บทที่ 6

สรุปผลการศึกษาวิจัย วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้ผู้วิจัยได้แบ่งการสรุปผลการศึกษาวิจัยออกเป็น 2 ตอนดังนี้คือ

ตอนที่ 1 สรุปผลการออกแบบเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้

ตอนที่ 2 สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการออกแบบเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้

ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้ที่อัตราการป้อนมูลฝอย 50 kg/h โดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. คุณสมบัติของมูลฝอย โดยคำนวณจากองค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอย [7]
   1.1 ค่าความชื้นของมูลฝอยไม่เกิน 15%
   1.2 ค่าความร้อนสูงของมูลฝอยซึ่งคำนวณได้จากสมการของ Dulong [8]
2. อัตราการปลดปล่อยพลังงานความร้อนของเตาเผามูลฝอย [6] มีค่าเท่ากับ 4.6×10^5 ถึง 9.2×10^5 kJ/(m^3-h)
3. ความร้อนสูญเสียเนื่องจากการแผ่รังสีของเตาเผามูลฝอยมีค่าเท่ากับ 20% ของปริมาณความร้อนทั้งหมด [9]
4. ความเร็วมาตรฐานของแก๊สที่ใช้ในการออกแบบ Flame Port เท่ากับ 17 m/s [10]
5. ความเร็วมาตรฐานของแก๊สที่ใช้ในการออกแบบห้องผสมควัน (Mixing Chamber) เท่ากับ 7.5 m/s [10]
6. ความเร็วมาตรฐานของแก๊สที่ใช้ในการออกแบบ Curtain Wall Port เท่ากับ 6 m/s [10]
7. ความเร็วมาตรฐานของแก๊สที่ใช้ในการออกแบบห้องเผาไหม้ที่สอง เท่ากับ 2 m/s [10]
8. ความเร็วมาตรฐานของแก๊สไอเสียที่ใช้ในการออกแบบปล่องไอเสีย เท่ากับ 10 m/s [10]
9. กระแสลมเร่งตามธรรมชาติในการออกแบบปล่องไอเสีย เท่ากับ 3 - 6 mmH_2O

จากข้อมูลดังกล่าวนี้สามารถคำนวณออกแบบและก่อสร้างส่วนสำคัญต่าง ๆ ของเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้ได้ดังนี้

1. ห้องเผาไหม้ที่หนึ่ง มีขนาดภายใน กว้าง 0.8 m ยาว 0.8 m สูง 2.11 m
2. ห้องเผาไหม้ที่สอง มีขนาดภายใน กว้าง 0.5 m ยาว 0.8 m สูง 2.11 m
3. ห้องผสมควัน มีขนาดภายใน กว้าง 0.17 m ยาว 0.8 m สูง 2.11 m
4. Flame Port มีขนาด กว้าง 0.3 m สูง 0.2 m
5. Curtain Wall Port มีขนาด กว้าง 0.3 m สูง 0.4 m
6. ประตูป้อนมูลฝอย มีขนาด กว้าง 0.4 m ยาว 0.3 m
7. ประตูโกยขี้เถ้า มีขนาด กว้าง 0.25 m ยาว 0.4 m
8. ตะแกรงเผามูลฝอย มีขนาด กว้าง 0.39 m ยาว 0.78 m จำนวน 2 ชิ้น
9. ปล่องไอเสีย มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.254 m สูง 3 m วัดจากหน้าแปลนบนหลังคาของเตาเผามูลฝอย

สรุปผลการศึกษาวิจัย

จากผลการทดสอบเผามูลฝอยใบไม้แห้งที่อัตราการป้อน 25 kg/h พบว่า การเผาไหม้เกิดขึ้นได้มากในช่วงปริมาณอากาศส่วนเกิน 35% ถึง 45% เนื่องจากอากาศเข้าไปผสมผสานกับมูลฝอยได้ดีที่สุดจึงทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องเผาไหม้สูง มูลฝอยเกิดการเผาไหม้ได้มากส่งผลให้เกิดปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และปริมาณขี้เถ้าน้อย ส่วนการทดสอบเผามูลฝอยกระดาษ พบว่าการเผาไหม้เกิดขึ้นได้มากในช่วงปริมาณอากาศส่วนเกิน 55% ถึง 65% เนื่องจากอากาศเข้าไปผสมผสานกับมูลฝอยได้ดี และพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องเผาไหม้ที่หนึ่งของการทดสอบเผามูลฝอยใบไม้แห้งมีค่าสูงกว่ากระดาษ ประกอบกับมูลฝอยใบไม้แห้งมีค่าความร้อนสูงของมูลฝอยสูงกว่ามูลฝอยกระดาษ สำหรับการทดสอบเผามูลฝอยใบไม้เปียกมีความชื้น 15% อัตราการป้อน 25 kg/h ปริมาณอากาศส่วนเกิน 40% โดยการเขี่ยและไม่เขี่ยมูลฝอย พบว่า การทดสอบโดยการเขี่ยมูลฝอยจะทำให้อากาศเข้าไปผสมผสานกับมูลฝอยได้ดีทำให้เกิดการเผาไหม้ได้ดี แต่มีความร้อนส่วนหนึ่งสูญเสียออกทางช่องประตูป้อนมูลฝอยในขณะทำการเขี่ยมูลฝอย และยังพบอีกว่าทั้งการทดสอบเผามูลฝอยใบไม้เปียกมีความชื้น 15% และมูลฝอยกระดาษมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาเผามูลฝอยต่ำเนื่องจากอากาศเข้าไปผสมผสานกับมูลฝอยได้ไม่ดีทำให้การเผาไหม้เกิดขึ้นได้น้อยและมีความร้อนสูญเสียมาก

จากผลการทดสอบเผามูลฝอยใบไม้เปียกมีความชื้น 15% และกระดาษเมื่อใช้หัวเผาที่อัตราการป้อน 25 kg/h พบว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาเผามูลฝอยมีค่าต่ำเช่นกันเนื่องจากมีความร้อนที่เกิดจากหัวเผารวมอยู่ด้วย

จากผลการทดสอบเผามูลฝอยใบไม้แห้งและกระดาษที่อัตราการป้อน 50 kg/h พบว่า มูลฝอยไม่สามารถเผาไหม้ได้ เนื่องจากเกิดการกองทับถมกันของมูลฝอยและขี้เถ้าบนตะแกรงเผามูลฝอยสูงมากทำให้อากาศเข้าไปผสมผสานกับมูลฝอยได้ไม่ดี

จากผลการทดสอบข้างต้นนี้โดยใช้เวลาในการทดสอบ 2.5 ชั่วโมง พบว่า อุณหภูมิผนังของห้องเผาไหม้มีค่าไม่คงที่เนื่องจากผนังยังคงดูดซับเอาความร้อนไว้ ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มการทดสอบเผามูลฝอยใบไม้เปียกมีความชื้น 15% ที่อัตราการป้อน 25 kg/h ปริมาณอากาศส่วนเกิน 40% โดยกำหนดสภาวะเริ่มต้นให้มีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องเผาไหม้ที่หนึ่งเท่ากับ 200°C และป้อนมูลฝอยเป็นเวลา 4 ชั่วโมง เพื่อให้ผนังด้านต่าง ๆ ของเตาเผามูลฝอยดูดซับเอาความร้อนไว้เต็มที่ จากผลการทดสอบพบว่า การเผาไหม้เกิดขึ้นอย่างไม่ต่อเนื่องเพราะเกิดการกองทับถมกันของขี้เถ้าบนตะแกรงเผามูลฝอยทำให้อากาศไม่สามารถผสมผสานกับมูลฝอยได้ตลอดเวลา

จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างการทดสอบเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว [18] กับเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้ดังแสดงในรูปที่ 6.1 และรูปที่ 6.2 พบว่า การทดสอบเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้ให้ปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยกว่าการทดสอบเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว เนื่องจากอากาศและมูลฝอยใช้เวลาอยู่ในเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้นานกว่าและเกิดการเผาไหม้ได้สมบูรณ์กว่า และพบว่าปริมาณขี้เถ้าจากการทดสอบเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้มีมากกว่าการทดสอบเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว เนื่องจากเมื่อเกิดการเผาไหม้ของมูลฝอยในเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยวแล้วจะเกิดขี้เถ้าซึ่งควรจะตกลงสู่ก้นตะแกรงเผามูลฝอยทั้งหมด แต่กลับมีขี้เถ้าส่วนหนึ่งลอยปนกับแก๊สไอเสียออกทางปล่องไอเสียเรียกว่าขี้เถ้าบิน (Fly Ash) ทำให้มีปริมาณขี้เถ้าที่เหลืออยู่ในเตาเผาน้อยกว่าเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้ซึ่งมีห้องผสมควันและห้องเผาไหม้ที่สองเป็นตัวทำหน้าที่ดักขี้เถ้าบินนี้อีกชั้นหนึ่ง เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาเผามูลฝอยพบว่า เตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยวจะให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาเผามูลฝอยสูงกว่า เนื่องจากแก๊สร้อนที่เกิดจากการเผามูลฝอยไหลออกทางปล่องไอเสียโดยตรง ทำให้เกิดการหมุนวนของอากาศภายในห้องเผาไหม้ดีกว่า

วิจารณ์ผลการศึกษาวิจัย

1. จากผลการทดสอบ พบว่า มีข้อผิดพลาดในการอ่านและจดบันทึกข้อมูล เนื่องจากในการทดสอบเผามูลฝอยใบไม้แห้งที่ปริมาณอากาศส่วนเกิน 40% และ 60% อัตราการป้อน 25 kg/h อุณหภูมิของแก๊สร้อนภายในห้องเผาไหม้ที่หนึ่งที่ปริมาณอากาศส่วนเกิน 60% มีค่ามากกว่าที่ 40% เพียงเล็กน้อย ซึ่งตามความเป็นจริงแล้วอุณหภูมิของแก๊สร้อนภายในห้องเผาไหม้ที่หนึ่งที่ปริมาณอากาศส่วนเกิน 60% จะต้องมีค่าน้อยกว่าเนื่องจากเมื่อเพิ่มปริมาณอากาศส่วนเกินมากขึ้นจะมีอากาศบางส่วนที่ไม่เข้าผสมผสานกับมูลฝอยไปพาเอาความร้อนออกจากห้องเผาไหม้ที่หนึ่ง

2. จากผลการทดสอบพบว่าอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้ที่หนึ่งมีค่าไม่คงที่และมีอุณหภูมิของการเผาไหม้ต่ำเนื่องจากเกิดการกองทับถมกันของขี้เถ้าบนตะแกรงเผามูลฝอย ทำให้อากาศเข้าไปผสมผสานกับมูลฝอยได้ไม่ดีการเผาไหม้จึงเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อทิ้งเวลานานพอขี้เถ้าและมูลฝอยจะเกิดการเผาไหม้อย่างช้า ๆ จนมีช่องว่างบนตะแกรงเพิ่มขึ้น อากาศก็จะสามารถเข้าไปผสมผสานกับมูลฝอยได้ดีขึ้นการเผาไหม้ก็จะเกิดขึ้นจึงทำให้อุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้ไม่คงที่

3. การป้อนมูลฝอยไม่ได้กระทำอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ทำให้มูลฝอยที่ป้อนแต่ละครั้งไปกองอยู่บนตะแกรงเผามูลฝอยมากเกินไป ถ้าไม่ทำการเขี่ยอากาศจะเข้าไปผสมผสานได้ไม่ทั่วถึงการเผาไหม้จะเกิดขึ้นได้น้อย

4. จากผลการทดสอบ พบว่า ความร้อนจากแก๊สไอเสียที่ปล่อยออกทางปล่องไอเสียมีปริมาณน้อยทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาเผามูลฝอยมีค่าต่ำ โดยการทดสอบเริ่มจากอุณหภูมิของผนังเตาเผามูลฝอยมีค่าเท่ากับอุณหภูมิบรรยากาศ (ประมาณ 28°C) ดังนั้นความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้จึงถูกผนังของเตาเผามูลฝอยดูดซับเอาไว้จนกระทั่งอุณหภูมิภายในของผนังเตาเผามูลฝอยมีค่าคงที่ และปริมาณความร้อนจากการเผาไหม้มีค่าต่ำเนื่องจากเกิดการกองทับถมของขี้เถ้าและมูลฝอยบนตะแกรงเผามูลฝอย ทำให้อากาศผสมผสานกับมูลฝอยได้ไม่ดีการเผาไหม้จึงเกิดขึ้นน้อย

5. ปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่วัดได้มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 1000 ppm เป็นเพราะเกิดการกองทับถมกันของมูลฝอยทำให้อากาศเข้าไปผสมผสานได้ไม่ดีการเผาไหม้จึงเกิดขึ้นน้อยและไม่สมบูรณ์

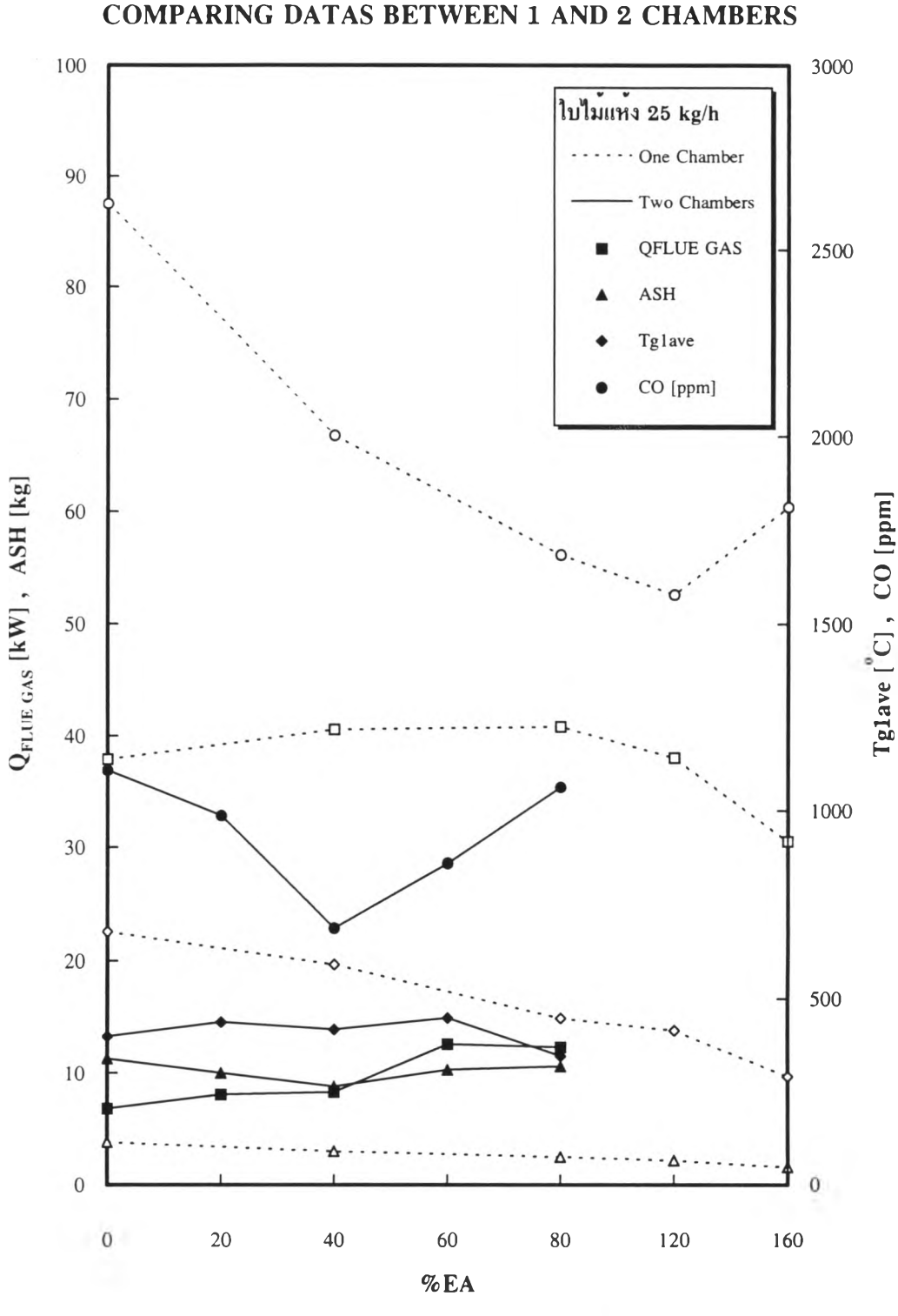
ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรออกแบบอุปกรณ์กำจัดขี้เถ้าที่กองทับถมกันบนตะแกรงเผามูลฝอยในขณะที่ทำการทดสอบเผามูลฝอยเพิ่มเติม

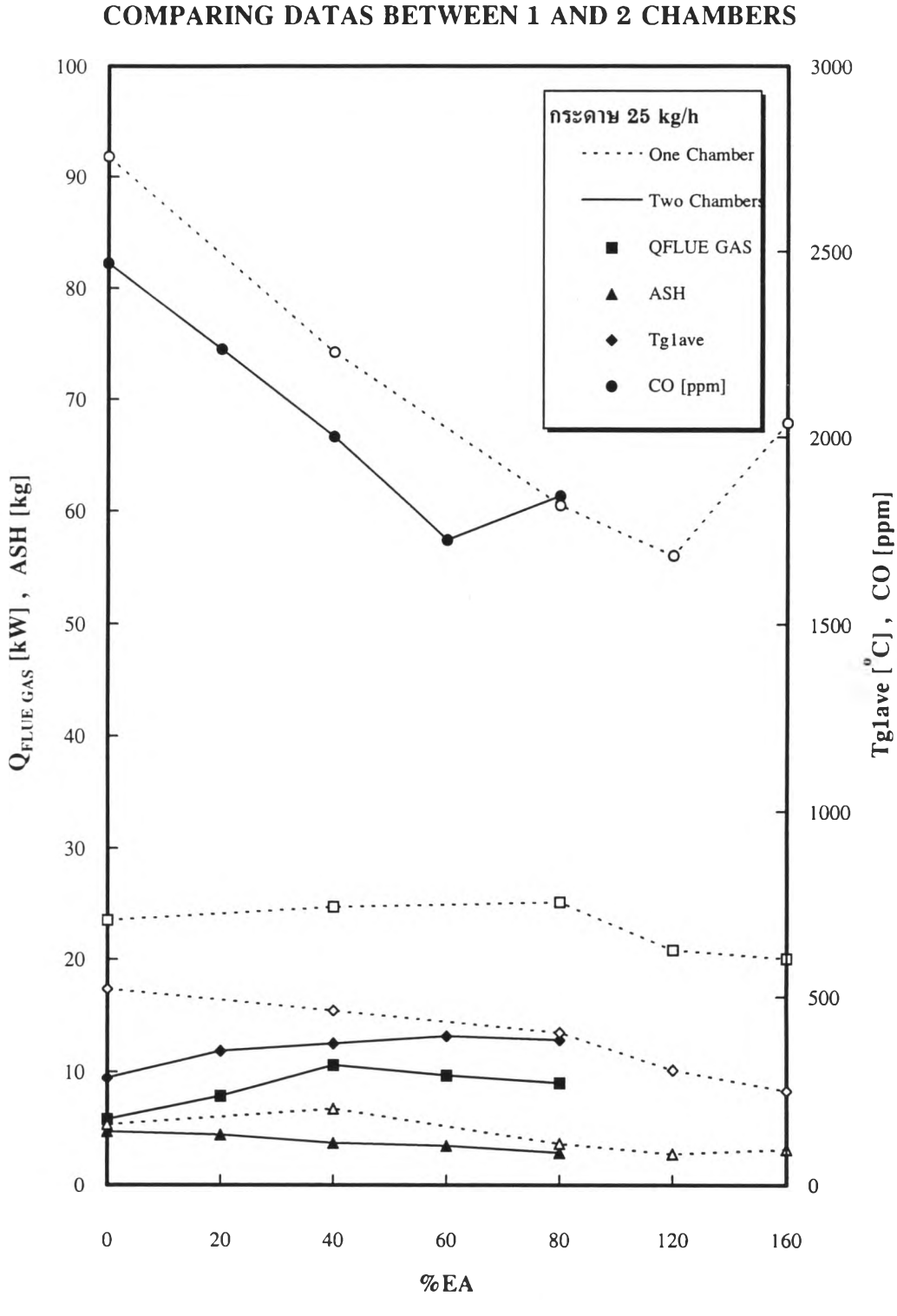
2. ควรออกแบบระบบการป้อนมูลฝอยให้มีการป้อนมูลฝอยได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

3. ควรมีการอุ่นเตาเผามูลฝอยให้อุณหภูมิผนังด้านในมีค่าคงที่ก่อนแล้วจึงเริ่มทำการทดสอบเก็บข้อมูล เพื่อลดปริมาณความร้อนสูญเสียเนื่องจากการดูดซับเอาความร้อนไว้ที่ผนังด้านต่าง ๆ ของเตาเผามูลฝอย

4. ควรทำการทดสอบซ้ำเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการอ่านและจดบันทึกข้อมูล



รูปที่ 6.1 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการทดสอบเผามูลฝอยใบไม้แห้งที่อัตราการป้อน 25 kg/h ของการทดสอบเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยวและการทดสอบเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้ที่ปริมาณอากาศส่วนเกินต่าง ๆ



รูปที่ 6.2 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการทดสอบเผามูลฝอยกระดาษที่อัตราการป้อน 25 kg/h ของการทดสอบเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยวและการทดสอบเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้ที่ปริมาณอากาศส่วนเกินต่างๆ