

## บทที่ 4

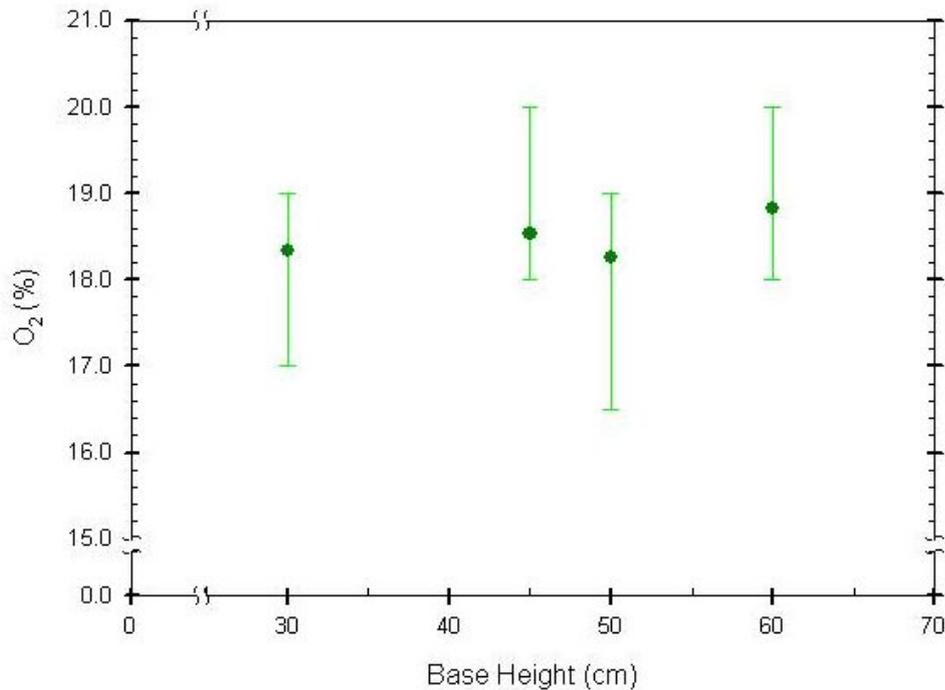
### ผลการวิจัย

#### 4.1 บทนำ

ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาความสูงของเบดในเตาเผาไซโคลน ซึ่งระบบการเผาไหม้ของเตาเผาแบบนี้จะให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้สูง และสามารถควบคุมมลพิษที่เป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมได้ จึงมีการวิจัยและพัฒนา เพื่อนำพลังงานความร้อนที่ได้มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไปในอนาคต โดยทำการศึกษาถึงผลของแก๊สไอเสีย และ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนจากการเผาไหม้

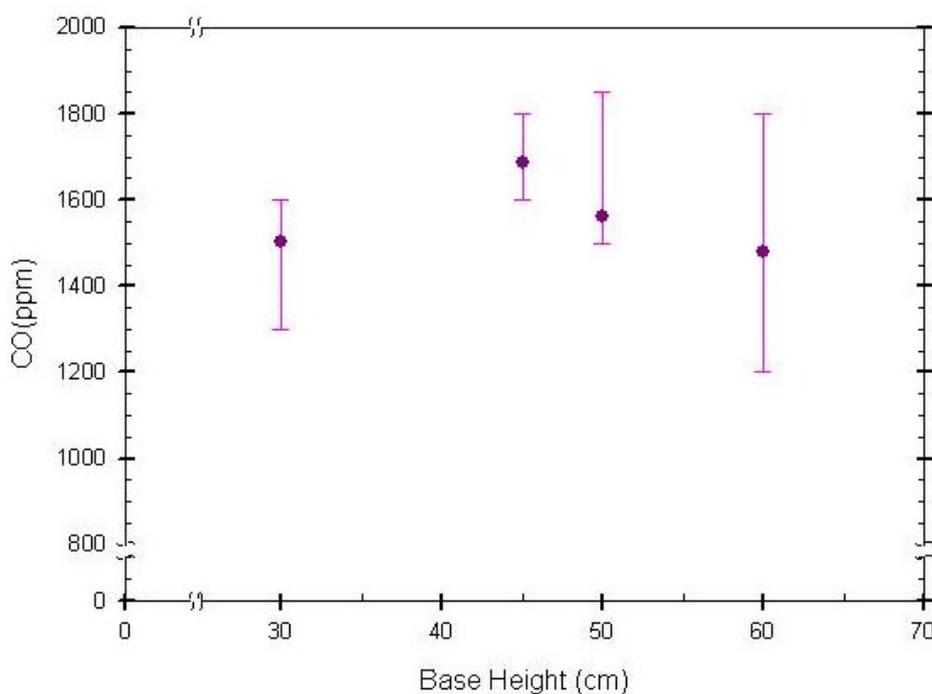
#### 4.2 ผลของแก๊สไอเสียจากการเผาไหม้

จากผลการทดลอง ได้ทำการศึกษาความสูงของเบดที่มีผลต่อการเกิดก๊าซจากการเผาไหม้ ได้แก่  $O_2$ ,  $CO$ ,  $SO_x$  และ  $NO_x$  ดังนี้



รูปที่ 4.1 ก๊าซออกซิเจน ( $O_2$ ) ที่วัดได้ ณ ความสูงเบดต่างๆ

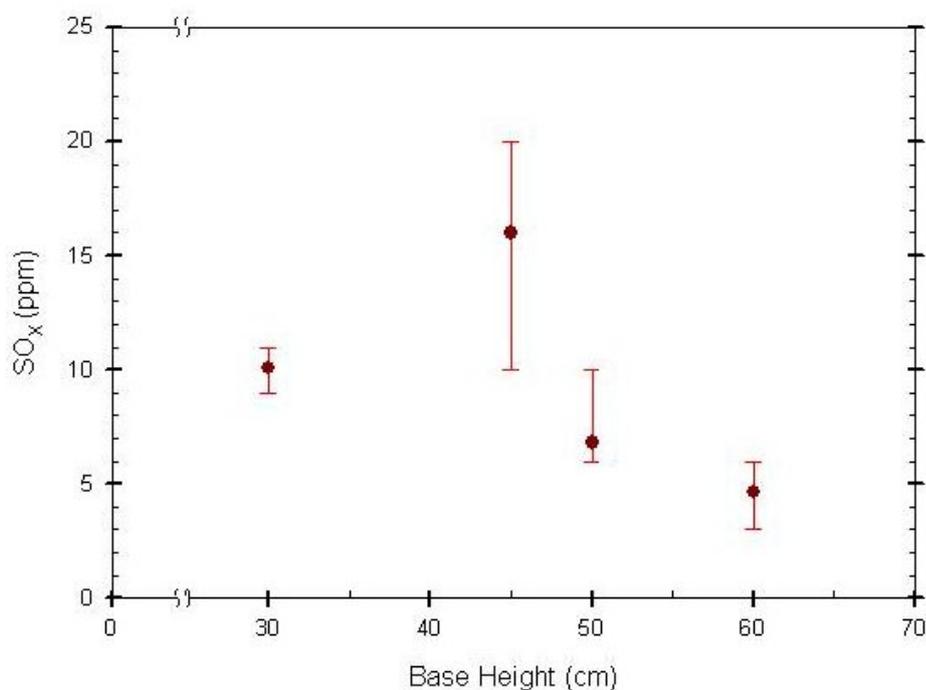
จากรูปที่ 4.1 พบว่าจากผลทดลอง ที่ระดับความสูงเบด 30-50 cm จะมีจำนวนของ  $O_2$  ที่วัดได้เฉลี่ยอยู่ในช่วง 18.2-18.8% ซึ่งปริมาณของ  $O_2$  ที่วัดได้นั้น เกิดจากการให้อากาศส่วนเกิน ในขณะที่เกิดการเผาไหม้แก๊สเผาไหม้ไฮโดรเจน จึงทำให้มี  $O_2$  เหลือหลังจากการเผาไหม้ และที่ระดับความสูงเบด 30-50 cm นี้ เบดจะมีปริมาณการทับถมของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์บางส่วนเหลืออยู่ ซึ่งจะทาปฏิกิริยากับอากาศส่วนเกินที่ฉีดเข้าไปใหม่ ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศได้อย่างต่อเนื่อง ส่วนผลการทดลองที่ระดับความสูงเบด 60 cm นั้นเกิดการทับถมของเชื้อเพลิงที่เบดมากเกินไป ทำให้อากาศส่วนเกินที่ฉีดเข้าไปใหม่ ทาปฏิกิริยาการเผาไหม้กับเชื้อเพลิงไม่ต่อเนื่องมากนัก เพราะตามหลักทฤษฎีของการเผาไหม้ จะเริ่มที่ผิวชั้นนอกของอนุภาคก่อนแล้วจึงลามเข้าไปที่แกนกลาง โดยเชื้อเพลิงที่มีขนาดของอนุภาคใหญ่(เปรียบได้กับเบดที่มีระดับสูงเกินไป) จะทำให้การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเกิดขึ้นได้อย่างช้า ๆ เฉพาะที่บริเวณผิวหน้าของเบดเท่านั้น ซึ่งปริมาณ  $O_2$  ในอากาศส่วนเกินที่ฉีดเข้าไปในเตาเผา จึงไม่สามารถทาปฏิกิริยาการเผาไหม้ได้ทันทีกับเชื้อเพลิง จึงเหลือปริมาณ  $O_2$  มากกว่าที่ระดับความสูงอื่น ดังนั้นการวัด  $O_2$  ที่ระดับความสูงเบดที่ 60 cm นี้จึงสามารถวัดปริมาณ  $O_2$  ได้มากกว่าระดับความสูงเบดที่ตำแหน่ง 30-50 cm



รูปที่ 4.2 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่วัดได้ ณ ความสูงเบดต่างๆ

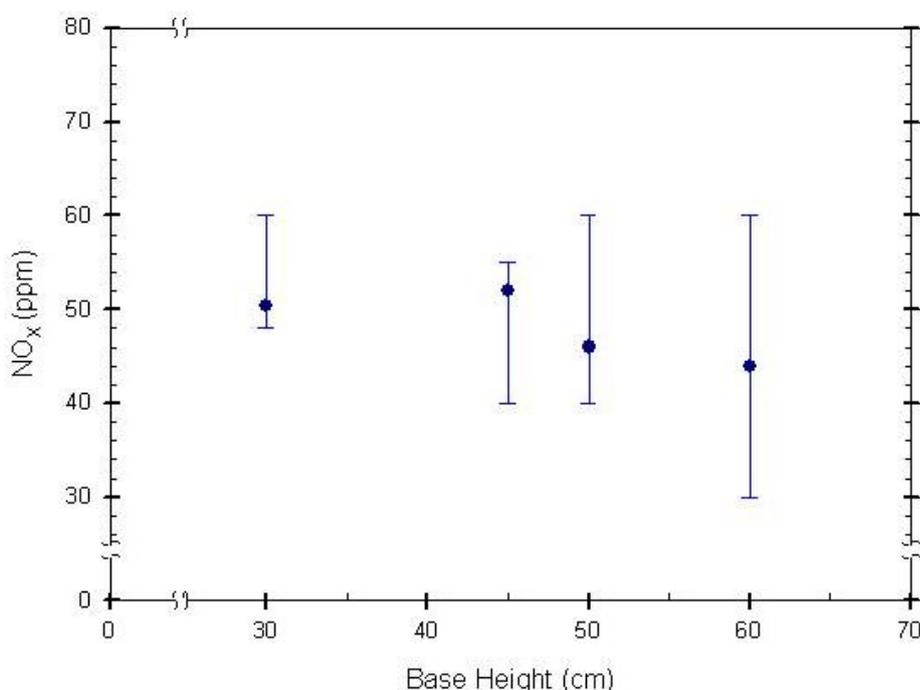
จากรูปที่ 4.2 พบว่าที่ระดับความสูงของเบดในช่วง 30-60 cm ค่า CO ที่วัดได้เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์สูงอยู่ในช่วง 1,500-1,700 ppm เนื่องจากการเผาไหม้ระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ เกิดขึ้นอย่างไม่ทั่วถึง โดยขั้นตอนการเผาไหม้เริ่มเมื่อเชื้อเพลิงกลบถูกป้อนเข้าเตาเผาด้านบน ในลักษณะล้มผัสเส้นรอบวง ซึ่งในขณะที่เกิดการเผาไหม้นั้น เชื้อเพลิงกลบจะตกลงมาบนฐานของห้องเผาไหม้ตามแรงโน้มถ่วงของโลกและเกิดการทับถมของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์จนเกิดเป็นชั้นความหนาของเบด ซึ่งบริเวณผิวหน้าของเบดที่มีอากาศสัมผัสเท่านั้นที่มีการเผาไหม้ ทำให้เชื้อเพลิงส่วนใหญ่ยังคงไม่ถูกเผาไหม้

โดยจากการทดลองค่า CO ที่วัดได้อยู่ในปริมาณที่สูง เนื่องมาจากอีกเหตุผลที่ว่า การเผาไหม้ที่สมบูรณ์นั้นต้องเกิดการคลุกเคล้าระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศอย่างเหมาะสม แต่ในกรณีของการทดลองนี้ เชื้อเพลิงกลบไม่ได้เกิดการคลุกเคล้ากับอากาศอย่างทั่วถึง เหมือนกับกรณีการไหลปั่นป่วนของเตาเผาแบบวอร์เทคและเตาเผาฟลูอิดไคซ์เบด ที่เกิดการคลุกเคล้าระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศทั่วทั้งห้องเผาไหม้ ซึ่งค่า CO ที่วัดได้ของเตาเผาทั้งสองอยู่ในช่วงระหว่าง 250-400 ppm เท่านั้น



รูปที่ 4.3 ก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์ (SO<sub>x</sub>) ที่วัดได้ ณ ความสูงเบดต่างๆ

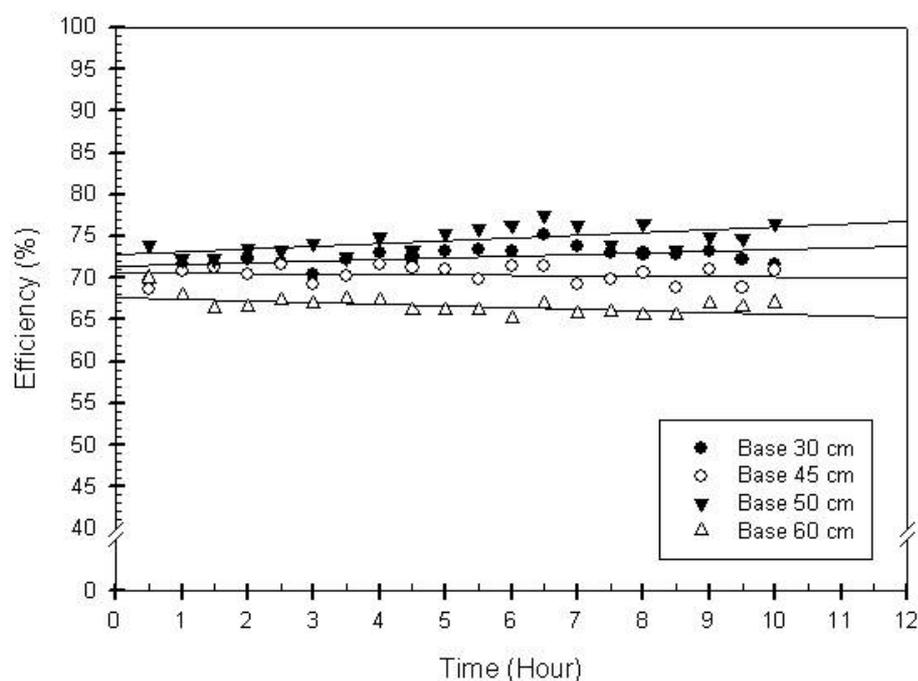
จากรูปที่ 4.3 ปริมาณ  $\text{SO}_x$  ที่วัดได้เฉลี่ยมีปริมาณค่อนข้างต่ำอยู่ในช่วง 5-16 ppm เนื่องมาจากว่าก๊าซ  $\text{SO}_x$  มี Sulfur เป็นองค์ประกอบหลัก โดยมักจะพบได้ในเชื้อเพลิง ประเภท น้ำมันดิบ ถ่านหิน และอยู่ในสารประกอบของโลหะต่าง ๆ ได้แก่ อลูมิเนียม ทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และ เหล็ก เป็นต้น แต่ในการทดลองนี้ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ ซึ่งมีองค์ประกอบของ Sulfur ในปริมาณต่ำ จึงทำให้ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้กับอากาศนั้น เกิดปริมาณของ  $\text{SO}_x$  ไม่สูงมากนัก โดยที่ระดับความสูงเบดที่ 45 cm สามารถวัดปริมาณ  $\text{SO}_x$  ได้ประมาณ 16 ppm ซึ่งแสดงได้ว่าที่ระดับดังกล่าว การเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ระหว่างเชื้อเพลิงแกลบและอากาศเกิดมากที่สุด จึงทำให้เกิดการรวมตัวของ Sulfur ในเชื้อเพลิงแกลบกับอากาศเกิดเป็น  $\text{SO}_x$  สูงที่สุด แต่แตกต่างกับที่ระดับความสูงเบด 60 cm เพราะที่ระดับความสูงนี้ต้องมีปริมาณของเชื้อเพลิงมากที่สุด ซึ่งตามหลักความเป็นจริงแล้ว ถ้ามี Sulfur ในปริมาณมาก เมื่อเกิดปฏิกิริยารวมกับอากาศส่วนเกิน ภายในห้องเผาไหม้ ก็ควรต้องมี  $\text{SO}_x$  มากเช่นกัน แต่ในจากการทดลองนี้ ที่ระดับความสูง 60 cm เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ต่ำ ฉะนั้นจึงเป็นสาเหตุให้เกิดการรวมตัวของ Sulfur กับอากาศในปริมาณที่น้อย โดยสามารถวัดปริมาณ  $\text{SO}_x$  ได้ประมาณ 5 ppm



รูปที่ 4.4 ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ( $\text{NO}_x$ ) ที่วัดได้ ณ ระดับความสูงเบดต่างๆ

จากรูปที่ 4.4 การทดลองการเผาไหม้ที่ความสูงเบด 30, 45, 50 และ 60 cm สามารถวัดค่า  $\text{NO}_x$  เฉลี่ยอยู่ในช่วง 44-52 ppm ซึ่งจัดว่าอยู่ในปริมาณไม่มากนัก เนื่องจาก  $\text{NO}_x$  จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยปัจจัยของอุณหภูมิที่สูง ในขณะที่เกิดการเผาไหม้ โดยจากผลการทดลอง รูปที่ 4.3 และ รูปที่ 4.4 จะมีแนวโน้มของก๊าซไอเสียที่วัดได้คล้ายคลึงกัน โดยที่ระดับความสูงเบด 45 cm สามารถวัดปริมาณ  $\text{NO}_x$  เฉลี่ยได้สูงที่สุด เท่ากับ 52 ppm ซึ่งค่า  $\text{NO}_x$  นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยขององค์ประกอบต่างๆ ของก๊าซไอเสีย เช่น ไฮโดรคาร์บอน โอโซน และ สารประกอบของซัลเฟอร์ (Sulfur) โดยจากรูปที่ 4.3 สามารถวัดค่า  $\text{SO}_x$  ได้สูงที่สุดที่ตำแหน่งความสูงเบด เท่ากับ 45 cm ฉะนั้นจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ระดับความสูงเบดที่ 45 cm จึงสามารถวัดค่า  $\text{NO}_x$  ได้สูงที่สุดเช่นเดียวกัน

#### 4.3 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนจากการเผาไหม้



รูปที่ 4.5 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่วัดได้ ณ ระดับความสูงเบดต่างๆ

จากรูปที่ 4.5 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเกิดสูงสุดที่ระดับความสูงเบดที่ 50 cm รองลงมาคือที่ระดับความสูงเบด 30 cm, 45 cm และ 60 cm ตามลำดับ เนื่องจากที่ระดับความสูงเบดที่มากเกินไป ทำให้อากาศภายในเตาเผาทำปฏิกิริยาการเผาไหม้อย่างไม่ต่อเนื่อง ซึ่งเกิดจากการทับถมของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่หมดที่ตกลงสู่ฐานเตา ส่งผลให้ประสิทธิภาพต่ำ ส่วนถ้าระดับความสูงเบดต่ำ

เกินไป ถึงแม้ว่าการเผาไหม้ระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศจะดีกว่า แต่อุณหภูมิที่ได้ก็ไม่สูงมากนัก ทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนยังอยู่ในเกณฑ์ไม่สูงมาก ซึ่งการพิจารณาประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่เหมาะสม ยังคงต้องคำนึงถึงองค์ประกอบก๊าซไอเสียควบคู่กันไปด้วย