



บทที่ 4

## วัสดุอุปกรณ์และการดำเนินการวิจัย

### 4.1 วัสดุอุปกรณ์

#### 4.1.1 วัสดุอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างอากาศ

4.1.1.1 อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างอากาศ เป็นชุดอุปกรณ์ที่อาศัยหลักการใช้ปั๊ม ดูดอากาศผ่านกระดาษกรอง ผุ่นของแมงกานีสจะติดอยู่บนกระดาษกรองนี้ แล้วสามารถนำไปวิเคราะห์ได้ ชุดของอุปกรณ์การเก็บตัวอย่างอากาศนี้ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ ดังนี้คือ

##### 4.1.1.1.1 ส่วนของชุดกระดาษกรอง ประกอบด้วย

(ก) กระดาษกรองแบบ มิกซ์เซลลูโลส เอสเตอร์ เมมเบรน (mixed cellulose ester membrane) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร และขนาดรูกรอง 0.8 ไมครอน

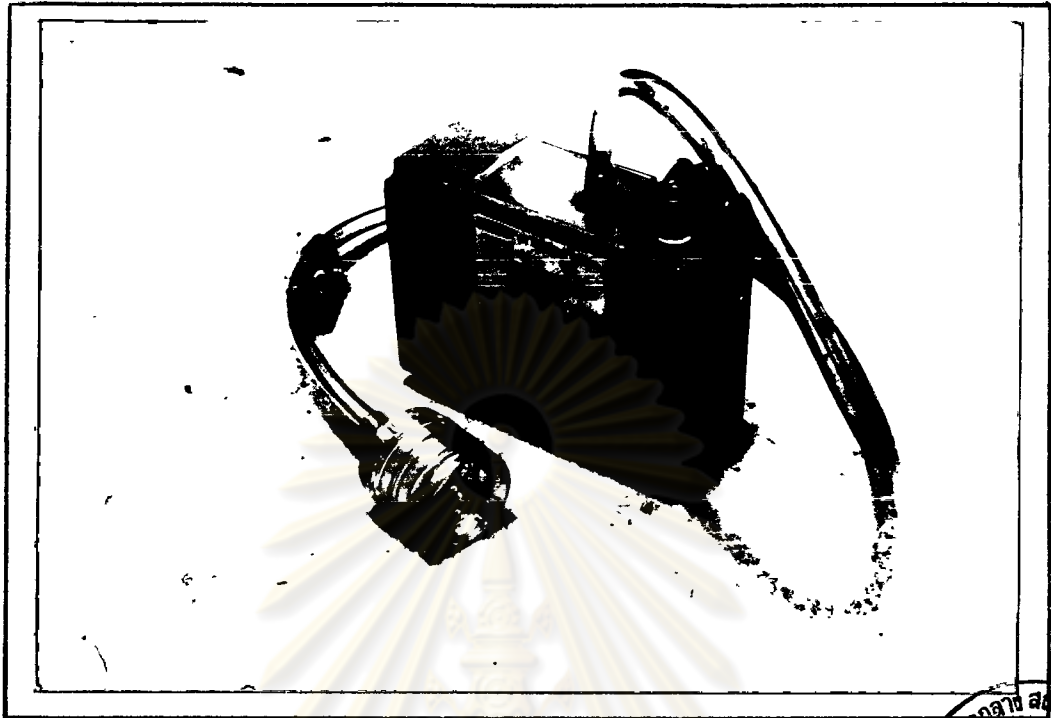
(ข) แผ่นรองกระดาษกรอง (prefilter) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร

(ค) คลิปใส่กระดาษกรองชนิด 3 ชิ้น (3-piece cassette filter holder) ขนาด 37 มิลลิเมตร ซึ่งบนฝาทั้งสองด้านของคลิปนี้ จะมีช่องสำหรับให้อากาศผ่านเข้าและออก ปกติแล้ว ด้านที่มีช่องอากาศผ่านเข้าจะปิดไว้ด้วยจุกสีน้ำเงิน ส่วนด้านที่อากาศผ่านออกจะปิดไว้ด้วยจุกสีแดง

##### 4.1.1.1.2 ปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศ แบ่งเป็น

(ก) ปั๊มเก็บตัวอย่างแบบติดกับตัวบุคคล (personal sampling pump) ดังแสดงในรูป 4.1 เป็นปั๊มที่มีน้ำหนักเบา และมีแบตเตอรี่ในตัว สามารถทำงานติดต่อกันได้อย่างน้อย 8 ชั่วโมง และปรับอัตราการไหลของอากาศจาก 0-3 ลิตรต่อนาที โดยมีสเกลของมิเตอร์ลูกลอย (rotameter) ในช่วง 0-10

(ข) ปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศแบบติดตั้งกับพื้นที่ (area sampling pump) ดังแสดงในรูป 4.2 เป็นปั๊มสุญญากาศ ซึ่งสามารถควบคุม



รูปที่ 4.1 บั้มเก็บตัวอย่างแบบติดกับตัวบุคคล



รูปที่ 4.2 บั้มเก็บตัวอย่างแบบติดตั้งกับพื้นที่

ความดัน โดยใช้ลิ้นปิดเปิด (valve) และมีมิเตอร์แสดงค่าความกดอากาศจาก 0-30 นิ้วปรอท ที่ตัวบีม ส่วนอัตราการไหลของอากาศผ่านกระดาศกรงนั้น สามารถควบคุมอัตราการไหล โดยการปรับลิ้นอีกชุดหนึ่ง ซึ่งมีมิเตอร์ลูกลอยไว้สำหรับแสดงอัตราการไหลของอากาศ

4.1.1.1.3 ชุดอุปกรณ์การตรวจเทียบอัตราการไหลของอากาศ (air flow rate calibration) การตรวจเทียบ (calibrate) อัตราการไหลของอากาศ อาศัยหลักการขั้นปฐมภูมิ (primary calibration) โดยวิธีใช้ฟองสบู่ (bubble method) ให้เกิดการแทนที่ของอากาศ ชุดอุปกรณ์นี้ประกอบด้วย ปีกเกอร์ สำหรับใส่น้ำสบู่ขนาด 600 มิลลิลิตร หลอดแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร มีสเกลบอกปริมาตรถึง 1,500 มิลลิลิตร ชุดดักความชื้นเพื่อป้องกันไอน้ำที่เกิดจากฟองสบู่ และท่อสายยางสำหรับต่อชุดของอุปกรณ์เข้าด้วยกัน

#### 4.1.2 วัสดุอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

##### 4.1.2.1 เครื่องแก้ว

4.1.2.1.1 ปีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร พร้อมกระจก

ครอบนาฬิกา

4.1.2.1.2 ไปเบต ขนาด 1, 5 และ 10 มิลลิลิตร

4.1.2.1.3 ขวดตวง (volumetric flasks) ขนาด

25 มิลลิลิตร

4.1.2.2 เตาแผ่นความร้อน (hot plate) ที่สามารถปรับระดับความร้อนได้ถึง 400 องศาเซลเซียส

4.1.2.3 เครื่องอะตอมมิค แอบсорบชัน สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (atomic absorption spectrophotometer) ที่มี แมงกานีส ฮอลโลว์ คาโทด แลมป์ (manganese hollow cathod lamp)

##### 4.1.2.4 สารเคมี

สารเคมีที่ใช้จะต้องเป็นสารเคมีเกรดงานวิเคราะห์

4.1.2.4.1 น้ำกลั่นหรือน้ำปราศจากไอออน (ion)

4.1.2.4.2 กรดไนตริกเข้มข้น (concentrate nitric acid)

4.1.2.4.3 กรดเปอร์คลอริก (perchloric acid)

4.1.2.4.4 กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid)

4.1.2.4.5 สารละลายมาตรฐานของแมงกานีสความเข้มข้น

1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ใช้สำหรับเตรียมกราฟความสัมพันธ์ของค่าแอบсорบแมนซ์ (absorbance) กับความเข้มข้นของแมงกานีส

#### 4.2 การดำเนินการวิจัย

การศึกษาความเข้มข้นของแมงกานีสในอากาศนี้ ได้ทำการศึกษาในโรงงานอุตสาหกรรม ถ่านไฟฉายในเขตจังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 2 โรงงาน ซึ่งมีการบริหารสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยเริ่มทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนสิงหาคม 2526 ถึงเดือนมกราคม 2527 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

##### 4.2.1 การสำรวจสภาพทั่วไปของโรงงานถ่านไฟฉาย

โรงงานถ่านไฟฉายทั้ง 2 โรงงาน ที่ทำการศึกษาี้ มีการบริหารสภาวะ-  
แวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยที่โรงงานหนึ่งในที่นี้จะเรียกชื่อเป็นโรงงาน ก มีการใช้เทคโนโลยี  
และขบวนการผลิตแบบเก่า ส่วนอีกโรงหนึ่งซึ่งจะ เรียกชื่อ เป็นโรงงาน ข มีการนำเทคโนโลยี  
และขบวนการผลิตแบบใหม่มาใช้มากกว่าโรงงาน ก สำหรับการสำรวจสภาพทั่วไปของการ  
บริหารสภาวะแวดล้อมของโรงงานทั้งสอง ดังแสดงในตาราง 4.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 การสำรวจสภาพทั่วไปของการบริหารสภาวะแวดล้อมของโรงงาน ก และโรงงาน ข

รายการ	โรงงาน ก	โรงงาน ข
1. วัสดุเคมีแอมโมเนีย	1.1 กอทั้งไว้นอกอาคารไม่มีหลังคาปิด	1.1 ใส่ถุง เก็บไว้ในอาคาร
2. บริ เวณแผนกบด	<p>2.1 อาคารเพดานสูงมีผนังโดยรอบ ตัวอาคารแยกจากแผนกอื่น ห่างจากอาคารแผนกผสมประมาณ 3 เมตร</p> <p>2.2 แร่แอมโมเนียที่รอกการบดจะกองไว้ในอาคาร</p> <p>2.3 เครื่องบดเป็นระบบปิด เกือบทั้งหมด ยกเว้นบริเวณที่มีการชั่งแอมโมเนียที่บดแล้วไม่มี เครื่องปิดหรือป้องกัน</p> <p>2.4 ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ (local exhaust ventilation) และทั่วไป (general exhaust ventilation) ไม่มี</p> <p>2.5 คนงานชาย และ หญิง 2-3 คน</p> <p>2.6 การทำงานไม่แน่นอน แล้วแต่ความต้องการของการใช้ อาจมีการบดระยะหนึ่ง แล้วรอไปจนกว่าจะใช้หมด ซึ่งอาจนาน เป็น เดือน</p> <p>2.7 เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ที่กรองอากาศใช้หน้ากากป้องกัน ค่อนข้างเก่า และใช้ผ้ากรองช่วยด้วย</li> <li>- ถุงมือใช้ ถุงมือผ้าสวมทับด้วย ถุงมือยางหรือหนัง</li> </ul>	<p>2.1 อาคารเพดานสูงมีผนังโดยรอบ ตัวอาคารแยกจากแผนกอื่น</p> <p>2.2 แร่แอมโมเนียที่รอกการบดจะบรรจุถุงไว้ในอาคาร</p> <p>2.3 เครื่องบด เป็นระบบปิดหมด บริเวณชั่งมีตู้ปิด สามารถควบคุมการชั่งได้จากภายนอกถ้าต้องการ</p> <p>2.4 ระบบระบายอากาศเฉพาะที่และทั่วไปไม่มี</p> <p>2.5 คนงานชาย 4 คน</p> <p>2.6 เช่นเดียวกับโรงงาน ก</p> <p>2.7 เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ที่กรองอากาศใช้ผ้ากรองธรรมดา</li> <li>- ถุงมือ ใช้ถุงผ้า</li> <li>- เสื้อผ้าใช้ชุดคลุมตลอดตัว (ชุดหมี)</li> </ul>

## ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการ	โรงงาน ก	โรงงาน ข
3. แผนกผสม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คีระใช้ผ้าพันรอบ แล้วมีหมวกสวมทับ</li> <li>- เสื้อผ้า ใช้ชุดสวมใส่ธรรมดา</li> <li>- การใช้เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไม่สม่ำเสมอ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คีระใส่หมวกมีปีกหน้า</li> <li>- การใช้เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล มีการใช้เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคลสม่ำเสมอ</li> </ul>
	3.1 เป็นอาคารเพดานสูงมีหน้าต่างและช่องลม	3.1 เป็นอาคารเพดานสูง มีประตูเปิดกว้าง และช่องลม
	3.2 อยู่แยกกับแผนกอัดก้อนถ่านห่างประมาณ 6 เมตร และห่างแผนกบดประมาณ 3 เมตร	3.2 อยู่ติดกับแผนกอัดก้อนถ่าน มีประตูเปิดเปิดเป็นทางผ่าน
	3.3 ไม่มีระบบระบายอากาศเฉพาะที่และทั่วไป	3.3 มีระบบระบายอากาศเฉพาะที่ตรงกับไม่ผสมทั้งสองชุดเป็นแบบไซโคลน (cyclone) แต่ไม่มีระบบระบายอากาศทั่วไป
	3.4 มีไม้ที่ไวผสม 3 ชุด แต่ใช้งานเพียง 2 ชุด	3.4 มีไม้ผสมที่ใช้งาน 2 ชุด
	3.5 เครื่องร่อนแร่ห่างจากไม้ประมาณ 4 เมตร	3.5 เครื่องร่อนแร่อยู่ติดกับไม้ผสม
	3.6 คนงานชาย 6 คน	3.6 คนงานชาย 6 คน
	3.7 การทำงานทำครั้งละ 4 คน คุมไม้ละ 2 คน ข้างบนและข้างล่าง โดยที่คนที่อยู่ข้างบนจะเป็นคนเทถุงแร่แมงกานีส และส่วนผสมอื่น ลงในไม้ ส่วนคนที่อยู่ข้างล่าง จะคอย	3.7 การทำงาน ทำคราวละ 2 คน โดยคุมทั้ง 2 ไม้ คนอยู่ข้างบนจะเป็นคนเทถุงแร่แมงกานีส และส่วนผสมอื่น เข้าไม้ ส่วนคนข้างล่าง จะคอยกวาดแมงกานีส

## ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการ	โรงงาน ก	โรงงาน ข
	<p>กวาดเอาส่วนผสมที่ เรียบร้อยแล้ว เอาไปเข้าเครื่องร่อน</p> <p>3.8 ระยะเวลาการทำงานส่วนใหญ่จะ ใช้เวลาทำราว 10-15 นาที ต่อ การผสมสารลงในไม้ 1 ครั้ง</p> <p>3.9 การทำงานส่วนใหญ่จะทำพร้อม ๆ กันทั้ง 2 คน</p> <p>3.10 ระยะเวลาการทำงานตั้งแต่ 8.00-15.00 น. เริ่มจากวัน จันทร์ถึงวัน เสาร์</p> <p>3.11 เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ที่กรองอากาศมีหน้ากากป้องกัน ค่อนข้างเก่า ใช้ผ้ากรองซับ ก่อนจะสวมหน้ากาก</li> <li>- ถุงมือ ใช้สวมถุงผ้า แล้วสวม ถุงมือยางหรือหนังทับ</li> <li>- เสื้อผ้าใช้ชุดสวมใส่ธรรมดา</li> <li>- ศรชะใช้ผ้าพันรอบแล้วสวม หมวกคลุม</li> <li>- คณงานตระหนักถึงการใส่ เครื่องป้องกันอันตรายส่วน บุคคล</li> </ul> <p>3.12 ที่พัก นั่งพักที่ม้านั่งบริเวณนอก อาคาร</p>	<p>ลงบนสายพานลำ เลียง เข้า เครื่อง ร่อน</p> <p>3.8 เช่นเดียวกับกับโรงงาน ก</p> <p>3.9 การทำงานไม่จำเป็นต้องทำพร้อม กัน</p> <p>3.10 การทำงานเริ่มตั้งแต่ 9.00-15.00 น. ตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันศุกร์ ยกเว้น กรณีงานเร่งทำถึงวัน เสาร์ด้วย</p> <p>3.11 เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ที่กรองอากาศ ใช้ผ้ากรอง ธรรมดา</li> <li>- ถุงมือ ใช้ถุงมือผ้า</li> <li>- เสื้อผ้า ใช้ชุดคลุมตลอด (ชุดหมี่)</li> <li>- ศรชะใช้หมวกมีปีกหน้า</li> <li>- คณงานตระหนักถึงการใส่เครื่อง ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล</li> </ul> <p>3.12 ที่พัก เป็นห้องพักอยู่ภายในอาคาร เดียวกัน แยกส่วนโดยมีประตูปิด- เปิด</p>

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการ	โรงงาน ก	โรงงาน ข
4. แผนกอัดก้อนถ่าน	4.1 อาคาร เตี้ย มีหน้าต่างและช่องระบายลมด้านข้างหนึ่งด้าน 4.2 ติดกับแผนกผลิตภัณฑสำเร็จรูป 4.3 ไม่มีระบบระบายอากาศเฉพาะที่และทั่วไป 4.4 เครื่องอัดก้อนถ่านมีจำนวน 10 เครื่อง 4.5 คนงาน เป็นหญิงล้วนจำนวน 30 คน 4.6 คนควบคุมเครื่อง 3 คนต่อเครื่อง 4.7 เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล <ul style="list-style-type: none"> <li>- ที่กรองอากาศ ใช้ผ้ากรองปิดจมูก</li> <li>- ถุงมือ ใช้ถุงมือผ้า</li> <li>- เสื้อผ้า ใช้ชุดธรรมดา</li> <li>- ศีรษะ มีทั้งใช้หมวก และไม่ได้ใช้อะไรป้องกันเลย</li> </ul>	4.1 อาคาร เพดานสูงหลังเดียวกับแผนกผสม 4.2 อยู่ติดกับแผนกผสม และแผนกผลิตภัณฑสำเร็จรูป แต่แยก เป็นอิสระ มีฝาปิดและประตูเปิด 4.3 มีระบบระบายอากาศแบบทั่วไปบนเพดาน 6 ชุด และด้านข้าง 1 ชุด 4.4 เครื่องอัดก้อนถ่านมีจำนวน 7 เครื่อง 4.5 คนงาน เป็นชายล้วนจำนวน 7 คน 4.6 คนควบคุมเครื่อง 1 คนต่อเครื่อง 4.7 เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล <ul style="list-style-type: none"> <li>- ที่กรองอากาศ ใช้ผ้ากรองธรรมดาปิดจมูก</li> <li>- ถุงมือใช้ถุงมือผ้า</li> <li>- เสื้อผ้า ใช้ชุดคลุมตลอด (ชุดหมี)</li> <li>- ศีรษะมีทั้งสวมหมวก และไม่ได้สวม</li> </ul>
5. แผนกผลิตภัณฑสำเร็จรูป	5.1 เป็นอาคารต่อจากแผนกอัดก้อนถ่าน เพดานอาคารต่ำ	5.1 เป็นอาคาร เพดานสูง ต่อจากแผนกอัดก้อนถ่าน



ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการ	โรงงาน ก	โรงงาน ข
	<p>5.2 การส่งก้อนถ่าน จากแผนกอัดก้อน ถ่าน โดยใส่ลัง แล้วยกผ่านช่อง เพื่อนำไปผ่านกรรมวิธีการผลิตอื่น ๆ</p> <p>5.3 คนงานส่วนใหญ่ เป็นหญิง จำนวน ประมาณ 120 คน</p> <p>5.4 การใช้ เครื่องบดกันอันตรายส่วนบุคคล</p> <p>- ที่กรองอากาศ ใช้ผ้ากรองปิด จมูก และใช้ถุงมือผ้า เฉพาะคนงานบริเวณที่รับก้อนถ่านจากแผนกอัดก้อนถ่าน เพื่อนำมาพันกระดาษฉนวน</p>	<p>5.2 การส่งก้อนถ่าน จากแผนกอัดก้อน ถ่าน โดยใช้สายพานลำเลียง ผ่านช่องติดต่อไปยังแผนกถัดไป เพื่อจะนำไปผลิตตามกรรมวิธีอื่นต่อไป</p> <p>5.3 คนงานส่วนใหญ่เป็นหญิง จำนวน ประมาณ 80 คน</p> <p>5.4 การใช้ เครื่องบดกันอันตรายส่วนบุคคล</p> <p>- ไม่มีการใช้ที่กรองอากาศ และถุงมือ เนื่องจากแยกเป็นอิสระจากแผนกบดและผสม โดยมีฝากันและประตูปิด เปิด</p>



#### 4.2.2 บริเวณที่ทำการ เก็บตัวอย่างอากาศ

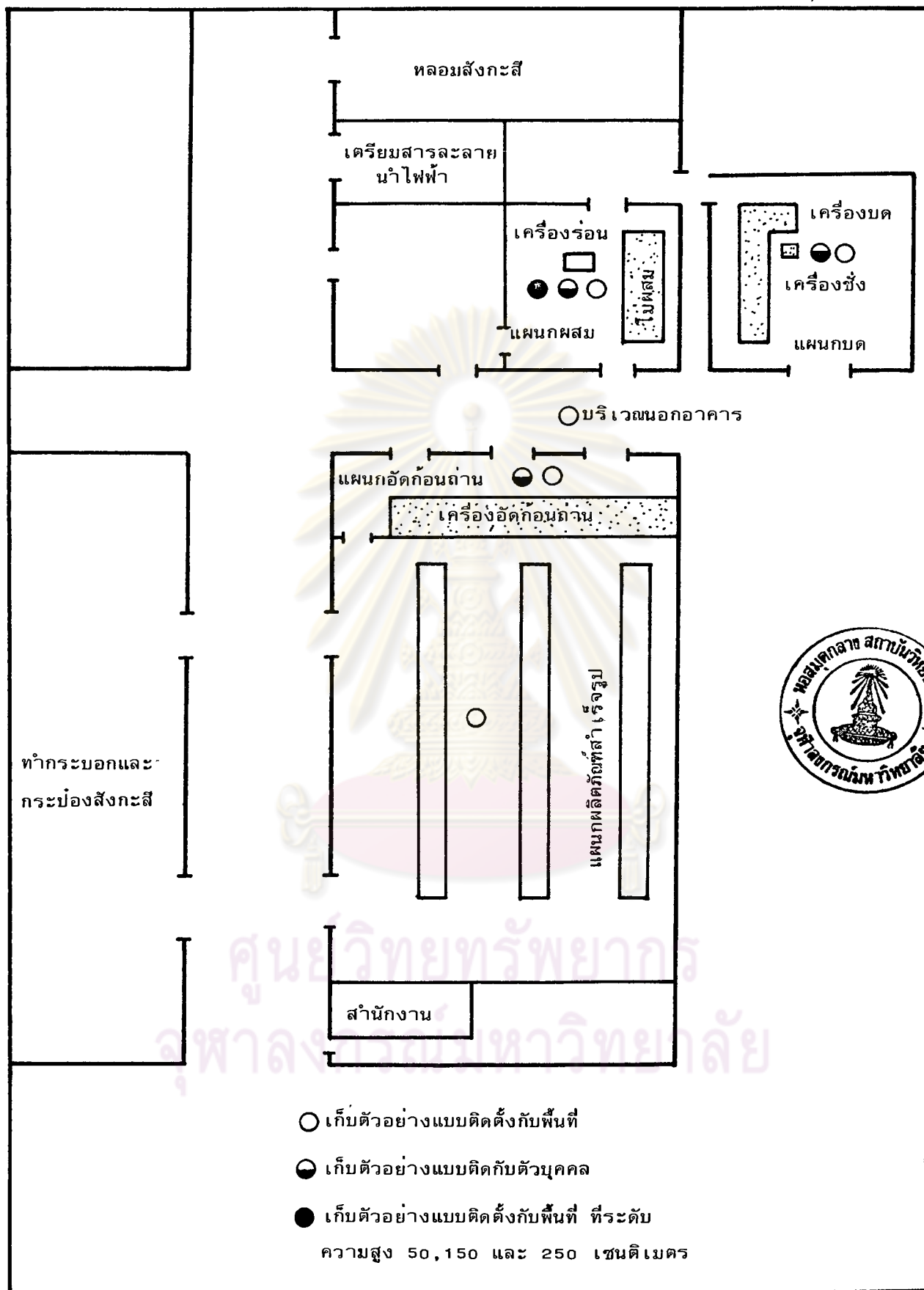
การเก็บตัวอย่างแมงกานีสในอากาศในโรงงานถ่านไฟฉาย ได้ทำการเก็บ ทั้งแบบติดตั้งกับพื้นที่ที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตร และแบบติดกับตัวบุคคลที่ระดับ ซึ่งสามารถ แทนระดับของการหายใจได้ ในที่นี้ใช้ที่บริเวณปกคอ เสื้อของพนักงาน และการเก็บตัวอย่างของ ทั้ง 2 โรงงานนี้ได้ทำในบริเวณ หรือแผนกที่มีลักษณะของการทำงานเหมือนกัน เพื่อจะสามารถ นำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ผลร่วมกัน สำหรับวิธีการเก็บตัวอย่างและบริเวณเก็บตัวอย่างของโรงงาน ก ได้แสดงไว้ในรูป 4.3 ส่วนของโรงงาน ข ได้แสดงไว้ในรูป 4.4 ซึ่งพอจะสรุป บริเวณ ที่ทำการเก็บตัวอย่างของแมงกานีสในแต่ละแผนกได้ดังนี้

4.2.2.1 แผนกบด (grinding section) มีการเก็บตัวอย่างแบบติดตั้ง กับพื้นที่และแบบติดกับตัวบุคคล การเก็บตัวอย่างแบบติดตั้งกับพื้นที่ใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างละ ประมาณ 5-45 นาที ส่วนการเก็บตัวอย่างแบบติดกับตัวบุคคลใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างละ ประมาณ 5-15 นาที

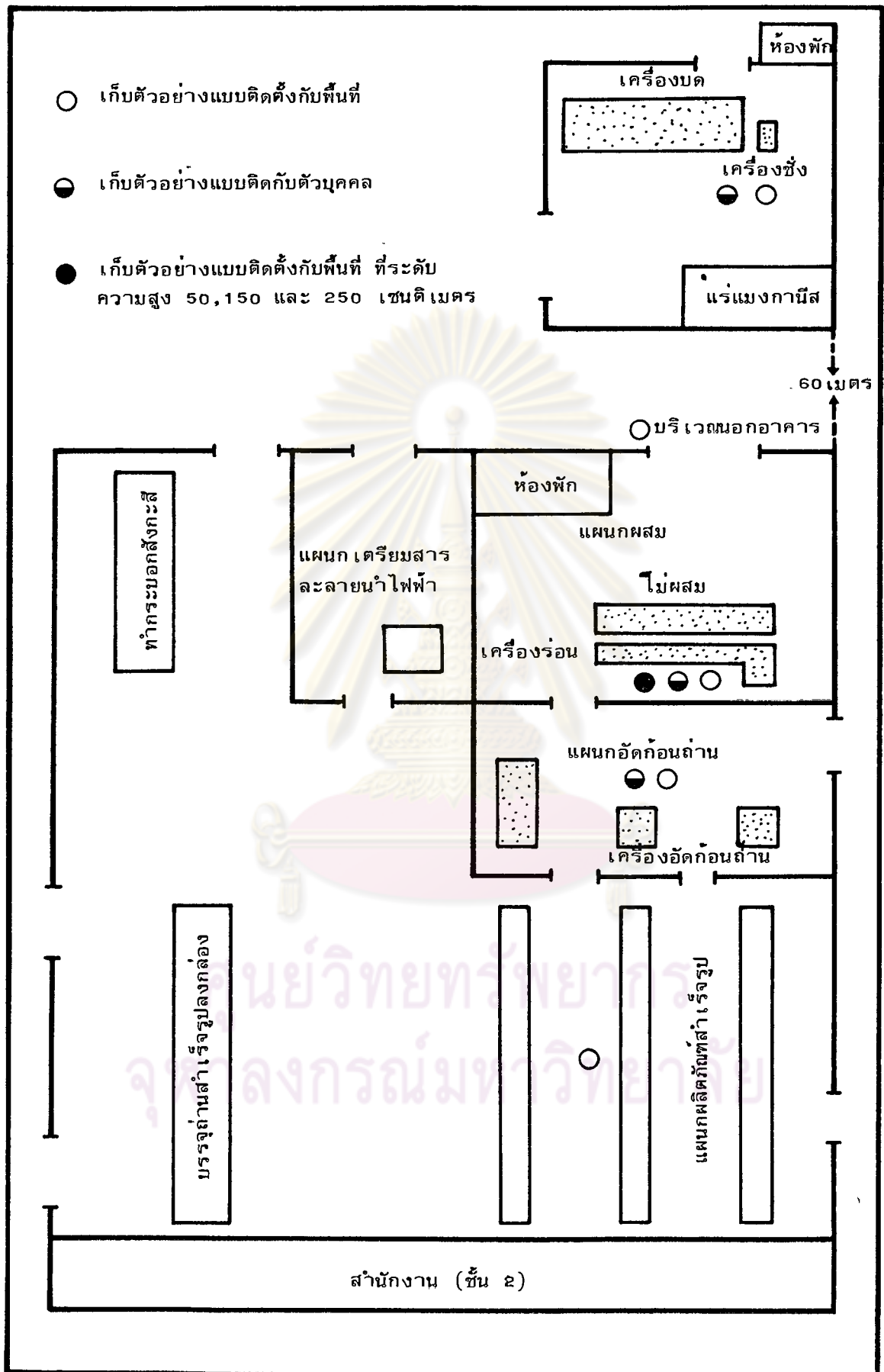
4.2.2.2 แผนกผสม (mixing section) มีการเก็บตัวอย่างแบบติดตั้ง กับพื้นที่และแบบติดกับตัวบุคคล โดยที่การเก็บตัวอย่างแบบติดตั้งกับพื้นที่ในแผนกนี้ ได้ทำการเก็บ ตัวอย่างพร้อม ๆ กัน 3 ระดับ คือที่ระดับความสูง 50, 150 และ 250 เซนติเมตร เพื่อ ต้องการดูความเข้มข้นของการฟุ้งกระจายของฝุ่นแมงกานีสที่ระดับความสูงต่าง ๆ กันด้วย และ ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างสำหรับแผนกนี้ประมาณ 30-60 นาที ต่อ 1 ชุดของการเก็บ ตัวอย่าง

ส่วนการเก็บตัวอย่างแบบติดกับตัวบุคคลในแผนกผสมนี้ ได้ทำ การเก็บตัวอย่างคราวละ 2 คน คือ คนที่ทำงานอยู่ข้างบน ซึ่งจะเป็นคนเทแร่แมงกานีส และ วัตถุติดอื่น ๆ ลงในถัง และอีกตัวอย่างหนึ่งทำการเก็บจากคนงานที่ทำงานอยู่ข้างล่างซึ่งจะคอย กวาด และร่อนแร่แมงกานีส และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างประมาณ 5-15 นาทีต่อ 1 ตัวอย่าง

4.2.2.3 แผนกอัดก้อนถ่าน (tamping section) ในแผนกนี้มีการเก็บ ตัวอย่างทั้งแบบติดตั้งกับพื้นที่ และแบบติดกับตัวบุคคล การเก็บตัวอย่างแบบติดตั้งกับพื้นที่ ใช้เวลา ในการเก็บตัวอย่างละประมาณ 30-45 นาที และการเก็บตัวอย่างแบบติดกับตัวบุคคล จะใช้ เวลาในการเก็บตัวอย่างละประมาณ 30-45 นาที เช่นกัน



รูปที่ 4.3 แสดงตำแหน่งและวิธีการเก็บตัวอย่างอากาศของโรงงาน ก



รูปที่ 4.4 แสดงตำแหน่งและวิธีการเก็บตัวอย่างอากาศของโรงงาน ข

4.2.2.4 แผนกผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป มีการเก็บตัวอย่างแบบติดตั้งกับพื้นที่ โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างละประมาณ 60-120 นาที

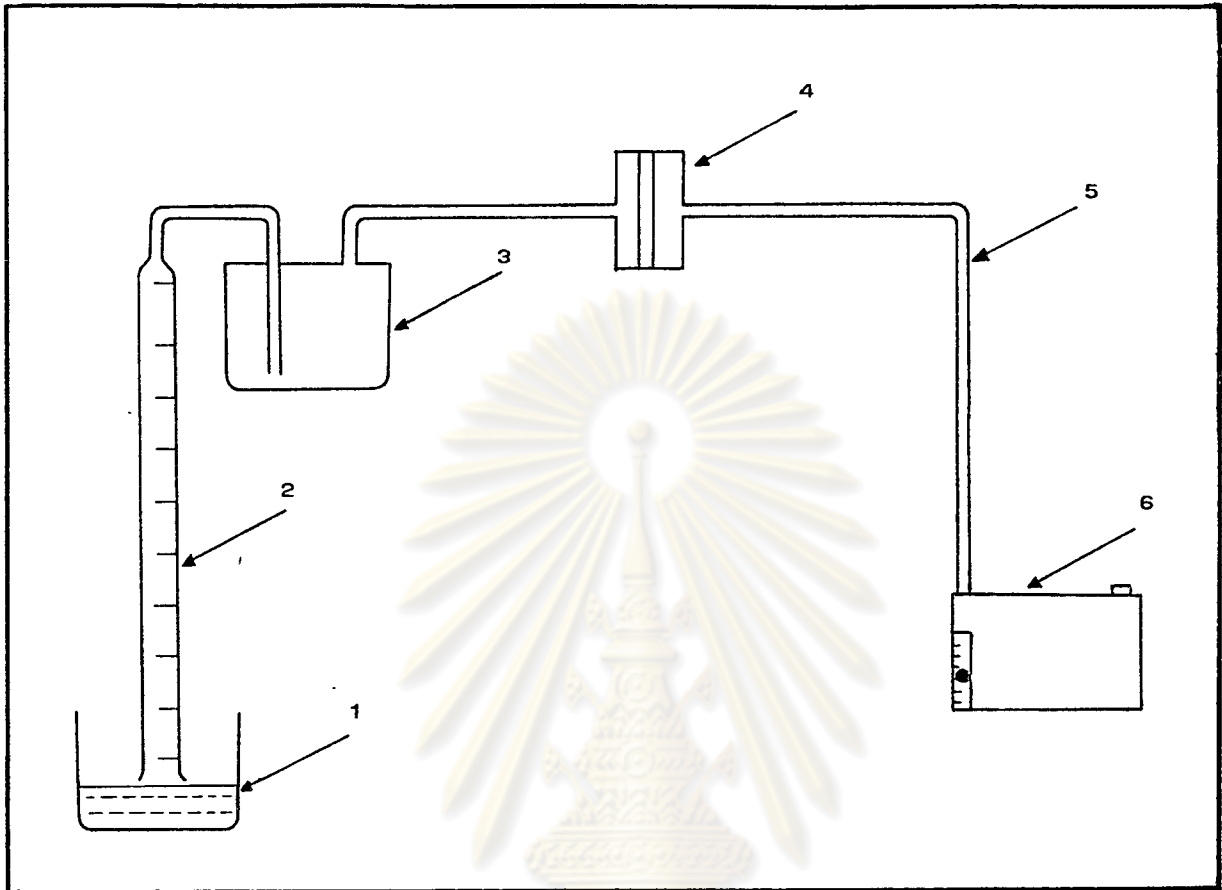
4.2.2.5 บริเวณนอกอาคาร มีการเก็บตัวอย่างแบบติดตั้งกับพื้นที่ใกล้กับแผนกผสม และใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างละประมาณ 120-180 นาที

ในการวิจัยนี้ การเก็บตัวอย่างแบบติดกับตัวบุคคลได้ใช้ระยะเวลาในการเก็บ เป็นช่วงสั้น ๆ ทั้งนี้ เนื่องจากค่ามาตรฐานของแมงกานีสในอากาศในสถานประกอบการ ซึ่งกำหนดโดย กรมแรงงาน กระทรวงมหาดไทย ห้ามมีค่าเกิน 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ไม่ว่าจะระยะเวลาใดเวลาหนึ่งของการทำงาน การเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาสั้น ๆ ทำให้สามารถบอกถึงระดับการได้รับแมงกานีสในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง ว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ อนึ่ง NIOSH (1977) ได้เสนอแนะระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างแมงกานีสไว้ว่า ควรจะใช้เวลาประมาณ 15 นาที เพราะค่ามาตรฐานของแมงกานีสเป็นค่า ที แอล วี - ซีลลิง (TLV - ceiling) ซึ่งมีความหมายเช่นเดียวกับมาตรฐานของกรมแรงงาน แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าในสถานประกอบการ มีลักษณะซึ่งแสดงว่า ระดับความเข้มข้นของแมงกานีสน้อย ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างจะต้องเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้ เพื่อจะทำให้ปริมาณของตัวอย่างมากพอที่จะวัดค่าสามารถของการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการได้ และสำหรับการเก็บตัวอย่างแบบติดตั้งกับพื้นที่ ออศัยหลักการ เกี่ยวกับที่กล่าวข้างต้น

#### 4.2.3 วิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างแมงกานีสในอากาศ

##### 4.2.3.1 ขั้นตอนการ เก็บตัวอย่าง

4.2.3.1.1 การตรวจเทียบอัตราการไหลของอากาศ ออศัยหลักการขั้นปฐมภูมิ โดยวิธีการแทนที่ฟองสบู่ของอากาศ วิธีการตรวจเทียบนี้ ได้จัดอุปกรณ์ให้อยู่ในลักษณะดังรูปที่ 4.5 แล้ว เปิดปั๊มที่จะทำการตรวจเทียบอัตราการไหลของอากาศ ยกปีกเกอร์ที่ใส่น้ำสบู่ไว้ทำให้เกิดฟองสบู่ที่ปลายหลอดแก้ว ฟองสบู่จะถูกดูดขึ้นมาแทนที่อากาศ จับเวลาที่ฟองสบู่ถูกดูดสูงขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาตรของอากาศที่ถูกแทนที่ แล้วสามารถคำนวณหาอัตราการไหลของอากาศได้ โดยนำปริมาตรของอากาศที่ถูกแทนที่หารด้วยระยะเวลาของการถูกแทนที่ขณะ เดียวกันนี้จะต้องทำการอ่านมิเตอร์ลูกลอยที่ตัวปั๊มด้วย เพื่อจะได้หาความสัมพันธ์ของสเกลของมิเตอร์ลูกลอยกับอัตราการไหลของอากาศจริง



รูปที่ 4.5 ชุดอุปกรณ์การตรวจเทียบอัตราการไหลของอากาศ ประกอบด้วย

1. น้ำสบู่
2. หลอดแก้ววัดปริมาตร
3. ขวดดักความชื้น
4. ชุดฟิลเตอร์
5. สายยาง
6. บั๊มดูดอากาศ

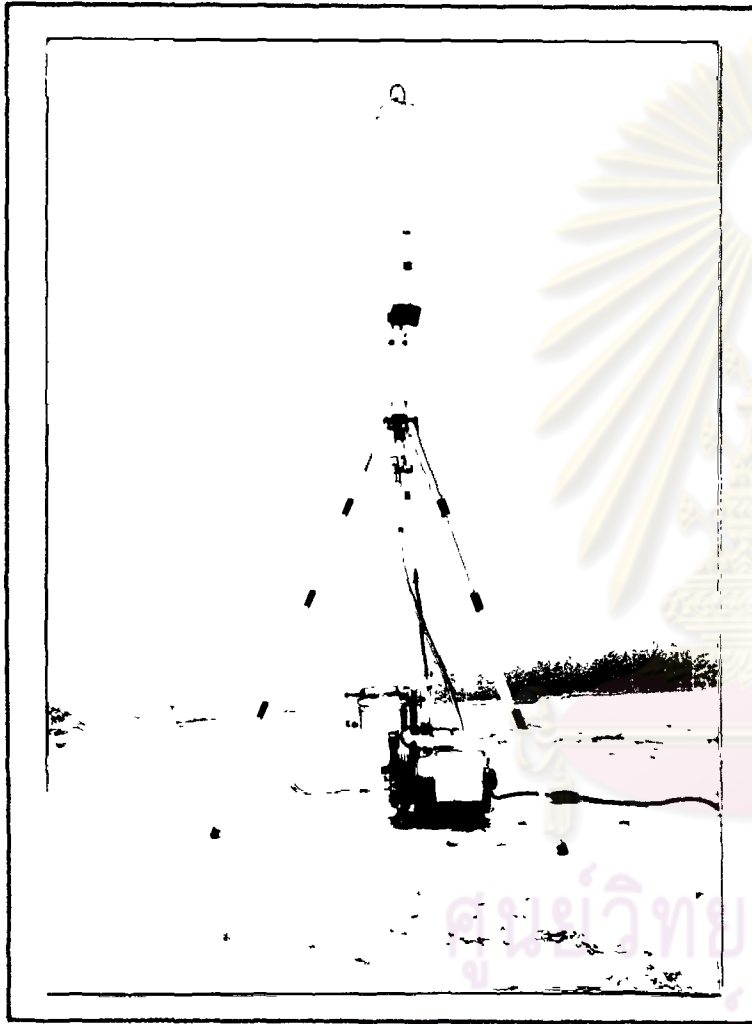
ในการวิจัยครั้งนี้การตรวจเทียบได้กระทำทั้งก่อนการเก็บตัวอย่างและภายหลังจากการเก็บตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของอัตราการใช้ของอากาศในขณะเก็บตัวอย่าง

4.2.3.1.2 การเก็บตัวอย่างในภาคสนาม การวิจัยนี้ การเก็บตัวอย่างได้ทำการเก็บพร้อม ๆ กันในแต่ละบริเวณที่ทำการศึกษา โดยมีบีมเก็บตัวอย่างแบบติดตั้งกับพื้นที่ซึ่งสามารถเก็บตัวอย่างได้พร้อมกัน 10 ตัวอย่าง และมีบีมเก็บตัวอย่างแบบติดกับตัวบุคคลมี 4 ชุด ผลจากการที่ขีดความสามารถของจำนวนตัวอย่างที่เก็บมีจำกัด และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างในแต่ละแผนกแตกต่างกันนี้เอง จึงทำให้จำนวนตัวอย่างในแต่ละบริเวณที่ศึกษานั้นแตกต่างกันด้วย สำหรับการศึกษานี้ได้เน้นบริเวณแผนกบด แผนกผสม และแผนกอัดก้อนถ่าน เพราะเป็นบริเวณที่คนงานมีโอกาสสัมผัสกับฝุ่นของแมงกานีสสูง แต่ในกรณีของแผนกบดนั้น จำนวนของตัวอย่างมีน้อย เนื่องจากลักษณะการทำงานในแผนกนี้คนงานจะทำงานในระยะเวลาสั้น ๆ ซึ่งอาจทำเพียงวันละไม่กี่ชั่วโมง เพราะการทำงานใช้เครื่องจักรเป็นส่วนใหญ่ และตลอดสัปดาห์อาจทำงานเพียง 2-3 วัน หรือในกรณีที่มีการบดแร่แมงกานีสไว้มากพอ การทำงานในแผนกนี้อาจหยุดนานเป็นเดือน

สำหรับตำแหน่งที่ทำการเก็บตัวอย่างนั้น ได้กระทำในบริเวณที่เลือกไว้แล้ว ทั้งแบบติดตั้งกับพื้นที่ และแบบติดกับตัวบุคคล โดยที่การเก็บตัวอย่างนี้ ได้ปรับอัตราการใช้ของอากาศ 1.5 ลิตรต่อนาที ซึ่งวิธีการเก็บตัวอย่างในภาคสนามมีดังนี้ คือ

(ก) การติดตั้งชุดเก็บตัวอย่างแบบติดตั้งกับพื้นที่ ดังแสดงไว้ในรูป 4.6 ตัวบีมจะวางบนพื้น แล้วต่อสายไฟไปที่ปลั๊กบริเวณใกล้เคียง สายจากตัวบีมใส่กระดาดจะรอง จะต่อเข้ากับตัวบีม ตัวบีมใส่กระดาดจะนำไปติดไว้บนขาตั้งสามขาที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตร โดยส่วนของช่องนำอากาศเข้าของตัวบีมจะคว่ำลง แล้วเปิดจุกสีน้ำเงินที่ตัวบีมออก จากนั้นเปิดบีม

(ข) การติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศแบบติดกับตัวบุคคล ดังแสดงในรูปที่ 4.7 ตัวบีมจะนำไปติดไว้กับตัวคนงาน โดยใช้เข็มขัดติดที่ระดับเอว ส่วนตัวบีมใส่กระดาดจะใช้ท่อสายยางต่อยาวออกไป อยู่บริเวณปกคอเสื้อแล้วใช้ที่หนีบ (clip) หนีบเอาไว้ โดยส่วนของช่องนำอากาศเข้าที่ตัวบีมใส่กระดาดจะถูกลบออกให้คว่ำลง เปิดจุกสีน้ำเงินที่ตัวบีมออก แล้วเปิดบีม



รูปที่ 4.6 ชุดเก็บตัวอย่างแบบติดตั้งกับพื้นที่



รูปที่ 4.7 ชุดเก็บตัวอย่างแบบติดกับตัวบุคคล





(ค) ทำการบันทึกข้อมูลในการเก็บตัวอย่างอากาศ โดยจะบันทึกเฉพาะของแต่ละตัวอย่าง ตั้งแต่ตำแหน่งหรือบุคคล แขนง ชนิดของการเก็บตัวอย่างอากาศ ระยะเวลาเริ่มและสิ้นสุดของการเก็บตัวอย่าง ตลอดจนสิ่งผิดปกติต่าง ๆ ที่สังเกตเห็นได้จากการเก็บตัวอย่าง

#### 4.2.3.2 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ตัวอย่างแมงกานีส

4.2.3.2.1 การย่อย (digest) ตัวอย่าง นำกระดาษกรองใส่ลงในปิกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายผสมของกรดไนตริกเข้มข้นและกรดเปอร์คลอริกลงในราว 10-20 มิลลิลิตร ในกรณีที่มีการย่อยสลายยาก ให้ใส่ส่วนผสมของกรดไนตริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร กับกรดเปอร์คลอริก 5 มิลลิลิตร ต้มจนสารละลายเหลืออยู่ราว 5 มิลลิลิตร จึงเติมกรดไนตริกเข้มข้นลงไปอีก 20 มิลลิลิตร เมื่อการย่อยสลายสมบูรณ์ จะเห็นควันสีขาวของ กรดเปอร์คลอริก และสารละลายจะใส ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเทลงในขวดวัดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 25 มิลลิลิตร ล้างปิกเกอร์ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 : 10 อย่างน้อย 2 ครั้ง จากนั้นเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 : 1 ลงไปอีก 1.2 มิลลิลิตร เสร็จแล้วปรับปริมาตรของสารละลายให้ได้ 25 มิลลิลิตร ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 : 10

4.2.3.2.2 ทำสารละลายแมลงค์ (blank solution) โดยใช้กระดาษกรองที่ยังไม่ได้ใช้เก็บตัวอย่างมาย่อยสลายเช่นเดียวกับการย่อยสลายตัวอย่าง

4.2.3.2.3 นำสารละลายตัวอย่างและสารละลายแมลงค์มาทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง อะตอมมิค แอบсорบชัน สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 279.5 นาโนเมตร ผลต่างของค่าแอบсорบแมนซ์ (absorbance) จากสารละลายตัวอย่างและสารละลายแมลงค์ จะเป็นค่าแอบсорบแมนซ์แท้จริง ซึ่งจะนำไปเทียบกับค่ากราฟตรวจเทียบ เพื่อหาความเข้มข้นของแมงกานีสต่อไป

4.2.3.2.4 การนำสารละลายมาตรฐานมาทำกราฟตรวจเทียบ (calibration graph) โดยการเตรียมสารละลายมาตรฐานของแมงกานีสที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน แล้วนำสารละลายเหล่านั้นมาวัดค่าแอบсорบแมนซ์ด้วย เครื่อง อะตอมมิค แอบсорบชัน สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ เช่นเดียวกับสารละลายตัวอย่าง แล้วเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแอบсорบแมนซ์ และค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานของแมงกานีส

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ การวิเคราะห์ตัวอย่าง ด้วยเครื่อง อะตอมมิคแอบсорบชัน สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ได้ทำการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบ ความถูกต้อง ทั้งจากห้องปฏิบัติการของสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมและศูนย์เครื่องมือวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ด้วยเครื่อง Perkin Elmer 4000 และ shimadzu AA650 ตามลำดับ ค่าของความเข้มข้นที่นำมาใช้คือค่าเฉลี่ยของผลการ วิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการทั้งสองนี้ ส่วนค่าที่ผิดปกติจะนำกลับไปวิเคราะห์ใหม่

#### 4.2.3.3 การคำนวณความเข้มข้นของแอมแกเนียนิสในอากาศ

4.2.3.3.1 จากกราฟตรวจเทียบ อ่านค่าความเข้มข้นของ สารละลายตัวอย่างของแอมแกเนียนิส เป็นหน่วย ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

4.2.3.3.2 คำนวณค่าความเข้มข้นของแอมแกเนียนิสในอากาศ ในหน่วย มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยใช้สูตร

ความเข้มข้นของแอมแกเนียนิส (มก./ลบ.ม.)

$$= \frac{\text{ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรของสารละลาย} \times \text{ปริมาตรของสารละลาย (มิลลิลิตร)}}{\text{ปริมาตรของอากาศที่เก็บตัวอย่าง (ลิตร)}}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย