บทที่ 3

การออกแบบ

ในการกำจัดฝุ่นจากการเผาไหม้สำหรับหม้อไอน้ำ ได้เลือกใช้เครื่องมือการกำจัดฝุ่นแบบเปียก (Wet scrubber) ด้วยเหตุผลที่สำคัญคือ ประสิทธิภาพการกำจัดสูง การควบคุมระบบไม่ซับซ้อน พนักงานที่มีอยู่สามารถเดินเครื่องและควบคุมระบบได้ อีกทั้งโรงงานน้ำตาลทรายมิตรภูเวียงตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำเพียงพอในการกำจัด และสามารถกำจัดมลสารอื่นที่อยู่ในสภาวะก๊าซได้ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ เป็นต้น

ในการออกแบบได้พิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเดินระบบและประสิทธิภาพของเครื่องดักฝุ่นดังนี้คือ

3.1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหม้อไอน้ำ

สำหรับหม้อไอน้ำที่ใช้ มีข้อมูลพื้นฐานดังนี้คือ

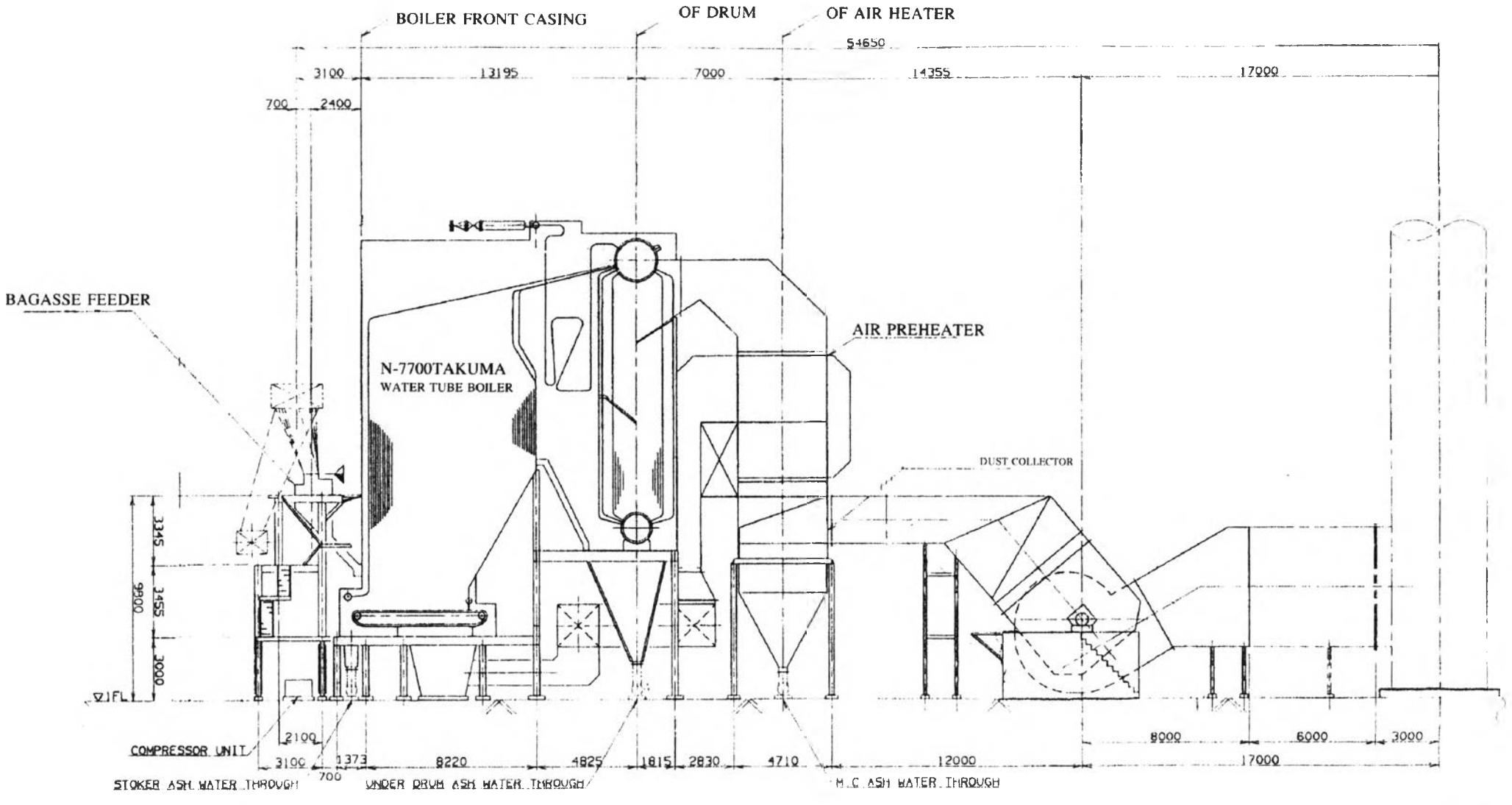
ชนิด	หลอดน้ำ
รุ่น	N-7700 Bagasse firing boiler
เชื้อเพลิงที่ใช้	ชานอ้อย
อัตราการผลิตไอน้ำสูงสุด	250,000 กิโลกรัม/ชั่วโมง
แรงดันน้ำ	30 กิโลกรัม/ตร.ซม. at S/H outlet
อุณหภูมิไอน้ำ	380 องศาเซลเซียส at S/H outlet
อัตราการใช้เชื้อเพลิงสูงสุด	113,300 กิโลกรัม/ชั่วโมง
อุณหภูมิก๊าซ	200 องศาเซลเซียส at M/C outlet
การเดินเครื่องปกติ	84% ของอัตราการเดินเครื่องสูงสุด
อัตราการผลิตกระแสไฟฟ้า	

ลักษณะของหม้อไอน้ำที่ใช้แสดงในรูปที่ 3.1

3.2 เชื้อเพลิงที่ใช้

3.2.1 ส่วนประกอบของเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงที่ใช้เป็นชานอ้อย มี Low calorific value 1750 กิโลแคลลอรี่/กิโลกรัม และมีส่วนประกอบดังตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.1ลักษณะของหม้อไอน้ำที่ใช้ [10]

ตารางที่ 3.1ส่วนประกอบของชานอ้อยที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำ[10]

ส่วนประกอบ	มาตรฐานแห้ง (%)	มาตรฐานเปียก (%)
คาร์บอน	43.1	21.12
ไฮโดรเจน	6.4	3.14
ไนโตรเจน	0.17	0.08
ออกซิเจน	49.2	24.11
ซัลเฟอร์	0.03	0.01
เถ้า	1.10	0.54
ความชื้น	-	51
รวม	100	100

3.2.2 การคำนวณอัตราการป้อนเชื้อเพลิง[10]

อัตราการป้อนเชื้อเพลิง คิดจากสมการ

$$W = \frac{Gx(i_1 - i_2)}{ElxEff} \quad \ldots(3.1)$$

G = อัตราการผลิตไอน้ำ (กก./ช.ม.)

i_1 = เอนทัลปีของ main stream (กิโลแคลอรี/กก.)

i_2 = เอนทัลปีของน้ำเข้า (กิโลแคลอรี/กก.)

El = Low calorific value (กิโลแคลอรี/กก.)

Eff = ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%)

แทนค่า

$$W = \frac{250{,}000x(761 - 95)}{1{,}750x0.84} \quad \ldots(3.2)$$

$$= 113{,}300 \text{ กก./ชม.}$$

3.3 ปริมาณและคุณสมบัติอากาศเสีย[10]

3.3.1 อัตราการไหลของอากาศ คิดที่อัตราสูงสุดดังนี้

- ปริมาตรออกซิเจนที่ใช้ในการเผาไหม้ตามทฤษฎี (Nลบ.ม./กก.เชื้อเพลิง)

$$A_0 = \{8.89c + 26.7x(h - \frac{o}{8}) + 3.33s\}x\frac{1}{100} \quad \ldots(3.3)$$

$$= \{8.89x23.3 + 26.7x(2.8 \quad \frac{19.8}{8}) + 3.33x0\}x\frac{1}{100}$$

$$= 2.158\ Nm^3/Kg\ fuel$$

- ปริมาตรอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ตามทฤษฎี (ลบ.ม./กก.เชื้อเพลิง)

$$G_0 = [1.87c + 0.7s + 11.2h + 1.24w] \times \frac{1}{100} \times 0.79 \times A_0 \quad \ldots(3.4)$$

$$= [1.87 \times 23.3 + 0.7 \times 0 + 11.2 \times 2.8 + 1.24 \times 53] \times \frac{1}{100} \times 0.79 \times 2.158$$

$$= 0.79x2.158$$

$$= 3.11\ Nm^3/Kg\text{-}fuel$$

- ปริมาตรก๊าซที่ใช้ในการเผาไหม้ต่อน้ำหนักเชื้อเพลิง

ให้มีอากาศส่วนเกินในการเผาไหม้ เท่ากับ 140%

$$G_1 = G_0 + (m\text{-}1)xA_0 \quad \ldots(3.5)$$

$$= 3.11 + (1.4\text{-}1)x2.158$$

$$= 3.974\ Nm^3/Kg\text{-}fuel$$

- อัตราการใช้อากาศในการเผาไหม้

$$G'_1 = G_1xW \quad \ldots(3.6)$$

$$= 3.974x113{,}300$$

$$= 450{,}300\ Nm^3/h$$

3.3.2 **คุณสมบัติของอากาศ**

จากการวัดการกระจายขนาดของฝุ่นที่ได้จากการเผาไหม้ชานอ้อยพบว่ามีค่าดัง

ตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การกระจายขนาดของอนุภาคฝุ่นที่ได้จากการเผาไหม้ชานอ้อย[10]

ขนาดฝุ่น (ไมโครเมตร)	สัดส่วนโดยน้ำหนัก (%)
>150	39.8
150-125	4.5
125-106	5.8
106-75	12.3
75-45	9.0
45-30	7.4
30-20	8.3
20-15	5.2
15-10	3.8
10-5	2.5
5-2.5	0.7
<2.5	0.7

- การคำนวณความหนาแน่นและอัตราการเกิดฝุ่น[10]

พิจารณาที่อัตราการใช้เชื้อเพลิง 113,300 Kg/h

ปริมาณเถ้า(Refuse)ที่เกิดขึ้นทั้งหมดเท่ากับ 2.5 %เชื้อเพลิง =2,832.5 kg/hr

ปริมาณเถ้าที่ออกหน้าเตาและใต้ตะกรับเตา 11 %เถ้าทั้งหมด=0.11x2,832.5

=311.5 kg/hr

อัตราการไหลของอากาศ =450,300 Nm3/hr

เหลือความเข้มข้นฝุ่นในแก๊สเสีย =5.6 g/ Nm^3

ปริมาณเถ้าที่ออกใต้ดรัม(Lower Drum) 15 %เถ้าทั้งหมด = 425.87 kg/hr

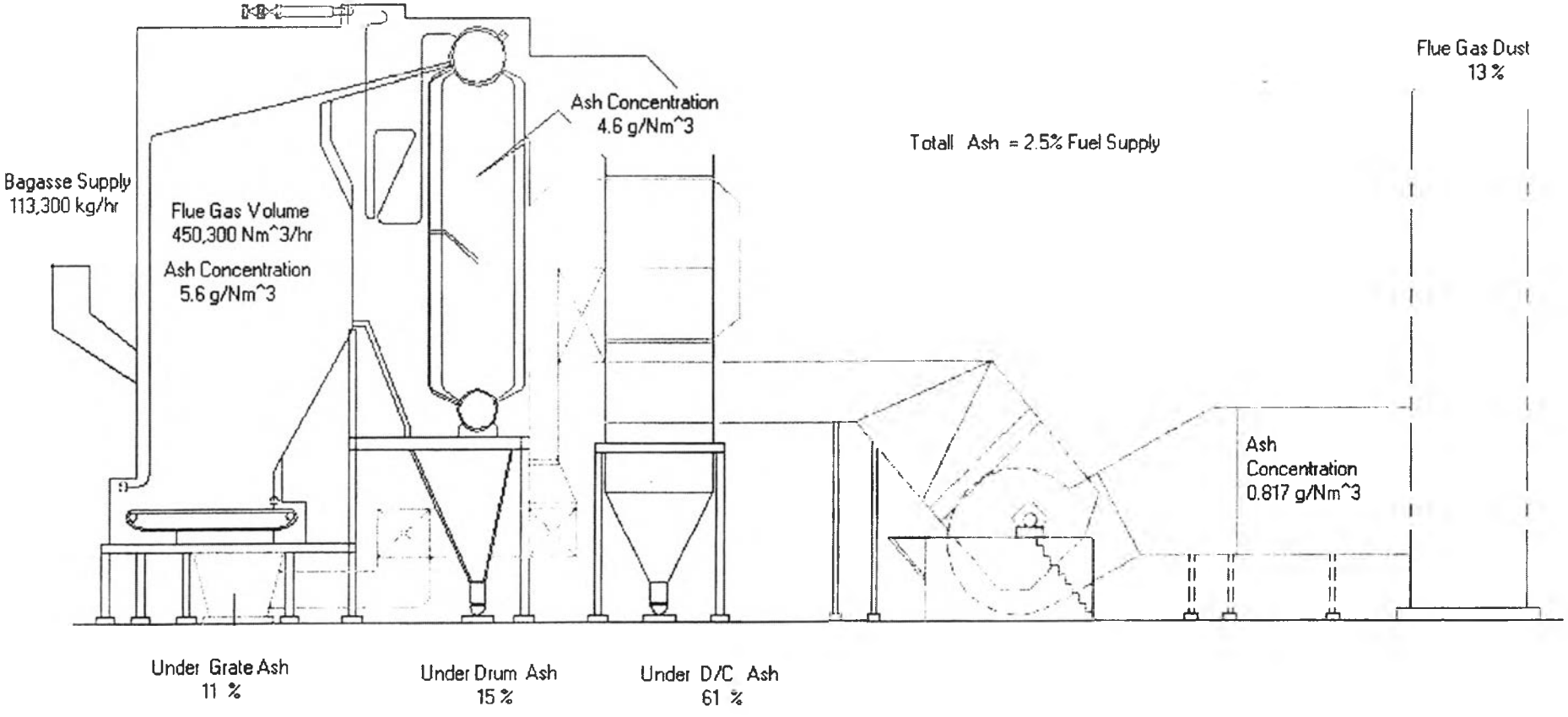
เหลือความเข้มข้นฝุ่นในแก๊สเสีย = 4.65 g/ Nm^3

ส่วนที่เหลือซึ่งเบากว่า จะถูกกำจัดโดยใช้ มัลติไซโคลนปริมาณที่แยกออกได้เท่ากับ 61 % เถ้าทั้งหมด หรือ คิดเป็นประสิทธิภาพ ไซโคลนเท่ากับ 82.43 %

ฝุ่นถูกกำจัดไป =0.61x 2,832.5

=1727.8 kg/hr

เหลือความเข้มข้นของฝุ่นเมื่อผ่านมัลติไซโคลน = (2,832.5-311.5-428.87-1727.8) /450,300



รูปที่ 3.2 แสดงภาพระบบกำจัดฝุ่นโดยมัลติไซโคลน[10]

เหลือความเข้มข้นของฝุ่นซึ่งจะต้องทำการกำจัดต่อไป =817 mg/Nm^3

หรือคิดเป็นปริมาณฝุ่นออที่ปล่องเตาเท่ากับ 13 % ของเถ้าทั้งหมด = 368.22 kg/hr

สำหรับแผนภาพแสดงการกำจัดฝุ่นแสดงดังรูปที่3.2

3.4 การออกแบบเครื่องดักฝุ่นแบบเปียกหอแผ่นปะทะ

3.4.1 ลักษณะโดยทั่วไป

เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมสูง มีการดัดแปลงจากหอสเปรย์เล็กน้อย คือมีการสเปรย์น้ำด้านบน และให้อากาศเข้าด้านล่าง ลักษณะการสัมผัสเป็นแบบไหลสวนทาง (Counter current) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทมวล แต่เพิ่มแผ่นกั้นเจาะรูไว้ด้านในเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างน้ำกับอากาศ และเพิ่มเวลากักเก็บหรือเวลาสัมผัสของน้ำในหอให้นานขึ้น และจะช่วยลดภาระพลังงานในการใช้แรงดันทำให้น้ำเป็นหยดเล็กๆ ที่หัวสเปรย์ ดังนั้นต้องมีส่วนประกอบต่างๆ ที่สำคัญคือให้มีช่องทางอากาศเข้าที่ส่วนล่าง ให้มีช่องทางอากาศออกที่ส่วนบนและต่อกับปล่องไฟ ให้มีช่องน้ำออกด้านล่าง และต้องทำช่องสำหรับให้คนเข้าไปตรวจสอบได้

3.4.2 รายละเอียด

ก.ขนาดและแบบ จากการเปรียบเทียบข้อมูลต่างๆ ข้างต้น และพิจารณาจากเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียก ที่ใช้งานได้ดี ความเร็วของแก๊สเสียอยู่ระหว่าง 0.6-1.8 เมตร/วินาที[7] และเวลาในเครื่องอยู่ระหว่าง 10-30 วินาที[7] ดังนั้นจึงกำหนดให้ เครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียก เป็นรูปสี่เหลี่ยม

กว้าง 8 เมตร

ยาว 8 เมตร

สูง 12 เมตร

พื้นที่หน้าตัด 64 ตร.ม.

ความเร็วของอนุภาคฝุ่น = (450,300)/64

= 1.95 เมตร/วินาที

เวลาที่เม็ดฝุ่นลอยอยู่ใน เครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียก ถ้าหากไม่มีแผ่นกั้น

= 21/1.95

= 10.76 วินาที

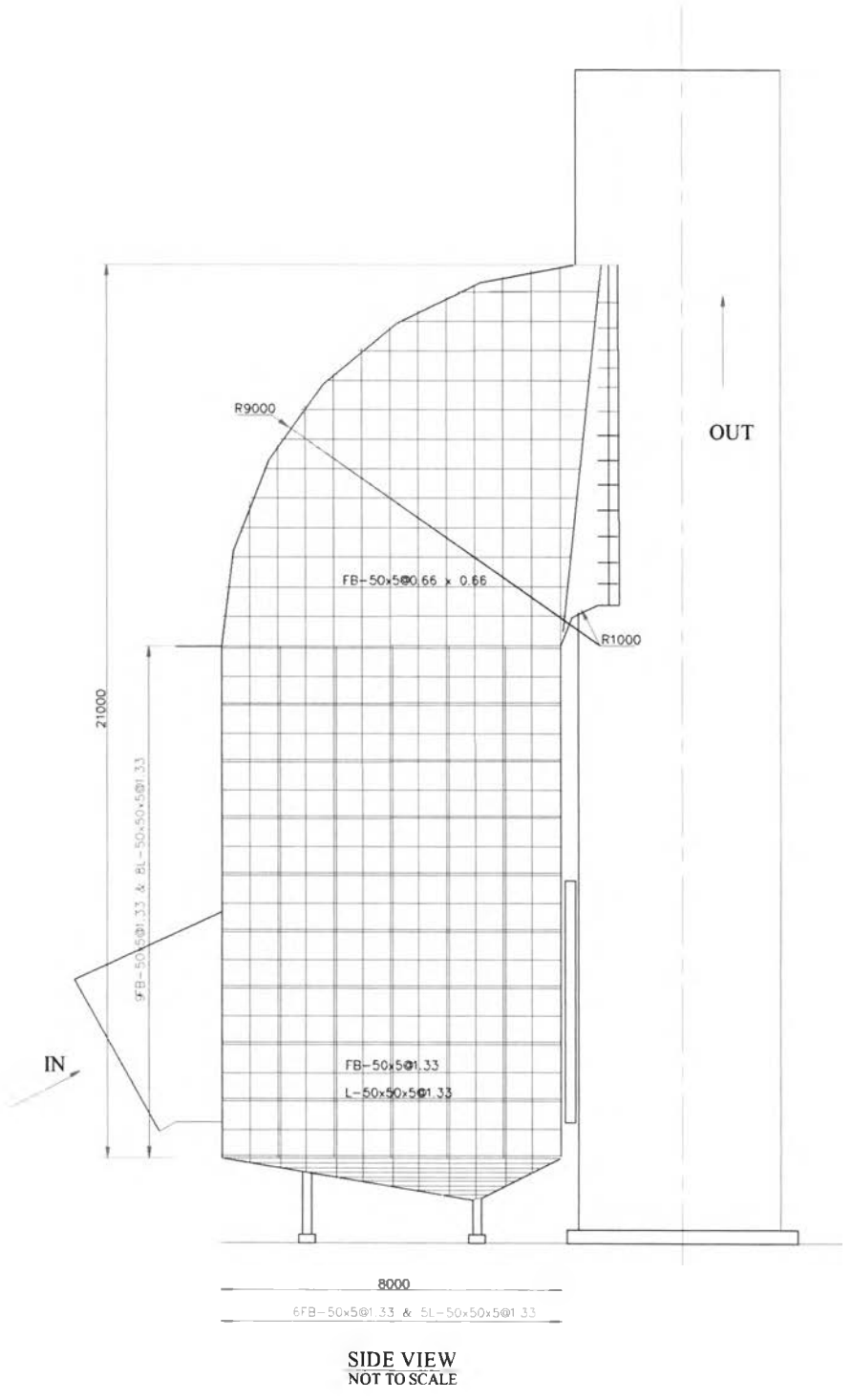
ฝาผนังหนา 5 มม. สร้างด้วยเหล็กกล้า ทาสีกันสนิมและสีทนความร้อน ภายนอกมีเหล็กฉาก เชื่อมต่อเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้างด้านละ 1.5 เมตร เพื่อรัดให้แข็งแรง

น้ำหนักทั้งหมด 160 ตัน

มีเสา 4 ต้น แต่ละต้นรับน้ำหนักได้ 5 ตัน

ลักษณะของ เครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียกหอแผ่นปะทะ รายละเอียดของเสาและคาน H-beam ภายในตลอดจนลักษณะการเชื่อมต่อคาน เสา และเหล็กฉากรัดผนัง แสดงในรูปที่ 3.3 ตามลำดับ

ข.สำหรับปริมาณน้ำที่ใช้ในการดักเก็บอนุภาค โดยทั่วไปเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียกที่ใช้งานได้ดีจะออกแบบให้ใช้น้ำสูงสุดอยู่ระหว่าง[7] 0.01362-0.0908 ม.^{3}น้ำต่อ 28.3 ม.^{3}แก๊ส ดังนั้นเราจึงออกแบบให้ใช้น้ำสูงสุดเท่ากับ 200 ลบ.ม. ต่อ ชั่วโมงและ ต่ำสุดเท่ากับ 55 ลบ.ม. ต่อ ชั่วโมง



SIDE VIEW
NOT TO SCALE

รูปที่ 3.3 ลักษณะของเครื่องดักฝุ่นแบบเปียกหอแผ่นปะทะ