

การออกแบบสร้างเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้

ในบทนี้ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบสร้างเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้ โดยกล่าวถึง รายละเอียดและขนาดของเตาเผามูลฝอย รวมทั้งวิธีการคำนวณ การออกแบบสร้างเตาเผามูลฝอย รายละเอียดและขนาดของเตาเผามูลฝอย

ผู้วิจัยได้ออกแบบสร้างเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้ให้สามารถเผามูลฝอยที่อัตรา การป้อนมูลฝอย 50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง รูปที่ 3.1 ถึงรูปที่ 3.5 แสดงภาพ Perspective ภาพด้านหน้า ภาพด้านข้างขวา ภาพด้านหลัง และภาพด้านข้างซ้ายของเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้ตาม ลำดับ โดยเลือกทำการวิจัยเผามูลฝอยประเภท ใบไม้แห้ง ใบไม้เปียกมีความชื้น 15% และกระดาษ โดยมีรายละเอียดและขนาดของเตาเผามูลฝอยดังนี้

1. ห้องเผาไหม้ที่หนึ่ง (First Combustion Chamber) มีขนาดภายใน กว้าง 0.8 m ยาว 0.8 m สูง 2.11 m จากพื้นเตาเผามูลฝอย ผนังห้องเผาไหม้ที่หนึ่งสร้างด้วยวัสดุ 3 ชั้น คือ อิฐทนไฟ อากาศ และอิฐมอญ ตามลำดับ

ผนังด้านบนของเตาเผามูลฝอยสร้างด้วยวัสดุ 3 ชั้น คือ คอนกรีต อากาศ และคอนกรีต ปิดด้วยเหล็กแผ่นหนา 6 mm พื้นของเตาเผามูลฝอยสร้างด้วยอิฐทนไฟและเหล็กแผ่นหนา 6 mm วางบนคานเหล็กรูปตัว U ดังแสดงในรูปที่ 3.6 รูปที่ 3.7 และรูปที่ 3.8

2. ห้องเผาไหม้ที่สอง (Secondary Chamber) มีขนาดภายใน กว้าง 0.50 m ยาว 0.80 m สูง 2.11 m จากพื้นเตาเผามูลฝอย ผนังด้านข้าง ผนังด้านบน และพื้นด้านล่างทำด้วยวัสดุชนิด เดียวกับห้องเผาไหม้ที่หนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 3.6 รูปที่ 3.7 และรูปที่ 3.8

3. ห้องผสมควัน (Mixing Chamber or Settling Chamber) มีขนาดภายใน กว้าง 0.17 m ยาว 0.80 m สูง 2.11 m จากพื้นเตาเผามูลฝอย อยู่ระหว่างห้องเผาไหม้ที่หนึ่งและห้องเผาไหม้ที่ สอง ดังแสดงในรูปที่ 3.8

4. Curtain Wall Port คือ ผนังกั้นระหว่างห้องผสมควันกับห้องเผาไหม้ที่สอง มีความ กว้าง 0.8 m ยาว 2.11 m ด้านล่างของผนังเจาะเป็นช่อง (Port) สำหรับให้แก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ ไหลผ่านขนาดของช่อง กว้าง 0.3 m สูง 0.4 m สร้างด้วยอิฐทนไฟ หนา 0.1 m ดังแสดงใน รูปที่ 3.9

5. Flame Port คือ ช่องที่เจาะจากผนังห้องเผาไหม้ที่หนึ่งเพื่อให้เกิดสร่อนที่เกิดจากการเผาไหม้ไหลผ่านไปยังห้องผสมควัน โดยเจาะด้านบนของผนังด้านข้างของห้องเผาไหม้ที่หนึ่งมีขนาด กว้าง 0.3 m สูง 0.2 m ดังแสดงในรูปที่ 3.10

6. ประตูป้อนมูลฝอย (Charging Door) สร้างด้วยเหล็กแผ่นหนา 4.5 mm มีขนาด กว้าง 0.4 m ยาว 0.3 m ดังแสดงในรูปที่ 3.11 และรูปที่ 3.12 โดยเจาะเป็นช่องเข้าไปในห้องเผาไหม้ที่หนึ่ง

7. ประตูโกยขี้เถ้า (Clean - Out Door) สร้างด้วยเหล็กแผ่นหนา 4.5 mm มีขนาด กว้าง 0.25 m ยาว 0.4 m ใช้สำหรับนำขี้เถ้าออกจากห้องเผาไหม้ที่หนึ่งและห้องเผาไหม้ที่สองของเตาเผามูลฝอยดังแสดงในรูปที่ 3.7 และรูปที่ 3.8

8. ตะแกรงเผามูลฝอย (Grates) ออกแบบสร้างเป็นตะแกรง 2 ชั้น แต่ละชั้นสร้างด้วยเหล็กเพลาดามีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 cm กว้าง 39 cm ยาว 78 cm และติดตั้งสูงจากพื้นเตาเผา มูลฝอย 0.46 m ดังแสดงในรูปที่ 3.13

9. ปล่องไอเสีย (Stack) สร้างด้วยเหล็กแผ่นหนา 3 mm มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.254 m สูง 3 m วัดจากหน้าแปลนบนหลังคาเตาเผามูลฝอย และหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อนใยแก้วหนา 5 cm ตลอดทั้งความยาวปล่อง ดังแสดงในรูปที่ 3.6

วัสดุที่ใช้สร้างเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้

1. อิฐทนไฟ
2. อิฐมอญ
3. คอนกรีต
4. อากาศ
5. เหล็กแผ่น
6. ฉนวนกันความร้อนใยแก้ว

คุณสมบัติ ค่าคงที่ และขนาดต่าง ๆ ของวัสดุรายละเอียดได้ในภาคผนวก ก

การดำเนินการออกแบบเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้

ผู้วิจัยได้ออกแบบเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้สำหรับเผามูลฝอยประเภทใบไม้แห้ง ใบไม้เปียกมีความชื้น 15% และกระดาษ ที่อัตราการป้อนมูลฝอย 50 kg/h โดยที่การออกแบบเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้ได้คำนึงถึงข้อมูลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ ชนิดของมูลฝอย ส่วนประกอบของมูลฝอย ค่าความชื้นของมูลฝอย ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ และค่าตัวประกอบการออกแบบของเตาเผามูลฝอย เพื่อนำมาพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและการดำเนินการว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ โดยมีการคำนวณออกแบบดังนี้

1. ส่วนประกอบของมูลฝอย มูลฝอยที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ ใบไม้แห้ง ใบไม้เปียกมีความชื้น และกระดาษ ซึ่งได้แสดงองค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอยไว้ในตารางที่ 2.3 [7] โดยมีอัตราการป้อนมูลฝอย $\dot{m} = 50 \text{ kg/h}$

2. ค่าความชื้นของมูลฝอย ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการเผามูลฝอยประเภทใบไม้เปียกมีความชื้น โดยทำการสุ่มตัวอย่างใบไม้เปียกจำนวน 100 g ไปทดสอบหาค่าความชื้นดังแสดงในภาคผนวก ค และคำนวณค่าความชื้นของใบไม้เปียก (Moisture Content, M(%)) จากสมการ

$$\begin{aligned} M(\%) &= \frac{w - d}{w} \times 100 \\ &= \frac{100 - 86.8}{100} \times 100 \\ &= 13.2\% \end{aligned}$$

ดังนั้นการออกแบบเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้จะใช้ค่าความชื้นของใบไม้เปียกไม่เกิน 15% และที่อัตราการป้อนมูลฝอย 50 kg/h ซึ่งจะประกอบด้วย

$$\begin{aligned} \text{มูลฝอยแห้ง (Dry Refuse)} \quad \dot{m}_{\text{dry}} &= 50 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0.85 = 42.5 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \\ \text{ความชื้น (Moisture)} \quad \dot{m}_{\text{dry}} &= 50 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0.15 = 7.5 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \end{aligned}$$

3. ค่าความร้อนสูงของมูลฝอยคำนวณได้จากสมการ Dulong [8]

$$\text{HHV} = 0.338C + 1.44 \left(H - \frac{O}{8} \right) \quad , \quad \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$$

ดังนั้นจากตารางที่ 2.1 ซึ่งแสดงส่วนประกอบของมูลฝอยจะสามารถหาค่าความร้อนสูงของมูลฝอยได้ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าความร้อนสูงของมูลฝอยประเภทต่าง ๆ

ชนิดของมูลฝอย	ค่าความร้อนสูงของมูลฝอย (HHV) (MJ/kg)
เศษอาหาร	18.67
กระดาษ	15.42
พลาสติก	26.54
สิ่งทอ	22.48
เศษหญ้า	17.96
ไม้	13.39
ใบไม้	19.94

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นว่ามูลฝอยประเภทพลาสติกมีค่าความร้อนสูงที่สุด ดังนั้นเพื่อให้เตาเผามูลฝอยสามารถเผามูลฝอยประเภทพลาสติกได้ในอนาคต จึงเลือกใช้ค่าความร้อนสูงของมูลฝอยประเภทพลาสติกเป็นค่าความร้อนสูงเป็นเกณฑ์ในการออกแบบซึ่งมีค่าเท่ากับ 26.54 MJ/kg

4. ปริมาณความร้อนทั้งหมดที่เกิดจากการเผามูลฝอย (Total Heat of Combustion)

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{TOTAL}} &= \dot{m}_{\text{dry}} \text{ HHV} \\
 &= 42.5 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 26.54 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \\
 &= 1127.95 \frac{\text{MJ}}{\text{h}}
 \end{aligned}$$

5. ปริมาณความร้อนสูญเสีย (Heat Losses)

5.1 ปริมาณความร้อนสูญเสียในการระเหยน้ำหรือความชื้นในมูลฝอย (Q_{H_2O})

$$\begin{aligned} Q_{H_2O} &= \dot{m}_w h_{fg_{25^\circ C}} \\ &= 7.5 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 2442.3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\ &= 18.32 \frac{\text{MJ}}{\text{h}} \end{aligned}$$

5.2 ปริมาณความร้อนสูญเสียในการระเหยน้ำจากการเผาไฮโดรเจน (Q_{H_2}) จากข้อมูลของมูลฝอยพลาสติก

$$m_{H_2} = 0.072 \frac{\text{kg}_{H_2}}{\text{kg}_{rf}}$$

ดังนั้นจะได้ว่า

$$\begin{aligned} Q_{H_2} &= 9 m_{H_2} h_{fg_{25^\circ C}} \dot{m}_{dry} \\ &= 9 \left(0.072 \frac{\text{kg}_{H_2}}{\text{kg}_{rf}} \right) \left(2442.3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) \left(42.5 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \right) \\ &= 67.26 \frac{\text{MJ}}{\text{h}} \end{aligned}$$

5.3 ปริมาณความร้อนสูญเสียในการแผ่รังสีและอื่น ๆ (Q_R)

ดังนั้นจะได้ว่า

$$\begin{aligned} Q_R &= 0.2 Q_{TOTAL} \\ &= 0.2 \left(1127.95 \frac{\text{MJ}}{\text{h}} \right) \\ &= 225.59 \frac{\text{MJ}}{\text{h}} \end{aligned}$$

6. ปริมาณความร้อนสุทธิ (Q_{NET}) ที่ใช้ออกแบบสร้างเตาเผามูลฝอย คือ

$$\begin{aligned} Q_{NET} &= Q_{TOTAL} - Q_{LOSS} \\ &= 1127.98 \frac{\text{MJ}}{\text{h}} - \left(18.32 \frac{\text{MJ}}{\text{h}} + 67.26 \frac{\text{MJ}}{\text{h}} + 225.59 \frac{\text{MJ}}{\text{h}} \right) \\ &= 816.78 \frac{\text{MJ}}{\text{h}} \end{aligned}$$

7. ปริมาตรภายในห้องเผาไหม้ที่หนึ่งของเตาเผามูลฝอยคำนวณได้จากสมการ

$$V = \frac{Q_{NET}}{(Q_R)_V}$$

เมื่อ $(Q_R)_V =$ อัตราการปลดปล่อยพลังงานความร้อนในเตาเผามูลฝอยมีค่าเท่ากับ $920 \text{ MJ/m}^3 \text{ h}$

เพราะฉะนั้นจะได้

$$V = \frac{816.78 \frac{\text{MJ}}{\text{h}}}{920 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3 \text{h}}} = 0.88 \text{ m}^3$$

8. ภาระของตะแกรงเผามูลฝอยคำนวณได้จากสมการ

$$LG = 10 \log(\dot{m})$$

เมื่อ $\dot{m} = 50 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \left(\frac{1}{0.454} \right) = 110.13 \frac{\text{lb}}{\text{h}}$

เพราะฉะนั้น

$$LG = 10 \log(110.13)$$

$$= 20.42 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2 \cdot \text{h}}$$

9. พื้นที่ของตะแกรงเผามูลฝอยคำนวณได้จากสมการ

$$AG = \frac{\dot{m}}{LG}$$

$$= \frac{110.13 \frac{\text{lb}}{\text{h}}}{20.42 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2 \cdot \text{h}}}$$

$$= 5.40 \text{ ft}^2$$

$$= 5.40 \times 0.093 = 0.5022 \text{ m}^2$$

จากการก่อสร้างได้ออกแบบให้ตะแกรงเผามูลฝอยมีขนาด $0.8 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$ ดังนั้นขนาดของห้องเผาไหม้ที่หนึ่งจึงเท่ากับ $0.8 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$ ซึ่งเท่ากับขนาดของตะแกรงเผามูลฝอย

10. ความสูงของห้องเผาไหม้ที่หนึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$H = \frac{V}{AG}$$

$$= \frac{0.88 \text{ m}^3}{0.64 \text{ m}^2} = 1.375 \text{ m}$$

ดังนั้นความสูงของห้องเผาไหม้ที่หนึ่งวัดจากตะแกรงเผามูลฝอยเท่ากับ 1.65 m

11. ปริมาณอากาศที่ใช้สำหรับการเผาไหม้ จากการออกแบบผู้วิจัยได้เลือกใช้ข้อมูลของมูลฝอยประเภทพลาสติกในการออกแบบ เพื่อให้เตาเผามูลฝอยสามารถเผามูลฝอยประเภทพลาสติกได้ในอนาคต ดังนั้นจึงพิจารณาปริมาณอากาศที่ใช้สำหรับการเผาไหม้จากองค์ประกอบของมูลฝอยประเภทพลาสติกเป็นเกณฑ์ จากตารางที่ 2.3 องค์ประกอบของมูลฝอยประเภทพลาสติกประกอบด้วย คาร์บอน (C) 60% ไฮโดรเจน (H) 7.2% ออกซิเจน (O) 22.8% และขี้เถ้า (ash) 10% โดยมวล และสามารถหาค่าปริมาณอากาศที่ใช้สำหรับการเผาไหม้ได้ดังนี้

11.1 ปริมาณอากาศทางทฤษฎี (Theoretical Air) คำนวณได้จากสมการ

โดยปริมาตร

$$V_{t_a} = 8.89 m_C + 26.7 \left(m_H - \frac{m_O}{8} \right) + 3.33 m_S$$

$$= 8.89(0.6) + 26.7 \left(0.072 - \frac{0.228}{8} \right) + 3.33(0)$$

$$= 6.495 \frac{m_a^3}{kg_{rf}}$$

โดยมวล

$$m_{t_a} = 11.49 m_C + 34.5 \left(m_H - \frac{m_O}{8} \right) + 4.3 m_S$$

$$= 11.49(0.60) + 34.5 \left(0.072 - \frac{0.228}{8} \right) + 4.3(0)$$

$$= 8.394 \frac{kg_a}{kg_{rf}}$$

11.2 ปริมาณอากาศที่ใช่จริง (Actual Air) ผู้วิจัยได้ออกแบบให้เตาเผามูลฝอยสามารถใช้ปริมาณอากาศส่วนเกินได้ถึง 300% ดังนั้นจึงใช้ค่า Excess Air Factor เท่ากับ 300% คำนวณได้จากสมการ

โดยปริมาตร

$$\begin{aligned} V_{a_a} &= \frac{\%EA}{100} V_{t_a} + V_{t_a} \\ &= \frac{300}{100} \times 6.495 + 6.495 \\ &= 26.0 \frac{m_a^3}{kg_{rf}} \end{aligned}$$

โดยมวล

$$\begin{aligned} m_{a_a} &= \frac{\%EA}{100} m_{t_a} + m_{t_a} \\ &= \frac{300}{100} \times 8.394 + 8.394 \\ &= 33.579 \frac{kg_a}{kg_{rf}} \end{aligned}$$

12. ปริมาณแก๊สไอเสีย

12.1 ปริมาณแก๊สไอเสียทางทฤษฎี (Theoretical Flue Gas) คำนวณได้จากสมการ

โดยปริมาตร

$$\begin{aligned} V_{t_g} &= (1 - 0.21) V_{t_a} + 1.867 m_C + 11.2 m_H + 0.7 S + 1.244 m_w + 0.8 m_N \\ &= (1 - 0.21)(6.495) + 1.867(0.60) + 11.2(0.072) \\ &= 7.064 \frac{m_{ex}^3}{kg_{rf}} \end{aligned}$$

โดยมวล

$$\begin{aligned} m_{t_g} &= (1 - 0.232) m_{t_a} + 3.67 m_C + 9 m_H + 2 S + m_w + m_N \\ &= (1 - 0.232)(8.394) + 3.67(0.60) + 9(0.072) \\ &= 9.301 \frac{kg_{ex}}{kg_{rf}} \end{aligned}$$

12.2 ปริมาณแก๊สไอเสียที่เกิดขึ้นจริง (Actual Flue Gas) จากการใช้ปริมาณอากาศส่วนเกิน 300% จะได้ปริมาณแก๊สไอเสียดังนี้

โดยปริมาตร

$$V_{a_g} = V_{t_g} + (m_v - 1) V_{t_a}$$

เมื่อ

$$m_v = \frac{V_{a_a}}{V_{t_a}} = \frac{26}{6.5} = 4$$

จะได้

$$\begin{aligned} V_{a_g} &= 7.064 + (4 - 1) \times 6.5 \\ &= 26.56 \frac{\text{m}_{\text{ex}}^3}{\text{kg}_{\text{rf}}} \end{aligned}$$

โดยมวล

$$m_{a_g} = m_{t_g} + (m_m - 1) m_{t_a}$$

เมื่อ

$$m_m = \frac{m_{a_a}}{m_{t_a}} = \frac{33.6}{8.4} = 4$$

$$\begin{aligned} m_{a_g} &= 9.301 + (4 - 1) \times 8.4 \\ &= 34.5 \frac{\text{kg}_{\text{ex}}}{\text{kg}_{\text{rf}}} \end{aligned}$$

13. อัตราการป้อนอากาศเข้าเตาเผามูลฝอย (Q_A) จากการออกแบบโดยใช้ปริมาณอากาศส่วนเกิน 300% พบว่า ถ้าต้องการเผาไหม้มูลฝอย 1 kg จะต้องใช้ปริมาณอากาศทางทฤษฎีเท่ากับ $26 \text{ m}_a^3 / \text{kg}_{\text{rf}}$ ดังนั้นจะมีอัตราการป้อนอากาศเท่ากับ

$$\begin{aligned} Q_{a_a} &= \dot{m}_{\text{dry}} V_{a_a} \\ &= 425 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 26 \frac{\text{m}_a^3}{\text{kg}_{\text{rf}}} \\ &= 1105 \frac{\text{m}_a^3}{\text{h}} \end{aligned}$$

จากปริมาณอากาศ V_{a_a} ที่คำนวณได้เป็นปริมาณอากาศที่อุณหภูมิ 0°C ความดัน 1 บรรยากาศ ดังนั้นถ้าอากาศเข้าเตาเผามูลฝอยที่ 25°C จะได้

$$\begin{aligned} Q_A &= 1105 \left(\frac{298}{273} \right) \\ &= 1206.19 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \\ &= \frac{1206.19}{3600} = 0.335 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \end{aligned}$$

14. อัตราการไหลของแก๊สไอเสีย (Q_g) จากการคำนวณปริมาณแก๊สไอเสีย พบว่ามูลฝอย 1 kg จะเกิดแก๊สไอเสีย $26.56 \text{ m}_a^3 / \text{kg}_{\text{rf}}$ ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 Q_g \text{ จากมูลฝอยแห้ง} &= 42.5 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \left(26.56 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right) \\
 &= 1128.5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 0.3135 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \\
 Q_g \text{ จากน้ำในมูลฝอย} &= 7.5 \frac{\text{kg}_w}{\text{h}} \left(\frac{22.4 \text{ m}^3}{18 \text{ kg}_w} \right) \\
 &= 9.33 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 0.0025 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}
 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นอัตราการไหลของแก๊สไอเสียที่ 0°C

$$Q_g(0^\circ\text{C}) = 0.3135 + 0.0025 = 0.32 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

ถ้าอุณหภูมิของแก๊สไอเสียในห้องเผาไหม้ที่หนึ่งเท่ากับ 600°C ดังนั้น Q_g จะเท่ากับ

$$Q_g(600^\circ\text{C}) = 0.32 \times \left(\frac{600 + 273}{273} \right) = 1.02 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

15. Flame Port Area คำนวณได้จากสมการ

$$Q_g = A_{FP} V_{FP}$$

ถ้าแก๊สร้อนออกจากห้องเผาไหม้ที่หนึ่งด้วยอุณหภูมิ 600°C ดังนั้นหา A_{FP} ได้จาก

$$\begin{aligned}
 A_{FP} &= \frac{Q_g}{V_{FP}} \\
 &= \frac{1.02 \text{ m}^3}{17 \text{ m/s}} \\
 &= 0.06 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

ลักษณะของช่อง Flame Port เป็นช่องสี่เหลี่ยม โดยเจาะผนังด้านข้างของเผาไหม้ที่หนึ่ง ให้มีความกว้าง b_1 เท่ากับ 0.30 m ดังนั้น จะมีความสูง a_1 เท่ากับ

$$A_{FP} = a_1 \times b_1$$

$$0.06 = a_1 \times 0.3$$

เพราะฉะนั้น

$$a_1 = 0.2 \text{ m}$$

ดังนั้นความสูงของช่อง Flame Port วัดจากผนังของเพดานตามมูลฝอยลงมาเท่ากับ 0.2 m

16. Curtain Wall Port Area คำนวณได้จากสมการ

$$Q_g = A_{CP} V_{CP}$$

ถ้าแก๊สร้อนออกจากห้องผสมควันมีอุณหภูมิลดลงเป็น 500°C ดังนั้น

$$Q_g (600^\circ\text{C}) = 0.32 \times \left(\frac{500 + 273}{273} \right) = 0.906 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

ดังนั้นสามารถหาค่า A_{CP} ได้จาก

$$\begin{aligned} A_{CP} &= \frac{Q_g}{V_{CP}} \\ &= \frac{0.906 \text{ m}^3}{6 \text{ m/s}} \\ &= 0.151 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Curtain Wall Port เป็นช่องเจาะที่ผนังด้านล่างของ Curtain Wall ให้มีความกว้าง b_2 เท่ากับ Flame Port คือ 0.30 m ดังนั้นสามารถหาความสูงของ Curtain Wall Port ได้จาก

$$A_{FP} = a_2 \times b_2$$

$$0.151 = a_2 \times 0.3$$

เพราะฉะนั้น

$$a_2 = 0.5 \text{ m}$$

ดังนั้นความสูงของช่อง Curtain Wall Port วัดจากผนังของเพดานตามมูลฝอยลงมาเท่ากับ 1.71 m

17. พื้นที่ของห้องผสมควันคำนวณได้จากสมการ

$$Q_g = A_M V_M$$

โดยแก๊สร้อนภายในห้องผสมควันมีอุณหภูมิ 550°C ดังนั้น

$$Q_g(550^\circ\text{C}) = 0.32 \times \left(\frac{550 + 273}{273} \right) = 0.965 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

ดังนั้นสามารถหาค่า A_M ได้จาก

$$\begin{aligned} A_M &= \frac{Q_g}{V_M} \\ &= \frac{0.965 \text{ m}^3}{7.5 \text{ m/s}} \\ &= 0.1286 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

เนื่องจากห้องผสมควันวางอยู่แนวเดียวกับห้องเผาไหม้ที่หนึ่ง ดังนั้นจึงมีความกว้าง b_3 เท่ากับ 0.80 m ซึ่งเท่ากับห้องเผาไหม้ที่หนึ่งดังนั้น

$$A_M = a_3 \times b_3$$

$$0.1286 = a_3 \times 0.8$$

เพราะฉะนั้น

$$a_3 = 0.161 \text{ m}$$

เพื่อความสะดวกในการก่อสร้างจึงกำหนดให้ห้องผสมควันยาวเท่ากับ 0.17 m

18. ขนาดห้องเผาไหม้ที่สองของเตาเผามูลฝอยคำนวณได้จากสมการ

$$Q_g = A_2 V_2$$

กำหนดให้อุณหภูมิแก๊สไอเสียภายในห้องเผาไหม้ที่สองเท่ากับ 550°C ดังนั้น

$$Q_g (500^\circ\text{C}) = 0.32 \times \left(\frac{500 + 273}{273} \right) = 0.906 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

ดังนั้นสามารถหาค่า A_2 ได้จาก

$$\begin{aligned} A_2 &= \frac{Q_g}{V_2} \\ &= \frac{0.906 \text{ m}^3}{2 \text{ m/s}} \\ &= 0.453 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

เนื่องจากผู้วิจัยออกแบบให้เตาเผามูลฝอยเป็นแบบวางเรียงกัน (Inline Incinerator) ดังนั้นขนาดความกว้าง b_4 จึงมีขนาดเท่ากับความกว้างของห้องเผาไหม้ที่หนึ่ง คือ 0.8 m และสามารถหาค่าความยาวของห้องเผาไหม้ที่สองได้ดังนี้

$$A_2 = a_4 \times b_4$$

$$0.453 = a_4 \times 0.8$$

เพราะฉะนั้น

$$a_4 = 0.56 \text{ m}$$

เพื่อความสะดวกในการก่อสร้างจึงกำหนดให้ห้องเผาไหม้ที่สองยาวเท่ากับ 0.50 m

19. ความสูงของปล่องไอเสียคำนวณได้จากสมการ

$$h = \frac{T_a T_g \rho \omega D_t}{464.5 P_b (T_g - T_a)}$$

จากค่าตัวประกอบในการออกแบบปล่องไอเสีย ใช้ค่ากระแสลมเร่งทางทฤษฎี (D_t) เท่ากับ 3.5 mm_{H₂O} ดังนั้นจึงสามารถหาพื้นที่หน้าตัดของปล่องไอเสียได้ดังนี้

$$h = \frac{(298 \text{ K})(873 \text{ K}) \left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) (3.5 \text{ mm}_{\text{H}_2\text{O}})}{424.5 \left(760 \text{ mm}_{\text{Hg}} \right) (873 - 298) \text{ K}} = 4.49 \text{ m}$$

ดังนั้นปล่องไอเสียสูงจากหลังคาเตาเผามูลฝอยเท่ากับ $4.49 - 1.65 = 2.64$ m และเพื่อความสะดวกในการคำนวณและก่อสร้างจึงกำหนดให้ความสูงของปล่องไอเสียเท่ากับ 3 m

20. เส้นผ่าศูนย์กลางของปล่องไอเสียคำนวณได้จากสมการ

$$Q_g = A_g V_g$$

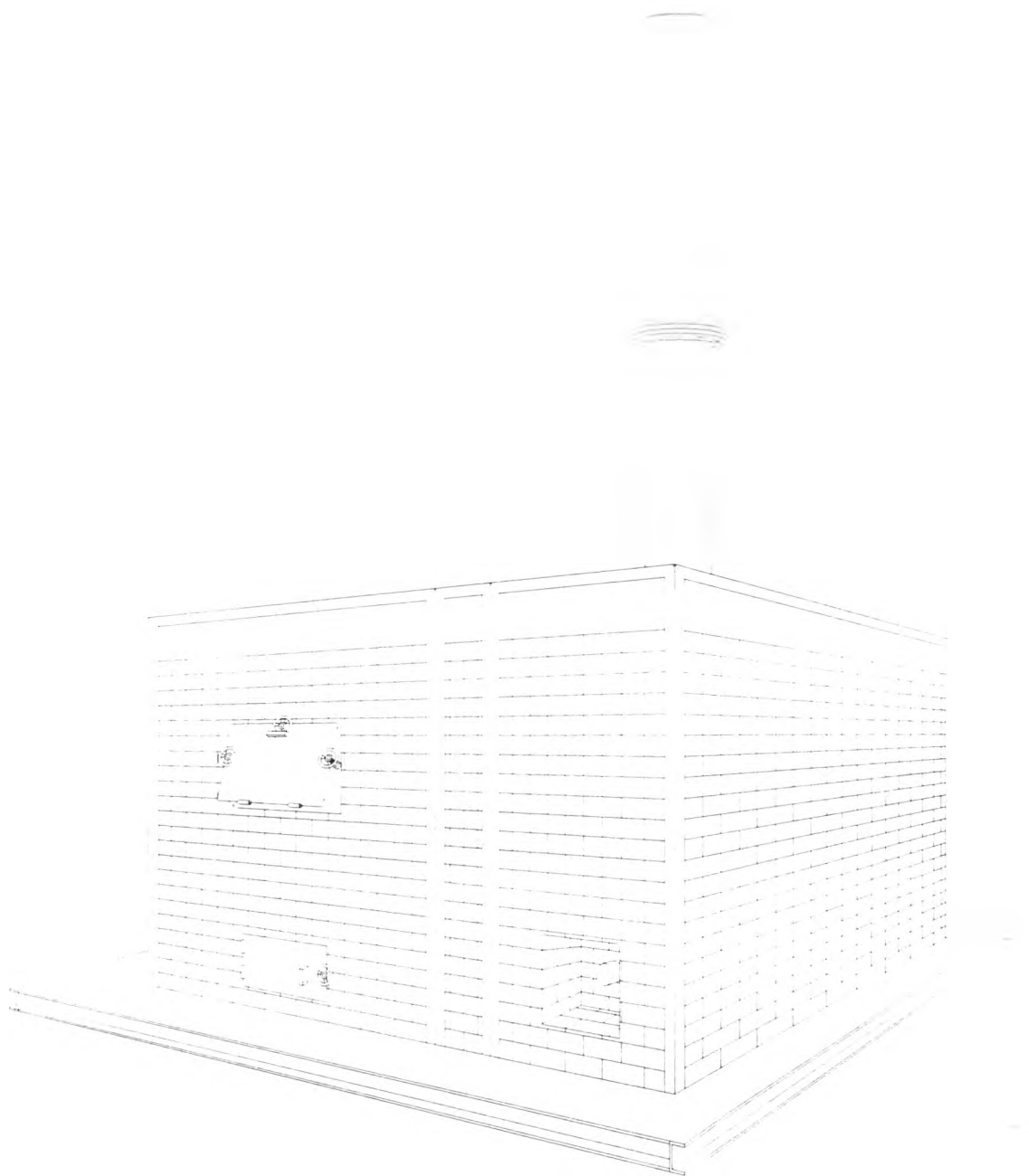
กำหนดให้อุณหภูมิแก๊สไอเสียที่ออกจากห้องเผาไหม้ที่สองเท่ากับ 500°C ดังนั้น Q_g มีค่าเท่ากับ $0.906 \text{ m}^3/\text{s}$ ดังนั้นสามารถหาค่า A_g ได้จาก

$$\begin{aligned} A_g &= \frac{Q_g}{V_g} \\ &= \frac{0.906 \text{ m}^3}{10 \text{ m/s}} \\ &= 0.0906 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

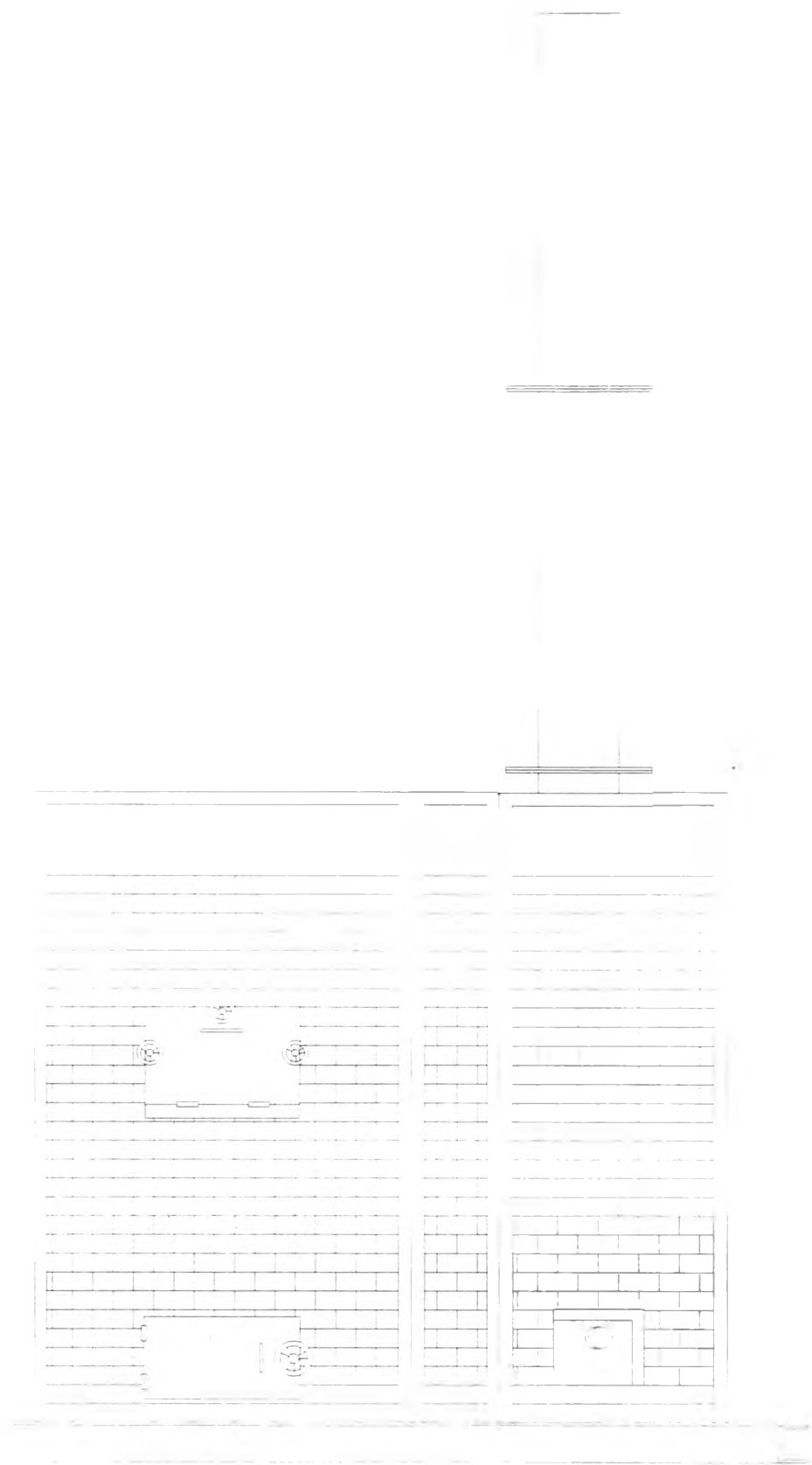
ดังนั้นจึงสามารถคำนวณหาเส้นผ่าศูนย์กลางได้ดังนี้

$$\begin{aligned} A_g &= \frac{\pi D^2}{4} \\ D &= \sqrt{\frac{4 A_g}{\pi}} = \sqrt{\frac{4(0.0906)}{\pi}} = 0.34 \text{ m} \end{aligned}$$

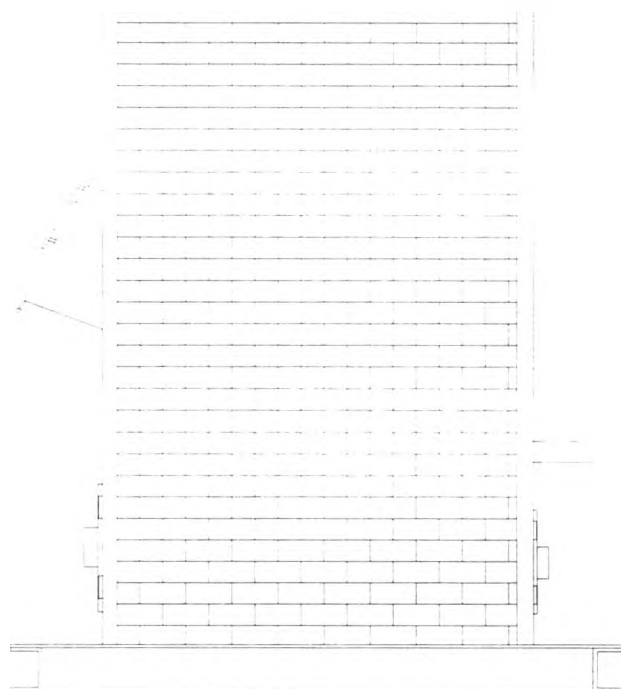
เพื่อความสะดวกในการก่อสร้างผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 m ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการคำนวณมากที่สุด



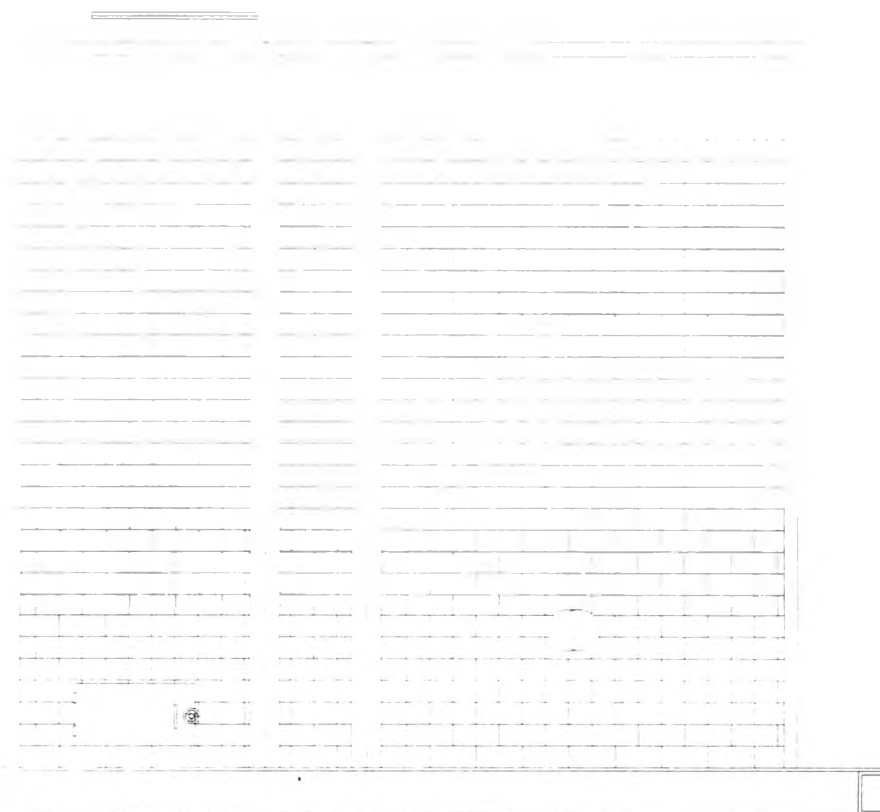
รูปที่ 3.1 แสดงภาพ Perspective ของเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้



รูปที่ 3.2 แสดงภาพด้านหน้าของเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้



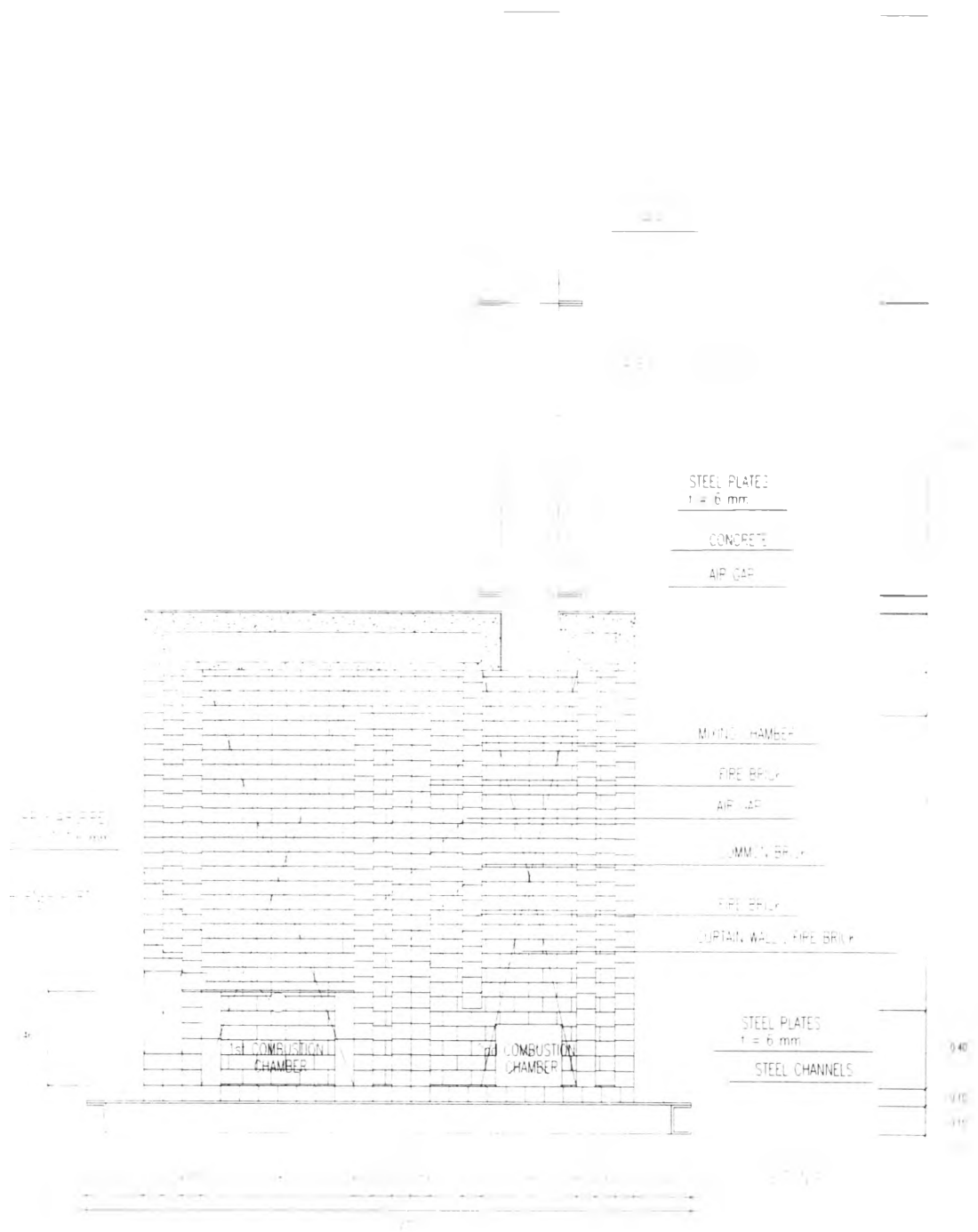
รูปที่ 3.3 แสดงภาพด้านข้างขวาของเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้



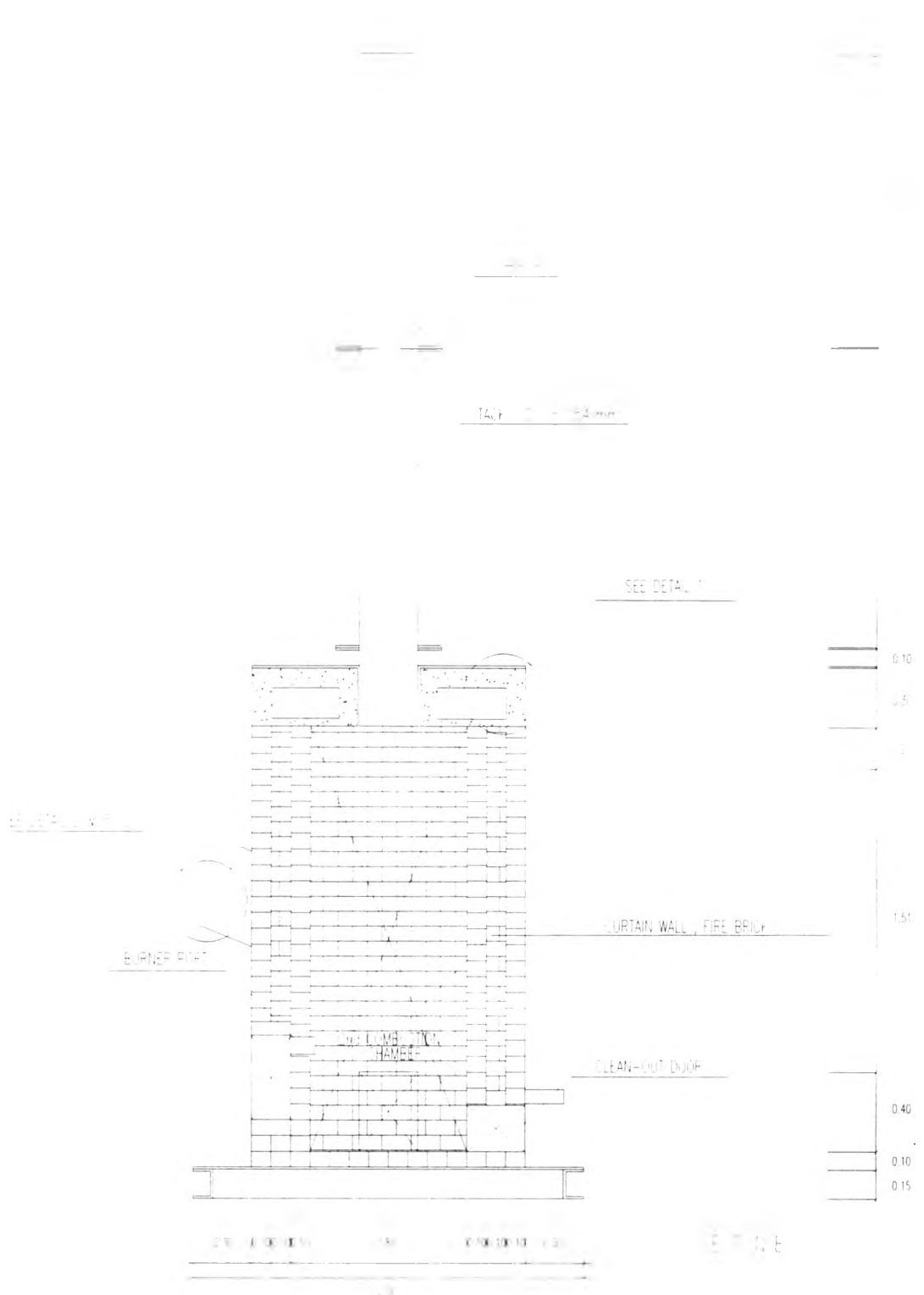
รูปที่ 3.4 แสดงภาพด้านหลังของเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้



รูปที่ 3.5 แสดงภาพด้านข้างซ้ายของเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้



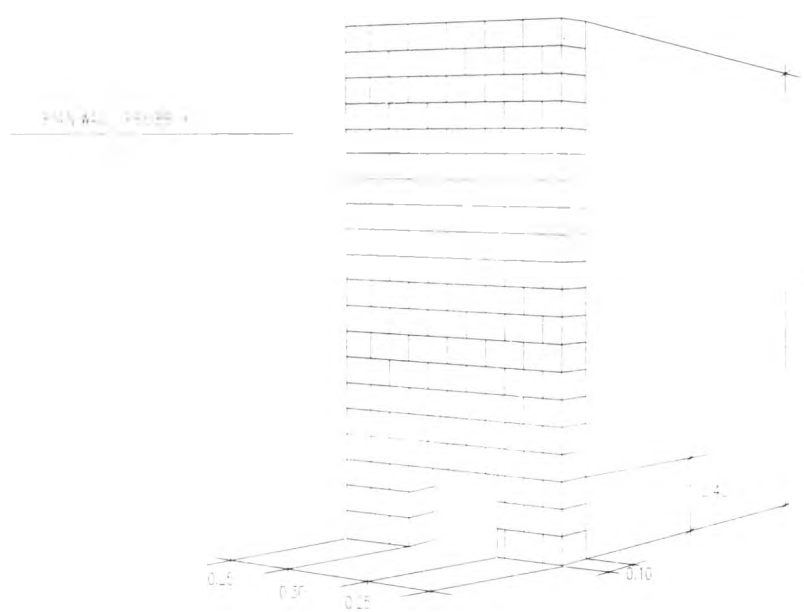
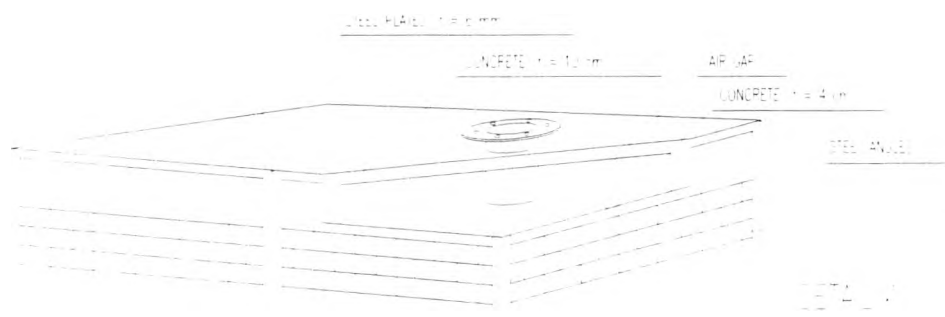
รูปที่ 3.6 แสดงภาพตัดของผนังห้องเผาไหม้ที่หนึ่ง ห้องผสมควัน และห้องเผาไหม้ที่สอง



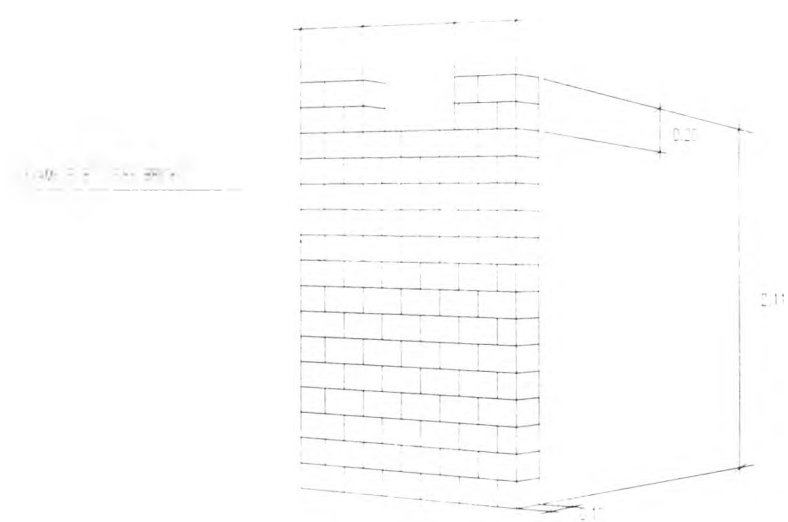
รูปที่ 3.7 แสดงภาพตัดด้านขวาของผนังห้องเผาไหม้ที่สอง



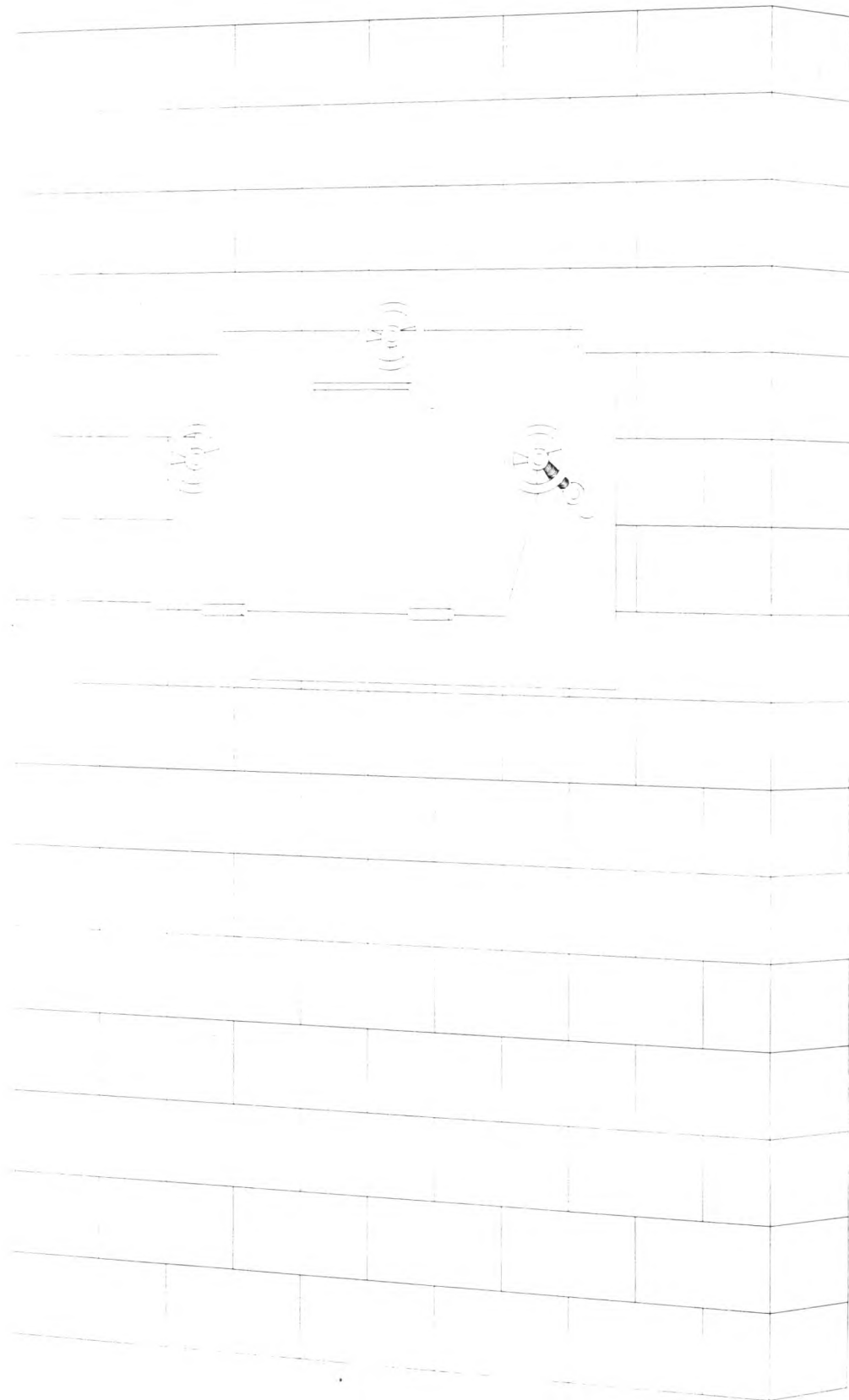
รูปที่ 3.8 แสดงภาพตัดด้านบนของห้องเผาไหม้ที่หนึ่ง ห้องผสมควัน และห้องเผาไหม้ที่สอง



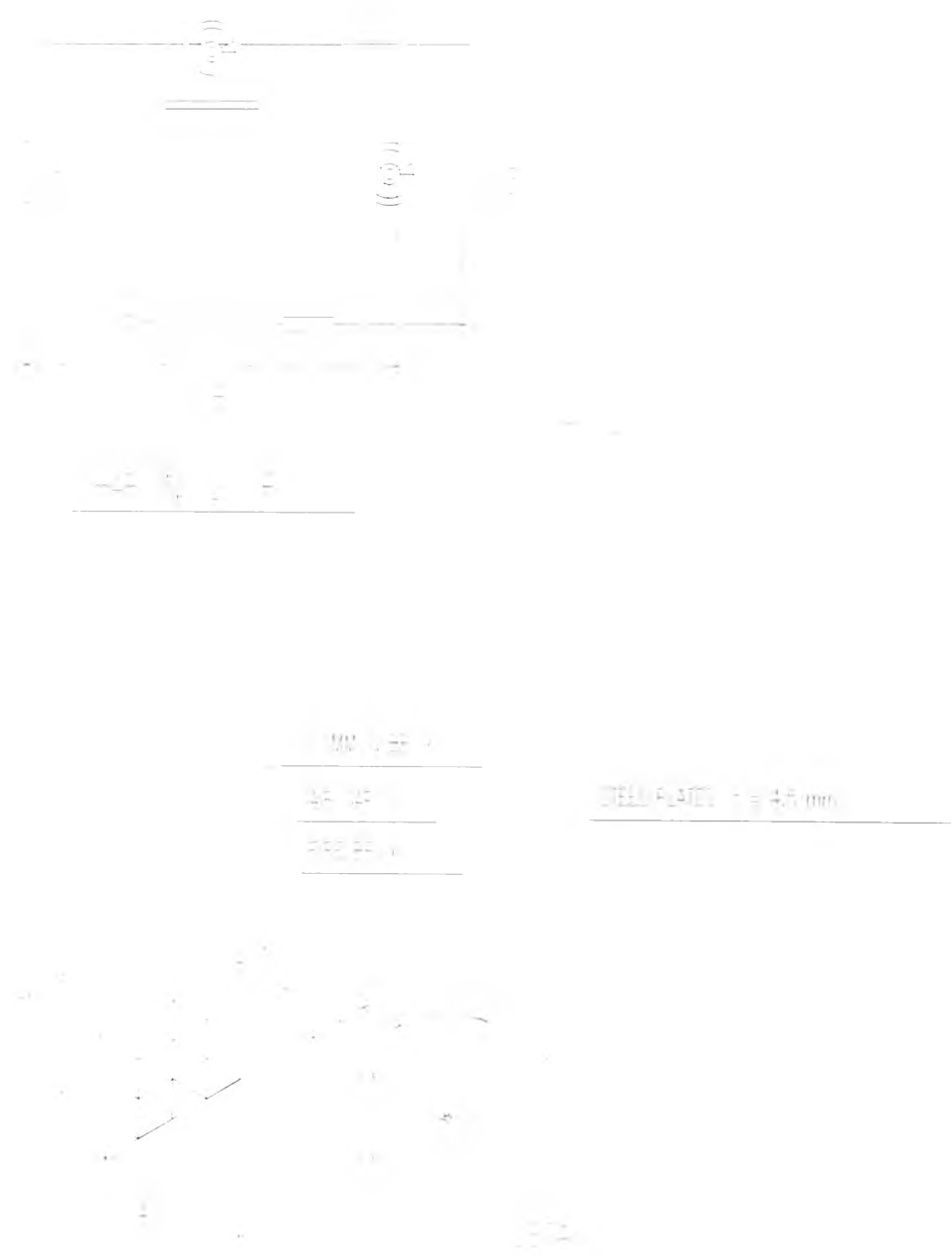
รูปที่ 3.9 แสดงภาพ Curtain Wall



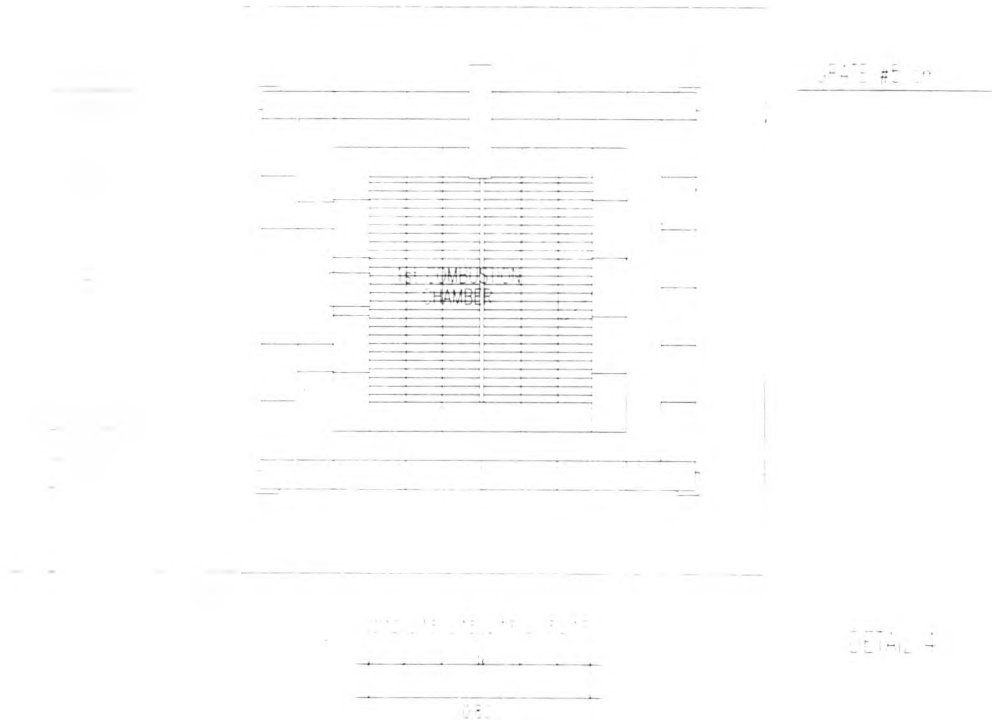
รูปที่ 3.10 แสดงภาพ Flame Port



รูปที่ 8.11 แสดงภาพประตูป้อนมุลฝอย



รูปที่ 3.12 แสดงภาพรายละเอียดของประตูป้อนมุลฝอย



รูปที่ 3.13 แสดงภาพตะแกรงเผามูลฝอย