

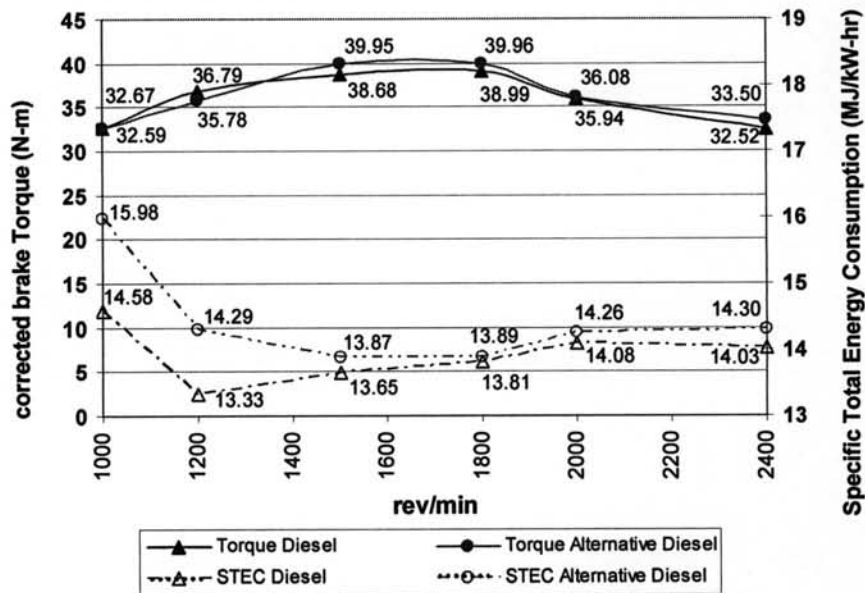
## บทที่ 6

### ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล

#### 6.1 ผลการทดสอบสมรรถนะ

ผลจากการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ ระหว่างค่าแรงบิดเบรก อัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรก หลังทำการปรับแก้ไขค่าสำหรับอุณหภูมิและความดันบรรยากาศมาตรฐาน อุณหภูมิไอเสีย และค่าควันดำ ซึ่งทำการทดสอบโดยใช้เชื้อเพลิงดีเซล และ เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก ณ สภาวะคงตัวที่ความเร็วรอบคงที่ บนแท่นทดสอบเครื่องยนต์ นำเสนอออกเป็นผลที่สภาวะภาระสูงสุด และที่สภาวะภาระบางส่วน ดังนี้

##### 6.1.1 ผลของแรงบิดเบรก(Brake Torque) กับอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะ (STEC) ที่สภาวะภาระสูงสุด



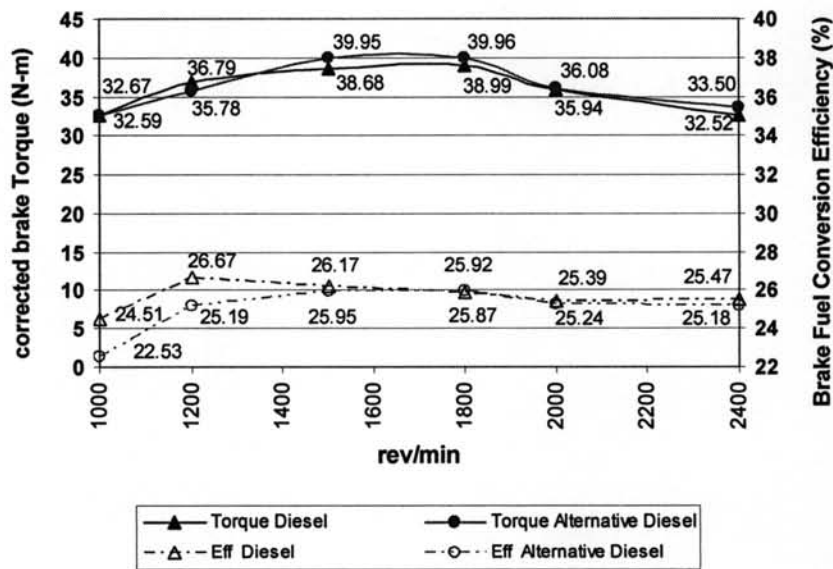
รูปที่ 6-1 เปรียบเทียบผลของแรงบิดเบรก (Brake Torque) และอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะ(STEC) ที่สภาวะภาระสูงสุดของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลและเชื้อเพลิงน้ำมันดีเซลทางเลือก

จากรูปที่ 6-1 แสดงผลของแรงบิดเบรก (Brake Torque) กับอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะ (STEC) ของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล เปรียบเทียบกับเมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก พบว่าค่าแรงบิดเบรกสูงสุดที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน แต่มีบางช่วงที่แรงบิดเบรกของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าสูงกว่าเชื้อเพลิงดีเซลเล็กน้อย คือในช่วงความเร็ว 1,300-1,900 รอบต่อนาที โดยค่าแรงบิดเบรกสูงสุดที่ได้จากเชื้อเพลิงดีเซลมีค่าประมาณ 39.5 N-m ส่วนแรงบิดเบรกสูงสุดที่ได้จากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าประมาณ 40.5 N-m ซึ่งเกิดขึ้นที่ความเร็วรอบเดียวกันคือ 1,600 รอบต่อนาที ความแตกต่างอยู่ที่ร้อยละ 2.5 อัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะ ที่ได้จากการใช้เชื้อเพลิง

ดีเซลทางเลือกราคาสูงกว่าค่าจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลอย่างเห็นได้ชัด โดยมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างอยู่ในช่วง (0.58 – 8.76)% อัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะ ต่ำสุดที่ได้จากน้ำมันดีเซลมีค่า 13.3 MJ/kW-hr ที่ความเร็ว 1,200 รอบต่อนาที และค่าต่ำสุดที่ได้จากเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกราคามีค่า 13.9 MJ/kW-hr ที่ความเร็ว 1,500 รอบต่อนาที

สรุปได้ว่าไม่เห็นถึงความแตกต่างที่ชัดเจนจากค่าแรงบิดเบรกที่ได้จากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก ส่วนอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะ ที่ได้จากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกราคามีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากเชื้อเพลิงดีเซลอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกราคามีค่าความร้อนต่ำกว่าเชื้อเพลิงดีเซล นอกจากนี้ผลของค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกราคามีค่าสูงกว่าเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งความหนาแน่นที่สูงทำให้มวลของเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดเข้าห้องเผาไหม้มีปริมาณที่สูง ทำให้ค่าแรงบิดเบรกที่ได้มีค่าสูงกว่าเล็กน้อย ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะที่เพิ่มขึ้น

6.1.2 ค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรก (Brake Fuel Conversion Efficiency) ที่สภาวะภาระสูงสุด

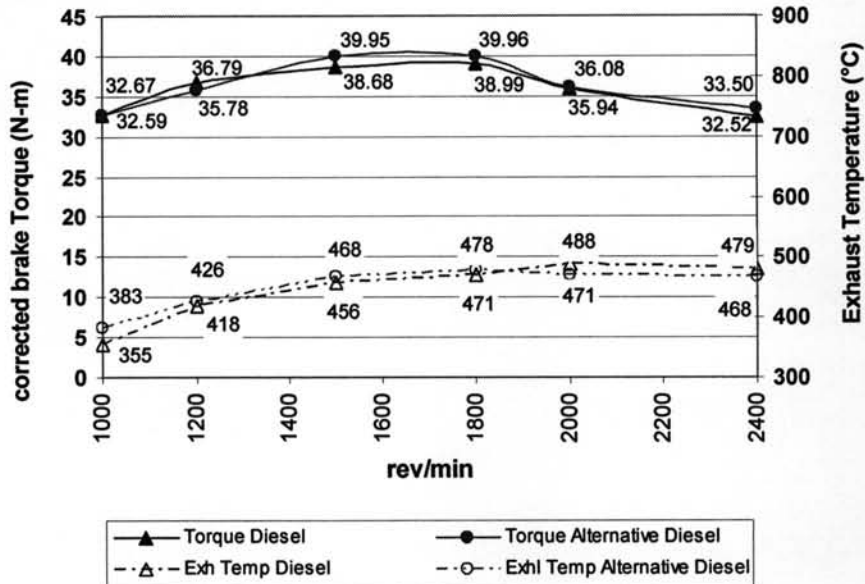


รูปที่ 6-2 แสดงผลเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกที่สภาวะภาระสูงสุดของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

จากรูปที่ 6-2 แสดงค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกที่สภาวะภาระสูงสุดของเครื่องยนต์ พบว่าประสิทธิภาพที่ได้จากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกราคามีค่าต่ำกว่าประสิทธิภาพจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลที่ทุกความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างอยู่ในช่วง (0.19 – 8.79) % ประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกสูงสุดจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซล มีค่าสูงสุดร้อยละ 26.7 ที่ความเร็ว 1,200 รอบต่อนาที ขณะที่ประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกราคามีค่า ร้อยละ 25.9 ที่ความเร็ว 1,500 รอบต่อนาที

สรุปได้ว่าค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกจำเพาะที่ได้จากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าใกล้เคียงกับค่าประสิทธิภาพจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซล โดยมีค่าต่ำกว่าเล็กน้อยในช่วงความเร็วรอบต่ำ

6.1.3 อุณหภูมิไอเสียที่สภาวะภาระสูงสุด



รูปที่ 6-3 แสดงผลเปรียบเทียบอุณหภูมิไอเสียที่สภาวะภาระสูงสุดของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

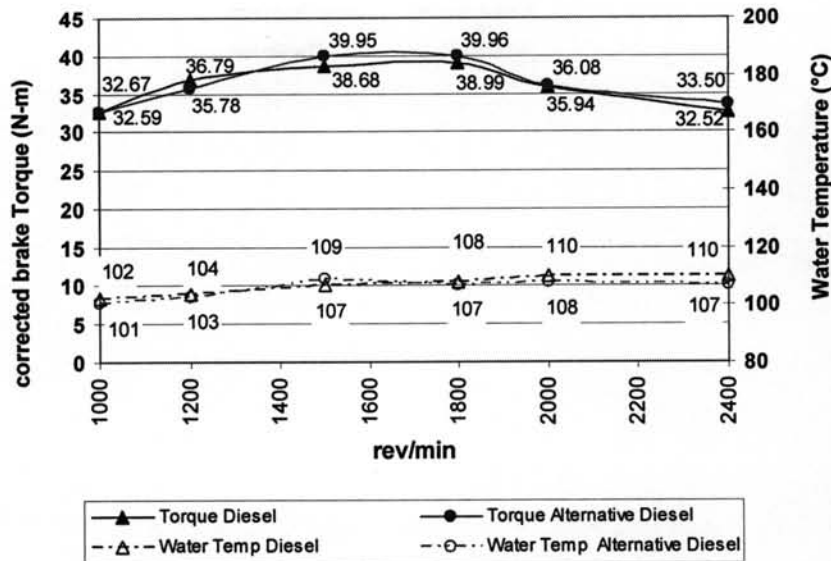
จากรูปที่ 6-3 แสดงค่าอุณหภูมิไอเสียที่สภาวะภาระสูงสุดของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก พบว่าค่าอุณหภูมิไอเสียที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน

สรุปได้ว่าไม่เห็นถึงความแตกต่างที่ชัดเจนจากค่าอุณหภูมิไอเสียที่สภาวะภาระสูงสุดที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

6.1.4 อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่สภาวะภาระสูงสุด

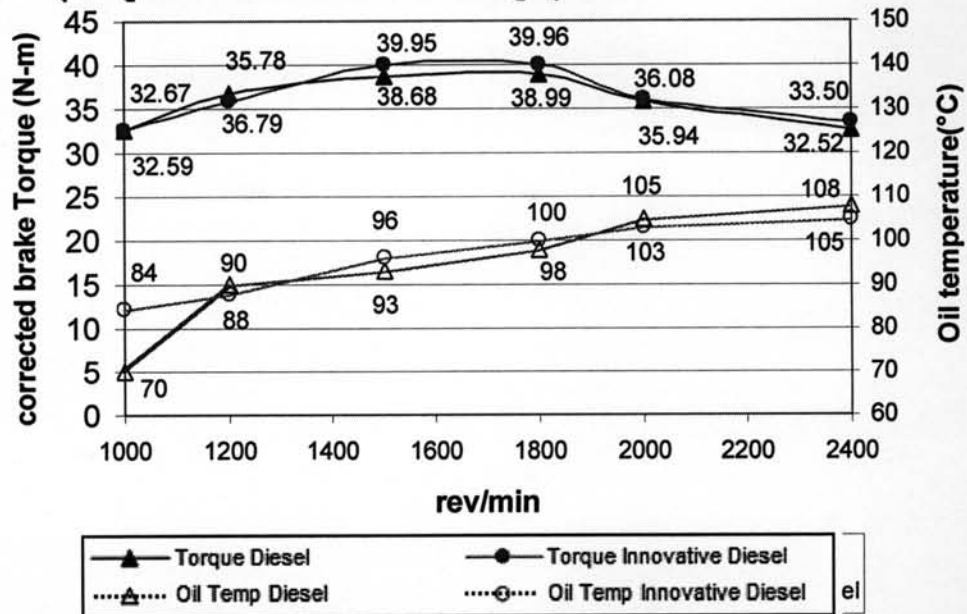
จากรูปที่ 6-4 แสดงค่าอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่สภาวะภาระสูงสุดของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก พบว่าค่าอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน

สรุปได้ว่าไม่เห็นถึงความแตกต่างที่ชัดเจนจากค่าอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่สภาวะภาระสูงสุดที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก



รูปที่ 6-4 แสดงผลเปรียบเทียบขุมทอร์คว่าน้ำหล่อเย็นที่สภาวะภาระสูงสุดของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

6.1.4 ขุมทอร์คว่าน้ำมันหล่อลื่นที่สภาวะภาระสูงสุด

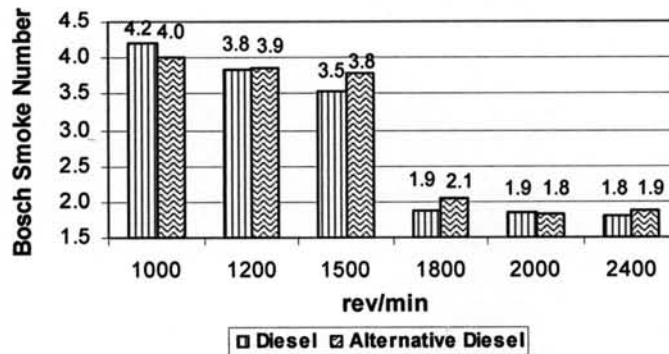


รูปที่ 6-5 แสดงผลเปรียบเทียบขุมทอร์คว่าน้ำมันหล่อลื่นที่สภาวะภาระสูงสุดของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

จากรูปที่ 6-5 แสดงค่าขุมทอร์คว่าน้ำมันหล่อลื่นที่สภาวะภาระสูงสุดของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก พบว่าค่าขุมทอร์คว่าน้ำมันหล่อลื่นที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันสรุปได้ว่าไม่เห็นถึงความแตกต่างที่ชัดเจนจากค่าขุมทอร์คว่าน้ำมันหล่อลื่นที่สภาวะภาระสูงสุดที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

### 6.1.6 ค่าควันดำที่สภาวะภาระสูงสุด

ผลการวัดค่าควันดำที่สภาวะภาระสูงสุดของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับ เมื่อใช้น้ำมันดีเซลทางเลือกเป็นเชื้อเพลิง แสดงในรูปที่ 6-6



รูปที่ 6-6 แสดงผลเปรียบเทียบค่าควันดำที่สภาวะภาระสูงสุดของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลและเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

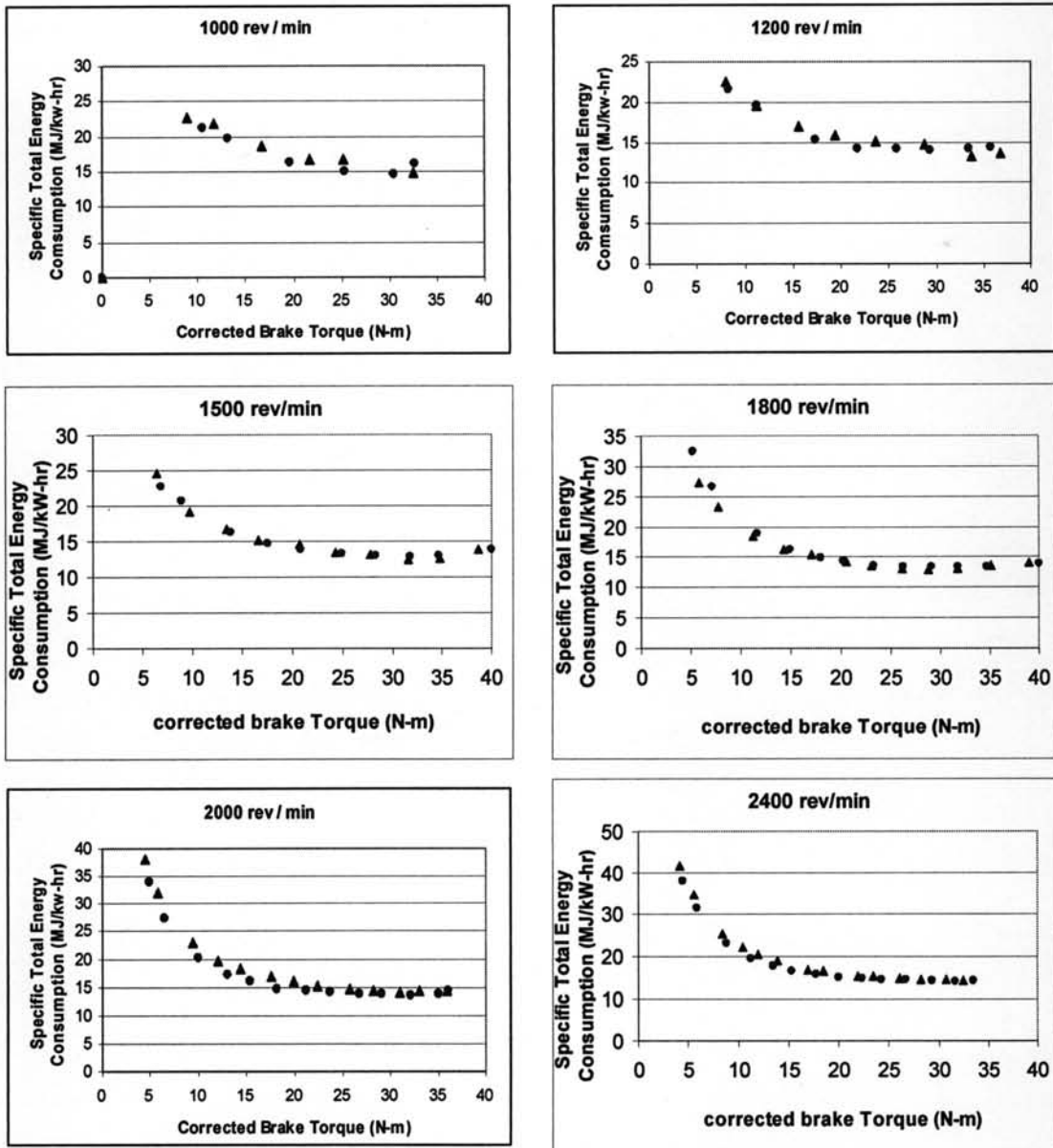
จากผลการเปรียบเทียบค่าควันดำที่สภาวะภาระสูงสุดของเครื่องยนต์พบว่าค่าควันดำที่สภาวะภาระสูงสุดของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก มีค่าสูงกว่าในหลายๆช่วงความเร็วรอบ ซึ่งเนื่องมาจากน้ำมันเตามีค่า Carbon residue และค่าร้อยละของซีเถ้าที่สูงกว่าเชื้อเพลิงดีเซลทำให้ในการเผาไหม้ มีเขม่าสูงกว่า

### 6.1.7 ค่าอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ สภาวะภาระบางส่วน

จากรูปที่ 6-7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะกับแรงบิดเบรก ที่ค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ ตั้งแต่ 1,000 1,200 1,500 1,800 2,000 และ 2,400 รอบต่อนาที ของเครื่องยนต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าสูงกว่าค่าจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลอย่างชัดเจน ค่าอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะต่ำสุดเมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่า 12.8 MJ/kW-hr เกิดขึ้นที่ความเร็ว 1,500 รอบต่อนาที และแรงบิดเบรก 31.8 N-m ส่วนค่าอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะต่ำสุดเมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลมีค่า 12.4 MJ/kW-hr เกิดขึ้นที่จุดเดียวกันจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกที่ความเร็ว 1,500 รอบต่อนาที และแรงบิดเบรก 31.6 N-m ซึ่งค่าจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าสูงกว่า ร้อยละ 3.2 ส่วนค่าอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะในแต่ละจุดทดสอบอื่นๆ พบว่าค่าจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกในหลายจุดทดสอบมีค่าที่สูงกว่าค่าจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซล โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างอยู่ในช่วง (0.1 – 14) %

สรุปผลการทดสอบที่สภาวะภาระบางส่วน คือ อัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะ มีค่าสูงขึ้นเมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก ซึ่งสาเหตุหลักมาจากค่าความร้อนของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

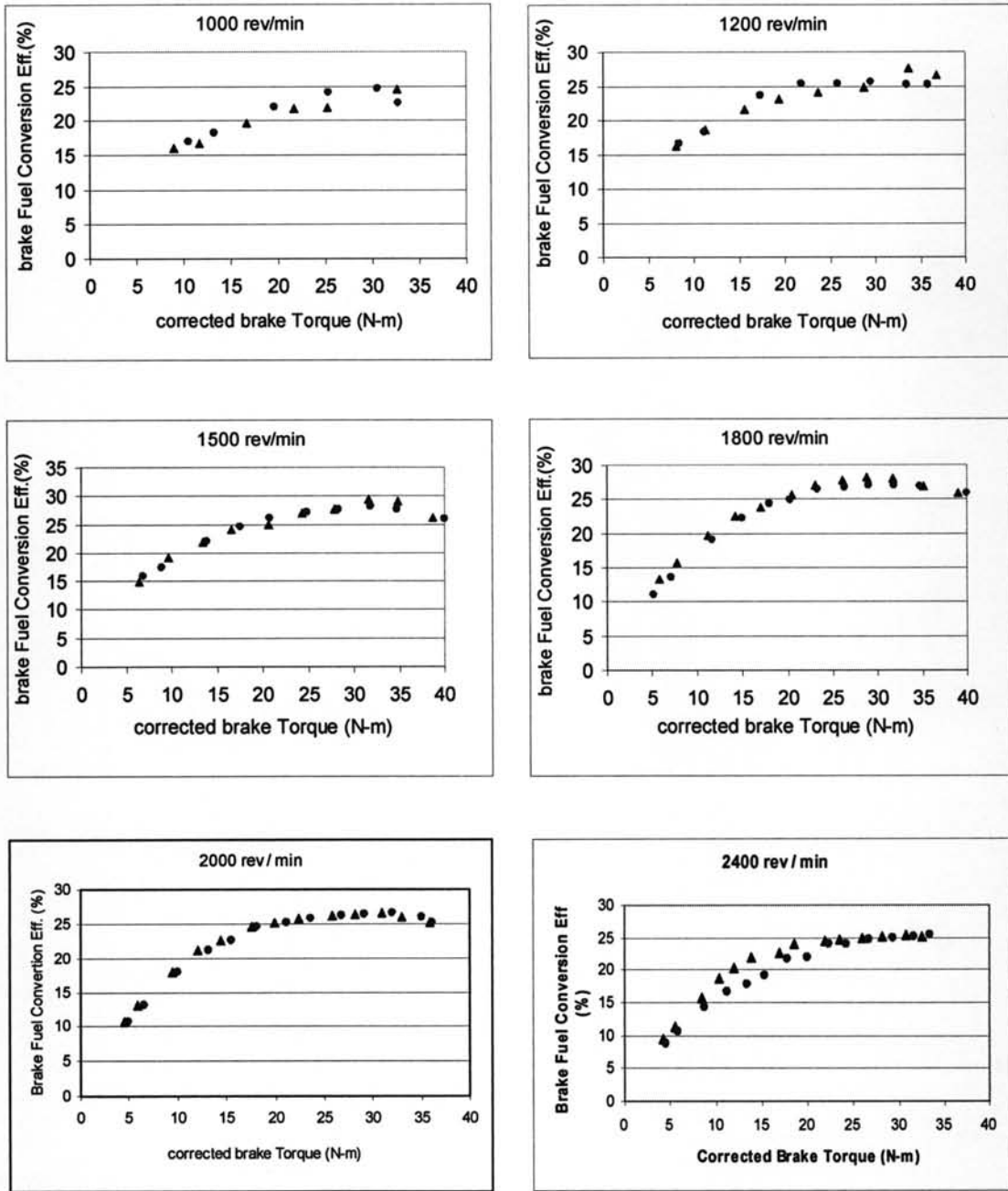
(44.66 MJ/kg) มีค่าที่ต่ำกว่าค่าความร้อนของน้ำมันดีเซล (45.56 MJ/kg) โดยความแตกต่างของค่าความร้อนอยู่ที่ ร้อยละ 2.0



▲ Diesel ● Alternative Diesel

รูปที่ 6-7 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ค่าต่างๆ ของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และ เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

6.1.8 ค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่สภาวะภาระบางส่วน



▲ Diesel ● Alternative Diesel

รูปที่ 6-8 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ค่าต่างๆ เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

จากรูปที่ 6-8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกกับแรงบิดเบรก ที่ค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ ตั้งแต่ 1,000 1,200 1,500 1,800 2,000 และ 2,400 รอบต่อนาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกจากการ

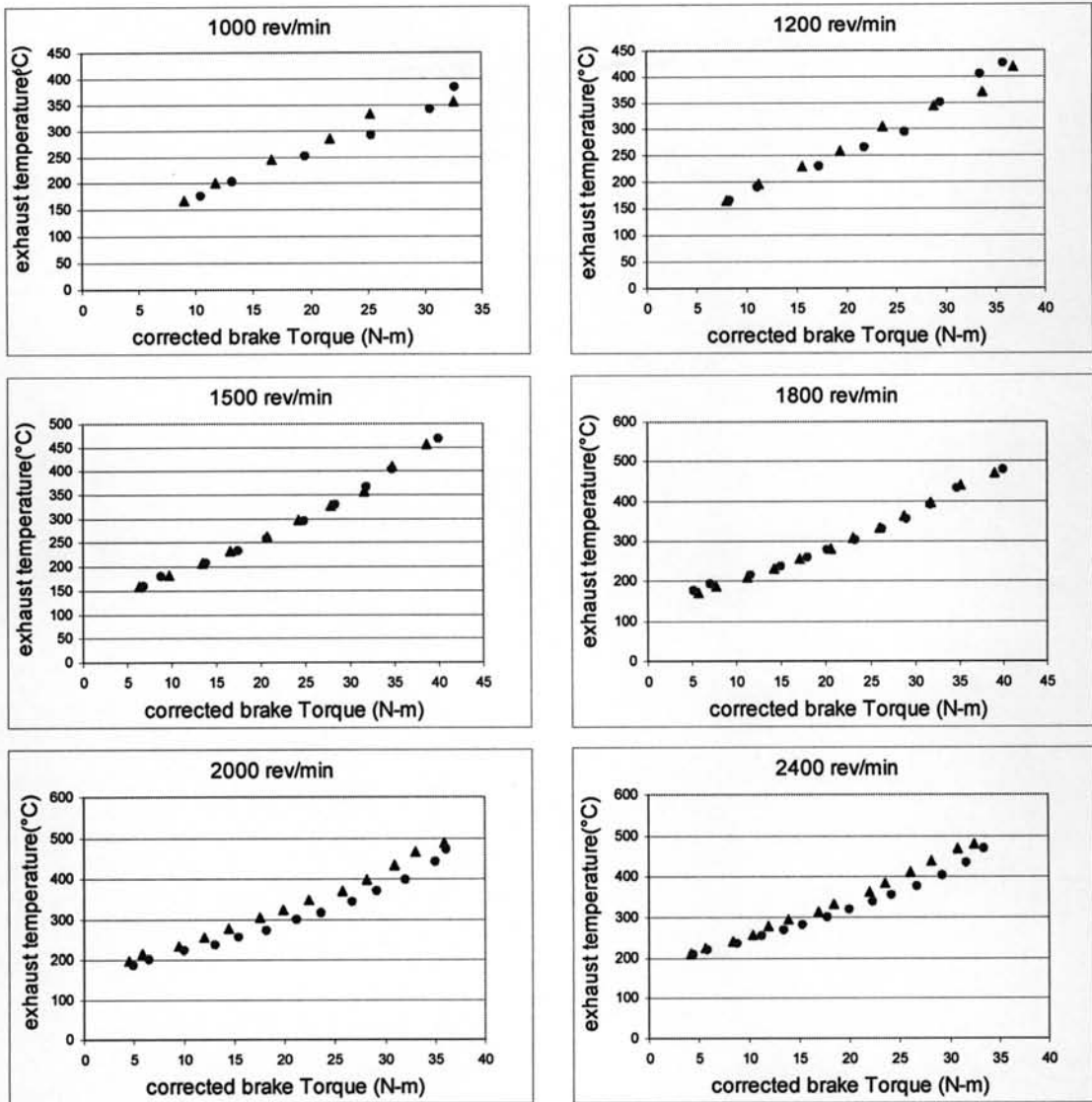
ใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากเชื้อเพลิงดีเซล โดยค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกสูงสุดเมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่า ร้อยละ 28.14 เกิดขึ้นที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,500 รอบต่อนาที และแรงบิดเบรก 31.81 N-m ส่วนค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกสูงสุดเมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลมีค่า ร้อยละ 29.4 เกิดขึ้นที่จุดเดียวกันจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,500 รอบต่อนาที และแรงบิดเบรก 31.6 N-m ซึ่งพบว่า ณ จุดทำงานดังกล่าวค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าต่ำกว่า ร้อยละ 4.4

สรุปได้ว่าค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกที่ได้จากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกและเชื้อเพลิงดีเซลมีค่าใกล้เคียงกัน โดยเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าต่ำกว่าเล็กน้อยในบางจุดทดสอบ ซึ่งประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรก จะลดความสัมพันธ์ของตัวแปรค่าความร้อนของเชื้อเพลิง ทำให้ค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงจากการใช้เชื้อเพลิงทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน

#### 6.1.9 ค่าอุณหภูมิไอเสียที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ สภาวะภาระบางส่วน

รูปที่ 6-9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิไอเสียกับแรงบิดเบรก ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ ตั้งแต่ 1,000 1,200 1,500 1,800 2,000 และ 2,400 รอบต่อนาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าอุณหภูมิไอเสียจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่เกิดจากเชื้อเพลิงดีเซล สรุปได้ว่าค่าอุณหภูมิไอเสียที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกและเชื้อเพลิงดีเซลมีค่าใกล้เคียงกัน โดยเชื้อเพลิงดีเซลมีค่าสูงกว่าเล็กน้อยในบางจุดทดสอบ

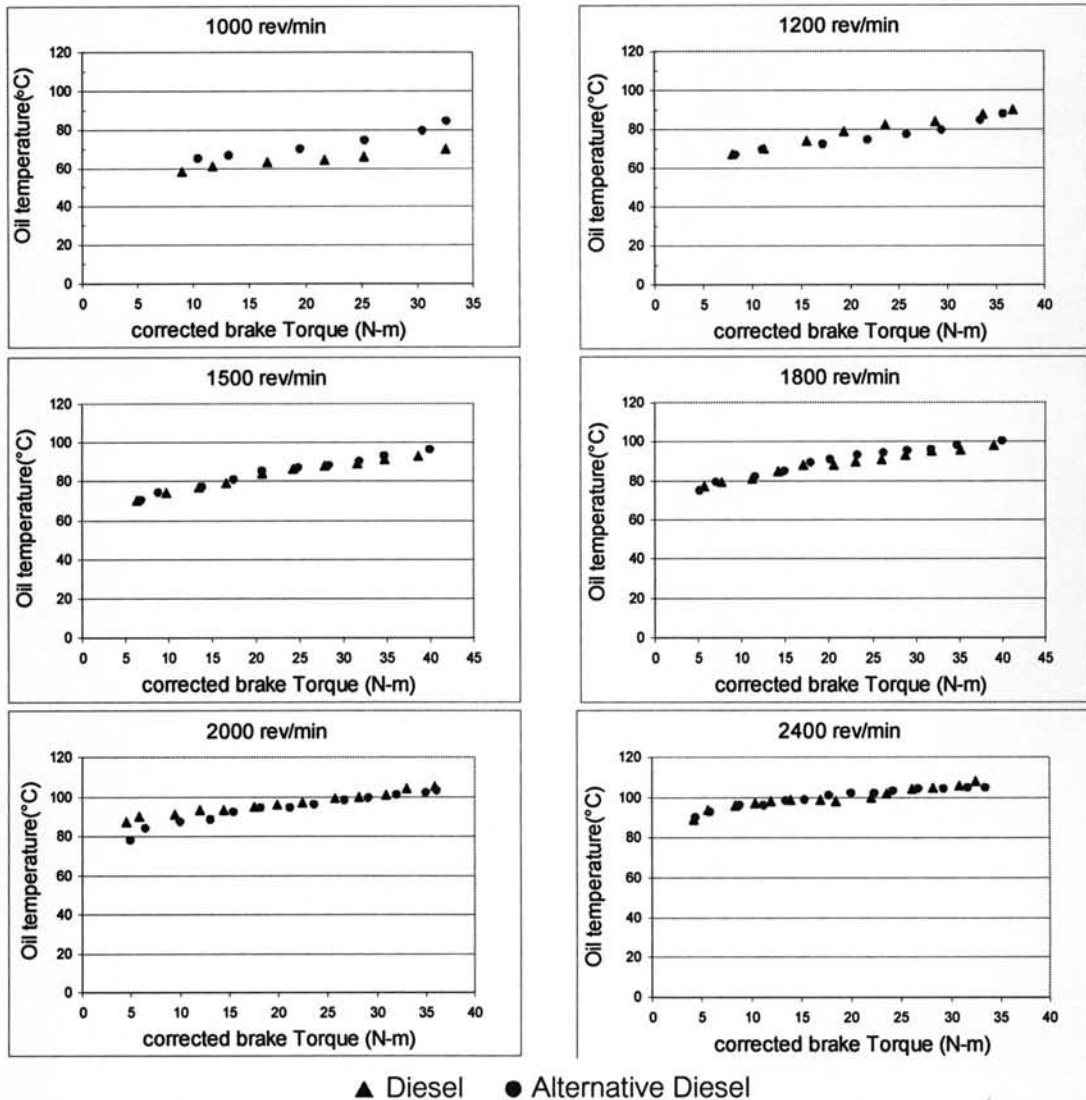




▲ Diesel ● Alternative Diesel

รูปที่ 6-9 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิไอเสียที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ค่าต่างๆ เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

### 6.1.10 ค่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ สภาวะภาระบางส่วน



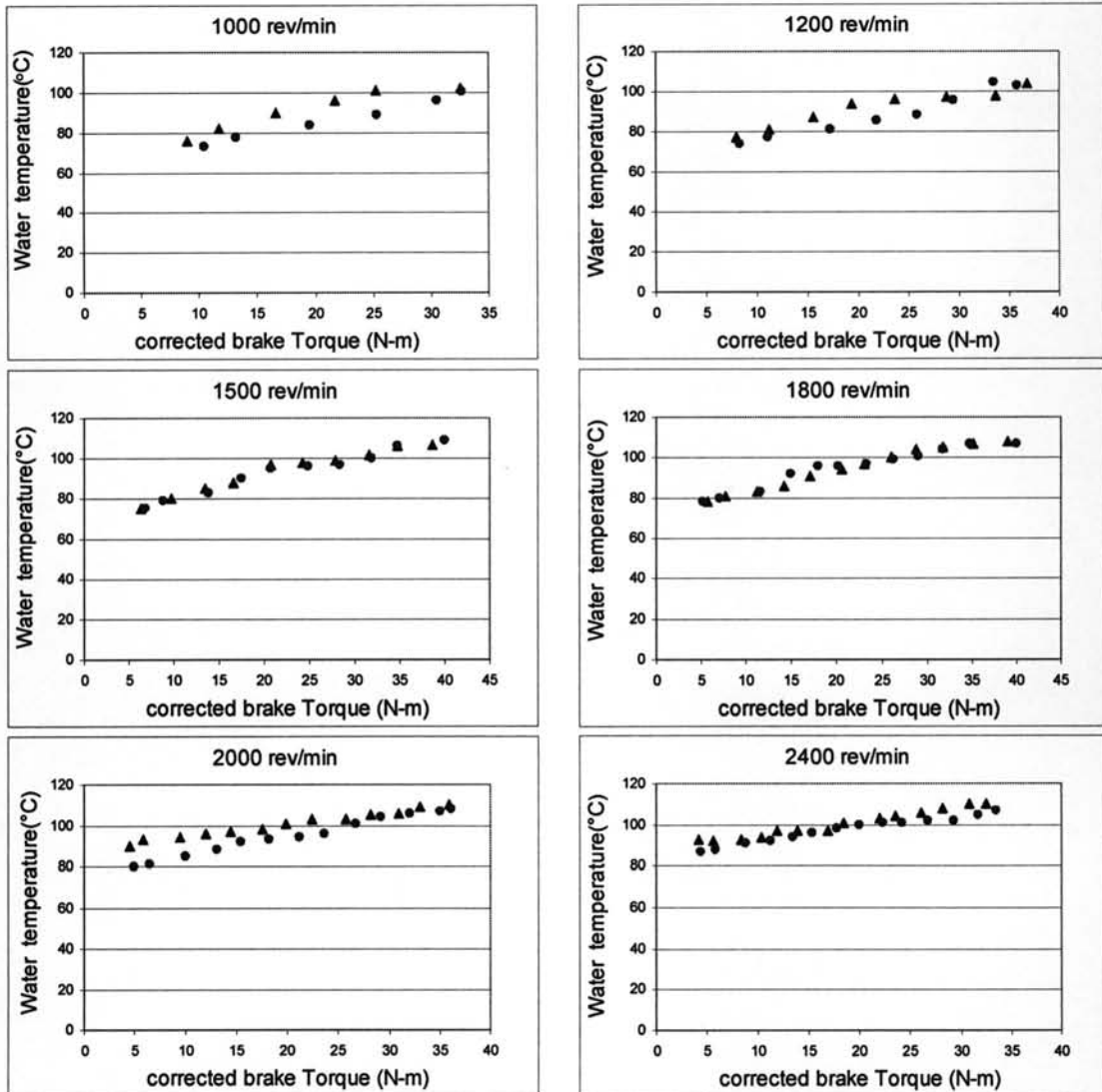
▲ Diesel ● Alternative Diesel

รูปที่ 6-10 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ค่าต่างๆ เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

จากรูปที่ 6-10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นกับแรงบิดเบรก ที่ค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ ตั้งแต่ 1,000 1,200 1,500 1,800 2,000 และ 2,400 รอบต่อนาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่เกิดจากเชื้อเพลิงดีเซล โดยค่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นเมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าสูงกว่าเล็กน้อยที่ความเร็ว 1,000 รอบต่อนาที

สรุปได้ว่าค่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกและเชื้อเพลิงดีเซลมีค่าใกล้เคียงกัน โดยเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงกว่าเล็กน้อยในบางจุดทดสอบ

### 6.1.11 ค่าอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ สภาวะภาระบางส่วน



รูปที่ 6-11 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ค่าต่างๆ เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

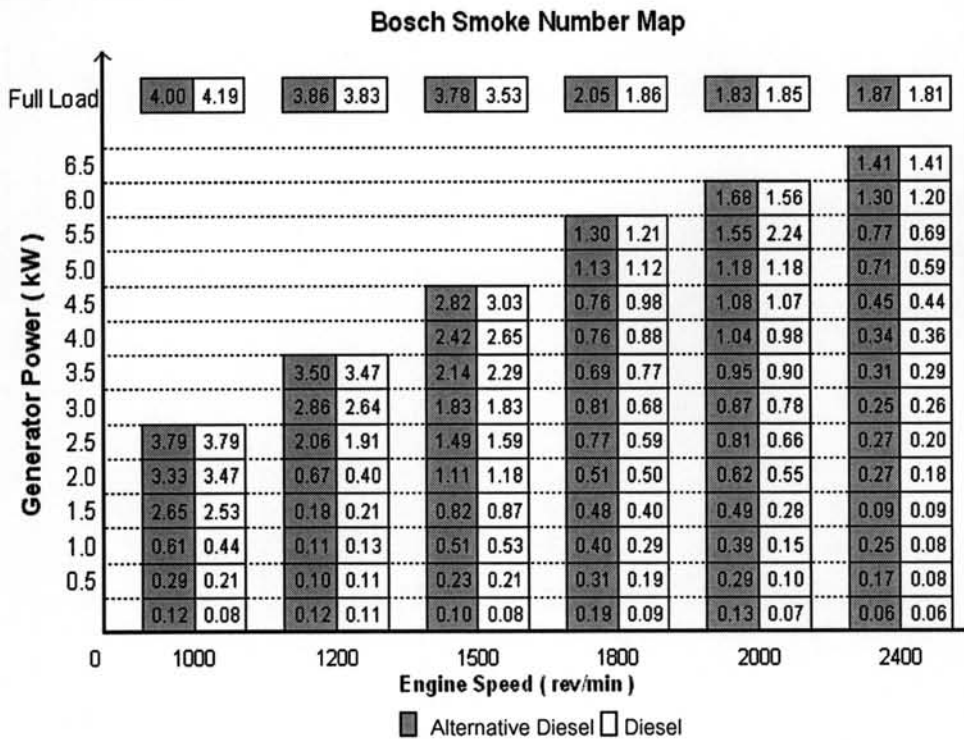
จากรูปที่ 6-11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นกับแรงบิดเบรก ที่ค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ ตั้งแต่ 1,000 1,200 1,500 1,800 2,000 และ 2,400 รอบต่อนาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากเชื้อเพลิงดีเซล

สรุปได้ว่าค่าอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกและเชื้อเพลิงดีเซลมีค่าใกล้เคียงกัน โดยเชื้อเพลิงดีเซลมีค่าสูงกว่าเล็กน้อยในบางจุดทดสอบ

6.1.12 ค่าควันดำที่สภาวะภาระบางส่วน

จากการวัดค่าควันดำที่สภาวะภาระสูงสุดและที่สภาวะภาระบางส่วนของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก สามารถนำมาเปรียบเทียบและแสดงไว้ในรูปที่ 6-12

ค่าควันดำจากการวัดด้วยเครื่องวัดควันดำแบบกระตาศกรงมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง ดังนั้นในการทดสอบจึงทำการวัดค่าควันดำถึง 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ยต่อหนึ่งจุดทดสอบ ซึ่งผลจากการวัดพบว่า ค่าควันดำจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าสูงกว่าค่าควันดำจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลในย่านการทำงานที่แรงบิดเบรกปานกลางถึงแรงบิดเบรกสูงสุด ส่วนย่านการทำงานที่แรงบิดเบรกต่ำค่าควันดำที่ได้จากการทดสอบมีค่าใกล้เคียงกัน โดยเชื้อเพลิงทั้งสองมีแนวโน้มคล้ายกันคือที่สภาวะภาระบางส่วนค่าควันดำมีค่าเพิ่มขึ้นตามแรงบิดเบรกที่เพิ่มขึ้นและน้อยลงตามความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน



รูปที่ 6-12 แสดงผลเปรียบเทียบค่าควันดำที่สภาวะภาระสูงสุดและที่สภาวะภาระบางส่วนเมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

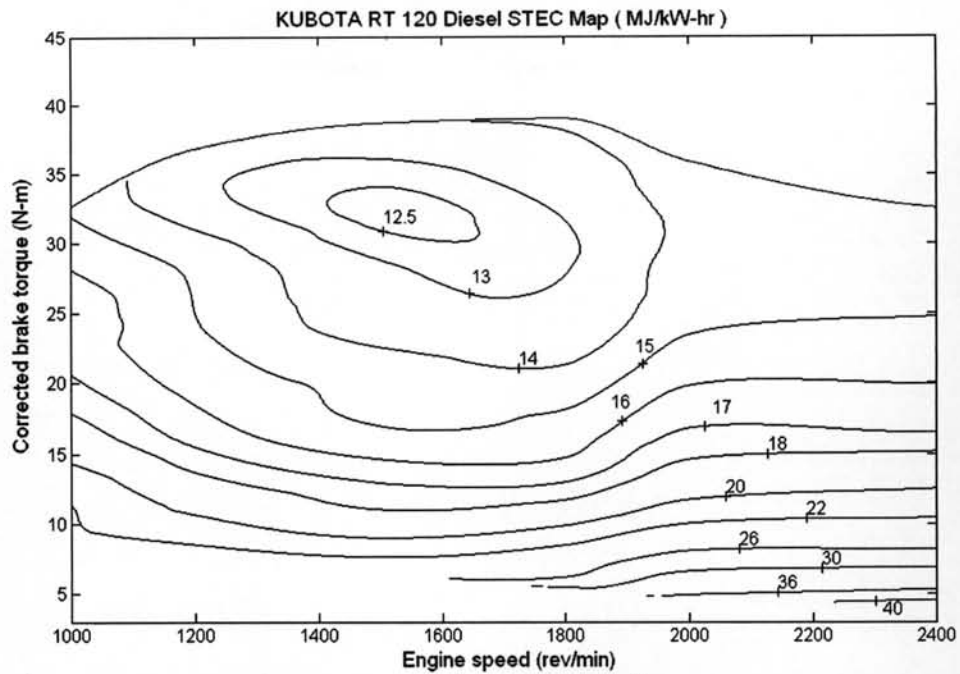
### 6.1.13 แผนภูมิแสดงสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ (Engine Map)

เมื่อเราทราบค่าการทำงานของเครื่องยนต์ ที่สภาวะสูงสุด และสภาวะบางส่วนแล้ว เราสามารถนำค่าที่ได้ มาแสดงในรูปของแผนภูมิแสดงสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ เพื่อให้เห็นภาพรวมของสภาวะการทำงานได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เนื่องจากแผนภูมิแสดงสภาวะการทำงานจะแสดงค่าที่ทุกความเร็วรอบ และ ที่ทุกสภาวะการทำงาน โดยเราจะแสดงแผนภูมิต่างๆดังนี้

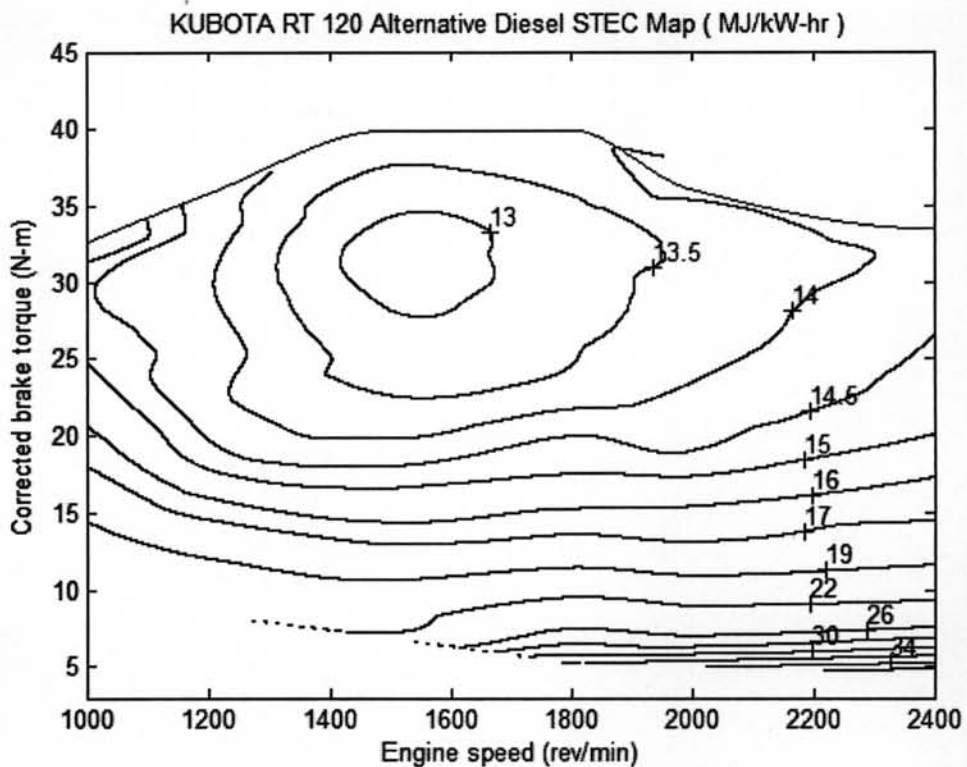
- แผนภูมิสมรรถนะของเครื่องยนต์
- แผนภูมิประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรก
- แผนภูมิอุณหภูมิไอเสีย
- แผนภูมิอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น
- แผนภูมิอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

#### แผนภูมิสมรรถนะของเครื่องยนต์

จากรูปที่ 6-13 และ 6-14 แสดงแผนภูมิสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก เมื่อมองภาพรวมของแผนภูมิ พบว่า แนวของเส้นอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะ จากเชื้อเพลิงดีเซลและเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก มีลักษณะที่คล้ายกันคือแนวโน้มของจุดศูนย์กลางของแผนภูมิซึ่งแสดงถึงค่าอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะ ต่ำสุดอยู่ในช่วงความเร็วที่กว้างตั้งแต่ 1,400 ถึง 1,700 รอบต่อนาที ที่ช่วงแรงบิดประมาณ 30-35 N-m เมื่อพิจารณาเส้นอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะ พบว่าที่อัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะ ที่เท่ากันบนแผนภูมิที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลมีพื้นที่มากกว่าบนแผนภูมิที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก ถ้าพิจารณาผลที่ตำแหน่งค่าแรงบิดเบรกและความเร็วรอบเดียวกันพบว่าเชื้อเพลิงดีเซลให้ค่าอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวมจำเพาะต่ำกว่าเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก



รูปที่ 6-13 แสดงแผนภูมิสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลแสดงค่า contour ของค่าคงที่ Specific Total Energy Consumption หน่วยเป็น MJ/kW-hr

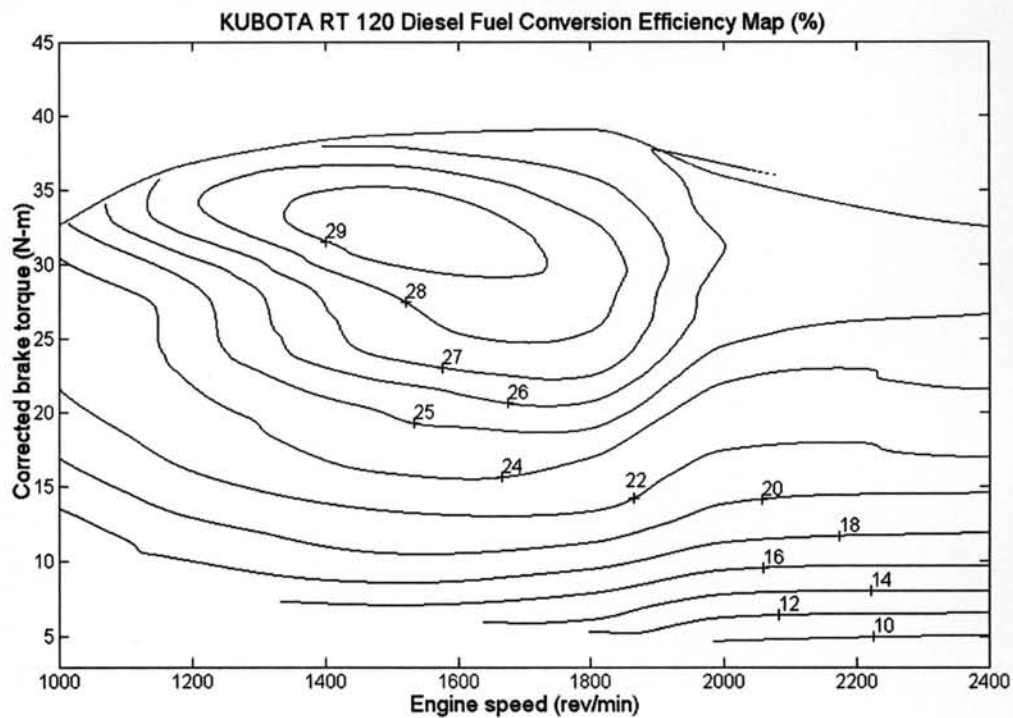


รูปที่ 6-14 แสดงแผนภูมิสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก แสดงค่า Contour ของค่าคงที่ Specific Total Energy Consumption หน่วยเป็น MJ/kW-hr

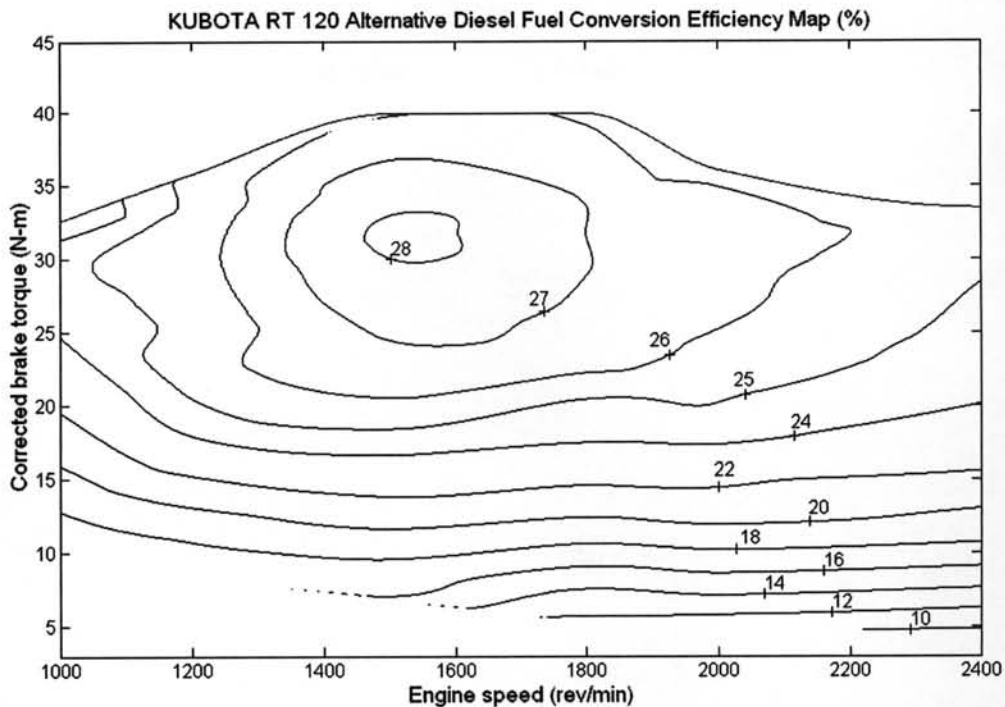
### แผนภูมิประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรก

ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกที่สภาวะภาระสูงสุด และสภาวะภาระบางส่วน ของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก แสดงในรูปของแผนภูมิ ดังรูปที่ 6-15 และรูปที่ 6-16 ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบผลระหว่างใช้เชื้อเพลิงดีเซล และใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกเป็นเชื้อเพลิง สรุปได้ดังนี้

จากแผนภูมิที่ได้พบว่าค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงที่สภาวะภาระบางส่วน ของเครื่องยนต์จากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าน้อยกว่าเชื้อเพลิงดีเซลอย่างชัดเจน ในช่วงภาระสูง ส่วนในช่วงภาระต่ำประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงที่สภาวะภาระบางส่วน ของเครื่องยนต์จากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก มีค่าใกล้เคียงกับดีเซล



รูปที่ 6-15 แผนภูมิสมรรถนะแสดงค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรก ที่สภาวะภาระบางส่วนของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล



รูปที่ 6-16 แผนภูมิสมรรถนะแสดงค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกที่สภาวะ  
ภาระบางส่วนของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

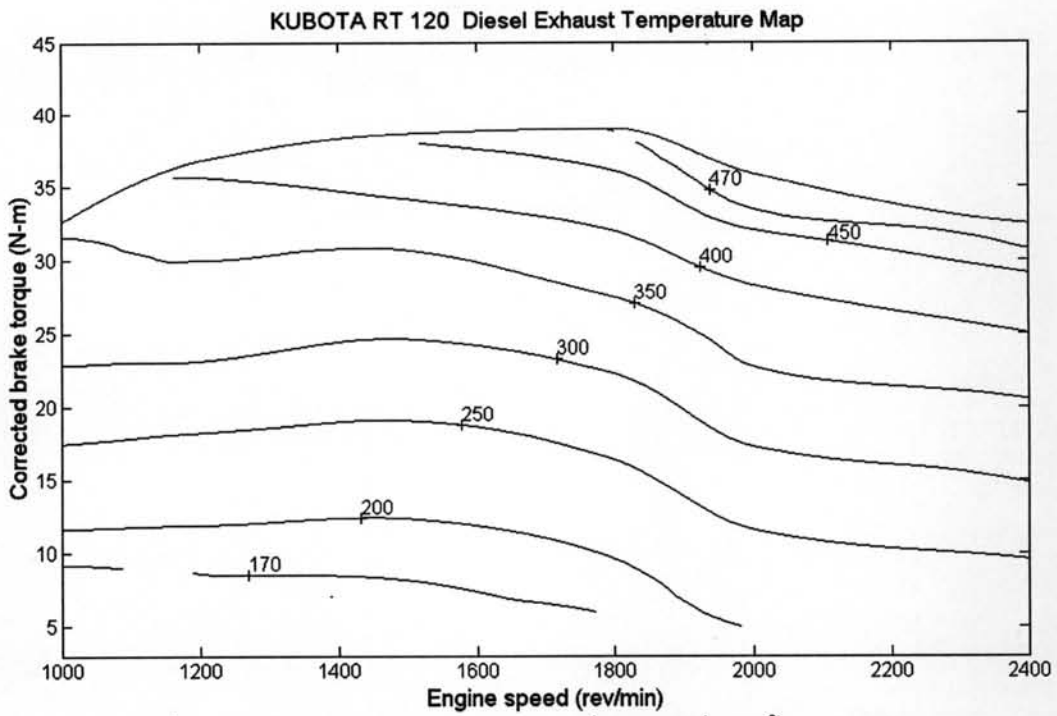
#### แผนภูมิอุณหภูมิไอเสีย

ผลการวัดค่าอุณหภูมิไอเสียที่สภาวะภาระสูงสุด และสภาวะภาระบางส่วน สามารถนำมาแสดงในรูปของแผนภูมิอุณหภูมิไอเสีย โดยอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก แสดงในรูปที่ 6-17 และ 6-18 ตามลำดับ

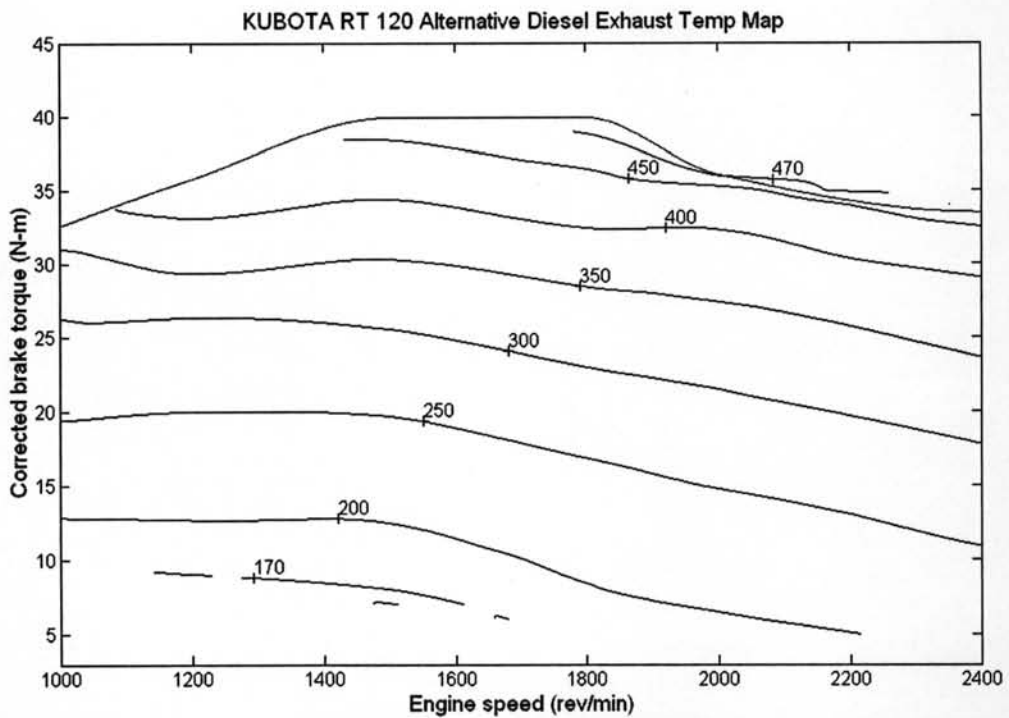
อุณหภูมิไอเสียที่สภาวะภาระบางส่วน ระหว่างการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกและเชื้อเพลิงดีเซล มีค่าใกล้เคียงกัน ไม่เห็นความแตกต่างที่ชัดเจน โดยค่าอุณหภูมิไอเสียจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าแรงบิดสูงขึ้น และรอบการทำงานสูงขึ้น

สรุปได้ว่าอุณหภูมิไอเสียเมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกและเชื้อเพลิงดีเซล มีค่าใกล้เคียงกัน ไม่เห็นความแตกต่างที่ชัดเจน ที่ช่วงสภาวะภาระสูงสุด และช่วงสภาวะภาระบางส่วน





รูปที่ 6-17 แผนภูมิอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล



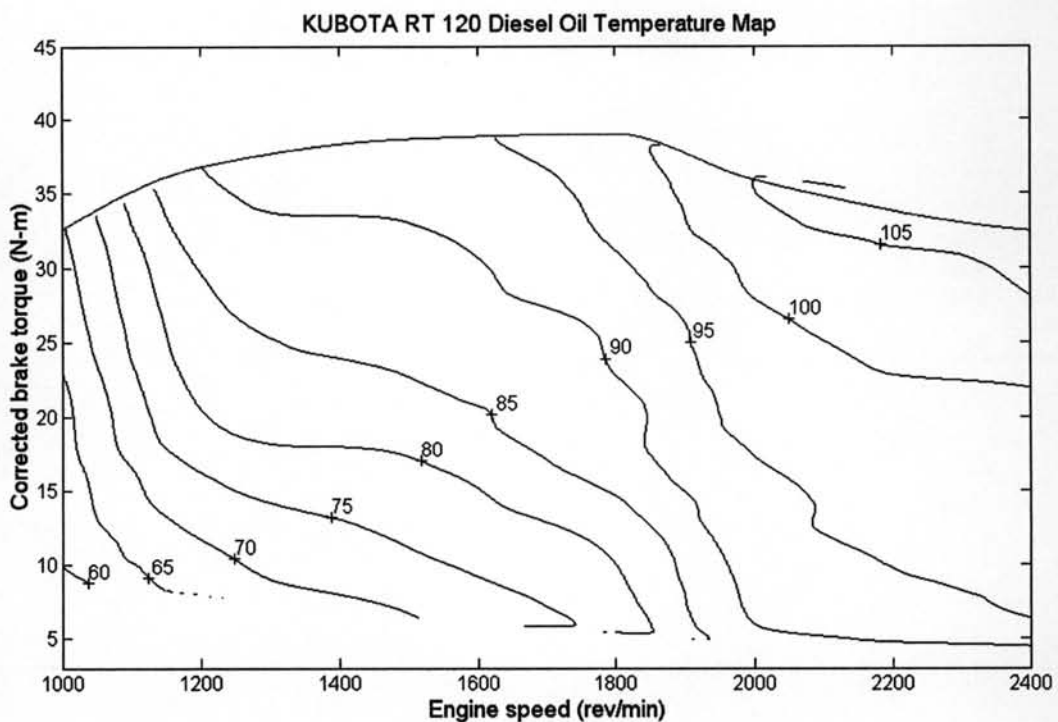
รูปที่ 6-18 แผนภูมิอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

### แผนภูมิอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น

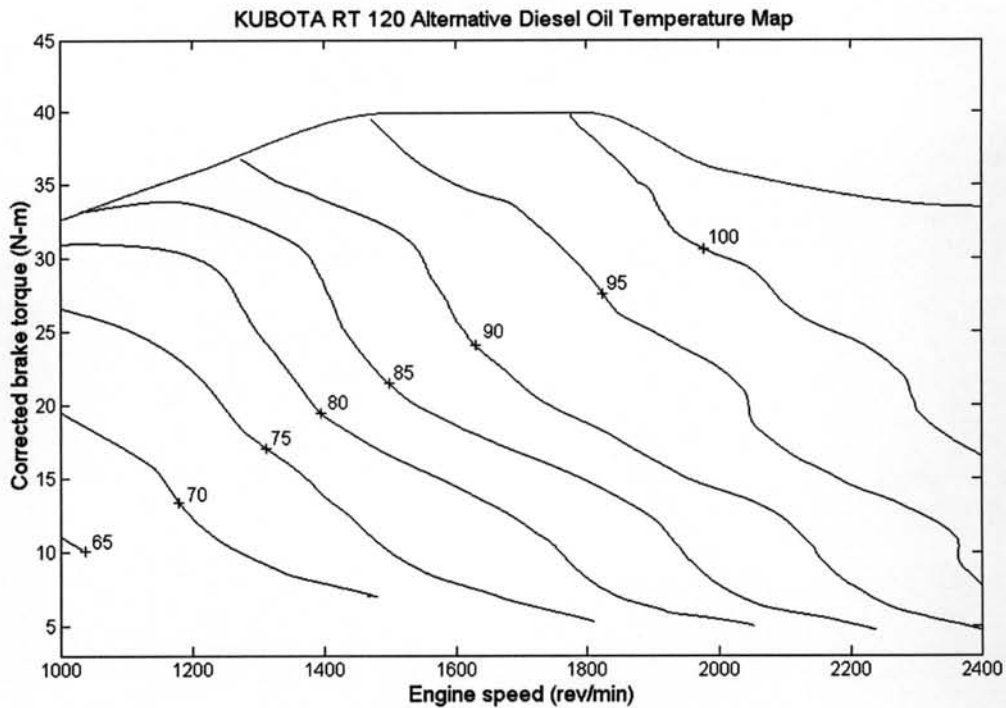
ผลการวัดค่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นที่สภาวะภาระสูงสุด และสภาวะภาระบางส่วน สามารถนำมาแสดงในรูปของแผนภูมิอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น โดยอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์ เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลและเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก แสดงในรูปที่ 6-19 และ 6-20 ตามลำดับ

อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นที่สภาวะภาระบางส่วน ระหว่างการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก และเชื้อเพลิงดีเซล มีค่าใกล้เคียงกัน ไม่เห็นความแตกต่างที่ชัดเจน โดยค่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าแรงบิดสูงขึ้น และรอบการทำงานสูงขึ้น

สรุปได้ว่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นเมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกและเชื้อเพลิงดีเซล มีค่าใกล้เคียงกัน ไม่เห็นความแตกต่างที่ชัดเจน ที่ช่วงสภาวะภาระสูงสุด และช่วงสภาวะภาระบางส่วน



รูปที่ 6-19 แผนภูมิอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล

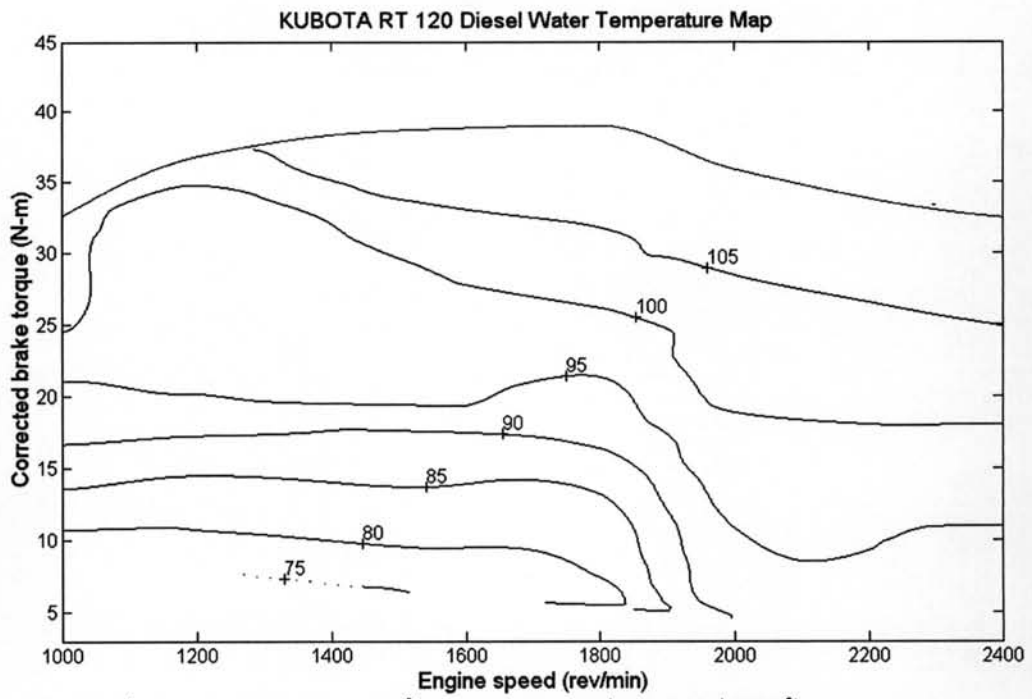


รูปที่ 6-20 แผนภูมิอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

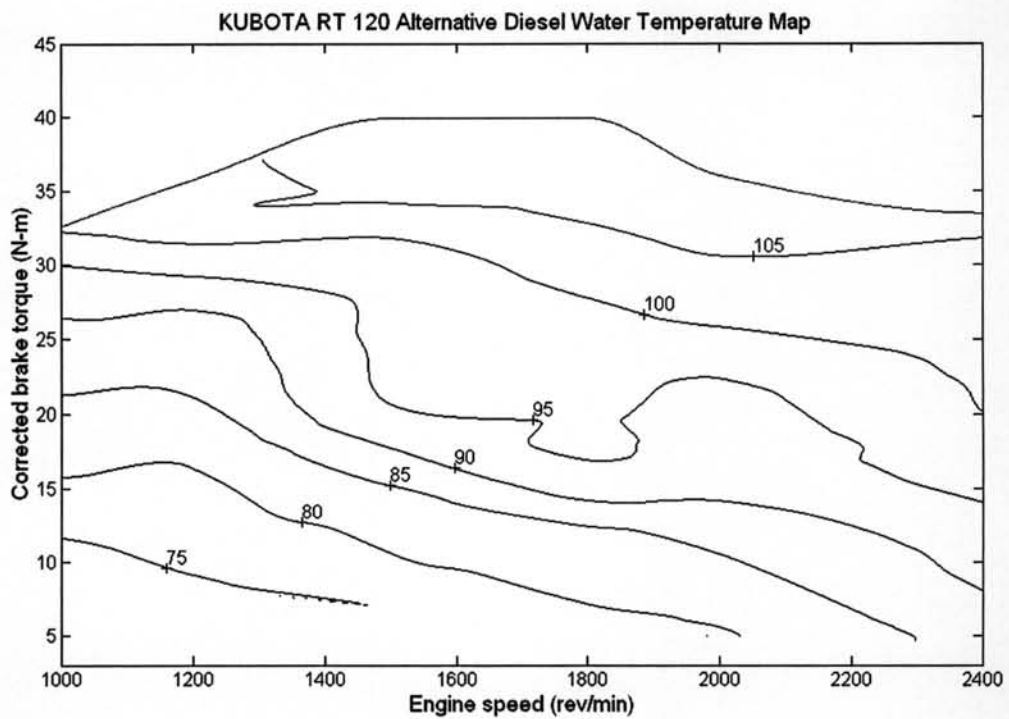
### แผนภูมิอุณหภูมิน้ำมันหล่อเย็น

ผลการวัดค่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อเย็นที่สภาวะภาระสูงสุด และสภาวะภาระบางส่วน สามารถนำมาแสดงในรูปของแผนภูมิอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น โดยอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์ เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล และ เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก แสดงในรูปที่ 6-21 และ 6-22 ตามลำดับ

จากแผนภูมิอุณหภูมิน้ำมันหล่อเย็นพบว่า ค่าอุณหภูมิน้ำมันหล่อเย็นระหว่างการใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกและ เชื้อเพลิงดีเซล มีค่าใกล้เคียงกันไม่เห็นความแตกต่างที่ชัดเจน ที่ช่วงสภาวะภาระสูงสุด และช่วงสภาวะภาระบางส่วน โดยอุณหภูมิน้ำมันหล่อเย็นจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าแรงบิดสูงขึ้น และรอบการทำงานสูงขึ้น



รูปที่ 6-21 แผนภูมิอุณหภูมิหมักน้ำหล่อเย็นของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล



รูปที่ 6-22 แผนภูมิอุณหภูมิหมักน้ำหล่อเย็นของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

## 6.2 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ความดันในห้องเผาไหม้

การทดสอบวัดข้อมูลความดันในห้องเผาไหม้จะทดสอบที่ความเร็วรอบ 1400 rpm 1800 rpm และ 2100 rpm ที่ภาระต่างๆ คือ 10 Nm, 20 Nm และ 30 Nm ซึ่งได้จากการดัดแปลงวัฏจักรการทดสอบตามมาตรฐาน ESC Test โดยมีผลการทดสอบสมรรถนะดังนี้ ตารางที่ 6-1 แสดงผลสมรรถนะที่จุดทดสอบวัดข้อมูลความดันในห้องเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซล

Speed	T	Crted T	Power	FC	sfc	Amb P	Mano Measure
rpm	Nm	Nm	Kw	(g/s)	(g/Kw.h)	mmHg	mmH2O
1400	10	10.10	1.48	0.147	357.57	753.5	12.2
1400	20	20.20	2.96	0.225	273.30	753.8	12.2
1400	30	30.37	4.45	0.318	256.92	753.8	12.2
1800	10	10.13	1.91	0.200	377.53	753.9	15.4
1800	20	20.26	3.82	0.304	286.73	753.9	15.4
1800	30	30.46	5.74	0.414	259.29	753.9	15.4
2100	10	10.15	2.23	0.243	391.31	753.9	20.2
2100	20	20.32	4.47	0.354	285.12	753.9	20.2
2100	30	30.42	6.69	0.494	265.69	753.9	20.2

ตารางที่ 6-1 แสดงผลสมรรถนะที่จุดทดสอบวัดข้อมูลความดันในห้องเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซล (ต่อ)

Speed	T	Temperature						Density Air	Air flow	$\eta_v$	F/A	$\Phi$
		Exh.	oil	water	air box	WT	DT					
rpm	Nm	C	C	C	C	C	C	(kg/m3)	(g/s)	(%)		
1400	10	192.2	72.9	74.6	30.4	28.2	30	1.1528	8.002	95.36	0.018	0.26
1400	20	275.3	81.1	89.8	30.4	28.2	30.2	1.1525	8.001	95.37	0.028	0.40
1400	30	382.3	85.7	90.5	30.3	28.2	30.8	1.1502	7.994	95.46	0.040	0.57
1800	10	219.4	86.7	77.7	30.5	28.2	31	1.1496	8.979	83.44	0.022	0.32
1800	20	398.5	89.5	86.1	30.4	28.2	31	1.1496	8.979	83.44	0.034	0.49
1800	30	419.4	94.6	96.1	30.4	28.6	31.6	1.1473	8.970	83.52	0.046	0.66
2100	10	246.8	94.9	83.3	30.5	28.8	31.4	1.1481	10.276	81.97	0.024	0.34
2100	20	343.6	98	89.8	30.4	28.8	31.8	1.1466	10.270	82.02	0.034	0.49
2100	30	460.6	102.3	97.5	30.7	29.2	31.2	1.1488	10.280	81.94	0.048	0.69

ตารางที่ 6-2 แสดงผลสมรรถนะที่จุดทดสอบวัดข้อมูลความดันในห้องเผาไหม้ของ  
เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

Speed	T	Crted T	Power	FC	sfc	Amb P	Mano Measure
rpm	Nm	Nm	Kw	(g/s)	(g/Kw.h)	mmHg	mmH2O
1400	10	10.10	1.48	0.155	378.04	753.35	12.4
1400	20	20.31	2.98	0.233	282.19	753.5	12.4
1400	30	30.39	4.46	0.332	267.94	753.5	12.4
1800	10	10.14	1.91	0.209	394.01	753.5	15.5
1800	20	20.27	3.82	0.311	292.71	753.5	15.5
1800	30	30.45	5.74	0.423	265.46	753.75	15.5
2100	10	10.15	2.23	0.249	401.34	754	20.1
2100	20	20.31	4.47	0.366	294.85	754	20.1
2100	30	30.46	6.70	0.512	275.42	754	20.1

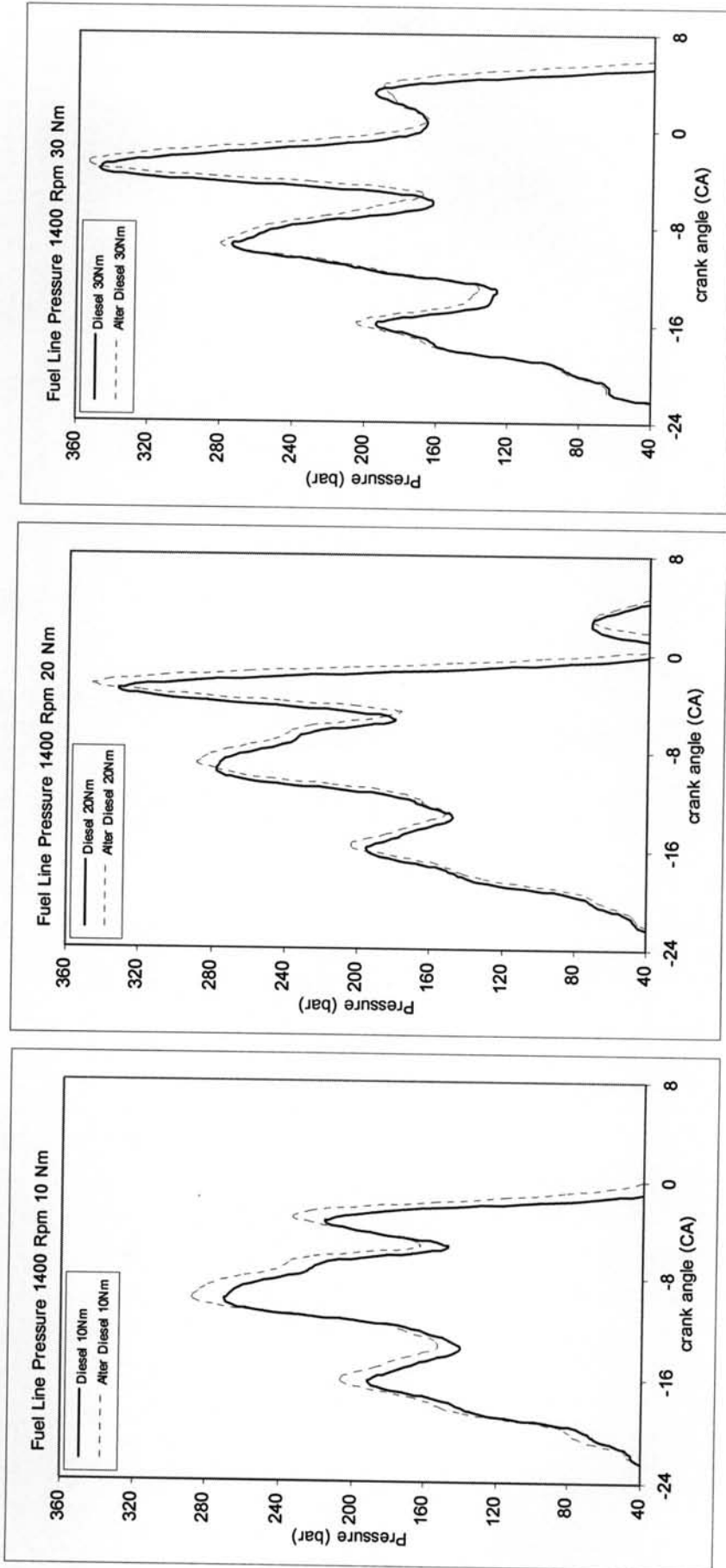
ตารางที่ 6-2 แสดงผลสมรรถนะที่จุดทดสอบวัดข้อมูลความดันในห้องเผาไหม้ของเชื้อเพลิง  
ดีเซลทางเลือก (ต่อ)

Speed	T	Temperature						Density Air	Air flow	$\eta_v$	F/A	$\Phi$
		Exh.	oil	water	air box	WT	DT					
rpm	Nm	C	C	C	C	C	C	(kg/m3)	(g/s)	(%)		
1400	10	193.8	73.5	73.9	30.4	28.4	30	1.1525	8.067	96.14	0.019	0.28
1400	20	277.9	78.8	91	30.5	28.8	31.4	1.1475	8.049	96.36	0.029	0.42
1400	30	390.4	85.1	91.2	30.9	29.2	30.8	1.1497	8.057	96.26	0.041	0.59
1800	10	221.2	87.7	76.8	30.9	29.8	31	1.1490	9.005	83.73	0.023	0.33
1800	20	320.3	90.6	89.7	30.8	29.8	31	1.1490	9.005	83.73	0.035	0.49
1800	30	422.8	96.9	98	31.2	29.8	31.4	1.1479	9.001	83.78	0.047	0.67
2100	10	247.7	96.4	86.5	31.3	30	31.6	1.1475	10.248	81.78	0.024	0.35
2100	20	345.8	98.1	92.6	31.4	29	31.6	1.1475	10.248	81.78	0.036	0.51
2100	30	467.8	100.5	97.8	31.4	29	31.6	1.1475	10.248	81.78	0.050	0.72

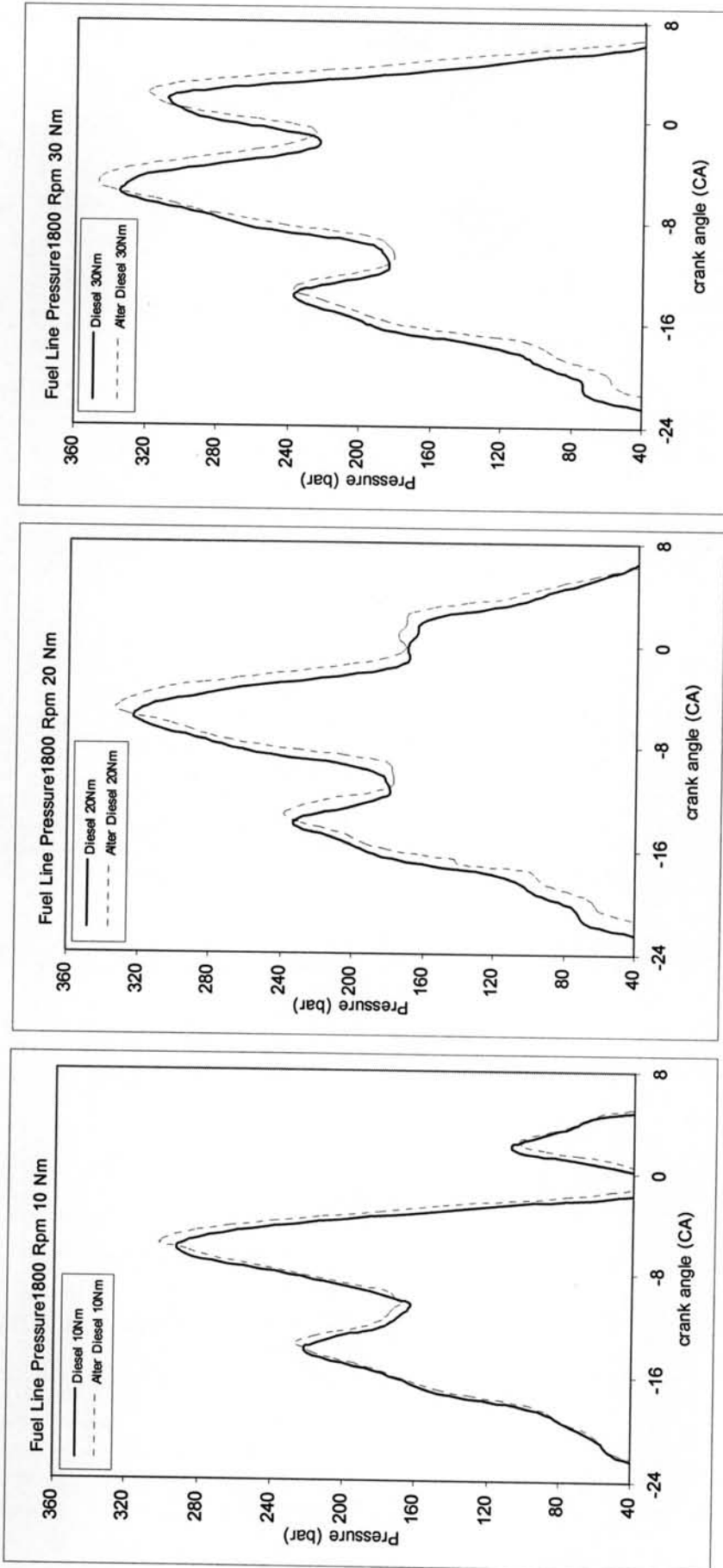
### 6.2.1 แสดงผลความดันเชื้อเพลิงที่ทางเข้าหัวฉีด

ผลความดันเชื้อเพลิงที่ทางเข้าหัวฉีดของเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

ที่จุดทดสอบ แสดงดังรูปที่ 6 - 23 (ก) ถึง 6 - 23 (ค)

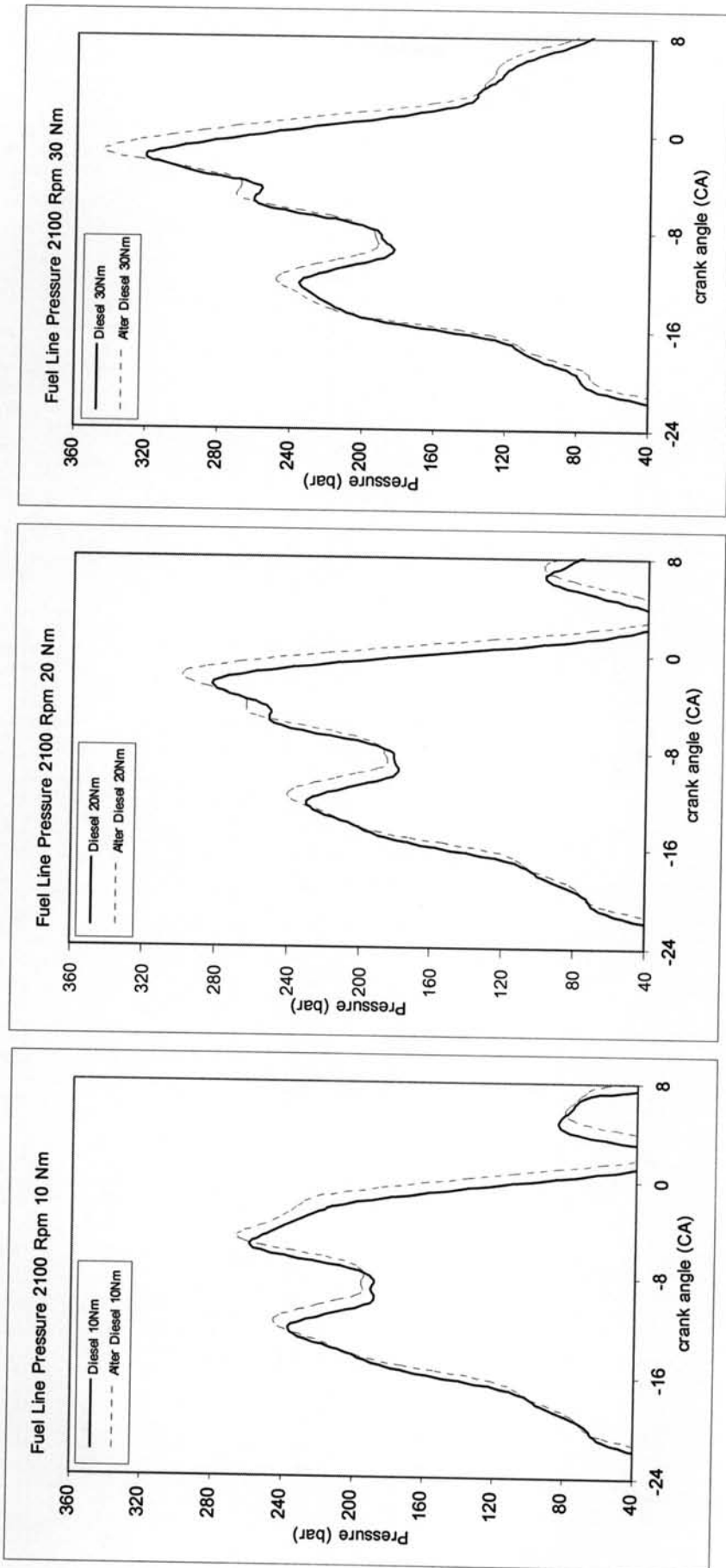


รูปที่ 6-23 (ก) แสดงผลความดันเชื้อเพลิงทางเข้าหัวฉีด ของเชื้อเพลิงดีเซลและเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก ที่ 1400 rpm แรงบิด 10, 20 และ 30 Nm



รูปที่ 6-23 (ข) แสดงผลความดันเชื้อเพลิงทางเข้าหัวฉีด ของเชื้อเพลิงดีเซลและเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกที่ 1800 rpm แรงบิด 10, 20 และ 30 Nm





รูปที่ 6 – 23 (ค) แสดงผลความดันเชื้อเพลิงทางเข้าหัวฉีด ของเชื้อเพลิงดีเซลและเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก ที่ 2100 rpm แรงบิด 10, 20 และ 30 Nm

จากรูปที่ 6-23 (ก) ถึง 6-23 (ค) แสดงความดันเชื้อเพลิงที่ทางเข้าหัวฉีด พบว่าโดยส่วนใหญ่เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีแนวโน้มที่จะสร้างความดันในการฉีดล่าช้ากว่าเชื้อเพลิงดีเซลเล็กน้อย

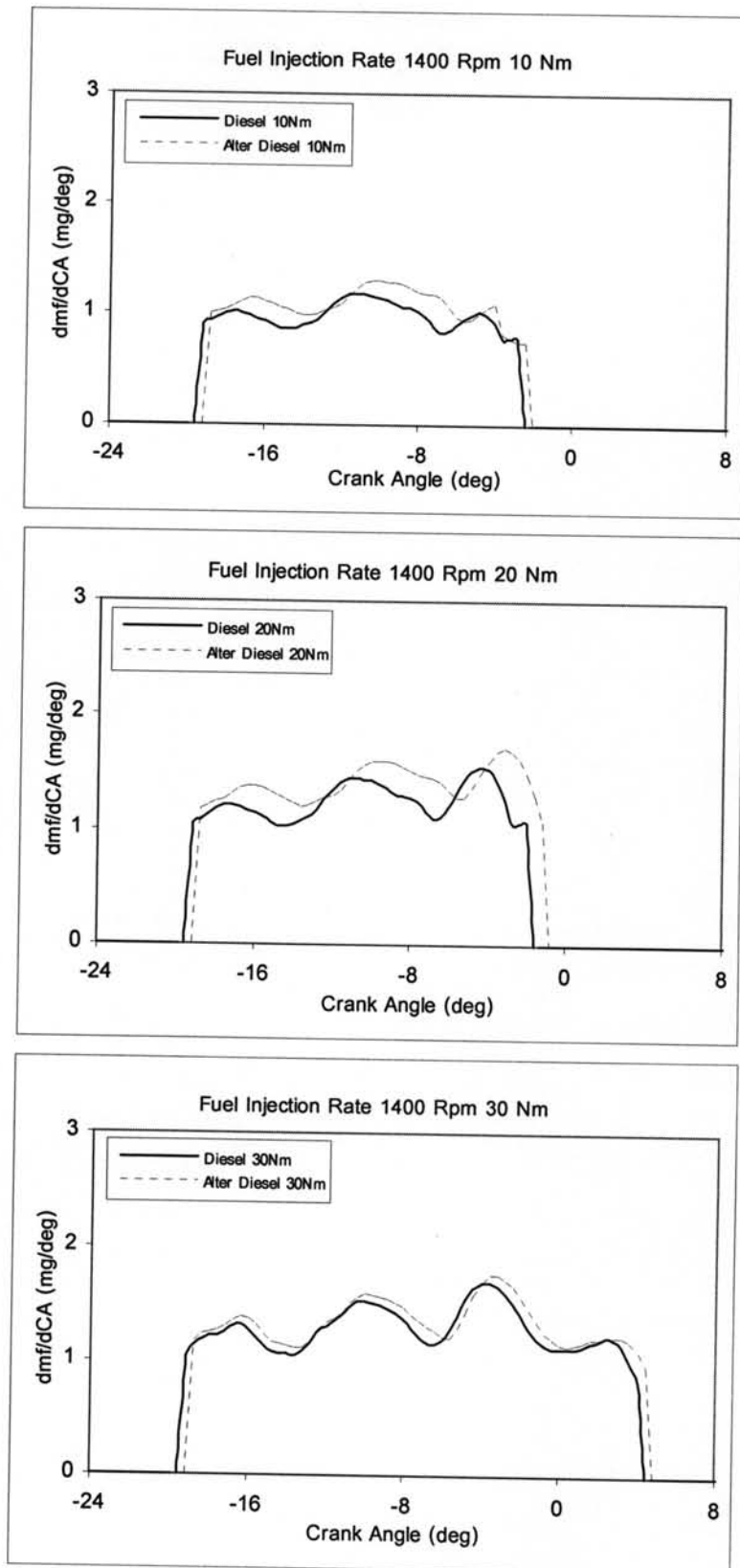
จากรูปภาพความดันเชื้อเพลิงที่ทางเข้าหัวฉีดสามารถที่จะทำนายจุดเริ่มต้นฉีดเชื้อเพลิง (SOI) ได้ ดังนั้นจากรูปนี้ก็จะบอกได้ว่า SOI ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกล่าช้ากว่าเชื้อเพลิงดีเซลเนื่องจากเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีคุณสมบัติ Compressibility สูงกว่าเชื้อเพลิงดีเซล

รูปที่ 6-24 (ก) ถึง 6-24 (ค) แสดงกราฟอัตราการฉีดเชื้อเพลิง ซึ่งพบว่าทุกจุดทดสอบของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีองศาการฉีดเชื้อเพลิงล่าช้ากว่าเชื้อเพลิงดีเซลเล็กน้อยซึ่งเป็นตามแนวโน้มของกราฟความดันเชื้อเพลิงที่ทางเข้าหัวฉีด และปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงต่อวัฏจักรหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟอัตราการฉีดเชื้อเพลิงจะพบว่าเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงต่อวัฏจักรมากกว่าเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งตรงกับอัตราการสิ้นเปลืองตามตารางที่ 6-1 และ 6-2

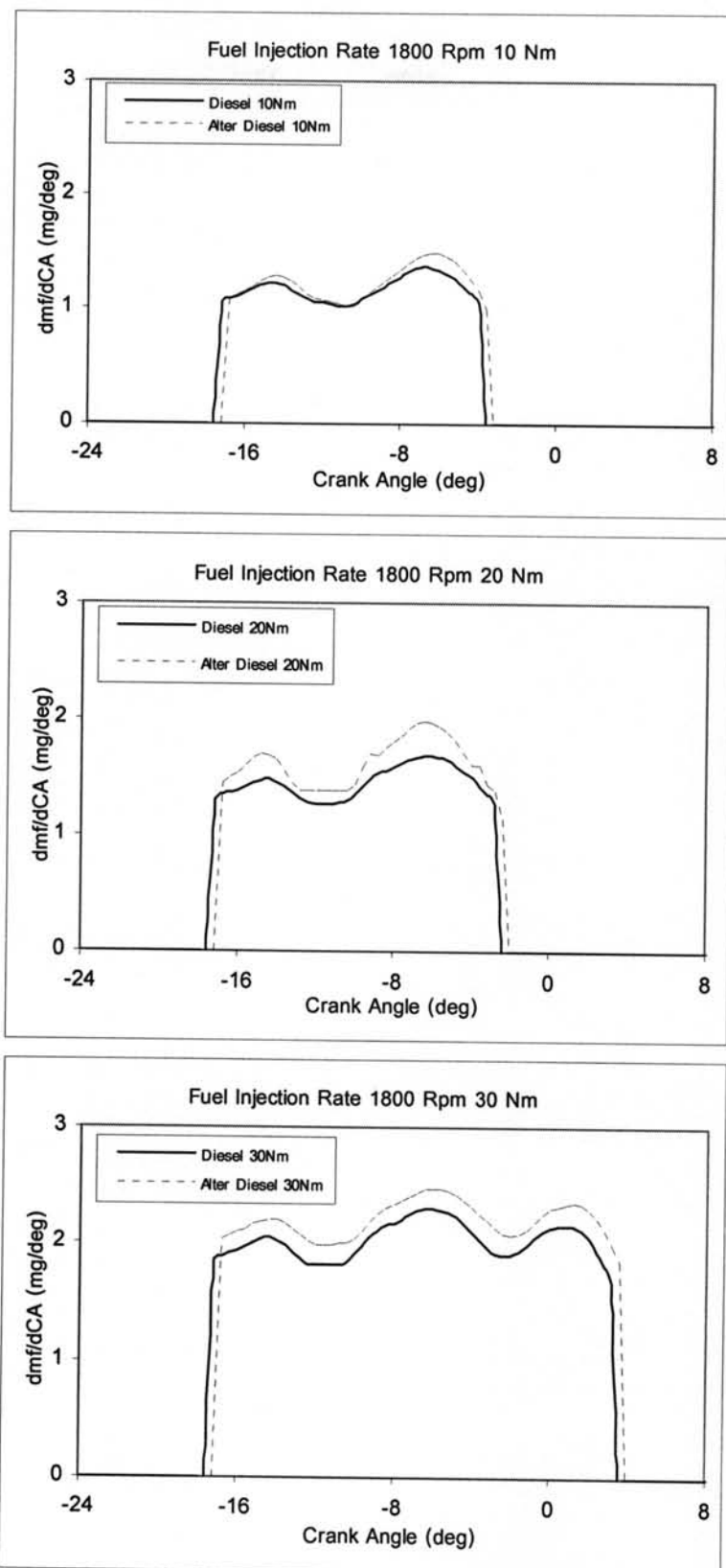
พิจารณาที่ความเร็วรอบคงที่ พบว่าองศาการฉีดเชื้อเพลิงของทั้งสองเชื้อเพลิงจะคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามแรงบิดที่เพิ่มขึ้น โดยเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีองศาการฉีดเชื้อเพลิงล่าช้ากว่าเชื้อเพลิงดีเซล  $0.4^{\circ}\text{CA}$  ที่ความเร็วรอบ 1400 rpm และ 1800 rpm และล่าช้ากว่า  $1.2^{\circ}\text{CA}$  ที่ความเร็วรอบ 2100 rpm โดยปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงต่อวัฏจักรของเชื้อเพลิงทั้งสองจะเพิ่มขึ้น เมื่อแรงบิดที่เพิ่มขึ้น

จากรูปที่ 6-25 (ก) ถึง (ค) แสดงความดันในห้องเผาไหม้ จะพบว่าโดยส่วนใหญ่เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกจะมีความดันในห้องเผาไหม้สูงสุดน้อยกว่าเชื้อเพลิงดีเซลเล็กน้อย เนื่องจากองศาการฉีดเชื้อเพลิงและจุดเริ่มต้นการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกล่าช้ากว่าเชื้อเพลิงดีเซล ประกอบกับเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าความร้อนต่ำกว่าเชื้อเพลิงดีเซล

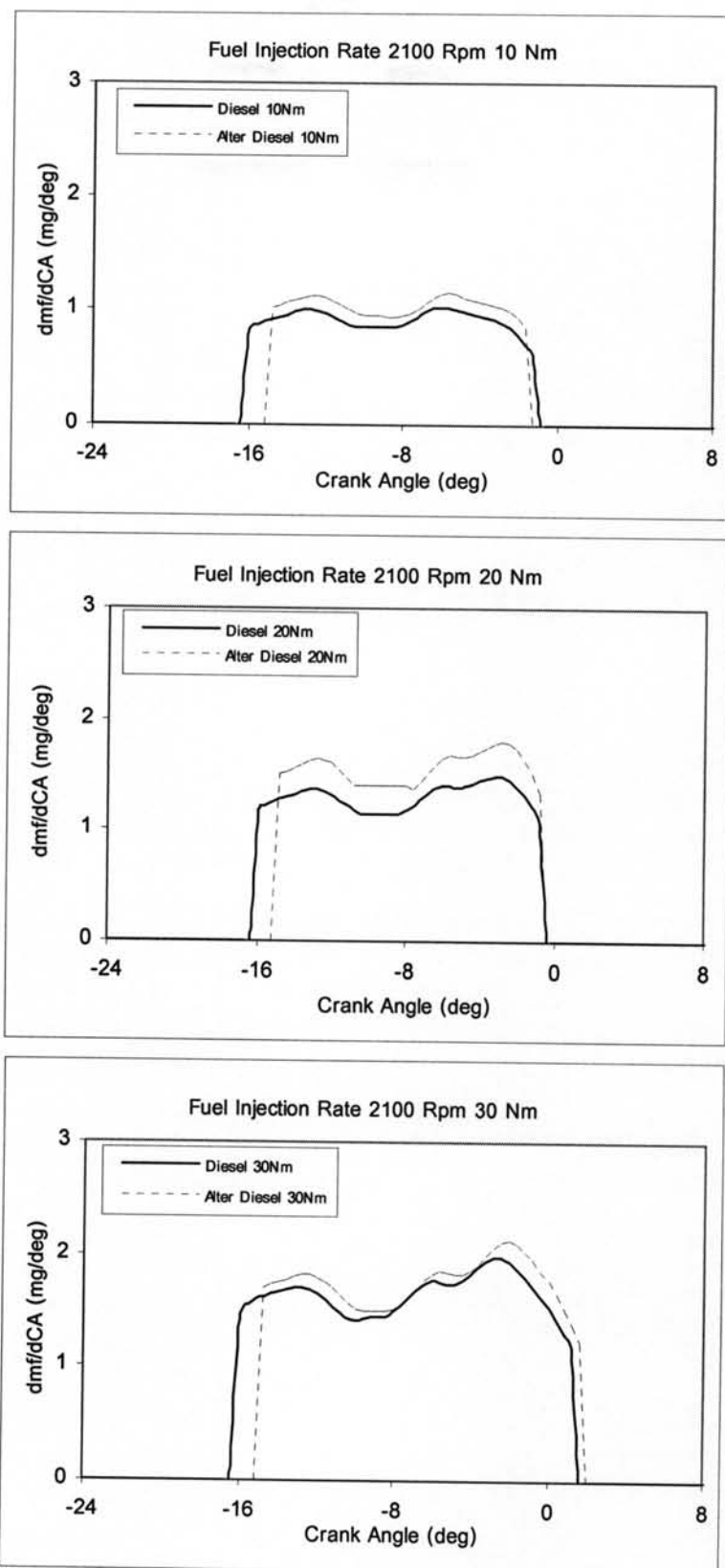
พิจารณาที่ความเร็วรอบคงที่ พบว่าความดันในห้องเผาไหม้สูงสุดของเชื้อเพลิงทั้งสองจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อแรงบิดเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงต่อวัฏจักรเพิ่มขึ้น



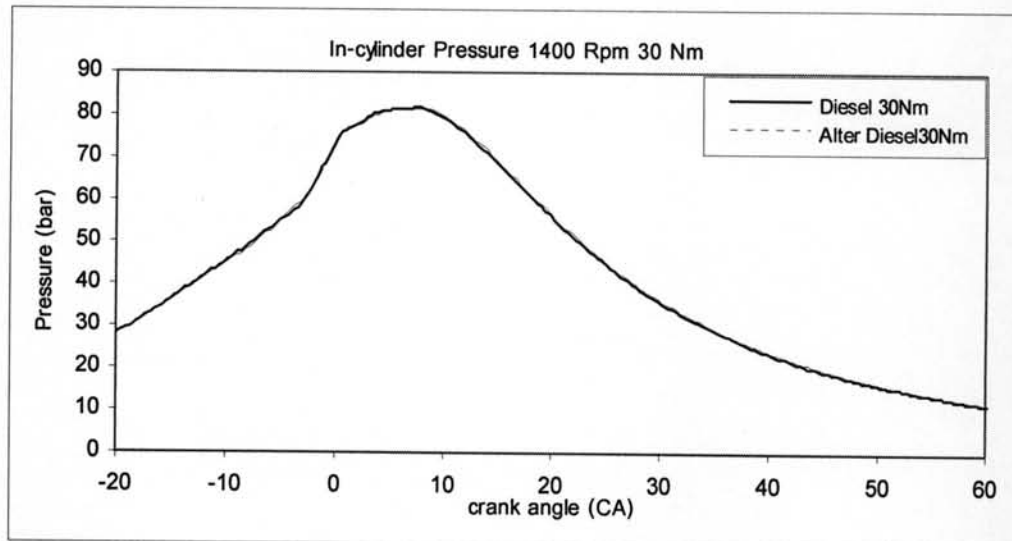
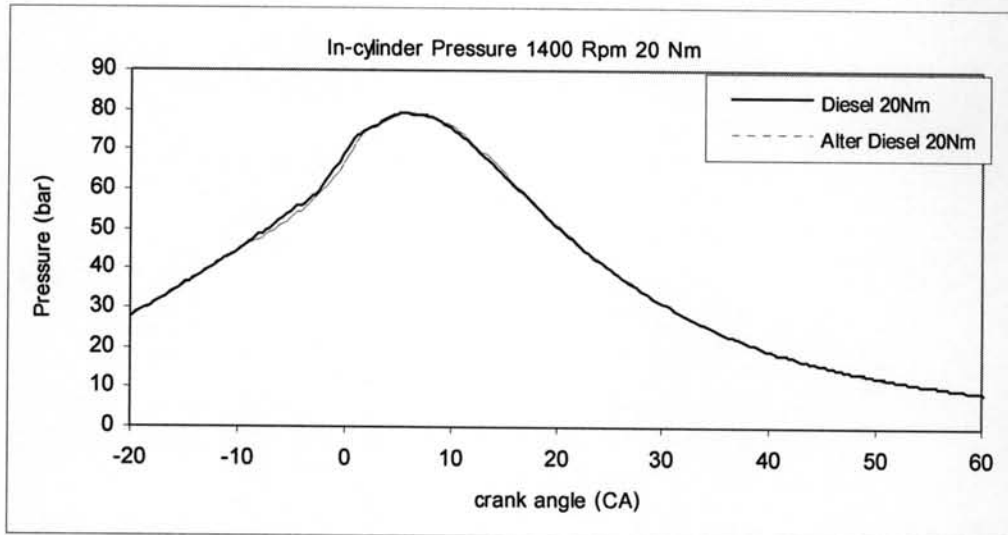
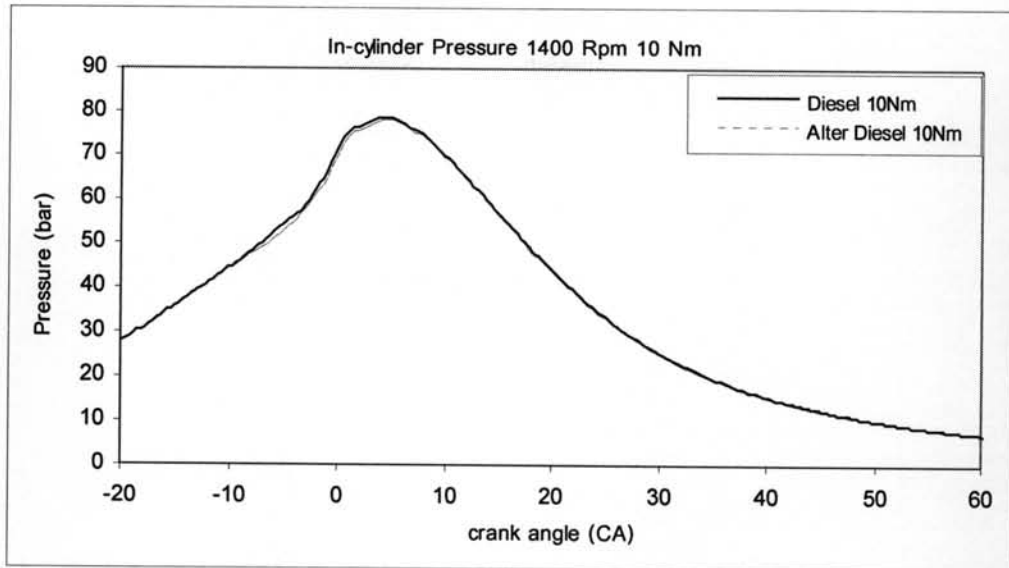
รูปที่ 6-24 (ก) แสดงอัตราการฉีดเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเล็อก  
ที่ 1400 rpm ภาระ 10, 20 และ 30 Nm



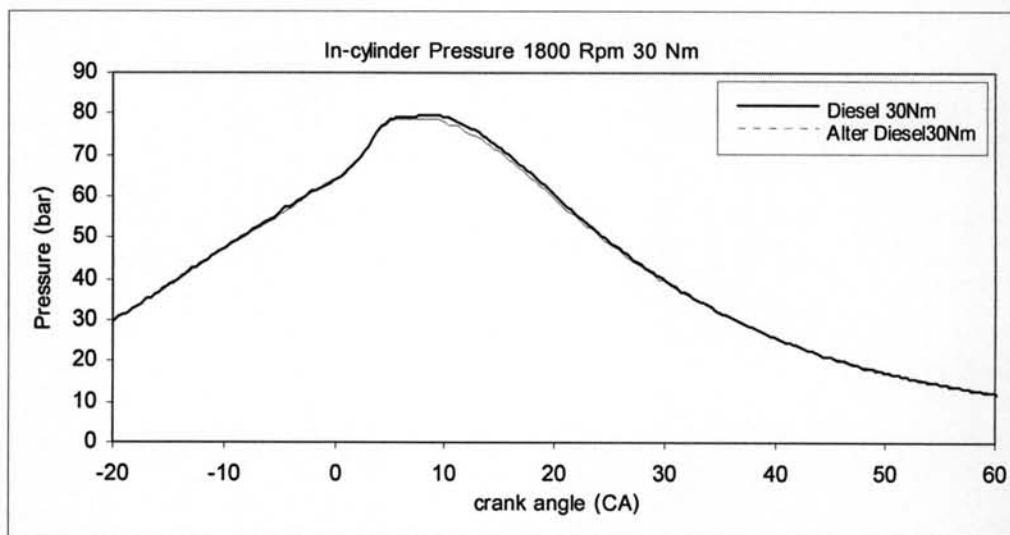
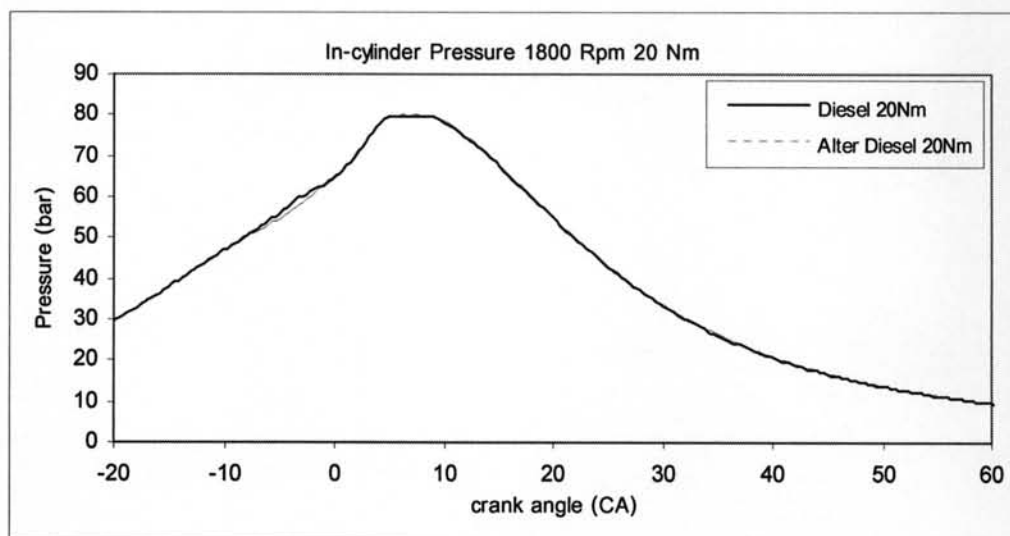
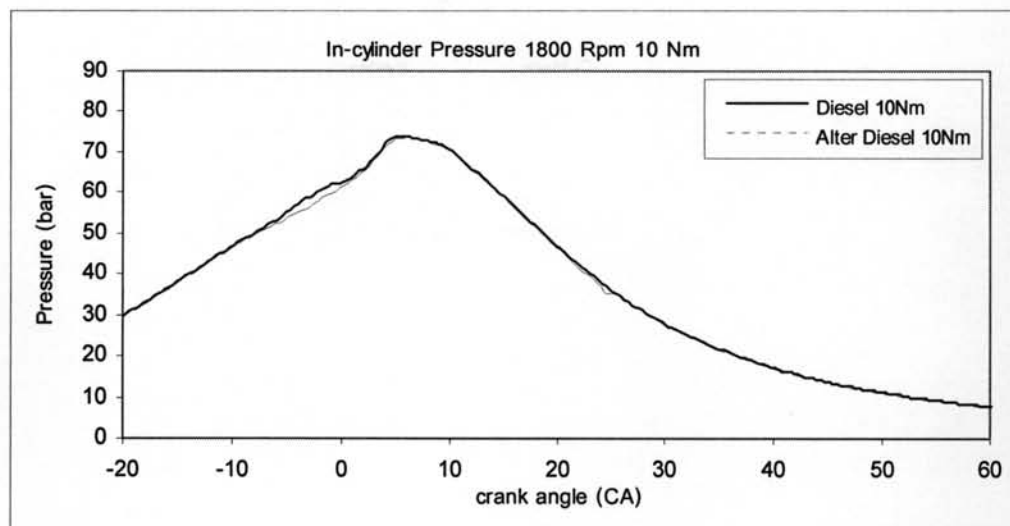
รูปที่ 6-24 (ข) แสดงอัตราการฉีดเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก  
ที่ 1800 rpm ภาระ 10, 20 และ 30 Nm



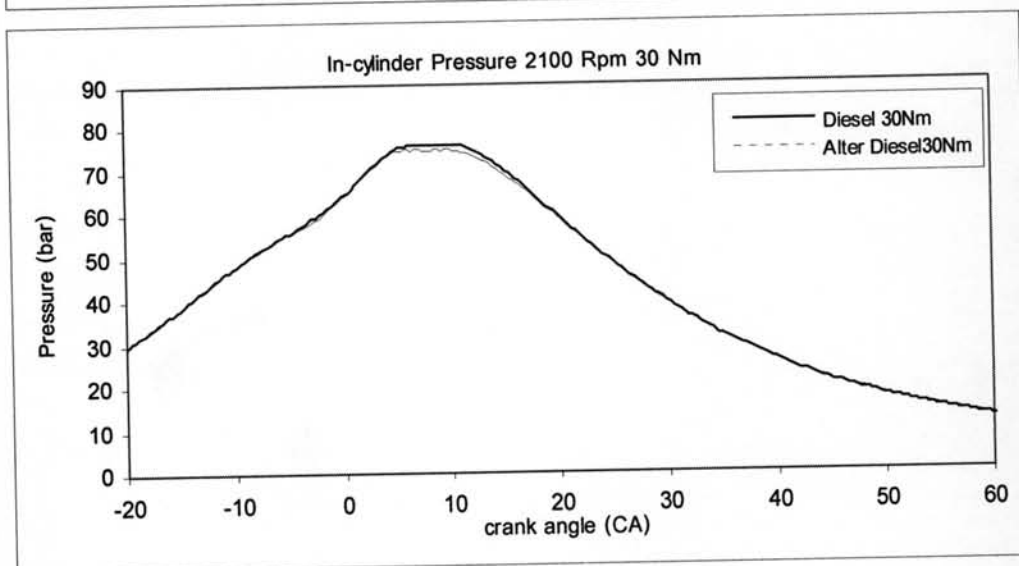
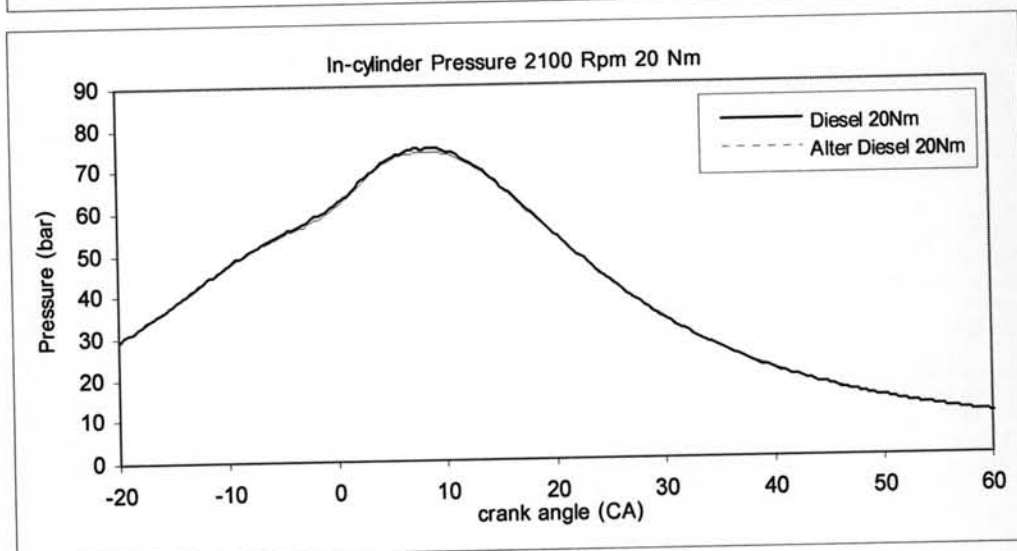
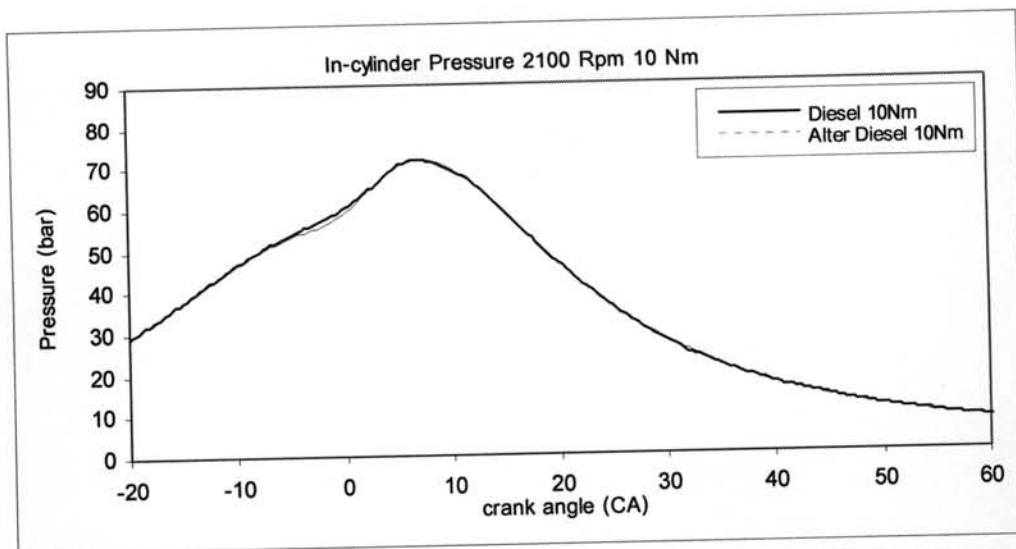
รูปที่ 6-24 (ค) แสดงอัตราการฉีดเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก  
ที่ 2100 rpm ภาระ 10, 20 และ 30 Nm



รูปที่ 6-25 (ก) แสดงความดันในห้องเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก  
ที่ 1400 rpm ภาระ 10,20 และ 30 Nm



รูปที่ 6-25 (ข) แสดงความดันในห้องเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก  
ที่ 1800 rpm ภาวะ 10,20 และ 30 Nm



รูปที่ 6-25 (ค) แสดงความดันในห้องเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก ที่ 2100 rpm ภาระ 10,20 และ 30 Nm

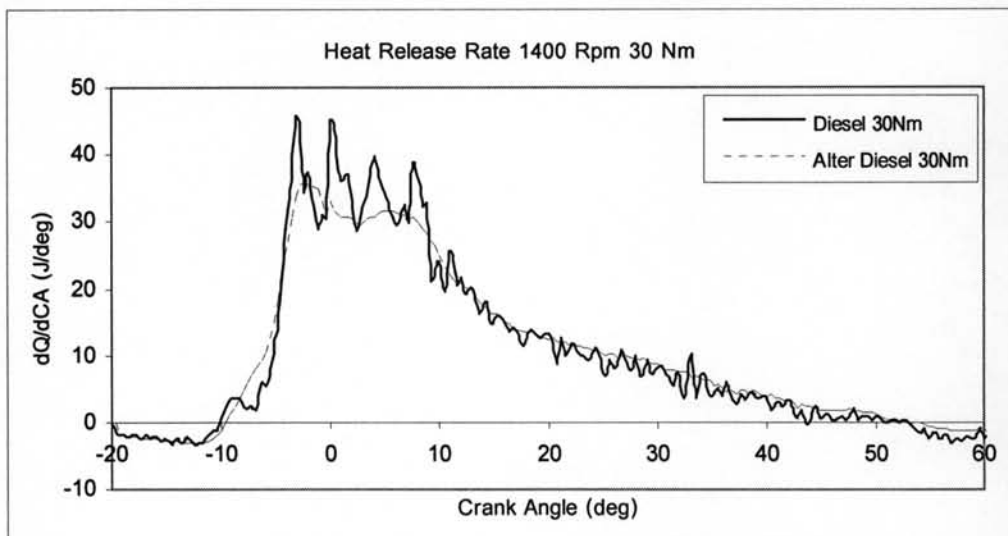
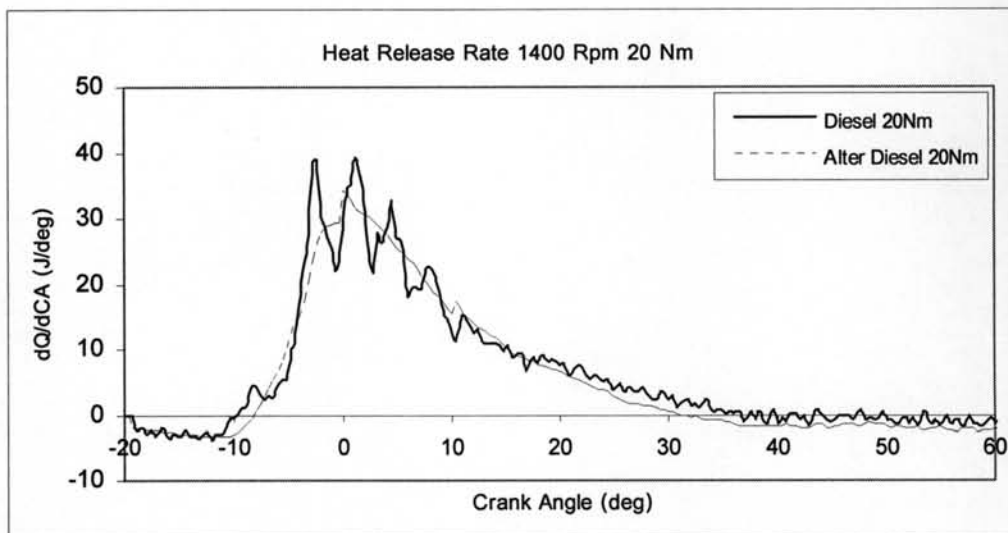
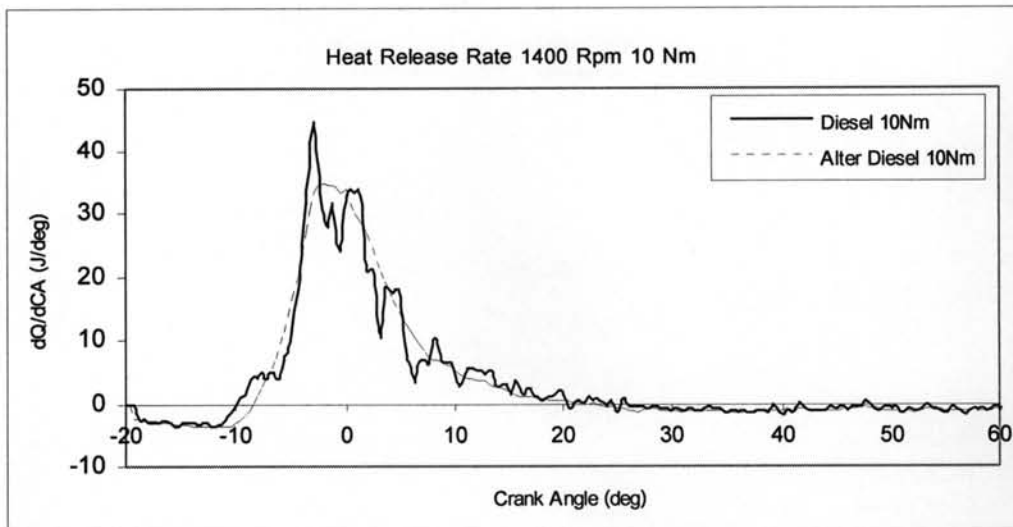


## 6.2.2 แสดงผลอัตราการปล่อยความร้อน การปล่อยความร้อนสุทธิ และสัดส่วนมวลเชื้อเพลิงที่เผาไหม้

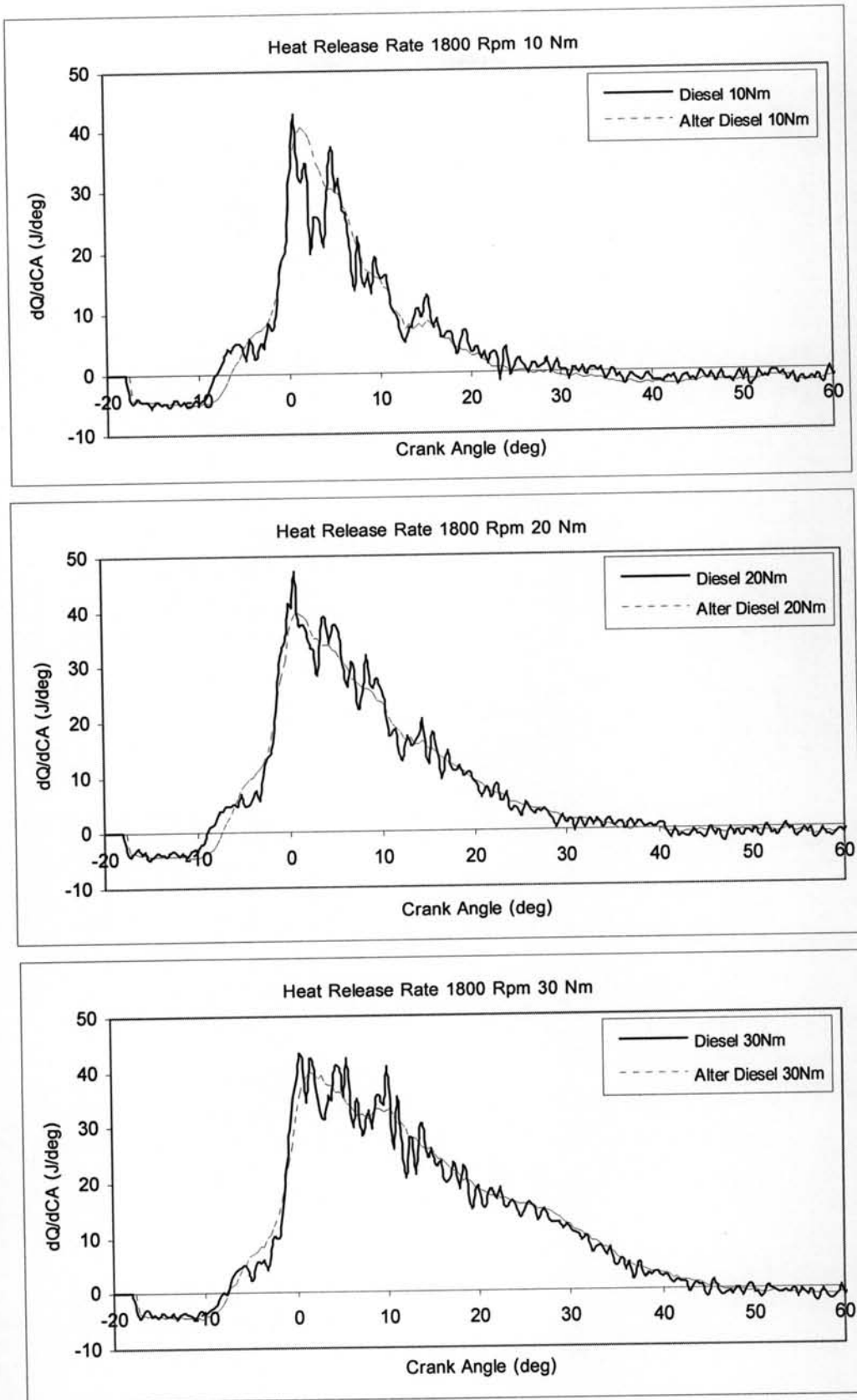
กราฟอัตราการปล่อยความร้อนเป็นผลที่ได้จากการคำนวณตามสมการที่ 2-12 ซึ่งจากกราฟอัตราการปล่อยความร้อนจะทำให้ทราบถึงตำแหน่งจุดเริ่มต้นการเผาไหม้และจุดสิ้นสุดการเผาไหม้ ดังแสดงรูปที่ 6-26 (ก) ถึง 6-26 (ค)

กราฟการปล่อยความร้อนสุทธิสามารถคำนวณจากการอินทิเกรตพื้นที่ใต้กราฟอัตราการปล่อยความร้อน ดังแสดงในรูปที่ 6-27 (ก) ถึง 6-27 (ค)

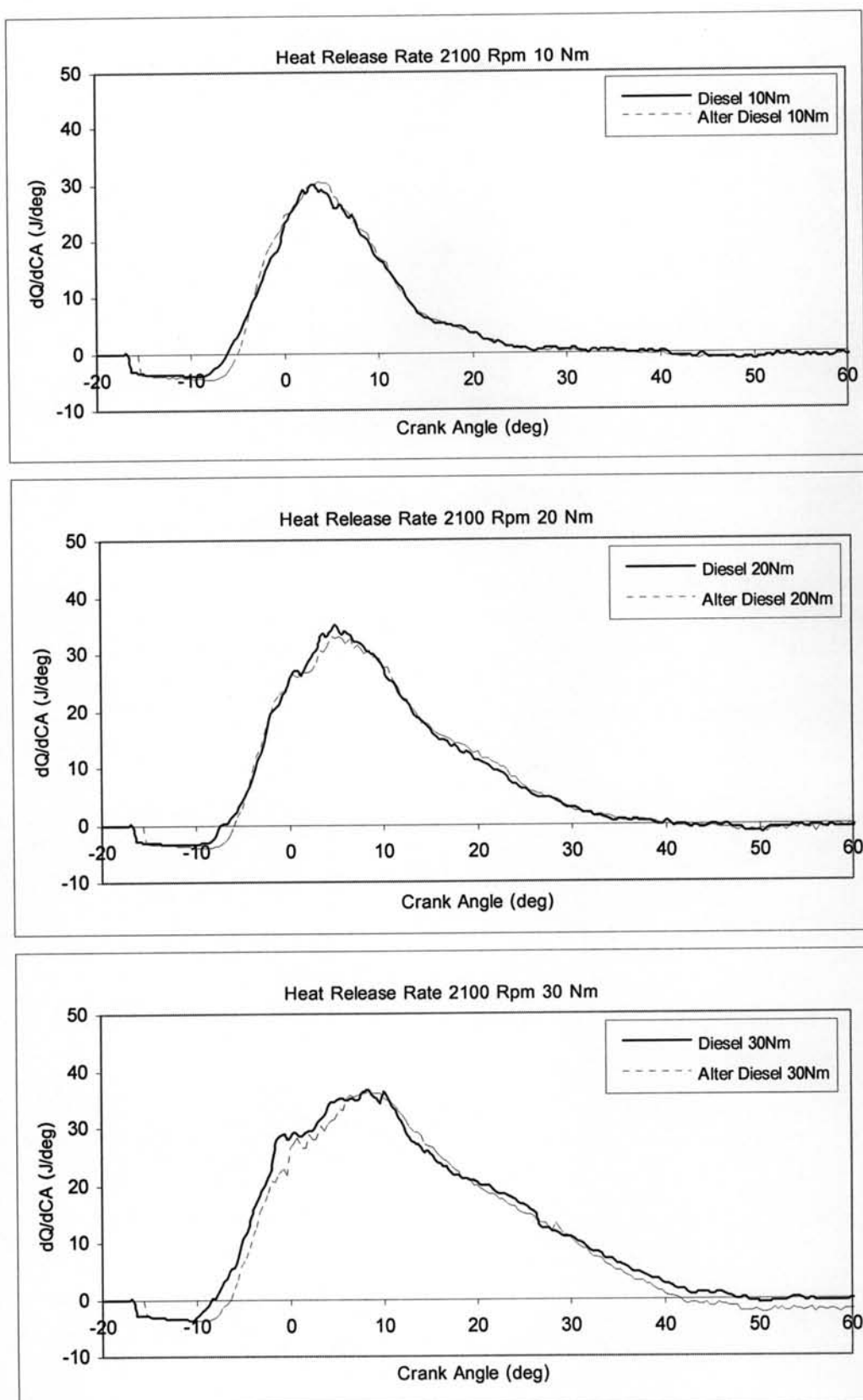
กราฟสัดส่วนมวลเชื้อเพลิงที่เผาไหม้แสดงในรูปที่ 6-28 (ก) ถึง 6-28 (ค)



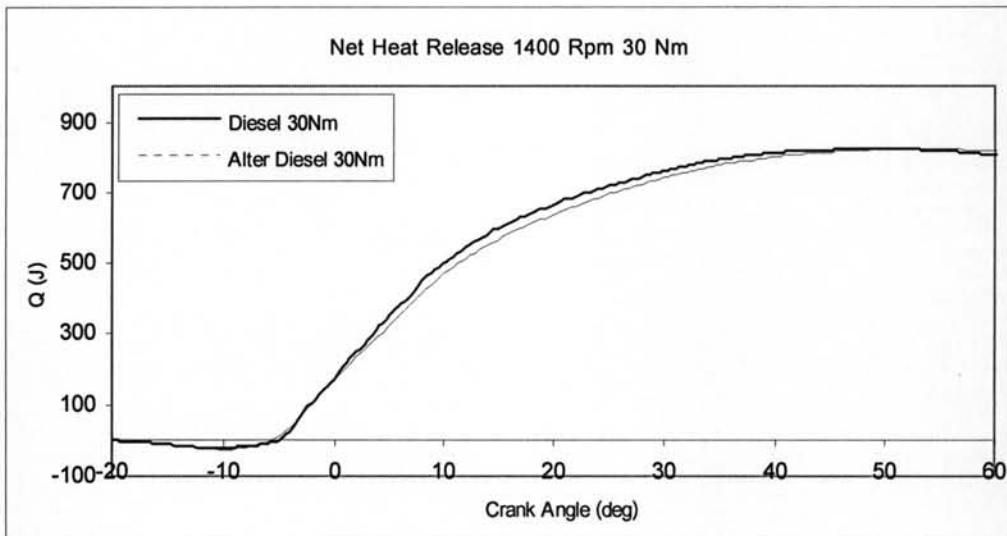
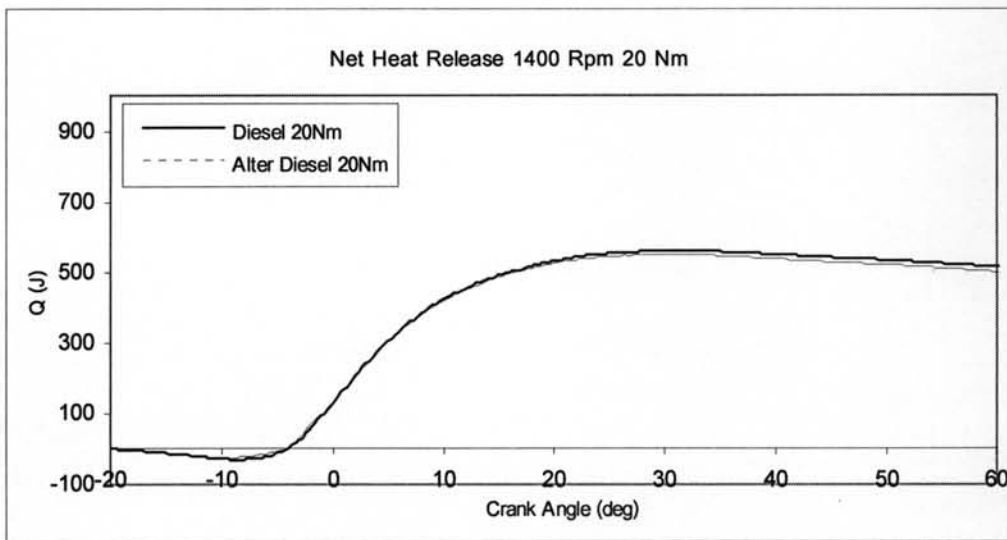
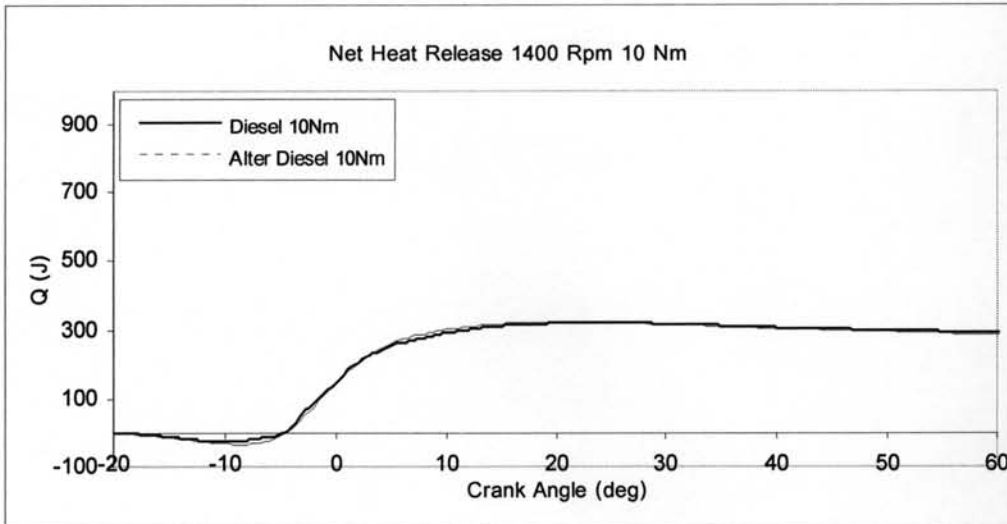
รูปที่ 6-26 (ก) แสดงอัตราการปล่อยความร้อนของเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก  
ที่ 1400 rpm ภาระ 10,20 และ 30 Nm



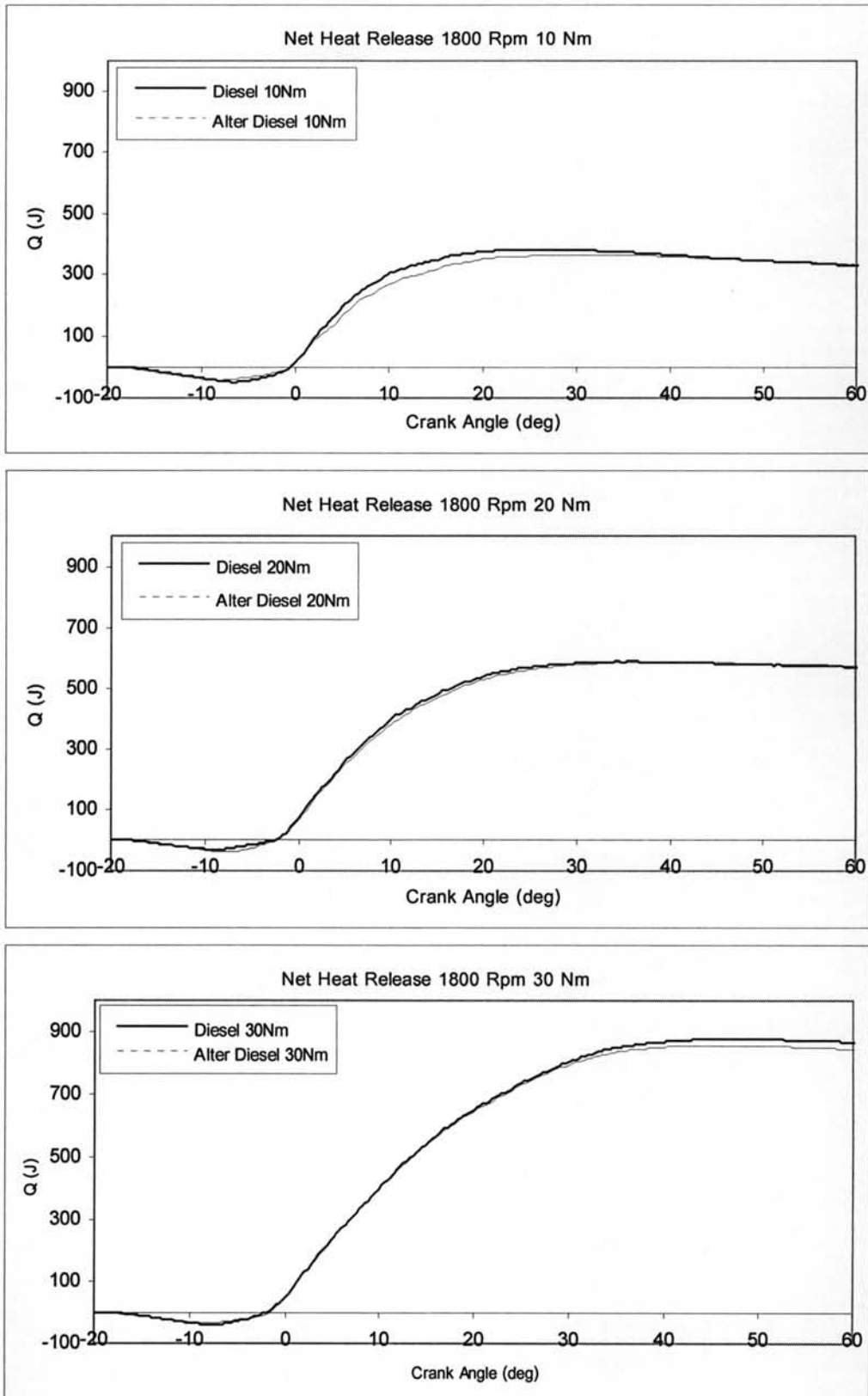
รูปที่ 6-26 (ข) แสดงอัตราการปล่อยความร้อนของเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก  
ที่ 1800 rpm ภาระ 10,20 และ 30 Nm



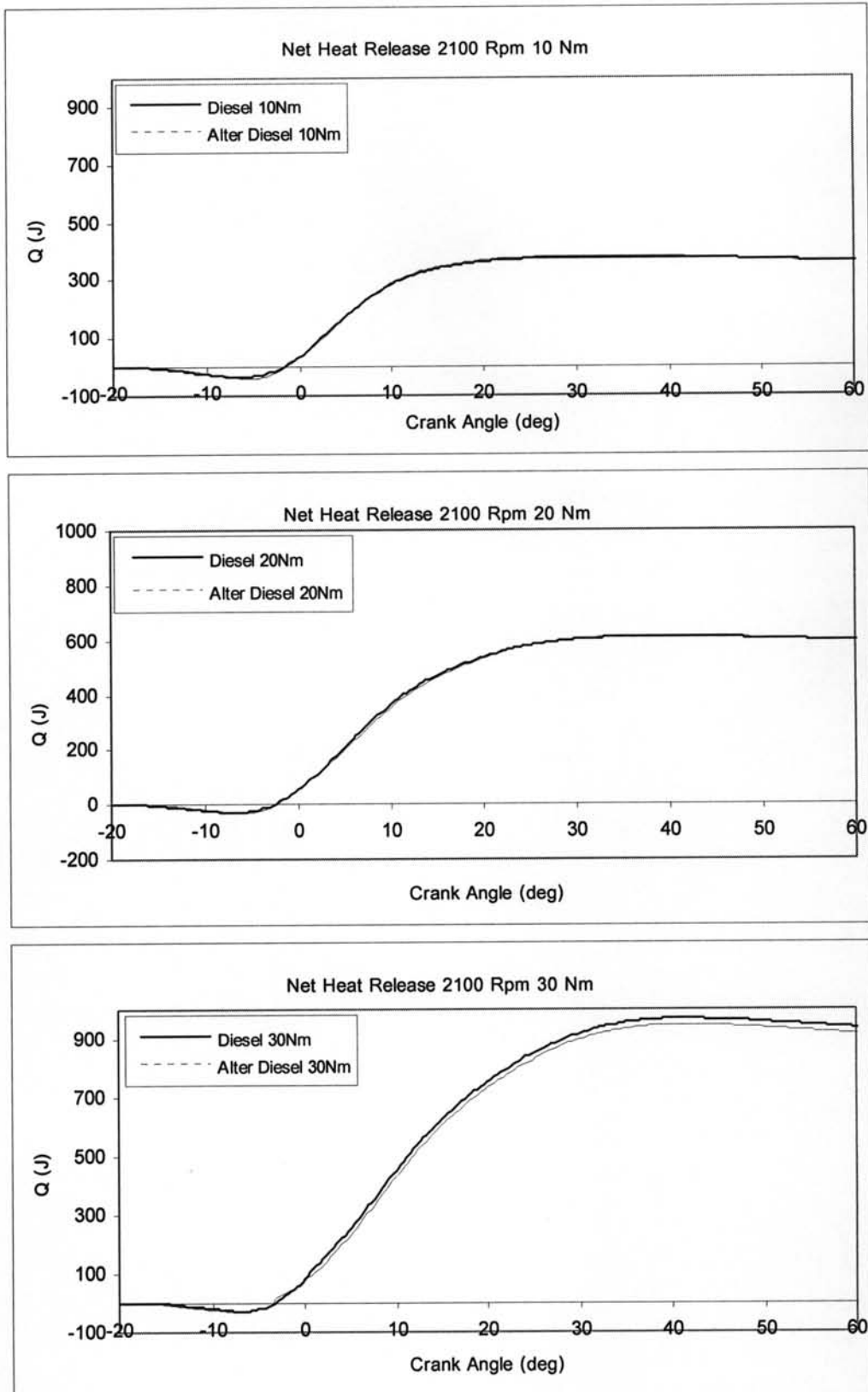
รูปที่ 6-26 (ค) แสดงอัตราการปล่อยความร้อนของเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก  
ที่ 2100 rpm ภาระ 10,20 และ 30 Nm



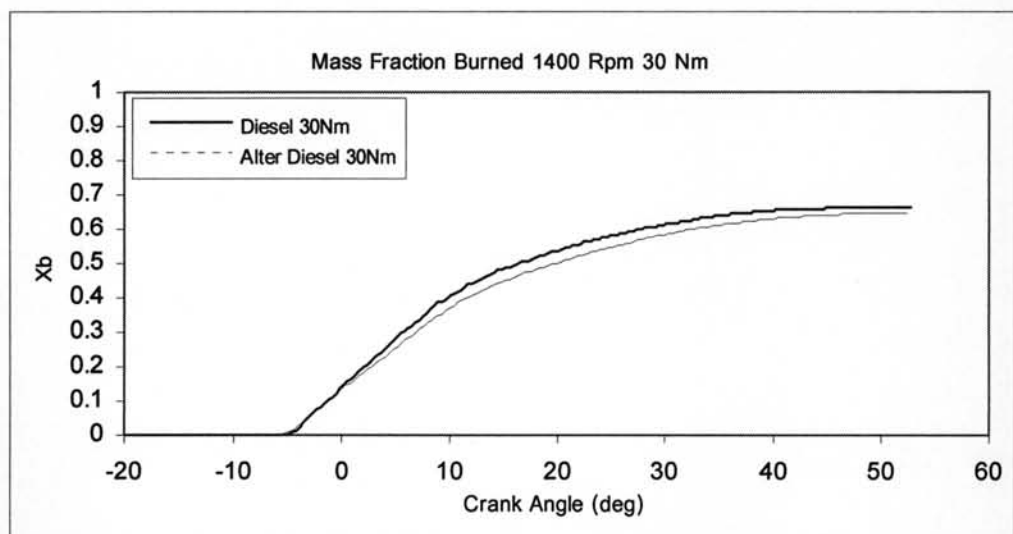
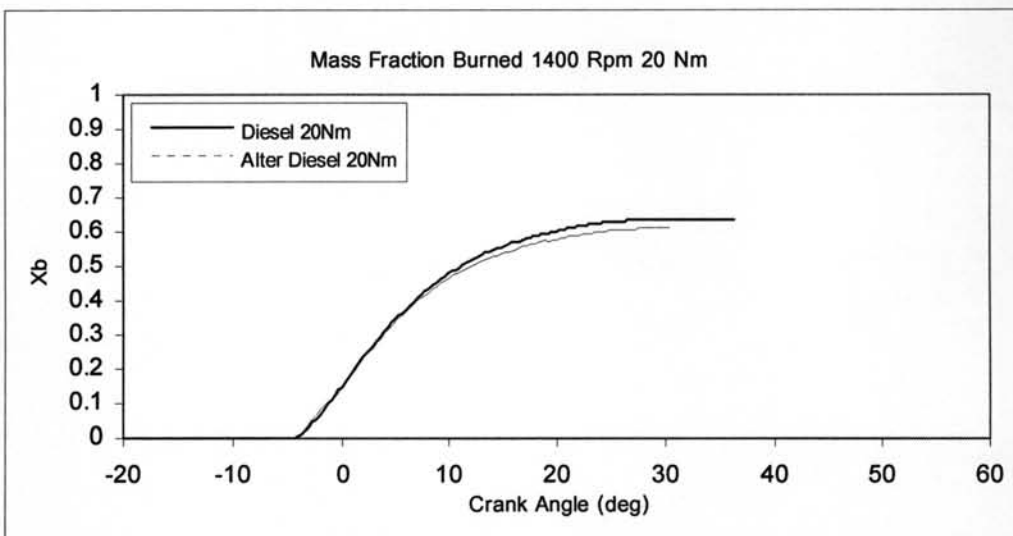
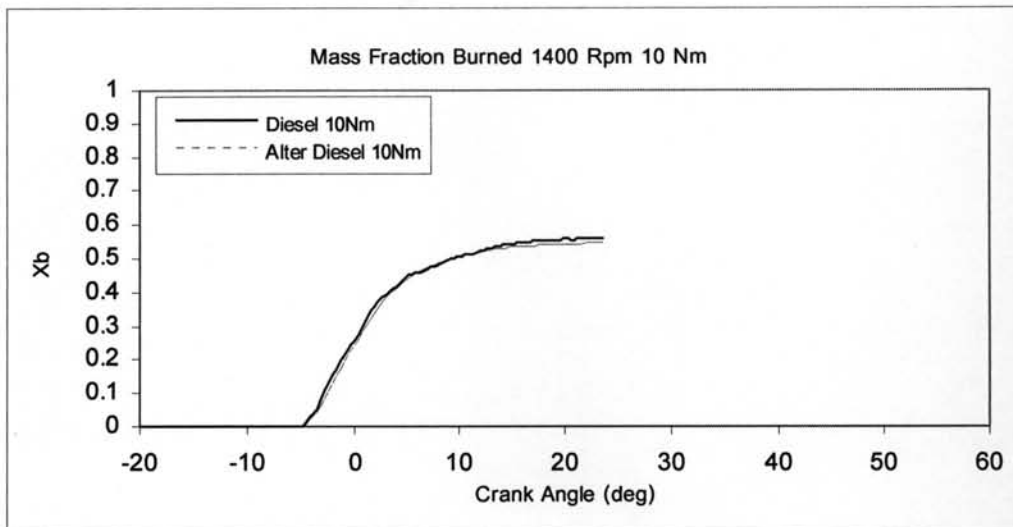
รูปที่ 6-27 (ก) แสดงการปล่อยความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก  
ที่ 1400 rpm ภาระ 10,20 และ 30 Nm



รูปที่ 6-27 (ข) แสดงการปล่อยความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก  
ที่ 1800 rpm ภาระ 10,20 และ 30 Nm

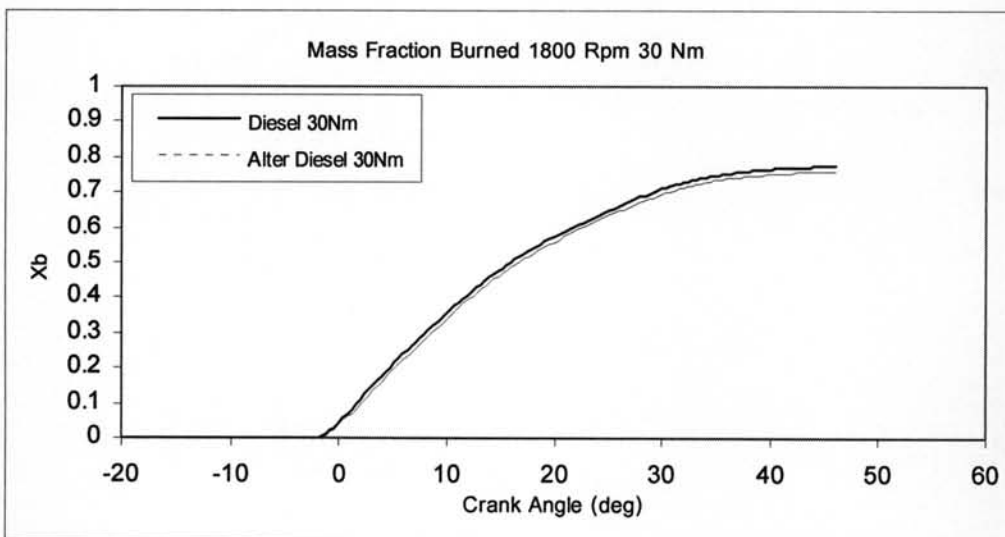
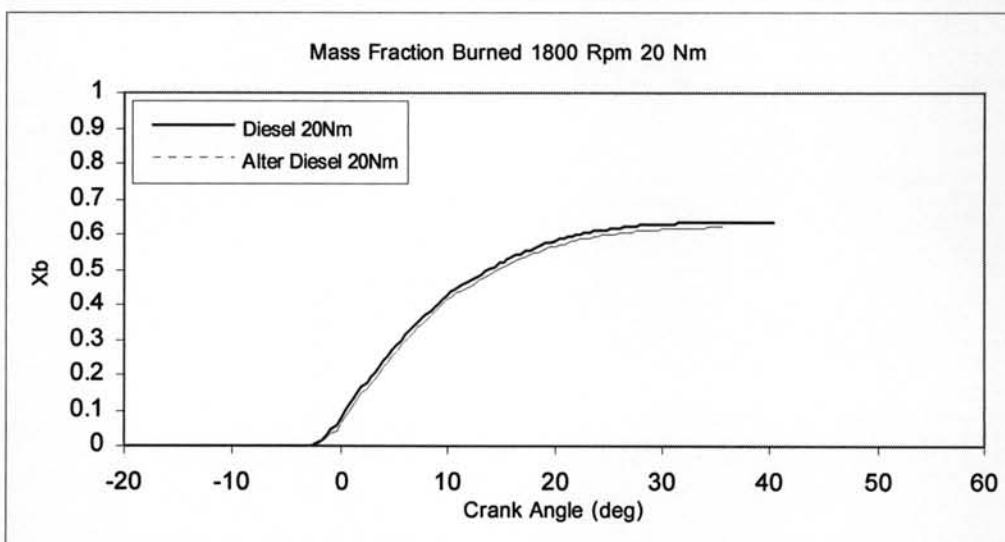
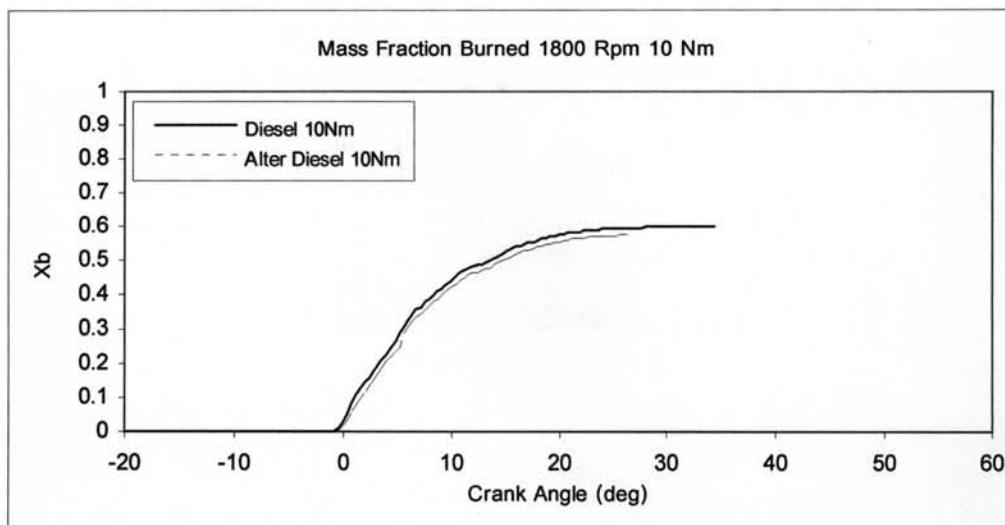


รูปที่ 6-27 (ค) แสดงการปล่อยความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก  
 ที่ 2100 rpm ภาระ 10,20 และ 30 Nm

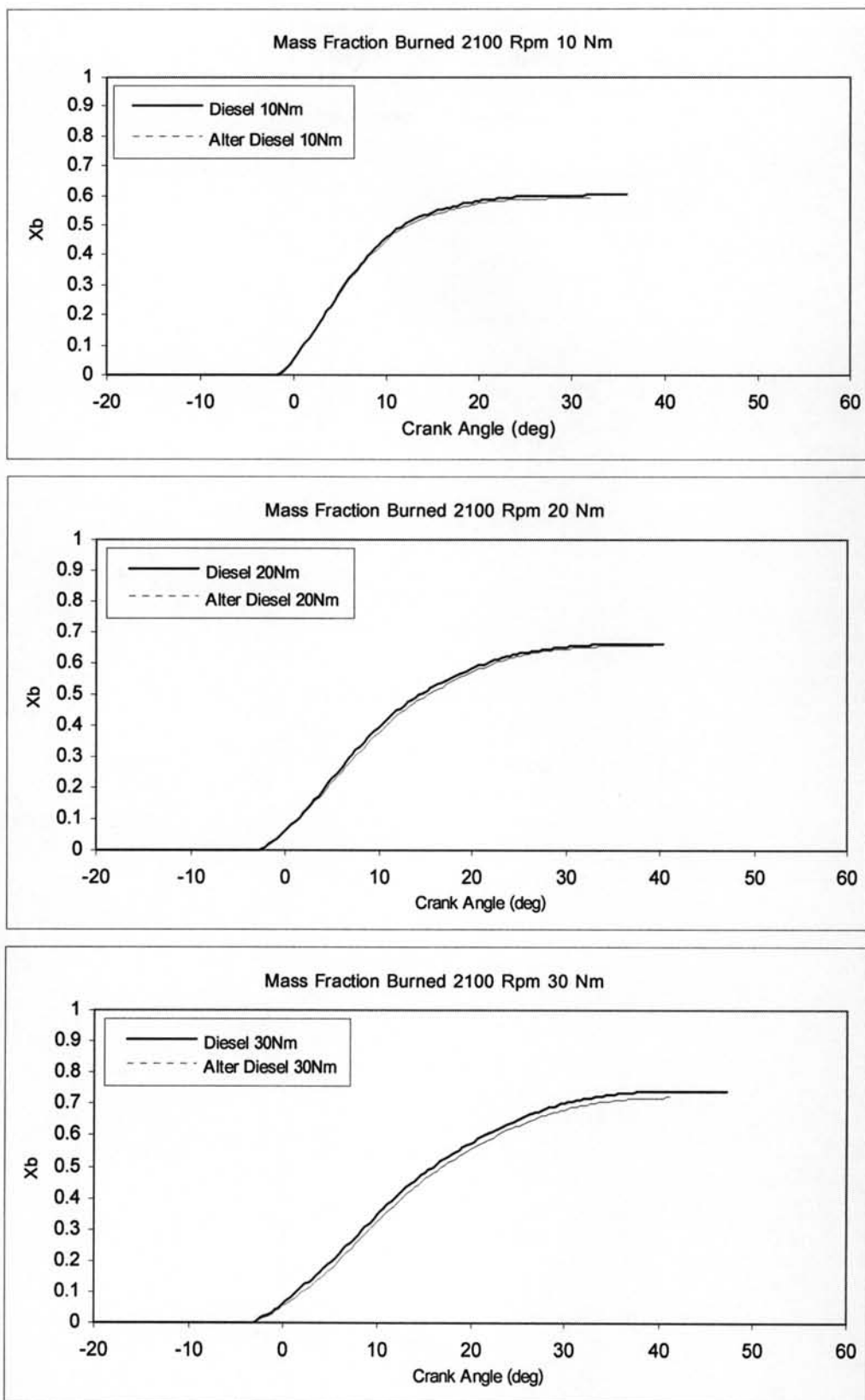


รูปที่ 6-28 (ก) แสดงการปล่อยความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก  
ที่ 1400 rpm ภาวะ 10,20 และ 30 Nm





รูปที่ 6-28 (ข) แสดงการปล่อยความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก  
ที่ 1800 rpm ภาวะ 10,20 และ 30 Nm



รูปที่ 6-28 (ค) แสดงการปล่อยความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก  
ที่ 2100 rpm ภาระ 10,20 และ 30 Nm

จากรูปที่ 6-26 (ก) ถึง 6-26 (ค) เห็นได้ว่าช่วงเริ่มต้นกราฟจะตกลงไปเล็กน้อย และ อัตราการปล่อยความร้อนสูงสุดของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีแนวโน้มต่ำกว่าเชื้อเพลิงดีเซลเล็กน้อย จุดเริ่มต้นการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกต่ำกว่าเชื้อเพลิงดีเซล จุดสิ้นสุดการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกใกล้ TDC มากกว่าเชื้อเพลิงดีเซล และช่วงการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกจะสั้นกว่าเชื้อเพลิงดีเซล จากกราฟจุดเริ่มต้นการเผาไหม้ และจุดสิ้นสุดการเผาไหม้ของแต่ละจุดทดสอบแสดงดังตารางที่ 6-3

ตารางที่ 6-3 แสดงผลของ SOI EOI Ignition delay และ SOC

Speed (rpm)	T (Nm)	SOI	SOI	EOI	EOI	SOC	SOC	Ignition	Ignition	EOC	EOC	Burn	Burn
		Diesel (CA)	Alter Diesel (CA)	Diesel (CA)	Alter Diesel (CA)	Diesel (CA)	Alter Diesel (CA)	delay Diesel (CA)	delay Diesel (CA)	Diesel (CA)	Alter Diesel (CA)	Duration Diesel (CA)	Alter Diesel (CA)
1400	10	-19.6	-19.2	-2.4	-2.0	-10.0	-8.8	9.6	10.4	23.6	21.6	33.6	30.4
1400	20	-19.6	-19.2	-1.6	-0.8	-10.0	-8.4	9.6	10.8	36.4	30.8	46.4	39.2
1400	30	-19.6	-19.2	4.4	4.8	-10.4	-9.6	9.2	9.6	52.8	52.4	63.2	62.0
1800	10	-17.6	-17.2	-3.6	-3.2	-8.4	-6.8	9.2	10.4	34.4	26.4	42.8	33.2
1800	20	-17.6	-17.2	-2.4	-2.0	-9.2	-7.6	8.4	9.6	40.4	40.8	49.6	48.4
1800	30	-17.6	-17.2	3.6	4.0	-8.4	-7.6	9.2	9.6	45.6	46.0	54.0	53.6
2100	10	-16.4	-15.2	-0.8	-1.2	-6.4	-5.2	10.0	10.0	36.0	32.0	42.4	37.2
2100	20	-16.4	-15.2	-0.4	-0.4	-7.6	-6.0	8.8	9.2	40.4	39.2	48.0	45.2
2100	30	-16.4	-15.2	1.6	2.0	-8.8	-6.8	7.6	8.4	47.2	41.2	56.0	48.0

ช่วงแรกของกราฟอัตราการปล่อยความร้อนของเชื้อเพลิงทั้งสองจะตกลงไปเล็กน้อย เนื่องจากเชื้อเพลิงมีอุณหภูมิต่ำกว่าห้องเผาไหม้ ทำให้พลังงานส่วนหนึ่งถูกใช้ไปกับการเพิ่มอุณหภูมิให้กับเชื้อเพลิง และเปลี่ยนสถานะเชื้อเพลิงกลายเป็นไอ

จุดเริ่มต้นการเผาไหม้ (SOC) พบว่าทุกจุดทดสอบเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีจุดเริ่มต้นของการเผาไหม้ใกล้จุดศูนย์ตายบน (TDC) มากกว่าเชื้อเพลิงดีเซลในช่วง 0.8 – 2 °CA มีผลมาจากองศาการฉีดเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกต่ำกว่าเชื้อเพลิงดีเซล

ช่วงล่าช้าการจุดระเบิดสามารถหาได้จากระยะเวลาตั้งแต่จุดเริ่มต้นฉีดเชื้อเพลิงถึงจุดเริ่มต้นการเผาไหม้ พบว่าเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกใช้ระยะเวลายาวกว่าเชื้อเพลิงดีเซล เนื่องจากความหนืดของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกสูงกว่าเชื้อเพลิงดีเซล ทำให้เมื่อเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกถูกฉีดเข้าห้องเผาไหม้มีขนาดหยดละอองเชื้อเพลิงขนาดใหญ่กว่าเชื้อเพลิงดีเซล ละอองเชื้อเพลิงขนาดใหญ่ต้องการพลังงานที่ใช้ในการระเหยเชื้อเพลิงมากขึ้น จึงเป็นผลทำให้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีช่วงล่าช้าการจุดระเบิดยาวกว่าเชื้อเพลิงดีเซล

จุดสิ้นสุดการเผาไหม้ (EOC) พบว่าจุดทดสอบเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีแนวโน้มจุดสิ้นสุดการเผาไหม้อยู่ห่างจากจุดศูนย์ตายบน (TDC) เร็วกว่าเชื้อเพลิงดีเซลในช่วง  $0 - 8 \text{ }^{\circ}\text{CA}$

ช่วงเวลาในการเผาไหม้ (Burn duration) สามารถหาได้จากระยะเวลาตั้งแต่จุดเริ่มต้นการเผาไหม้จนถึงจุดสิ้นสุดการเผาไหม้ พบว่าเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีระยะเวลาการเผาไหม้สั้นกว่าเชื้อเพลิงดีเซลในช่วง  $0.4 - 8 \text{ }^{\circ}\text{CA}$

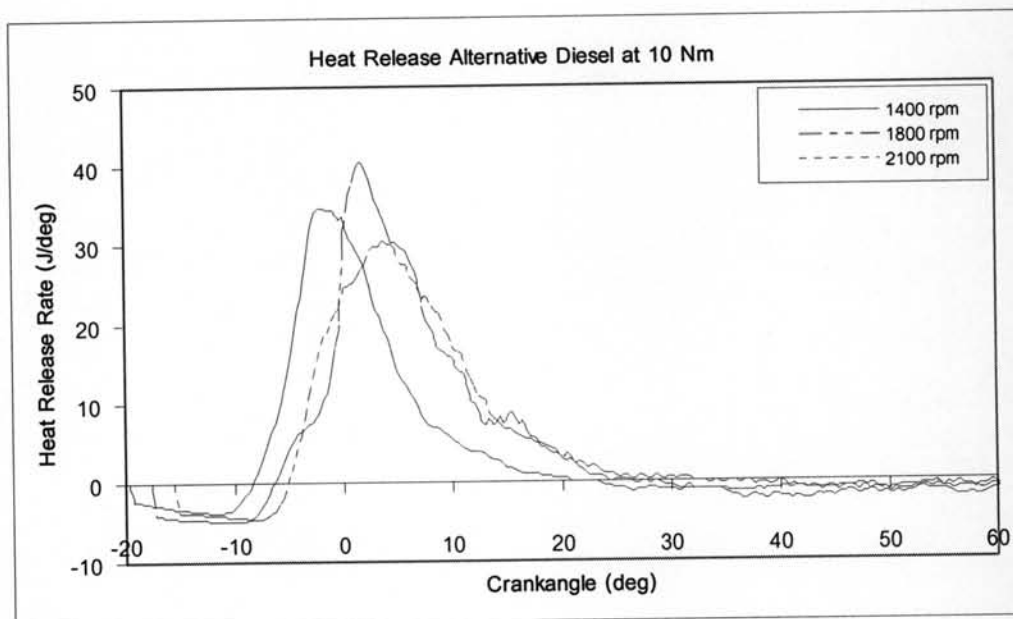
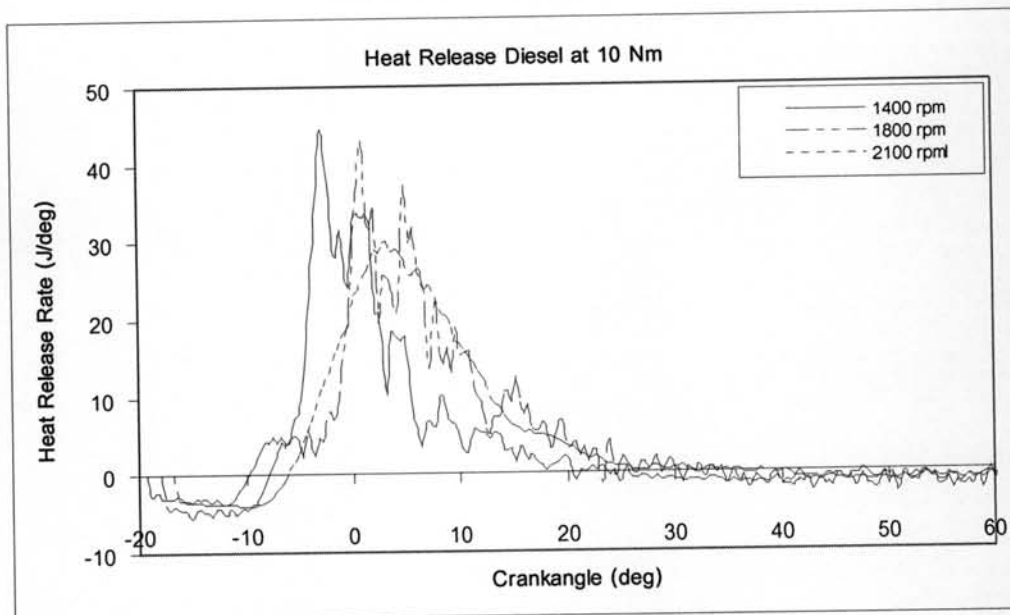
เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกเป็นเชื้อเพลิงที่ผสมจากน้ำมันเตา (30 %) กับ เโครซีน (70 %) ผลจากน้ำมันเตาทำให้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีความหนืดสูงกว่าเชื้อเพลิงดีเซล ทำให้ขนาดหยดละอองของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก เมื่อผ่านหัวฉีดจะมีขนาดหยดใหญ่กว่าเชื้อเพลิงดีเซล เป็นผลทำให้ช่วงล่าช้าในการจุดระเบิดของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกยาวกว่าเชื้อเพลิงดีเซล เพราะว่ขนาดหยดละอองเชื้อเพลิงที่ใหญ่และมีพื้นที่มากจะต้องการพลังงานในการระเหยมาก เมื่อช่วงล่าช้าการจุดระเบิดของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกยาวกว่าเชื้อเพลิงดีเซล ทำให้ปริมาณเชื้อเพลิงที่พร้อมจะเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีมากกว่าเชื้อเพลิงดีเซล แต่เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าความร้อนต่ำกว่าเชื้อเพลิงดีเซล เป็นผลให้การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกในช่วง การเผาไหม้สารผสมที่พร้อมจะเผาไหม้ (premixed combustion phase) มีแนวโน้มต่ำกว่ากับเชื้อเพลิงดีเซล และในช่วงการเผาไหม้ที่ถูกควบคุมโดยการผสม (mixing controlled combustion phase) เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีช่วงการเผาไหม้ (Burn Duration) ที่สั้นกว่าเชื้อเพลิงดีเซลในช่วง  $0.4 - 8 \text{ }^{\circ}\text{CA}$  เนื่องจากผลของเชื้อเพลิงโครซีนที่มีอยู่มากถึง 70 เปอร์เซ็นต์ในเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

อัตราการปล่อยความร้อนสูงสุดและการปล่อยความร้อนสูงสุดของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีแนวโน้มต่ำกว่าเชื้อเพลิงดีเซล เนื่องจากเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าความร้อน(Heating Values) ต่ำกว่าเชื้อเพลิงดีเซล

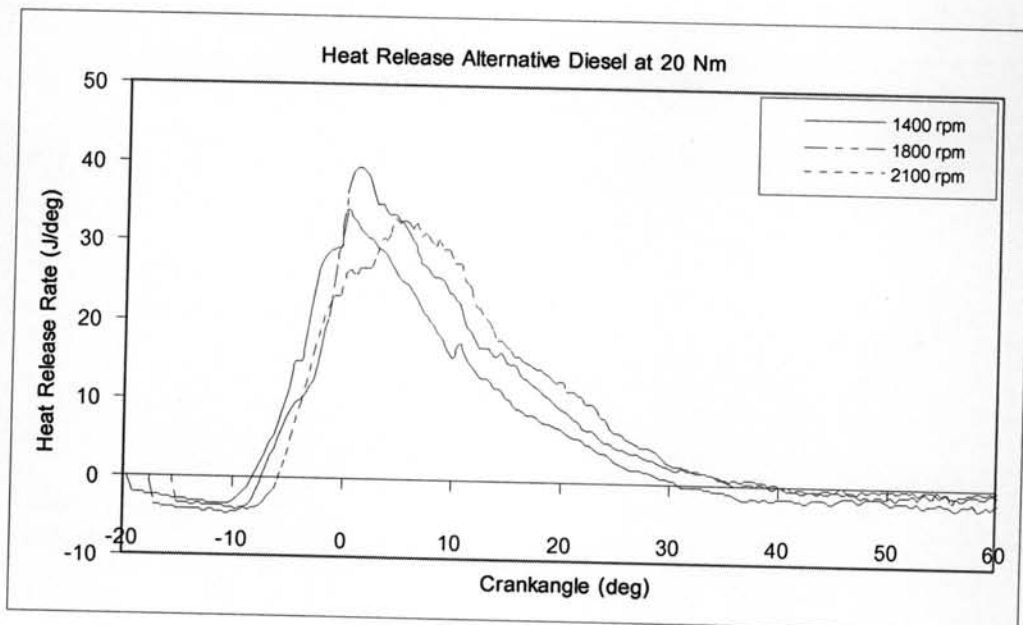
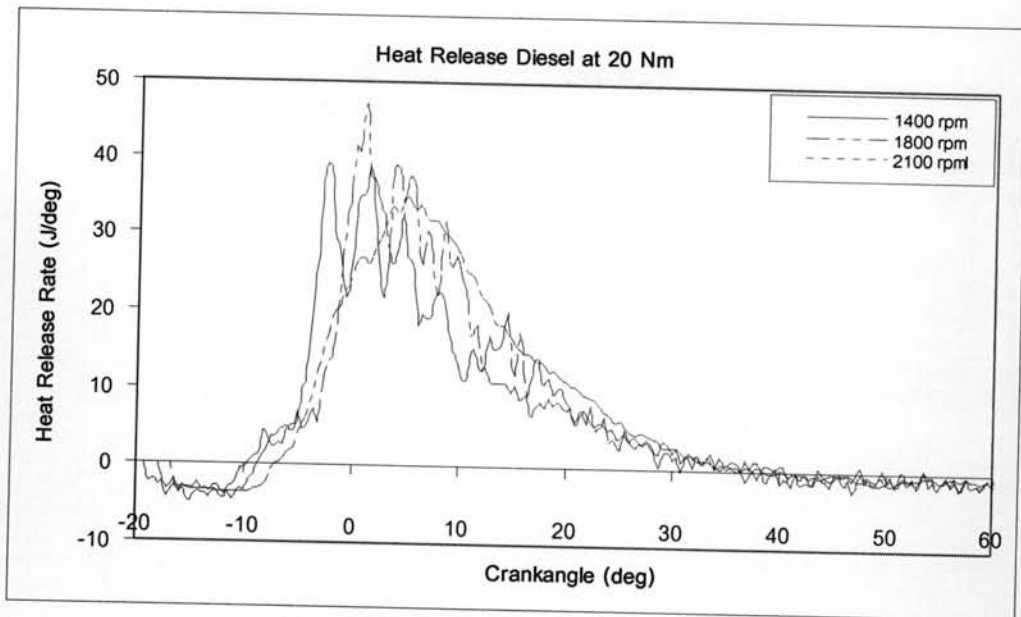
สัดส่วนมวลเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีแนวโน้มต่ำกว่าเชื้อเพลิงดีเซล เนื่องจากค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรก (Fuel conversion Efficiency) เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีค่าต่ำกว่าเชื้อเพลิงดีเซล และเมื่อพิจารณาจากระยะเวลาการฉีดเชื้อเพลิงและช่วงเวลาการเผาไหม้จะพบว่าเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีช่วงเวลาการฉีดเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงดีเซล แต่มีช่วงเวลาการเผาไหม้สั้นกว่าเชื้อเพลิงดีเซล ทำให้ปลายจังหวะการฉีดมีเวลาไม่เพียงพอต่อการเผาไหม้เชื้อเพลิงทั้งหมด

- พิจารณาที่ความเร็วรอบคงที่ พบว่าอัตราการปล่อยความร้อนสูงสุด, การปล่อยความร้อนสุทธิและสัดส่วนมวลเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกและเชื้อเพลิงดีเซล จะสูงขึ้นตามแรงบิดที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณเชื้อเพลิงต่อวัฏจักรจะเพิ่มขึ้นเมื่อแรงบิดเพิ่มขึ้น

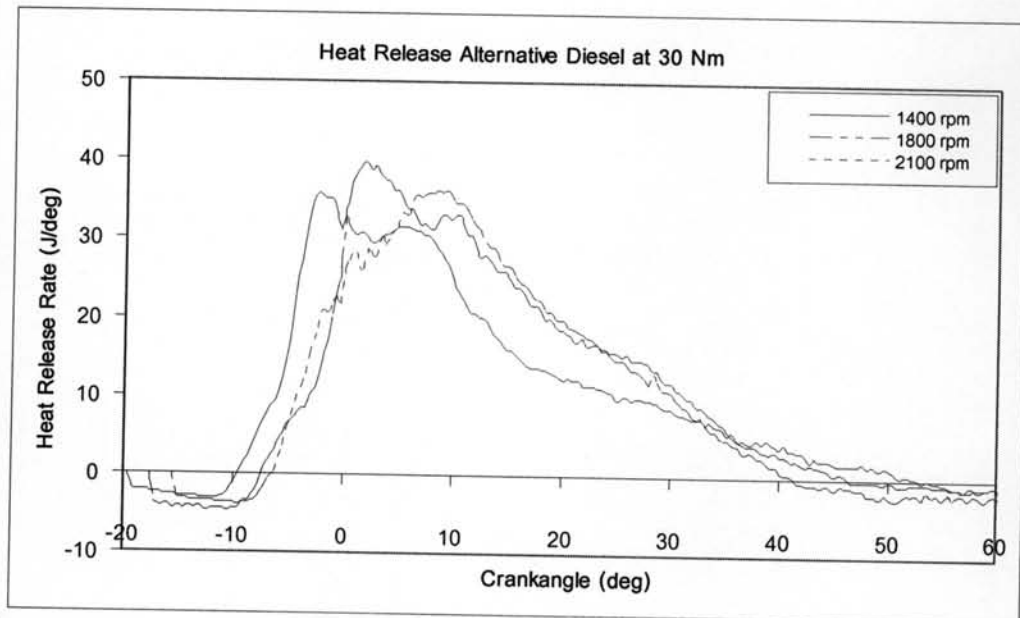
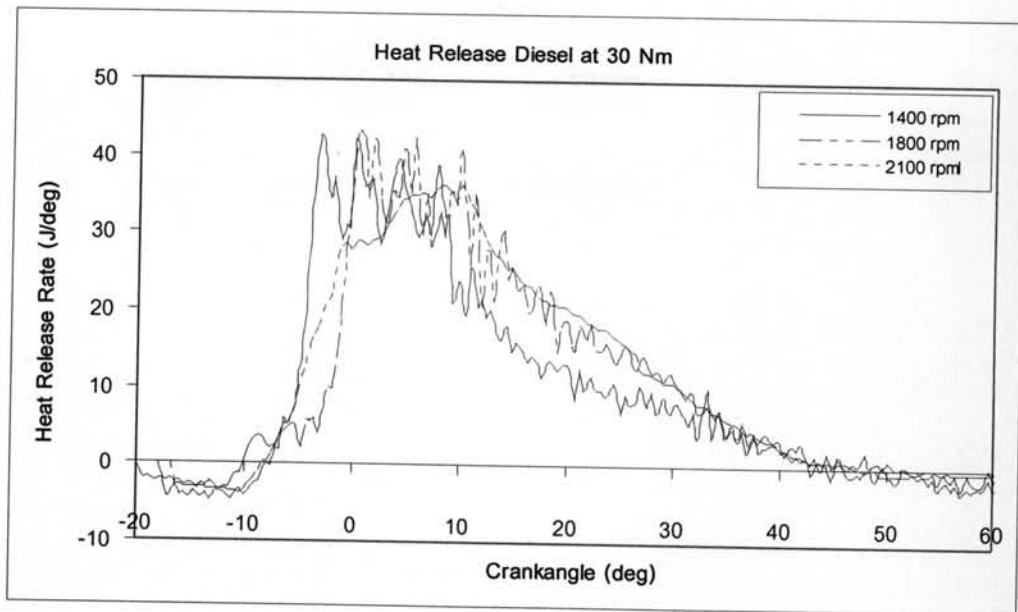
### 6.2.3 ผลกระทบของความเร็วรอบเครื่องยนต์ ที่มีต่ออัตราการปล่อยความร้อน เมื่อแรงบิดคงที่



รูปที่ 6-29 แสดงผลอัตราการปล่อยความร้อนที่แรงบิด 10 Nm ความเร็วรอบ 1400 rpm, 1800 rpm และ 2100 rpm ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกและเชื้อเพลิงดีเซล



รูปที่ 6-30 แสดงผลอัตราการปล่อยความร้อนที่แรงบิด 20 Nm ความเร็วรอบ 1400 rpm, 1800 rpm และ 2100 rpm ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกและเชื้อเพลิงดีเซล



รูปที่ 6-31 แสดงผลอัตราการปล่อยความร้อนที่แรงบิด 30 Nm ความเร็วรอบ 1400 rpm, 1800 rpm และ 2100 rpm ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกและเชื้อเพลิงดีเซล

จากรูปที่ 6-29 ที่แรงบิด 10 Nm ของเชื้อเพลิงดีเซลพบว่าเมื่อเครื่องยนต์ทำงานที่ความเร็วรอบสูงขึ้น จะทำให้อัตราการปล่อยความร้อนสูงสุดลดลง เนื่องจากที่แรงบิด 10 Nm อัตราการไหลวนของอากาศเพียงพอต่อการผสมกับปริมาณเชื้อเพลิงที่ฉีดต่อวัฏจักรในทุกความเร็วรอบ ดังนั้นเมื่อเครื่องยนต์ทำงานที่ความเร็วรอบสูงขึ้น Ignition delay จะสั้นลง และจุดเริ่มต้นการฉีดเชื้อเพลิง เข้าใกล้ศูนย์ตายบน (TDC) มากขึ้น ทำให้ช่วง premixed combustion เกิดขึ้นในช่วงจังหวะการขยายตัว ส่งผลให้อัตราการปล่อยความร้อนสูงสุดลดลง

เมื่อพิจารณาเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกพบว่าอัตราการปล่อยความร้อนสูงสุดจะเกิดขึ้นที่ความเร็วรอบ 1800 rpm และอัตราการปล่อยความร้อนต่ำสุดเกิดขึ้นที่ความเร็วรอบ 2100 rpm เนื่องจากที่เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีความหนืดสูงกว่าเชื้อเพลิงดีเซล ทำให้ขนาดหยดละอองเชื้อเพลิงมีขนาดใหญ่กว่าเชื้อเพลิงดีเซล จึงต้องการการไหลวนของอากาศที่สูงกว่าเชื้อเพลิงดีเซล เมื่อพิจารณาจากรูปจึงกล่าวได้ว่าที่ความเร็วรอบ 1400 rpm มีอัตราการไหลวนของอากาศไม่เพียงพอ ส่งผลให้การผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศไม่ดีจึงทำให้อัตราการปล่อยความร้อนสูงสุดมีค่าต่ำกว่าที่ความเร็วรอบ 1800 rpm ในขณะที่ความเร็วรอบ 1800 rpm และ 2100 rpm มีการไหลวนของอากาศที่มากเพียงพอต่อการผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ จากการที่ความเร็วรอบ 1800 rpm มี Ignition delay ยาวกว่าที่ความเร็วรอบ 2100 rpm จึงทำให้อัตราการปล่อยความร้อนที่ความเร็วรอบ 1800 rpm สูงกว่าอัตราการปล่อยความร้อนที่ความเร็วรอบ 1400 rpm และ 2100 rpm

จากรูปที่ 6-30 ที่แรงบิด 20 Nm และรูปที่ 6-31 ที่แรงบิด 30 Nm ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกและเชื้อเพลิงดีเซล จะพบว่าอัตราการปล่อยความร้อนสูงสุดจะเกิดขึ้นที่ความเร็วรอบ 1800 rpm และอัตราการปล่อยความร้อนต่ำสุดเกิดขึ้นที่ความเร็วรอบ 1400 rpm เนื่องจากที่ 20 Nm มีปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงต่อวัฏจักรมากขึ้น ทำให้ต้องการการไหลวนของอากาศที่สูงขึ้น แต่ที่ความเร็วรอบ 1400 rpm มีอัตราการไหลวนของอากาศไม่เพียงพอ ส่งผลให้การผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศไม่ดี จึงทำให้อัตราการปล่อยความร้อนสูงสุดมีค่าต่ำสุด ในขณะที่ความเร็วรอบ 1800 rpm และ 2100 rpm มีการไหลวนของอากาศที่มากเพียงพอต่อการผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ จากการที่ความเร็วรอบ 1800 rpm มี Ignition delay ยาวกว่าที่ความเร็วรอบ 2100 rpm จึงทำให้อัตราการปล่อยความร้อนที่ความเร็วรอบ 1800 rpm สูงกว่าอัตราการปล่อยความร้อนที่ความเร็วรอบ 1400 rpm และ 2100 rpm

### 6.3 ผลการถ่ายภาพปรากฏการณ์เผาไหม้

จากการศึกษาภาพปรากฏการณ์การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นในเครื่องยนต์ดีเซล ชนิดห้องเผาไหม้ล่วงหน้า โดยการถ่ายภาพด้วยอุปกรณ์ VisioScope ในงานวิจัยนี้จะทำการถ่ายภาพการเผาไหม้ที่ความเร็วรอบ 1100 rpm แรงบิด 10 Nm และความเร็วรอบ 1200 rpm แรงบิด 10 Nm เนื่องจากเมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกที่ความเร็วรอบสูงและแรงบิดมากทำให้มีเขม่ามาก เป็นผลให้มีเขม่ามาจับบริเวณ windows ของ endoscope และ Light guide ทำให้ไม่สามารถที่จะบันทึกภาพการเผาไหม้ได้ จึงเลือกจุดทดสอบดังกล่าวข้างต้น ผลสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่จุดทดสอบแสดงดังตารางที่ 6-4 และตารางที่ 6-5



ตารางที่ 6-4 แสดงผลสมรรถนะ ของเมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซล

Speed	T	Power	density	Fuel	sfc	Temperature					
						Exh	oil	water	air box	WT	DT
rpm	Nm	Kw	(kg/m <sup>3</sup> )	(g/s)	(g/Kw.h)	C	C	C	C	C	C
1100	10	1.14	837	0.120	378.02	148	53	55	33	29.2	29.8
1200	10	1.24	837	0.129	373.69	150	53	56	33	29	29.6

ตารางที่ 6-4 แสดงผลสมรรถนะ เมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลที่จุดทดสอบ

Speed	T	Amb P	Mano start	Mano Measure	Density Air	Air flow	$\eta_v$	F/A	$\Phi$
rpm	Nm	mmHg	mmH <sub>2</sub> O	mmH <sub>2</sub> O	(kg/m <sup>3</sup> )	(g/s)	(%)		
1100	10	763	32	46.2	1.17	5.304	79.39	0.023	0.324
1200	10	763	32	48.4	1.17	5.702	78.18	0.023	0.325

ตารางที่ 6-5 แสดงผลสมรรถนะเมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกที่จุดทดสอบ

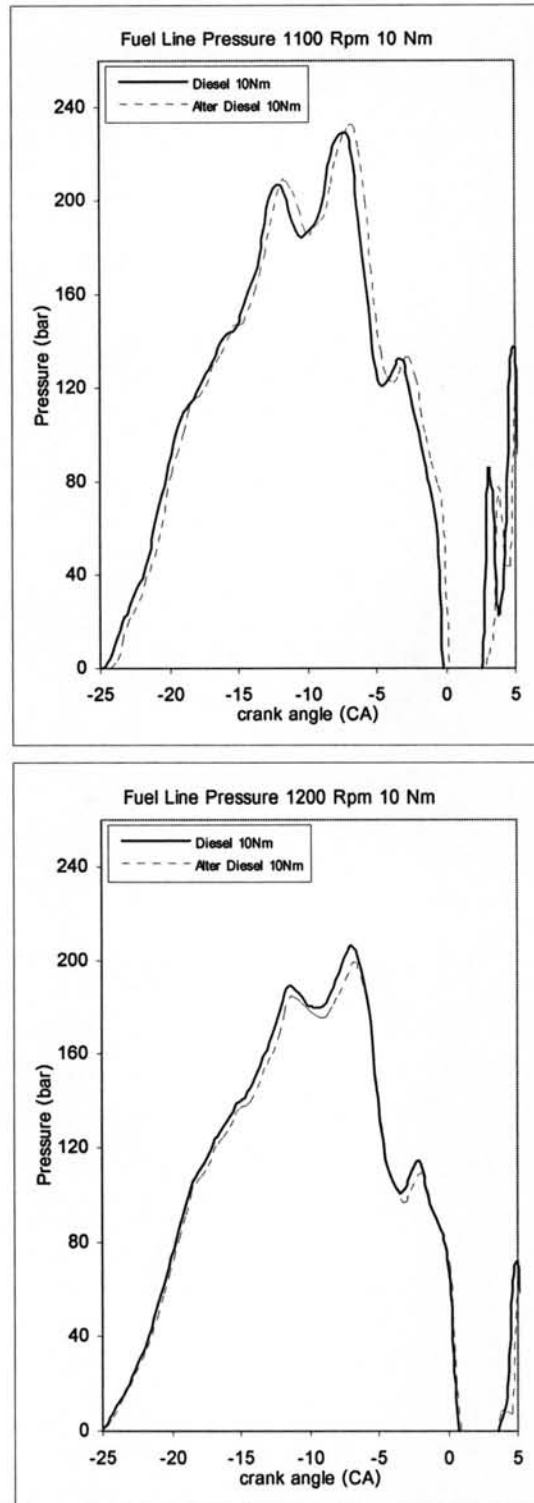
Speed	T	Power	density	Fuel	sfc	Temperature					
						Exh	oil	water	fuel	WT	DT
rpm	Nm	Kw	(kg/m <sup>3</sup> )	(g/s)	(g/Kw.h)	C	C	C	C	C	C
1100	10	1.14	841.1	0.121	382.89	149	53	56	33	29	29.8
1200	10	1.24	841.1	0.131	377.99	151	53	56	33	28.8	29.6

ตารางที่ 6.5 แสดงผลสมรรถนะเมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกที่จุดทดสอบ

Speed	T	Amb P	Mano start	Mano Measure	Density Air	Air flow	$\eta_v$	F/A	$\Phi$
rpm	Nm	mmHg	mmH <sub>2</sub> O	mmH <sub>2</sub> O	(kg/m <sup>3</sup> )	(g/s)	(%)		
1100	10	763.5	32	46.2	1.17	5.306	79.36	0.023	0.328
1200	10	763.2	32	49.4	1.17	5.874	80.52	0.022	0.319

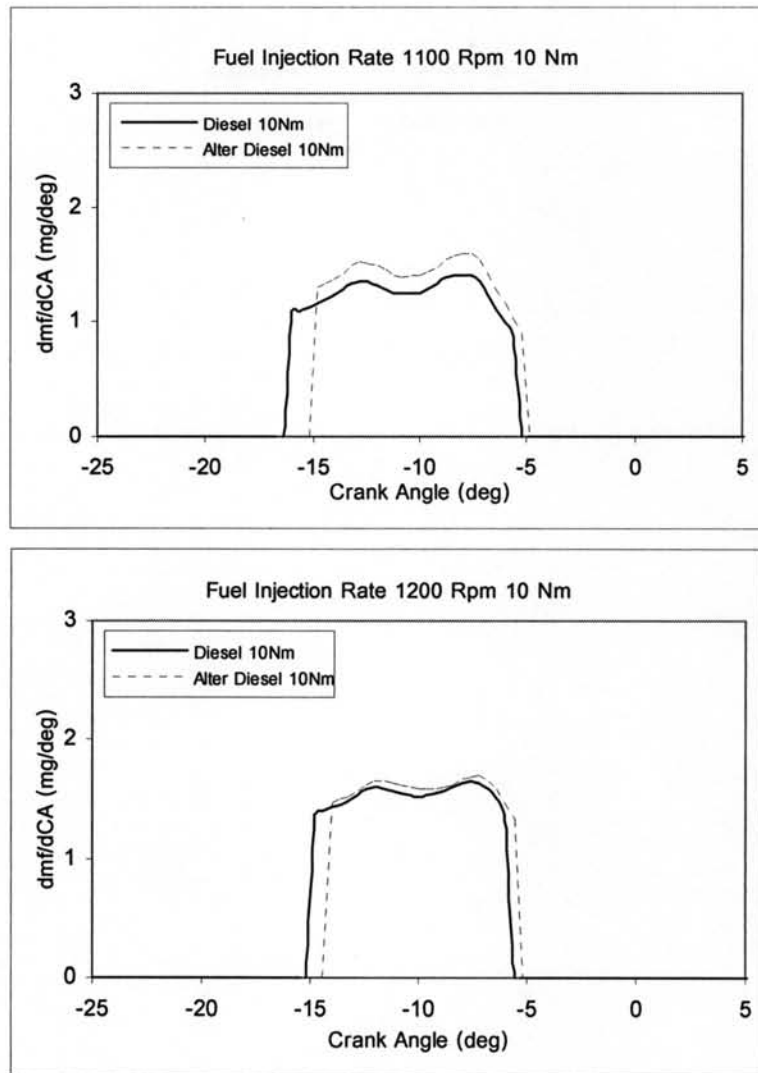
### 6.3.1 ผลการวิเคราะห์ความดันห้องเผาไหม้

ผลการวิเคราะห์ความดันห้องเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกและเชื้อเพลิงดีเซลที่จุดทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 6-32 ถึง รูปที่ 6-34

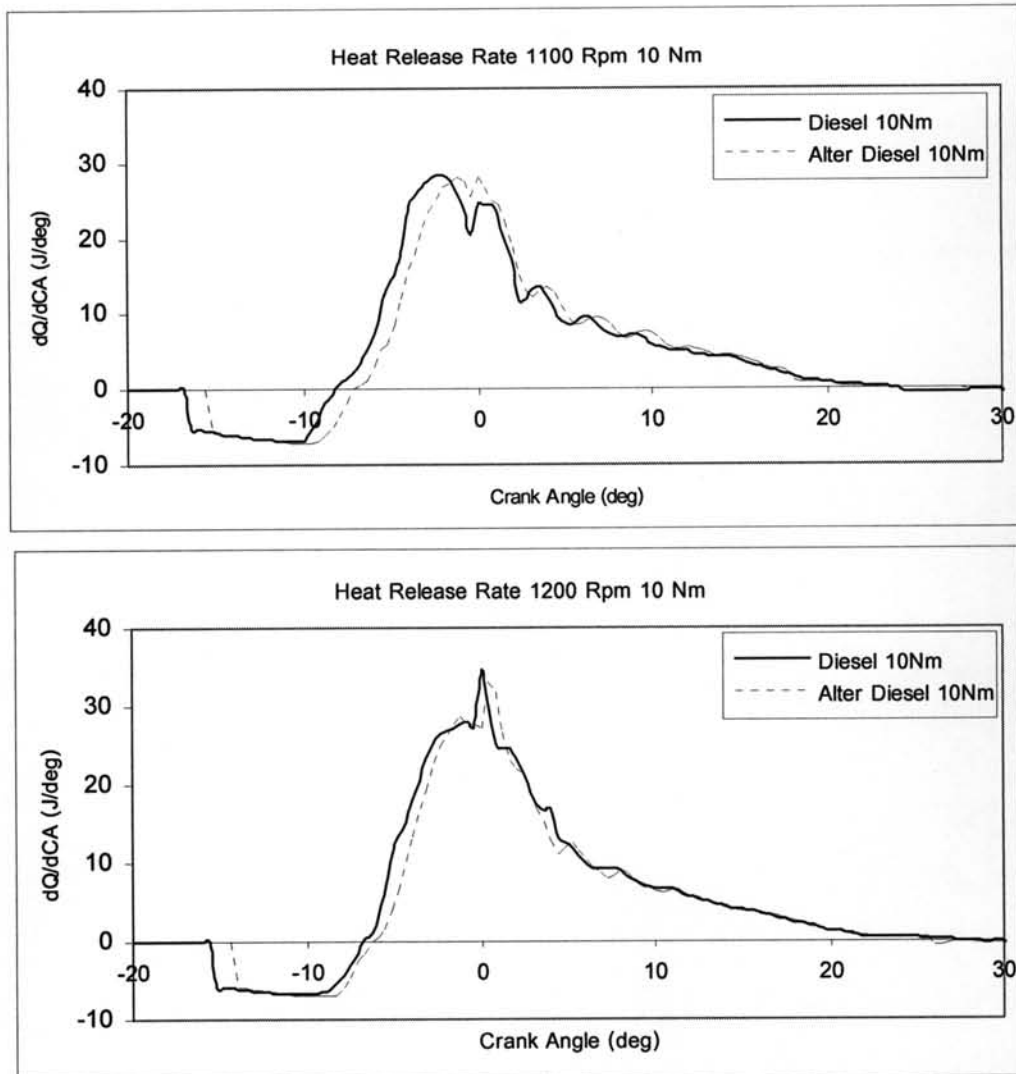


รูปที่ 6-32 แสดงผลการความดันทางเข้าหัวฉีดของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกและเชื้อเพลิงดีเซล

ที่ความเร็วรอบ 1100 rpm 1200 rpm ที่แรงบิด 10 Nm



รูปที่ 6-33 แสดงผลอัตราการฉีดเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงดีเซลทางเล็อก และเชื้อเพลิงดีเซล  
ที่ความเร็วรอบ 1100 rpm และ 1200 rpm แรงบิด 10 Nm



รูปที่ 6-34 แสดงอัตราการปล่อยความร้อนของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก และเชื้อเพลิงดีเซล  
ที่ความเร็วรอบ 1100 rpm และ 1200 rpm แรงบิด 10 Nm






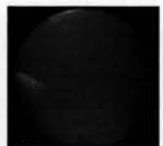



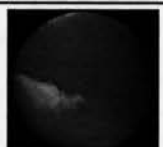



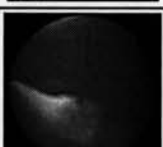
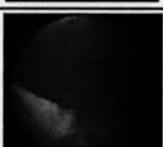

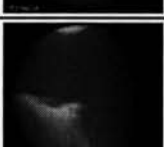
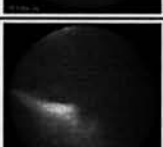
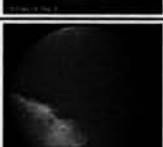

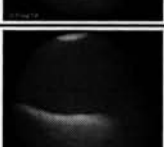
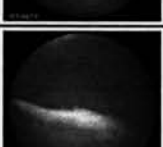
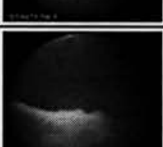

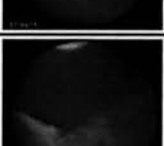
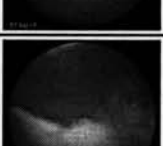

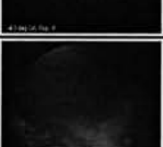
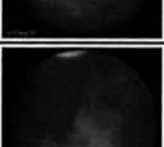
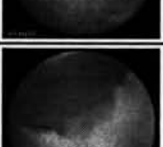
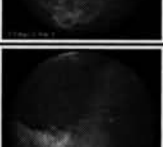

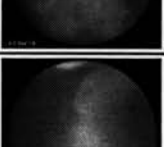
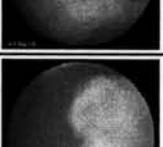
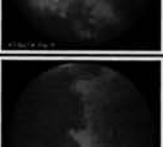
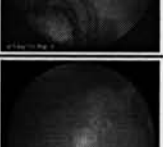
พิจารณาจากรูปที่ 6-32 ถึง 6-34 สามารถจะอธิบายได้ดังนี้

ที่ความเร็วรอบ 1100 rpm แรงบิด 10 Nm จะพบว่าเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก เริ่มฉีดเชื้อเพลิงที่  $-15.2^{\circ}\text{CA}$ , สิ้นสุดการฉีดเชื้อเพลิงที่  $-4.8^{\circ}\text{CA}$ , เริ่มต้นการเผาไหม้ที่  $-7.6^{\circ}\text{CA}$ , สิ้นสุดการเผาไหม้ที่  $25.2^{\circ}\text{CA}$  และเชื้อเพลิงดีเซล เริ่มฉีดเชื้อเพลิงที่  $-16.4^{\circ}\text{CA}$ , สิ้นสุดการฉีดเชื้อเพลิงที่  $-5.2^{\circ}\text{CA}$ , เริ่มต้นการเผาไหม้ที่  $-8.4^{\circ}\text{CA}$ , สิ้นสุดการเผาไหม้ที่  $24.4^{\circ}\text{CA}$

ที่ความเร็วรอบ 1200 rpm แรงบิด 10 Nm จะพบว่าเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก เริ่มฉีดเชื้อเพลิงที่  $-14.4^{\circ}\text{CA}$ , สิ้นสุดการฉีดเชื้อเพลิงที่  $-5.2^{\circ}\text{CA}$ , เริ่มต้นการเผาไหม้ที่  $-6.8^{\circ}\text{CA}$ , สิ้นสุดการเผาไหม้ที่  $26^{\circ}\text{CA}$  และเชื้อเพลิงดีเซล เริ่มฉีดเชื้อเพลิงที่  $-15.2^{\circ}\text{CA}$ , สิ้นสุดการฉีดเชื้อเพลิงที่  $-5.6^{\circ}\text{CA}$ , เริ่มต้นการเผาไหม้ที่  $-7.2^{\circ}\text{CA}$ , สิ้นสุดการเผาไหม้ที่  $27.2^{\circ}\text{CA}$

### 6.3.2 ภาพถ่ายสเปร์ยเชื้อเพลิง

ลักษณะการพัฒนาของสเปร์ยเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก เมื่อเปรียบเทียบกับสเปร์ยเชื้อเพลิงดีเซลที่จุดทำงาน ณ ตำแหน่งองศาข้อเหวี่ยงต่างๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6-6 ตารางที่ 6-6 ลักษณะของสเปร์ยเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกและเชื้อเพลิงดีเซล ณ องศาข้อเหวี่ยงต่างๆ

$^{\circ}\text{CA}$	1100-10 Diesel	1100-10 Alter Diesel	1200-10 Diesel	1200-10 Alter Diesel
-18				
AOS	-16 	-15.5 	-15 	-14.5 
-14				
-12				
-10				
-8				
-6				
-4				
-2				

ลักษณะของสเปรย์โดยทั่วไป คือเมื่อเชื้อเพลิงถูกฉีดออกมาจากหัวฉีด สเปรย์จะพัฒนาตัวตามแนวแกนของสเปรย์ (spray core) แกนของสเปรย์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นของเหลว (liquid core) จะเกิดการสะท้อนแสงแฟลชทำให้ปรากฏภาพเป็นกลุ่มควันขาวพุ่งไปตามแนวแกนของสเปรย์ และบริเวณรอบนอกซึ่งเป็นละอองฝอย เมื่อหยุดเชื้อเพลิงที่แตกตัวรวมกับอากาศแวดล้อมและมีสัดส่วนของส่วนผสมที่เหมาะสมจะเกิดการติดไฟ ระยะพุ่ง (penetration) ของสเปรย์เชื้อเพลิงเหลว จะเพิ่มขึ้นตามองศาข้อเหวี่ยงจนกระทั่งถึงค่าสูงสุดที่จุดเริ่มต้นของการเผาไหม้แบบ premixed ซึ่งการระเหยของเชื้อเพลิงและการติดไฟจะเริ่มขึ้น เมื่อการเผาไหม้ของส่วนผสมเริ่มลามขึ้น ระยะพุ่งของสเปรย์จะลดลงอย่างมาก นอกจากนี้ผลของอากาศหมุน (swirl) ในห้องเผาไหม้จะทำให้สเปรย์บิดเบี้ยวและส่วนที่ติดไฟจะถูกพัดพาไปตามทิศทางของอากาศหมุนและถูกดูดผ่าน connecting passage ลงสู่ห้องเผาไหม้หลัก

พิจารณาที่ความเร็วรอบ 1100 rpm แรงบิด 10 Nm พบว่าเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกจะเริ่มเห็นสเปรย์ที่  $-15.5^{\circ}\text{CA}$  จุดที่เห็นเชื้อเพลิงสิ้นสุดที่  $-4.5^{\circ}\text{CA}$  และเชื้อเพลิงดีเซลจะเริ่มเห็นสเปรย์ที่  $-16.0^{\circ}\text{CA}$  จุดที่เห็นเชื้อเพลิงสิ้นสุดที่  $-4^{\circ}\text{CA}$  จากภาพจะพบว่าลักษณะของสเปรย์เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีลักษณะการกระจายตัวมากกว่าเชื้อเพลิงดีเซล และการส่องสว่างของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีความส่องสว่างมากกว่าเชื้อเพลิงดีเซล










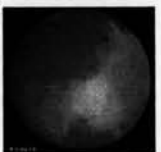






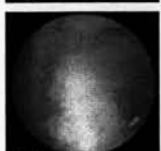

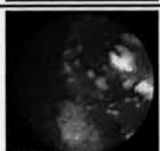
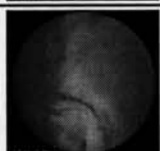

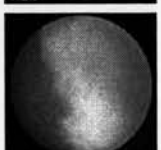
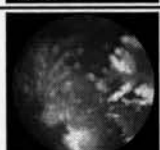
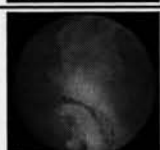
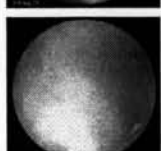
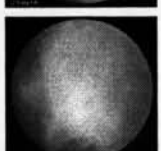

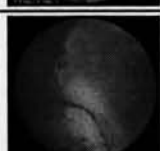
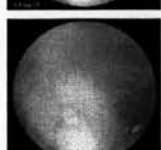
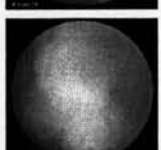
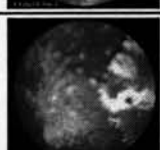
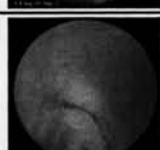
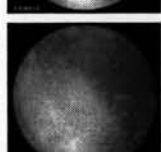
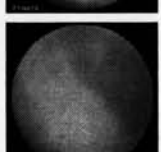
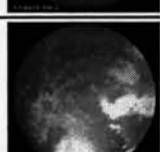

พิจารณาที่ความเร็วรอบ 1200 rpm แรงบิด 10 Nm พบว่าเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกจะเริ่มเห็นสเปรย์ที่  $-14.5^{\circ}\text{CA}$  จุดที่เห็นเชื้อเพลิงสิ้นสุดที่  $-4^{\circ}\text{CA}$  และเชื้อเพลิงดีเซลจะเริ่มเห็นสเปรย์ที่  $-15^{\circ}\text{CA}$  จุดที่เห็นเชื้อเพลิงสิ้นสุดที่  $-5.2$

### 6.3.3 ปรากฏการณ์การเผาไหม้และการแจกแจงความน่าจะเป็น

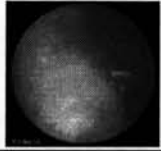
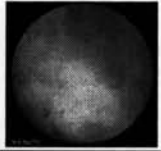




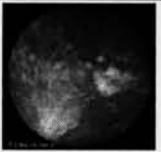







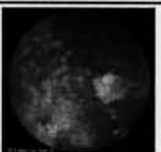









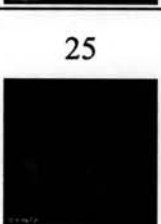

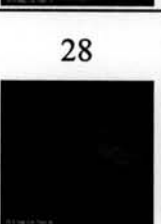

ปรากฏการณ์การเผาไหม้สามารถพิจารณาได้จากภาพถ่ายเปลวไฟในห้องเผาไหม้ ล่วงหน้าซึ่งไม่ใช่แสงแฟลชช่วย ดังนั้นจะเห็นเฉพาะเปลวไฟเท่านั้น โดยจะเห็นการเปลี่ยนแปลงของทิศทางของเปลวไฟและสีของเปลวไฟซึ่งจะสามารถประมาณอุณหภูมิของเปลวไฟขณะนั้นได้ ส่วนการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution) เป็นการแสดงสัดส่วนร้อยละของโอกาสที่จะเกิดเปลวไฟ ณ บริเวณใดๆ ที่แต่ละองศาข้อเหวี่ยงในจำนวนรอบการบันทึก (Repetitions) ทั้งหมด การแจกแจงความน่าจะเป็นจะบ่งบอกแนวโน้มของทิศทางการเคลื่อนที่ของเปลวไฟและบ่งชี้ว่าเปลวไฟมีโอกาสที่จะไม่เคลื่อนที่ทับตำแหน่งเดิมได้

ปรากฏการณ์การเผาไหม้และการแจกแจงความน่าจะเป็นของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงดีเซล ณ จุดทำงานต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 6-7 และ 6-8

ตารางที่ 6-7 ภาพปรากฏการณ์การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเล็งและเชื้อเพลิงดีเซล

°CA	1100-10 Diesel	1100-10 Alter Diesel	1200-10 Diesel	1200-10 Alter Diesel
SOL	-8.5 	-7.0 	-8.5 	-7.0 
-6				
-4				
-2				
0				
2				
4				
6				
8				

ตารางที่ 6-7 ภาพปรากฏการณ์การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเล็อกและเชื้อเพลิงดีเซล(ต่อ)

$^{\circ}\text{CA}$	1100-10 Diesel	1100-10 Alter Diesel		1200-10 Diesel	1200-10 Alter Diesel
10					
12					
14					
16					
18					
20					
EOL	25 	24.5 		28 	25 

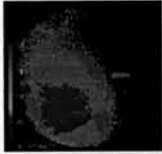
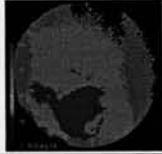
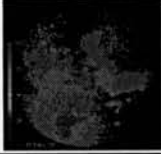

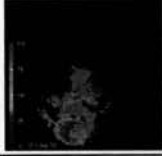

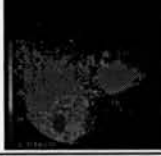
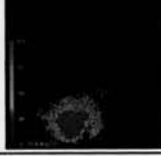
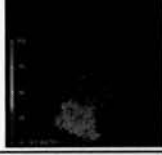
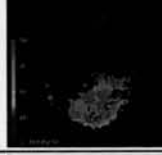
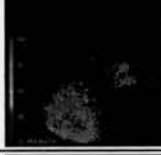
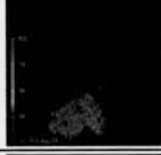
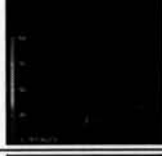
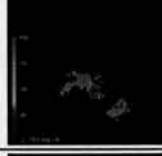
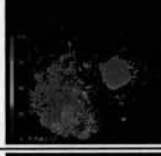

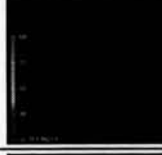
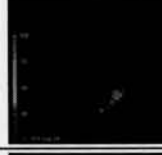
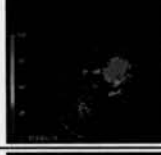

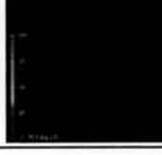
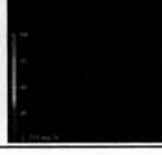
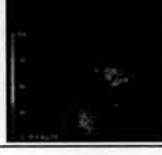
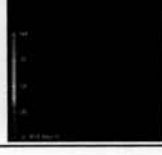
พิจารณาภาพปรากฏการณ์การเผาไหม้ของเปลวไฟเชื้อเพลิงดีเซลทางเล็อกและเชื้อเพลิงดีเซล ที่องศาข้อเหวี่ยงต่างๆ ที่ความเร็วรอบ 1100 rpm แรงบิด 10 Nm พบว่าเชื้อเพลิงดีเซลทางเล็อกเริ่มเห็นการเผาไหม้ที่  $-8.5^{\circ}\text{CA}$  และเชื้อเพลิงดีเซลเริ่มเห็นการเผาไหม้ที่  $-7.0^{\circ}\text{CA}$  ส่วนภาพปรากฏการณ์การเผาไหม้ที่ความเร็วรอบ 1200 rpm 10 Nm พบว่าเชื้อเพลิงดีเซลทางเล็อกเริ่มเห็นการเผาไหม้ที่  $-8.5^{\circ}\text{CA}$  และเชื้อเพลิงดีเซลเริ่มเห็นการเผาไหม้ที่  $-7.0^{\circ}\text{CA}$  ลักษณะการเผาไหม้ของ

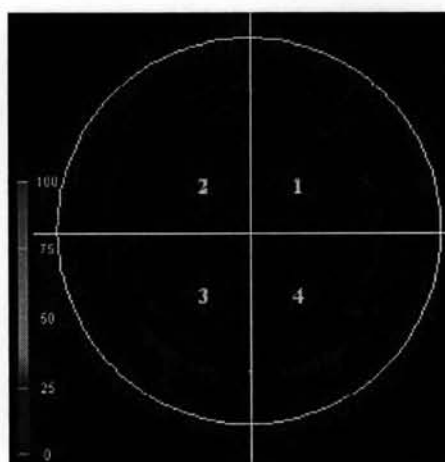


เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีลักษณะการกระจายตัวของเชื้อเพลิงภายใน prechamber มากกว่าเชื้อเพลิงดีเซล น่าจะมีผลมาจากเคโรซีนสามารถระเหยได้ง่าย จุดสิ้นสุดการเผาไหม้ที่ความเร็วรอบ 1100 rpm แรงบิด 10 Nm เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกสิ้นสุดการเผาไหม้ที่ 24.5 °CA และเชื้อเพลิงดีเซลสิ้นสุดการเผาไหม้ที่ 25 °CA และที่ความเร็วรอบ 1200 rpm 10 Nm เชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกสิ้นสุดการเผาไหม้ที่ 25 °CA และเชื้อเพลิงดีเซลสิ้นสุดการเผาไหม้ที่ 28 °CA

ตารางที่ 6-8 แสดงการแจกแจงความน่าจะเป็นของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกและเชื้อเพลิงดีเซล

°CA	1100-10		1200-10	
	Diesel	Alter Diesel	Diesel	Alter Diesel
-6				
-4				
-2				
0				
2				
4				
6				
8				

$^{\circ}\text{CA}$	1100-10 Diesel	1100-10 Alter Diesel	1200-10 Diesel	1200-10 Alter Diesel
10				
12				
14				
16				
18				
20				



รูปที่ 6-35 การแบ่งพื้นที่เป็น 4 ส่วนเพื่อพิจารณาแนวโน้ม  
ของทิศทางการเคลื่อนที่ของเปลวไฟ

จากตารางที่ 6-8 เป็นภาพการแจกแจงความน่าจะเป็นของเปลวไฟในแต่ละพื้นที่ และรูปที่ 6-35 แสดงพื้นที่ที่แบ่งเป็น 8 ส่วน จะพบแนวโน้มของการเกิดเปลวไฟที่มีความน่าจะเป็น มากกว่า 25 % (สีฟ้า) ที่องศาอุณหภูมิเหวี่ยงต่าง ๆ

พิจารณาที่ความเร็วรอบ 1100 rpm

ที่  $-6^{\circ}\text{CA}$  เปลวไฟดีเซลทางเลือกอยู่ในส่วน 4 ที่  $-4^{\circ}\text{CA}$  เปลวไฟดีเซลทางเลือกอยู่ในส่วน 4 และเปลวไฟดีเซลอยู่ในส่วน 3 ที่  $-2^{\circ}\text{CA}$  เปลวไฟดีเซลทางเลือกอยู่ในส่วน 1 และ 4 และเปลวไฟดีเซลอยู่ในส่วน 3 และ 4 ที่  $0^{\circ}\text{CA}$  เปลวไฟดีเซลทางเลือกอยู่ในส่วน 1 และ 4 เป็นส่วนใหญ่ เปลวไฟดีเซลจะกระจายทั่วทั้ง 4 ส่วน ที่  $2^{\circ}\text{CA}$  เปลวไฟดีเซลทางเลือกอยู่ในส่วน 1 และ 4 เปลวไฟดีเซลอยู่ในส่วน 2 และ 3 ที่  $4^{\circ}$  และ  $6^{\circ}\text{CA}$  เปลวไฟดีเซลทางเลือกและดีเซลกระจายอยู่ทั่วทั้ง 4 ที่  $8^{\circ}\text{CA}$  เปลวไฟดีเซลทางเลือกกระจายทั่วทั้ง 4 ส่วน เปลวไฟดีเซลอยู่ในส่วน 3 ที่  $10^{\circ}\text{CA}$  เปลวไฟดีเซลทางเลือกกระจายทั่วทั้ง 4 ส่วน เปลวไฟดีเซลอยู่ในส่วน 2 และ 3 ที่  $12^{\circ}\text{CA}$  เปลวไฟดีเซลทางเลือกอยู่ในส่วน 2 3 และ 4 เปลวไฟดีเซลอยู่ในส่วน 3 จากความน่าจะเป็นของการเกิดเปลวไฟพบว่าเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีแนวโน้มที่จะกระจายทั่วทั้ง 4 ส่วน และเชื้อเพลิงดีเซลมีแนวโน้มที่จะอยู่ในส่วนที่ 2 และ 3

พิจารณาที่ความเร็วรอบ 1200 rpm

ที่  $-6^{\circ}\text{CA}$  ยังไม่พบเปลวไฟของทั้ง 2 เชื้อเพลิง ที่  $-4^{\circ}$  และ  $-2^{\circ}\text{CA}$  เปลวไฟดีเซลทางเลือกมีแนวโน้มอยู่ในส่วน 3 และ 4 เปลวไฟดีเซลอยู่ในส่วน 3 ที่  $0^{\circ}\text{CA}$  เปลวไฟดีเซลทางเลือกอยู่ในส่วน 1 และ 4 เปลวไฟดีเซลอยู่ในส่วน 1 และ 3 ที่  $2^{\circ}$ ,  $4^{\circ}$  และ  $6^{\circ}\text{CA}$  เปลวไฟทั้ง 2 กระจายทั่วทั้ง 4 ส่วน ที่  $8^{\circ}\text{CA}$  เปลวไฟดีเซลทางเลือกอยู่ในส่วน 2 และ 3 เปลวไฟดีเซลกระจายทั่วทั้ง 4 ส่วน ที่  $10^{\circ}\text{CA}$  เปลวไฟดีเซลทางเลือกอยู่ในส่วน 3 เปลวไฟดีเซลอยู่ในส่วน 3 และ 4 ที่  $12^{\circ}\text{CA}$  เปลวไฟดีเซลทางเลือกอยู่ในส่วน 4 เปลวไฟดีเซลอยู่ในส่วน 3

จากทั้งสองความเร็วรอบจะพบว่าส่วนใหญ่เชื้อเพลิงดีเซลมีความน่าจะเป็นอยู่ในส่วนที่ 3 มากที่สุด ส่วนเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกมีความน่าจะเป็นกระจายทั่วทั้ง 4 ส่วน น่าจะเกิดจากการระเหยได้ง่ายของเคโรซีนในเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก

### 6.3.4 เปรียบเทียบผลของความดันห้องเผาไหม้กับการภาพถ่ายปรากฏการณ์การเผาไหม้

ผลการวิเคราะห์จากการวัดข้อมูลความดันและจากภาพปรากฏการณ์การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเล็อก แสดงผลในตารางที่ 6-9 ถึง ตารางที่ 6-12

ตารางที่ 6-9 แสดงผลของ SOI EOI และ SOC ของเชื้อเพลิงดีเซล

Speed (rpm)	T (Nm)	SOI			EOI			SOC		
		ภาพถ่าย (CA)	ความดัน (CA)	Different (CA)	ภาพถ่าย (CA)	ความดัน (CA)	Different (CA)	ภาพถ่าย (CA)	ความดัน (CA)	Different (CA)
1100	10	-16.0	-16.4	0.4	-4.0	-5.2	1.2	-8.5	-8.4	0.1
1200	10	-15.0	-15.2	0.2	-4.0	-5.6	1.6	-8.5	-7.2	1.3

ตารางที่ 6-10 แสดงผลของ Ignition delay EOC และ Burn duration ของเชื้อเพลิงดีเซล

Speed (rpm)	T (Nm)	Ignition delay			EOC			Burn duration		
		ภาพถ่าย (CA)	ความดัน (CA)	Different (CA)	ภาพถ่าย (CA)	ความดัน (CA)	Different (CA)	ภาพถ่าย (CA)	ความดัน (CA)	Different (CA)
1100	10	7.5	8.0	0.5	25.0	24.4	0.6	33.5	32.8	0.7
1200	10	6.5	8.0	1.5	28.0	27.2	0.8	36.5	34.4	2.1

ตารางที่ 6-11 แสดงผลของ SOI EOI และ SOC ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเล็อก

Speed (rpm)	T (Nm)	SOI			EOI			SOC		
		ภาพถ่าย (CA)	ความดัน (CA)	Different (CA)	ภาพถ่าย (CA)	ความดัน (CA)	Different (CA)	ภาพถ่าย (CA)	ความดัน (CA)	Different (CA)
1100	10	-15.5	-15.2	0.3	-4.5	-4.8	0.3	-7.0	-7.6	0.6
1200	10	-14.5	-14.4	0.1	-5.2	-5.2	0.0	-7.0	-6.8	0.2

ตารางที่ 6-12 แสดงผลของ Ignition delay EOC และ Burn duration ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเล็อก

Speed (rpm)	T (Nm)	Ignition delay			EOC			Burn duration		
		ภาพถ่าย (CA)	ความดัน (CA)	Different (CA)	ภาพถ่าย (CA)	ความดัน (CA)	Different (CA)	ภาพถ่าย (CA)	ความดัน (CA)	Different (CA)
1100	10	8.5	7.6	0.9	24.5	25.2	0.7	31.5	32.8	1.3
1200	10	7.5	7.6	0.1	25.0	26.0	1.0	32.0	32.8	0.8

เมื่อพิจารณาจุดเริ่มต้นการฉีดเชื้อเพลิง จุดสิ้นสุดการฉีดเชื้อเพลิง จุดเริ่มต้นการเผาไหม้ และจุดสิ้นสุดการเผาไหม้ จากตารางที่ 6-9 ถึง 6-12 จะพบว่าค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลความดันและค่าที่ได้จากภาพถ่ายมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลความดันเป็นค่าที่ได้จากทางทฤษฎี ส่วนค่าที่ได้จากการถ่ายภาพเป็นปรากฏการณ์จริงที่เกิดขึ้นภายในห้องเผาไหม้ จึงสรุปได้ว่าค่าความดันในห้องเผาไหม้มีความคล้อยกับภาพถ่ายปรากฏการณ์การเผาไหม้