บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการจนสำเร็จตามวัตถุประสงค์ คือ ได้ทดสอบเครื่องยนต์ Ricardo E6 บนแท่นทดสอบ ที่สภาวะคงที่ ที่ความเร็วรอบ 1500, 1800 และ 2100 rev./min. ณ อัตราการไหลอากาศ 100, 75 และ 50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการไหลอากาศที่ตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อเปิดกว้างสุด แล้วทำการบันทึกข้อมูลสมรรถนะและข้อมูลความดันในกระบอกสูบ เมื่อตัวแปรการทำงานต่างๆ อันได้แก่ equivalence ratio และองศาการจุดระเบิดล่วงหน้า เปลี่ยนแปลงไป จากนั้นได้นำข้อมูลความดันที่ได้มาวิเคราะห์หา MFB ตามวิธีของ Rassweiler and Withrow ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้น แล้ววิเคราะห์ผลของตัวแปรการทำงานที่มีต่อ Flame development angle ($\Delta\theta_d$) และ Rapid burned angle ($\Delta\theta_b$)

5.1 ผลสรุปงานวิจัย

ในการวิจัยผลของตัวแปรการทำงานของเครื่องยนต์ อันได้แก่ ความเร็วรอบ , equivalence ratio และ องศาจุดระเบิดล่วงหน้า ต่อลักษณะการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ซึ่งลักษณะการเผาไหม้จะพิจารณาได้จาก $\Delta\theta_d$ และ $\Delta\theta_b$ ได้ทำการทดสอบบนเครื่องยนต์ Ricardo E6 ที่ความเร็วรอบ 1500, 1800 และ 2100 rev./min. ณ อัตราการไหลอากาศ 100, 75 และ 50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการไหลอากาศที่ตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อเปิดสุด โดย equivalence ratio และองศาจุดระเบิดล่วงหน้าที่ทำการทดสอบได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และตารางสรุปผลการทดสอบและผลการวิเคราะห์ข้อมูลความดันในกระบอกสูบ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 ถึง 4.4 ในการวิเคราะห์ผลของตัวแปรการทำงานนั้น ผลขององศาจุดระเบิดล่วงหน้าและ equivalence ratio ต่อ แรงบิด , bsfc. , ความดันในกระบอกสูบ ,MFB และ $\Delta\theta_d$ กับ $\Delta\theta_b$ ที่ความเร็วรอบและอัตราการไหลอากาศต่างๆ ได้แสดงไว้ในรูป 4.1 ถึง 4.9 ผลขององศาจุดระเบิดล่วงหน้ากับความเร็วรอบเครื่องยนต์ ต่อ Δt_d และΔt_b ที่อัตราการไหลอากาศและ equivalence ratio ต่างๆ ได้แสดงไว้ในรูป 4.10 (ก) ถึง 4.10 (ฌ) ซึ่งจะสรุปผลของตัวแปรการทำงานต่อลักษณะการเผาไหม้ได้ดังนี้คือ

การเพิ่มองศาจุดระเบิดล่วงหน้า มีผลให้ $\Delta\theta_d$ เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มองศาจุดระเบิดล่วงหน้า ทำให้การจุดระเบิดเกิดขึ้นในช่วงที่ความดันและความหนาแน่นของส่วนผสมในกระบอกสูบน้อย

ส่งผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาและการขยายตัวของ flame front เกิดขึ้นช้า ทำให้เมื่อองศาจุดระเบิดล่วงหน้ามากขึ้น $\Delta\theta_d$ จึงกว้างขึ้นด้วย สำหรับผลต่อ $\Delta\theta_b$ พบว่าการเพิ่มองศาจุดระเบิดล่วงหน้า ทำให้ $\Delta\theta_b$ มีแนวโน้มที่ลดลง เนื่องจากการเพิ่มองศาจุดระเบิดล่วงหน้า ทำให้ช่วงที่เริ่มเกิดการสันดาปในช่วง rapid burned period เกิดในช่วงที่ใกล้กับจุดศูนย์ตายบน ซึ่งเป็นจุดที่ส่วนผสมในกระบอกสูบมีความดันและความหนาแน่นสูง การสันดาปจึงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ $\Delta\theta_b$ มีแนวโน้มลดลง

ส่วนผลของ equivalence ratio จะพบว่า เมื่อเพิ่ม equivalence ratio ให้หนาขึ้น จะทำให้ $\Delta\theta_d$ และ $\Delta\theta_b$ มีแนวโน้มสั้นลง เนื่องจากที่ส่วนผสมหนา จะมี flame speed ที่เร็วกว่า จึงเกิดการสันดาปที่รวดเร็ว ทำให้ $\Delta\theta_d$ กับ $\Delta\theta_b$ น้อยกว่าที่ส่วนผสมบาง

สำหรับการวิเคราะห์ผลของความเร็วรอบเครื่องยนต์นั้น จะวิเคราะห์ได้จากกราฟความสัมพันธ์ของ Δt_d และ Δt_b กับองศาจุดระเบิดล่วงหน้า ที่ความเร็วรอบต่างๆ ของกราฟที่อัตราไหลอากาศและ equivalence ratio ต่างๆ ในรูป 4.10(ก) ถึง 4.10(ฌ) จะพบว่าความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ Δt_d และ Δt_b น้อยลง เนื่องจาก เมื่อเพิ่มอัตราเร็วรอบเครื่องยนต์จะทำให้ ส่วนผสมภายในกระบอกสูบมีระดับ turbulence intensity สูง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของการสันดาปและการขยายตัวของ flame front จึงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เวลาในช่วง Δt_d และ Δt_b จึงสั้นลง

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการเก็บข้อมูลความดันในกระบอกสูบ หากสามารถใช้ระบบ data acquisition ที่สามารถเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องได้จำนวนมากๆ แล้ว จะทำให้มีความมั่นใจในข้อมูลมากขึ้น เพราะหากจำนวนข้อมูลมากจะช่วยลดปัญหาความคลาดเคลื่อนของข้อมูลเนื่องจากความแปรปรวนของวัฏจักรได้

สำหรับข้อมูล MFB curve ที่จุดทำงานต่างๆ เป็นข้อมูลที่แสดงถึงลักษณะการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ สามารถนำไปประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น

- ประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองการเผาไหม้และการทำงานของเครื่องยนต์ Ricardo E6 ได้ (Engine model)
- ใช้เป็นข้อมูลที่ใช้ validate combustion model
- เป็นข้อมูลในการหา colrelation equation ของตัวแปรการทำงานกับลักษณะการเผาไหม้ เพื่อใช้ในการพัฒนาวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์