

## บทที่ 4

### อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยและการติดตั้งเทอร์โมคัมเบิล

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ป้อนมูลฝอย และเพื่อทำการศึกษากิจการงานของอุปกรณ์นี้ ซึ่งมีผลต่อการเผาไหม้ที่จะเกิดขึ้นในเตาเผา ในด้านข้อมูลทางด้านวิศวกรรมต่างๆ เช่น อุณหภูมิความร้อน ปริมาณแก๊สไอเสีย ปริมาณซัลเฟอร์ที่เกิดขึ้น เป็นต้น

#### วัสดุที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

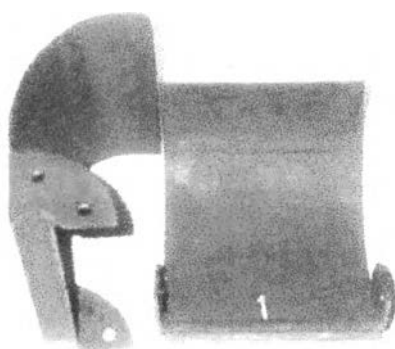
ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเผามูลฝอยใบไม้ ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอย ดังแสดงในตารางที่ 2.2 และแสดงค่าความร้อนของมูลฝอยซึ่งหาได้จากสูตรของ Dulong ในตารางที่ 4.1

#### ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความร้อนของมูลฝอย (heating value)

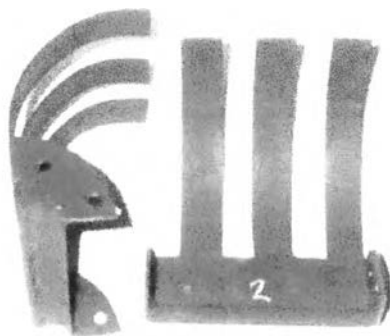
ชนิดของมูลฝอย	ค่าความร้อนสูงของมูลฝอย (HHV) MJ/kg	ค่าความร้อนต่ำของมูลฝอย (LHV) MJ/kg
ใบไม้	19.944	19.076

#### วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

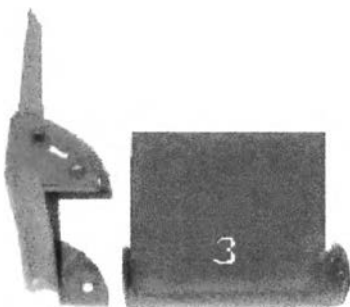
ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบลักษณะของใบชนิดต่างๆซึ่งมีด้วยกัน 4 แบบโดยแสดงในรูปที่ 4.1-4.4



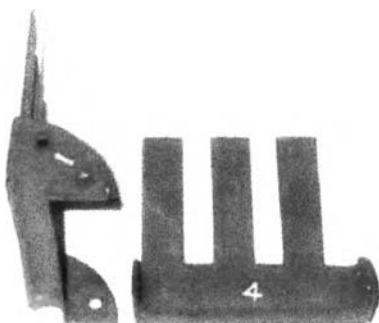
รูปที่ 4.1 ลักษณะของใบที่เป็นแบบใบเต็มตัดโค้ง



รูปที่ 4.2 ลักษณะของไบที่เป็นแบบไบซี่ตัดโค้ง



รูปที่ 4.3 ลักษณะของไบที่เป็นแบบไบเต็มตัดตรง



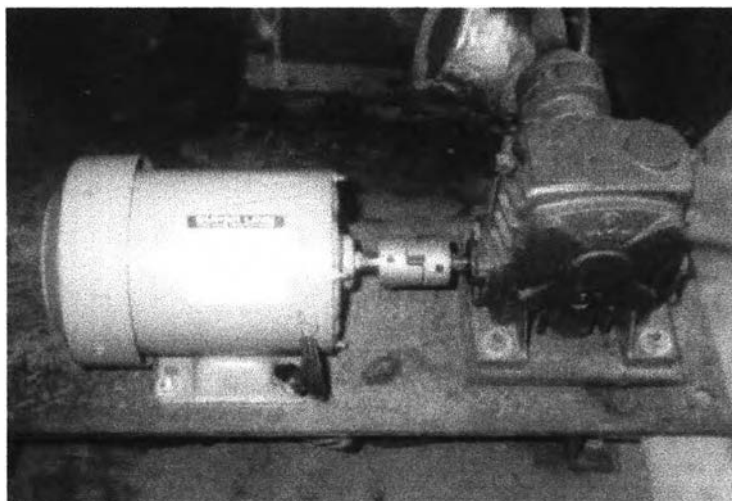
รูปที่ 4.4 ลักษณะของไบที่เป็นแบบไบซี่ตัดตรง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

1. มอเตอร์และชุดเฟืองทด ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

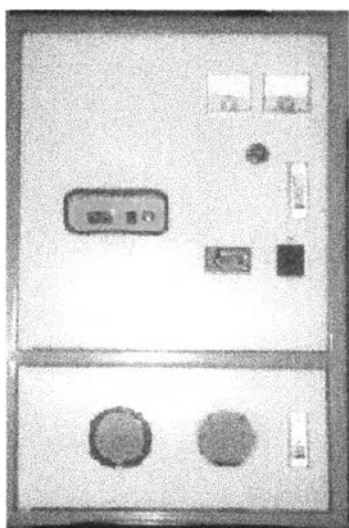
1.1 มอเตอร์ 3 เฟส 4 ขั้ว ขนาด 0.75 HP ความถี่ 0-50 Hz รอบสูงสุด 1410rpm ดังแสดงในรูปที่ 4.5

1.2 ชุดเฟืองทด (gear box) มีอัตราทด 1:20 ดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 มอเตอร์และชุดเฟืองทด

2. ชุดอินเวอร์เตอร์ (inverter) ประกอบด้วยอินเวอร์เตอร์ขนาด 1 แรงม้า สามารถปรับความถี่ได้ 0-60 Hz แรงดันไฟฟ้า 220 Volt โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ และสวิตช์ควบคุมการทำงาน



รูปที่ 4.6 ชุดอินเวอร์เตอร์

### 3. ชุดเครื่องวัดและอ่านอุณหภูมิประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

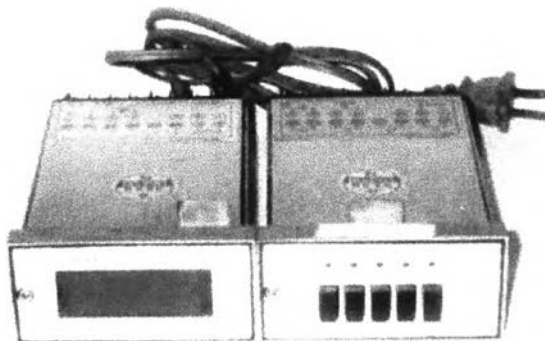
3.1 เครื่องบันทึกข้อมูล (datalogger) ประกอบด้วยช่องบันทึกข้อมูลทั้งหมด 48 ช่อง สามารถกำหนดช่วงระยะเวลาในการบันทึกข้อมูลได้ จาก 0-100 นาที ใช้สำหรับบันทึกค่าอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ ของเตาเผาและปล่องไอเสีย ดังแสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 เครื่องบันทึกข้อมูล

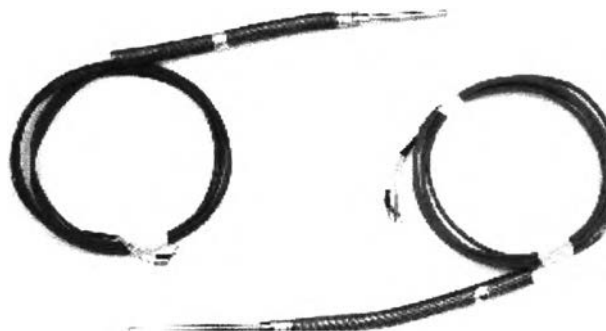
3.2 อุปกรณ์แสดงผลอุณหภูมิ (display) เป็นอุปกรณ์ที่แสดงผลอุณหภูมิที่วัดได้ จากเทอร์โมคัปเปิล โดยแสดงในรูปแบบของดิจิตอลในหน่วย  $^{\circ}\text{C}$  ดังแสดงในรูปที่ 4.8 (ภาพทางด้านซ้าย)

3.3 ตัวเลือก (selecter switch) คืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเลือกอ่านค่าอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.8 (รูปทางด้านขวา)



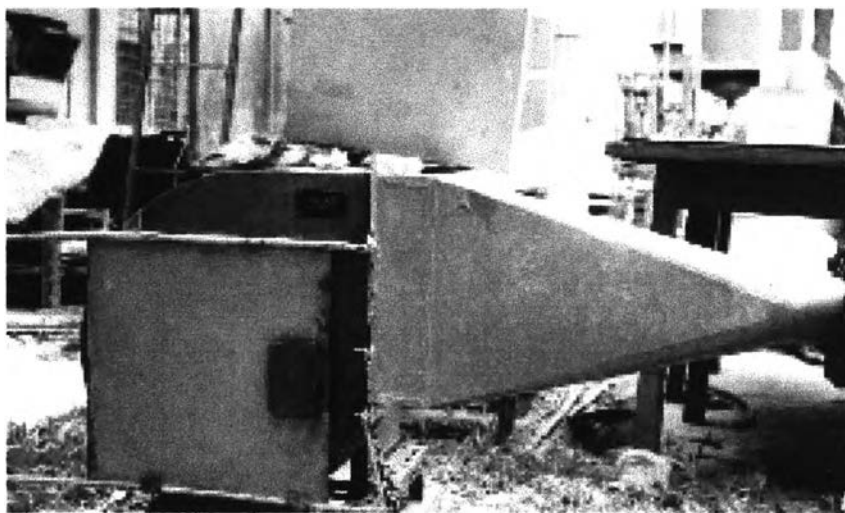
รูปที่ 4.8 อุปกรณ์แสดงผลอุณหภูมิและตัวเลือก

3.4 เทอร์โมคัปเปิ้ล (thermocouple) เป็นอุปกรณ์ในการวัดอุณหภูมิของเตาเผา โดยเทอร์โมคัปเปิ้ลที่ใช้เป็นชนิด K ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 เทอร์โมคัปเปิ้ลชนิด K

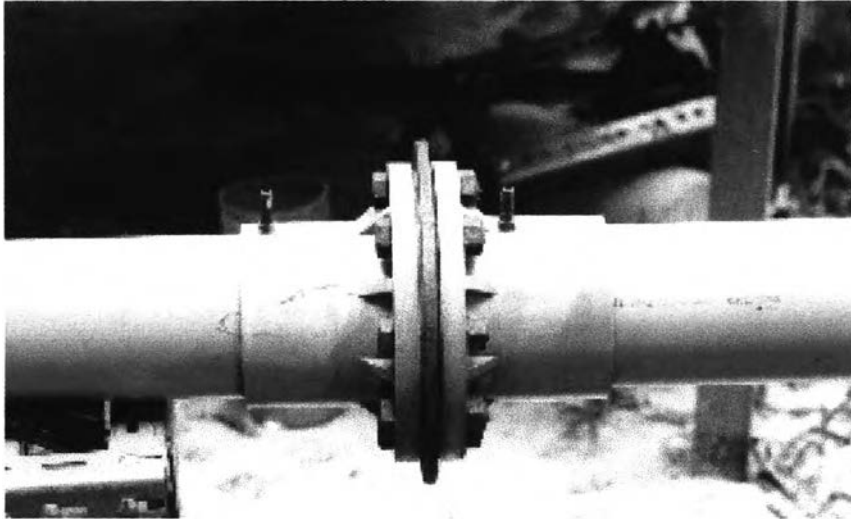
4. พัดลมเป่าอากาศ (blower) ชนิด 3 เฟส ขนาด 5 แรงม้า



รูปที่ 4.10 พัดลมเป่าอากาศ

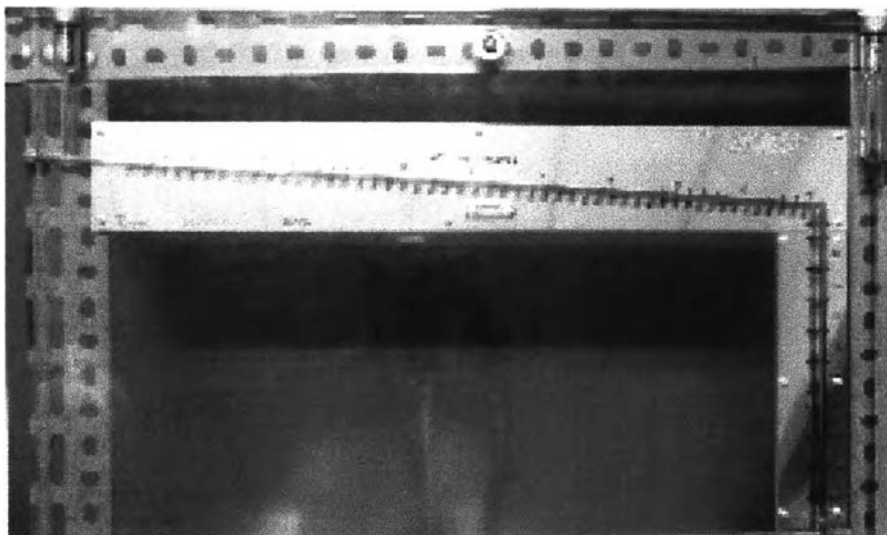
5. อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศ ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

5.1 ออร์ฟิช (orifice) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดอัตราการไหลของของไหลโดยอ่านค่าความแตกต่างของระดับน้ำที่ตกค่อมออร์ฟิช



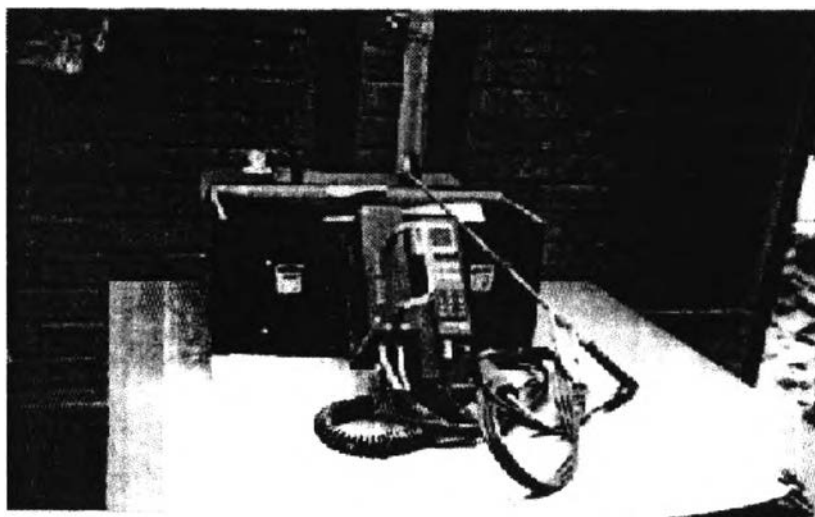
รูปที่ 4.11 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล แบบออร์ฟิช

5.2 มานอมิเตอร์ (manometer) สำหรับอ่านค่าความแตกต่างของระดับน้ำที่ตกค่อมออร์ฟิช เป็น มานอมิเตอร์ชนิดเอียง (incline)



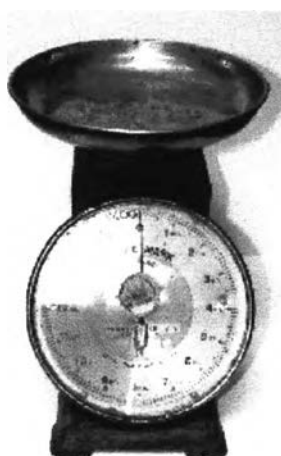
รูปที่ 4.12 มานอมิเตอร์ชนิดเอียง

6. อุปกรณ์วิเคราะห์องค์ประกอบของแก๊สไอเสีย (gas analyzer) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของแก๊สไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ ยี่ห้อ Testo สามารถวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบของแก๊สไอเสียได้หลายชนิดเช่น  $O_2$  ,  $CO$  ,  $CO_2$  และ  $NO_x$  โดยเครื่องจะแสดงผลบนหน้าปัทม์ออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ดังแสดงในรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 เครื่องวิเคราะห์แก๊สไอเสีย

7. เครื่องชั่งน้ำหนัก ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักมูลฝอยใบไม้ที่ใช้ในการเผา และใช้ชั่งน้ำหนักของซีเมนต์ที่เกิดจากการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 เครื่องชั่งน้ำหนัก

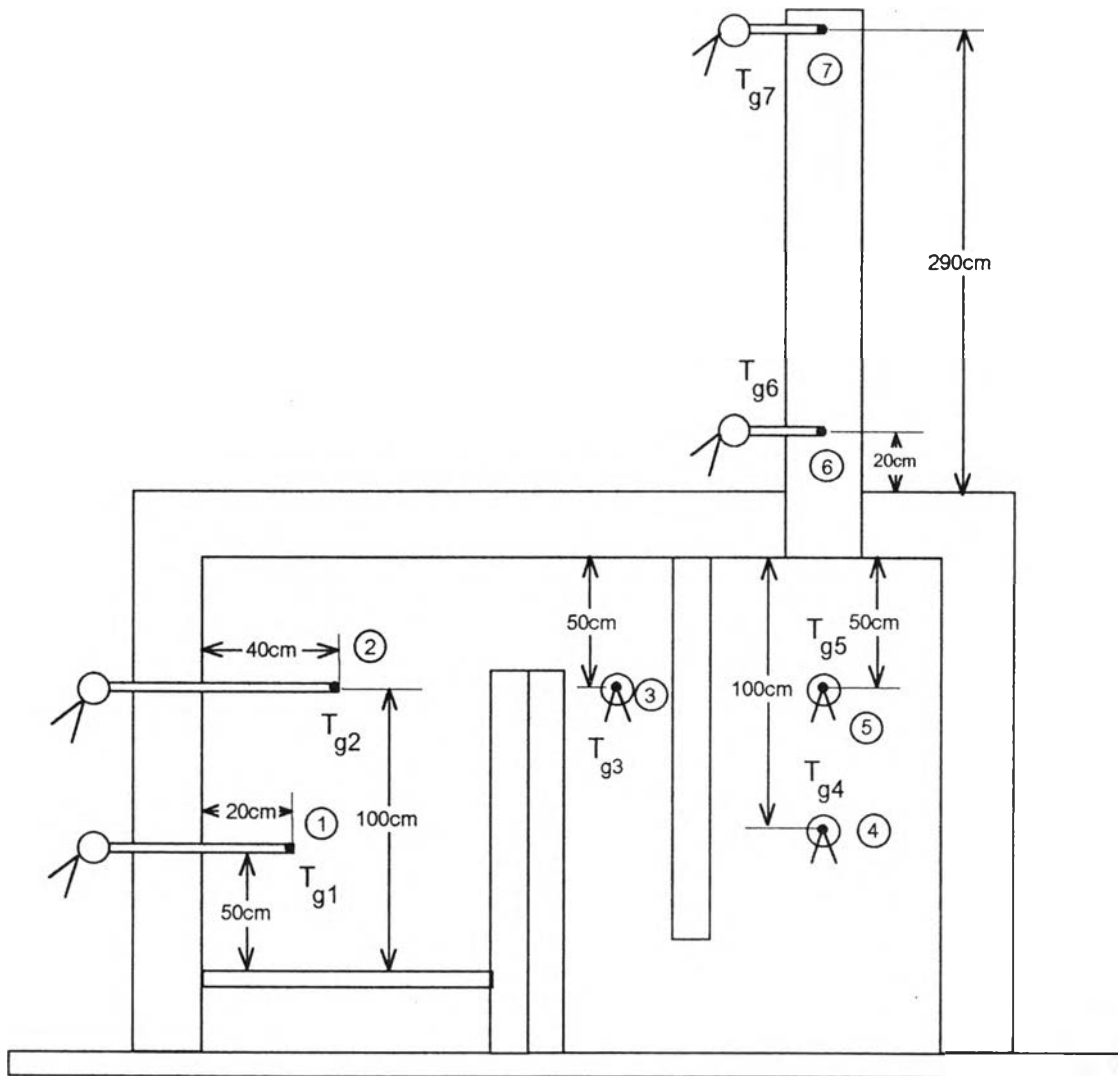
### การติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลในตำแหน่งต่าง ๆ ของเตาเผามูลฝอย

1. ตำแหน่งการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลสำหรับวัดอุณหภูมิแก๊สไอเสียร้อนภายในมีทั้งหมด 7 ตำแหน่ง โดยแต่ละตำแหน่งมีชนิดของเทอร์โมคัปเปิลดังแสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.15

**ตารางที่ 4.2** แสดงชนิดและขนาดของเทอร์โมคัปเปิล ที่ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของแก๊สไอเสียร้อน ภายในเตาเผาและปล่อง

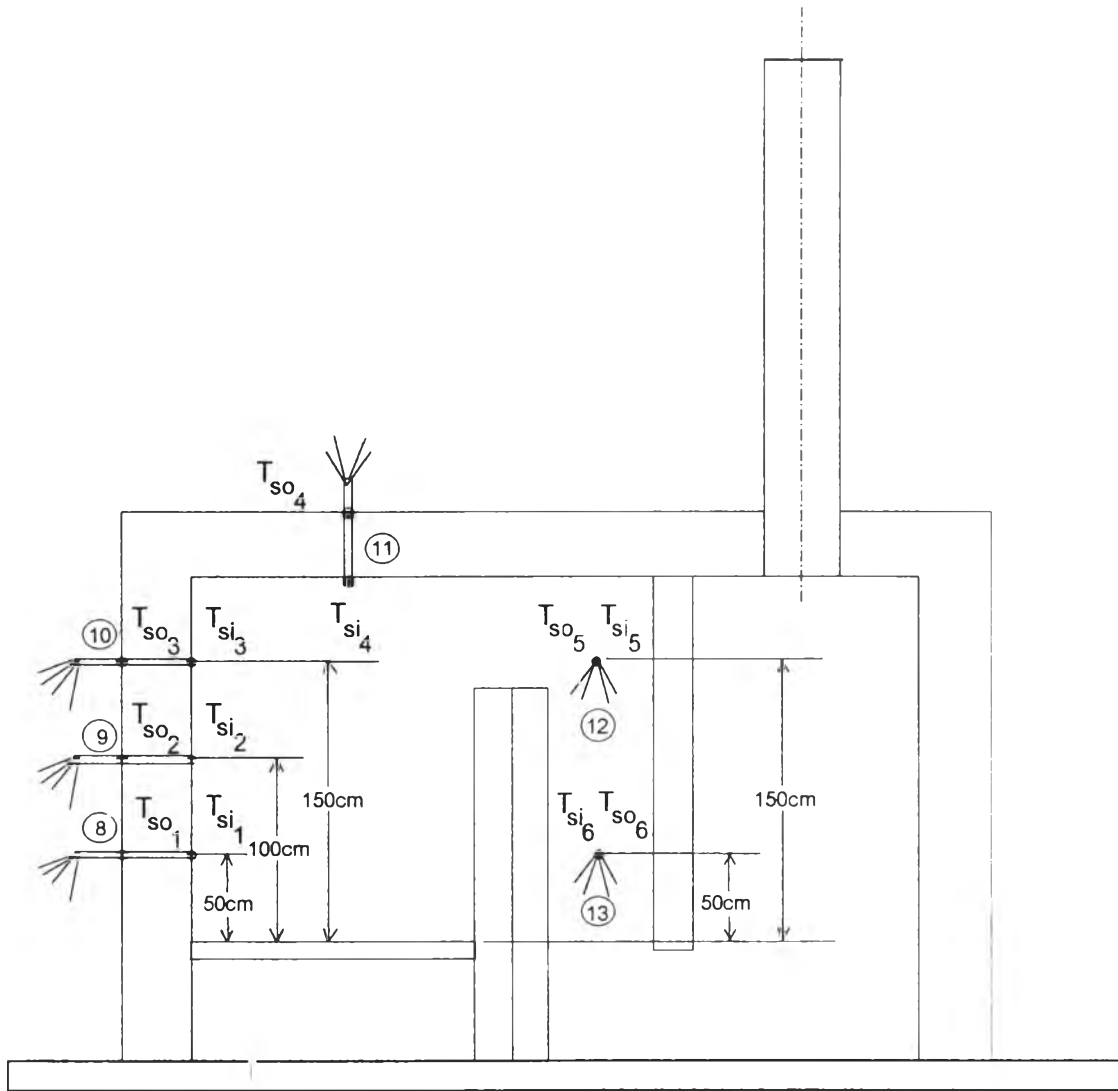
ตำแหน่ง	รุ่น	ชนิด	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (mm)	อุณหภูมิสูงสุดที่ทนได้ (°C)
T <sub>g1</sub>	MT107	K	22	1200
T <sub>g2</sub>	MT107	K	22	1200
T <sub>g3</sub>	ST70	K	48	800
T <sub>g4</sub>	ST70	K	48	800
T <sub>g5</sub>	MT107	K	22	1200
T <sub>g6</sub>	MT107	K	22	1200
T <sub>g7</sub>	MT107	K	22	1200



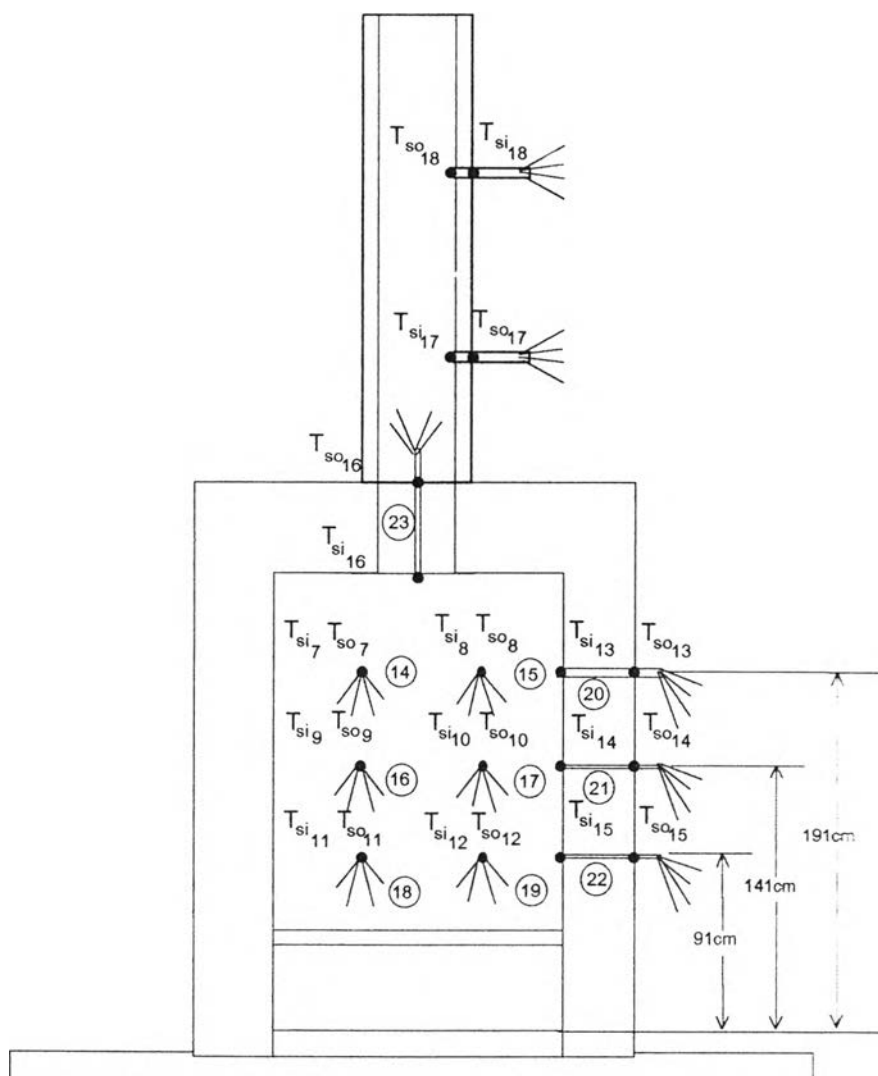


**รูปที่ 4.15** แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิแก๊สไอเสียร้อนภายในเตาเผามูลฝอยและปล่องไอเสียด้วยเทอร์โมคัปเปิลแบบ Probe เสียบ

ตำแหน่งการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลสำหรับวัดอุณหภูมิผนังด้านในและด้านนอกของเตาเผา มูลฝอยและปล่องไอเสีย โดยใช้เทอร์โมคัปเปิล ชนิด K มีการติดตั้งตามตำแหน่งต่างๆ ดังแสดงใน รูปที่ 4.16 - 4.17



รูปที่ 4.16 แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิผนังภายในและภายนอกของเตาเผามูลฝอย



รูปที่ 4.17 แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิผนังภายในและภายนอกของเตาเผามูลฝอยและปล่องไอเสีย