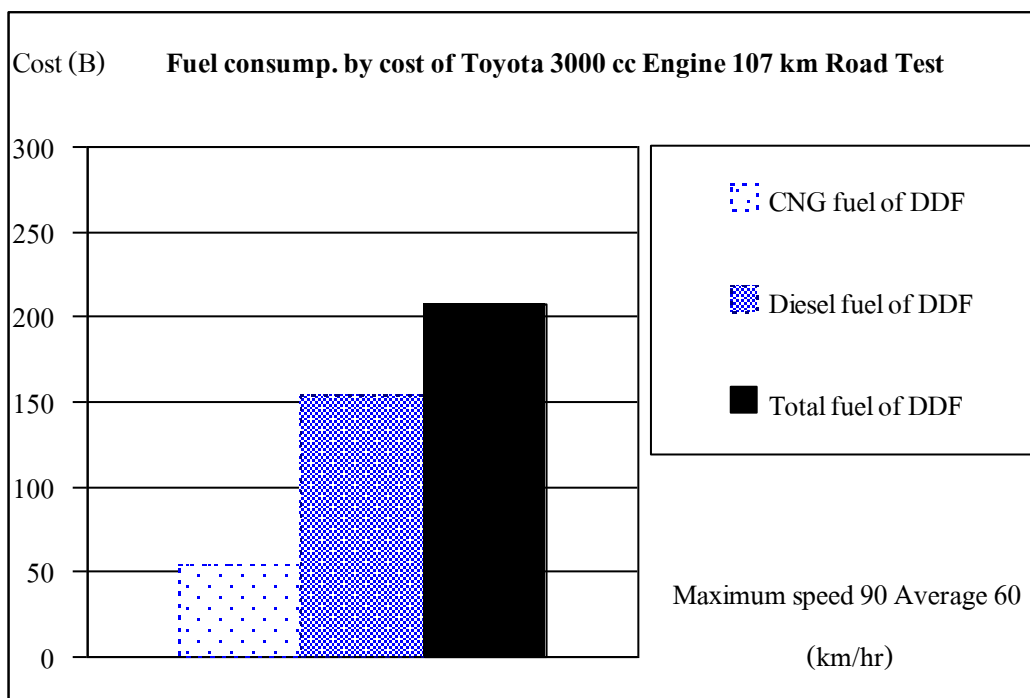
เครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานมากกว่าเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียว
ประมาณร้อยละ 16 สามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ร้อยละ 20 ดังแสดงในรูปที่ 5.2.21 ถึง 5.2.24



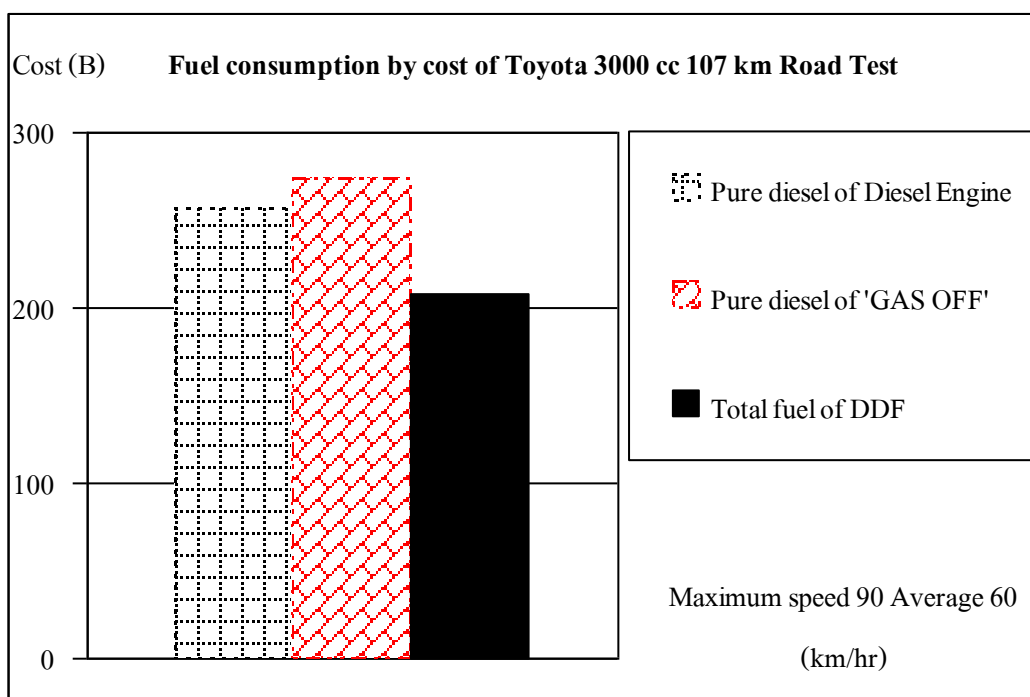
รูปที่ 5.2.21 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine



รูปที่ 5.2.22 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine



รูปที่ 5.2.23 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงโดยราคาของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine



รูปที่ 5.2.24 อัตราการสิ้นเปลืองโดยราคาของรถยนต์ Toyota Hi-ace 3000 cc Engine

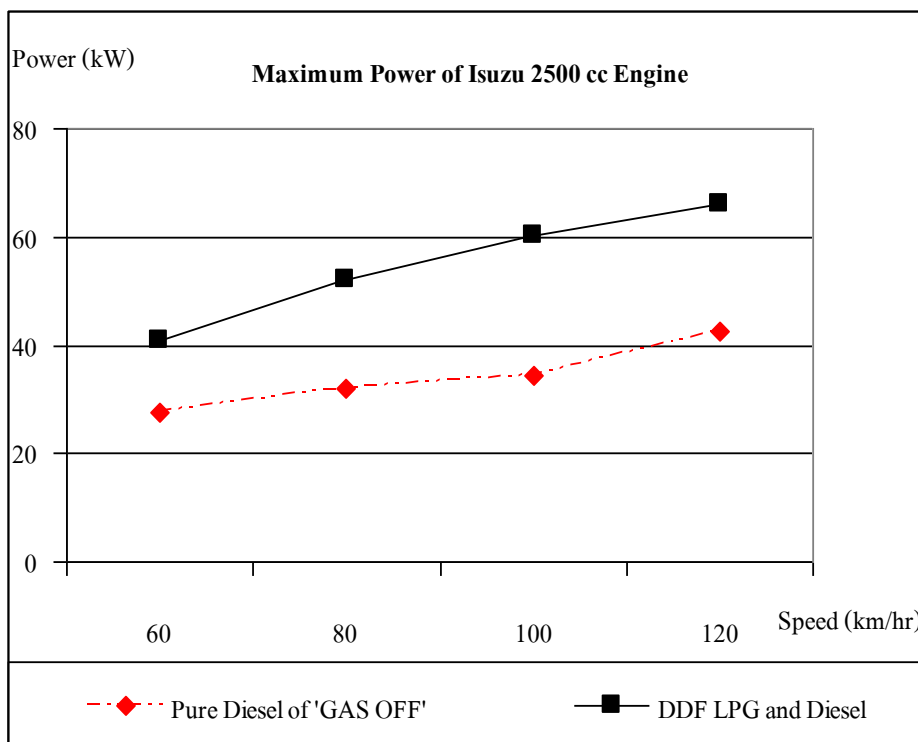
5.3 ผลการทดสอบรถยนต์เชื้อเพลิงผสม LPG กับ ดีเซล ของรถยนต์ Isuzu D-max

รถยนต์ที่ใช้ทดสอบเป็นรถยนต์กระบะขนาดบรรทุกทุกหนึ่งตัน Isuzu D-max 2500 cc Engine Mechanics injection pump เป็นเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสม LPG กับ ดีเซล โดยมีการปรับลดปริมาณการฉีดน้ำมันดีเซลลงและเครื่องยนต์ไม่มีการติดตั้ง Gas Mixer ในการทดสอบได้ทำการวัดกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ ปริมาณมลพิษควันดำ และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ทำการเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำมันดีเซลอย่างเดียวที่สภาวะโหลด 500 700 และ 900 kPa BMEP ที่ความเร็วรถยนต์ 60 ถึง 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยทำการทดสอบบนแท่นทดสอบ

เนื่องจากในการทดสอบครั้งนี้ ไม่ได้ทำการทดสอบรถยนต์ที่ไม่ได้ปรับลดปริมาณการฉีดน้ำมันดีเซลลง ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลการทดสอบจากผู้ผลิต “Pure diesel of conventional engine” มาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง เพื่อทำการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

5.3.1 การทดสอบวัดกำลังสูงสุดของรถยนต์ Isuzu D-max

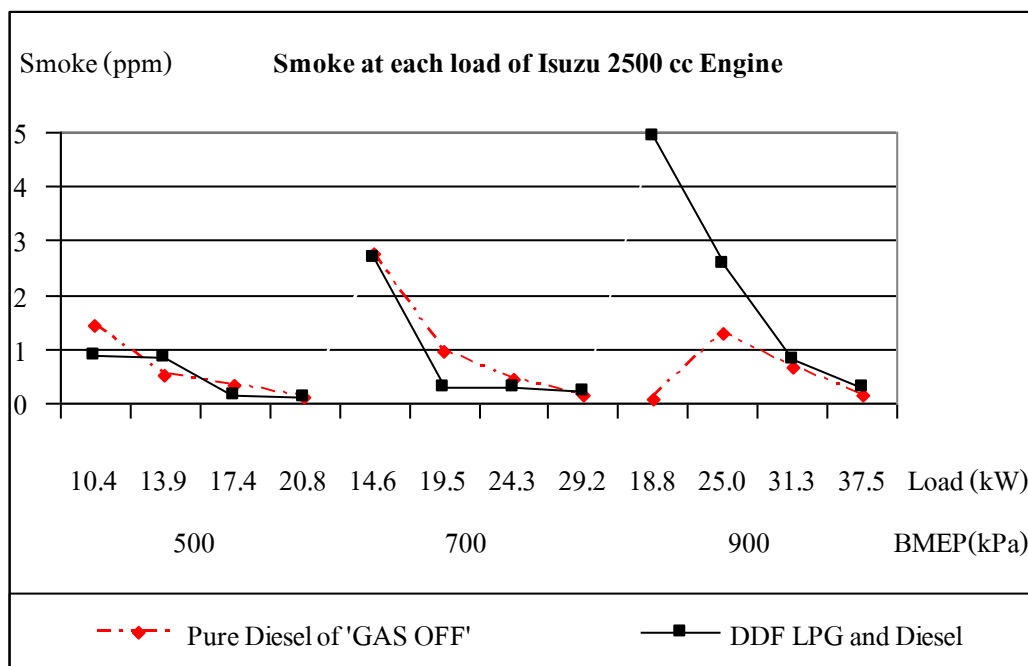
จากผลการทดสอบพบว่ากำลังสูงสุดของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมมีค่าสูงกว่าเครื่องยนต์เชื้อเพลิงดีเซลอย่างเดียวประมาณร้อยละ 14 เมื่อเทียบกับผลการทดสอบจากผู้ผลิต “Pure diesel of conventional engine” ซึ่งเกิดจากปริมาณเชื้อเพลิงแก๊สที่เพิ่มเข้าไปในห้องเผาไหม้ทำให้อัตราการเผาไหม้มีค่าสูงขึ้น ดังแสดงในรูป 5.3.1 อย่างไรก็ตามที่โหลดสูงสุดของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมจะมีค่าควันดำสูงกว่าเครื่องยนต์เชื้อเพลิงดีเซลอย่างเดียวมาก



รูปที่ 5.3.1 กำลังสูงสุดของรถยนต์ Isuzu D-max 4JA1-L 2500 cc Engine

5.3.2 การทดสอบวัดปริมาณมลพิษควันดำจากไอเสียของรถยนต์ Isuzu D-max

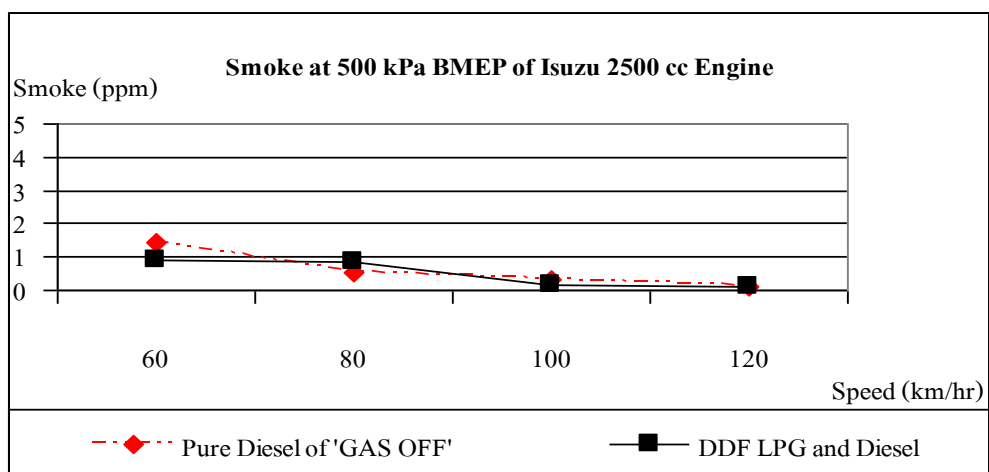
ในการวัดปริมาณควันดำพบว่า เครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมในสถานะโหลดปานกลางมีค่ามลพิษควันดำใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียว ดังแสดงในรูป 5.3.2 ซึ่งน่าจะมีสาเหตุหลักเหมือนกับเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสม CNG กับดีเซลที่กล่าวไปแล้วข้างต้น



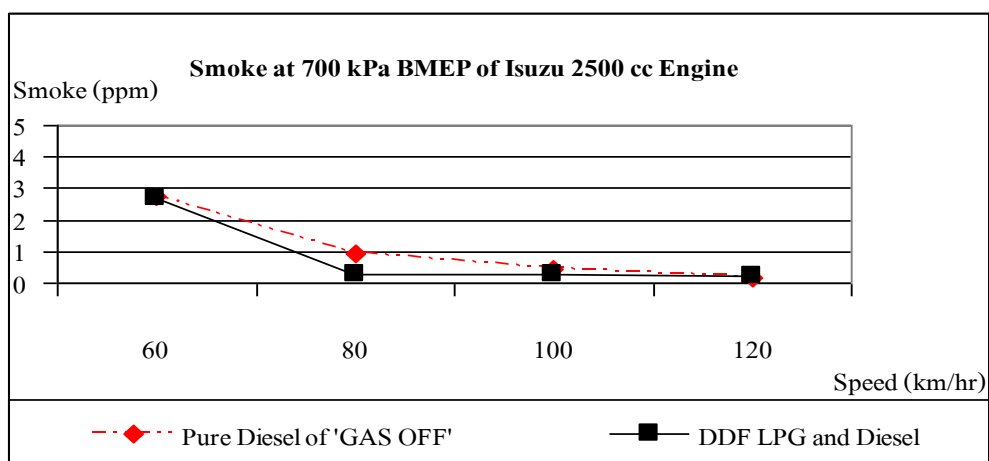
รูปที่ 5.3.2 ปริมาณควันดำของรถยนต์ Isuzu D-max 4JA1-L 2500 cc Engine

อย่างไรก็ตามมีจุดที่น่าสังเกตคือ ที่ความเร็วรถยนต์ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ภาระโหลด 900 kPa BMEP การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียวน่าจะมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์มาก แต่ในกรณีเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมกลับให้ค่าควันดำที่สูงกว่ามาก แสดงให้เห็นเห็นว่าเครื่องยนต์เชื้อเพลิงผสมทำให้คุณสมบัติดั้งเดิมของเครื่องยนต์ที่ถูกออกแบบไว้เปลี่ยนไป ดังนั้นสถานะการใช้งานที่เหมาะสมที่สุดของเครื่องยนต์จึงน่าจะเปลี่ยนไปจากเครื่องยนต์ดีเซลเดิมด้วย ซึ่งถือว่าเป็นข้อด้อยของระบบนี้

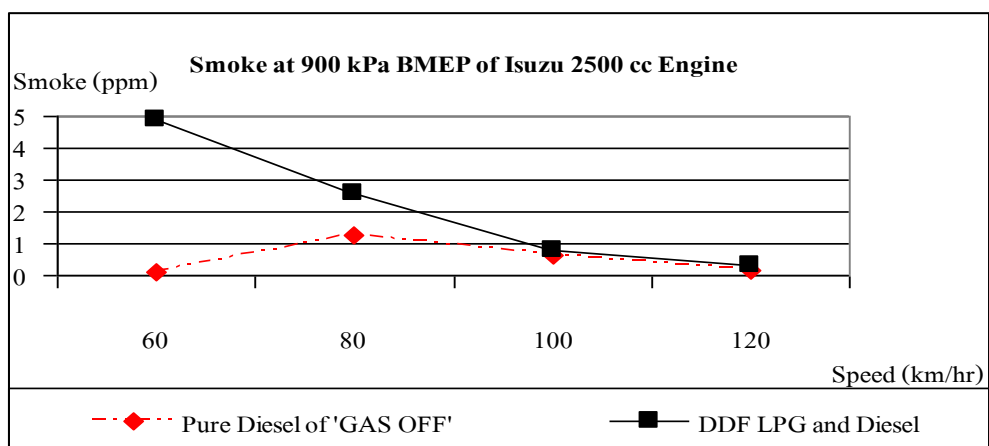
ผลการทดสอบวัดปริมาณควันดำที่ภาระโหลดต่างๆ ตามความเร็วรถยนต์ แสดงในรูปที่ 5.3.3 ถึง 5.3.5



รูปที่ 5.3.3 ปริมาณควันดำของรถยนต์ Isuzu D-max 4JA1-L 2500 cc Engine



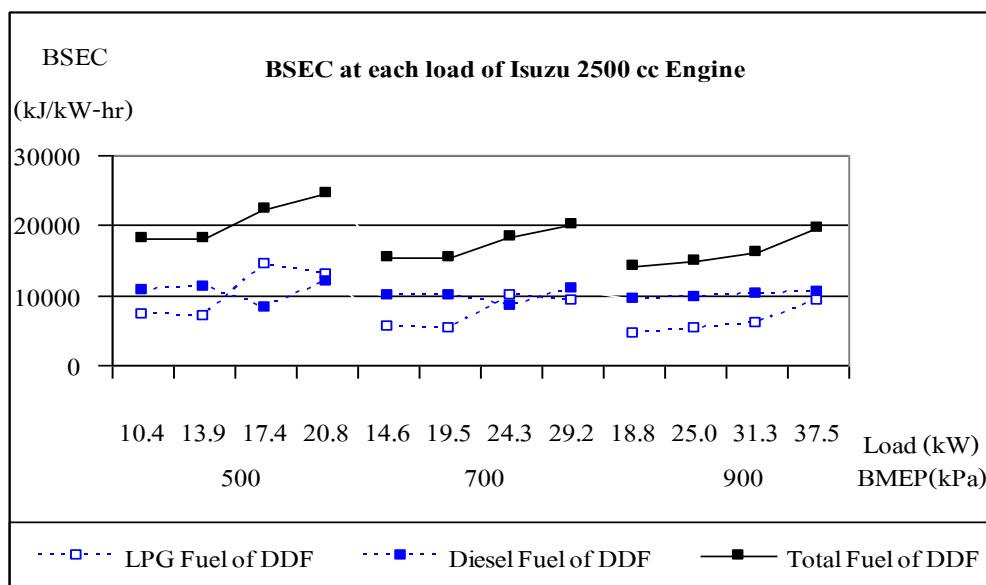
รูปที่ 5.3.4 ปริมาณควันดำของรถยนต์ Isuzu D-max 4JA1-L 2500 cc Engine



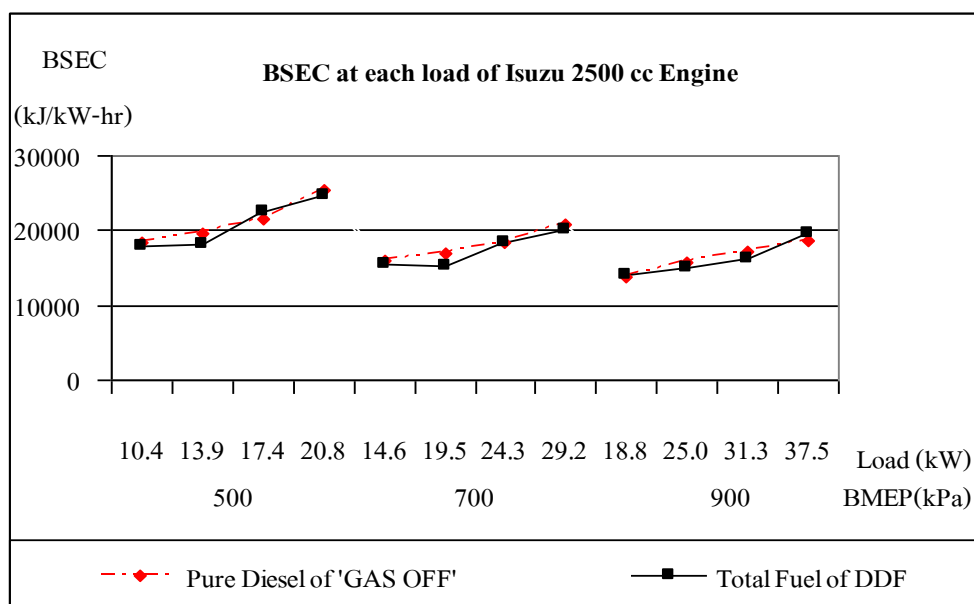
รูปที่ 5.3.5 ปริมาณควันดำของรถยนต์ Isuzu D-max 4JA1-L 2500 cc Engine

5.3.3 การทดสอบวัดอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถยนต์ Isuzu D-max

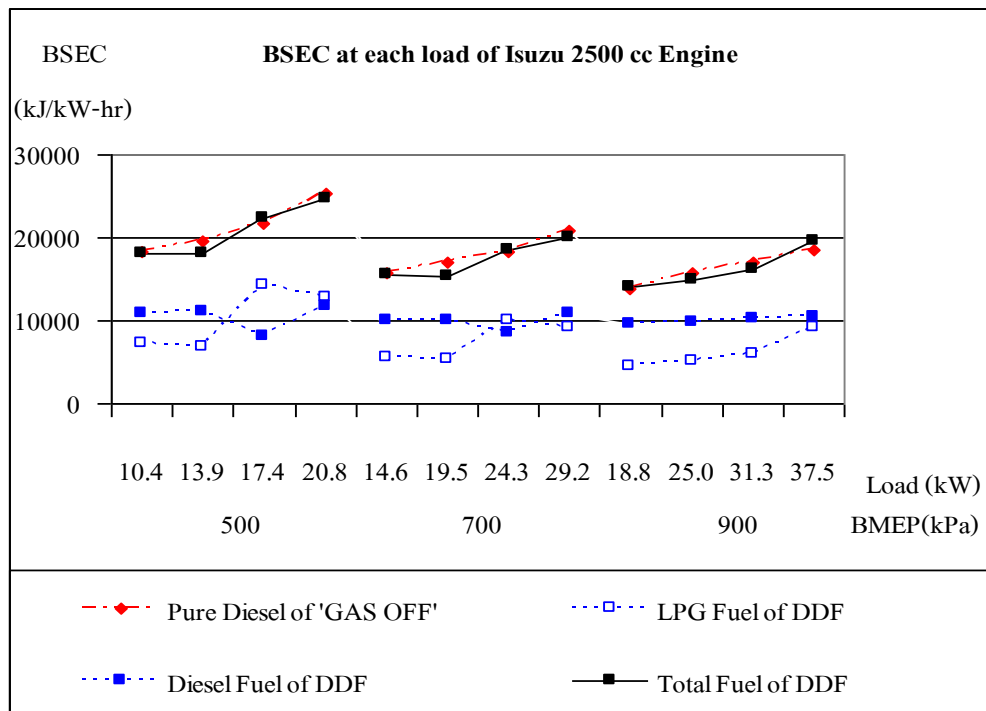
อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในเชิงพลังงานของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงผสมนั้น พบว่าที่ภาระโหลดปานกลางถึงสูง อัตราส่วนการผสมระหว่าง LPG กับน้ำมันดีเซล โดยเฉลี่ยประมาณ 44 ต่อ 56 ประหยัดพลังงานได้ประมาณร้อยละ 2 สามารถลดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงได้ประมาณร้อยละ 26 เมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว ดังแสดงในรูป 5.3.6 ถึง 5.3.8



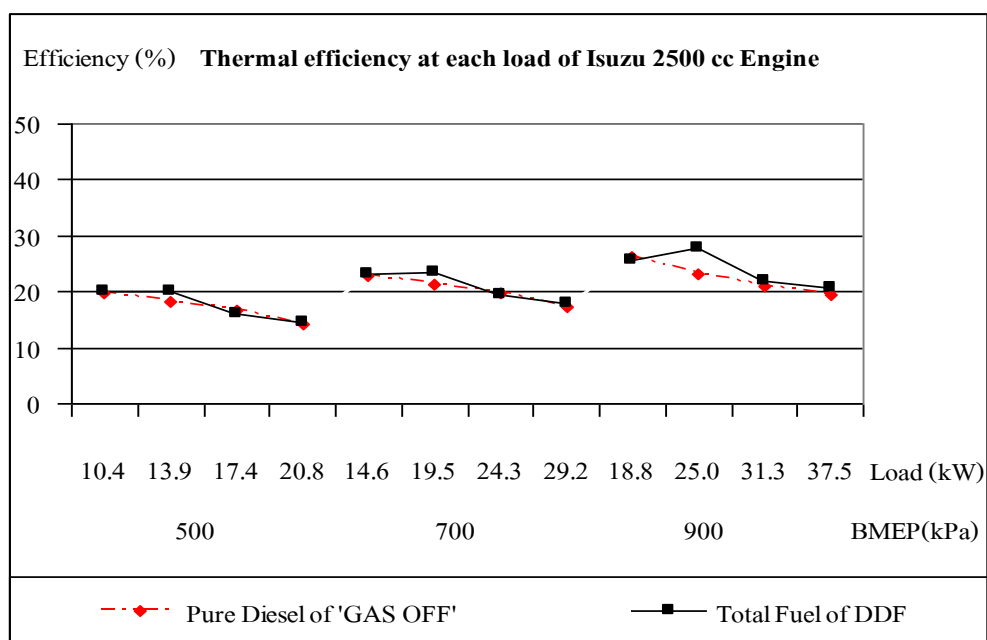
รูปที่ 5.3.6 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงของรถยนต์ Isuzu D-max 4JA1-L 2500 cc Engine



รูปที่ 5.3.7 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถยนต์ Isuzu D-max 4JA1-L 2500 cc Engine



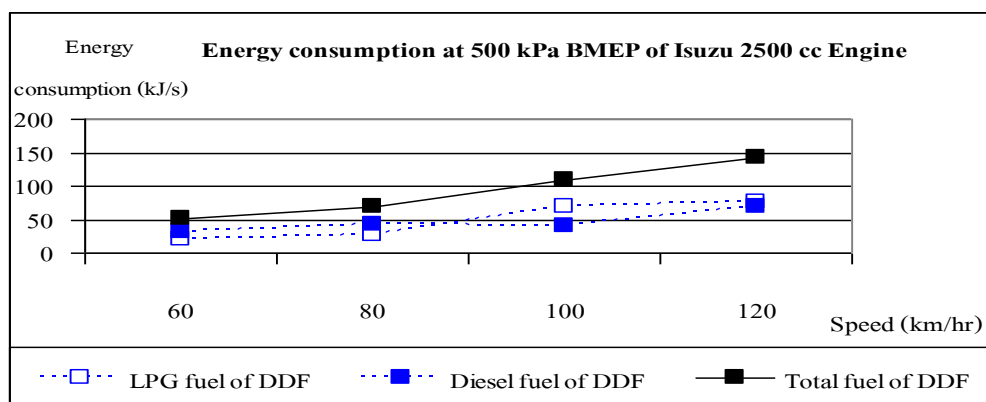
รูปที่ 5.3.8 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถยนต์ Isuzu D-max 4JA1-L 2500 cc Engine



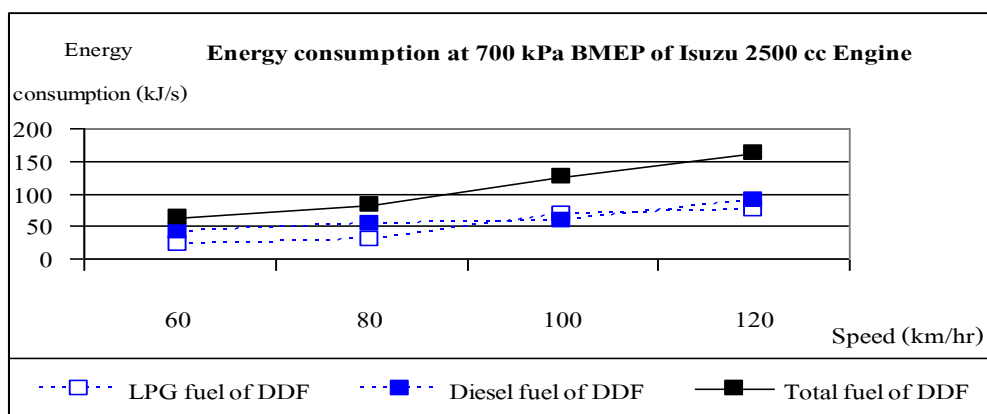
รูปที่ 5.3.9 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของรถยนต์ Isuzu D-max 4JA1-L 2500 cc Engine

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ สภาวะโหลดปานกลางมีค่าสูงกว่าเครื่องยนต์ดีเซลอย่างเดียว แต่อย่างไรก็ตามที่ภาระโหลดสูงหรือต่ำมากๆ น่าจะต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียว

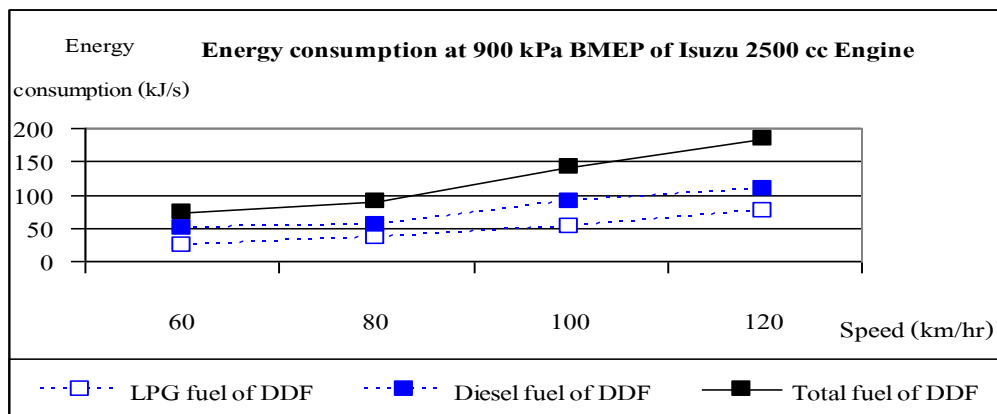
ผลการทดสอบวัดอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานที่ภาระโหลดต่างๆ ตามความเร็วรถยนต์
แสดงในรูปที่ 5.3.10 ถึง 5.3.15



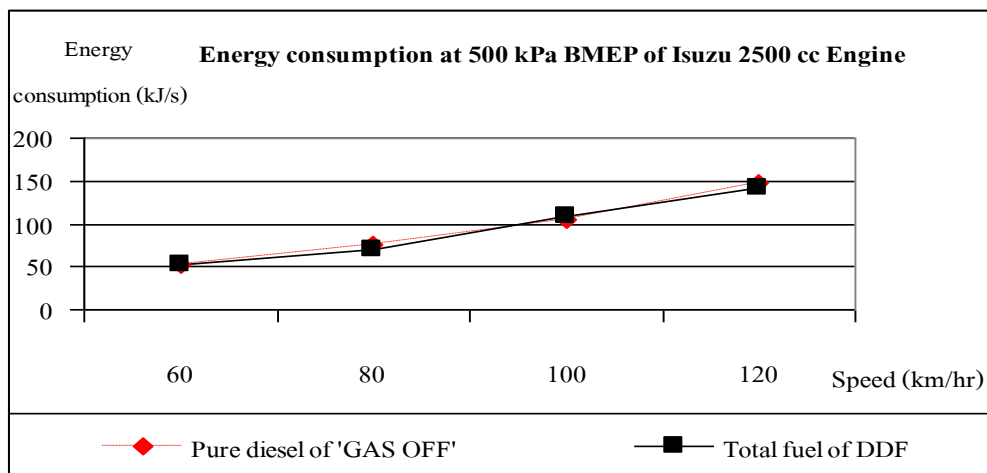
รูปที่ 5.3.10 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงของรถยนต์ Isuzu D-max 4JA1-L 2500 cc Engine



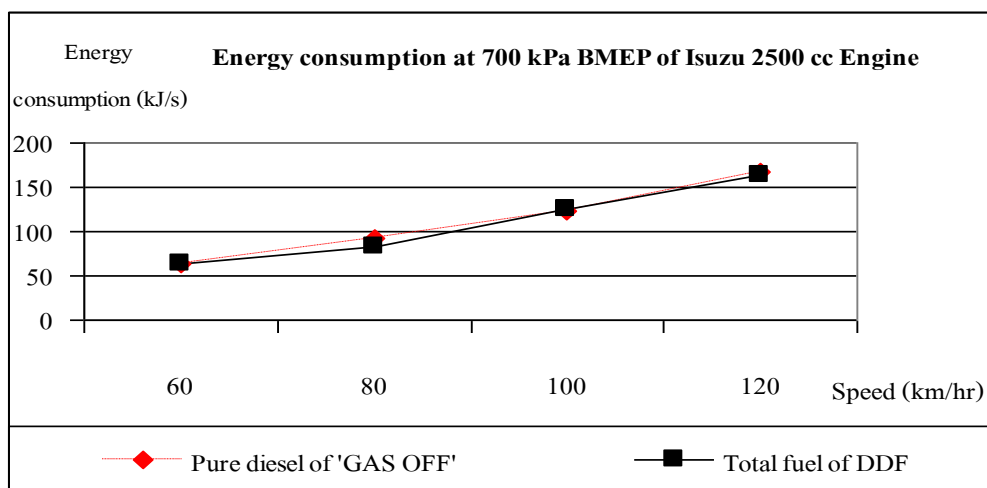
รูปที่ 5.3.11 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงของรถยนต์ Isuzu D-max 4JA1-L 2500 cc Engine



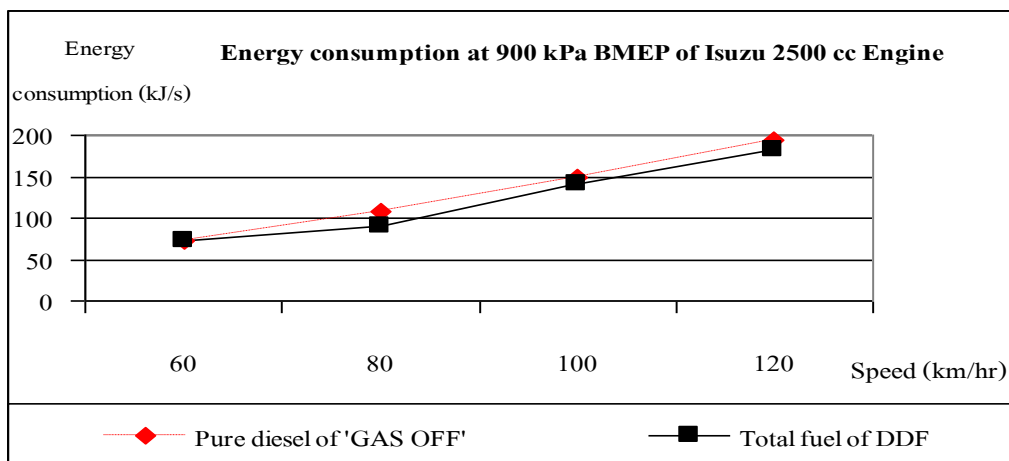
รูปที่ 5.3.12 อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงของรถยนต์ Isuzu D-max 4JA1-L 2500 cc Engine



รูปที่ 5.3.13 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถยนต์ Isuzu D-max 4JA1-L 2500 cc Engine



รูปที่ 5.3.14 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถยนต์ Isuzu D-max 4JA1-L 2500 cc Engine



รูปที่ 5.3.15 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถยนต์ Isuzu D-max 4JA1-L 2500 cc Engine