

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

ในส่วนของการทดลองและอภิปรายผลการทดลองประกอบด้วย การวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของดิน การกระจายขนาด ความหนาแน่น องค์ประกอบทางแร่ (XRD) องค์ประกอบทางเคมี (XRF) ปริมาณการกระจายตัวของธาตุ (SEM; EDS) ความหนาแน่น และการกำจัดตำหนิจุดดำจากวัตถุคิบเอร์ทเทนแวร์ด้วยกระบวนการแยกด้วยแม่เหล็กและวิธีไซโคลนศึกษาองค์ประกอบของดินที่ผ่านกระบวนการแยก และเปรียบเทียบจุดดำบนพื้นผิวชิ้นงาน

4.1 ลักษณะเฉพาะของดินวัตถุคิบเอร์ทเทนแวร์ปั้นดินเผาชนิดเอร์ทเทนแวร์

4.1.1 ขนาดเฉลี่ยและการกระจายขนาดของอนุภาค

วิเคราะห์โดยร่อนผ่านชุดตะแกรงมาตรฐานจากบริษัท Retsch ตามอนุกรม $\sqrt{2}$ ช่วงขนาด 35 เมช ถึง 325 เมช

ตาราง 4.1 การกระจายขนาดของดินวัตถุคิบเอร์ทเทนแวร์ปั้นดินเผาชนิดเอร์ทเทนแวร์

ตะแกรงมาตรฐาน (เมช)	ช่วงขนาด (μm)	$d_{\text{avg}}(\mu\text{m})$	ร้อยละโดยน้ำหนัก
(+35)	(+500)	>500	38.17
(-35+45)	(-500+355)	421	6.62
(-45+60)	(-355+250)	298	5.45
(-60+80)	(-250+180)	212	7.84
(-80+120)	(-180+125)	150	5.52
(-120+170)	(-125+90)	106	5.70
(-170+230)	(-90+63)	75	5.37
(-230+325)	(-63+45)	53	2.32
(-325)	(-45)	<45	20.10

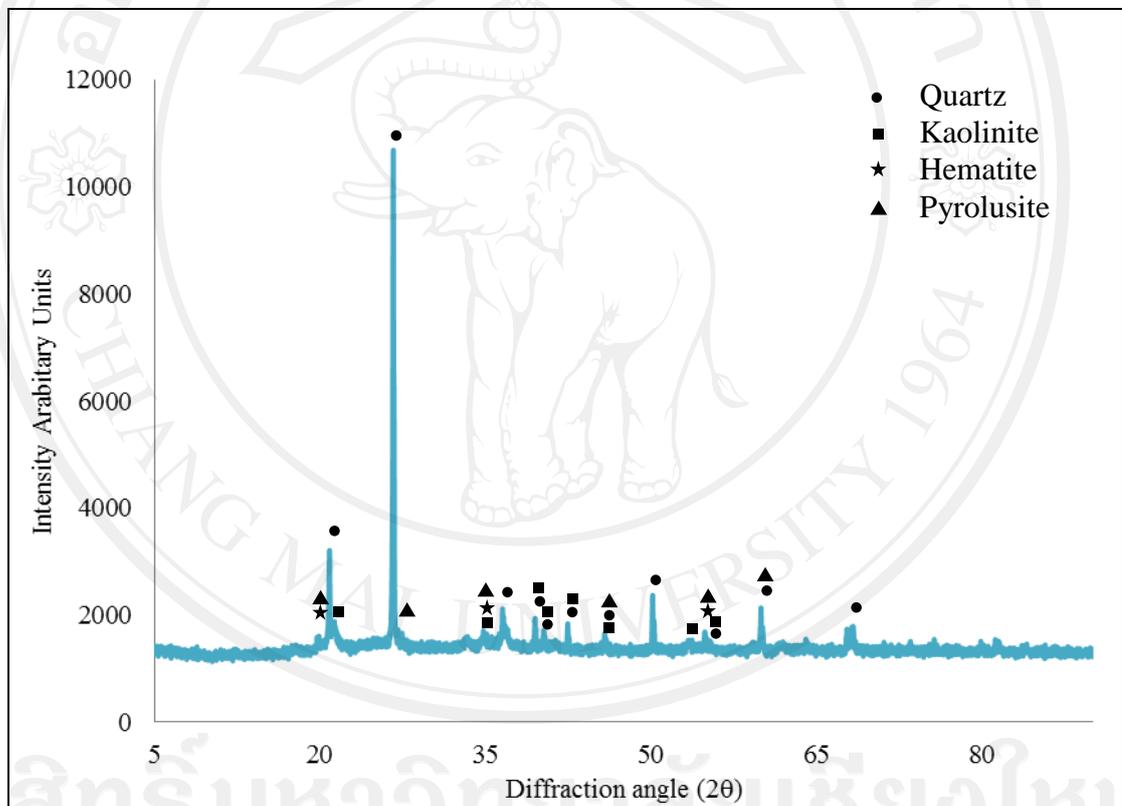
จากการศึกษาการกระจายขนาดของดินวัตถุคิบเอร์ทเทนแวร์ปั้นดินเผาชนิดเอร์ทเทนแวร์ พบว่าอนุภาคดินร้อยละ 50.25 มีขนาดใหญ่กว่า $250 \mu\text{m}$ ดังตาราง 4.1 ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ผิวของชิ้นงานขรุขระไม่เรียบเนียน สามารถมองเห็นตำหนิจุดดำได้ชัดและอาจทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด จึงควรหาทางกำจัดออกจากดินวัตถุคิบเอร์ทเทนแวร์ แต่ในกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาชิ้นนั้นยังต้องการอนุภาคขนาดใหญ่เพื่อป้องกันการหดตัวของชิ้นงานที่อาจจะทำให้เกิดการแตกร้าว

ดังนั้นจึงควรศึกษากระบวนการแยกอนุภาคที่เป็นสาเหตุของตำหนิจุดดำออกจากวัตถุดิบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอร์ทเทนแวร์ โดยไม่ทำให้สูญเสียเนื้อดินวัตถุดิบมากเกินไป

เพื่อหาทางกำจัดวัตถุดิบส่วนที่ทำให้เกิดตำหนิจุดดำบนพื้นผิวของชิ้นงานเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอร์ทเทนแวร์ จึงต้องทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของดินวัตถุดิบ เพื่อหากระบวนการแยกที่เหมาะสมต่อไป

4.1.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ด้วยเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน

วิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ของดินวัตถุดิบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอร์ทเทนแวร์เพื่อหาองค์ประกอบของตำหนิจุดดำในวัตถุดิบ



รูป 4.1 รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของวัตถุดิบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอร์ทเทนแวร์

จากการศึกษารูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของวัตถุดิบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอร์ทเทนแวร์ ดังรูป 4.1 พบว่าองค์ประกอบของแร่ที่เป็นไปได้คือ เกโอลิไนท์ ควอตซ์ ฮีมาไทต์ และไพโรลูไซต์ ซึ่งจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง [13] พบว่าฮีมาไทต์และไพโรลูไซต์นั้นมีสมบัติทางแม่เหล็ก จึงสามารถใช้กระบวนการทางแม่เหล็กกำจัดออกได้

4.1.3 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของดินวัตถุบดเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์เพื่อหาองค์ประกอบของตำหนิจุดดำในวัตถุบด

ตาราง 4.2 ร้อยละโดยมวลขององค์ประกอบทางเคมีของดินวัตถุบดเครื่องปั้นดินเผาเอิร์ทเทนแวร์

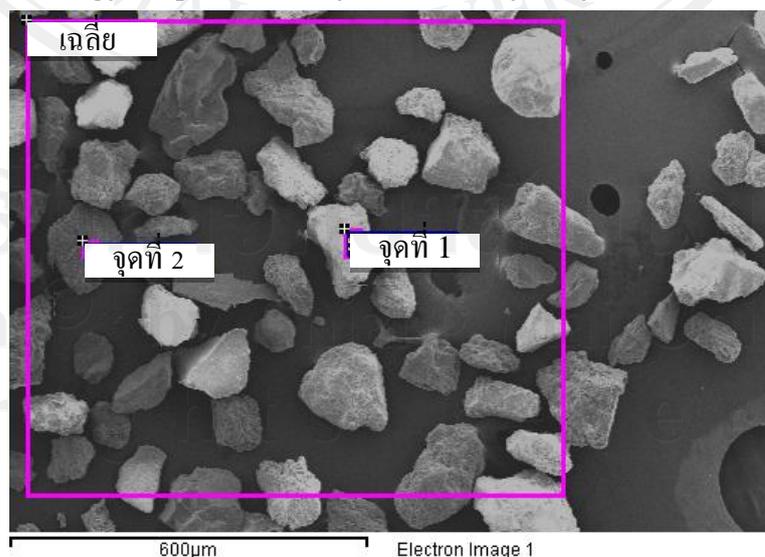
ร้อยละโดยน้ำหนัก							
Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	Mn	Fe
0.54	5.11	78.16	2.65	0.00	0.34	0.67	12.54

ตาราง 4.3 ร้อยละโดยมวลออกไซด์ของดินวัตถุบดเครื่องปั้นดินเผาเอิร์ทเทนแวร์

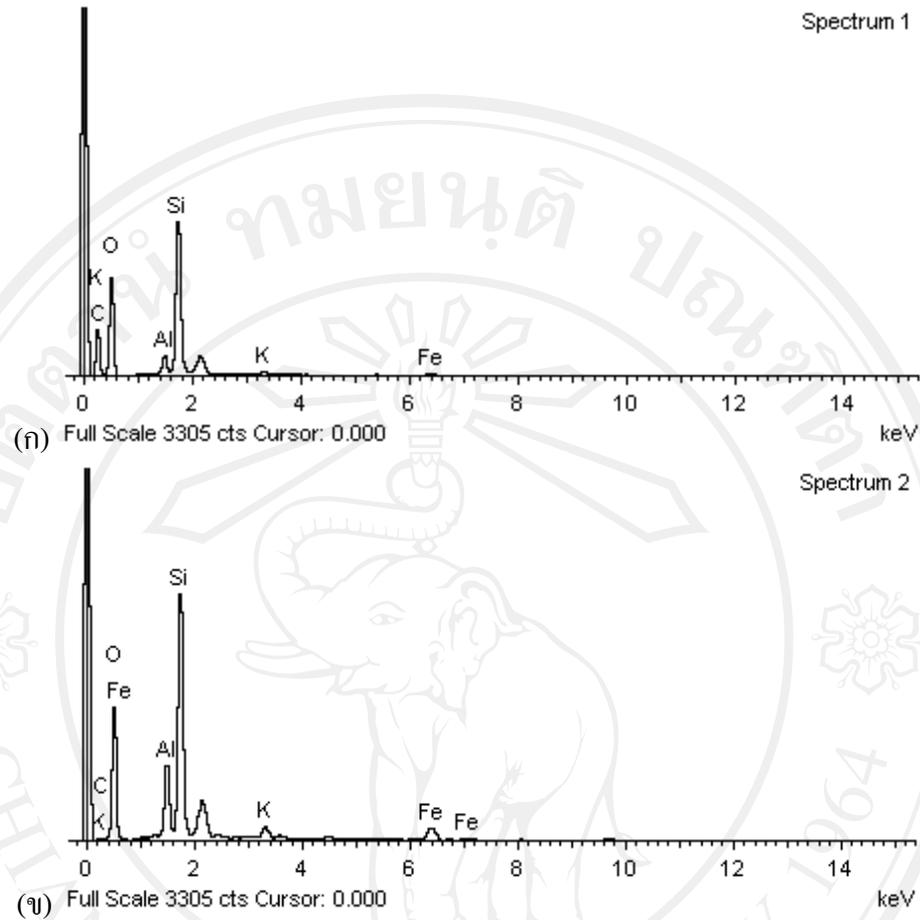
ร้อยละโดยน้ำหนัก							
MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO ₂	Fe ₂ O ₃
0.55	5.62	85.64	1.26	0.00	0.21	0.35	6.36

จากข้อมูลในตาราง 4.2 และ 4.3 การศึกษาปริมาณธาตุในดินวัตถุบดเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์พบว่า มีเหล็ก และแมงกานีสเป็นองค์ประกอบ 12.54% และ 0.54 % ตามลำดับ และจากการศึกษาปริมาณออกไซด์พบว่า มีเหล็กออกไซด์ (Fe₂O₃) และแมงกานีสออกไซด์ (MnO₂) เป็นองค์ประกอบ 6.36% และ 0.35% ตามลำดับ ซึ่งฮีมาไทต์และไพโรลูไซต์ เป็นออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีสที่น่าจะเป็นองค์ประกอบของตำหนิจุดดำบนพื้นผิวของเครื่องปั้นดินเผาจึงได้นำวัตถุบดของเครื่องปั้นดินเผานี้มาวิเคราะห์ปริมาณของเหล็กและแมงกานีสบนวัตถุบดส่วนที่มีสีต่างๆ กัน

4.1.4 วิเคราะห์ปริมาณการกระจายตัวของธาตุด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดโดยเทคนิค Energy Dispersive X-ray Micro Analysis system (EDS)



รูป 4.2 การกระจายตัวของธาตุที่ตรวจสอบได้จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแบบอิเล็กตรอนกระเจิงกลับ (SEM: Backscattered Electron)



รูป 4.3 ปริมาณของธาตุที่ตรวจสอบได้จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เทคนิค Energy Dispersive X-ray Micro Analysis system; EDS ตามตำแหน่งในรูป 4.2 (ก) จุดที่ 1 (ข) จุดที่ 2

จากรูป 4.2 , 4.3 และตาราง 4.4 แสดงให้เห็นการวิเคราะห์ปริมาณธาตุด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดโดยเทคนิค EDS พบว่า ปริมาณธาตุเหล็ก มีปริมาณเหล็ก 3.11% จุดที่หนึ่ง ซึ่งเป็นส่วนของอนุภาคที่มีสีเข้ม มีปริมาณเหล็กสูงถึง 11.98% และจุดที่สอง ซึ่งอนุภาคมีสีอ่อน มีปริมาณเหล็กน้อยมาก

ตาราง 4.4 การกระจายปริมาณธาตุในวัตถุคิบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์จากเทคนิค SEM:EDS

ธาตุ	ร้อยละโดยน้ำหนัก					
	เฉลี่ยทั้งภาพ		จุดที่1		จุดที่2	
	น้ำหนัก	โมล	น้ำหนัก	โมล	น้ำหนัก	โมล
Al ₂ O ₃	7.94	1.39	27.38	7.08	9.66	0.64
SiO ₂	81.88	12.16	6.68	25.65	90.34	36.81
K ₂ O	1.95	0.37	22.68	1.69	-	-
Fe ₂ O ₃	8.23	0.92	43.26	4.73	-	-

4.1.5 องค์ประกอบทางเคมีของดินในแต่ละช่วงขนาด

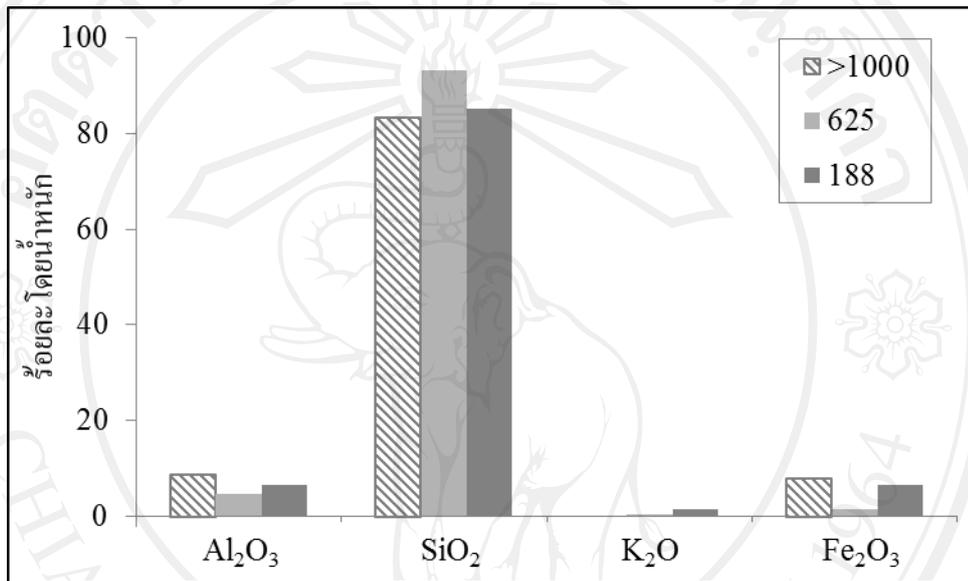
วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของดินวัตถุคิบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์เพื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบของตำหนักจุดค่าของวัตถุคิบในแต่ละช่วงขนาด

ตาราง 4.5 ร้อยละโดยมวลออกไซด์ขององค์ประกอบทางเคมีของดินวัตถุคิบเครื่องปั้นดินเผาเอิร์ทเทนแวร์แบ่งตามช่วงขนาด

	ร้อยละโดยน้ำหนักของออกไซด์									
	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO ₂	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂	TiO ₂	CaO
ดินก่อนร่อน	18.5	5.48	1.95	0.33	0.05	0.18	0.04	66.3	0.61	0.24
< 150 μm	20	5.51	2.07	0.42	0.002	0.37	0.04	63.1	0.75	0.31
< 63 μm	22	5.54	2.06	0.46	<0.01	0.26	0.04	60.8	0.83	0.3
< 44 μm	20.9	5.74	2.09	0.52	<0.01	0.17	0.04	61.3	0.87	0.35

ตาราง 4.6 ปริมาณออกไซด์ในวัสดุคืบเครื่องปั้นดินเผาชนิดอิฐทนแควร์ แบ่งตามช่วงขนาด

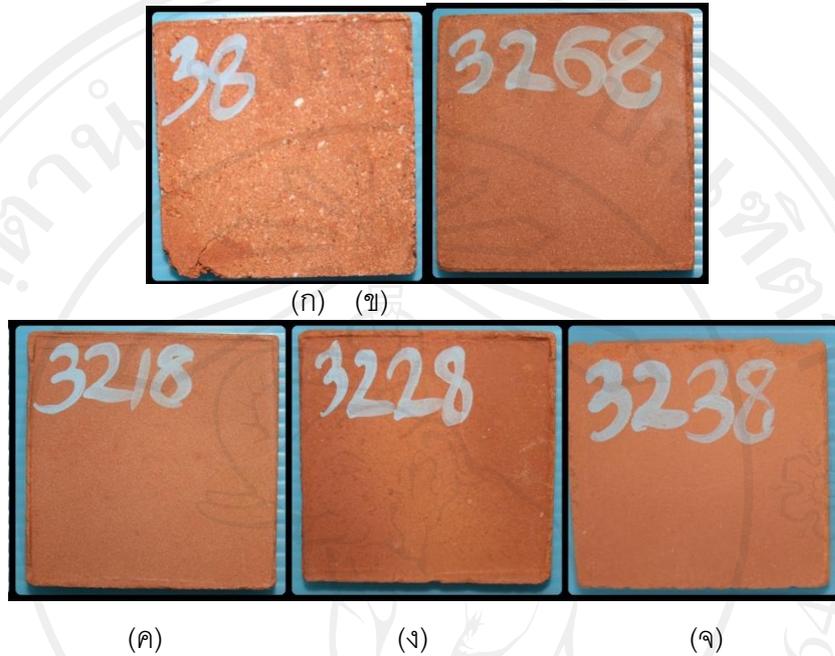
d _{avg} (μm)	d _{max} (μm)	ร้อยละโดยน้ำหนัก			
		Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	Fe ₂ O ₃
>1000	>1000	8.85	83.15	0.00	8.00
625	1000	4.78	93.10	0.50	1.62
188	250	6.52	85.17	1.58	6.73



รูป 4.4 ปริมาณออกไซด์ที่ได้รับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS เปรียบเทียบตามช่วงขนาด 188, 625 และสูงกว่า 1000 μm

จากการศึกษาปริมาณออกไซด์ด้วยเทคนิค XRF และปริมาณธาตุด้วยเทคนิค EDS ของดินช่วงขนาดต่างๆ ทำให้พบว่าอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 1000 μm มีเหล็กเป็นองค์ประกอบสูงถึง 5.55% ซึ่งสูงกว่าอนุภาคที่มีขนาดปานกลาง (ขนาดเฉลี่ย 625 μm) ซึ่งมีเหล็กเป็นองค์ประกอบ 1.45% ดังนั้นการใช้ตะแกรงร่อนขนาด 500 μm จะสามารถแยกอนุภาคขนาดใหญ่ซึ่งมีองค์ประกอบของเหล็กสูง ออกจากวัสดุคืบเครื่องปั้นดินเผาชนิดอิฐทนแควร์นี้ได้ แต่จะทำให้สูญเสียเนื้อดินวัสดุคืบอื่นๆ ที่มีขนาดใหญ่ไปด้วย ส่วนอนุภาคที่มีขนาดกลาง (625 μm) ที่มีปริมาณเหล็กน้อยส่วนอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 250 μm นั้นมีเหล็กเป็นองค์ประกอบสูงถึง 4.45% ยังคงตกค้างอยู่ในวัสดุคืบ อาจทำให้เกิดการจับตัวกัน และเปลี่ยนแปลงระหว่างการเผาได้ [2]

4.1.6 ลักษณะชิ้นงานที่ได้จากการเผาดินวัตถุดิบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์
ที่ช่วงขนาดต่างๆ



รูป 4.5 ชิ้นงานที่ได้จากดินตัวอย่าง (ก) ไม่ผ่านการร่อน
และที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด
(ข) 250 μm (ค) 149 μm (ง) 63 μm และ (จ) 45 μm

เมื่อเปรียบเทียบชิ้นงานความกว้างยาว 5 เซนติเมตรที่ได้จากวัตถุดิบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์ที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 250, 149, 63 และ 45 μm ดังรูป 4.5 พบว่าชิ้นงานที่ได้จากวัตถุดิบที่ผ่านการร่อนแยกอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ออก ผิวของชิ้นงานจะมีความเรียบเนียนมากขึ้น แต่ยังมีตำหนิจุดดำขนาดเล็กอยู่บนพื้นผิวบ้าง และจากการวิเคราะห์การกระจายขนาดของดินวัตถุดิบเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์ในตาราง 4.1 อนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 250 μm นั้นมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 50.24 ดังนั้นการกำจัดอนุภาคที่เป็นสาเหตุของตำหนิจุดดำโดยใช้วิธีการร่อนจะทำให้สูญเสียเนื้อดินปริมาณมาก และสูญเสียวัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานขนาดใหญ่เพื่อลดการหดตัวของชิ้นงาน

4.2 การแยกดินที่เป็นสาเหตุของตำหนิจุดดำด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก

4.2.1 การแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก

ผ่านดินวัตถุที่มีความเข้มข้นแม่เหล็กจากต่ำไปสูง เพื่อหาความเข้มข้นของสนามแม่เหล็กที่เหมาะสมในการกำจัดดินที่เป็นสาเหตุของตำหนิจุดดำบนชิ้นงานเครื่องปั้นดินเผาชนิดอิฐทนแวน

- 1) ผ่านดินวัตถุที่มีความเข้มข้นแม่เหล็ก 4000 เกาส์
- 2) ผ่านดินวัตถุที่ได้จากข้อ 1) โดยใช้ความเข้มข้นแม่เหล็ก 7000 เกาส์
- 3) ผ่านดินวัตถุที่ได้จากข้อ 2) โดยใช้ความเข้มข้นแม่เหล็ก 12000 เกาส์

ตาราง 4.7 ร้อยละ โดยน้ำหนักของดินช่วงขนาดต่างๆ ที่ผ่านการแยกด้วยสนามแม่เหล็กความเข้มข้น 4000, 7000 และ 12000 เกาส์

d _{avg} (μm)	d _{max} (μm)	ร้อยละ โดยน้ำหนักที่ผ่านการแยกด้วยสนามแม่เหล็ก			
		4000 เกาส์	7000 เกาส์	12000 เกาส์	non magnetic
>1000	>1000	0.07	6.14	16.14	76.12
625	1000	0.07	1.66	8.59	90.09
188	250	0.00	2.05	8.74	89.94

จากตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์สมบัติทางแม่เหล็กของวัตถุเครื่องปั้นดินเผาชนิดอิฐทนแวนที่ช่วงขนาดต่างๆ พบว่าอนุภาคขนาดใหญ่กว่า 1000 μm มีปริมาณอนุภาคที่มีสมบัติทางแม่เหล็กถึง 22.35 % สามารถใช้สนามแม่เหล็กความเข้มข้น 4000, 7000 และ 12000 เกาส์ แยกออกมาได้ และอนุภาคขนาดกลางที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 625 μm มีอนุภาคที่มีสมบัติทางแม่เหล็ก สามารถใช้เครื่องแยกแบบแม่เหล็กแยกออกมาได้ 10.32 % และอนุภาคขนาดเฉลี่ย 188 μm มีอนุภาคที่มีสมบัติแม่เหล็ก 10.79 %

4.2.2 สมบัติของดินวัตถุที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก

1) ลักษณะของดินที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก

	ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก (เกาส์)			
	4000	7000	12000	ไม่มีสมบัติแม่เหล็ก
(ก)				
(ข)				
(ค)				

รูป 4.6 ลักษณะของดินในช่วงขนาดต่างๆ (ก) ขนาดมากกว่า 1000 μm (ข) ขนาดเฉลี่ย 625 μm และ (ค) ขนาดเฉลี่ย 188 μm ที่ผ่านการแยกด้วยสนามแม่เหล็ก

จากรูป 4.6 ลักษณะของดินที่ผ่านการแยกด้วยสนามแม่เหล็กความเข้ม 4000 เกาส์ ซึ่งเป็นระดับสนามแม่เหล็กที่อ่อน อนุภาคที่จะแยกออกมาได้จึงต้องมีสมบัติทางแม่เหล็กแบบเข้ม จากภาพจะเห็นดินมีปริมาณน้อยแต่มีสีเข้ม และในรูป (ก) ที่ผ่านการแยกด้วยแม่เหล็กที่ความเข้ม 7000 และ 12000 เกาส์ มีสีเข้มและมีความละเอียด ดังนั้นการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็กจึงสามารถลดต้นทุนจุดค่าจากวัตถุเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์ได้

2) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์

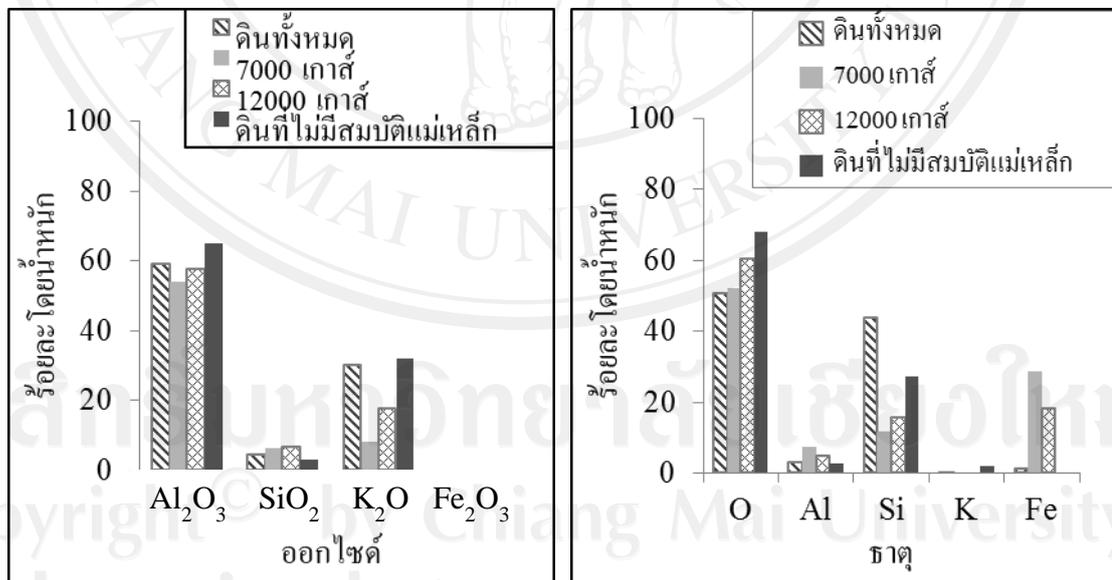
ตาราง 4.8 ร้อยละโดยมวลออกไซด์ขององค์ประกอบทางเคมีของดินจากโรงงานและดินที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก

ตัวอย่าง	ร้อยละโดยน้ำหนัก							
	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO ₂	Fe ₂ O ₃
ดินทั้งหมด	0.55	5.62	85.64	1.26	0.00	0.21	0.35	6.36
ดินที่มีสมบัติแม่เหล็ก	1.12	13.53	56.62	1.69	0.15	0.71	0.99	25.20
ดินที่ไม่มีสมบัติแม่เหล็ก	0.00	3.25	94.92	1.19	0.00	0.05	0.000	0.59

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของดินตัวอย่าง ดินที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก ส่วนที่มีสมบัติทางแม่เหล็ก และส่วนที่ไม่มีสมบัติทางแม่เหล็กพบว่าปริมาณเหล็กและแมงกานีสของอนุภาคที่มีสมบัติทางแม่เหล็กนั้นสูงกว่าส่วนที่ไม่มีสมบัติทางแม่เหล็กอย่างเห็นได้ชัด ทำให้การแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็กนั้นเป็นกระบวนการที่เหมาะสมในการกำจัดค่านิรุธค่าที่มองเห็นได้จากเครื่องปั้นดินเผาชนิดอิฐทนแควร์

3) วิเคราะห์ปริมาณการกระจายตัวของธาตุด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ

ส่องกราดด้วยเทคนิค Energy Dispersive X-ray Micro Analysis system; EDS



รูป 4.7 (ก) ปริมาณการกระจายตัวของธาตุวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS ของดินช่วงขนาดสูงกว่า 1000 μm ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก

(ข) ปริมาณการกระจายตัวของธาตุวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS ของดินช่วงขนาดเฉลี่ย 625 μm ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก

จากรูป 4.7(ก) จะเห็นว่าปริมาณเหล็กในวัตถุดิบทั้งหมด และที่ผ่านการคัดแยกด้วยแม่เหล็กความเข้ม 7000 และ 12000 เกาส์ ส่วนที่ผ่านการแยกด้วยแม่เหล็กมีปริมาณเหล็กต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด

4.2.3 เปรียบเทียบค่าหนักจุดคำนวณชิ้นงานที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็กที่ความเข้มสนามแม่เหล็กต่างๆ

d _{avg} (μm)	ก่อนแยก	ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก (เกาส์)	
		7000	12000
625			
188			
107.5			
54			

รูป 4.8 ชิ้นงานจากวัตถุดิบที่มีขนาดเฉลี่ย 500, 188, 107.5 และ 54 μm ประกอบด้วยดินตัวอย่างและดินที่ผ่านการแยกด้วยแม่เหล็กความเข้ม 7000 และ 12000 เกาส์

เมื่อเปรียบเทียบชิ้นงานเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบแม่เหล็กเพื่อกำจัดส่วนที่เป็นสาเหตุของค่าหนักจุดคำนวณชิ้นงานแล้วพบว่าปริมาณค่าหนักจุด

ที่มองเห็นได้บนผิวชิ้นงานลดลง โดยการใช้แม่เหล็กความเข้ม 7000 และ 12000 เกาส์ ทำให้ปริมาณตำหนิจุดดำบนพื้นผิวลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยไม่สูญเสียอนุภาคขนาดใหญ่ไปเหมือนการแยกด้วยตะแกรงร่อน

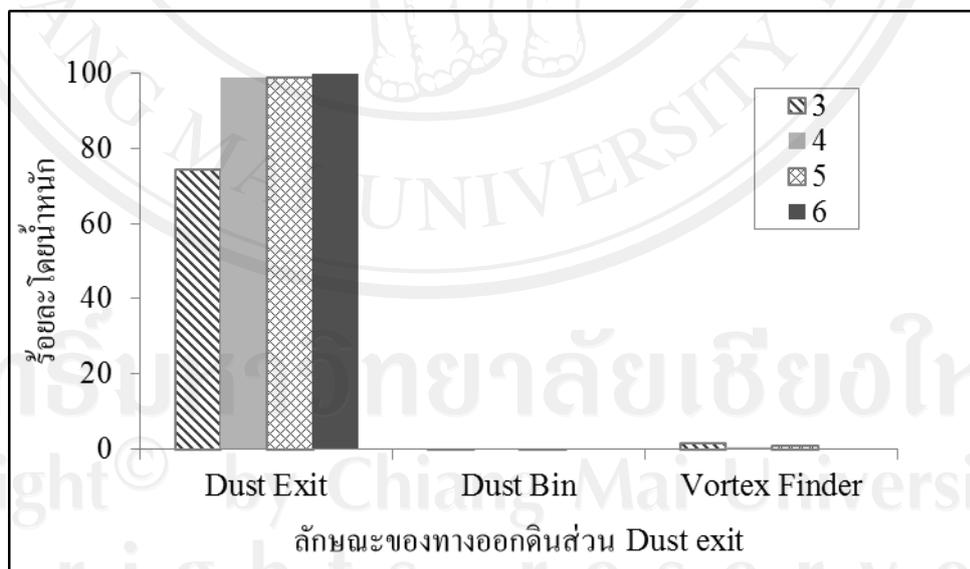
4.3 การแยกดินที่เป็นสาเหตุของตำหนิจุดดำด้วยเครื่องแยกแบบไซโคลน

4.3.1 อัตราส่วนและการกระจายขนาดของดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่มี

Downcomer tube แบบต่างๆ จากส่วน Dust exit, Dust bin และ Vortex finder

ตาราง 4.9 เปรียบเทียบอัตราส่วนดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลน เมื่อเปลี่ยนแปลงระดับ วาล์วผีเสื้อของไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบปิด

ระดับ วาล์ว ผีเสื้อ	ระดับ feeder	อัตราส่วนดินที่ผ่านการแยกออกมาตามส่วนต่างๆของไซโคลน			
		Dust Exit	Dust Bin	Vortex Finder	ตกค้าง
3	6	74.62	0.06	1.74	23.58
4	6	98.88	0.03	0.57	0.52
5	6	99.04	0.05	0.91	0.00
6	6	99.68	0.03	0.29	0.00



รูป 4.9 อัตราส่วนดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลน เมื่อเปลี่ยนแปลงระดับวาล์วผีเสื้อ ของไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบปิด

เพื่อศึกษาหาระดับวาล์วสี่เหลี่ยมที่ให้ความเร็วลมที่เหมาะสมกับการแยกด้วยไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบปิด แล้วพบว่าที่ระดับวาล์วสี่เหลี่ยม 3 และ 4 ซึ่งให้ความเร็วลม 7.52 และ 15.75 m/s ทำให้เกิดการตกค้างของอนุภาคที่ทางเข้าของเครื่องแยกแบบไซโคลน 23.58 และ 0.52 กรัม ตามลำดับ ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดการตกค้างของอนุภาค การใช้ไซโคลนแบบปลายปิดจึงไม่ควรใช้ระดับวาล์วสี่เหลี่ยมที่ต่ำเกินไป และจากผลการทดลองนี้พบว่า การแยกด้วยเครื่องแยกแบบที่มี Downcomer tube แบบปิดนั้นอนุภาคดินมากกว่า 98% จะตกลงมาที่ส่วนของ Dust exit

1) เครื่องแยกแบบไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบปิด

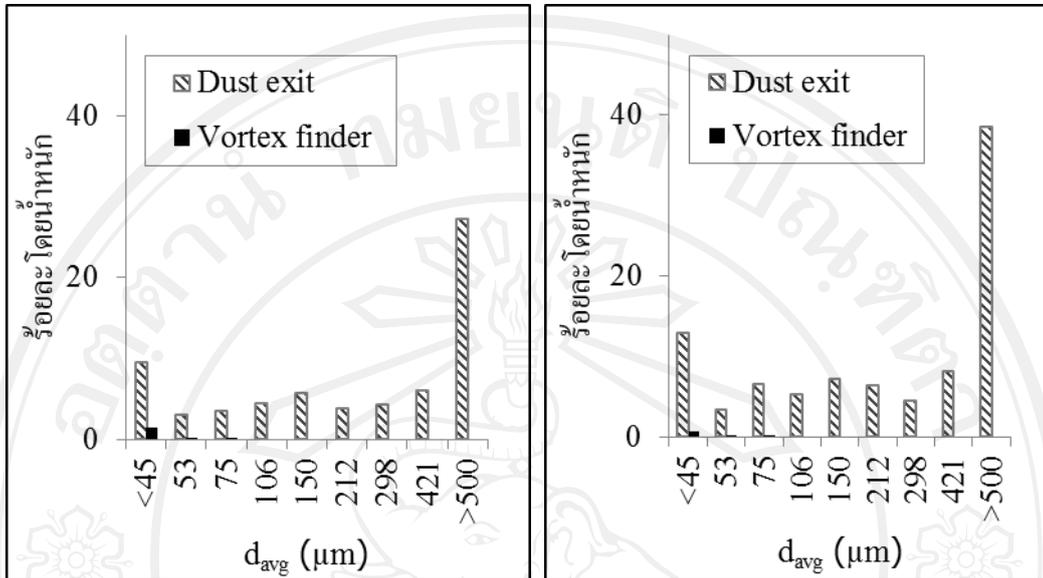
การแยกดินวัตถุคิบเครื่องปั่นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์ด้วยเครื่องแยกแบบไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบปิดที่ระดับวาล์วสี่เหลี่ยม 3, 4, 5 และ 6 เพื่อศึกษาความสามารถในการจำแนกขนาดของดินวัตถุคิบ

ตาราง 4.10 เปรียบเทียบการกระจายขนาดของดินจากส่วน Dust exit และ Vortex finder ที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบปิด

d _{avg} (µm)	d _{max} (µm)	ร้อยละโดยน้ำหนักของดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่ระดับวาล์วสี่เหลี่ยมต่างๆ							
		Dust exit				Vortex finder			
		3	4	5	6	3	4	5	6
<45	45	9.61	12.85	10.09	12.48	1.49	0.52	0.76	0.26
53	63	3.01	3.31	2.96	3.97	0.06	0.02	0.10	0.03
75	90	3.52	6.51	5.03	4.30	0.07	0.01	0.02	0.01
106	125	4.55	5.28	4.50	5.06	0.00	0.00	0.00	0.00
150	180	5.70	7.24	5.26	6.66	0.00	0.00	0.00	0.00
212	250	3.85	6.46	7.13	5.18	0.00	0.00	0.00	0.00
298	355	4.29	4.55	5.05	5.70	0.00	0.00	0.00	0.00
421	500	6.02	8.08	7.68	6.91	0.00	0.00	0.00	0.00
>500	>500	27.24	38.56	47.27	43.85	0.00	0.00	0.00	0.00
		72.74	98.12	98.61	98.64	1.70	0.57	0.91	0.29

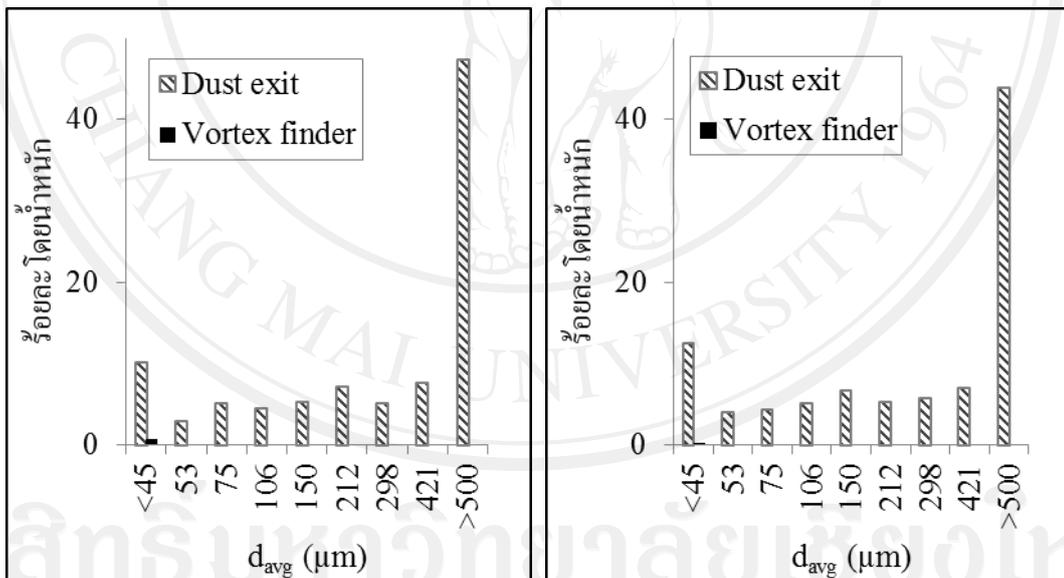
ดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบปิด โดยใช้ระดับวาล์วสี่เหลี่ยม 3, 4, 5 และ 6 ถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ดินที่ผ่านการแยกออกมาในส่วนของ Dust exit และส่วนของ Vortex finder ซึ่งจากผลการทดลองในตาราง 4.10 พบว่าดินมากกว่า 98% ถูกแยกออกมาในส่วนของ Dust exit และมีดินน้อยกว่า 2% เคลื่อนที่ไปยัง Vortex finder จากหลักการทำงานของไซโคลนพบว่าเมื่ออนุภาคเคลื่อนที่เข้าสู่ไซโคลนจะเกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ทำให้อนุภาคที่มีแรงเหวี่ยงมากพอเคลื่อนที่เข้าสู่ผนังของไซโคลน แล้วเคลื่อนที่ออกทาง Dust exit ซึ่งถ้าลดแรงเหวี่ยงของอนุภาคลง ก็จะทำให้อนุภาคสามารถเคลื่อนที่ขึ้นไปทาง Vortex finder ได้มากขึ้น แต่จากการทดลองลดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของอนุภาคโดยการปรับระดับวาล์วสี่เหลี่ยมเพื่อลด

ความเร็วลมที่ทางเข้า พบว่าไม่ได้ทำให้อนุภาคดินเคลื่อนที่ไปยัง Vortex finder มากขึ้นแต่มีผลเสียคือเมื่อความเร็วลมที่ทางเข้าต่ำเกินไปทำให้ดินบางส่วนตกค้างอยู่ที่ส่วนป้อนอนุภาค



(ก)

(ข)



(ค)

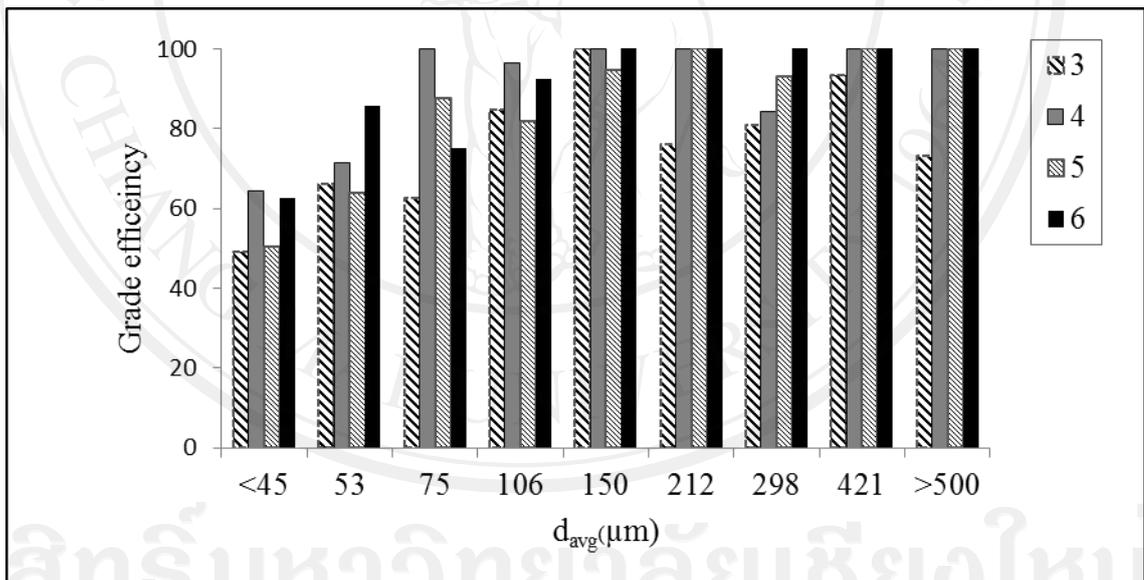
(ง)

รูป 4.10 การกระจายขนาดของดินจากส่วน Dust exit และ Vortex finder ที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบปิดโดยใช้วาล์วผีเสื้อระดับ (ก) 3, (ข) 4, (ค) 5 และ (ง) 6

จากรูป 4.10 การกระจายขนาดของดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบปิด ที่ระดับวาล์วผีเสื้อ 3, 4, 5 และ 6 ดินทุกช่วงขนาดถูกแยกออกมาทาง Dust exit โดยมีรูปแบบการกระจายของอนุภาคใกล้เคียงกับดินก่อนการแยกด้วยไซโคลน มีเพียงอนุภาคขนาดเล็กกว่า 45 μm ไม่ถึงร้อยละ 2 ที่แยกออกมาทางด้าน Vortex finder ดังรูป 4.10(ก)

ตาราง 4.11 Grade efficiency ของดินที่เก็บได้จากทางออกของไซโคลนในส่วน Dust exit จากการแยกด้วยไซโคลนที่ระดับวาล์วฝีเสื้อ 3, 4, 5 และ 6 ของไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบปิด

d_{avg} (μm)	d_{max} (μm)	Grade efficiency			
		หลังแยกโดยใช้ระดับวาล์วฝีเสื้อ			
		3	4	5	6
<45	45	49.08	64.46	50.43	62.77
53	63	66.11	71.40	63.63	85.80
75	90	62.58	100.00	87.51	75.23
106	125	84.55	96.31	81.81	92.56
150	180	100.00	100.00	94.52	100.00
212	250	76.01	100.00	100.00	100.00
298	355	80.87	84.11	93.03	100.00
421	500	93.29	100.00	100.00	100.00
>500	>500	73.21	100.00	100.00	100.00



รูป 4.11 Grade efficiency ของดินที่เก็บได้จากทางออกของไซโคลนในส่วน Dust exit จากการแยกด้วยไซโคลนที่ระดับวาล์วฝีเสื้อ 3, 4, 5 และ 6 ของไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบปิด

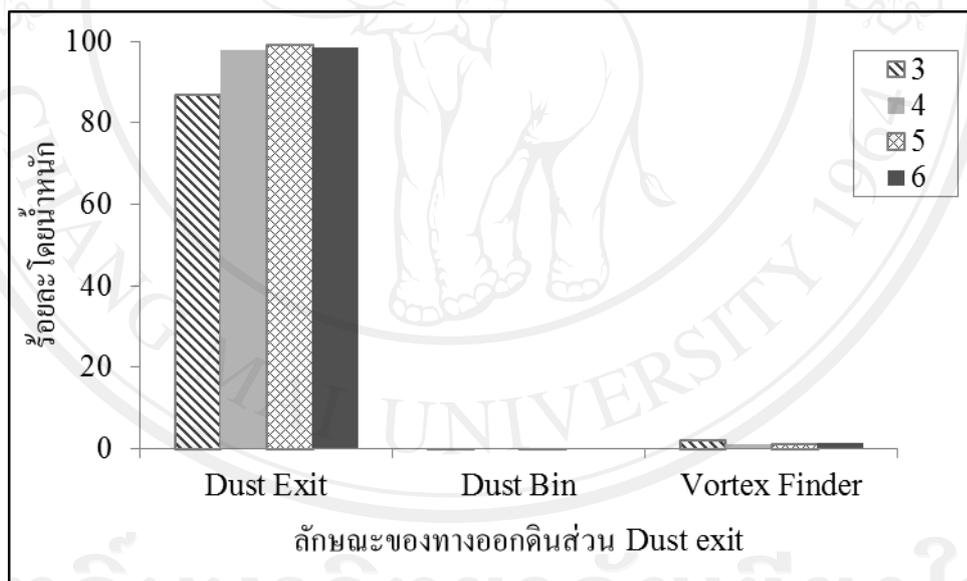
จากข้อมูลการกระจายตัวของขนาดอนุภาคในตาราง 4.9 และ 4.10 พบว่า นอกจากการใช้ระดับวาล์วฝีเสื้อที่ต่ำเกินไป ที่ทำให้อนุภาคเกิดการตกค้างที่ทางเข้าไซโคลนแล้ว การใช้ระดับวาล์วฝีเสื้อ 4 5 และ 6 อนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า $150 \mu\text{m}$ เกือบ 100% ตกลงมาในส่วนของ Dust exit

2) เครื่องแยกแบบไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบถังเก็บ

การแยกดินวัตถุบเครื่องปั่นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์ด้วยเครื่องแยกแบบไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบถังเก็บที่ระดับวาล์วฝี่เสื้อ 3, 4, 5 และ 6 เพื่อศึกษาความสามารถในการจำแนกขนาดของดินวัตถุบ

ตาราง 4.12 เปรียบเทียบอัตราส่วนดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลน เมื่อเปลี่ยนแปลงระดับ วาล์วฝี่เสื้อของไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบถังเก็บ

วาล์ว ฝี่เสื้อ	feeder	อัตราส่วนดินที่ผ่านการแยกออกมาตามส่วนต่างๆ ของไซโคลน			
		Dust Exit	Dust Bin	Vortex Finder	ตกค้าง
3	6	86.85	0.04	1.88	11.23
4	6	97.97	0.04	1.01	0.98
5	6	98.95	0.06	1.00	0.00
6	6	98.52	0.08	1.41	0.00



รูป 4.12 อัตราส่วนดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลน เมื่อเปลี่ยนแปลงระดับวาล์วฝี่เสื้อของไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบถังเก็บ

ดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบมีถังเก็บ โดยใช้ระดับวาล์วฝี่เสื้อ 3, 4, 5 และ 6 ถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ดินที่ผ่านการแยกออกมาในส่วนของ Dust exit และส่วนของ Vortex finder ซึ่งจากผลการทดลองในตาราง 4.12 พบว่าดินมากกว่า 97% ถูกแยกออกมาในส่วนของ Dust exit และมีดินน้อยกว่า 2% เคลื่อนที่ไปยัง Vortex finder จากหลักการทำงานของไซโคลนที่ว่าเมื่ออนุภาคเคลื่อนที่เข้าสู่ไซโคลนจะเกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ทำให้

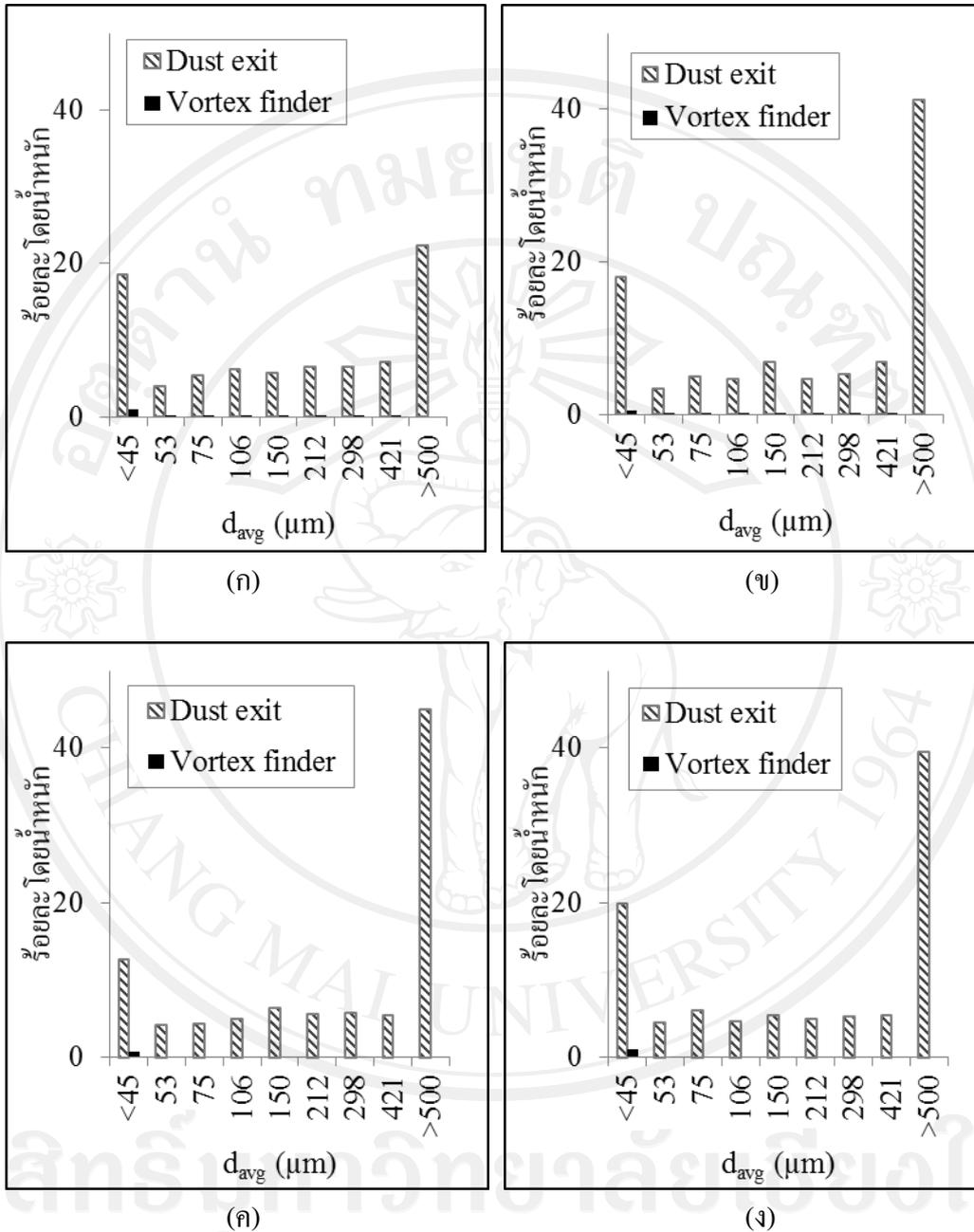
อนุภาคที่มีแรงเหวี่ยงมากพอเคลื่อนที่เข้าสู่ผนังของไซโคลอน แล้วเคลื่อนที่ออกทาง Dust exit ซึ่งถ้าลดแรงเหวี่ยงของอนุภาคลง ก็น่าจะทำให้อนุภาคสามารถเคลื่อนที่ขึ้นไปทาง Vortex finder ได้มากขึ้น แต่จากการทดลองลดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของอนุภาคโดยการปรับระดับวาล์วสี่เหลี่ยมเพื่อลดความเร็วลมที่ทางเข้า พบว่าไม่ได้ทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ไปยัง Vortex finder มากขึ้นแต่มีผลเสียคือเมื่อความเร็วลมที่ทางเข้าต่ำเกินไปทำให้ดินบางส่วนตกลงอยู่ที่ส่วนป้อนอนุภาค

ตาราง 4.13 เปรียบเทียบการกระจายขนาดของดินจากส่วน Dust exit และ Vortex finder ที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลอนที่มีทางออกส่วน Downcomer tube แบบมีถังเก็บ

d_{avg} (μm)	d_{max} (μm)	ร้อยละโดยน้ำหนักของดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลอนที่ระดับวาล์วสี่เหลี่ยมต่างๆ							
		Dust exit				Vortex finder			
		3	4	5	6	3	4	5	6
<45	45	18.53	17.97	12.62	19.78	1.01	0.52	0.66	1.10
53	63	4.06	3.37	4.09	4.46	0.31	0.14	0.11	0.08
75	90	5.35	4.91	4.33	6.03	0.21	0.11	0.06	0.04
106	125	6.18	4.58	4.87	4.58	0.13	0.08	0.04	0.03
150	180	5.77	6.80	6.31	5.43	0.08	0.05	0.04	0.04
212	250	6.47	4.69	5.53	4.94	0.04	0.03	0.03	0.02
298	355	6.47	5.37	5.65	5.31	0.05	0.02	0.02	0.02
421	500	7.12	6.96	5.47	5.43	0.02	0.02	0.02	0.01
>500	>500	22.42	41.19	45.00	39.43	0.00	0.00	0.00	0.00
		86.85	97.97	98.95	98.52	1.88	1.01	1.00	1.41

ดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลอนที่มี Downcomer tube แบบมีถังเก็บ โดยใช้ระดับวาล์วสี่เหลี่ยม 3, 4, 5 และ 6 ถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ดินที่ผ่านการแยกออกมาในส่วนของ Dust exit และส่วนของ Vortex finder ซึ่งจากผลการทดลองในตาราง 4.13 พบว่าดินมากกว่า 97% ถูกแยกออกมาในส่วนของ Dust exit และมีดินน้อยกว่า 2% เคลื่อนที่ไปยัง Vortex finder และเมื่อปรับระดับวาล์วสี่เหลี่ยมเพื่อลดความเร็วลมที่ทางเข้า ทำให้ดินบางส่วนตกลงอยู่ที่ส่วนป้อนอนุภาค

การใช้ไซโคลอนที่มี Downcomer tube แบบมีถังเก็บและแบบปิด อนุภาคดินเกือบทั้งหมดลงมาถึง Dust exit ทำให้ไซโคลอนแบบที่มี Downcomer tube แบบมีถังเก็บและแบบปิดไม่เหมาะสำหรับการใช้เพื่อคัดขนาดอนุภาคดิน

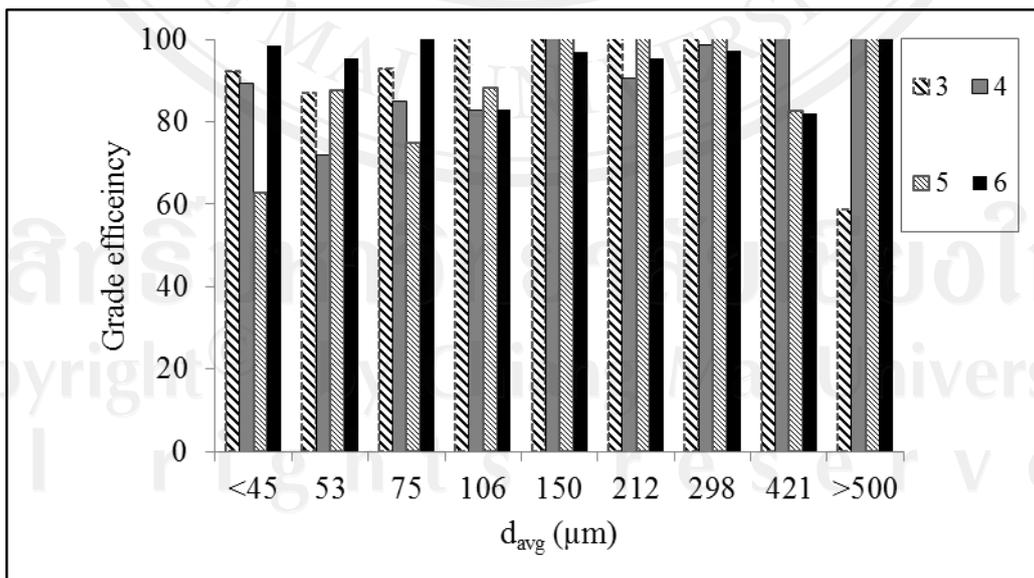


รูป 4.13 การกระจายขนาดของดินจากส่วน Dust exit และ Vortex finder ที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่มีทางออกส่วน Downcomer tube แบบมีถังเก็บ โดยใช้วาล์วสี่แฉกระดับ (ก) 3, (ข) 4, (ค) 5 และ (ง) 6

การกระจายขนาดของดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบมีถังเก็บที่ระดับวาล์วฝี่เสื้อ 3, 4, 5 และ 6 ดินทุกช่วงขนาดถูกแยกออกมาทาง Dust exit มีดินไม่ถึงร้อยละ 2 ที่แยกออกมาทางด้าน Vortex finder ดังรูป 4.13

ตาราง 4.14 Grade efficiency ของดินที่เก็บได้จากทางออกของไซโคลนในส่วน Dust exit จากการแยกด้วยไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบมีถังเก็บที่ระดับวาล์วฝี่เสื้อ 3, 4, 5 และ 6

d_{avg} (μm)	d_{max} (μm)	Grade efficiency			
		หลังแยกโดยใช้ระดับวาล์วฝี่เสื้อ			
		3	4	5	6
<45	45	92.23	89.43	62.78	98.41
53	63	86.86	72.06	87.40	95.45
75	90	92.66	84.92	74.86	100.00
106	125	100.00	82.92	88.14	83.00
150	180	100.00	100.00	100.00	96.99
212	250	100.00	90.43	100.00	95.27
298	355	100.00	98.59	100.00	97.40
421	500	100.00	100.00	82.52	81.91
>500	>500	58.74	100.00	100.00	100.00



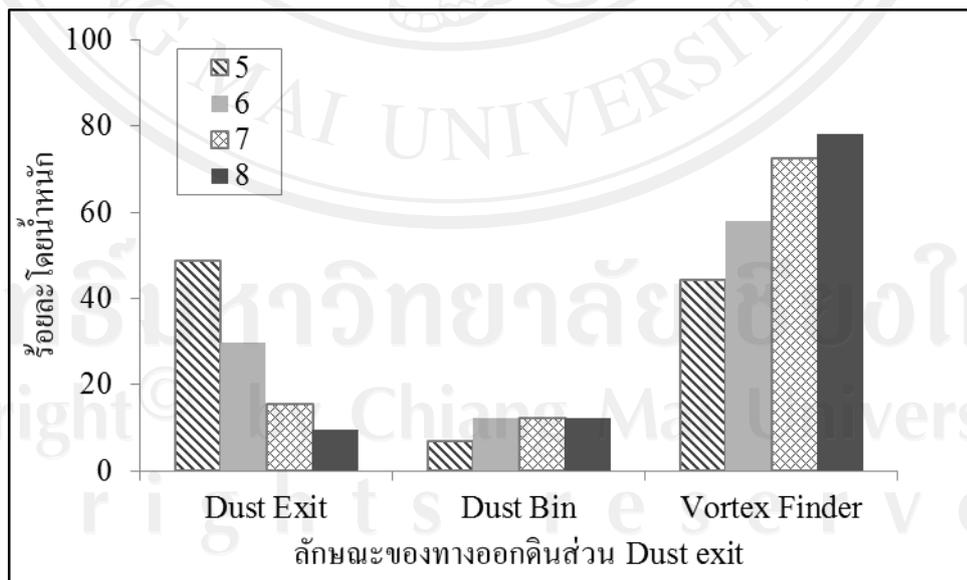
รูป 4.14 Grade efficiency ของดินที่เก็บได้จากทางออกของไซโคลนในส่วน Dust exit จากการแยกด้วยไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบมีถังเก็บที่ระดับวาล์วฝี่เสื้อ 3, 4, 5 และ 6

3) เครื่องแยกแบบไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบเปิด

การแยกดินวัตถุเครื่องปั่นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์ด้วยเครื่องแยกแบบไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบเปิดที่ระดับวาล์วผีเสื้อ 5, 6, 7 และ 8 เพื่อศึกษาความสามารถในการจำแนกขนาดของดินวัตถุ

ตาราง 4.15 เปรียบเทียบอัตราส่วนดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลน เมื่อเปลี่ยนแปลงระดับ Butterfly valve ของไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบเปิด

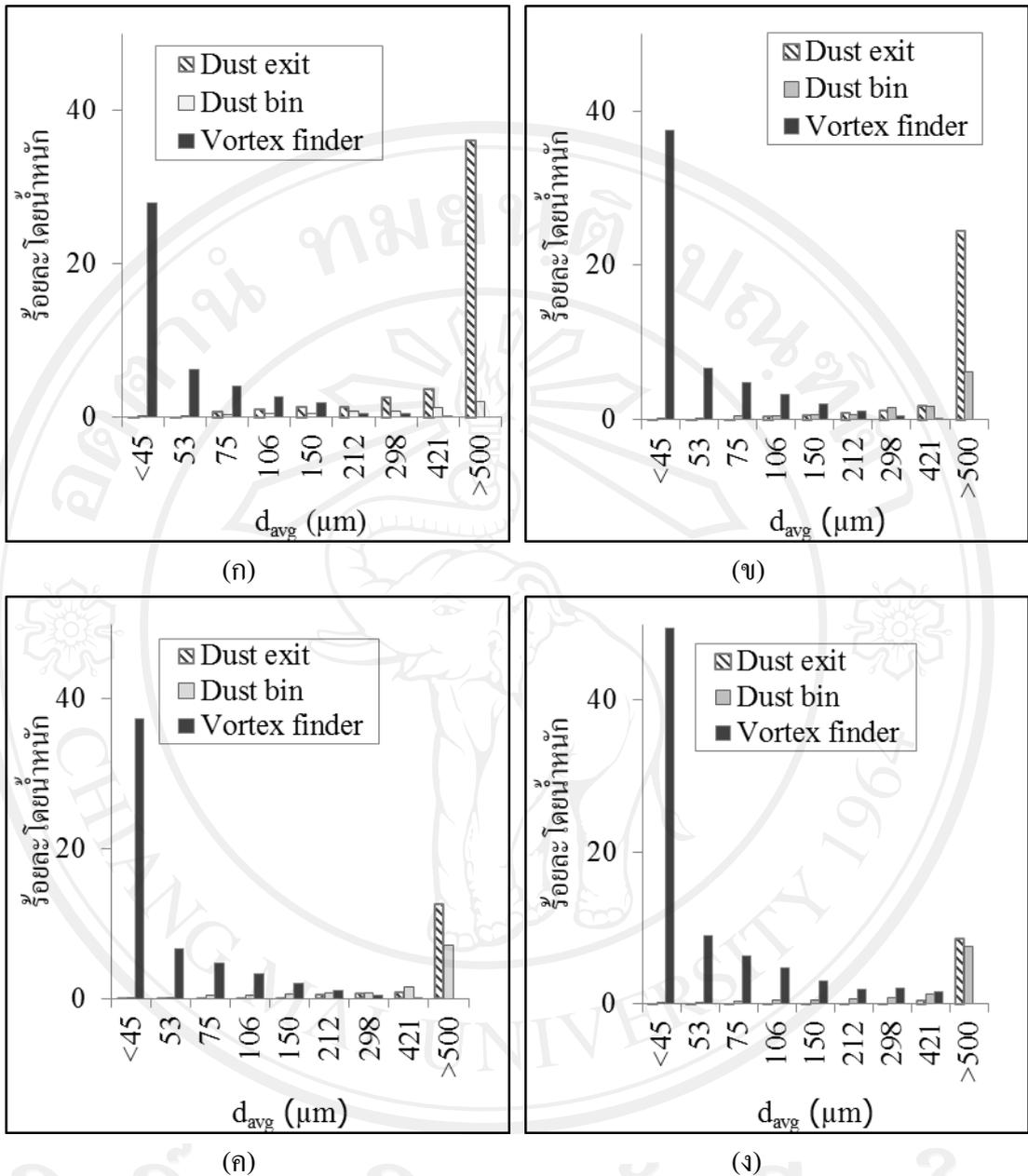
วาล์วผีเสื้อ	ระดับ feeder	อัตราส่วนดินที่ผ่านการแยกออกมาตามส่วนต่างๆ ของไซโคลน		
		Dust Exit	Dust Bin	Vortex Finder
5	6	48.77	6.85	44.38
6	6	29.71	12.35	57.94
7	6	15.39	12.24	72.37
8	6	9.69	12.23	78.07



รูป 4.15 อัตราส่วนดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลน เมื่อเปลี่ยนแปลงระดับวาล์วผีเสื้อของไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบเปิด

ตาราง 4.16 เปรียบเทียบการกระจายขนาดของดินจากส่วน Dust exit, Dust bin และ Vortex finder ที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบเปิด

d _{avg} (μm)	d _{max} (μm)	Dust exit				Dust bin				Vortex finder			
		5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
		48.77	29.71	15.39	9.69	6.85	12.35	12.24	12.23	44.38	57.94	72.37	78.07
<45	45	0.16	0.04	0.08	0.01	0.14	0.07	0.05	0.09	27.95	37.41	45.16	49.42
53	63	0.25	0.10	0.07	0.02	0.14	0.18	0.19	0.18	6.20	6.67	7.76	8.94
75	90	0.72	0.28	0.15	0.05	0.33	0.43	0.45	0.38	4.13	4.77	5.84	6.32
106	125	0.96	0.36	0.18	0.09	0.46	0.52	0.51	0.46	2.62	3.30	4.07	4.65
150	180	1.34	0.55	0.31	0.10	0.56	0.71	0.58	0.50	1.85	2.09	2.73	3.03
212	250	1.36	0.83	0.48	0.20	0.77	0.63	0.82	0.71	0.55	1.14	1.61	1.82
298	355	2.64	1.11	0.75	0.21	0.87	1.62	0.81	0.84	0.50	0.52	0.73	2.12
421	500	3.67	1.77	0.78	0.42	1.26	1.69	1.56	1.31	0.25	0.16	0.23	1.57
>500	>500	36.10	24.46	12.55	8.58	2.06	6.23	7.21	7.61	0.00	0.00	0.00	0.00



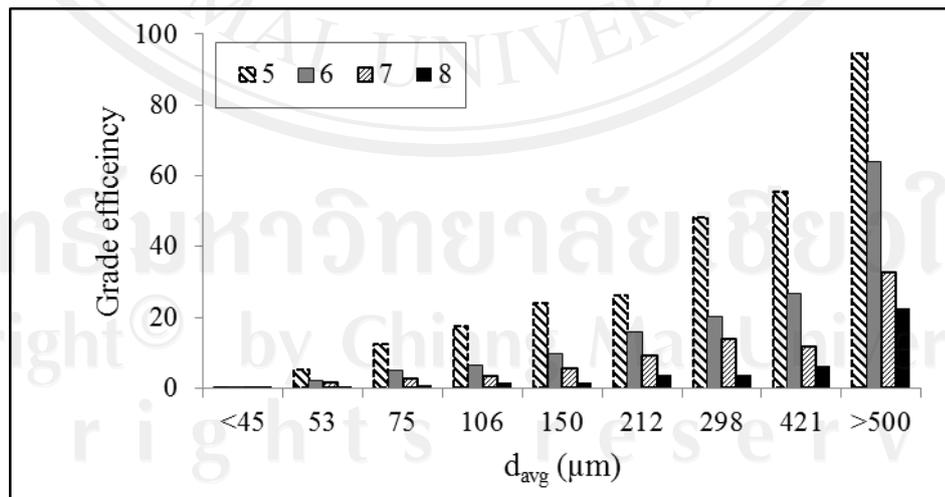
รูป 4.16 การกระจายขนาดของดินจากส่วน Dust exit Dust bin และ Vortex finder ที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบเปิด โดยใช้วาล์วสี่ระดับ (ก) 5, (ข) 6, (ค) 7 และ (ง) 8

จากผลการคัดขนาดดินด้วยไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบเปิดที่ระดับวาล์วสี่ระดับ 5, 6, 7 และ 8 ดินที่ผ่านการแยกเข้าสู่ส่วน Dust exit, Dust bin และ Vortex finder จากข้อมูลในตาราง 4.16 พบว่าที่ระดับวาล์วสี่ระดับ 4 ดินร้อยละ 48.77 จะลงไปที่ Dust exit แต่เมื่อเพิ่มระดับวาล์วสี่ระดับ ปริมาณดินที่ลงมายัง Dust exit ลดลง และปริมาณดินที่ขึ้นไปยัง Vortex finder เพิ่มขึ้นเป็นสูงสุดถึงร้อยละ 78.07 จากรูป 4.17 การกระจายขนาดของดินที่ผ่านการแยกด้วย

ไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบเปิด จะเห็นการแยกขนาดของอนุภาคที่ชัดเจน อนุภาคขนาดใหญ่ส่วนใหญ่มักจะลงมาที่ Dust exit ส่วนอนุภาคขนาดเล็กส่วนใหญ่จะขึ้นไปอยู่ที่ Vortex finder การคัดขนาดที่เกิดขึ้นอธิบายได้ด้วยแรงที่เกิดจากการไหลสวนทาง (Counter flow) ของอากาศที่เคลื่อนที่เข้าทาง Dust exit ของไซโคลนแบบเปิด แรงสวนนี้จะช่วยพยุงให้อนุภาคที่มีขนาดใหญ่เคลื่อนที่ไปยัง Vortex finder ได้ [9,22]

ตาราง 4.17 เปรียบเทียบการกระจายขนาด และ Grade efficiency ของดินที่เก็บได้จากทางออกของไซโคลนในส่วน Dust exit จากการแยกด้วยไซโคลนโดยเปลี่ยนแปลงระดับวาล์วผีเสื้อของไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบเปิด

d_{avg} (μm)	d_{max} (μm)	Grade efficiency			
		หลังแยกโดยใช้ระดับวาล์วผีเสื้อ			
		5	6	7	8
<45	45	0.81	0.21	0.40	0.04
53	63	5.43	2.10	1.58	0.48
75	90	12.43	4.85	2.55	0.85
106	125	17.42	6.60	3.27	1.62
150	180	23.92	9.77	5.63	1.76
212	250	26.30	15.93	9.29	3.88
298	355	48.37	20.32	13.77	3.86
421	500	55.39	26.64	11.72	6.41
>500	>500	94.59	64.08	32.88	22.47



รูป 4.17 Grade efficiency ของดินที่เก็บได้จากทางออกของไซโคลนในส่วน Dust exit จากการแยกด้วยไซโคลนโดยเปลี่ยนแปลงระดับวาล์วผีเสื้อของไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบเปิด

การใช้ไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบเปิด อากาศสามารถเคลื่อนที่เข้าไซโคลนผ่าน Dust exit ได้ทำให้อนุภาคนาณกลางสามารถเคลื่อนที่ขึ้นไปยัง Vortex finder ได้ และสามารถปรับช่วงขนาดของอนุภาคนาณที่ขึ้นไปยัง Vortex finder ได้ด้วยการปรับระดับวาล์วสี่เสื่อเมื่อความเร็วลมที่เข้าไซโคลนผ่าน Dust exit เพิ่มขึ้น อนุภาคนาณขนาดใหญ่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นไปยัง Vortex finder ได้มากขึ้น ดังนั้นการใช้ไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบเปิดจึงมีความสามารถในการคัดขนาดและแยกอนุภาคนาณที่เป็นสาเหตุของตำหนิจุดดำที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดอิฐทเทนแวร์ได้

4.3.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (XRF)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของดินวัตถุดิบเครื่องปั้นดินเผาชนิดอิฐทเทนแวร์ ทั้งดินปกติก่อนการแยกด้วยเครื่องแยกแบบไซโคลน และดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบเปิด โดยใช้วาล์วสี่เสื่อระดับ 6

ตาราง 4.18 ร้อยละโดยมวลขององค์ประกอบทางเคมีของดินวัตถุดิบเครื่องปั้นดินเผาอิฐทเทนแวร์ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบเปิด

	ร้อยละโดยน้ำหนัก							
	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	Mn	Fe
ดินก่อนแยก	1.09	18.17	62.01	5.06	0.74	1.46	0.31	11.19
Dust exit	0.74	19.72	59.14	5.34	0.68	1.29	0.19	12.93
Vortex finder	0.76	20.74	58.8	5.61	0.72	1.47	0.18	11.73

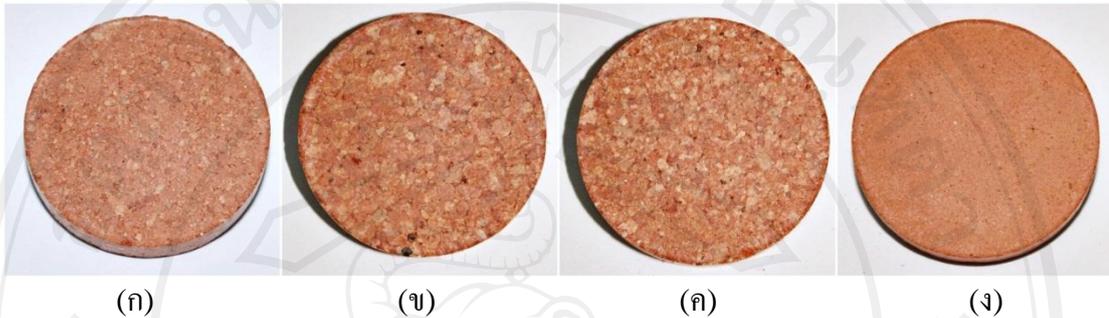
ตาราง 4.19 ร้อยละโดยมวลออกไซด์ขององค์ประกอบทางเคมีของดินวัตถุดิบเครื่องปั้นดินเผาอิฐทเทนแวร์ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแบบไซโคลนที่มี Downcomer tube แบบเปิด

	ร้อยละโดยน้ำหนัก							
	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO ₂	Fe ₂ O ₃
ดินก่อนแยก	1.171	20.599	68.213	2.535	0.415	0.972	0.164	5.935
Dust exit	0.796	22.462	65.656	2.735	0.39	0.877	0.101	6.986
Vortex finder	0.817	23.654	64.889	2.85	0.408	0.989	0.099	6.295

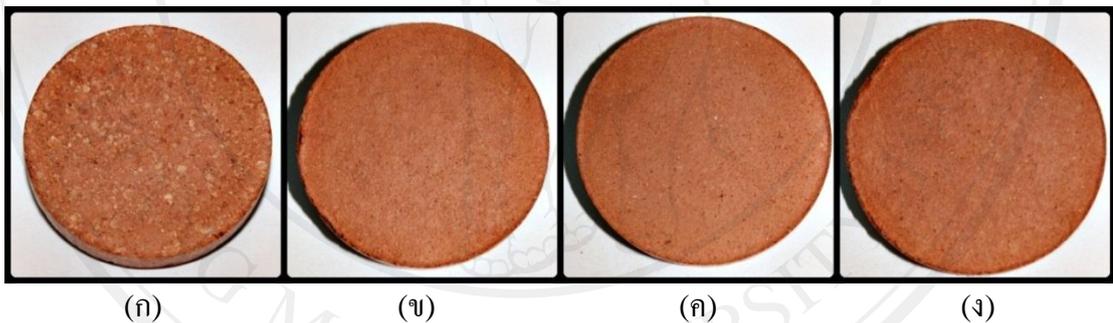
จากข้อมูลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีดังตาราง 4.18 และ 4.19 พบว่า ปริมาณของเหล็กออกไซด์และแมงกานีสออกไซด์ก่อนและหลังผ่านการแยกด้วยไซโคลนนั้นมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน แสดงว่าการแยกด้วยไซโคลนนั้นไม่ช่วยแยกอนุภาคนาณของเหล็กออกไซด์และแมงกานีสออกไซด์จากวัตถุดิบอิฐทเทนแวร์ในเชิงปริมาณ แต่จากการวิเคราะห์ขนาดของดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลนจาก Vortex finder แล้วพบว่า มีขนาดเล็กกว่า 250 μm

4.3.3 เปรียบเทียบค่าหินจุดค่าบนชิ้นงานหลังเผา

เปรียบเทียบค่าหินจุดค่าบนชิ้นงานเครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์ที่ได้จากการแยกด้วยไซโคลอนที่มี Downcomer tube แบบเปิด โดยใช้วาล์วผีเสื้อระดับ 6 ขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก ชิ้นงานมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.61 เซนติเมตร เผาที่อุณหภูมิ 800°C



รูป 4.18 ชิ้นงานผ่านการเผาที่ 800 °C (ก) ดินจากโรงงาน (ข) ดินจากส่วน Dust exit (ค) ดินจากส่วน Dust bin (ง) ดินจากส่วน Vortex finder



รูป 4.19 ชิ้นงานผ่านการเผาที่ 800 °C (ก) ดินจากโรงงาน และดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลอนโดยใช้ความเร็วลมที่ระดับวาล์วผีเสื้อ (ข) 6 (ค) 7 (ง) 8

จากการเปรียบเทียบค่าหินจุดค่าบนชิ้นงานก่อนการแยกด้วยไซโคลอน และดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลอนจากทางออกดินส่วน Dust exit, Dust bin และ Vortex finder ในรูป 4.18 ดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลอนจากส่วนของ Dust exit มีค่าหินจุดค่าบนพื้นผิวที่มองเห็นได้ชัด แต่ดินที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลอนจากส่วนของ Vortex finder จะมีปริมาณของค่าหินจุดค่าที่มองเห็นได้ลดลง และจากการเปรียบเทียบชิ้นงานหลังการเผาในรูป 4.19 ชิ้นงานที่ได้จากดินวัตถุดิบที่ผ่านการแยกด้วยไซโคลอนที่ระดับวาล์วผีเสื้อ 6, 7 และ 8 นั้นมีค่าหินจุดค่าที่มองเห็นได้ไม่แตกต่างกัน