

บทที่ 3

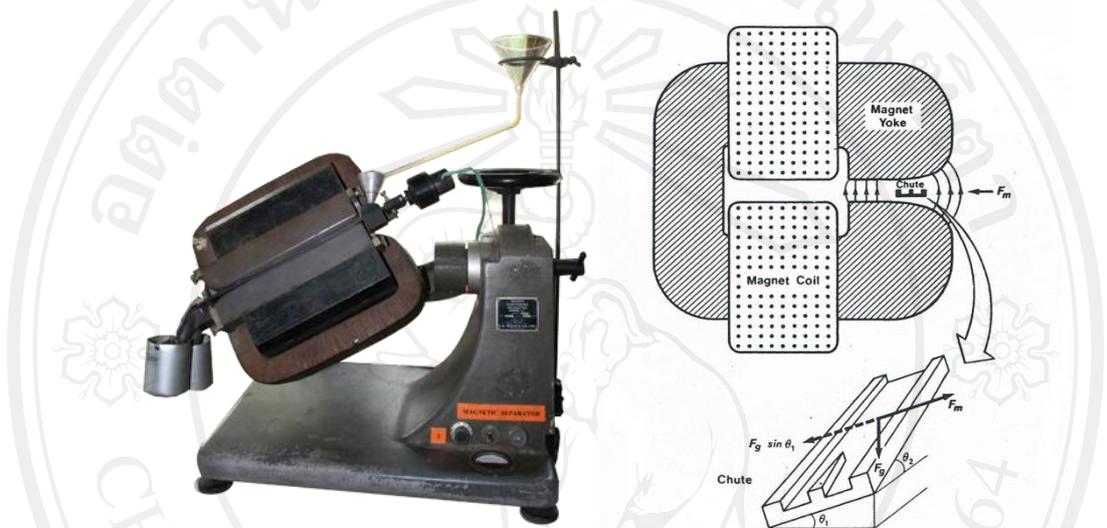
เครื่องมือ อุปกรณ์ วัสดุดิบ สารเคมี และวิธีการทดลอง

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องแยกด้วยแม่เหล็ก (Frantz Isodynamic Separator รุ่น L1)
2. เครื่องแยกแบบไซโคลน
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก ES balance รุ่น ES-120A บริษัท Zepper
4. เครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรคชัน (X-ray diffraction analyzer; XRD) รุ่น X'Pert pro MFD บริษัท Phillips
5. เครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์ (X-ray fluorescence; XRF) รุ่น Magix pro MUA/USEP T84994 บริษัท Phillips
6. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope, SEM) รุ่น JSM-5910LV บริษัท JEOL
7. ตะแกรงร่อนมาตรฐาน ASTM บริษัท Retsch ขนาด 500, 355, 250, 180, 125, 90, 63, และ 44 μm
8. ชุดวัดความเร็วลม (Anemometer) รุ่น DA-42 บริษัท Digicon

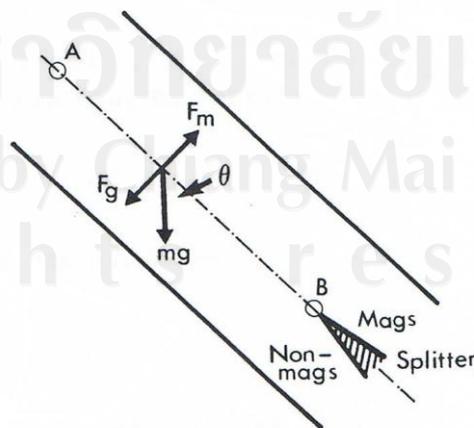
3.1.1 เครื่องแยกแม่เหล็ก

เครื่องแยกแบบฟรานซ์ไอโซไดนามิกเป็นเครื่องมือวิเคราะห์คุณสมบัติทางแม่เหล็กที่สามารถวัดได้แม้วัสดุที่มีความเป็นแม่เหล็กต่ำมากๆ เครื่องแยกแม่เหล็กชนิดนี้ประกอบด้วยรางและแม่เหล็ก เมื่อปล่อยวัตถุมาตามรางด้วยแรงดึงดูดของโลก ส่วนที่มีสมบัติแม่เหล็กจะถูกสนามแม่เหล็กทำให้เบี่ยงเบนและเคลื่อนที่แยกออกไปอีกทาง ดังรูป 3.1



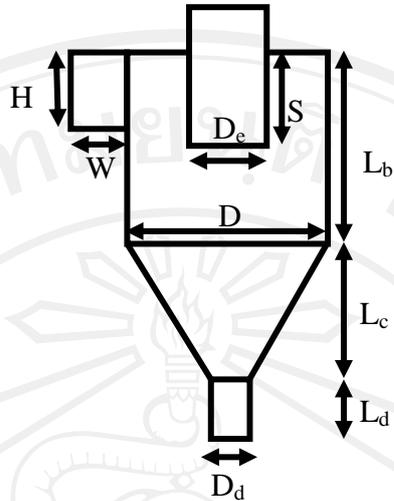
รูป 3.1 (ก) เครื่องแยกด้วยแม่เหล็กชนิดฟรานซ์ไอโซไดนามิก
(ข) ส่วนประกอบของเครื่องแยกด้วยแม่เหล็ก [4]

การเบี่ยงเบนของอนุภาคที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแม่เหล็กชนิดฟรานซ์ไอโซไดนามิกนี้จะขึ้นอยู่กับความเอียง (θ) ความชันตามแนวยาวของราง (ϕ) แรงดึงดูดของโลก (F_g) และแรงแม่เหล็ก (F_m) ดังรูป 3.2



รูป 3.2 แรงที่กระทำต่ออนุภาคในเครื่องแยกแบบแม่เหล็กชนิดฟรานซ์ไอโซไดนามิก [4]

3.1.2 เครื่องแยกแบบไซโคลน



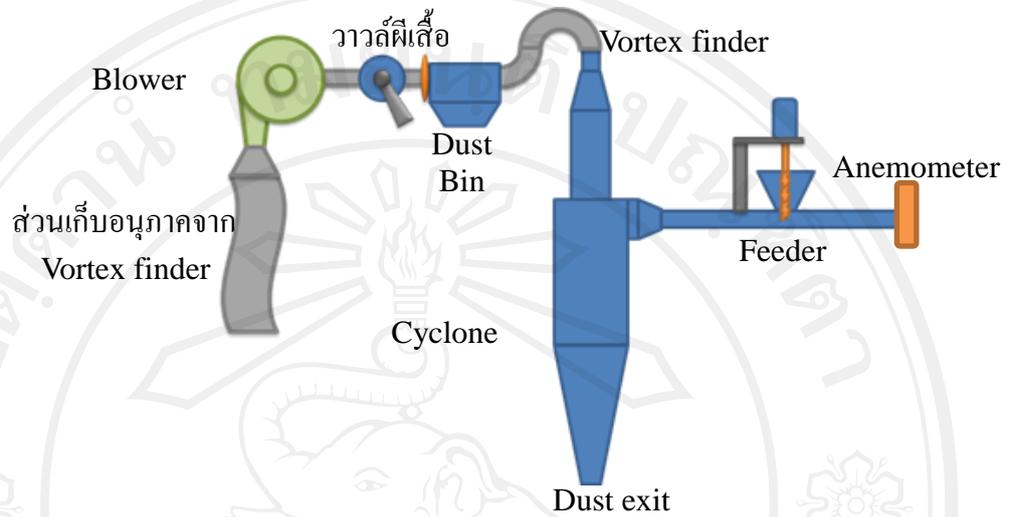
รูป 3.3 เรขาคณิตของไซโคลน

ไซโคลนที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นไซโคลนชนิดทั่วไป มีพื้นฐานตามแบบ Lapple ซึ่งมีลักษณะและเรขาคณิตดังรูป 3.3 และตาราง 3.1

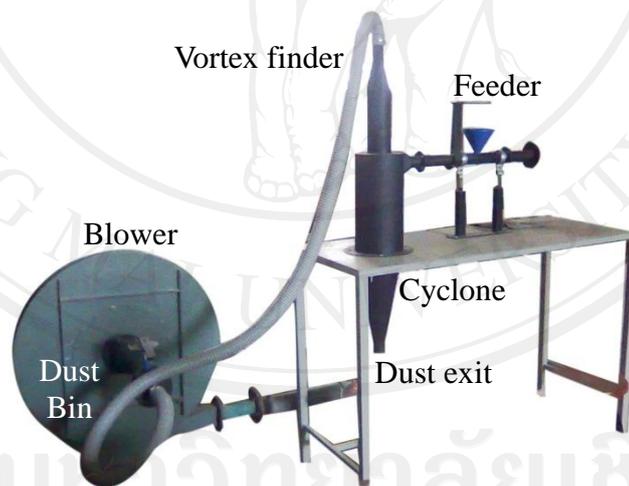
ตาราง 3.1 เรขาคณิตของไซโคลน

ขนาด	ความยาว (m)
D	0.20
D_e	0.10
D_d	0.05
L_b	0.40
L_c	0.40
L_d	0.05
H	0.10
W	0.05

3.1.3 การทำงานของไซโคลน

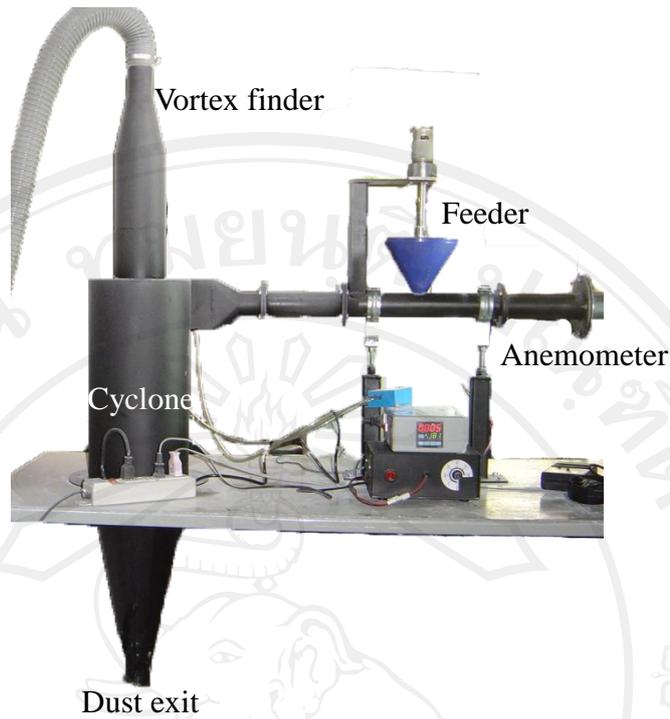


รูป 3.4 แผนผังของเครื่องแยกแบบไซโคลน



รูป 3.5 เครื่องแยกแบบไซโคลน

จากรูป 3.4 และ 3.5 ไซโคลนที่ใช้ในการทดลองจะต่ออยู่กับเครื่องเป่าลม (Blower) ที่บริเวณของ Vortex finder โดยมีวาล์วสี่เส้าเป็นตัวควบคุมความเร็วลมที่ผ่านไซโคลน อากาศจะถูกดูดจากทางเข้าของไซโคลนผ่านไซโคลน และเคลื่อนที่ออกไปทาง Vortex finder



รูป 3.6 การทำงานของเครื่องแยกแบบไซโคลน

อนุภาคดินถูกป้อนผ่าน Screw feeder เข้าสู่ไซโคลนแล้วแยกออกสามส่วนคือ Dust exit, Vortex finder และ Dust bin

3.1.4 ตะแกรงร่อนมาตรฐาน



รูป 3.7 ตะแกรงร่อนมาตรฐาน ASTM บริษัท Retsch [8]
ขนาด 500, 355, 250, 180, 125, 90, 63 และ 45 μm

ตะแกรงร่อนมาตรฐานดังรูป 3.7 ตามอนุกรม $\sqrt{2}$ สำหรับการวิเคราะห์ขนาดของอนุภาค
ในช่วงขนาด 500 – 45 μm

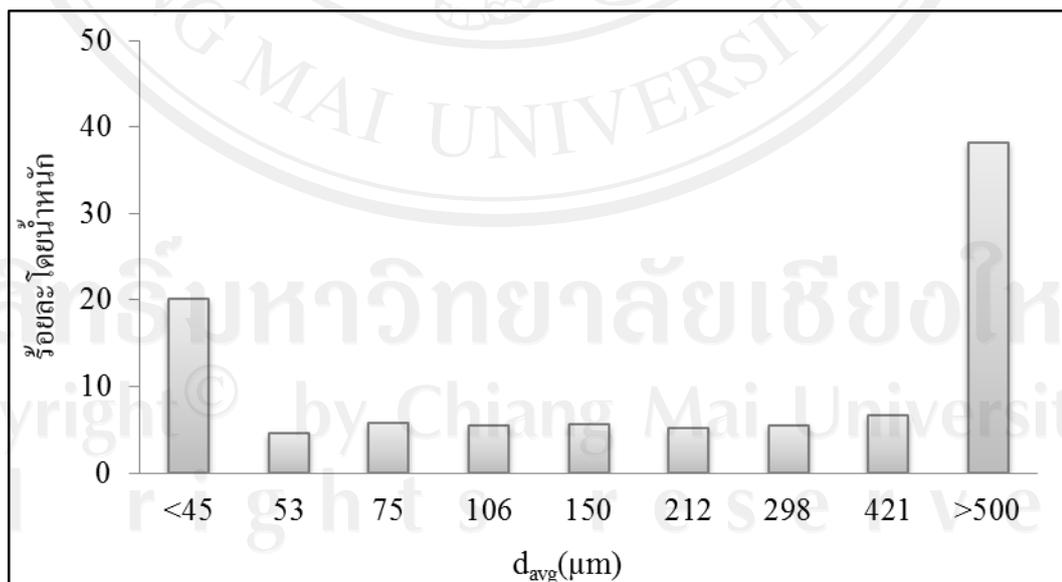
3.2 วัสดุคืบและสารเคมี

3.2.1 ดินวัตถุคืบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์

ดินวัตถุคืบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ผ่านกระบวนการเตรียมดิน โดยการบดด้วย Jaw crusher จากโรงงานเครื่องปั้นดินเผา บ้านเหมืองกุง ตำบลหนองควาย อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะดินแสดงดังรูป 3.8 และจากการวิเคราะห์การกระจายขนาดอนุภาค โดยใช้ตะแกรงร่อนมาตรฐาน พบว่าอนุภาคดินมีการกระจายขนาดดังรูป 3.9



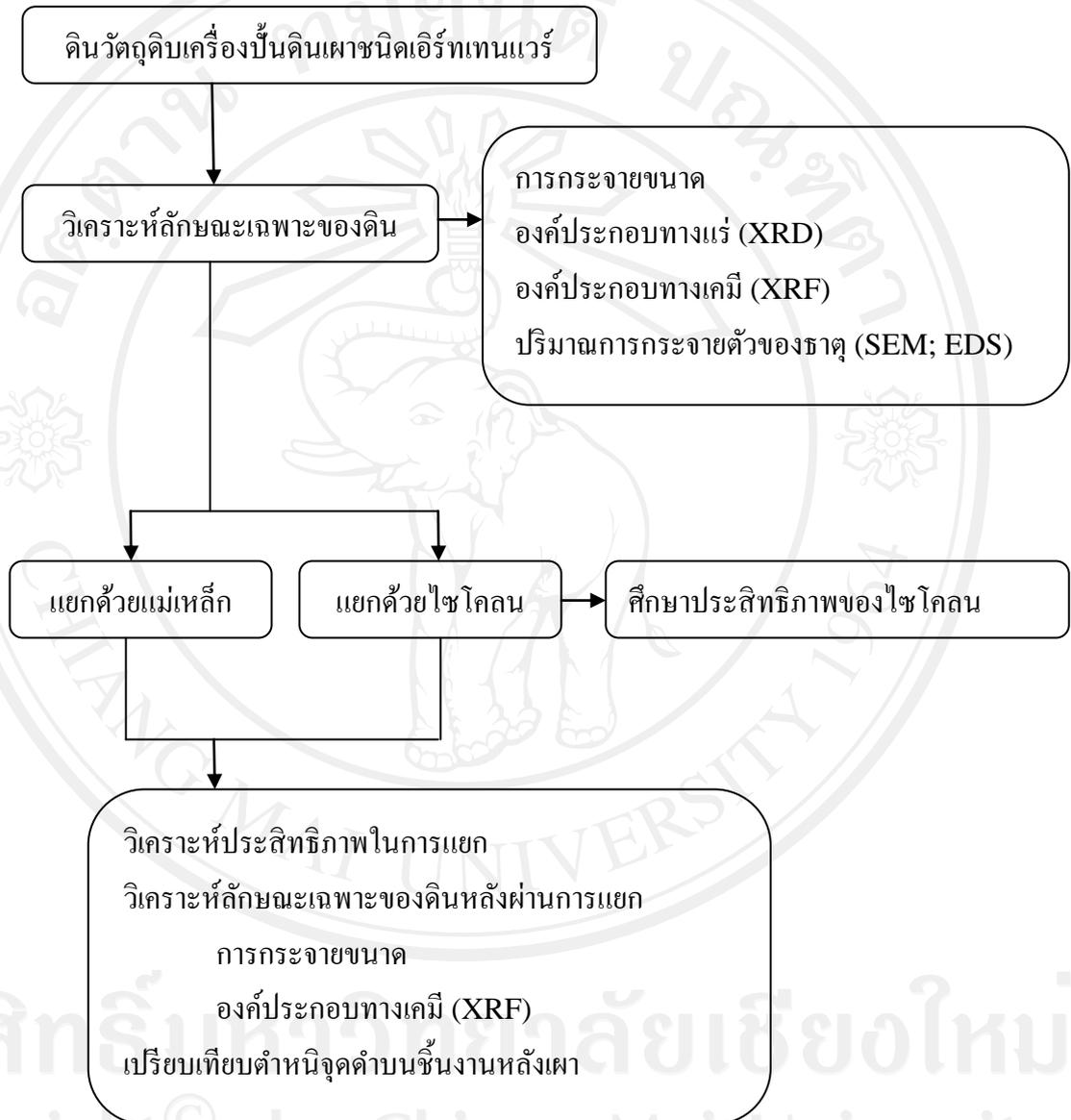
รูป 3.8 ดินวัตถุคืบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์



รูป 3.9 การกระจายขนาดของดินวัตถุคืบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์

3.3 วิธีการทดลอง

ขั้นตอนการทดลองเพื่อศึกษาการกำจัดตำหนิจุดดำจากวัตถุผิวเอิร์ทเทนแวร์ด้วยกระบวนการแยกด้วยแม่เหล็กและวิธีไซโคลนนั่นสรุปได้ดังแผนผังรูป 3.9

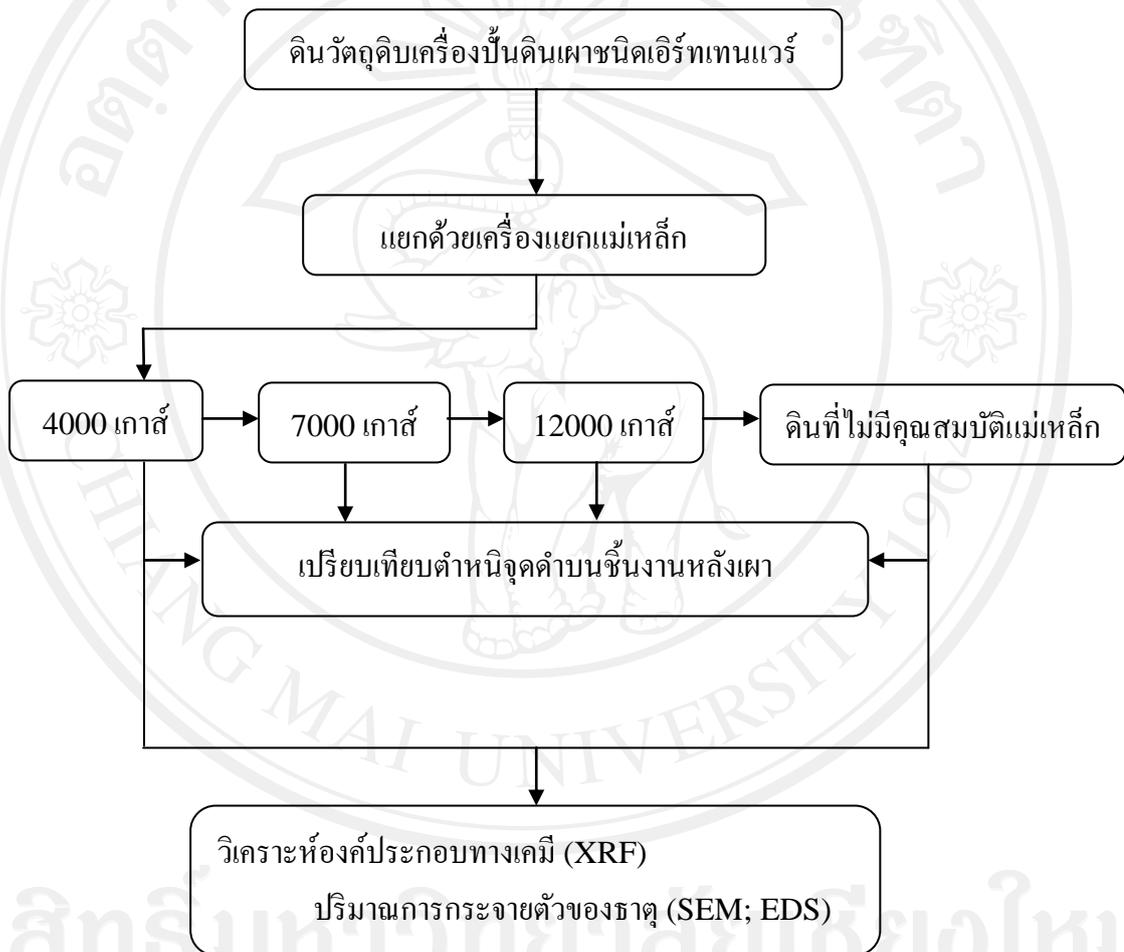


รูป 3.9 ขั้นตอนการทดลองเพื่อศึกษาการกำจัดตำหนิจุดดำจากวัตถุผิวเอิร์ทเทนแวร์ด้วยกระบวนการแยกด้วยแม่เหล็กและวิธีไซโคลน

- 1) วิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของดินวัตถุบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์
 - ก) วิเคราะห์การกระจายขนาดด้วยตะแกรงร่อนขนาด 500, 355, 250, 180, 125, 90, 63 และ 45 μm
 - ข) วิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ด้วยเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรคชัน
 - ค) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์
 - ง) วิเคราะห์ปริมาณการกระจายตัวของธาตุด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเทคนิค Energy Dispersive X-ray Micro Analysis system; EDS
- 2) ทดลองแยกการแยกดินที่เป็นสาเหตุของตำหนิจุดดำด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก และไซโคลน
- 3) วิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของดินวัตถุบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็กและไซโคลน
 - ก) วิเคราะห์การกระจายขนาดด้วยตะแกรงร่อนขนาด 500, 355, 250, 180, 125, 90, 63 และ 45 μm
 - ข) วิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ด้วยเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรคชัน
 - ค) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์
 - ง) เปรียบเทียบตำหนิจุดดำบนชิ้นงานเมื่อผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแม่เหล็กและไซโคลนกับชิ้นงานที่ใช้วัตถุบที่ไม่ผ่านการแยกดินที่เป็นสาเหตุของตำหนิจุดดำ

3.3.1 ขั้นตอนการทดลองเพื่อกำจัดตำหนิจุดดำจากวัตถุบิเอิร์ทเทนแวร์ด้วยกระบวนการแยกด้วยแม่เหล็ก

การทดลองเพื่อกำจัดตำหนิจุดดำจากวัตถุบิเอิร์ทเทนแวร์ด้วยกระบวนการแยกด้วยแม่เหล็กนั้นใช้เครื่องแยกด้วยแม่เหล็กของบริษัท Frantz Isodynamic Separator รุ่น L1 ซึ่งสามารถปรับระดับความเข้มของสนามแม่เหล็กได้ ในการทดลองนี้ใช้ความเข้มของสนามแม่เหล็กในการแยก 4000, 7000 และ 12000 เกาส์ มีลำดับขั้นตอนดังรูป 3.10



รูป 3.10 ขั้นตอนการทดลองเพื่อกำจัดตำหนิจุดดำจากวัตถุบิเอิร์ทเทนแวร์
ด้วยกระบวนการแยกด้วยแม่เหล็ก

1) ใช้เครื่องแยกแบบแม่เหล็กกำจัดตำหนิจุดดำจากวัตถุดิบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์ โดยผ่านดินวัตถุดิบที่สนามแม่เหล็กความเข้มจากต่ำไปสูง เพื่อหาความเข้มของสนามแม่เหล็กที่เหมาะสมในการกำจัดดินที่เป็นสาเหตุของตำหนิจุดดำบนชิ้นงานเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์

ก) ผ่านดินวัตถุดิบที่สนามแม่เหล็กความเข้ม 4000 เกาส์

ข) ผ่านดินวัตถุดิบที่ได้จากข้อ ก) โดยใช้สนามแม่เหล็กความเข้ม 7000 เกาส์

ค) ผ่านดินวัตถุดิบที่ได้จากข้อ ข) โดยใช้สนามแม่เหล็กความเข้ม 12000 เกาส์

2) นำดินที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็กที่สนามแม่เหล็กความเข้ม 4000 เกาส์ และดินที่ผ่านการแยกวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติแม่เหล็กแล้วมาวิเคราะห์คุณสมบัติ

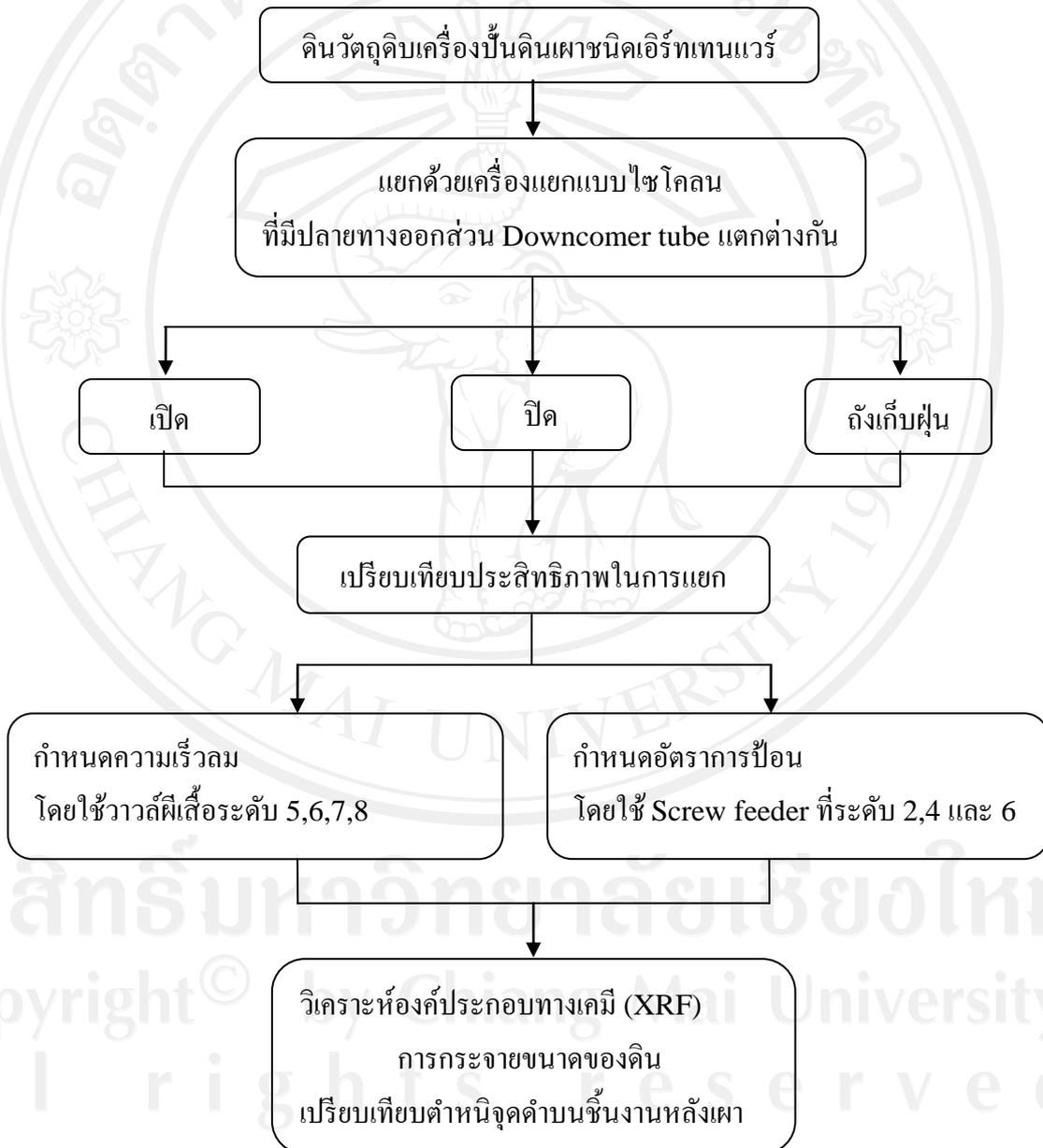
ก) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์

ข) วิเคราะห์ปริมาณการกระจายตัวของธาตุด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เทคนิค Energy Dispersive X-ray Micro Analysis system; EDS

3) เปรียบเทียบตำหนิจุดดำบนชิ้นงานที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็กที่สนามแม่เหล็กความเข้มต่างๆ

3.3.2 ขั้นตอนการทดลองเพื่อกำจัดตำหนิจุดดำจากวัตถุดิบเอิร์ทเทนแวร์ด้วยกระบวนการแยกด้วยเครื่องแยกแบบไซโคลน

การทดลองเพื่อกำจัดตำหนิจุดดำจากวัตถุดิบเอิร์ทเทนแวร์ด้วยกระบวนการแยกด้วยเครื่องแยกแบบไซโคลน ใช้ไซโคลนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 เมตร สูง 0.8 เมตร โดยมีลำดับขั้นตอนดังรูป 3.11



รูป 3.11 ขั้นตอนการทดลองเพื่อกำจัดตำหนิจุดดำจากวัตถุดิบเอิร์ทเทนแวร์ด้วยกระบวนการแยกด้วยไซโคลน

- 1) ใช้เครื่องแยกแบบไซโคลนกำจัดตำหนิจุดดำจากวัตถุดิบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์ โดยใช้เครื่องแยกแบบไซโคลนที่มี Downcomer tube แตกต่างกัน
 - ก) Downcomer tube แบบเปิด
 - ข) Downcomer tube แบบปิด
 - ค) Downcomer tube แบบถึงเก็บดิน
- 2) ศึกษาความเร็วลมที่เหมาะสมในการกำจัดดินที่เป็นสาเหตุของตำหนิจุดดำบนชิ้นงานเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์ ทำการทดลองโดยกำหนดความเร็วลมด้วยวาล์วสี่ระดับ 5, 6, 7 และ 8
- 3) ศึกษาอัตราการป้อนดินที่ต้องการกำจัดตำหนิจุดดำด้วยเครื่องแยกแบบไซโคลนที่เหมาะสม กำหนดอัตราการป้อนด้วย Screw feeder ที่ระดับ 2, 4 และ 6
- 4) วิเคราะห์ดินที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบไซโคลน
 - ก) การกระจายขนาดของดิน
 - ข) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (XRF)
 - ค) เปรียบเทียบตำหนิจุดดำบนชิ้นงานหลังเผา