บทที่ 6

บทวิเคราะห์

ในบทวิเคราะห์สำหรับงานวิจัยนี้สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน ดังมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนแรก เป็นการวิเคราะห์สมรรถนะและมลภาวะของเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE เมื่อใช้น้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต 7 ตัวอย่าง และเปรียบเทียบผลของสารออกซิเจนเนตแต่ละชนิดที่เติมในน้ำมันเบนซินที่ใช้ทดสอบ

ส่วนที่สอง เป็นการวิเคราะห์ผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียที่มีต่อสมรรถนะและมลภาวะของเครื่องยนต์ TOYOTA 4A-FE เมื่อปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสีย และหาค่า Normalized Peak Oxygen ในไอเสียเมื่อใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด

ส่วนที่สาม เป็นการนำผลวิเคราะห์ในส่วนที่สองมาเปรียบเทียบกับผลการทดสอบเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE ในแง่ของประสิทธิภาพและมลภาวะของเครื่องยนต์

6.1 สมรรถนะและมลภาวะของเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE เมื่อใช้น้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต

ผลการทดสอบเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE ที่สภาวะคงที่เมื่อใช้น้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต 7 ชนิด ที่ความเร็วรอบต่างๆ ตามสภาวะจำลองการทำงานของเครื่องยนต์ TOYOTA 4A-FE ที่ติดตั้งในรถยนต์ CORONA เมื่อรถยนต์เคลื่อนที่โดยใช้เกียร์ 4 บนถนนราบด้วยความเร็วคงที่สามารถวิเคราะห์โดยใช้ตัวแปรดังต่อไปนี้

ก. Brake Torque ของเครื่องยนต์

ข. ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

ค. มลภาวะของเครื่องยนต์

6.1.1 Brake Torque ของเครื่องยนต์

Brake Torque ของเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบและความดันท่อร่วมไอดีของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น ซึ่งในทางทฤษฎีนั้นค่า Torque ที่รถยนต์ต้องการมีค่าแปรผันตามกำลังสองของความเร็วรถยนต์เนื่องจากผลของอากาศพลศาสตร์ (aerodynamics) แต่รูปที่ 5.1 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของ Brake Torque ที่ได้จากการทดสอบกับความเร็วรอบพบว่ามีลักษณะเบี่ยงเบนไปจากทฤษฎี อันเนื่องมาจากในขณะที่ทดสอบหาสภาวะจำลองการทำงานของเครื่องยนต์ที่ติดตั้งในรถยนต์ เมื่อรถยนต์เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ มีบางช่วงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่อุปกรณ์เสริมในรถยนต์ เช่น ปั๊มน้ำหล่อเย็น, เครื่องปรับอากาศ ฯลฯ ทำงาน ซึ่งจำเป็นต้องมีกำลังงานส่วนหนึ่งจากเครื่องยนต์ไปขับอุปกรณ์ดังกล่าว จึงมีผลทำให้ค่า Torque ที่รถยนต์ต้องการมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าทางทฤษฎี ซึ่งส่งผลให้ค่าความดันท่อร่วมที่วัดได้ในแต่ละช่วงความเร็วมีค่ามากขึ้น

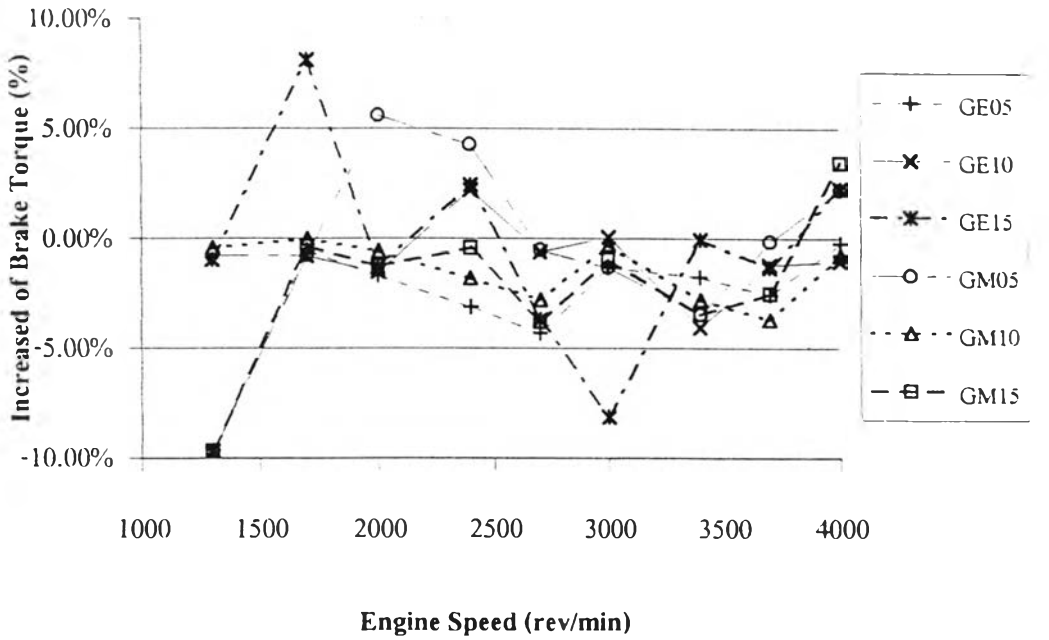
ผลของสารออกซิเจนเนตต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE สามารถดูได้จากแผนภูมิการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Brake Torque ของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่างๆ ระหว่างน้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนตกับน้ำมัน G100 ดังแสดงในรูปที่ 6.1 โดยคำนวณจากสมการดังนี้

$$\text{Increased Brake Torque, \%} = \frac{(\text{Brake Torque})_{\text{Oxygenated}} - (\text{Brake Torque})_{\text{Base}}}{(\text{Brake Torque})_{\text{Base}}} \times 100 \qquad (6.1)$$

โดย

$(\text{Brake Torque})_{\text{Oxygenated}}$ = Brake Torque เมื่อทดสอบกับน้ำมัน GE05, GE10, GE15, GM05, GM10, GM15

$(\text{Brake Torque})_{\text{Base}}$ = Brake Torque เมื่อทดสอบกับน้ำมัน G100 (ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ)



รูปที่ 6.1 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Brake Torque ที่ความเร็วรอบต่างๆ ของเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE ระหว่างน้ำมัน GE05, GE10, GE15, GM05, GM10, GM15 เทียบกับน้ำมัน G100

โดยภาพรวมแล้ว น้ำมันเบนซินที่เติมสารออกซิเจนเนตให้ค่า Brake Torque ต่ำลงกว่า น้ำมัน G100 โดยเฉพาะน้ำมัน GE05 , GM10 ที่ให้ค่า Brake Torque ที่ต่ำกว่าน้ำมัน G100 ในทุกความเร็วรอบ แต่ที่ความเร็ว 2400 rev/min พบว่าน้ำมัน GE10, GE15, GM05 มีค่า Brake Torque ที่สูงกว่าน้ำมัน G100 และที่ 4000 rev/min พบว่าน้ำมัน GE15, GM05, GM15 มีค่า Brake Toque สูงกว่าน้ำมัน G100

จากภาพโดยรวมพบว่าการผสม Ethanol ลงในน้ำมันเบนซินมีผลให้ค่า Brake Torque ที่ได้จากเครื่องยนต์ลดลงมากกว่าการผสม MTBE ยกเว้นที่ความเร็วรอบ 2400 และ 3400 rev/min ที่การผสม Ethanol ในน้ำมันเบนซินมีผลทำให้ Brake Torque ที่ได้จากเครื่องยนต์ลดลงน้อยกว่าการผสม MTBE

6.1.2 ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

จากผลการทดสอบเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE ตามสภาวะจำลองการทำงานของเครื่องยนต์ที่ติดตั้งในรถยนต์ CORONA เมื่อใช้น้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนตทั้ง 7

ตัวอย่าง พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องยนต์มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบและความดันท่อร่วมไอดีมีค่าเพิ่มขึ้น ดังพิจารณาได้จากรูปที่ 5.2

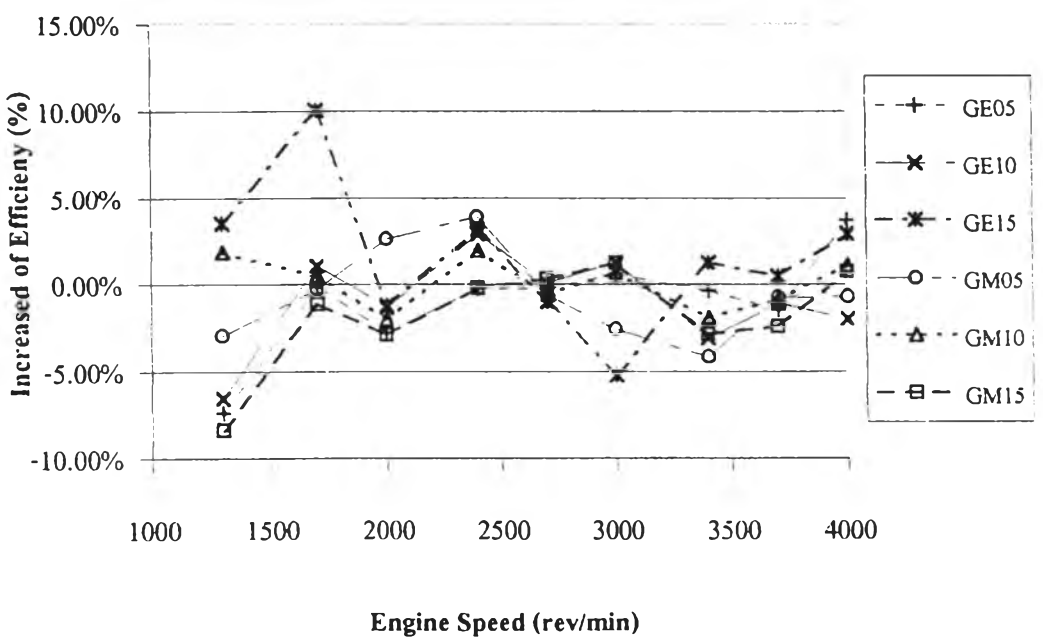
ผลของสารออกซิเจนเนตต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์สามารถดูได้จากแผนภูมิการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่างๆ ระหว่างน้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนตกับน้ำมัน G100 ดังแสดงในรูปที่ 6.2 โดยคำนวณจากสมการดังนี้

$$\text{Increased Efficiency, \%} = \frac{(\text{Efficiency})_{\text{Oxygenated}} - (\text{Efficiency})_{\text{Base}}}{(\text{Efficiency})_{\text{Base}}} \times 100 \qquad (6.2)$$

โดย

$(\text{Efficiency})_{\text{Oxygenated}}$ = Efficiency เมื่อทดสอบกับน้ำมัน GE05, GE10, GE15, GM05, GM10, GM15

$(\text{Efficiency})_{\text{Base}}$ = Efficiency เมื่อทดสอบกับน้ำมัน G100 (ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ)



รูปที่ 6.2 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่างๆ ของเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE ระหว่างน้ำมัน GE05, GE10, GE15, GM05, GM10, GM15 เทียบกับน้ำมัน G100

โดยภาพรวมแล้ว ในกลุ่มของ Ethanol พบว่าน้ำมัน GE05 และ GE10 มีผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ต่ำกว่าน้ำมัน G100 โดยน้ำมัน GE05 ให้ค่าประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ต่ำกว่าน้ำมัน G100 มากที่สุดในช่วงความเร็วรอบ 1300 – 2000 rev/min ในกลุ่มของ MTBE พบว่ามีการเติม MTBE มีผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์โดยรวมต่ำกว่าน้ำมัน G100 โดยน้ำมัน GM15 จะให้ค่าประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ต่ำกว่าน้ำมัน G100 มากที่สุดในช่วงความเร็วรอบ 1300 – 2000 rev/min

อนึ่ง ที่ความเร็วรอบ 1700 rev/min น้ำมัน GE15 มีผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์มีค่าสูงกว่าน้ำมัน G100 มากกว่าน้ำมันตัวอื่นเป็นพิเศษ ที่ความเร็วรอบ 2400 rev/min ที่น้ำมัน GE10, GE15, GM05, GM10 มีผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์สูงกว่าน้ำมัน G100

จากภาพโดยรวมพบว่าที่ความเร็วรอบ 1300 – 2700 rev/min น้ำมันเบนซินที่ผสม Ethanol มีผลทำให้ประสิทธิภาพที่ได้จากเครื่องยนต์ต่ำกว่าน้ำมันเบนซินที่ผสม MTBE แต่ที่ความเร็วรอบ 3000 – 4000 rev/min พบว่าน้ำมันเบนซินที่ผสม Ethanol มีผลทำให้ประสิทธิภาพที่ได้จาก เครื่องยนต์สูงกว่าน้ำมันเบนซินที่ผสม MTBE

6.1.3 มลภาวะของเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE

จากผลการทดสอบเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE พบว่า Specific Emissions จากเครื่องยนต์ อันได้แก่ Specific CO, Specific CO_2 และ Specific HC มีแนวโน้มลดลง เมื่อความเร็วรอบและความดันร่วมท่อไอดีมีค่าเพิ่มขึ้น โดยพิจารณาได้จากรูปที่ 5.3 ถึง 5.5 ตามลำดับ

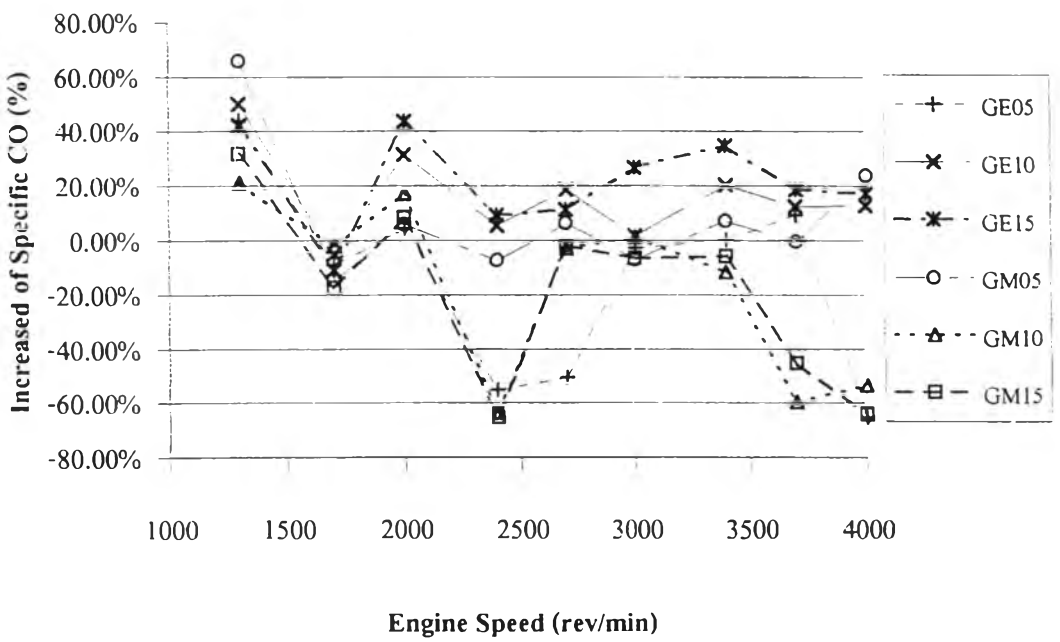
ผลของสารออกซิเจนเนตต่อ Specific Emissions ของเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE สามารถดูได้จากแผนภูมิการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Specific CO, Specific CO_2 และ Specific HC ของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่างๆ ระหว่างน้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนตกับ น้ำมัน G100 ดังแสดงในรูปที่ 6.3 ถึง 6.5 ตามลำดับ โดยคำนวณจากสมการดังนี้

$$\text{Increased Specific Emission, \%} = \frac{(\text{Specific Emission})_{\text{Oxygenated}} - (\text{Specific Emission})_{\text{Base}}}{(\text{Specific Emission})_{\text{Base}}} \times 100 \qquad (6.3)$$

โดย

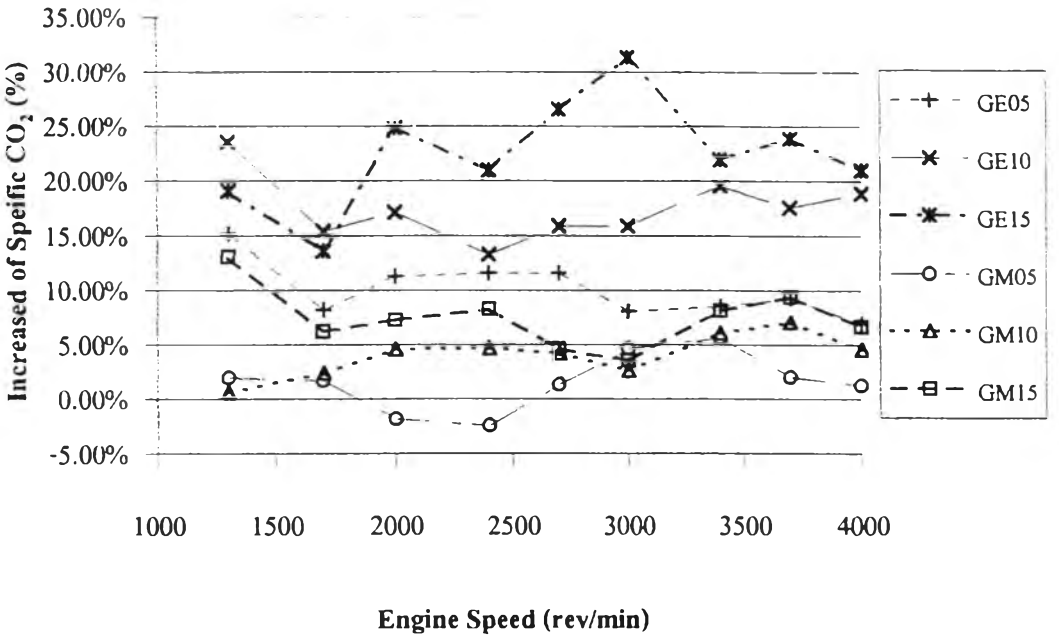
$(\text{Specific Emission})_{\text{Oxygenated}}$ = Specific Emission เมื่อทดสอบกับน้ำมัน GE05, GE10, GE15, GM05, GM10, GM15

$(\text{Specific Emission})_{\text{Base}}$ = Specific Emission เมื่อทดสอบกับน้ำมัน G100 (ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ)



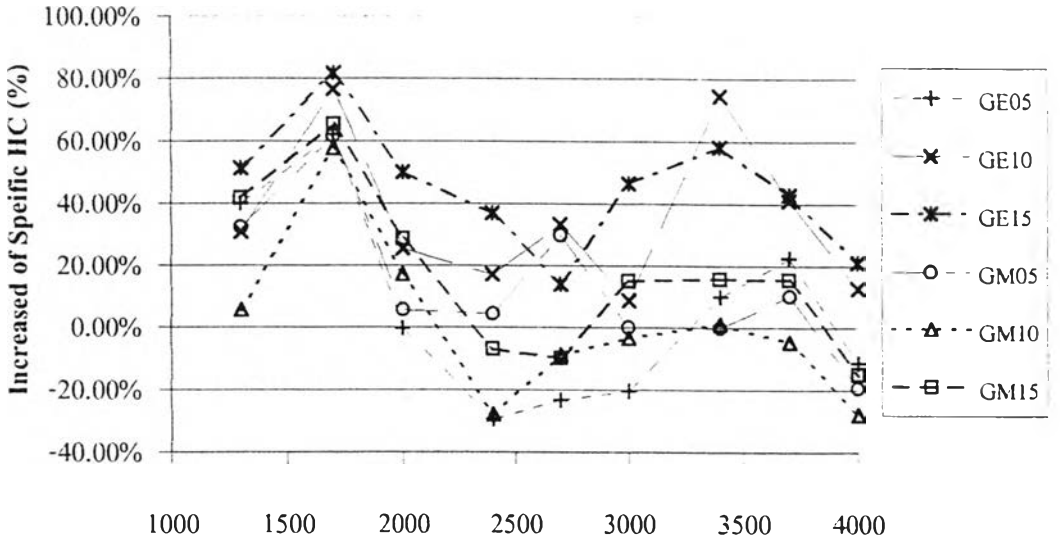
รูปที่ 6.3 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Specific CO ที่ความเร็วรอบต่างๆ ของเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE ระหว่างน้ำมัน GE05, GE10, GE15, GM05, GM10, GM15 เทียบกับน้ำมัน G100

ในกลุ่มของ Ethanol พบว่าน้ำมัน GE05 ที่มีผลทำให้ Specific CO ต่ำกว่าน้ำมัน G100 ที่ความเร็วรอบ 1700 rev/min, 2400 – 3000 rev/min และ 4000 rev/min ส่วนน้ำมัน GE10 และ GE15 มีผลทำให้ Specific CO สูงกว่าน้ำมัน G100 ในทุกความเร็วรอบ ยกเว้นที่ความเร็วรอบ 1700 rev/min ส่วนในกลุ่มของ MTBE พบว่าการผสม MTBE ในน้ำมันเบนซินมีผลทำให้ Specific CO สูงกว่าน้ำมัน G100 ยกเว้นที่ความเร็วรอบ 1700, 2400 และ 3700 rev/min ที่การผสม MTBE ในน้ำมันเบนซินมีผลทำให้ Specific CO ต่ำกว่าน้ำมัน G100 จากภาพโดยรวมพบว่าการผสม Ethanol ลงในน้ำมันเบนซินมีผลต่อ Specific CO มากกว่าการผสม MTBE



รูปที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Specific CO_2 ที่ความเร็วรอบต่างๆ ของเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE ระหว่างน้ำมัน GE05, GE10, GE15, GM05, GM10, GM15 เทียบกับน้ำมัน G100

จากรูปที่ 6.4 จะเห็นได้ว่าในทุกๆ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ การเติมสารออกซิเจนเนตจะทำให้ปริมาณ Specific CO_2 เพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณของสารออกซิเจนเนตที่เพิ่มขึ้น และมีปริมาณ Specific CO_2 สูงกว่าน้ำมัน G100 ยกเว้นกรณีของน้ำมัน GM05 ที่มี Specific CO_2 ต่ำกว่า G100 ที่ความเร็วรอบ 2000 ถึง 2400 rev/min จากภาพโดยรวมพบว่าน้ำมันเบนซินที่ผสม Ethanol ให้ค่า Specific CO_2 สูงกว่าน้ำมันเบนซินผสม MTBE



รูปที่ 6.5 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Specific HC ที่ความเร็วรอบต่างๆ ของเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE ระหว่างน้ำมัน GE05, GE10, GE15, GM05, GM10, GM15 เทียบกับน้ำมัน G100

จากรูปที่ 6.5 หากพิจารณาค่า Specific HC ของน้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนตเทียบกับน้ำมัน G100 ที่ความเร็วรอบต่างๆ จะพบว่าช่วงความเร็วรอบ 1300 – 2000 rev/min ผลของการเติม Ethanol และ MTBE ในน้ำมันเบนซินมีผลทำให้ Specific HC มีค่าสูงกว่าน้ำมัน G100 โดยผลจากการเติม Ethanol ในน้ำมันเบนซินจะทำให้ Specific HC มีค่าสูงกว่าผลจากการเติม MTBE ช่วงความเร็วรอบ 2400 - 3000 rev/min โดยภาพรวมพบว่าน้ำมัน GE05, GM10 และ GM15 มีผลทำให้ Specific HC มีค่าต่ำกว่าน้ำมัน G100 ในทางตรงข้าม น้ำมัน GE10, GE15 และ GM05 มีผลทำให้ Specific HC มีค่าสูงกว่าน้ำมัน G100 ช่วงความเร็วรอบ 3400 – 4000 rev/min พบว่าการเติม Ethanol ในน้ำมันเบนซินมีผลทำให้ Specific HC มีค่าสูงกว่าน้ำมัน G100 ยกเว้นที่ความเร็วรอบ 4000 rev/min ที่น้ำมัน GE05 ให้ Specific HC ต่ำกว่าน้ำมัน G100 โดยภาพรวมพบว่าผลการเติม MTBE ในน้ำมันเบนซินทำให้ Specific HC สูงกว่าน้ำมัน G100 ยกเว้นที่ความเร็วรอบ 4000 rev/min ที่น้ำมัน GM05, GM10 และ GM15 ให้ค่า Specific HC ต่ำกว่าน้ำมัน G100 จากภาพโดยรวมพบว่าการผสม Ethanol ลงในน้ำมันเบนซินมีผลต่อ Specific HC มากกว่าการผสม MTBE ยกเว้นที่รอบ 2400-3000 rev/min ที่ น้ำมัน GE05 ให้ค่า Specific HC ต่ำกว่าน้ำมันเบนซินที่ผสมสารออกซิเจนเนตอื่นๆ

6.2 ผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียต่อสมรรถนะและมลภาวะของเครื่องยนต์

ผลการทดสอบเครื่องยนต์ TOYOTA 4A-FE ที่สภาวะคงที่ เมื่อปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสีย โดยทดสอบกับน้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต 7 ชนิด ที่ความเร็วรอบต่างๆ ตามสภาวะจำลองการทำงานของเครื่องยนต์ที่ติดตั้งในรถยนต์ CORONA เมื่อรถยนต์วิ่งด้วยอัตราเร็วคงที่ โดยใช้เกียร์ 4 บนถนนราบด้วยความเร็วคงที่ สามารถวิเคราะห์ผลการปรับปริมาณออกซิเจนในไอเสียและเปรียบเทียบผลของออกซิเจนในไอเสียที่มีต่อน้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต โดยใช้ตัวแปรดังต่อไปนี้

ก. ผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียต่อ Brake Torque

ข. ผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

ค. ผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียต่อมลภาวะของเครื่องยนต์

6.2.1 ผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียต่อ Brake Torque

จากผลการทดสอบเครื่องยนต์ TOYOTA 4A-FE ที่สภาวะคงที่ เมื่อปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสีย โดยทดสอบกับน้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต 7 ชนิด ที่ความเร็วรอบต่างๆ ตามสภาวะจำลองการทำงานของเครื่องยนต์ที่ติดตั้งในรถยนต์ CORONA เมื่อรถยนต์วิ่งด้วยอัตราเร็วคงที่ โดยใช้เกียร์ 4 บนถนนราบ ซึ่งได้แสดงไว้ในแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Brake Torque กับปริมาณออกซิเจนในไอเสีย ในรูปที่ 5.6 โดยภาพรวมพบว่าที่ความเร็วรอบและความดันท่อร่วมไอดีคงที่ Brake Torque ที่ได้จากเครื่องยนต์ในทุกๆ น้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าค่อนข้างคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณออกซิเจนในไอเสียที่เปลี่ยนแปลงไป (ในช่วงของปริมาณออกซิเจนในไอเสียที่ทำการทดสอบ) โดยค่า Brake Torque มีค่าใกล้เคียงกับผลการทดสอบเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE ดังนั้นผลของสารออกซิเจนเนตในน้ำมันเบนซินที่มีต่อ Brake Torque ของเครื่องยนต์ที่ปรับปริมาณออกซิเจนในไอเสียจึงมีลักษณะเช่นเดียวกันกับเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE

6.2.2 ผลของปริมาณออกซิเจนต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

อิทธิพลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์สามารถวิเคราะห์โดยนำผลของความชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องยนต์และปริมาณออกซิเจนในไอเสียในรูปที่ 5.7 มาพิจารณา ซึ่งพบว่าหากความชันของเส้นกราฟมีค่ามากก็แสดงว่าปริมาณออกซิเจนในไอเสียมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์มาก ในทางตรงข้ามหาก

ความชันของเส้นกราฟมีค่าน้อยก็แสดงว่าปริมาณออกซิเจนในไอเสียมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์น้อย โดยผลการวิเคราะห์ความชันที่ได้จากเส้นกราฟแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องยนต์กับปริมาณออกซิเจนในไอเสียเมื่อทดสอบกับน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 7 ตัวอย่าง แสดงสรุปไว้ในตาราง 6.1

ตารางที่ 6.1 เปรียบเทียบค่าความชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องยนต์กับปริมาณออกซิเจนในไอเสียโดยทดสอบกับเครื่องยนต์ที่ปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสียจากการใช้น้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต 7 ตัวอย่าง

Engine Speed	MAP	ค่าความชันของกราฟประสิทธิภาพกับปริมาณออกซิเจนในไอเสีย						
rev/min	(inch Hg)	G100	GE05	GE10	GE15	GM05	GM10	GM15
1300	9.9	0.0162	0.0183	0.0573	0.0198	0.0065	0.0037	0.0154
1700	10.2	0.0285	0.0179	0.0147	0.0180	0.0081	0.0064	0.0265
2000	11.0	0.0134	0.0272	0.0148	0.0264	0.0173	0.0268	0.0302
2400	12.0	0.0590	0.0248	0.0345	0.0345	0.0274	0.0351	0.0392
2700	13.0	0.0458	0.0361	0.0308	0.0673	0.0187	0.0274	0.0306
3000	13.7	0.0143	0.0350	0.0290	0.0290	0.0251	0.0405	0.0288
3400	14.9	0.0167	0.0170	0.0290	0.0395	0.0575	0.0408	0.0473
3700	15.9	0.0624	0.0431	0.0378	0.0544	0.0477	0.0581	0.0292
4000	16.5	0.0315	0.0330	0.0499	0.0349	0.0264	0.0508	0.0528

จากการศึกษาผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนตจำนวน 7 ตัวอย่างในตาราง 6.1 พบว่าความชันของกราฟประสิทธิภาพของเครื่องยนต์กับปริมาณออกซิเจนในไอเสียมีค่าเป็นบวกในทุกความเร็วรอบ ดังนั้นเมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์มีค่าเพิ่มขึ้น นั่นคือปริมาณออกซิเจนในไอเสียมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ โดยประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณออกซิเจนในไอเสีย

เมื่อทดสอบน้ำมัน GM05 และ GM10 พบว่าความชันของเส้นกราฟในช่วงความเร็วรอบสูงกว่า 2000 rev/min มากกว่าความชันของกราฟในช่วงความเร็วรอบต่ำกว่า 2000 rev/min

นั่นคือน้ำมัน GM05 และ GM10 มีผลทำให้การเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้นจะมีค่ามากขึ้นเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงกว่า 2000 rev/min

โดยภาพรวมพบว่าน้ำมันเบนซินที่ผสมสารออกซิเจนเนตมีผลทำให้ความชันของกราฟสูงกว่าน้ำมัน G100 นั่นก็คือเมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มมากขึ้น น้ำมันเบนซินที่ผสมสารออกซิเจนเนตจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นสูงกว่าน้ำมัน G100 ยกเว้นที่ความเร็วรอบ 2400 -2700 และ 3700 rev/min ที่น้ำมันเบนซินที่ผสมสารออกซิเจนเนตมีผลทำให้ความชันของกราฟต่ำกว่าน้ำมัน G100 นั่นคือที่ความเร็วรอบดังกล่าว น้ำมันเบนซินที่ผสมสารออกซิเจนเนตมีผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นต่ำกว่าน้ำมัน G100

จากภาพโดยรวมจะพบว่าในช่วงความเร็วรอบ 1300 – 3000 rev/min การผสม Ethanol ในน้ำมันเบนซินมีผลทำให้ความชันของกราฟมีค่ามากกว่าการผสม MTBE นั่นคือในช่วงความเร็วรอบดังกล่าวนี้ น้ำมันเบนซินที่ผสม Ethanol มีผลทำให้การเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้นมากกว่าน้ำมันเบนซินที่ผสม MTBE แต่ในช่วงความเร็วรอบ 3400 – 4000 rev/min พบว่าการผสม Ethanol ในน้ำมันเบนซินมีผลทำให้ความชันของกราฟมีค่าน้อยกว่าการผสม MTBE ในน้ำมันเบนซิน นั่นคือในช่วงความเร็วรอบดังกล่าวนี้ น้ำมันเบนซินที่ผสม Ethanol มีผลทำให้การเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้นน้อยกว่าน้ำมันเบนซินที่ผสม MTBE

6.2.3 ผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียต่อมลภาวะของเครื่องยนต์

อิทธิพลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียต่อ Specific Emissions สามารถวิเคราะห์โดยนำผลของความชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Specific CO, Specific CO_2, Specific HC กับปริมาณออกซิเจนในไอเสียในรูปที่ 5.10 ถึง 5.12 มาพิจารณา ถ้าความชันของเส้นกราฟมีค่าเป็นบวกแสดงว่าเมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มมากขึ้น ค่า Specific Emissions ในไอเสียมีค่าเพิ่มสูงขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าความชันของเส้นกราฟมีค่าเป็นลบแสดงว่าเมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มมากขึ้น ค่า Specific Emissions ใน ไอเสียมีค่าลดลง โดยผลการวิเคราะห์ความชันที่ได้จากเส้นกราฟแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Specific CO, Specific CO_2, Specific HC กับปริมาณออกซิเจนในไอเสียเมื่อทดสอบกับน้ำมันเชื้อเพลิง 7 ตัวอย่าง แสดงสรุปไว้ในตารางที่ 6.2 ถึง 6.4 ตามลำดับ

6.2.3.1 ผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียต่อ Specific CO

ผลการวิเคราะห์ความชันที่ได้จากเส้นกราฟแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Specific CO กับปริมาณออกซิเจนในไอเสียเมื่อทดสอบกับน้ำมันเชื้อเพลิง 7 ตัวอย่าง แสดงสรุปไว้ในตาราง ที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 เปรียบเทียบค่าความชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Specific CO กับปริมาณออกซิเจนในไอเสีย ที่ได้จากการทดสอบกับเครื่องยนต์ที่ปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสียเมื่อใช้น้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต 7 ตัวอย่าง

Engine Speed	MAP	ค่าความชันของกราฟ Specific CO กับปริมาณออกซิเจนในไอเสีย						
(rev/min)	(inch Hg)	G100	GE05	GE10	GE15	GM05	GM10	GM15
1300	9.9	-2.69	-4.73	-7.86	-11.37	-5.76	-7.75	-16.60
1700	10.2	-2.97	-5.80	-6.01	-11.13	-7.10	-7.54	-14.18
2000	11.0	-5.41	-4.11	-6.72	-12.69	-6.37	-6.49	-14.89
2400	12.0	-3.83	-2.99	-5.66	-10.35	-1.75	-2.89	-11.22
2700	13.0	-5.35	-4.30	-3.95	-9.21	-3.30	-4.32	-15.34
3000	13.7	-4.97	-3.90	-5.07	-10.26	-6.52	-4.60	-13.65
3400	14.9	-2.27	-3.35	-4.00	-15.18	-2.84	-6.91	-15.59
3700	15.9	-2.16	-4.19	-3.50	-14.25	-5.20	-4.54	-10.19
4000	16.5	-2.86	-2.94	-3.34	-14.73	-2.42	-2.88	-7.44

จากผลการทดสอบเครื่องยนต์ TOYOTA 4A-FE เมื่อปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสีย โดยทดสอบกับน้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต 7 ชนิด ในตาราง 6.2 จะเห็นได้ว่าค่าความชันจากกราฟความสัมพันธ์ Specific CO และปริมาณออกซิเจนในไอเสียมีค่าเป็นลบในทุกความเร็วรอบ นั่นก็คือเมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ Specific CO ในไอเสียลดลง ดังนั้นปริมาณออกซิเจนในไอเสียมีอิทธิพลต่อ Specific CO โดย Specific CO เป็นปฏิภาคผกผันกับปริมาณออกซิเจนในไอเสีย

โดยภาพรวมจะเห็นได้ว่าน้ำมันเบนซินที่ผสมสารออกซิเจนเนตจะมีความชันที่เป็นลบสูงกว่าน้ำมัน G100 นั่นคือเมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้น น้ำมันเบนซินที่ผสมสารออกซิเจนเนตจะมีผลทำให้ Specific CO จากเครื่องยนต์ลดลงมากกว่าน้ำมัน G100

จากภาพโดยรวมจะพบว่าในช่วงความเร็วรอบ 1300 – 2000 rev/min การผสม Ethanol ในน้ำมันเบนซินมีผลทำให้ความชันของกราฟที่เป็นลบมีค่าน้อยกว่าการผสม MTBE นั่นคือในช่วงความเร็วรอบดังกล่าวนี้น้ำมันเบนซินที่ผสม Ethanol มีผลทำให้การลดลงของ Specific CO เมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้นน้อยกว่าน้ำมันเบนซินที่ผสม MTBE แต่ในช่วงความเร็วรอบ 2400 – 4000 rev/min พบว่าการผสม Ethanol ในน้ำมันเบนซินมีผลทำให้ความชันของกราฟมีค่าที่เป็นลบมากกว่าการผสม MTBE นั่นคือในช่วงความเร็วรอบดังกล่าวนี้ น้ำมันเบนซินที่ผสม Ethanol มีผลทำให้การลดลงของ Specific CO เมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้นมากกว่าน้ำมันเบนซินที่ผสม MTBE

6.2.3.2 ผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียต่อ Specific CO_2

โดยผลการวิเคราะห์ความชันที่ได้จากเส้นกราฟแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Specific CO_2 กับปริมาณออกซิเจนในไอเสียเมื่อทดสอบกับน้ำมันเชื้อเพลิง 7 ตัวอย่าง แสดงสรุปไว้ในตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 เปรียบเทียบค่าความชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Specific CO_2 กับปริมาณออกซิเจนในไอเสียโดยทดสอบกับเครื่องยนต์ที่ปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสียเมื่อใช้น้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต 7 ตัวอย่าง

Engine Speed	MAP	ค่าความชันของกราฟ Specific CO_2 กับปริมาณออกซิเจนในไอเสีย						
(rev/min)	(inch Hg)	G100	GE05	GE10	GE15	GM05	GM10	GM15
1300	9.9	-44.36	-63.13	-55.03	-92.90	-20.80	-39.60	-40.73
1700	10.2	-20.14	-42.94	-34.27	-85.11	-36.69	-58.47	-75.75
2000	11.0	-19.06	-56.72	-24.14	-51.91	-21.15	-44.66	-95.48
2400	12.0	-57.11	-27.68	-27.78	-55.92	-29.99	-26.37	-55.86
2700	13.0	-32.46	-29.46	-26.17	-55.92	-29.85	-68.55	-64.94
3000	13.7	-49.18	-31.38	-21.10	-41.49	-29.40	-56.74	-22.05
3400	14.9	-11.12	-20.00	-38.33	-57.73	-50.86	-79.11	-41.33
3700	15.9	-47.55	-27.58	-23.01	-77.48	-36.75	-44.49	-35.22
4000	16.5	-16.76	-25.11	-51.24	-51.72	-51.72	-45.35	-58.70

จากผลการทดสอบเครื่องยนต์ TOYOTA 4A-FE เมื่อปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสีย โดยทดสอบกับน้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต 7 ชนิด ในตาราง 6.3 จะเห็นได้ว่าค่าความชันจากกราฟความสัมพันธ์ Specific CO_2 และปริมาณออกซิเจนในไอเสียมีค่าเป็นลบในทุกความเร็วรอบ นั่นก็คือเมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ Specific CO_2 ในไอเสียลดลง ดังนั้นปริมาณออกซิเจนในไอเสียมีอิทธิพลต่อ Specific CO_2 โดย Specific CO_2 เป็นปฏิภาคผกผันกับปริมาณออกซิเจนในไอเสีย

โดยภาพรวมจะเห็นได้ว่าน้ำมันเบนซินที่ผสมสารออกซิเจนเนตจะมีความชันที่เป็นลบสูงกว่าน้ำมัน G100 นั่นคือเมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้นน้ำมันเบนซินที่ผสมสารออกซิเจนเนตจะมีผลทำให้ Specific CO_2 ของเครื่องยนต์ลดลงมากกว่าน้ำมัน G100 ยกเว้นที่ความเร็วรอบ 2400 – 3000 และ 3700 rev/min ที่ว่าน้ำมันเบนซินที่ผสมสารออกซิเจนเนตจะมีความชันที่เป็นลบต่ำกว่าน้ำมัน G100 นั่นคือเมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้นน้ำมันเบนซินที่ผสมสารออกซิเจนเนตจะมีผลทำให้ Specific CO_2 ของเครื่องยนต์ลดลงน้อยกว่าน้ำมัน G100

จากภาพโดยรวมจะพบว่าในช่วงความเร็วรอบ 1300 – 1700 rev/min การผสม Ethanol ในน้ำมันเบนซินมีผลทำให้ความชันของกราฟที่เป็นลบมีค่าน้อยกว่าการผสม MTBE นั่นคือในช่วงความเร็วรอบดังกล่าวนี้ น้ำมันเบนซินที่ผสม Ethanol มีผลทำให้การลดลงของ Specific CO_2 เมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้นมีค่าน้อยกว่าน้ำมันเบนซินที่ผสม MTBE แต่ในช่วงความเร็วรอบ 2000 – 4000 rev/min พบว่าการผสม Ethanol ในน้ำมันเบนซินมีผลทำให้ความชันมีค่าที่เป็นลบน้อยกว่าการผสม MTBE นั่นคือในช่วงความเร็วรอบดังกล่าวนี้น้ำมันเบนซินที่ผสม Ethanol มีผลทำให้การลดลงของ Specific CO_2 เมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้นมีค่าน้อยกว่าน้ำมันเบนซินที่ผสม MTBE

6.2.3.3 ผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียต่อ Specific HC

โดยผลการวิเคราะห์ความชันที่ได้จากเส้นกราฟแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Specific HC กับปริมาณออกซิเจนในไอเสียเมื่อทดสอบกับน้ำมันเชื้อเพลิง 7 ตัวอย่าง แสดงสรุปไว้ในตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 เปรียบเทียบค่าความชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Specific HC กับปริมาณออกซิเจนในไอเสีย ที่ได้จากการทดสอบกับเครื่องยนต์ที่ปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสียเมื่อใช้น้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต 7 ตัวอย่าง

Engine Speed	MAP	ค่าความชันของกราฟ Specific HC กับปริมาณออกซิเจนในไอเสีย						
(rev/min)	(inch Hg)	G100	GE05	GE10	GE15	GM05	GM10	GM15
1300	9.9	-0.00280	-0.00220	-0.00270	-0.00350	-0.00220	-0.00240	-0.00350
1700	10.2	-0.00370	-0.00390	-0.00300	-0.00330	-0.00100	-0.00190	-0.00210
2000	11.0	-0.00420	-0.00130	-0.00260	-0.00170	-0.00110	-0.00190	-0.00350
2400	12.0	-0.00320	-0.00100	-0.00160	-0.00130	-0.00120	-0.00130	-0.00400
2700	13.0	-0.00130	-0.00120	-0.00134	-0.00120	-0.00220	-0.00240	-0.00240
3000	13.7	-0.00225	-0.00230	-0.00130	-0.00100	-0.00320	-0.00270	-0.00370
3400	14.9	-0.00290	-0.00110	-0.00240	-0.00230	-0.00220	-0.00170	-0.00250
3700	15.9	-0.00200	-0.00180	-0.00112	-0.00320	-0.00120	-0.00120	-0.00310
4000	16.5	-0.00190	-0.00100	-0.00150	-0.00120	-0.00180	-0.00290	-0.00250

จากผลการทดสอบเครื่องยนต์ TOYOTA 4A-FE เมื่อปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสีย โดยทดสอบกับน้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต 7 ชนิด ในตาราง 6.4 จะเห็นได้ว่าค่าความชันจากกราฟความสัมพันธ์ Specific HC และปริมาณออกซิเจนในไอเสียมีค่าเป็นลบในทุกความเร็วรอบ นั่นก็คือเมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ Specific HC ในไอเสียลดลง นั่นคือปริมาณออกซิเจนในไอเสียมีอิทธิพลต่อ Specific HC โดย Specific HC เป็นปฏิภาคผกผันกับปริมาณออกซิเจนในไอเสีย

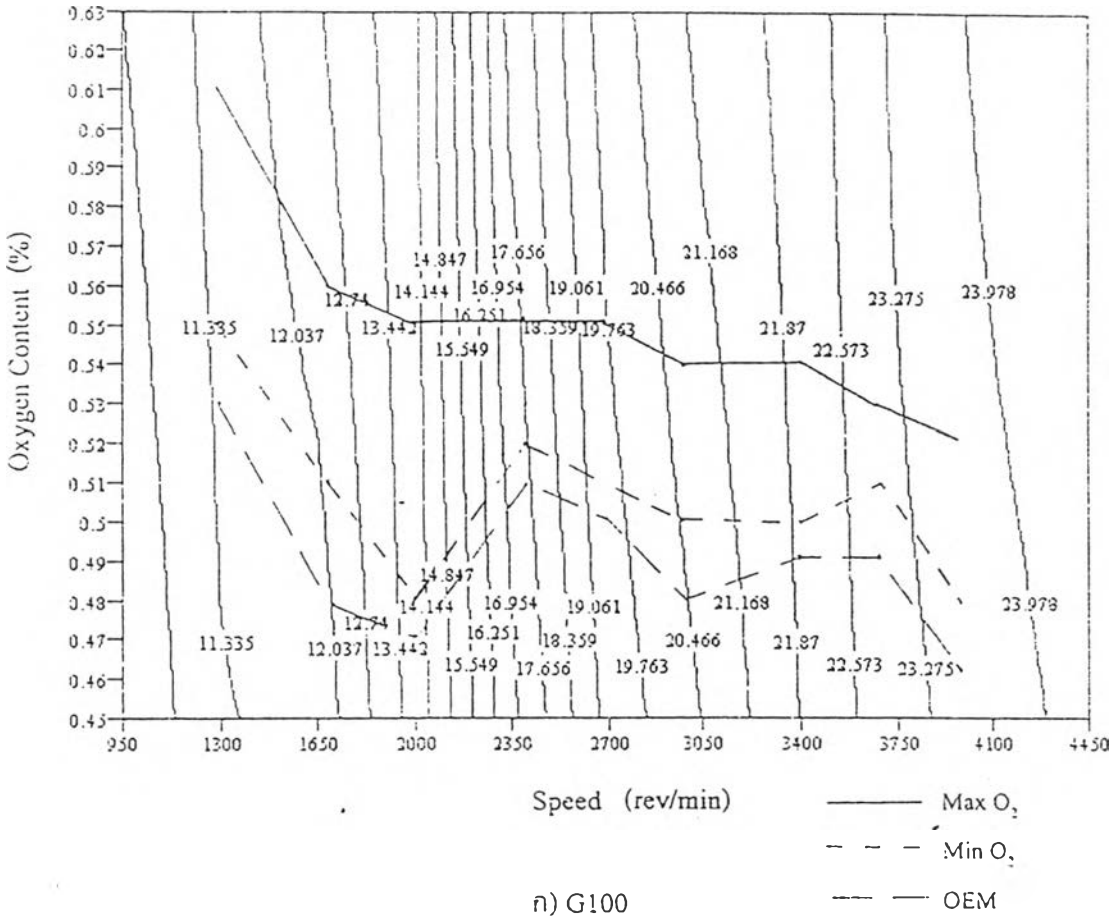
โดยภาพรวมจะเห็นได้ว่าน้ำมันเบนซินที่ผสมสารออกซิเจนเนตจะมีความชันของกราฟที่เป็นลบต่ำกว่าน้ำมัน G100 เมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้นน้ำมันเบนซินที่ผสมสารออกซิเจนเนตจะมีผลทำให้ Specific HC ของเครื่องยนต์ลดลงน้อยกว่าน้ำมัน G100 ยกเว้นที่ความเร็วรอบ 2700 – 3000 rev/min พบว่าน้ำมันเบนซินที่ผสม MTBE จะมีความชันที่เป็นลบสูงกว่าน้ำมัน G100 นั่นคือเมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้น น้ำมันเบนซินที่ผสม MTBE จะมีผลทำให้ Specific HC ลดลงมากกว่าน้ำมัน G100

จากภาพโดยรวมจะพบว่าในช่วงความเร็วรอบ 1300 – 2000 rev/min การผสม Ethanol ในน้ำมันเบนซินมีผลทำให้ความชันของกราฟที่เป็นลบมากกว่าการผสม MTBE นั่นคือในช่วงความเร็วรอบดังกล่าวนี้ น้ำมันเบนซินที่ผสม Ethanol มีผลทำให้การลดลงของ Specific HC เมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้นมีค่ามากกว่าน้ำมันเบนซินที่ผสม MTBE แต่ในช่วงความเร็วรอบ 2400 – 4000 rev/min พบว่าการผสม Ethanol ในน้ำมันเบนซินมีผลทำให้ความชันของกราฟมีค่าที่เป็นลบน้อยกว่าการผสม MTBE นั่นคือในช่วงความเร็วรอบดังกล่าวนี้ น้ำมันเบนซินที่ผสม Ethanol มีผลทำให้การลดลงของ Spccific HC เมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มขึ้นมีค่าน้อยกว่าน้ำมันเบนซินที่ผสม MTBE

6.3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ Normalized Peak Oxygen กับประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE

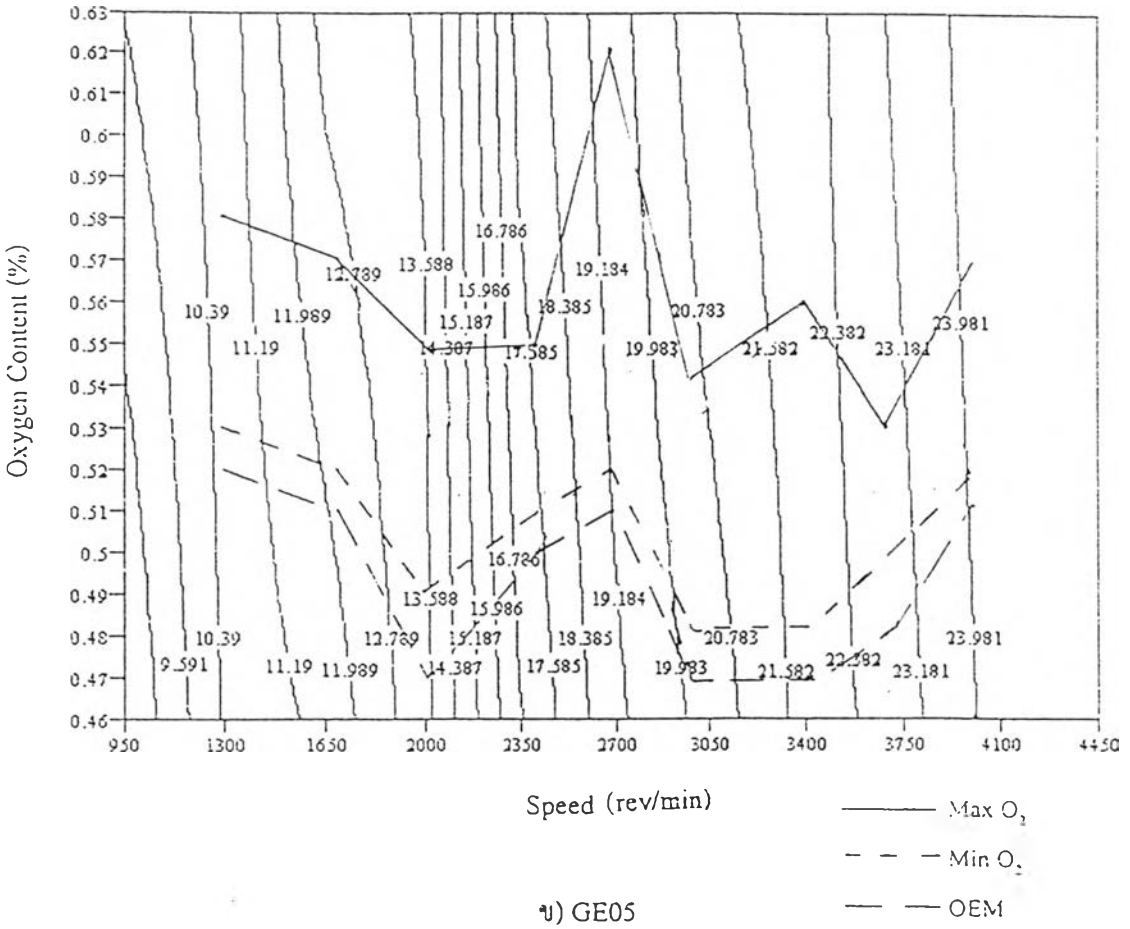
จากผลการทดสอบเครื่องยนต์ TOYOTA 4A-FE ที่สภาวะคงที่ เมื่อปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสีย โดยทดสอบกับน้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต 7 ชนิด ที่ความเร็วรอบต่างๆ ตามสภาวะจำลองการทำงานของเครื่องยนต์ที่ติดตั้งในรถยนต์ CORONA เมื่อรถยนต์วิ่งด้วยอัตราเร็วคงที่ โดยใช้เกียร์ 4 บนถนนราบ โดยเมื่อพิจารณาความเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนในไอเสียที่ความเร็วรอบต่างๆ ของเครื่องยนต์ในแง่ของประสิทธิภาพ (ดังแสดงในรูปที่ 6.6 (ก) ถึง (ช)) พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้นเมื่อปริมาณออกซิเจนในไอเสียเพิ่มมากขึ้น และความชันของเส้นกราฟประสิทธิภาพจะมีค่าน้อยในช่วงที่เครื่องยนต์ทำงานที่ความเร็วรอบต่ำ เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้นพบว่าความชันของเส้นกราฟประสิทธิภาพมีค่ามากขึ้นจากผลการทดสอบพบว่าปริมาณออกซิเจนในไอเสียที่ได้จากเครื่องยนต์ที่ปรับปริมาณออกซิเจนในไอเสียมีปริมาณสูงกว่าปริมาณออกซิเจนในไอเสียจากเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE ในทุกๆ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์

ในงานวิจัยนี้ได้ทดสอบเครื่องยนต์โดยปรับปริมาณออกซิเจนในไอเสีย ราว 5 ค่า ดังนั้นในแต่ละความเร็วรอบของเครื่องยนต์จึงมีข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณออกซิเจนในไอเสียกับประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ 5 ข้อมูล จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณออกซิเจนในไอเสียกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ โดยพิจารณาเลือกสมการจากเงื่อนไข 2 ประการคือ



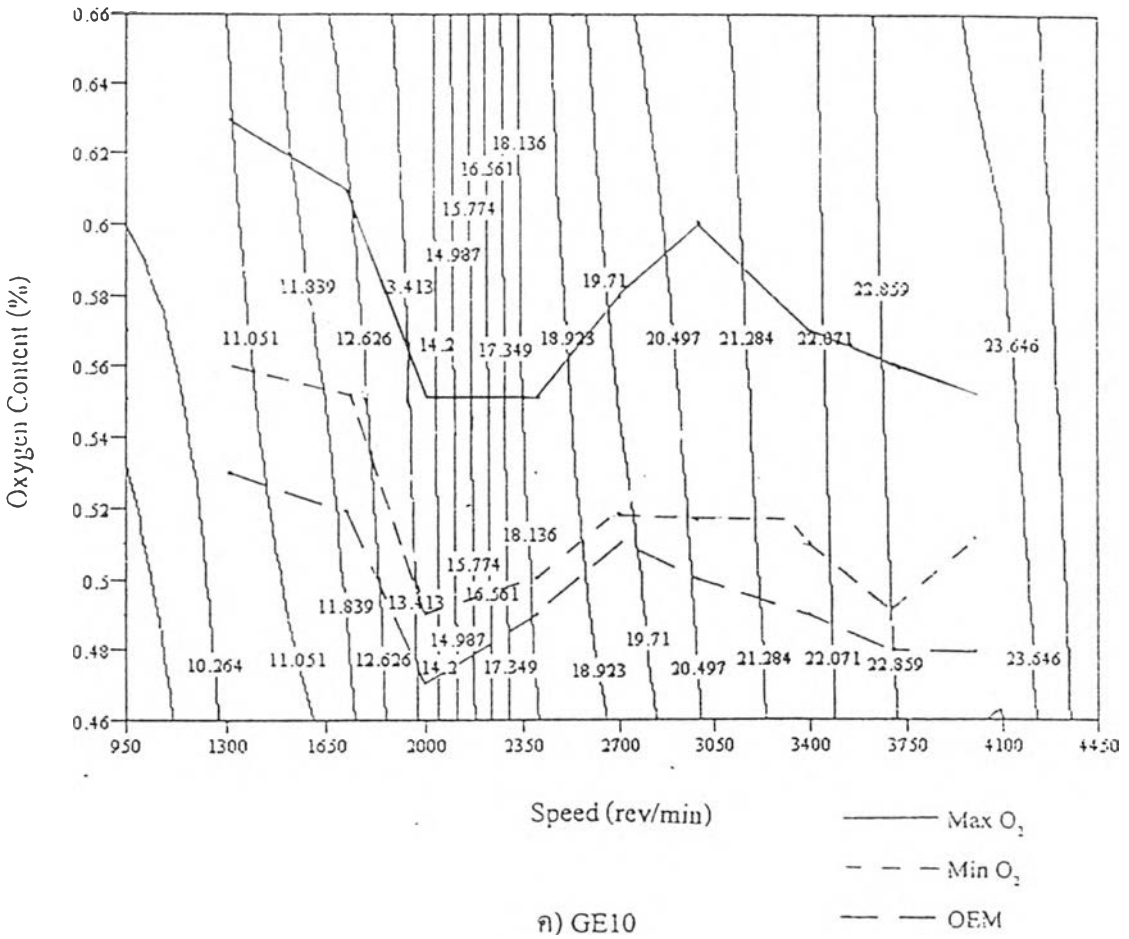
ก) G100

รูปที่ 6.6 แสดงผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียที่ความเร็วรอบต่างๆ ในแง่ของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสียเมื่อปรับค่าออกซิเจนมากที่สุดและน้อยที่สุดกับเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE เมื่อใช้น้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต



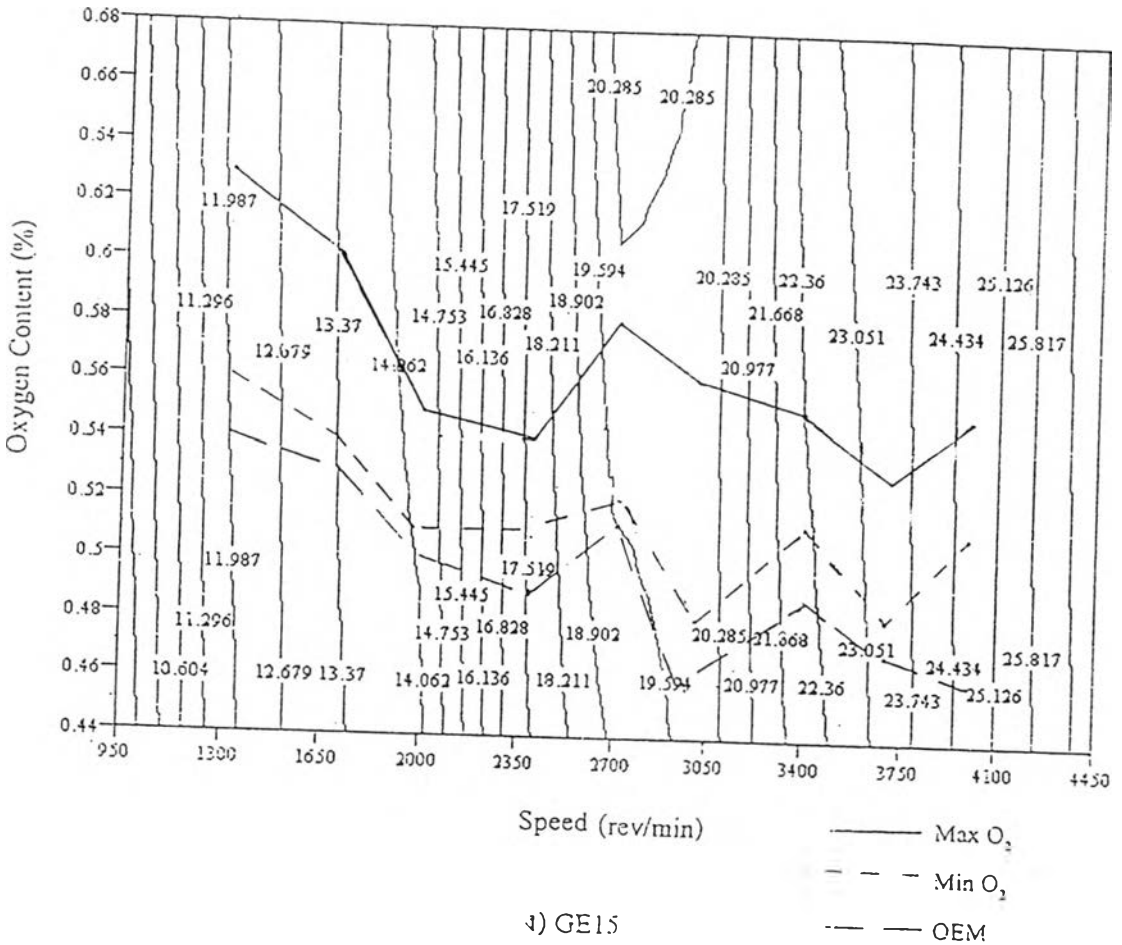
ข) GE05

รูปที่ 6.6 (ต่อ) แสดงผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียที่ความเร็วรอบต่างๆ ในแง่ของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสียเมื่อปรับค่าออกซิเจนมากที่สุดและน้อยที่สุดกับเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE เมื่อใช้น้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต



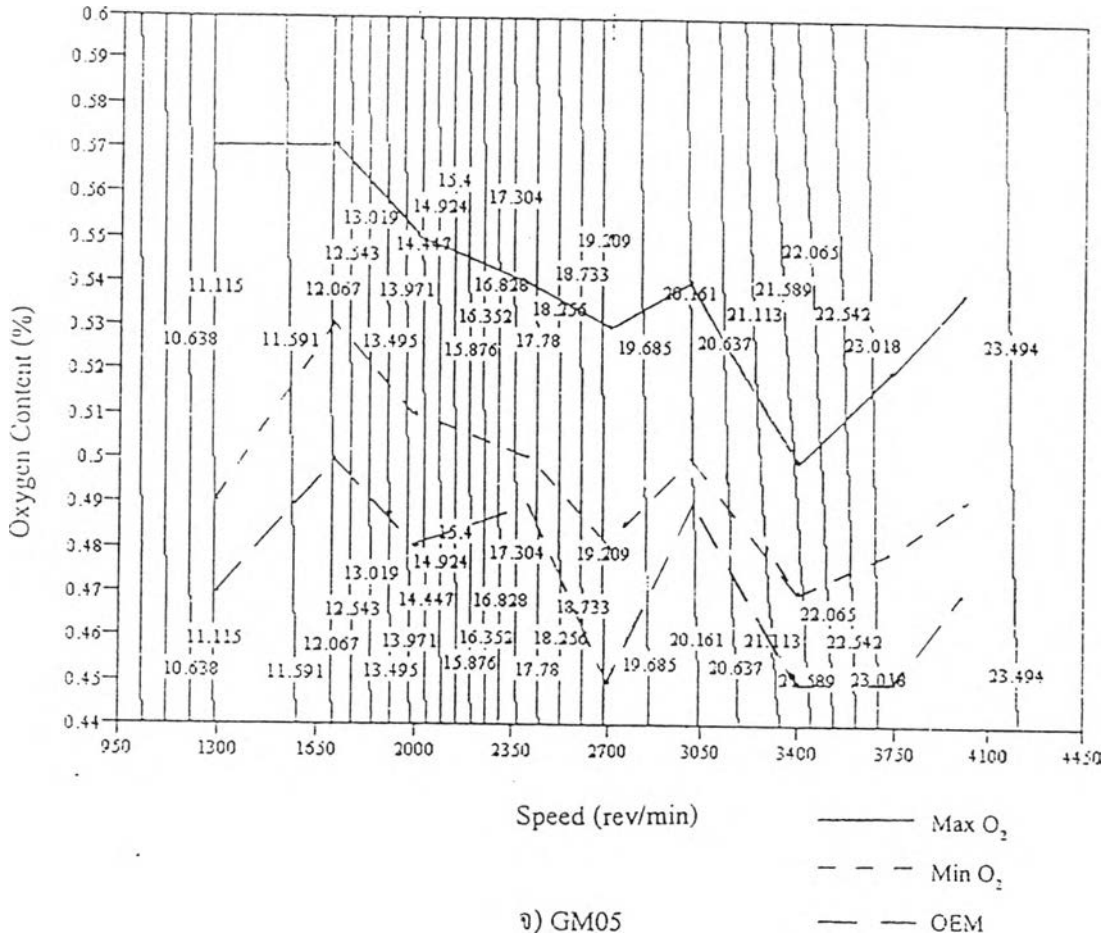
ค) GE10

รูปที่ 6.6 (ต่อ) แสดงผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียที่ความเร็วรอบต่างๆ ในแง่ของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสียเมื่อปรับค่าออกซิเจนมากที่สุดและน้อยที่สุดกับเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE เมื่อใช้น้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต

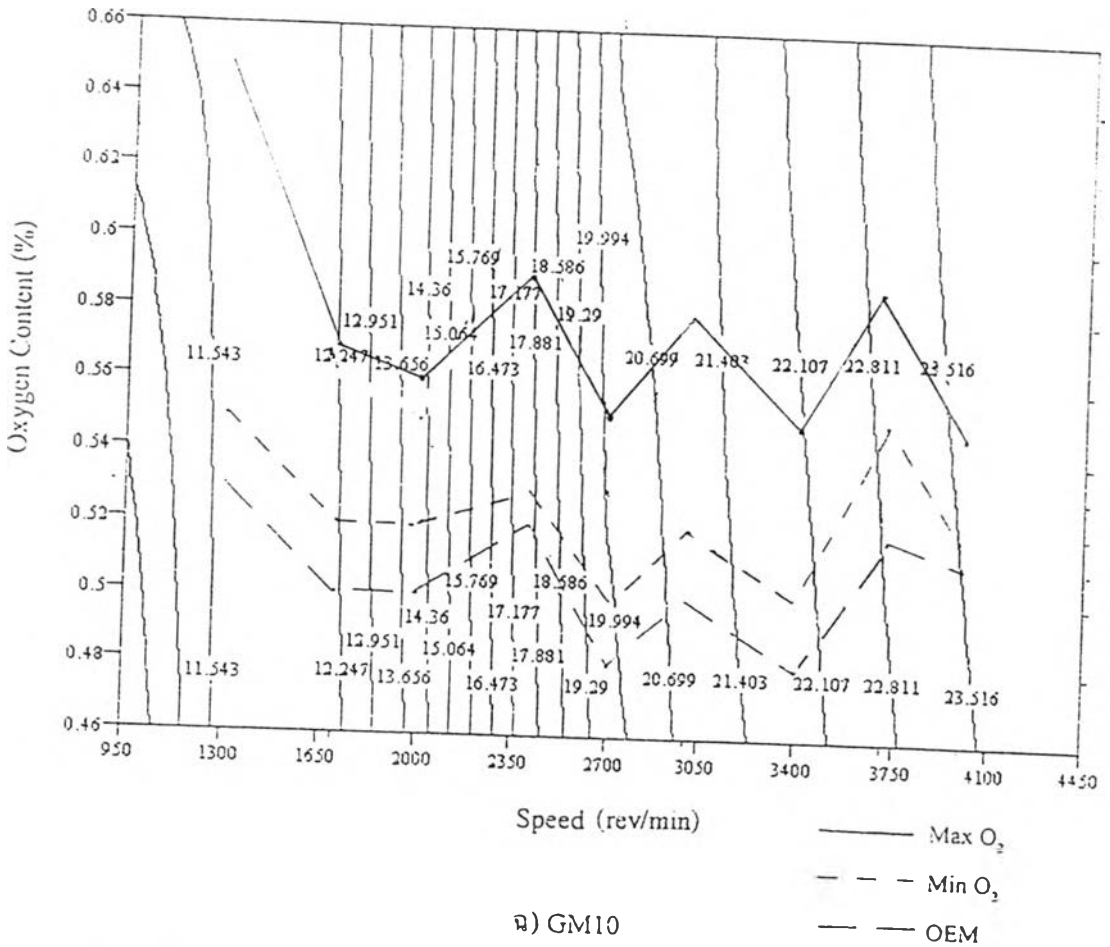


ง) GE15

รูปที่ 6.6 (ต่อ) แสดงผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียที่ความเร็วรอบต่างๆ ในแง่ของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสียเมื่อปรับค่าออกซิเจนมากที่สุดและน้อยที่สุดกับเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE เมื่อใช้น้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต

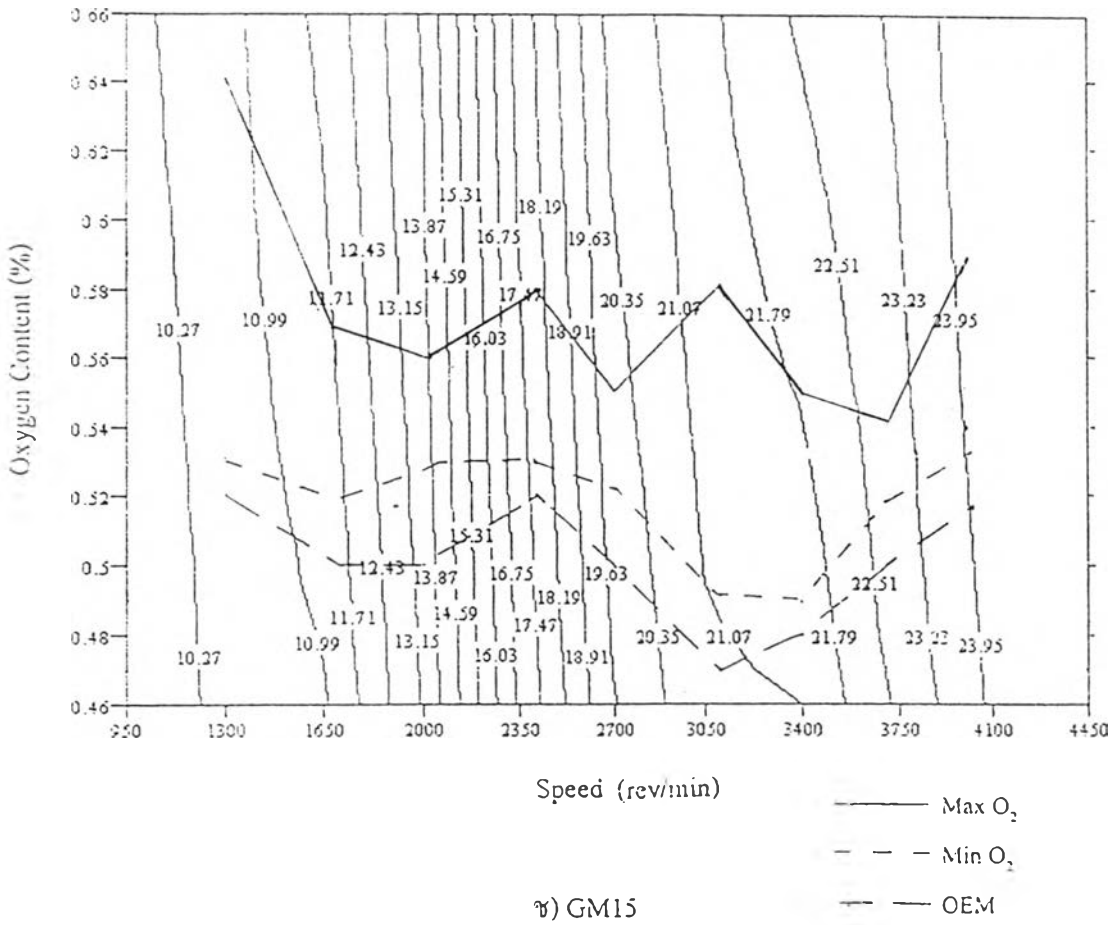


รูปที่ 6.6 (ต่อ) แสดงผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียที่ความเร็วรอบต่างๆ ในแง่ของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสียเมื่อปรับค่าออกซิเจนมากที่สุดและน้อยที่สุดกับเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE เมื่อใช้น้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจเนต



ฉ) GM10

รูปที่ 6.6 (ต่อ) แสดงผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียที่ความเร็วรอบต่างๆ ในแง่ของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสียเมื่อปรับค่าออกซิเจนมากที่สุดและน้อยที่สุดกับเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE เมื่อใช้น้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจนเนต



ช) GM15

รูปที่ 6.6 (ต่อ) แสดงผลของปริมาณออกซิเจนในไอเสียที่ความเร็วรอบต่างๆ ในแง่ของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสียเมื่อปรับค่าออกซิเจนมากที่สุดและน้อยที่สุดกับเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE เมื่อใช้น้ำมันเบนซินผสมสารออกซิเจเนต

ก. เส้นกราฟที่ได้จากสมการที่เลือกนี้จะต้องมีค่าปริมาณออกซิเจนในไอเสียมากที่สุดแต่ยังอยู่ในช่วงที่สามารถปรับปริมาณออกซิเจนในไอเสียได้จริงบรรจุอยู่

ข. แนวเส้นกราฟที่ได้มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับกราฟของสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณออกซิเจนในไอเสียกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE (ดังแสดงในรูปที่ 6.7 (ก) ถึง (ซ)) ซึ่งสามารถนำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบอุปกรณ์ควบคุมอัตราส่วนอากาศกับเชื้อเพลิงที่สามารถใช้งานในรถยนต์ได้จริงต่อไปในอนาคต

ในขั้นถัดไป คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ Normalized Peak Oxygen โดยการ interpolate หาค่าประสิทธิภาพของเครื่องยนต์จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณออกซิเจนกับประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ได้จากการทดสอบของเครื่องยนต์ที่ปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสียที่จุดทำงานเดียวกันและนำไปเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE

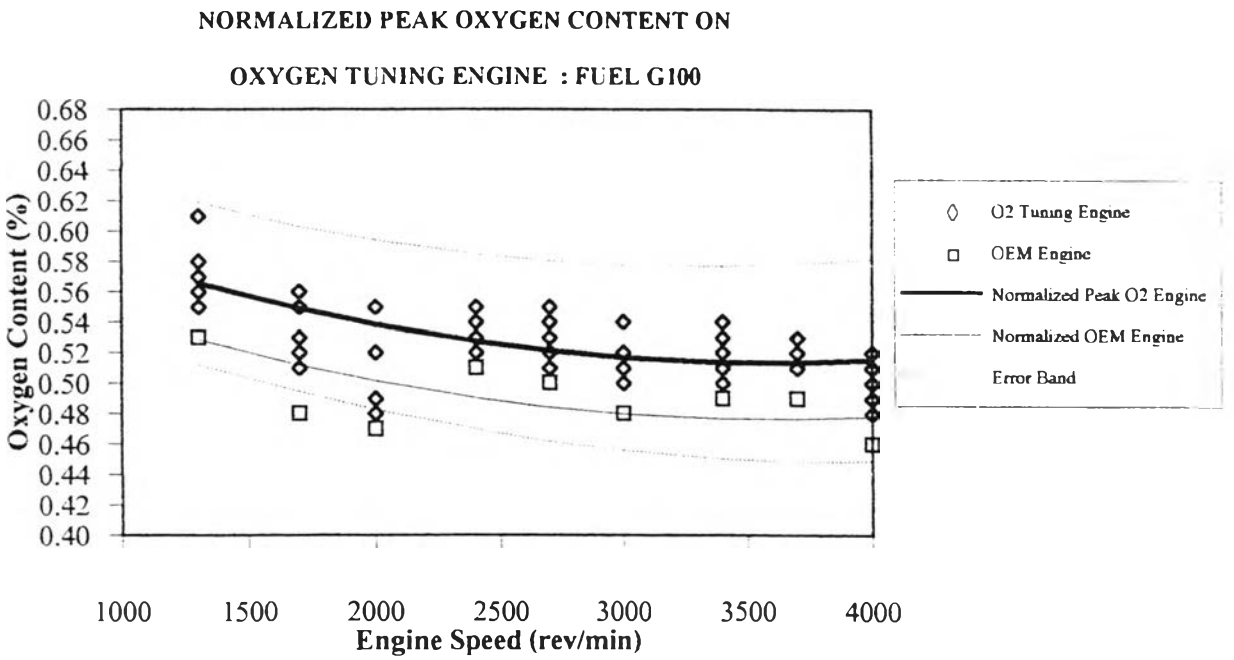
เมื่อนำผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ Normalized Peak Oxygen กับเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE มาพิจารณาในแต่ละช่วงความเร็วรอบพบว่าผลการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์มากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงกว่า 2000 rev/min ดังแสดงในรูปที่ 6.8 (ก) ถึง (ซ) เปรียบเทียบประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นจุดต่อจุดระหว่างเครื่องยนต์ Normalized Peak Oxygen กับเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE (ดังแสดงในรูปที่ 6.9) โดยคำนวณเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ Normalized Peak Oxygen เทียบกับเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE ได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Increased Efficiency, \%} = \frac{(\text{Efficiency})_{\text{Normalized Peak O2 Engine}} - (\text{Efficiency})_{\text{OEM Engine}}}{(\text{Efficiency})_{\text{OEM Engine}}} \times 100 \quad (6.4)$$

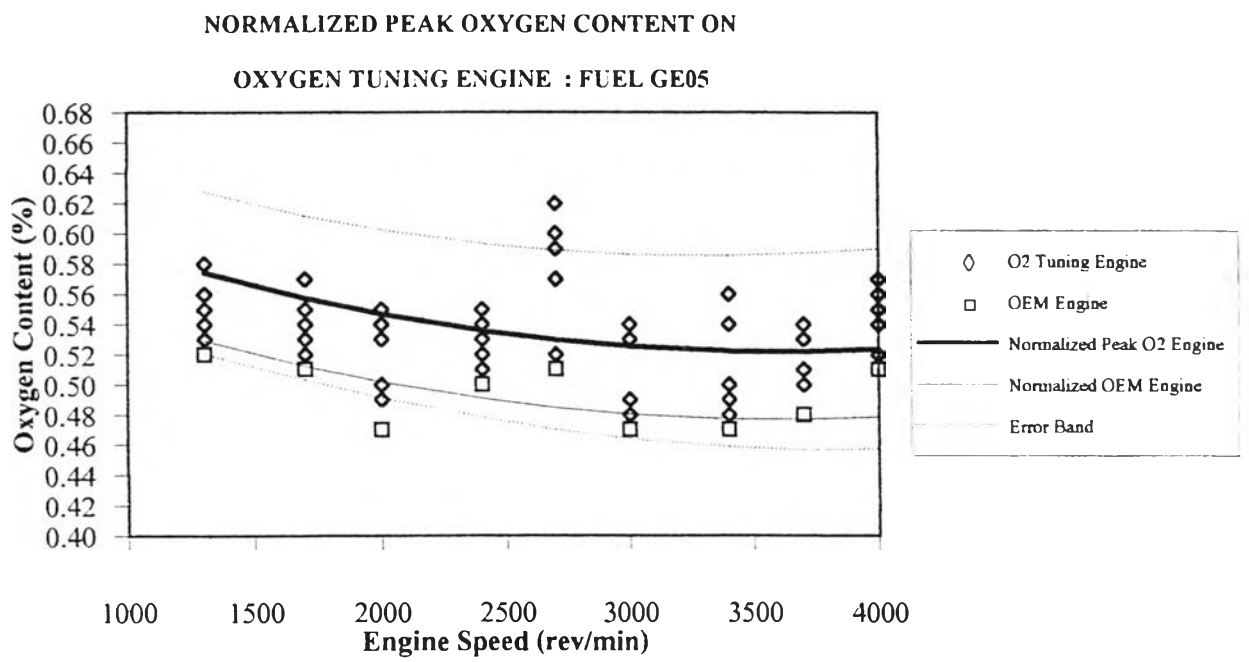
โดย

$(\text{Efficiency})_{\text{Normalized Peak O2 Engine}}$ = Efficiency เมื่อทดสอบกับเครื่องยนต์ Normalized Peak Oxygen

$(\text{Efficiency})_{\text{OEM Engine}}$ = Efficiency เมื่อทดสอบกับเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE (ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ)

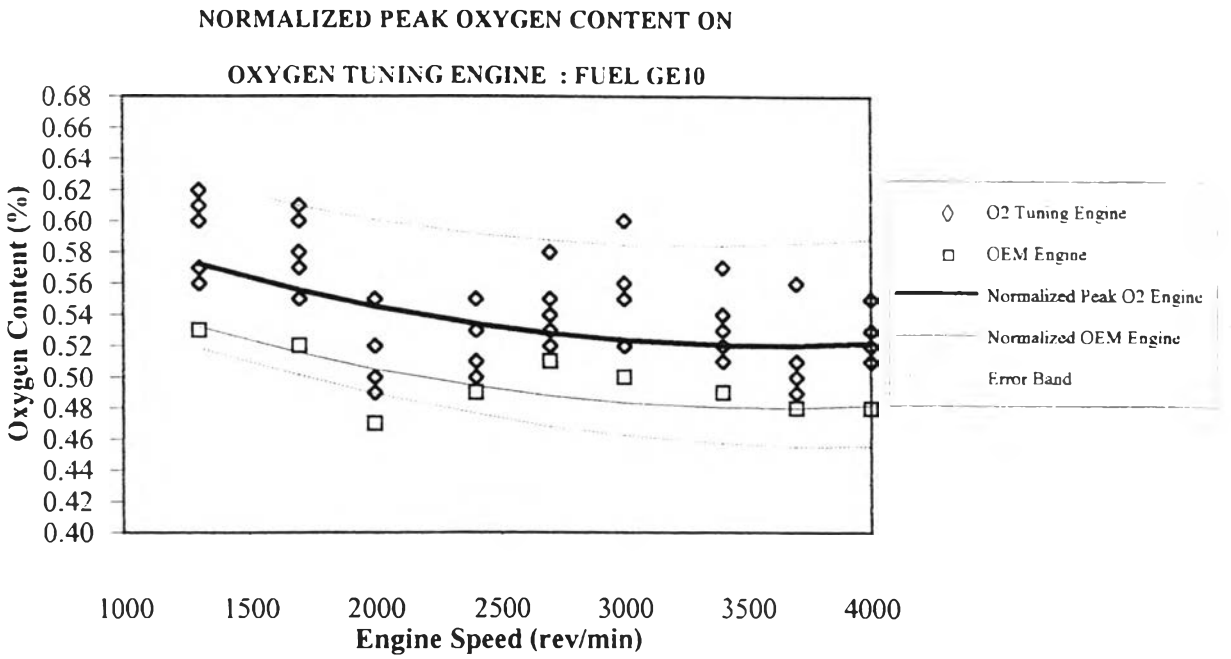


ก) G100

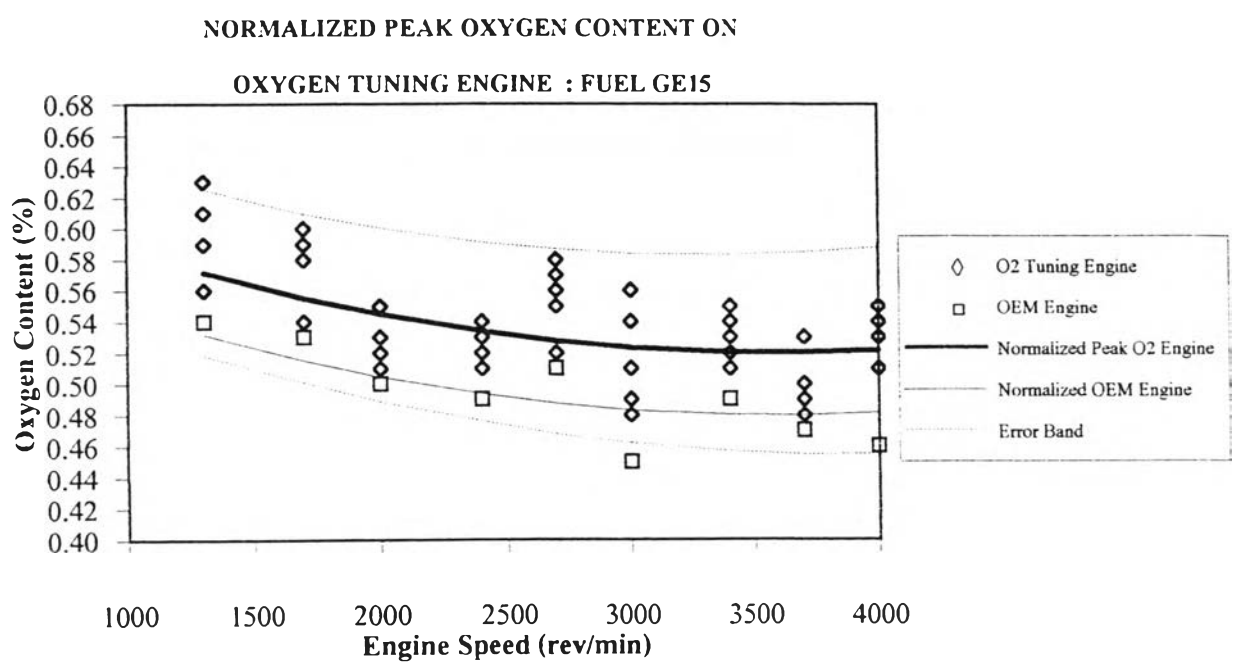


ข) GE05

รูปที่ 6.7 แผนภูมิแสดงเส้น Normalized Peak Oxygen ของเครื่องยนต์ที่ปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสีย

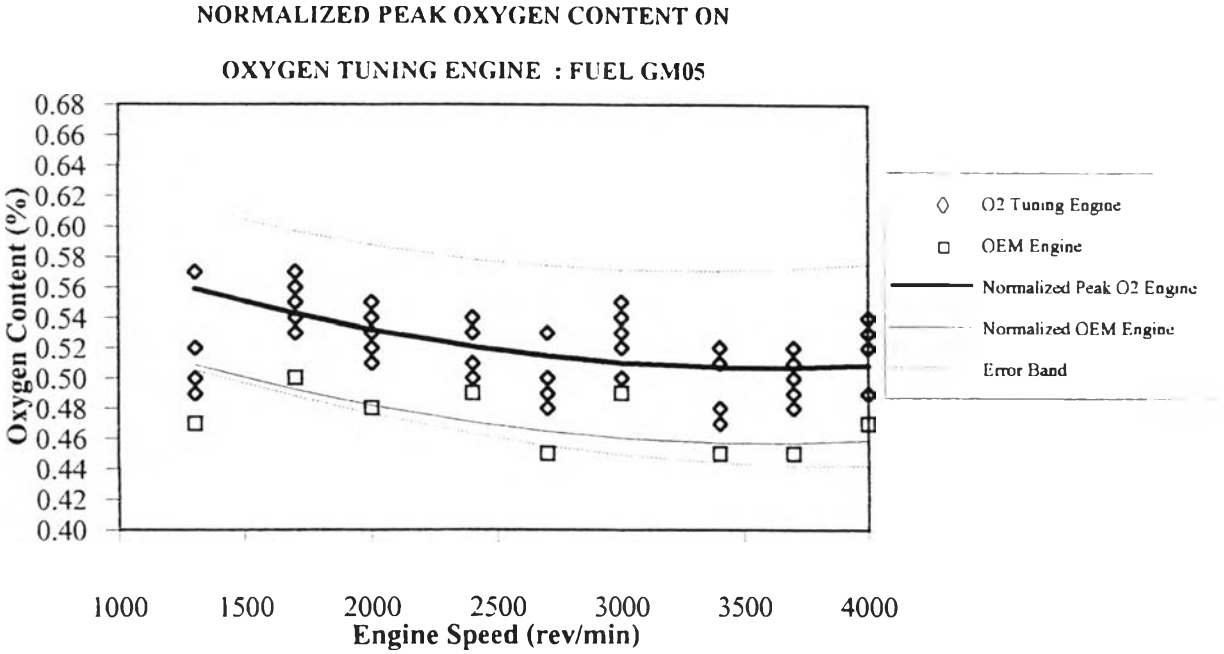


ค) GE10

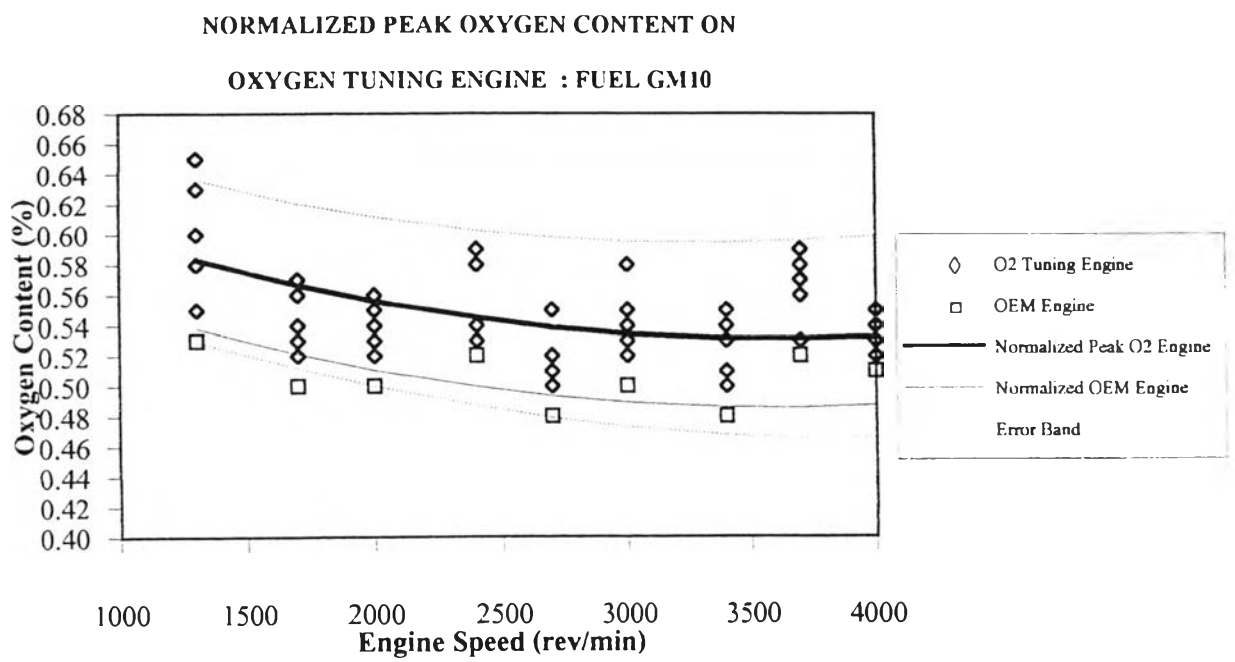


ง) GE15

รูปที่ 6.7 (ต่อ) แผนภูมิแสดงเส้น Normalized Peak Oxygen ของเครื่องยนต์ที่ปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสีย

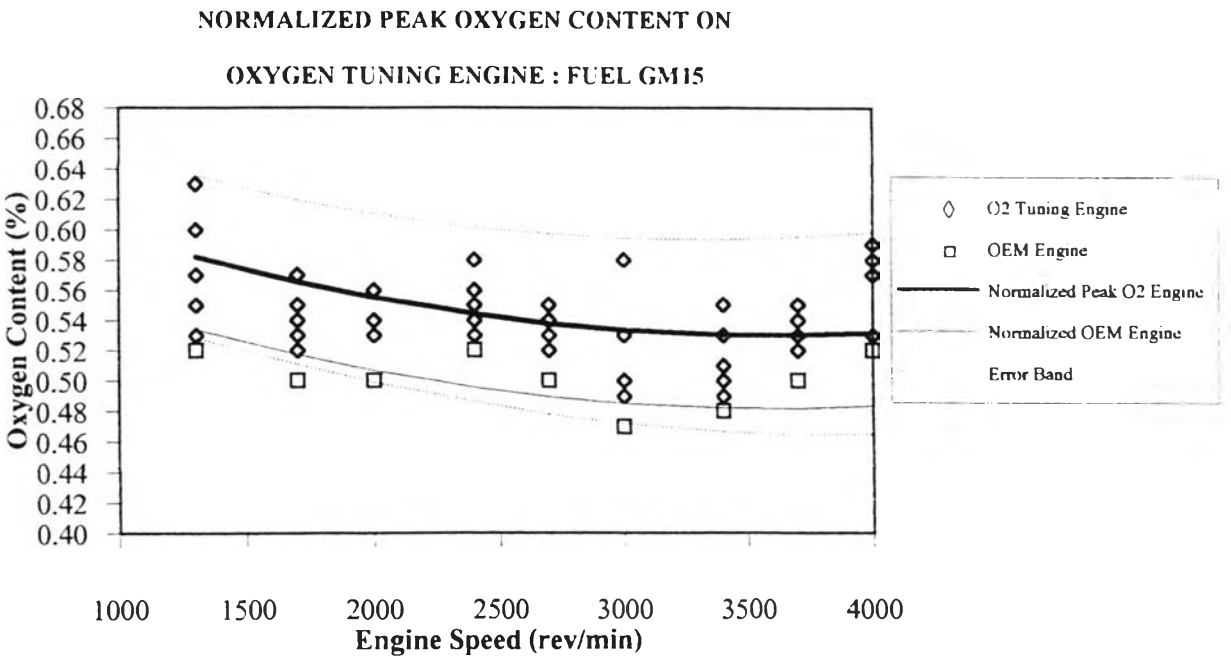


จ) GM05



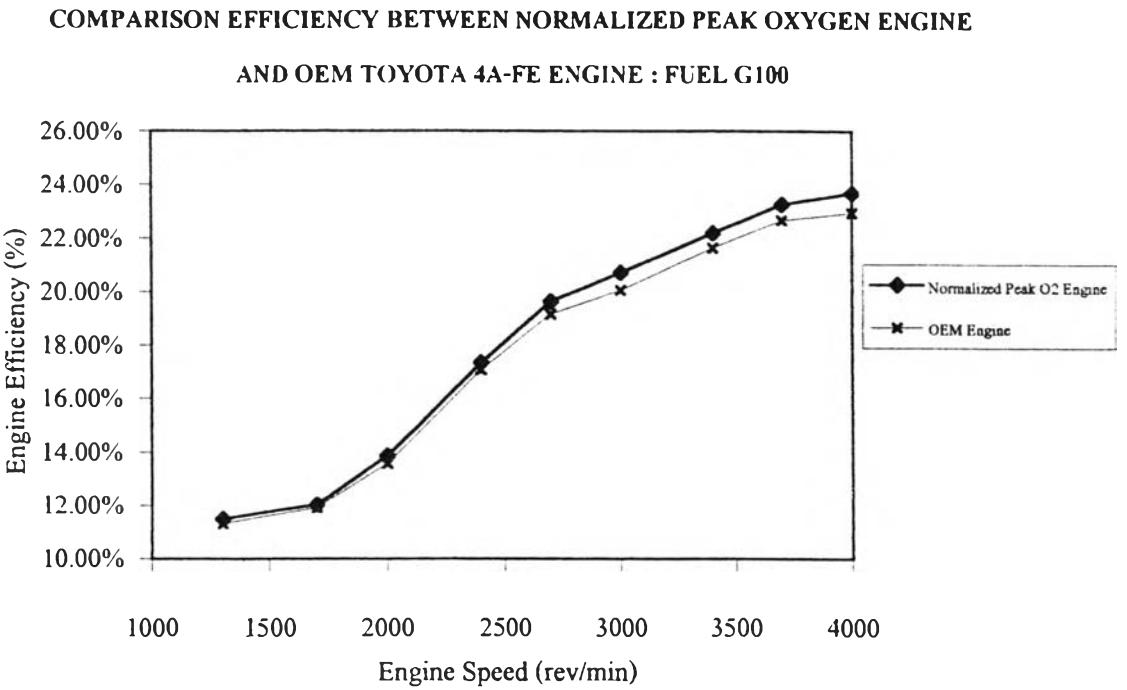
ฉ) GM10

รูปที่ 6.7 (ต่อ) แผนภูมิแสดงเส้น Normalized Peak Oxygen ของเครื่องยนต์ที่ปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสีย

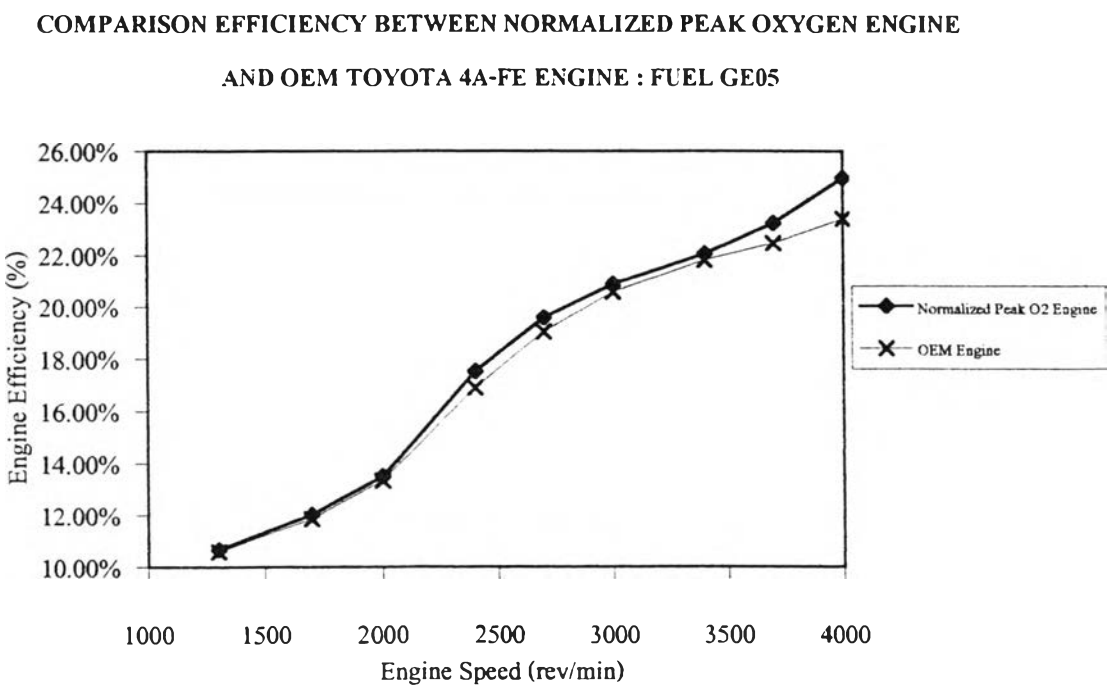


ช) GM15

รูปที่ 6.7 (ต่อ) แผนภูมิแสดงเส้น Normalized Peak Oxygen ของเครื่องยนต์ที่ปรับแปรปริมาณออกซิเจนในไอเสีย

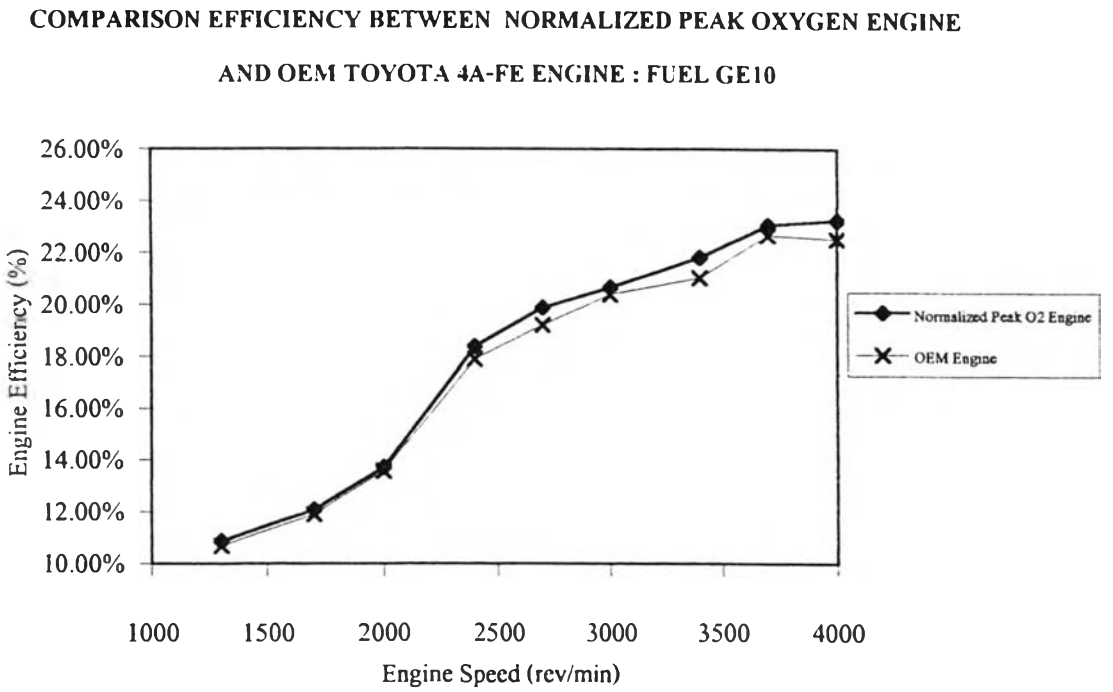


ก) G100

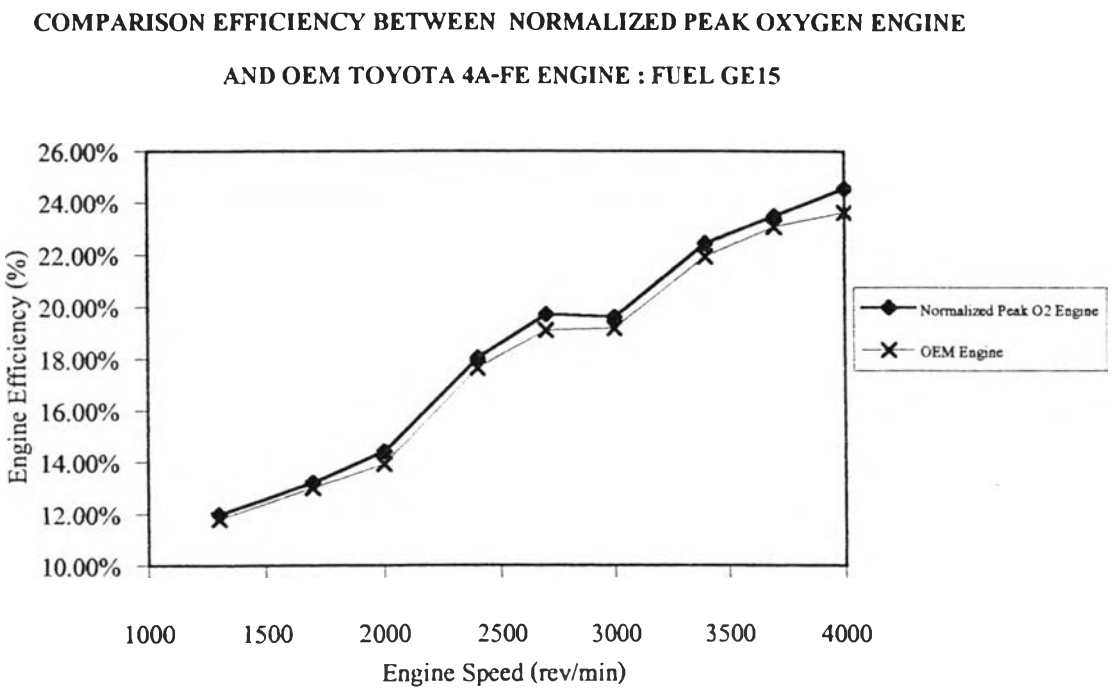


ข) GE05

รูปที่ 6.8 แผนภูมิเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ Normalized Peak Oxygen กับเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE ที่สภาวะจำลองการทำงานของเครื่องยนต์ที่ติดตั้งในรถยนต์ที่วิ่งด้วยความเร็วคงที่

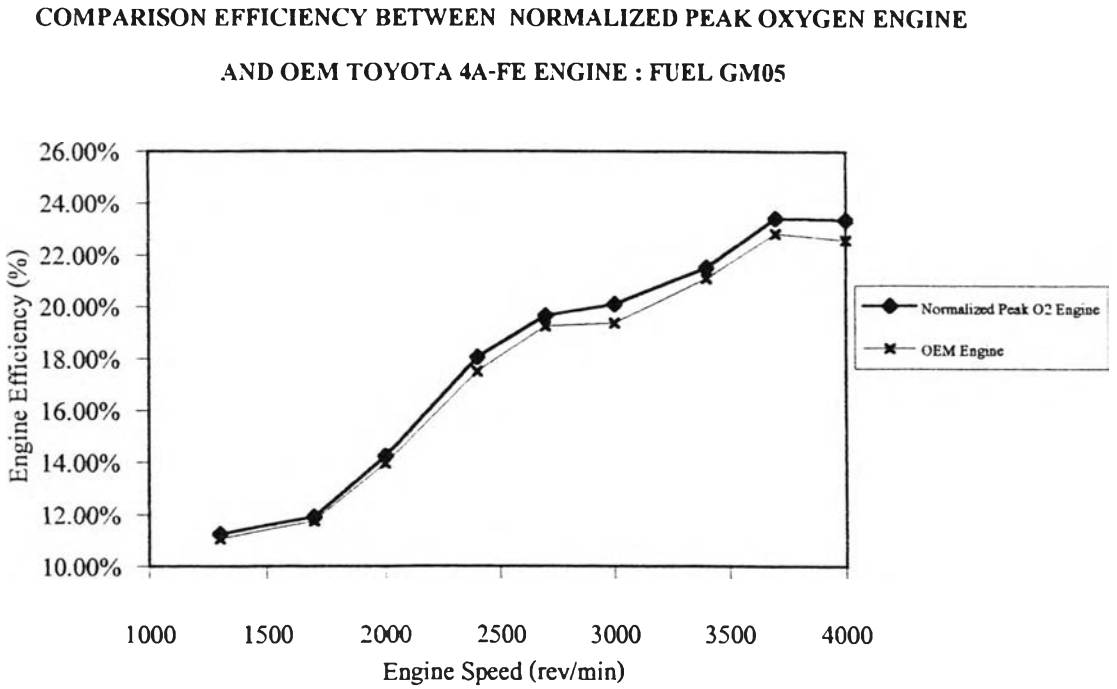


ค) GE10

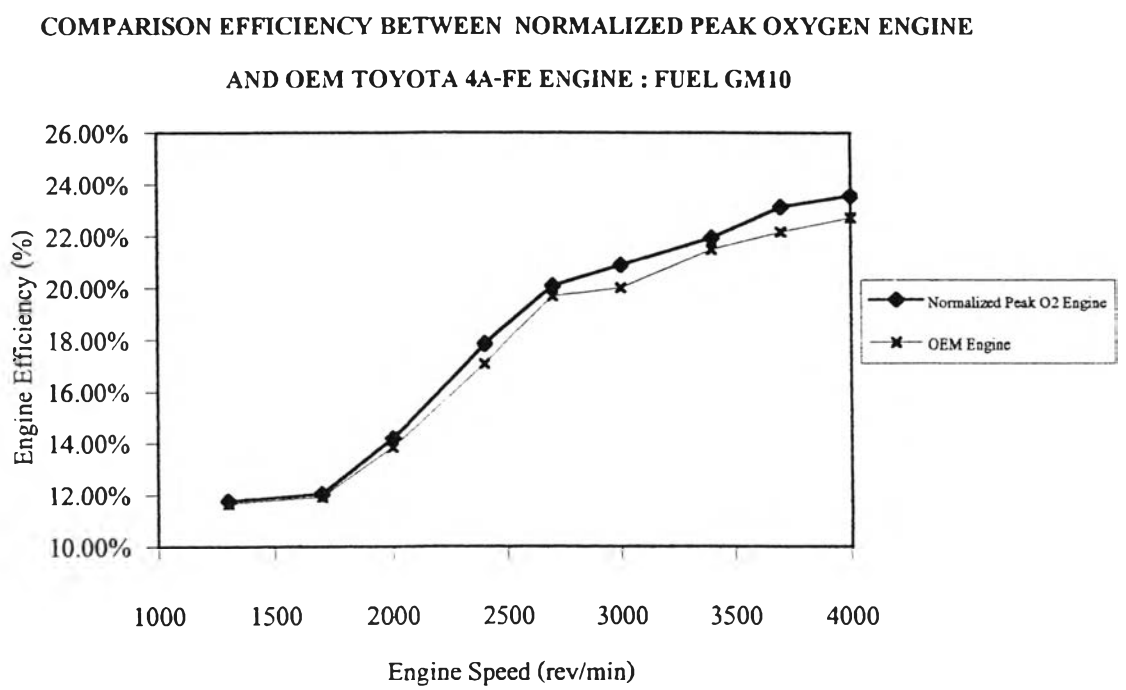


ง) GE15

รูปที่ 6.8 (ต่อ) แผนภูมิเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ Normalized Peak Oxygen กับเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE ที่สภาวะจำลองการทำงานของเครื่องยนต์ที่ติดตั้งในรถยนต์ที่วิ่งด้วยความเร็วคงที่

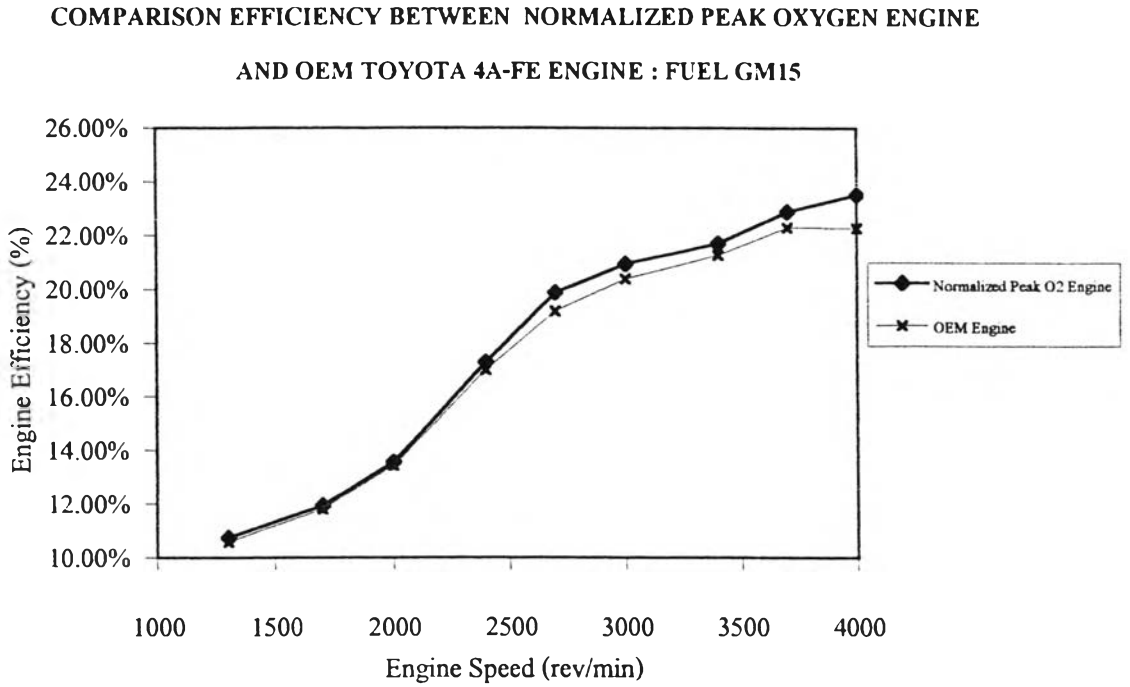


ข) GM05



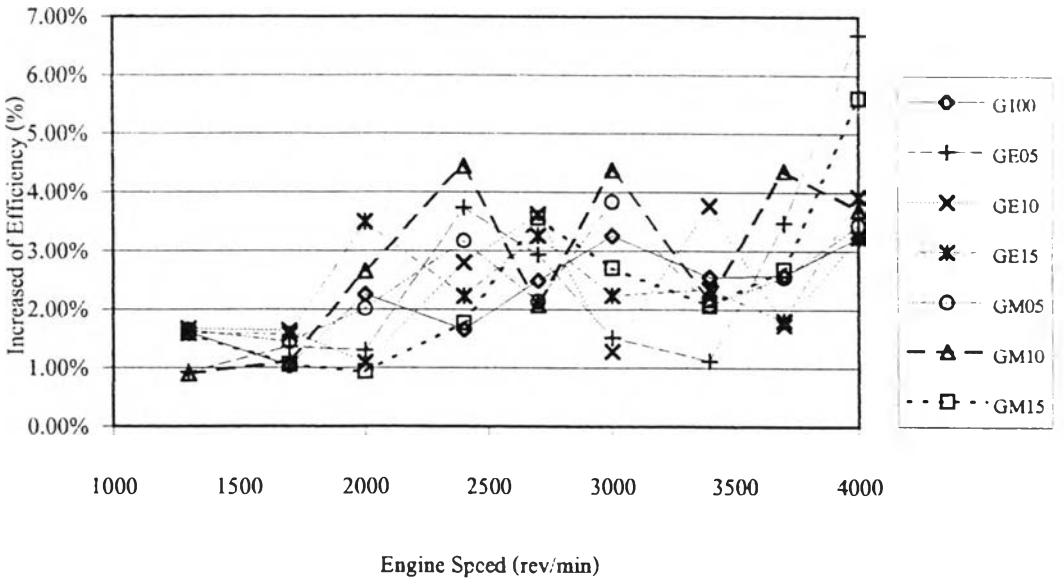
ฉ) GM10

รูปที่ 6.8 (ต่อ) แผนภูมิเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ Normalized Peak Oxygen กับเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE ที่สภาวะจำลองการทำงานของเครื่องยนต์ที่ติดตั้งในรถยนต์ที่วิ่งด้วยความเร็วคงที่



ช) GM15

รูปที่ 6.8 (ต่อ) แผนภูมิเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ Normalized Peak Oxygen กับเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE ที่สภาวะจำลองการทำงานของเครื่องยนต์ที่ติดตั้งในรถยนต์ที่วิ่งด้วยความเร็วคงที่



รูปที่ 6.9 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่างๆ ระหว่างเครื่องยนต์ Normalized Peak Oxygen กับเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE

จากรูปที่ 6.9 โดยภาพรวมพบว่า เครื่องยนต์ Normalized Peak Oxygen มีประสิทธิภาพสูงกว่าประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ OEM TOYOTA 4A-FE ในทุกความเร็วรอบของเครื่องยนต์ เมื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์โดยรวมพบว่าการใช้น้ำมันที่ผสมสารออกซิเจนเนตมีผลทำให้การเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์มากกว่าการใช้น้ำมัน G100 ยกเว้นที่ความเร็วรอบ 1300 - 2000 rev/min ที่การใช้น้ำมันที่ผสมสารออกซิเจนเนตมีผลทำให้การเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์น้อยกว่าการใช้น้ำมัน G100 และที่ความเร็วรอบ 3000 - 3700 rev/min ที่การใช้น้ำมันที่ผสม Ethanol มีผลทำให้การเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์น้อยกว่าการใช้น้ำมัน G100

จากภาพโดยรวมพบว่าการผสม Ethanol ในน้ำมันเบนซินมีผลทำให้การเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์มากกว่าการผสม MTBE ในน้ำมันเบนซิน ยกเว้นที่ความเร็วรอบ 3000 – 3700 rev/min ที่การผสม Ethanol ในน้ำมันเบนซินมีผลทำให้การเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์น้อยกว่าการผสม MTBE ในน้ำมันเบนซิน