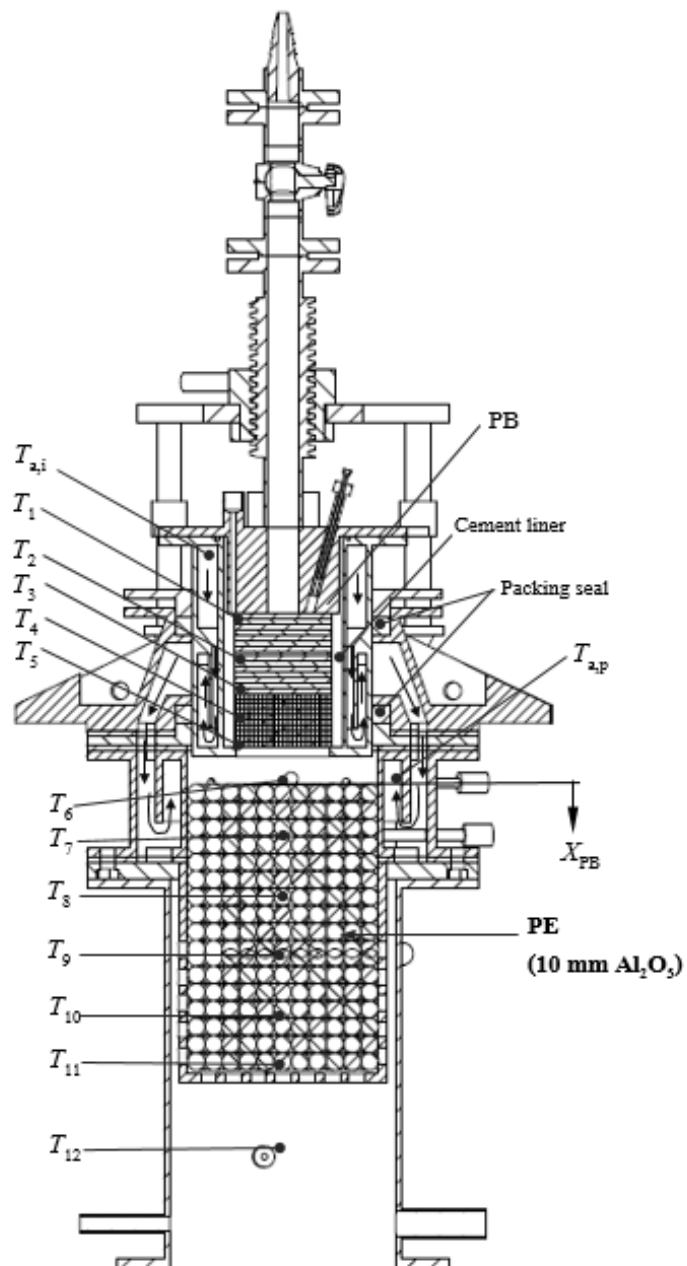


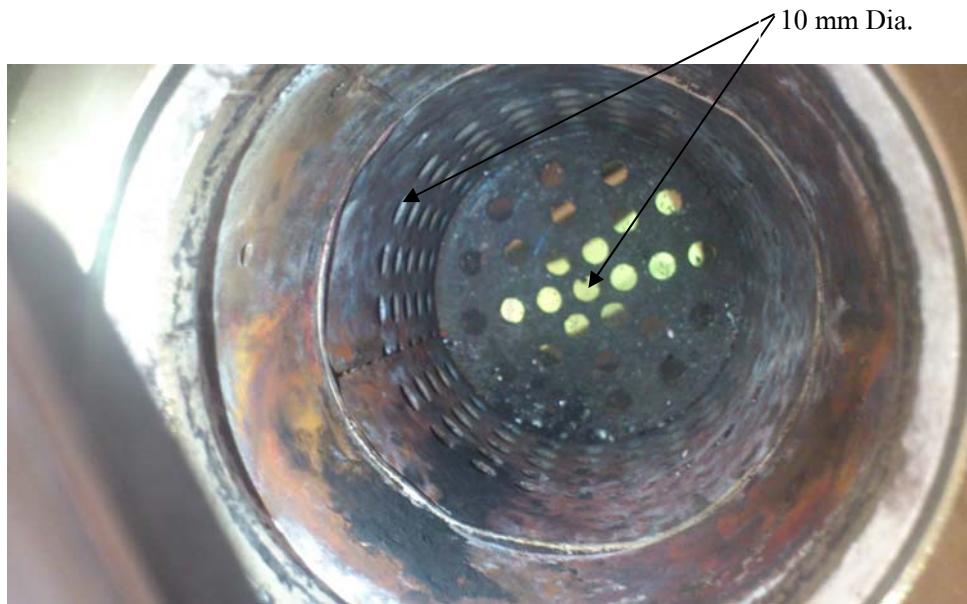
บทที่ 5 ผลการทดลองเบื้องต้น

5.1 การทดลองครั้งที่ 1

5.1.1 อุปกรณ์การทดลองครั้งที่ 1



รูปที่ 5.1 Schematic diagram แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิของหัวเผาในการทดลองครั้งที่ 1



(ก)



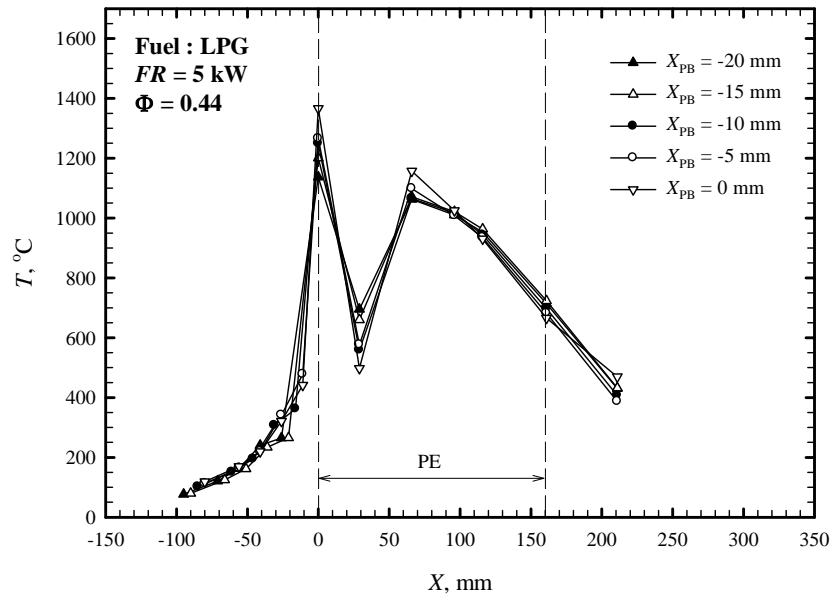
(ข)

รูปที่ 5.2 รูปถ่ายส่วนประกอบของ PE ในการทดลองครั้งที่ 1

- หมายเหตุ:
1. PE มีลักษณะเป็นตระกร้าที่ยังไม่มีการปิดรูด้านข้างด้วยปูนทนไฟดังรูปที่ 5.2ก และ 5.2ข
 2. ใช้ Al_2O_3 ขนาด 10 mm เป็นวัสดุพูน โดยมีการจัดเรียงให้สูงกว่ารูจ่ายอากาศ เพื่อที่จะทำให้สามารถปรับระยะ X_{PB} มาที่ 0 mm ได้ดังรูปที่ 5.1

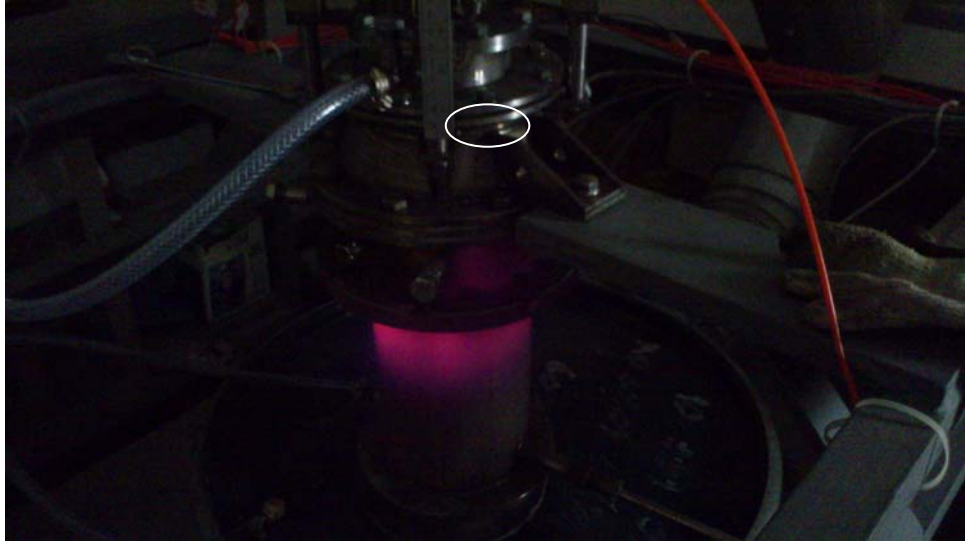
5.1.2 ผลการทดลองครั้งที่ 1

1. อิทธิพลของ X_{PB} (FR และ Φ คงที่) ต่อโครงสร้างอุณหภูมิเมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG (1st Test)



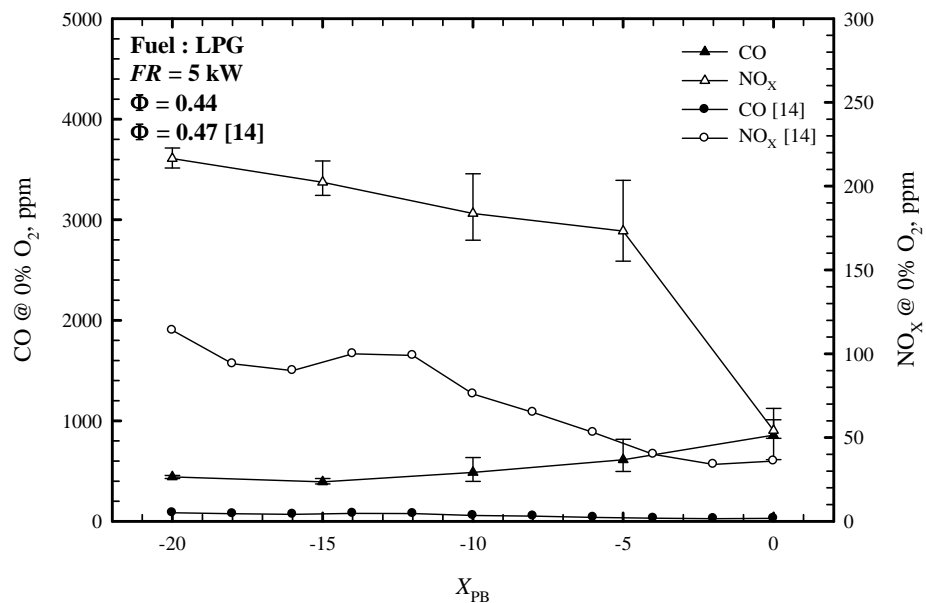
รูปที่ 5.3 อิทธิพลของ X_{PB} (FR และ Φ คงที่) ต่อโครงสร้างอุณหภูมิเมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG (1st Test)

จากรูปที่ 5.3 พบว่าเมื่อเพิ่มระยะ X_{PB} ส่งผลให้เปลวไฟเคลื่อนที่ไปทางท้ายน้ำถังเตาได้จากอุณหภูมิการเผาไหม้ภายใน PE ยกตัวสูงขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเผาไหม้จากเชื้อเพลิงที่ผสมมาก่อนเป็นแบบไม่ผสมมาก่อนทำให้เปลวไฟยาวขึ้น และผลจากการที่เกิดการเผาไหม้ในวัสดุพอร์ซเลนมากขึ้นทำให้ได้ผลของการหมุนเวียนความร้อนมากขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิการเผาไหม้ใน PE สูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากตำแหน่งของการติดตั้ง Thermocouple ดังแสดงในรูปที่ 5.1 ไม่ละเอียดเพียงพอเนื่องจากข้อจำกัดของการออกแบบทำให้อุณหภูมิที่วัดได้จากตำแหน่ง T_6 ในสถานะการทดลองที่ X_{PB} ต่ำๆ (เชื้อเพลิงมีการผสมมาก่อน) มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิสูงสุดของเปลวไฟในสถานะการทดลองที่ X_{PB} สูงๆ (เชื้อเพลิงไม่มีการผสมมาก่อน) เนื่องจากอุณหภูมิที่วัดได้ ณ ตำแหน่งนี้ไม่ใช่อุณหภูมิที่แท้จริงของเปลวไฟซึ่งคาดว่ามีความสูงกว่านี้และเกิดก่อนหน้านี้อันนี้สังเกตได้จากความชันของกราฟที่ยังมีค่าเป็นลบ และนอกจากนี้เมื่อพิจารณาที่ T_7 ไม่สามารถบ่งบอกอุณหภูมิการเผาไหม้ที่แท้จริงได้เนื่องจากการเผาไหม้ไม่ได้เกิดขึ้นตลอดหน้าตัดของห้องเผาไหม้อันยืนยันได้จากรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 รูปถ่ายแสดงการเกิดการเผาไหม้ที่ไม่เต็มหน้าตัดของห้องเผาไหม้

2. อิทธิพลของ X_{PB} (FR และ Φ คงที่) ต่อปริมาณ CO และ NO_x ในไอเสียเมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG (1st Test)



รูปที่ 5.5 อิทธิพลของ X_{PB} (FR และ Φ คงที่) ต่อปริมาณ CO และ NO_x ในไอเสียเมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG (1st Test) เปรียบเทียบกับงานวิจัยในอดีต [14]

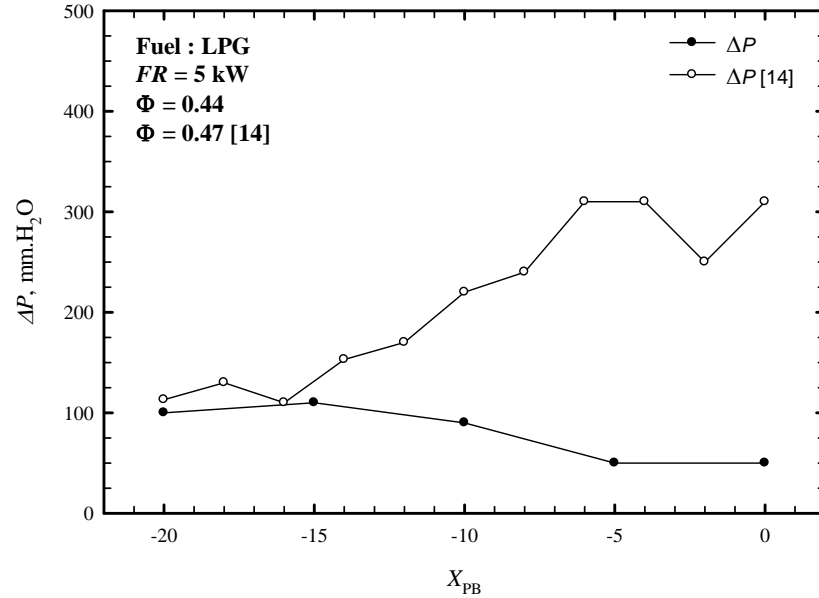
จากรูปที่ 5.5 พบว่าเมื่อเพิ่มระยะ X_{PB} ปริมาณ CO และ NO_x มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงตามลำดับ และพบว่าที่ค่า $X_{PB} = -10, -5$ และ 0 mm ค่า CO และ NO_x ที่วัดได้มีช่วงการแกว่งตัวที่สูงเนื่องจากการ

เผาไหม้ที่ไม่มีเสถียรภาพกล่าวคือบางช่วงเวลามีการเผาไหม้เกิดที่ด้านข้าง PE ซึ่งเกิดจากส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงและอากาศเล็กน้อยที่ไหลออกจากรูด้านข้างของ PE มากกว่าไหลไปตามแนวแกนของ PE เนื่องจากความดันที่ด้านการไหลที่ต่ำกว่าดังแสดงในรูปที่ 5.6 ซึ่งส่งผลให้ปริมาณ CO และ NO_x มีการเปลี่ยนแปลงตามการติดดับของเปลวไฟด้านข้าง PE และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยในอดีต [14] พบว่าทั้งปริมาณ CO และ NO_x มีค่าสูงกว่ามารวมทั้งแนวโน้มของปริมาณ CO ที่ตรงกันข้ามเมื่อเพิ่มระยะ X_{PB} ซึ่งมีสาเหตุมาจากส่วนผสมระหว่างอากาศและเชื้อเพลิงไม่ดีเนื่องจากวัสดุพอร์ซเลน Al_2O_3 กีดขวางช่องทางการจ่ายอากาศรวมทั้งระยะเวลาของการผสมกันระหว่างเชื้อเพลิงและอากาศภายใน PE มีน้อยเนื่องจากเชื้อเพลิงและอากาศไหลออกไปตามแนวรัศมีของ PE ซึ่งทำให้ความดันในการเผาไหม้ต่ำลงส่งผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ลดลง



รูปที่ 5.6 รูปถ่ายแสดงการเผาไหม้ที่เกิดภายนอก PE

3. อิทธิพลของ X_{PB} (FR และ Φ คงที่) ต่อความดันตกคร่อมห้องเผาไหม้ (ΔP) เมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG (1st Test)



รูปที่ 5.7 อิทธิพลของ X_{PB} (FR และ Φ คงที่) ต่อ ΔP เมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG (1st Test) เปรียบเทียบกับงานวิจัยในอดีต [14]

จากรูปที่ 5.7 พบว่าในงานวิจัยปัจจุบันเมื่อเพิ่มระยะ X_{PB} ทำให้ ΔP มีแนวโน้มลดลงซึ่งให้แนวโน้มที่ตรงข้ามกับงานวิจัยในอดีต [14] เนื่องจากอากาศมีการไหลแบบวงแหวนมากขึ้นเมื่อเพิ่มระยะ X_{PB} ทำให้การผสมกันระหว่างอากาศและเชื้อเพลิงเกิดขึ้นได้ยากขึ้นเนื่องจากอากาศบางส่วนไหลออกทางรูด้านข้างของ PE ทำให้ไม่เจอกับเชื้อเพลิงส่งผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ต่ำลงจึงทำให้ค่า ΔP ต่ำลง

5.1.3 ปัญหาที่พบจากการทดลองครั้งที่ 1

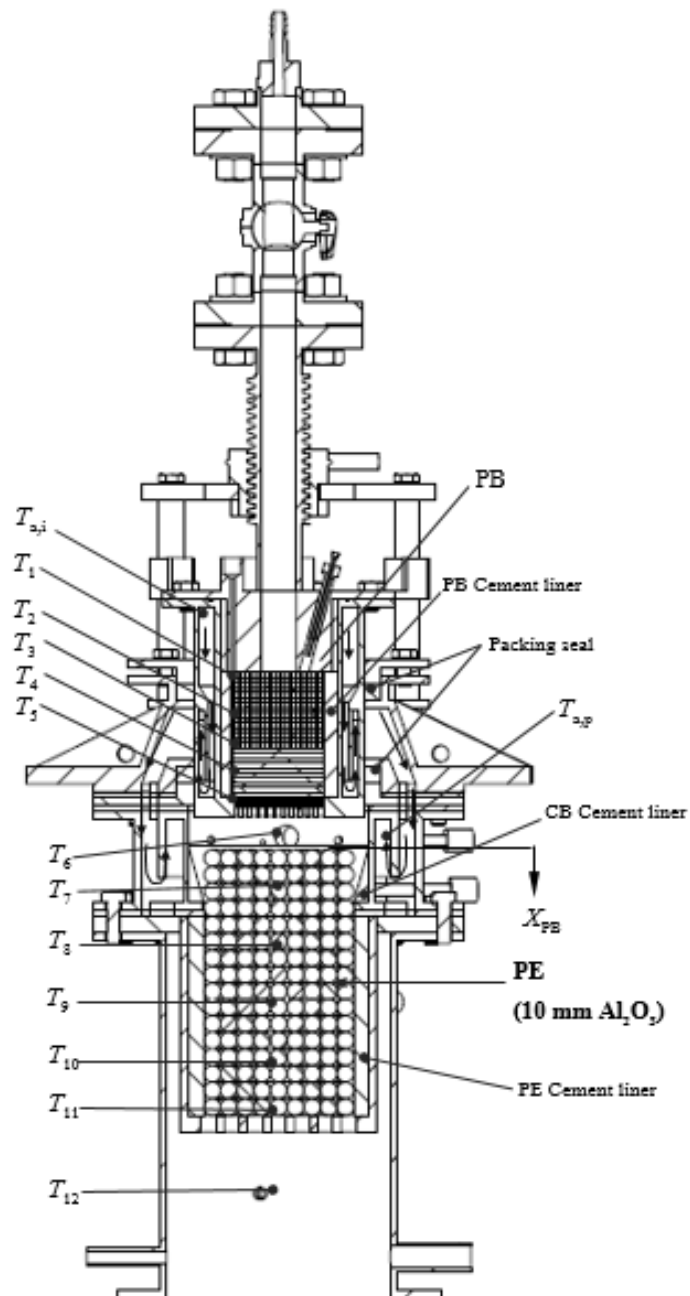
1. เมื่อเพิ่มค่า X_{PB} ส่งผลให้อากาศผสมกับเชื้อเพลิงได้ยากขึ้นไหลออกทางรูด้านข้างของ PE มากขึ้นทำให้ส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงและอากาศแย่งทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ลดลง
2. ชั้นของวัสดุพูนที่ทำจากตาข่ายสแตนเลสยังคงหลอมละลายอยู่ดังรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.8 ภาพถ่ายแสดงการหลอมละลายของชั้นตาข่ายสแตนเลสใน PB

5.2 การทดลองครั้งที่ 2

5.2.1 อุปกรณ์การทดลองครั้งที่ 2



รูปที่ 5.9 Schematic diagram แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิของหัวเผาในการทดลองครั้งที่ 2



(ก)



(ข)



(ค)

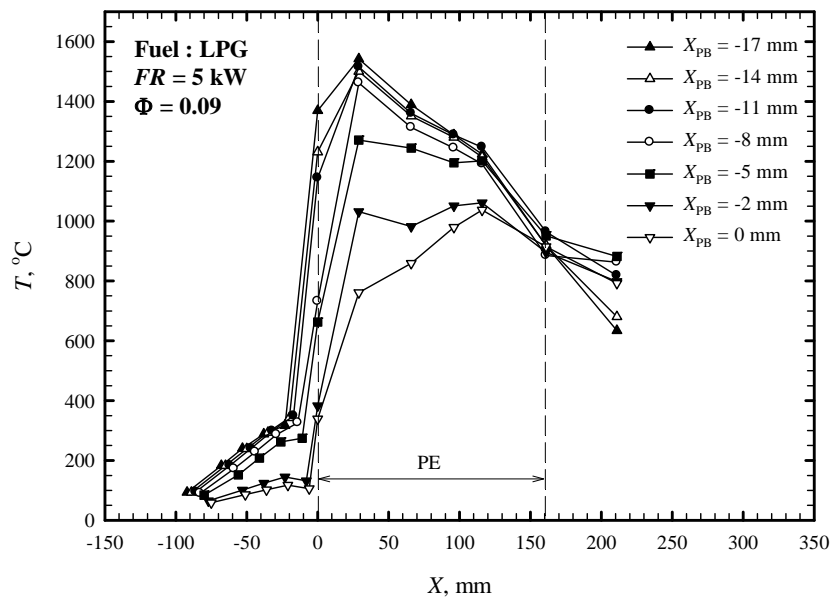
รูปที่ 5.10 ภาพถ่ายแสดงการปรับปรุงหัวเผาวัสดุพูนจากการทดลองครั้งที่ 1

1. การปรับปรุงอุปกรณ์จากการทดลองครั้งที่ 1

- เพิ่มความยาวของ PB อีก 5 mm โดยติดตั้งแผ่นสแตนเลสหนา 5 mm ซึ่งเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 mm จำนวน 97 รู เพื่อลดความรุนแรงของการแผ่รังสีของ PE มายังตาข่ายสแตนเลสและแก้ไขปัญหาของสภาวะการทดลองที่ระยะ $X_{PB} = 0$ mm โดยไม่ต้องจัดเรียงวัสดุพรุนไปที่คหวางช่องทางการจ่ายอากาศ (รูปที่ 5.10ก)
- ผนังด้านในของ CB มีการหล่อปูนทนไฟเป็น Taper ยาว 34 mm จากเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 108 mm ไปยัง 90 mm
- หล่อปูนทนไฟปิดรูในแนวรัศมีของ PE ทุกรูและหนา 10 mm เข้ามาด้านในเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศไหลออกและป้องกันการสูญเสียความร้อนทางด้านข้างรวมทั้งลดขนาดของห้องเผาไหม้เพื่อเพิ่มโอกาสที่เชื้อเพลิงและอากาศจะพบกันได้มากขึ้น (รูปที่ 5.10ข และ 5.10ค)

5.2.2 ผลการทดลองครั้งที่ 2

1. อิทธิพลของ X_{PB} (FR และ Φ คงที่) ต่อโครงสร้างอุณหภูมิเมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG (2nd Test)



รูปที่ 5.11 อิทธิพลของ X_{PB} (FR และ Φ คงที่) ต่อโครงสร้างอุณหภูมิเมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG (2nd Test)

จากรูปที่ 5.11 พบว่าเมื่อเพิ่มระยะ X_{PB} ส่งผลให้เปลวไฟเคลื่อนที่ไปทางด้านท้ายน้ำ (Downstream) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเผาไหม้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีการผสมมาก่อน

(Premixed) เป็นแบบไม่มีการผสมมาก่อน (Non-premixed) และที่สภาวะการทดลองที่ $X_{PB} = -2 \text{ mm}$ และ 0 mm พบว่ามีเปลวไฟเกิดนอก PE ดังแสดงในรูปที่ 5.12ก และ 5.12ข ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงและอากาศไม่ดี รวมทั้งอัตราการเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่ช้าเกินไป



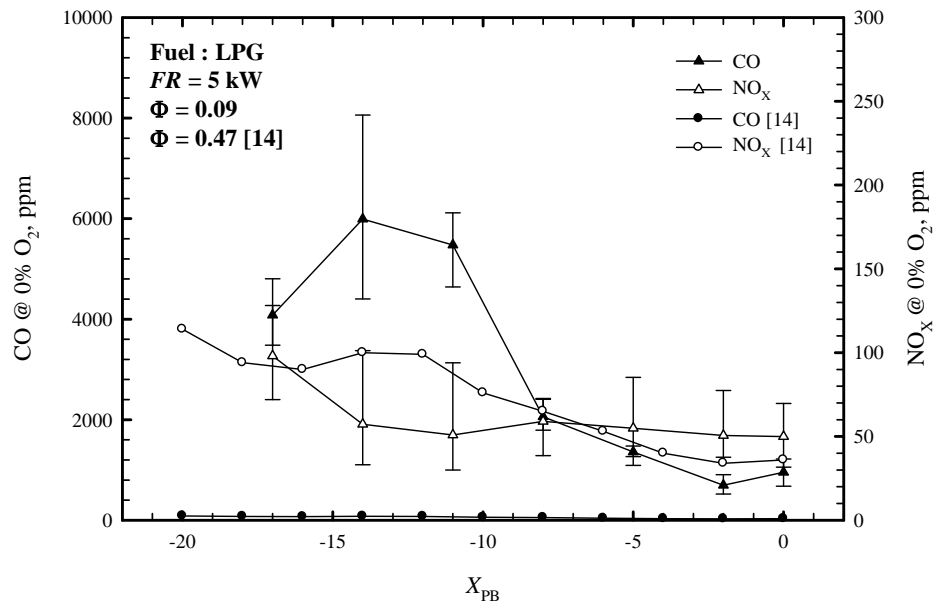
(ก)



(ข)

รูปที่ 5.12 ภาพถ่ายแสดงการเกิดเปลวไฟภายนอก PE

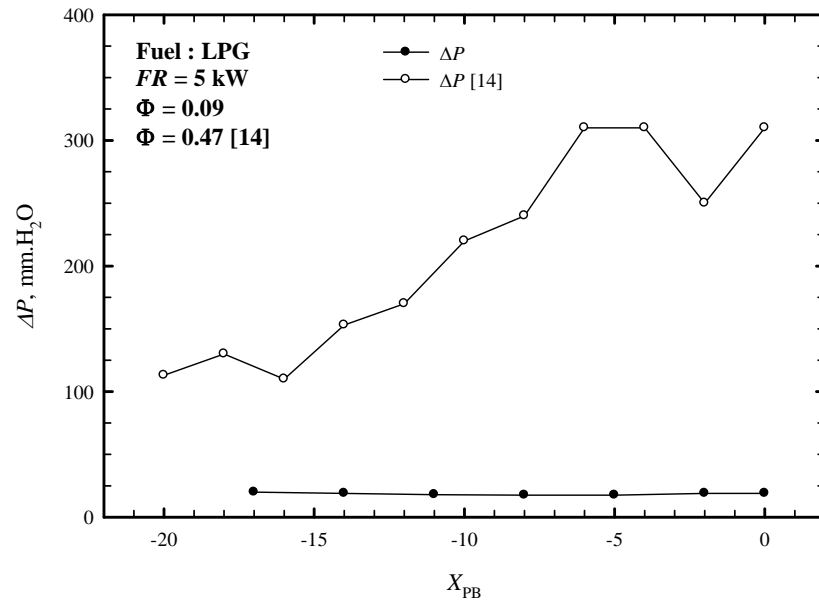
2. อิทธิพลของ X_{PB} (FR และ Φ คงที่) ปริมาณ CO และ NO_x เมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG (2nd Test)



รูปที่ 5.13 อิทธิพลของ X_{PB} ต่อปริมาณ CO และ NO_x เมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG (2nd Test) เปรียบเทียบกับงานวิจัยในอดีต [14]

จากรูปที่ 5.13 พบว่าค่า CO และ NO_x มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มระยะ X_{PB} เนื่องจากผลของการเปลี่ยนรูปแบบการเผาไหม้ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณยังคงสูงอยู่และมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงซึ่งมีสาเหตุมาจากการเผาไหม้ที่ไม่เสถียร และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยในครั้งก่อน [14] พบว่าปริมาณ CO มีค่าสูงกว่ามากทั้งที่เป็นการเผาไหม้ภายใต้สภาวะไอเจ็องกว่ามาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่ายังไม่สามารถแก้ไขปัญหของส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงและอากาศได้

3. อิทธิพลของ X_{PB} (FR และ Φ คงที่) ต่อ ΔP เมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG (2nd Test)

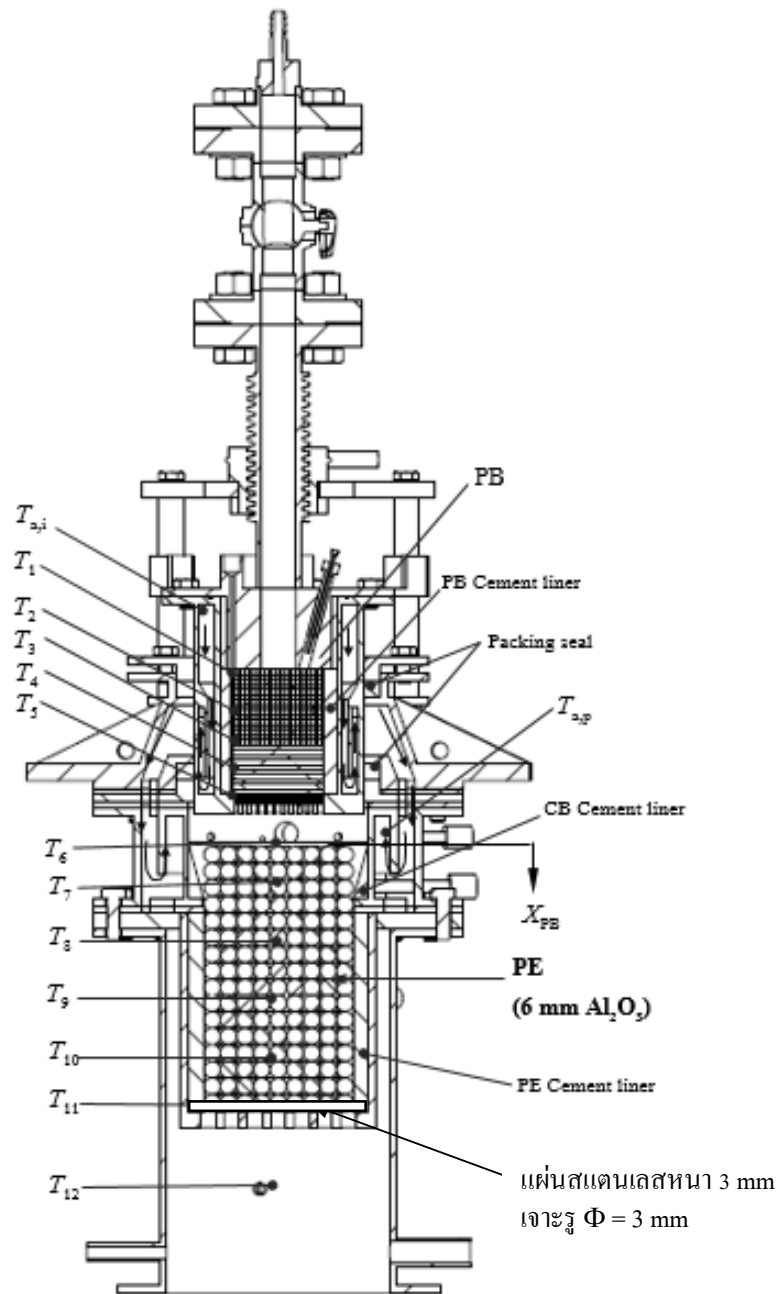


รูปที่ 5.14 อิทธิพลของ X_{PB} (FR และ Φ คงที่) ต่อ ΔP เมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG (2nd Test) เปรียบเทียบกับงานวิจัยในอดีต [14]

จากรูปที่ 5.14 พบว่าในงานวิจัยปัจจุบันเมื่อเพิ่มระยะ X_{PB} ส่งผลต่อ ΔP น้อยมากซึ่งให้แนวโน้มที่แตกต่างจากงานวิจัยในครั้งก่อน [14] ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระยะ X_{PB} และนอกจากนี้พบว่าค่า ΔP ในการทดลองครั้งนี้ต่ำกว่างานวิจัยในครั้งก่อนมาก [14] ทั้งที่ปริมาณอากาศส่วนเกินมากกว่า ซึ่งเป็นตัวยืนยันว่ายังไม่สามารถแก้ไขปัญหาในด้านส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงและอากาศได้จึงทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์จึงทำให้ความดันการเผาไหม้ต่ำ

5.3 การทดลองครั้งที่ 3

5.3.1 อุปกรณ์การทดลองครั้งที่ 3



รูปที่ 5.15 Schematic diagram แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิของหัวเผาในการทดลองครั้งที่ 3



(ก)



(ข)

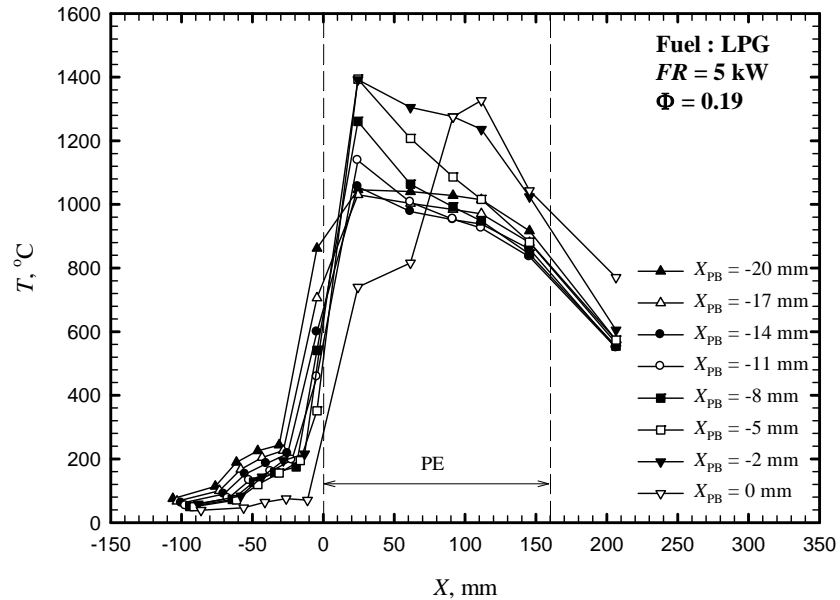
รูปที่ 5.16 รูปถ่ายแสดงการปรับปรุงหัวเผาจากการทดลองครั้งที่ 2

1. การปรับปรุงอุปกรณ์จากการทดลองครั้งที่ 2

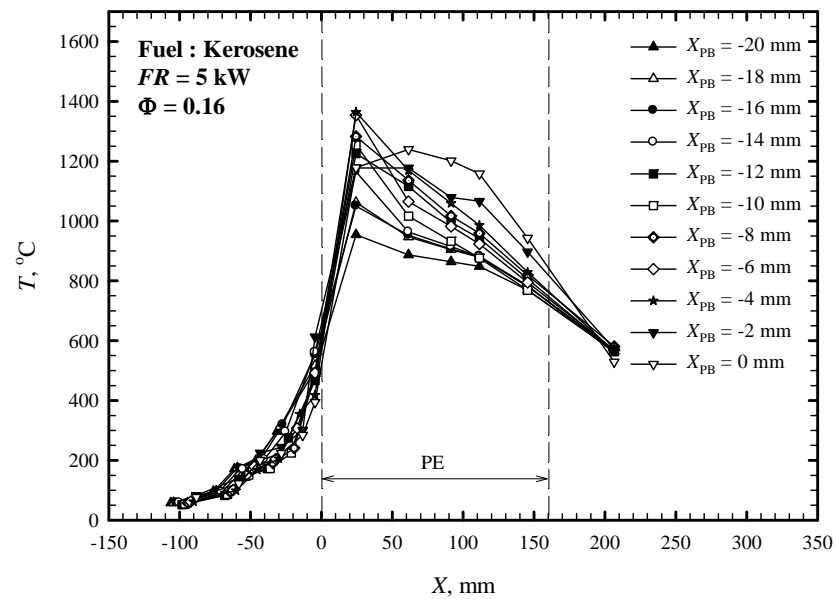
- เปลี่ยนขนาดของ Al_2O_3 จากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm เป็น 6 mm เพื่อเพิ่มความปั่นป่วนของการไหลซึ่งคาดว่าจะทำให้เชื้อเพลิงและอากาศผสมกันได้ดีขึ้น (รูปที่ 5.16ก)
- ใช้แผ่นตะแกรงสแตนเลสเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 mm วางรองที่ทางออก PE เพื่อป้องกันไม่ให้ Al_2O_3 ไหลออกมาจาก PE (รูปที่ 5.16ข)

5.3.2 ผลการทดลองครั้งที่ 3

1. อิทธิพลของ X_{PB} (FR และ Φ คงที่) ต่อโครงสร้างอุณหภูมิเมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG (3rd Test)



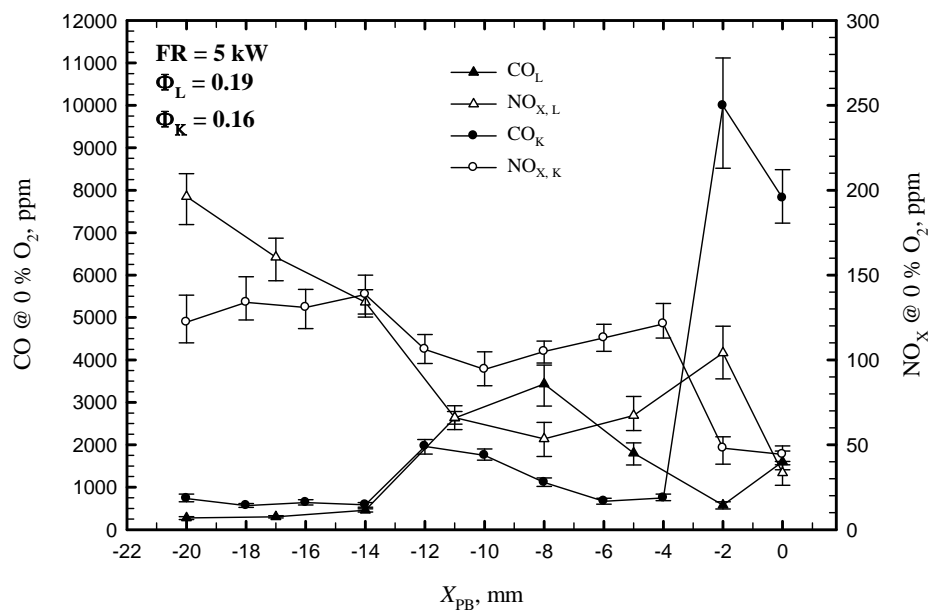
รูปที่ 5.17 อิทธิพลของระยะ X_{PB} ต่อโครงสร้างอุณหภูมิเมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG (3rd Test)



รูปที่ 5.18 อิทธิพลของระยะ X_{PB} ต่อโครงสร้างอุณหภูมิภายในหัวเผาเมื่อใช้ Kerosene (3rd Test)

จากรูปที่ 5.17 และ 5.18 พบว่าเชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิดให้แนวโน้มของโครงสร้างอุณหภูมิที่เหมือนกันเมื่อเพิ่มระยะ X_{PB} คือส่งผลให้ตำแหน่งการเผาไหม้เคลื่อนที่ไปทางด้านท้ายน้ำเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเผาไหม้จาก Premixed เป็น Non-premixed แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากข้อจำกัดในการออกแบบทำให้ที่ตำแหน่ง T_6 (ห้องผสม) ไม่สามารถวัดอุณหภูมิการเผาไหม้ที่แท้จริงได้ จึงส่งผลให้สถานะการทดลองที่ X_{PB} มีค่าต่ำๆ ($X_{PB} = -20$ ถึง -8 mm) ซึ่งคาดว่ารูปแบบการเผาไหม้เป็นแบบ Premixed มีโครงสร้างอุณหภูมิที่ต่ำกว่า X_{PB} สูงๆ (Non-premixed) ซึ่งจากความชันของกราฟที่มีค่าเป็นลบประกอบกับปริมาณ CO และ NO_x ในไอเสีย (รูปที่ 5.19) ทำให้สามารถคาดการณ์ได้ว่าการเผาไหม้เกิดขึ้นในห้องผสมซึ่งอยู่นอก PE

2. อิทธิพลของ X_{PB} (FR และ Φ คงที่) ต่อปริมาณ CO และ NO_x เมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG และ Kerosene (3rd Test)

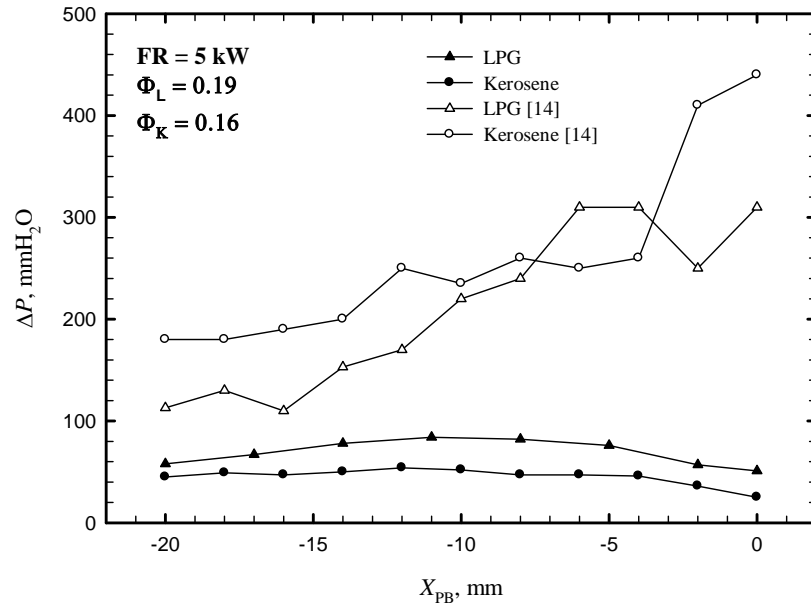


รูปที่ 5.19 อิทธิพลของ X_{PB} (FR และ Φ คงที่) ต่อปริมาณ CO และ NO_x เมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG และ Kerosene (3rd Test)

จากรูปที่ 5.19 พบว่าเมื่อเพิ่มระยะ X_{PB} ทั้งสองเชื้อเพลิงให้แนวโน้มของปลดปล่อย NO_x ที่ลดลงเหมือนกันทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนรูปแบบการเผาไหม้จาก Premixed มาเป็น Non-premixed ช่วยให้เกิดการกระจายตัวของตำแหน่งการเผาไหม้ทำให้อุณหภูมิสูงสุดของการเผาไหม้ลดลงและส่งผลให้ NO_x ที่เกิดจาก Thermal NO_x ลดลง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการปลดปล่อย CO ของทั้งสองเชื้อเพลิงพบว่าให้แนวโน้มที่ตรงข้ามกับ NO_x ทั้งนี้เนื่องจากที่ค่า X_{PB} ต่ำๆการผสมกันระหว่างเชื้อเพลิง

และอากาศแย่งส่งผลให้ปริมาณ CO เพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาภาพรวมพบว่า CO ยังมีค่าสูงอยู่ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปัญหาด้านส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงและอากาศ

2. อิทธิพลของ X_{PB} (FR และ Φ คงที่) ต่อความดันตกคร่อมห้องเผาไหม้ ΔP เมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG และ Kerosene (3rd Test)



รูปที่ 5.20 อิทธิพลของ X_{PB} (FR และ Φ คงที่) ต่อ ΔP เมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG และ Kerosene (3rd Test) เปรียบเทียบกับงานวิจัยในอดีต [14]

จากรูปที่ 5.20 พบว่าเมื่อเพิ่มระยะ X_{PB} ค่า ΔP ของงานวิจัยในครั้งนี้ให้แนวโน้มที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักซึ่งให้แนวโน้มที่แตกต่างจากงานวิจัยในอดีต [14] ซึ่งให้ค่า ΔP มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระยะ X_{PB} ซึ่งมีสาเหตุมาจากการที่พื้นที่การไหลลดลงประกอบกับการเผาไหม้เข้าไปเกิดใน PE มากขึ้นส่งผลให้ปฏิกิริยาการเผาไหม้รุนแรงขึ้น และยังพบว่ามิต่ำกว่างานวิจัยในอดีตอยู่มากซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเผาไหม้ยังไม่สมบูรณ์ คาดว่ามีสาเหตุมาจากส่วนผสมระหว่างอากาศและเชื้อเพลิงไม่ดีพอ จึงเป็นที่มาในการปรับปรุงหัวเผาในการทดลองครั้งถัดไปซึ่งให้ผลเป็นที่น่าพอใจ