บทที่ 4

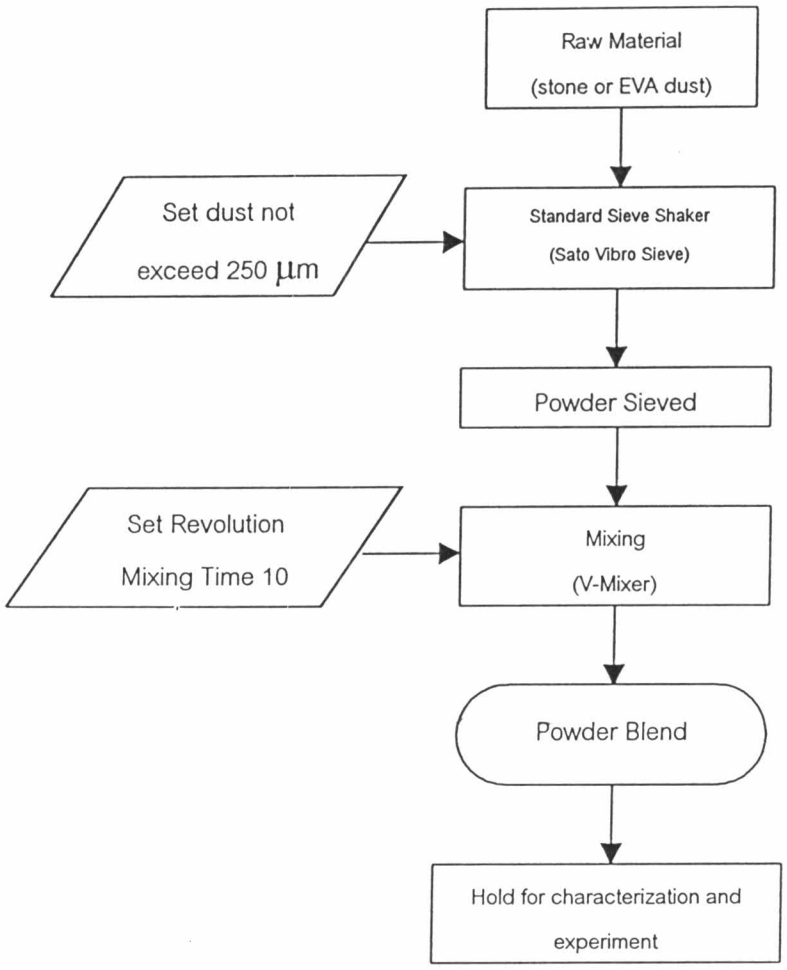
วิธีดำเนินการทดลองวิจัย

4.1 วัตถุดิบและขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นฝุ่นจากสถานประกอบการ 2 แห่งได้แก่ ฝุ่นหินจากโรงโม่ บด และย่อยหิน ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากโรงโม่หินพงษ์เทวินทร์ และฝุ่นจากแผนกขัดแต่งกระดานโต้คลื่น ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากโรงงานครอบบา จำกัด

อนึ่งฝุ่นที่ได้รับจากสถานประกอบการโม่ บด และย่อยหินนั้น ถูกเก็บตัวอย่างมาจากบริเวณถุงกรอง (Bag Filter) ภายในโรงโม่หิน และฝุ่นจากแผนกขัดแต่งกระดานโต้คลื่น ถูกเก็บตัวอย่างมาจากเครื่องดูดฝุ่นบริเวณแผนกขัดแต่ง ซึ่งเป็นฝุ่นที่มีขนาดเล็ก ฟุ้งกระจายง่ายและมีระยะเวลาในการตกตัวนาน เหมาะที่จะนำมาทำการศึกษาวิจัย อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ยังจำเป็นต้องมีการเตรียมฝุ่นก่อนนำไปทำการทดลอง ทั้งทางด้านลักษณะสมบัติต่างๆของฝุ่นและใช้เป็นวัตถุดิบในทดลองวิจัย ดังนี้

1) นำตัวอย่างมาคัดแยกขนาดด้วยเครื่องร่อยแยก Sato Vibro Sieve Separator ให้ได้ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 250 ไมโครเมตร เนื่องจากฝุ่นที่ขนาดดังกล่าวจะมีค่าความเร็วบั้นปลายน้อยกว่าค่าความเร็วต่ำสุดที่มำให้เกิดการฟลูอิไดซ์ในฟลูอิไดซ์เบด
2) นำฝุ่นที่ได้จากการคัดแยกในแต่ละครั้งมาผสมรวมกันโดยใช้เครื่องผสมรูปตัววี เป็นเวลา 10 นาที
3) นำฝุ่นที่เตรียมได้จากขั้นตอนที่ 2 ไปบรรจุใส่ในถังพลาสติกเพื่อเตรียมที่จะนำไปใช้ทดลองวิจัยต่อไป



รูปที่ 4.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบก่อนการทดลองและวิจัย

4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ อุปกรณ์วิเคราะห์ และอุปกรณ์การทดลอง

4.2.1 อุปกรณ์วิเคราะห์

อุปกรณ์วิเคราะห์หลักในการทดลองสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

- อุปกรณ์วิเคราะห์ด้านลักษณะสมบัติของฝุ่น ได้แก่ เครื่องทดสอบลักษณะสมบัติของวัสดุผง (Powder Characteristic Tester), เครื่องผสมรูปตัววี (Transparent Micro V-mixer) และเครื่องคัดแยกขนาดแบบสั่น (Sat Vibro Sieve Separator)
- อุปกรณ์วิเคราะห์ด้านความเร็ว, อัตราการไหลของลม, อุณหภูมิ และผลต่างความดัน ได้แก่ เครื่องวัดความเร็วลม (Air Velocity Measuring Instrument), เครื่องวัดผลต่างความดัน (Pressure differential Measuring Instrument) และ เทอร์โมคัปเปอร์ (Thermocouple)
- อุปกรณ์วิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบจับเก็บฝุ่นโดยใช้ตาข่ายเปียก ได้แก่ เครื่องวัดความทึบแสง (Opacity Meter)
- อุปกรณ์วิเคราะห์ในส่วน ควบคุมและบันทึกค่าสัญญาณ ได้แก่ เครื่องรับและบันทึกค่าสัญญาณ (Data Logger) และกล่องควบคุมแบบโปรมแกรม (Programable Controller)

4.2.1.1 **เครื่องทดสอบลักษณะสมบัติของวัสดุผง** (Powder Characteristic Tester)

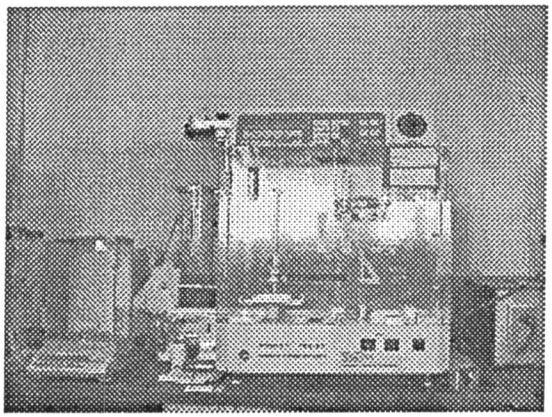
เครื่องทดสอบลักษณะสมบัติของวัสดุผง (Powder Characteristic Tester) รุ่น PT-N ผลิตโดยบริษัท Hosokawa Micron ซึ่งได้สร้างและพัฒนาขึ้นตามหลักการของคาร์ร์ (1969) ในการประเมินค่าดัชนีการไหลและดัชนีการไหลทะลัก (Flowability และ Floodability Index) ของวัสดุผงแห้ง โดยจะวัดค่าลักษณะสมบัติต่างๆ เพื่อนำไปคำนวณค่าดัชนีดังกล่าวจากตารางของคาร์ร์ (ตารางที่ 2.6 และ 2.7) ลักษณะสมบัติต่างๆที่วัด แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่วัดลักษณะสมบัติเชิงกล ได้แก่

- มุมขณะสงบ (Angle of Repose)
- มุมหลังตก (Angle of Fall)
- มุมบนพายตัก (Angle of Spatula)
- มุมผลต่าง (Angle of Difference)
- ค่าความอัดตัว (Compressibility)
- ค่าการแผ่กระจาย (Dispersibility)
- ค่าความเกาะกัน (Cohesiveness)

2. กลุ่มที่วัดลักษณะสมบัติสนับสนุน ได้แก่

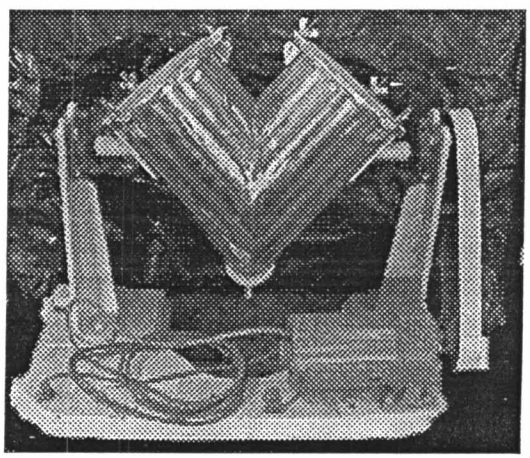
- ความหนาแน่นปรากฏขณะหลวม (Aerated Bulk Density)
- ความหนาแน่นปรากฏขณะอัด (Packed Bulk Density)
- ค่าความสม่ำเสมอ (Uniformity)



รูปที่ 4.2 ลักษณะของเครื่องทดสอบสมบัติของวัสดุผง

4.2.1.2 **เครื่องผสมรูปตัววี** (V-Shapep Mixer)

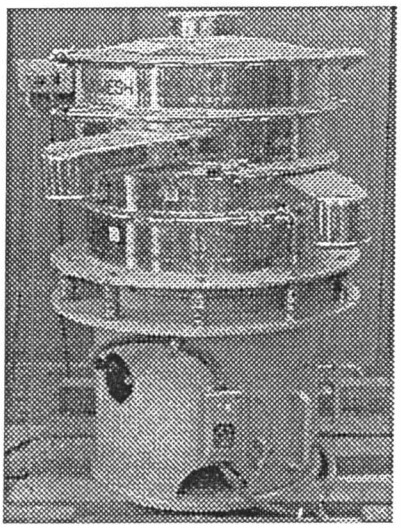
ผลิตโดยบริษัท Tokuju Kosakusho Co.,LTD. รุ่น VA-5 ประกอบด้วยภาชนะทรงกระบอกสแตนเลสรูปตัววี มีฝาปิด-เปิดที่ด้านบนของทรงกระบอกทั้งสองด้าน สำหรับใส่วัสดุ สำหรับผสมด้านล่างมีฝาปิด-เปิดสำหรับนำวัสดุผสมแล้วออก ภาชนะทรงกระบวกรูปตัววีจะต่อเข้ากับแกนของมอเตอร์ ซึ่งจะหมุนเพื่อใช้ในการผสม มีอัตราความเร็วของการผสมคงที่ 30 รอบต่อนาที



รูปที่ 4.3 ภาพถ่ายของเครื่องผสมรูปตัววี

4.2.1.3 เครื่องร่อนแยกแบบสั่น (Sato Vibro Separator)

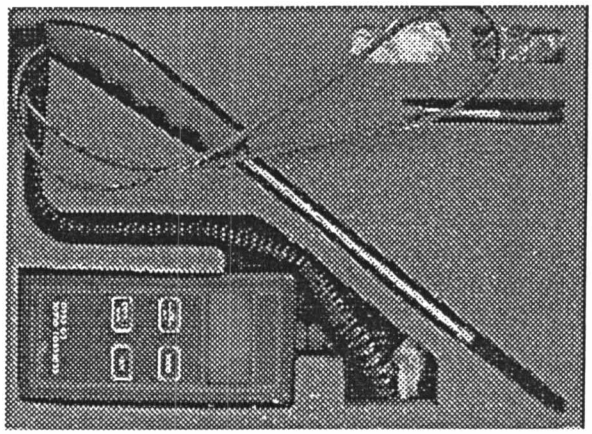
เครื่องร่อนแยกขนาดแบบสั่น รุ่น 400 - 3S ผลิตโดยบริษัท KOEI SANGYO Co., LTD. ใช้ในการคัดแยกอนุภาคโดยใช่หลักการเคลื่อนที่แบบครบรอบ (circular) และการเคลื่อนที่แบบสั่นในแนวนอน (elliptic motion in horizontal) ร่วมกับการแยกอนุภาคจากความแตกต่างของช่องเปิด (Aperture) ของตะแกรงร่อน (Sieve) ซึ่งจัดเรียงเป็นชั้นตั้งแต่ช่องเปิดขนาดใหญ่จนถึงช่องเปิดขนาดเล็ก (จากบนลงล่าง)



รูปที่ 4.4 ภาพถ่ายของเครื่องร่อนแยกขนาดแบบสั่น

4.2.1.4 เครื่องวัดความเร็วลม (Air Velocity Measuring Instrument)

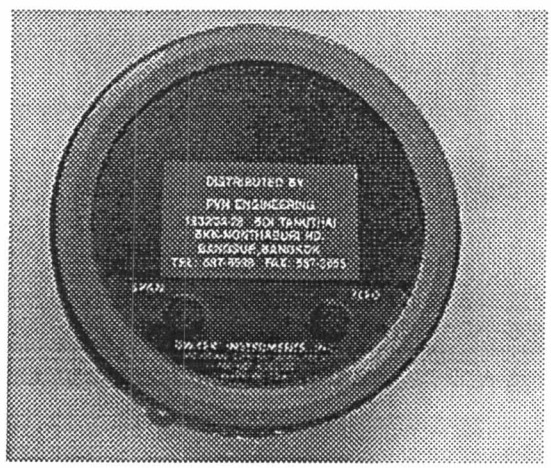
เครื่องวัดความเร็วลม รุ่น 471 ผลิตโดยบริษัท Dwyer Instruments, INC. ใช้ในการประเมินหาค่าความเร็วลม โดยประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือส่วนแสดงและประมวลผล และส่วนหัววัดแบบ Hot Wire ซึ่งสามารถวัดและเก็บค่าความเร็วลมที่แสดงในช่วงเวลาต่างๆ ได้



รูปที่ 4.5 ภาพถ่ายเครื่องวัดความเร็วลม

4.2.1.5 **เครื่องเครื่องวัดผลต่างความดัน** (Pressure Differential Measuring Instrument)

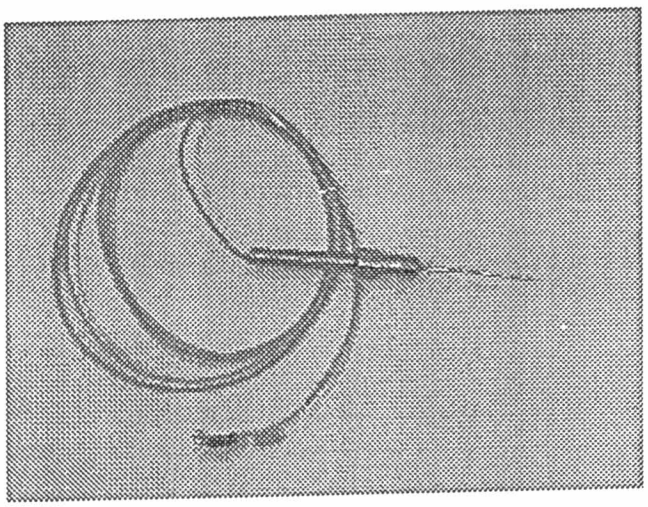
เครื่องวัดผลต่างความดัน รุ่น 603A-4 ผลิตโดยบริษัท Dwyer Instruments., INC. ใช้ในการประเมินหาค่าผลต่างความดัน โดยอาศัยหลักการวัดความดันของบูดองค์ สามารถประเมินค่าผลต่างความดันที่อยู่ในช่วง 0.01 – 15 นิ้วน้ำ โดยประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือตัวเครื่องวัดที่มีท่อต่อเข้ากับกล่องบริเวณติดตั้งตาข่าย และส่วนแสดงผลแบบ Digital ส่งสัญญาณแบบมาตรฐาน 4 – 20 มิลลิแอมป์ โดยส่วนแสดงผลจะถูกติดตั้งที่แผงควบคุมและแสดงค่า และค่าสัญญาณมาตรฐานของผลต่างความดันจะถูกบันทึกลงเครื่องรับและบันทึกค่าสัญญาณ



รูปที่ 4.6 ภาพถ่ายของส่วนตัวเครื่องวัดผลต่างความดัน

4.2.1.6 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

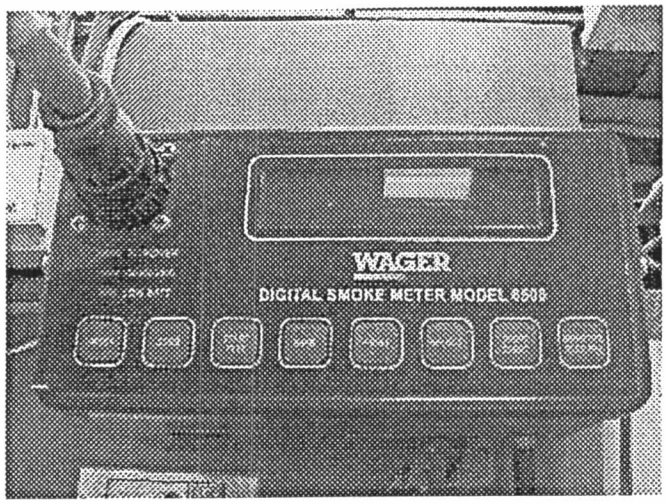
เทอร์โมคัปเปิลถูกสั่งทำขึ้นมาเพื่อใช้ในการทดลองนี้ ผลิตโดย บริษัท เทคโนโลยีอินสตูรเมนท์ เป็นเทอร์โมคัปเปอร์ชนิด 2 สาย วัดค่าอุณหภูมิเฉพาะจุด ส่งสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า 0 – 5 โวลต์ ซึ่งจะถูกแปลงค่าสัญญาณเป็นค่าสัญญาณมาตรฐาน ส่งต่อไปยังเครื่องรับและบันทึกค่าสัญญาณ



รูปที่ 4.7 ภาพถ่ายของเทอร์โมคัปเปอร์

4.2.1.7 เครื่องวัดความทึบแสง (Opacity Meter)

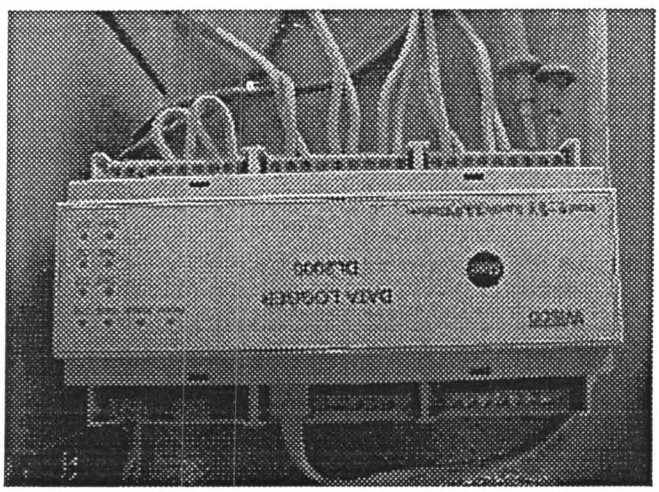
เครื่องวัดความทึบแสง รุ่น 6500 ผลิตโดย บริษัท WAGER Co,. LTD. มีอุปกรณ์หลัก 3 ส่วนประกอบไปด้วย ส่วนของแหล่งกำเนิดแสง (Light Source), ส่วนรับแสง (Detector) ส่วนแสดงผล ใช้ในการประเมินค่าความเข้มข้นของฝุ่น ซึ่งจะแสดงผลในค่าของเปอร์เซนต์ความทึบแสงซึ่งมีช่วง 0 – 100 โดย ค่า 0 ที่แสดงบนเครื่องจะหมายความว่าแสงสามารถเดินทางผ่านได้หมด ขณะที่ ค่า 100 หมายถึงบริเวณนั้นมีความทึบของแสงอย่างสมบูรณ์



รูปที่ 4.8 ภาพถ่ายเฉพาะส่วนตัวเครื่องแสดงผล

4.2.1.8 เครื่องรับและบันทึกค่าสัญญาณ (Data Logger)

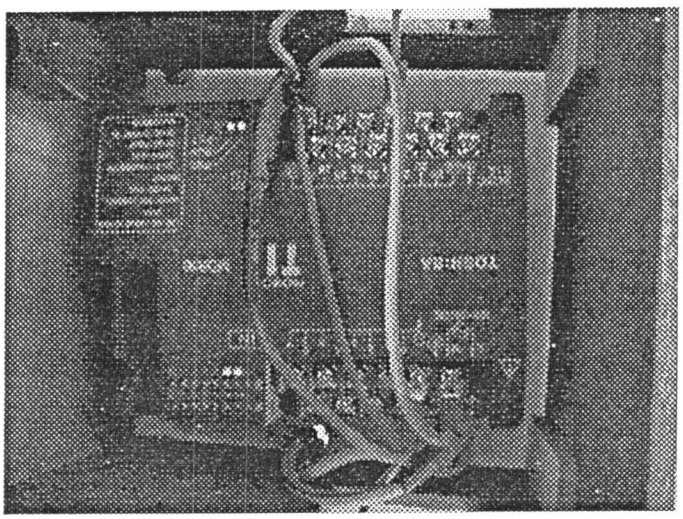
เครื่องรับและบันทึกค่าสัญญาณ รุ่น DL2000 ผลิตโดยบริษัท Wisco Industrail Instruments ซึ่งสามารถรับค่าสัญญาณมาตรฐาน 4 – 20 มิลลิแอมป์ จำนวน 8 ช่องสัญญาณ และสามารถส่งข้อมูลที่ถูกบันทึกมากกว่า 100000 ค่า ทั้ง 8 ช่องสัญญาณ เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อนำค่าสัญญาณที่ถูกบันทึกไปวิเคราะห์ได้



รูปที่ 4.9 ภาพถ่ายของเครื่องรับและบันทึกค่าสัญญาณ

4.2.1.9 กล่องควบคุมแบบโปรมแกรม (Programable Controller)

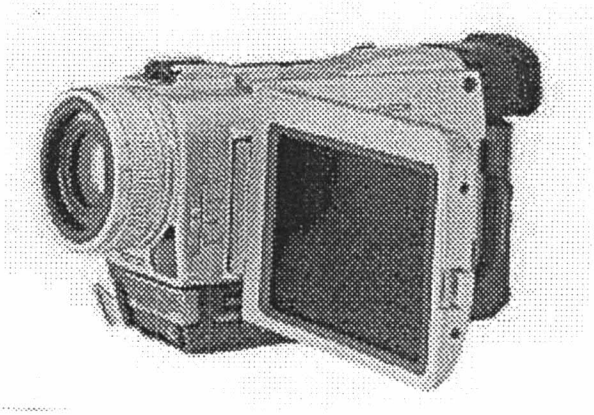
กล่องควบคุมแบบโปรมแกรม หรือ PLC รุ่น PROSEC T1 MDR16 ผลิตโดย บริษัท Toshiba เป็นเครื่องควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ มีส่วนประกอบ 3 ส่วนหลัก คือ หน่วยประมวลผล, หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูล และหน่วยอินพุท/เอ๊าท์พุท สำหรับงานวิจัยนี้ใช้ PLC ในการควบคุมเวลาการ เปิด-ปิด วาล์วน้ำ



รูปที่ 4.10 ภาพถ่ายของกล่องควบคุมแบบโปรแกรม

4.2.1.10 กล้องถ่ายภาพวี.ดี.โอ. (Digital V.D.O Camera)

กล้องถ่ายภาพวี.ดี.โอ. รุ่น TRV20E ผลิตโดยบริษัท SONY มีความคมชัด 520 เส้น มีกำลังขยายอยู่ในช่วง 10 – 120 เท่า ใช้ในการถ่ายภาพปรากฏการณ์การจับเก็บฝุ่นด้วยตาข่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง



รูปที่ 4.11 ภาพถ่ายของกล้องถ่ายภาพวี.ดี.โอ

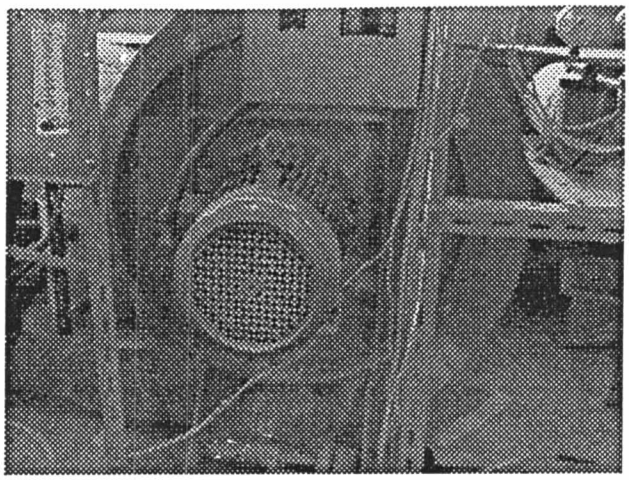
4.2.2 อุปกรณ์การทดลอง

อุปกรณ์การทดลองหลักสามารถแบ่งได้เป็น 4 ส่วน ดังนี้

- เครื่องกำเนิดลม (Blower)
- เครื่องป้อนชนิดแม่นยำ (Accurate Feeder)
- ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump)
- ชุดระบบจับเก็บฝุ่นโดยใช้ตาข่ายเปียก

4.2.2.1 เครื่องกำเนิดลม (Blower)

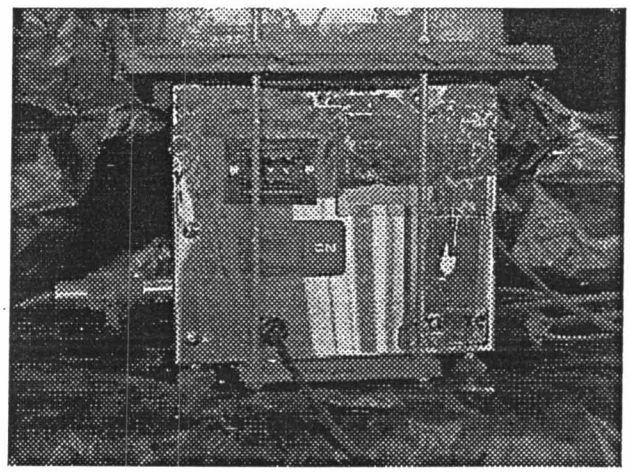
เครื่องกำเนิดลม รุ่น AHD – 324 ผลิตโดยบริษัทตั้งพิริยะวิศวกรรม ใช้เป็นแหล่งกำเนิดลมในการทดลอง โครงสร้างภายนอกทำด้วยวัสดุเหล็กแผ่น ส่วนใบพัดทำด้วยอลูมิเนียม เป็นเครื่องกำเนิดลมแบบมอเตอร์ขับตรง (ไม่มีการใช้สายพาน) สามารถกำเนิดลมได้ถึง 20 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ที่ความดันมาตรฐาน 580 มิลลิเมตรน้ำ



รูปที่ 4.12 ภาพถ่ายของเครื่องกำเนิดลม

4.2.2.2 เครื่องป้อนชนิดแม่นยำ (Accurate Feeder)

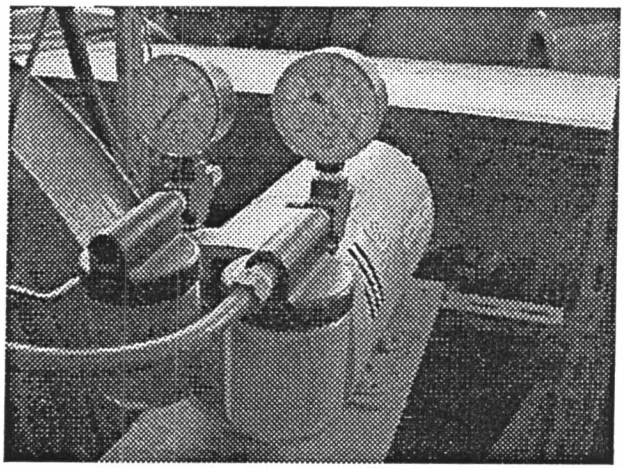
เครื่องป้อนชนิดแม่นยำ รุ่น 102 ผลิตโดยบริษัท KURIMOTO Ltd. ใช้สำหรับป้อนอนุภาคแห้งที่มีลักษณะต่างๆ เช่น แกรนูล, เกล็ด, อนุภาคละเอียด, เม็ดพลาสติก เป็นต้น มีลักษณะเป็นถังสแตนเลสรูปสี่เหลี่ยมพร้อมฝาปิด ภายในประกอบด้วยสองส่วนคือ ส่วนฮอบเปอร์ ที่ทำจาก PVC ซึ่งผนังสามารถเคลื่อนไหวได้ เพื่อลดการสะสมของอนุภาค และส่วนที่เป็นสกรู (Helix Screw) ทำมาจากสแตนเลสเช่นกัน ใช้สำหรับส่งผ่านอนุภาค โดยมีอัตราการป้อนระหว่าง 0.000707 – 336.026 ลูกบาศก์เซ็นติเมตรต่อนาที และสามารถปรับอัตราการป้อนได้ตั้งแต่ 0 – 999 ค่า



รูปที่ 4.13 ภาพถ่ายของเครื่องป้อนชนิดแม่นยำ

4.2.2.3 ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump)

ปั๊มสุญญากาศ รุ่น 0523 - V103 / (101Q) – G21DX ผลิตโดย บริษัท GAST Manufacturing Co., Ltd. เป็นอุปกรณ์ประกอบในระบบดึงตัวอย่างฝุ่น เป็นปั๊มสุญญากาศแบบโรตารีไม่ใช้น้ำมันหล่อลื่น พร้อมอุปกรณ์เสริมคือ มาตรวัดความดัน สามารถดึงสุญญากาศได้ 3110.4 ลิตรต่อวินาที (4 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที) ที่ 25 นิ้วปรอท

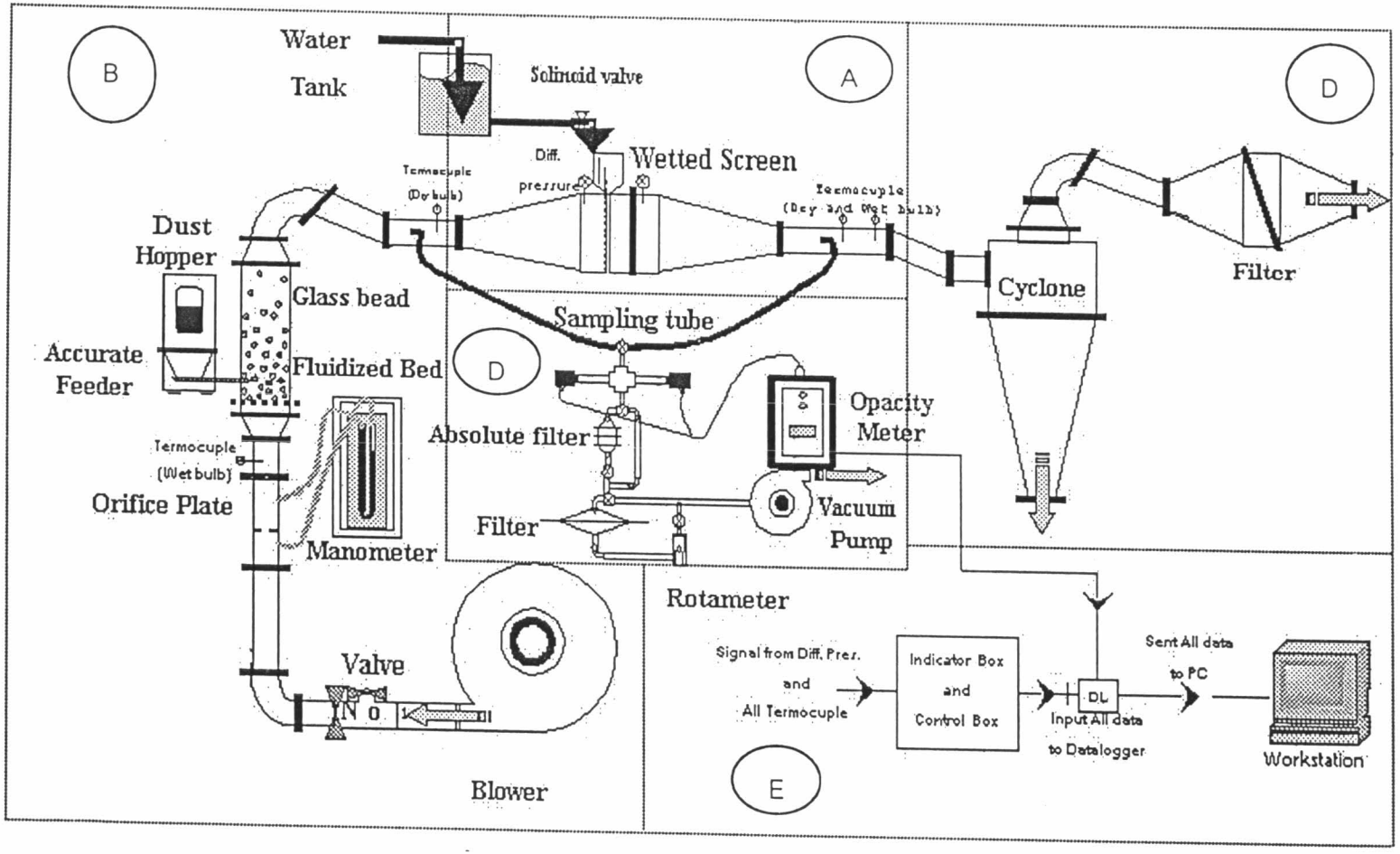


รูปที่ 4.14 ภาพถ่ายของปั๊มสุญญากาศ

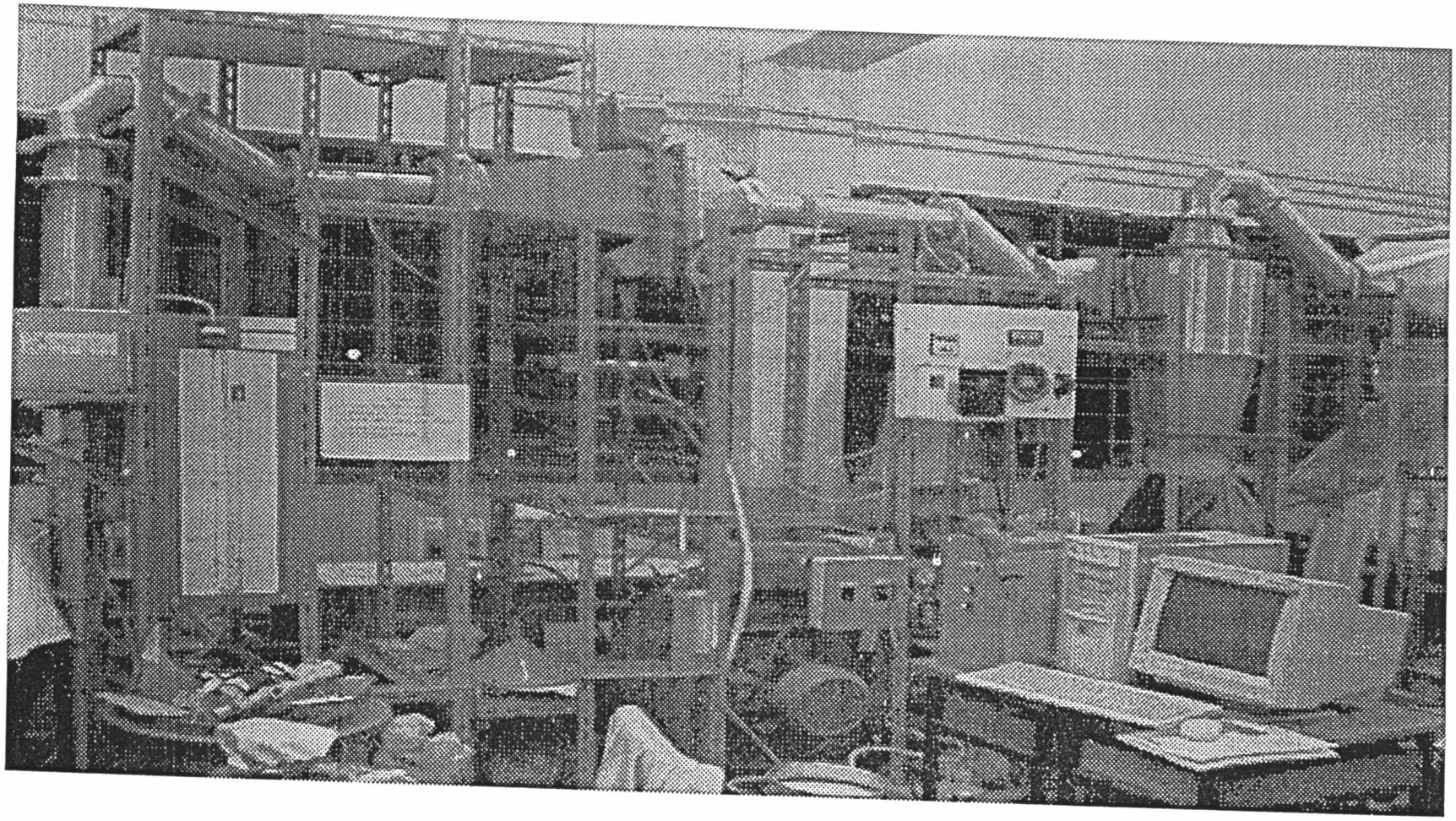
4.2.2.4 ชุดอุปกรณ์ระบบจับเก็บฝุ่นโดยใช้ตาข่ายเปียก

ชุดอุปกรณ์ดังกล่าวจัดสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นชุดอุปกรณ์ทดสอบหาประสิทธิภาพในการจับเก็บฝุ่นจากโรงโม่หินโดยใช้ตาข่ายเปียก (HVAC System Duct Design, 1990 / วิวัฒน์ และคานาโอกะ, 2535 / ชิเกะฟูมิ ฟูจิตะ, 2536 / สมศักดิ์ กีรติวุฒิเศรษฐ์, 2540) ทำด้วยวัสดุสแตนเลสทั้งหมด เพื่อลดปัญหาการจับตัวกันของฝุ่นอันเนื่องมาจากไฟฟ้าสถิต ประกอบด้วยระบบท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซ็นติเมตรเป็นส่วนใหญ่ และส่วนฟลูอิไดซ์เบดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 เซ็นติเมตร พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ส่วนหลัก คือ ชุดอุปกรณ์ทดลองหลัก (A) และชุดอุปกรณ์ประกอบการทดลอง (B) สำหรับเตรียมและป้อนฝุ่นในอัตราและความเข้มข้นที่ต้องการ, ชุด (C) สำหรับกำจัดฝุ่นออกให้หมดก่อนที่จะปล่อยลมออกสู่บรรยากาศ, ชุด (D) สำหรับวัดความเข้มข้นของฝุ่นที่ทางเข้าและทางออกของตาข่ายเปียก และชุด (E) สำหรับควบคุมและรับข้อมูลจากจากทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 4.15 และ 4.16

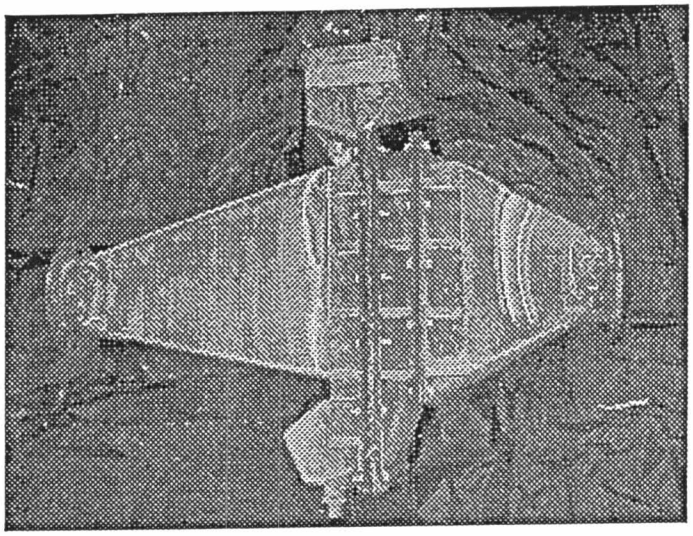
อนึ่งในบริเวณที่มีการติดตั้งตาข่ายจะทำการออกแบบให้มีพื้นที่หน้าตัดเป็น สี่เหลี่ยมขนาด 25 X 25 เซนติเมตร สำหรับกล่องติดตั้งตาข่ายชนิดตรง และขนาด 20 x 20 เซนติเมตร สำหรับกล่องติดตั้งตาข่ายชนิดเอียงจากแนวดิ่ง 10 องศา เพื่อสะดวกในการจัดสร้างและทดลองวิจัย พร้อมทั้งออกแบบส่วนเชื่อมต่อระหว่างระบบท่อกับบริเวณที่ติดตั้งตาข่ายให้มีลักษณะเป็นท่อเอียงเพิ่มและลดขนาดเพื่อให้เกิดการกระจายลมและฝุ่นอย่างสมบูรณ์ รายละเอียดแสดงในรูปที่ 4. 17และ 4.18 เพื่อสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดลอง ชิ้นส่วนนี้ยังมีทำจากพลาสติกใสอีกด้วย



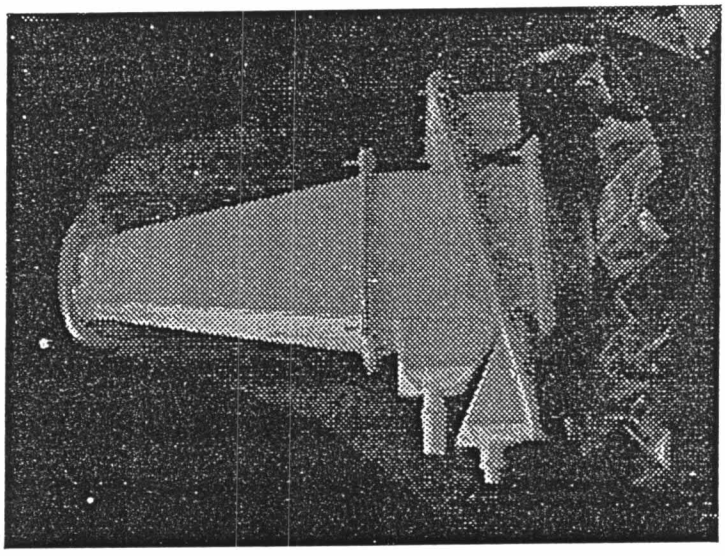
รูปที่ 4.15 ไดอะแกรมชุดอุปกรณ์ระบบจับเก็บฝุ่นโดยใช้ตาข่าย



รูปที่ 4.16 ภาพถ่ายของชุดอุปกรณ์ระบบจับเก็บฝุ่นโดยใช้ตาข่าย



รูปที่ 4.17 ภาพถ่ายของกล่องติดตาข่ายจับเก็บฝุ่น แบบแนวดิ่ง



รูปที่ 4.18 ภาพถ่ายของกล่องติดตาข่ายจับเก็บฝุ่น แบบเอียง 10 องศาจากแนวดิ่ง

4.3 สภาวะในการทดลอง

ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพการจับเก็บฝุ่นโดยใช้ตาข่ายเปียก มีตัวแปรที่ทำการศึกษา 6 ตัวแปรได้แก่ ชนิดของฝุ่น, ความเข้มข้นฝุ่น, ความเร็วลมปรากฏบริเวณตาข่ายเปียก, อัตราการไหลของน้ำที่เคลือบผิวตาข่าย, ลักษณะการติดตั้งตาข่าย และช่วงเวลาการเปิด-ปิดอัตราการไหลของน้ำที่เคลือบผิวตาข่ายเป็นวัฏจักร

สารอนุภาคที่ใช้ในการทดลอง : ฝุ่นจากสถานประกอบการโม่ บด และย่อยหินจริงที่ผ่านการเตรียมเบื้องต้นแล้ว (รายละเอียดในหัวข้อ 4.1)

4.3.1 ตัวแปรที่ทำการศึกษา

- ชนิดของฝุ่น : ทำการศึกษาโดยเปลี่ยนชนิดของฝุ่น 2 ชนิด คือ ฝุ่นจากโรงโม่หิน และฝุ่น EVA จากโรงงานผลิตกระดานโต้คลื่น

- ความเข้มข้นฝุ่น : เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่าง อัตราการป้อนฝุ่นต่ออัตราการไหลของลมในระบบ โดยมีอัตราการป้อนฝุ่น รวม 3 ค่า คือ 0.739, 1.159 และ 1.579 กรัมต่อวินาที และอัตราการไหลของลมในระบบ รวม 3 ค่า คือ 0.046, 0.071 และ 0.087 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที รวมเป็น 9 ความเข้มข้นฝุ่น คือ 8.518, 10.379, 13.359, 16.206, 16.278, 18.201, 22.177, 25.417 และ 34.627 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับฝุ่นจากโรงโม่หิน ส่วนฝุ่น EVA มีอัตราการป้อนฝุ่น รวม 3 ค่า คือ 0.444, 0.700, 0.924 กรัมต่อวินาที และอัตราการไหลของลมในระบบ รวม 3 ค่า คือ 0.046, 0.071 และ 0.087 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที รวมเป็น 9 ความเข้มข้นฝุ่น คือ 5.013, 6.253, 8.048, 9.652, 9.859, 10.620, 13.014, 15.217 และ 20.087 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร

- ความเร็วลมปรากฏบริเวณตาข่ายเปียก : จะทำการศึกษาโดยเปลี่ยนความเร็วลมปรากฏ รวม 3 ค่า คือ 1.141, 1.781 และ 2.169 เมตรต่อวินาที

- อัตราการไหลของน้ำที่เคลือบผิวตาข่าย : จะทำการศึกษาโดยเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำ รวม 3 ค่า คือ 0 (ไม่มีน้ำ), 8.070 และ 91.200 ลูกบาศก์เซ็นติเมตรต่อวินาที

- ลักษณะการติดตั้งตาข่าย : ทำการศึกษาโดยเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้ง 2 แบบ คือ ติดตั้งตาข่ายในแนวดิ่ง และติดตั้งตาข่ายให้มีความเอียง 10 องศาจากแนวดิ่ง

- ช่วงเวลาการเปิด-ปิดอัตราการไหลของน้ำที่เคลือบผิวตาข่ายเป็นวัฏจักร : ทำการศึกษาโดยเปลี่ยนช่วงเวลาการเปิด-ปิดอัตราการไหลของน้ำ 2 ช่วงเวลา คือ เปิด 120 ปิด 60 วินาที และ เปิด 60 ปิด 60 วินาที เป็นวัฏจักร

4.3.2 **ความสัมพันธ์ที่ทำการศึกษา** : จะทำการศึกษาความสัมพันธ์ต่างๆ ดังนี้

1) ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นขาเข้าต่อประสิทธิภาพการจับเก็บฝุ่นโดยตาข่ายเปียก
2) ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมปรากฏบริเวณตาข่ายเปียกต่อประสิทธิภาพการจับเก็บฝุ่นโดยตาข่ายเปียก
3) ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำที่เคลือบผิวตาข่ายต่อประสิทธิภาพการจับเก็บฝุ่นโดยตาข่ายเปียก
4) ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการติดตั้งตาข่ายต่อประสิทธิภาพการจับเก็บฝุ่นโดยตาข่ายเปียก

ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาการเปิด-ปิดอัตราการไหลของน้ำที่เคลือบผิวตาข่ายเป็นวัฏจักรต่อประสิทธิภาพการจับเก็บฝุ่นโดยตาข่ายเปียก

4.4 ขั้นตอนการทดลอง

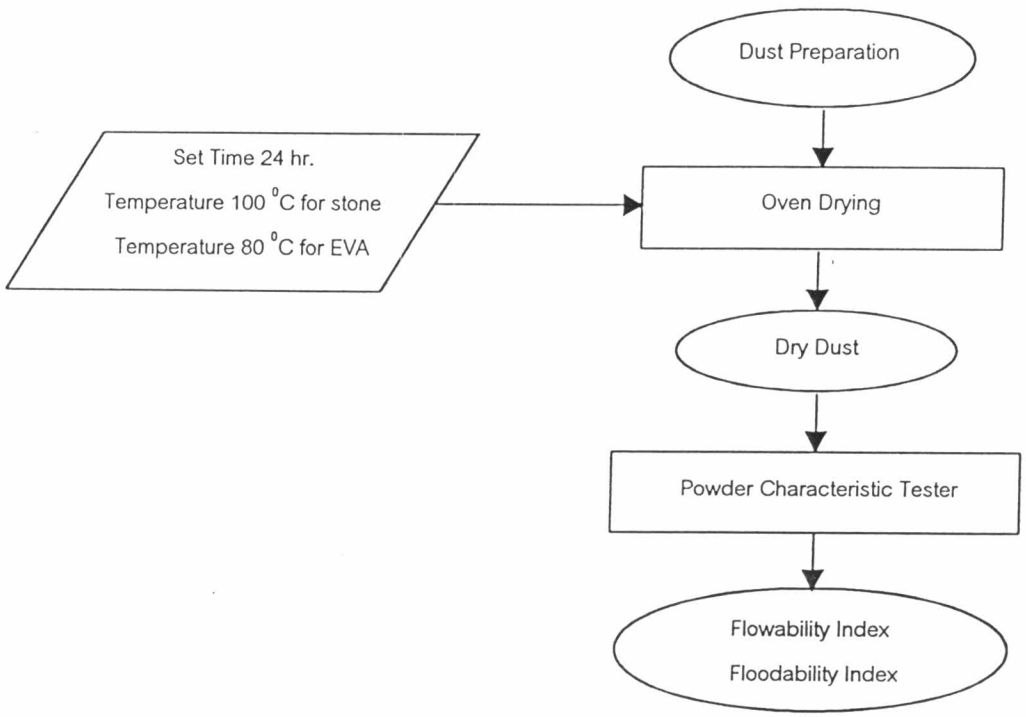
ในการทดลองสามารถจำแนกขั้นตอนการทดลองหลักออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.4.1 ขั้นตอนการทดลองด้านลักษณะสมบัติของฝุ่น

1) นำฝุ่นที่เตรียมแล้ว (รายละเอียดในหัวข้อ 4.1) มาอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับฝุ่นจากโรงโม่หิน และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับฝุ่นจากโรงงานผลิตกระดานโต้คลื่น

2) นำตัวอย่างฝุ่นมาหาค่าดัชนีการไหลและดัชนีการไหลทะลัก (Flowability and Floodability Index) โดยใช้เครื่องทดสอบลักษณะสมบัติของวัสดุผง (Powder Characteristic Tester) โดยทำการวัดค่ามุมสงบ, มุมหลังตก, มุมบนพายตัก, ความหนาแน่นปรากฏขณะหลวม, ความหนาแน่นปรากฏขณะอัด, ค่าความเกาะกัน และค่าการแผ่กระจาย จากนั้น เครื่องจะทำการคำนวณค่า มุมผลต่าง และค่าความอัดตัว แล้วประเมินค่าดัชนีการไหลและดัชนีการไหลทะลัก ซึ่งจะแสดงผลออกมาทางหน้าจอของเครื่อง

3) ทำการทดลองเพื่อหาค่าดัชนีการไหลและดัชนีการไหลทะลักซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วนำผลการทดลองมาหาค่าเฉลี่ย



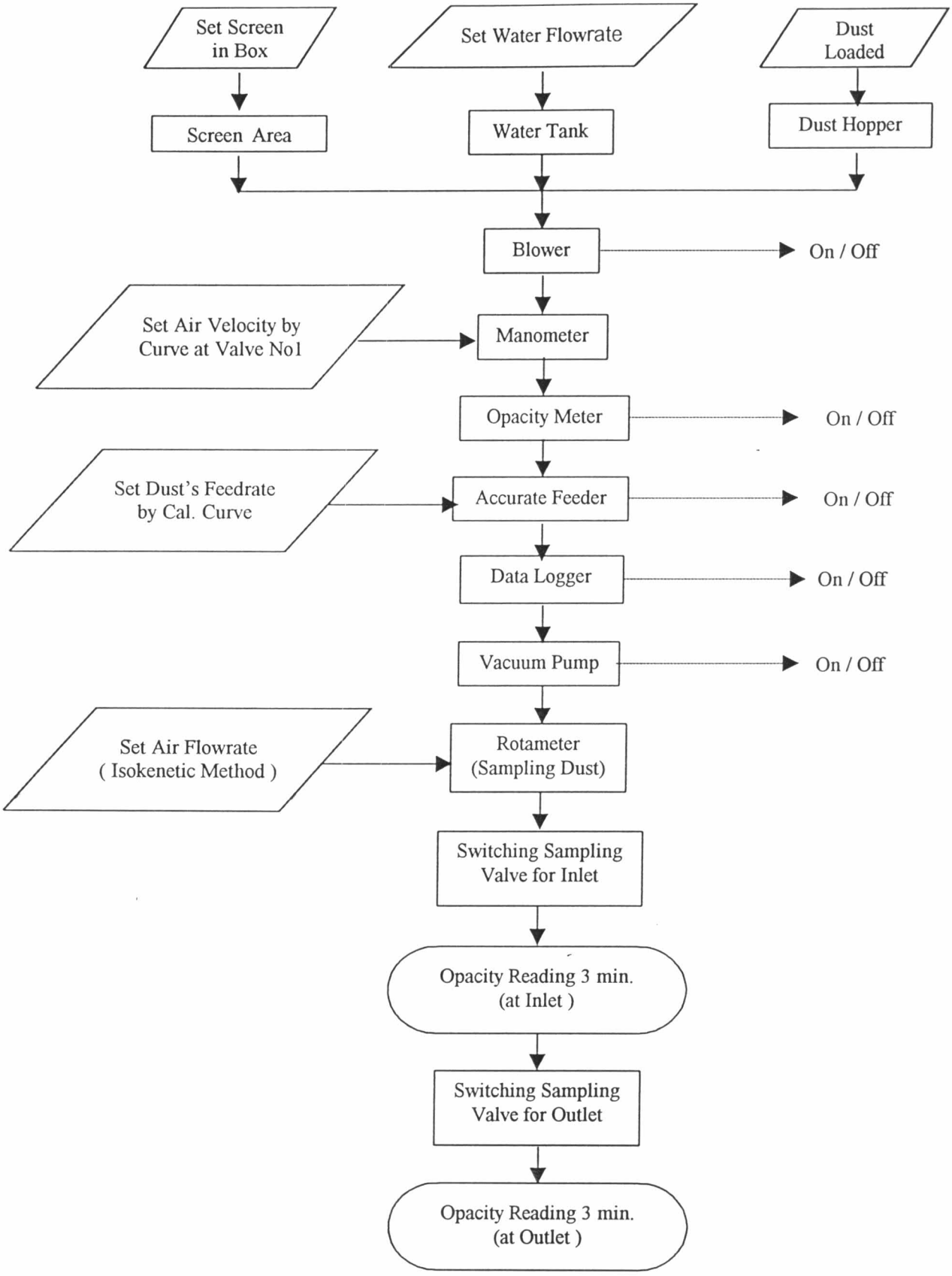
รูปที่ 4.18 ผังแสดงขั้นตอนการทดลองด้านลักษณะสมบัติของฝุ่น

อนึ่งในการทดลอง จะเลือกใช้ค่าความเกาะกัน (Cohesiveness) แทนการใช้ค่าความสม่ำเสมอ (Uniformity) เนื่องจากฝุ่นที่ใช้มีลักษณะเป็นผงขนาดเล็กไม่ใช่แกรนูล

4.4.2 ขั้นตอนการทดลองการหาประสิทธิภาพของการจับเก็บฝุ่นโดยใช้ตาข่ายเปียก

1) เลือกชุดกล่องติดตั้งตาข่ายเพื่อทำการติดตั้งตาข่าย HDPE โดยขึงเต็มพื้นที่หน้าตัด
2) เติมน้ำอย่างต่อเนื่องลงในถังเก็บน้ำ พร้อมปรับอัตราการไหลของน้ำด้วยวาล์วน้ำ ตามกราฟสอบเทียบ
3) ป้อนชุดคำสั่งจากโปรแกรมมาเบิลคอนโทรล ที่ติดกับโวลินอยล์วาล์ว เพื่อควบคุมเวลาการเปิด-ปิดของน้ำ
4) บรรจุฝุ่นที่ทำการเตรียมมาแล้วลงในถังเก็บฝุ่นที่ติดตั้งเหนือเครื่องป้อนฝุ่นชนิดแม่นตรง
5) เปิดแหล่งกำเนิดลม (Blower) เพื่อป้อนลมเข้าระบบ
6) ปรับวาล์วควบคุมการไหลของลม เพื่อควบคุมความเร็วลมปรากฏบริเวณตาข่ายเปียก โดยสังเกตจากความสูงของมานอมิเตอร์ ตามกราฟสอบเทียบ
7) เปิดเครื่องวัดความทึบแสง
8) เปิดเครื่องป้อนชนิดแม่นตรง โดยควบคุมอัตราการป้อนฝุ่น ตามกราฟสอบเทียบ
9) เปิดเครื่องเก็บข้อมูล (Data logger) เพื่อเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง
10) เปิดปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump) ในระบบดึงตัวอย่าง เพื่อดึงตัวอย่างจากระบบ
11) ปรับเครื่องวัดอัตราการไหลของลม (Rotameter) ในระบบดึงตัวอย่าง ตามหลักไอโซเคนิติก
12) ปรับวาล์วในระบบดึงตัวอย่าง เพื่อเลือกบริเวณการดึงตัวอย่างจากด้านหน้าของชุดกล่องติดตั้งตาข่าย
13) เก็บข้อมูลค่าเปอร์เซ็นต์ความทึบแสงจากด้านหน้าชุดกล่องติดตั้งตาข่าย ซึ่งค่าจะถูกบันทึกในเครื่องเก็บข้อมูล โดยจับเวลาอย่างต่อเนื่องหลังจากขั้นตอน 10) เป็นเวลา 3 นาที
14) ปรับวาล์วในระบบดึงตัวอย่าง เพื่อเลือกบริเวณการดึงตัวอย่างจากด้านหลังของชุดกล่องติดตั้งตาข่าย
15) เก็บข้อมูลค่าเปอร์เซ็นต์ความทึบแสงจากด้านหลังชุดกล่องติดตั้งตาข่าย ซึ่งค่าจะถูกบันทึกในเครื่องเก็บข้อมูล โดยจับเวลาอย่างต่อเนื่องหลังจากขั้นตอน 14) เป็นเวลา 3 นาที
16) ทำการทดลองซ้ำ (ข้อ 2 ถึงข้อ 15) โดยเปลี่ยนสภาวะในการทดลอง
17) ทำการทดลองซ้ำ (ข้อ 2 ถึงข้อ 16) โดยเปลี่ยนชนิดของฝุ่น
18) ทำการทดลองซ้ำ (ข้อ 2 ถึงข้อ 17) โดยเปลี่ยนชนิดของชุดกล่องติดตั้งตาข่าย

<u>หมายเหตุ</u> : ขั้นตอนที่ 10 และ 11 จะถูกเตรียมพร้อมกันก่อนทำการทดสอบ



รูปที่ 4.19 ผังแสดงขั้นตอนการทดลองด้านการหาประสิทธิภาพของการจับเก็บฝุ่นโดยใช้ตา-ข่ายเปียก

อนึ่งในการทดลองหาประสิทธิภาพของตาข่ายเปียกเมื่อมีการควบคุมการเปิด-ปิดอัตราการไหลของน้ำเป็นวัฏจักร จะทำการดึงตัวอย่างฝุ่นด้านขาเข้าตาข่าย เป็นเวลา 30 วินาที และทำการดึงตัวอย่างฝุ่นด้านขาออกจากตาข่ายเป็นเวลา 6 นาที เพื่อดูปรากฏการอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำ

ในการทดลองจะทำการดึงตัวอย่างฝุ่นที่ทางเข้าและทางออกของตาข่าย เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ ในการดึงตัวอย่างอนุภาคฝุ่นจะใช้หลักการ Iso-Kinetic Sampling และสมการความสัมพันธ์ของ Watson (สมการที่ 2.5) ในการประเมินหาค่าความเข้มข้นฝุ่นบริเวณทางเข้าและทางออกของตาข่ายที่แท้จริง