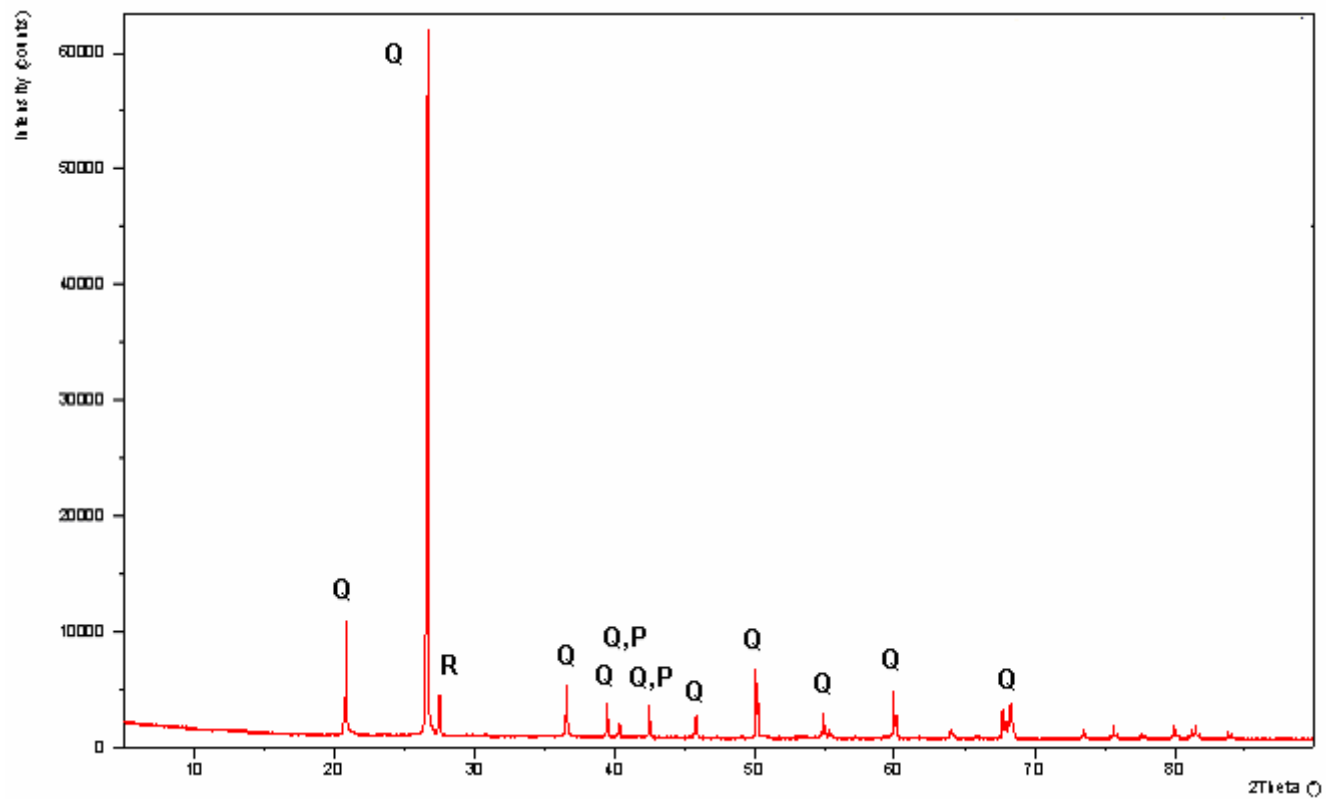
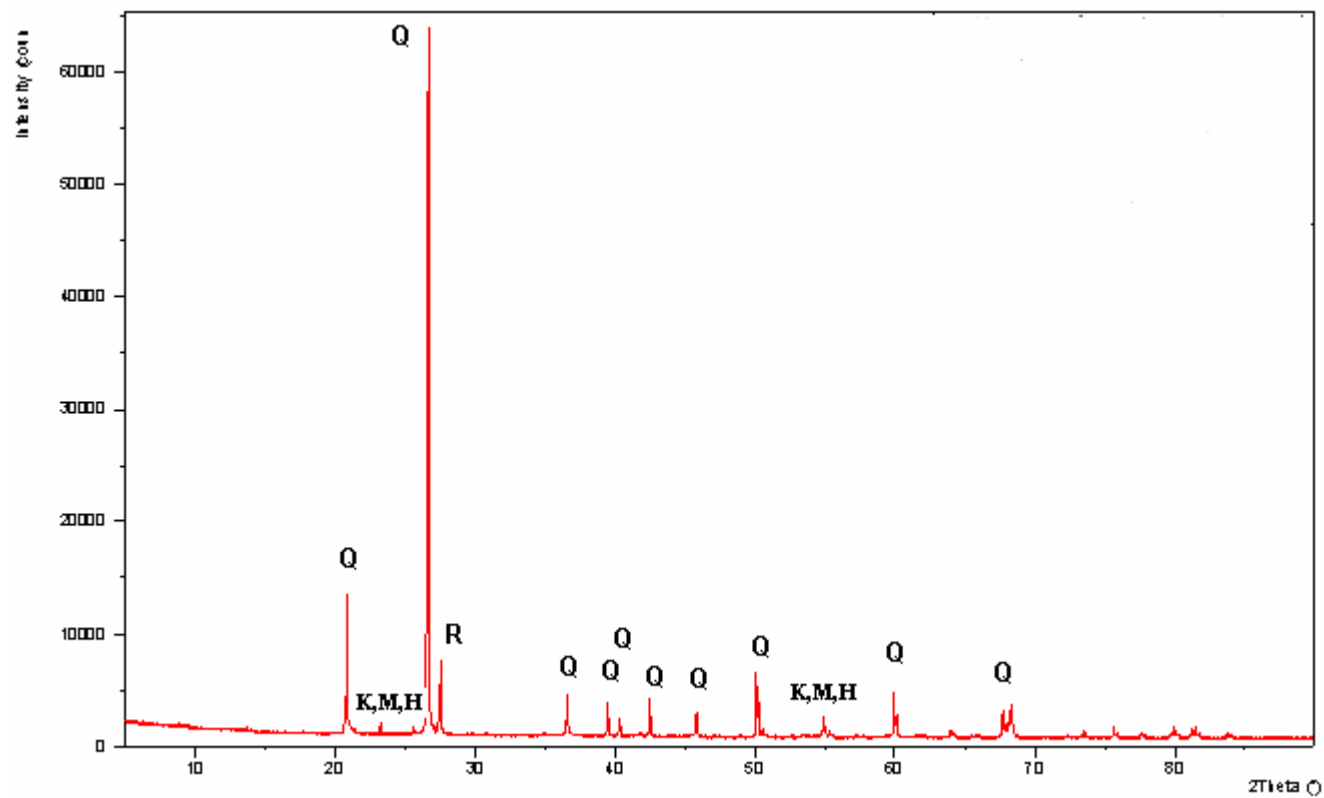


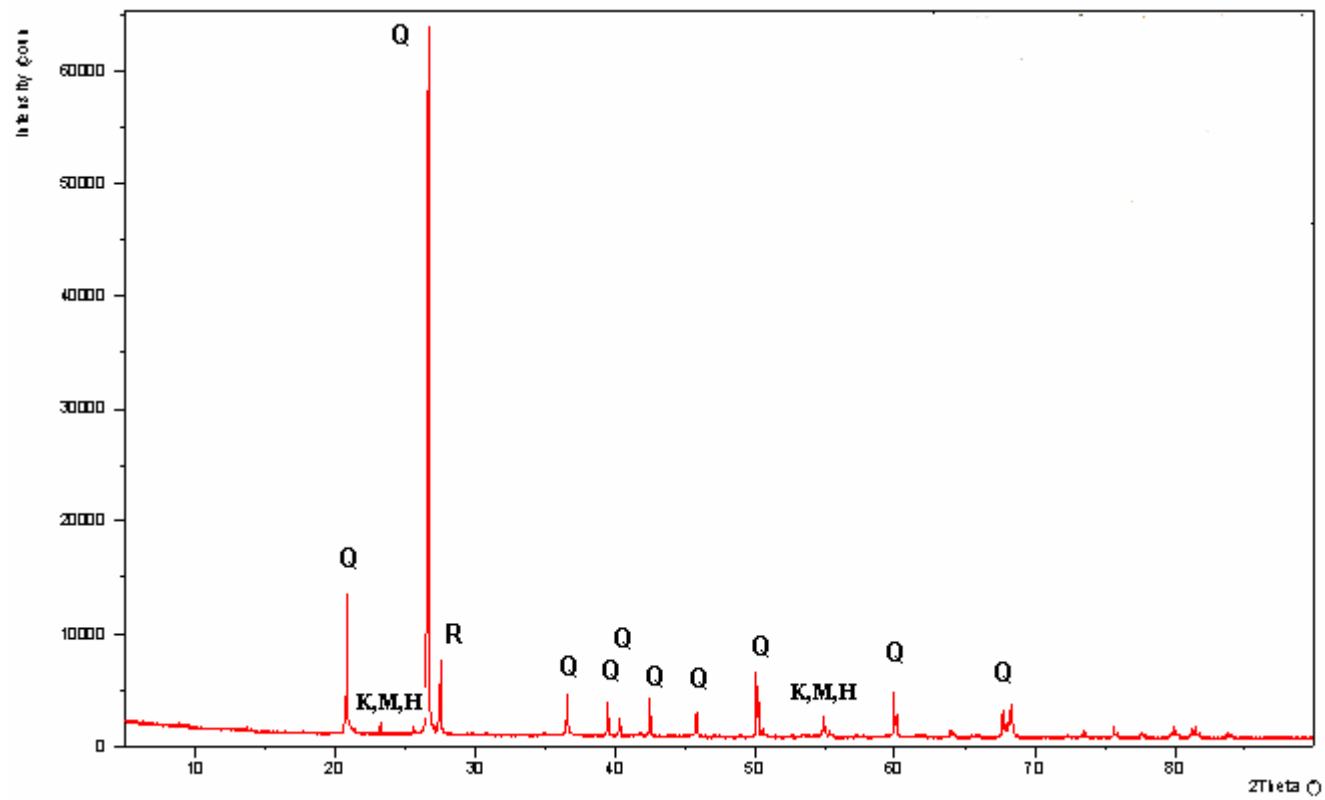
รูปที่ 3.10 Diffractogram ของดินตัวอย่างค้ำตะแกรง 60 เมช



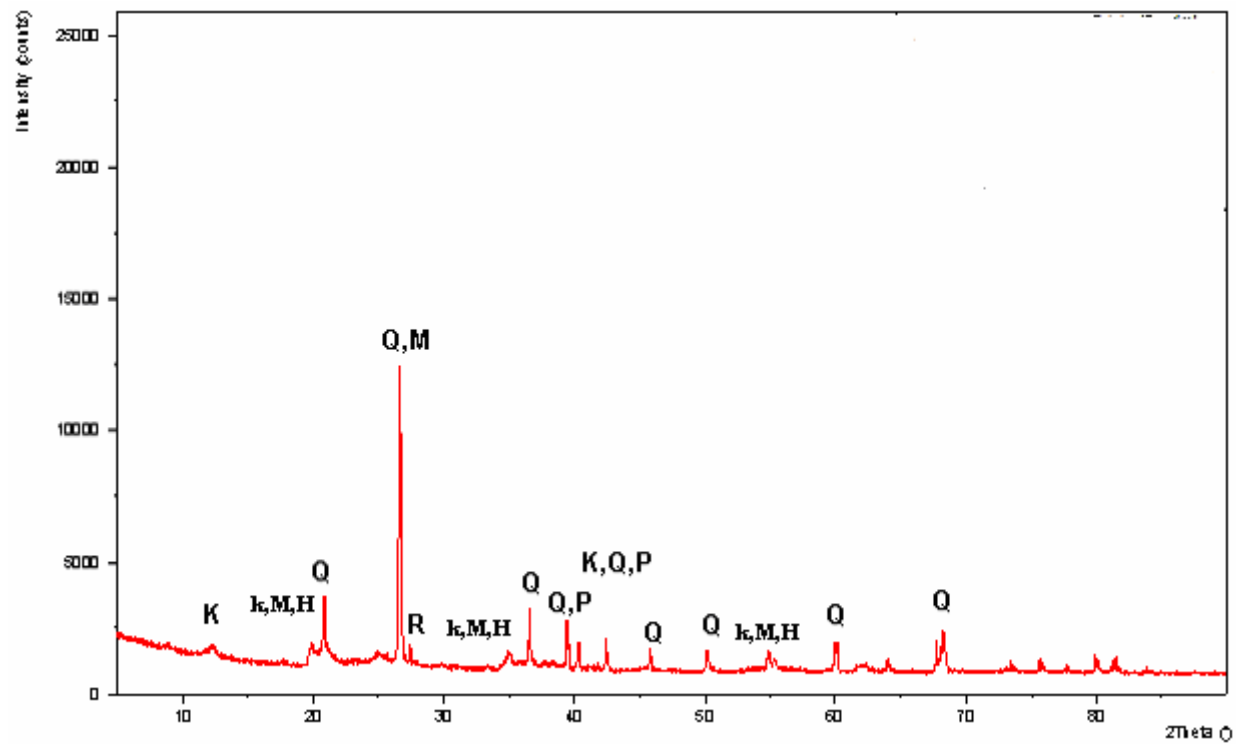
รูปที่ 3.11 Diffractogram ของดินตัวอย่างค้ำตะแกรง 100 เมช



รูปที่ 3.12 Diffractogram ของดินตัวอย่างค้ำตะแกรง 230 เมช



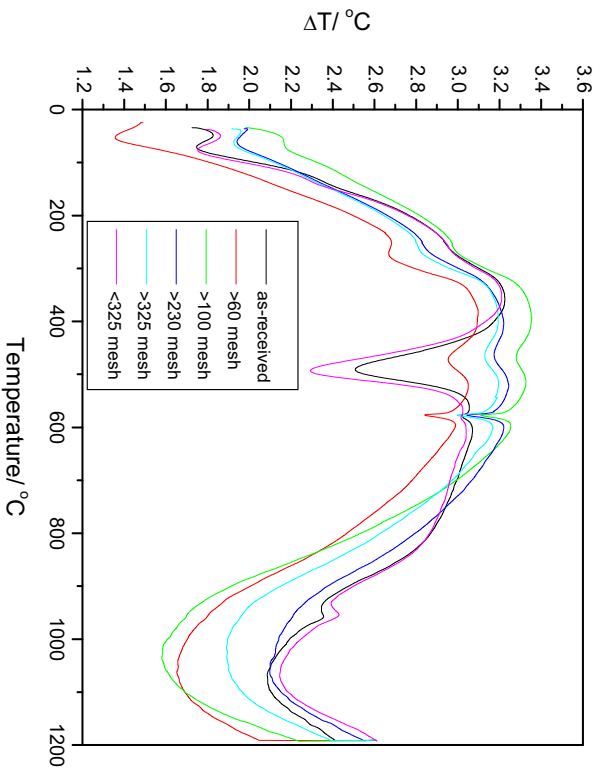
รูปที่ 3.13 Diffractogram ของดินตัวอย่างค้ำตะแกรง 325 เมช



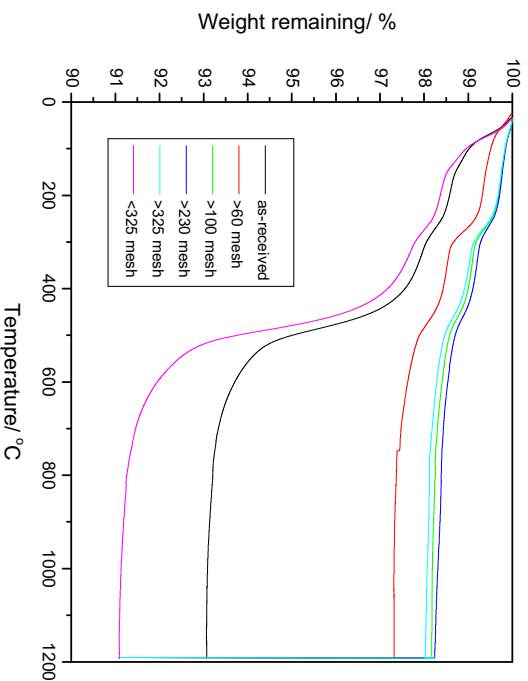
รูปที่ 3.14 Diffractogram ของดินตัวอย่างผ่านตะแกรง 325 เมช

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ของดินก่อนร่อนผ่านตะแกรง และดินต่างตะแกรงขนาด 60, 100, 230, 325 เมช จะพบว่าจะประกอบด้วยแร่เคลโอไลต์ มีสโควไรต์ ควอตซ์ เฮมาไทต์ ไพโรลูไซต์ และรูไทต์ และดินที่ต่างตะแกรงขนาด 60, 100, 230 และ 325 เมช จะพบแร่ควอตซ์ ไพโรลูไซต์ และรูไทต์ และดินที่ต่างตะแกรงขนาด 60, 100, 230 และ 325 เมช จะพบแร่ควอตซ์ รูไทต์ แต่จะพบแร่ควอตซ์ รูไทต์ และไพโรลูไซต์ ตั้งในในส่วนของที่ต่างตะแกรงมีแนวโน้มจะมีปริมาณดินเคลโอไลต์ในที่น้อยลงและมี แร่ควอตซ์ รูไทต์ และไพโรลูไซต์มากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลของการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี แต่ในส่วนของการประกอบเหล็กที่ตรวจพบจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีนั้นคาดว่าน่าจะมาจากแร่เฮมาไทต์และเหล็กที่ปนอยู่ในโครงสร้างของแร่มัสโคไวต์ เคลโอไลต์ และควอตซ์ จากผลการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคและองค์ประกอบทางแร่รวมถึงข้อมูลจากผู้ประกอบการอาจจะสรุปได้ว่ากลุ่มของแร่ควอตซ์ รูไทต์ ไพโรลูไซต์และเฮมาไทต์ ที่มีขนาดใหญ่อาจก่อให้เกิดจุดตำหนิตำมผลผลิตได้

3.6 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางความร้อนของดินตัวอย่าง



รูปที่ 3.15 ผลวิเคราะห์ DTA ของดินตัวอย่าง



รูปที่ 3.16 ผลวิเคราะห์ TGA ของดินตัวอย่าง

จากรูปที่ 3.15-3.16 ในช่วงอุณหภูมิต่างๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงดังต่อไปนี้

ช่วงอุณหภูมิ 0 – 110 องศาเซลเซียส

- จะเกิดปฏิกิริยาแบบ Endothermic ของปฏิกิริยา Dehydration ของน้ำที่ผิวดินโดยจะมีการสูญเสียไอน้ำ

ช่วงอุณหภูมิ 250 – 350 องศาเซลเซียส

- จะเกิดปฏิกิริยาแบบ Exothermic เป็นการ burn out ของสารพวกสารอินทรีย์ในดิน

ช่วงอุณหภูมิ 450 – 550 องศาเซลเซียส

- จะเกิดปฏิกิริยาแบบ Endothermic ของปฏิกิริยา Dehydroxylation ของดิน

ช่วงอุณหภูมิ 550 – 600 องศาเซลเซียส

- จะเกิดปฏิกิริยาแบบ Endothermic ของปฏิกิริยา Inversion ของ SiO₂ ที่มีการเปลี่ยนแปลงของ SiO₂ จาก **α** – SiO₂ ไปเป็น **β** – SiO₂

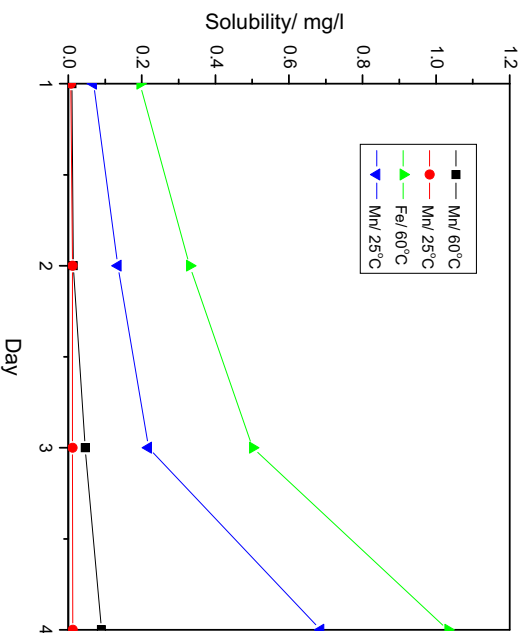
ช่วงอุณหภูมิ 950 – 980 องศาเซลเซียส

- จะเกิดปฏิกิริยาแบบ Exothermic ของเคโอไซด์ในดินที่มีการสร้างผลึกเป็นแบบสปีเนล

จากผลการวิเคราะห์จาก DTA และ TGA ของดินก่อนร่อน และดินคัดต่างตะแกรงขนาด 60, 100, 230 และ 325 เมช มีช่วงอุณหภูมิที่สังเกตเห็นจุด ช่วงอุณหภูมิ 450 – 550 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นการเป็นการเกิด Dehydroxylation ของดิน โดยพบว่า ดินคัดตะแกรงจะมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงอุณหภูมินี้ชัดเจน แต่ในทางตรงกันข้าม ในช่วงอุณหภูมิ 550 – 600 องศาเซลเซียสดินคัดต่าง

ตะแกรงจะมีแนวโน้มแสดงพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของ SiO_2 จาก α - SiO_2 ไปเป็น β - SiO_2 มากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์จาก XRF และ XRD ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอนุภาคที่ถูกแยกออกมาที่มีขนาดใหญ่จะประกอบด้วย คิวอิตซ์ เป็นเฟสหลัก ในช่วงอุณหภูมิ 950 – 980 องศาเซลเซียสซึ่งเคโอลิไนต์จะมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผลึกเป็นแบบสปีเนลซึ่งจะเกิดขึ้นกับดินก่อนร้อนและดินที่ผ่านการร่อนจากตะแกรง 325 เมช

3.7 การละลายของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์



รูปที่ 3.17 ผลการละลายของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์

จากสมมติฐานการเกิดرابด้านบนผิวของผลิตภัณฑ์หลังจากเมื่อตั้งทิ้งไว้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งคุณสมบัติคาดว่าจะเกิดมาจากการละลายของสารประกอบออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีสในกระบวนการเตรียมดินและกระบวนการที่ระบุของผลิตภัณฑ์ จึงได้ทำการทดสอบการละลายของสารประกอบออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีสในนาที่อุณหภูมิห้องและที่ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน จากผลการทดลองพบว่า การละลายของเหล็กออกไซด์และแมงกานีสออกไซด์ที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียสมากกว่าที่อุณหภูมิห้อง และปริมาณการละลายจะขึ้นกับระยะเวลา โดยที่เหล็กออกไซด์จะสามารถละลายออกมาจากแมงกานีสออกไซด์แต่การละลายของทั้งเหล็กออกไซด์และแมงกานีสออกไซด์อยู่ในปริมาณที่น้อยมากจึงคาดว่าไม่น่าจะเป็นสาเหตุของการเกิดرابด้านบนผิวของผลิตภัณฑ์ แต่คุณสมบัติคาดว่าจะเกิดจากปฏิกิริยาการรวมตัวของเพอร์ริทออกไซด์และคาร์บอนในบรรยากาศเผาไหม้ที่ผสมอยู่ในเตาพื้น

3.8 ผลของบรรยากาศและควมชื้นที่มีต่อระยะเวลาการเกิดตำหนิ

การบ่มขึ้นทดสอบในที่ชื้น

ลักษณะการบ่มขึ้นในงานในควมชื้น



รูปที่ 3.18 การบ่มขึ้นทดสอบ

การวางขึ้นทดสอบในบรรยากาศ







ลักษณะการวางขึ้นทดสอบในบรรยากาศ

















รูปที่ 3.19 ขึ้นทดสอบในบรรยากาศ

ทำการจัดติดตามและสังเกตขึ้นทดสอบที่ขึ้นรูปจากคินที่ทำให้เกิดตำหนิ ทั้งที่ยังไม่ได้ร่อนและผ่านการร่อนด้วยตะแกรงขนาดต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น แล้วเผาที่อุณหภูมิ 800, 900, 1,000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 สัปดาห์





ตารางที่ 3.5 เปรียบเทียบขั้นตอนงานที่ยังไม่ได้อบรมผ่านคณะกรรมการประเมินที่ขึ้นและวางใน
บรรยากาศ ที่อุณหภูมิกำลัง 800 องศาเซลเซียส ในเตาเผาไฟฟ้า ณ เวลาต่าง ๆ









ระยะเวลา	ลักษณะหินทดสอบ	
	ปมในหินขึ้น	บรรยากาศ
เริ่มต้น 0 ชั่วโมง		
1 ชั่วโมง		
2 ชั่วโมง		







ระยะเวลา	ลักษณะหินทอดอบ	
	ปมในชั้น	ปรอทภาค
3 สัปดาห์		
4 สัปดาห์		
5 สัปดาห์		
6 สัปดาห์		

ระยะเวลา	ลักษณะหินทอดอบ	
	อบในตู้อบ	อบกลางแจ้ง
7 สัปดาห์		
8 สัปดาห์		
9 สัปดาห์		

ตารางที่ 3.6 เปรียบเทียบชิ้นงานที่พิมพ์ได้ก่อนผ่านตะแกรงพิมพ์ชิ้นและวางใน
บรรยากาศ เป่าในเตาของโรงงาน ณ เวลาต่าง ๆ

ระยะเวลา เริ่มต้น 0 ชั่วโมง	ลักษณะชิ้นทดสอบ	
	พิมพ์ชิ้น	บรรยากาศ
1 ชั่วโมง		
2 ชั่วโมง		

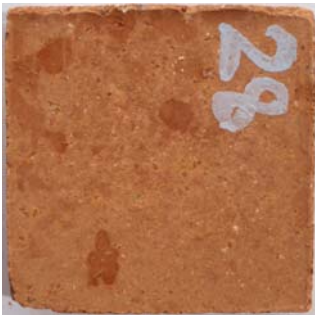











ระยะเวลา	ลักษณะหินทดสอบ	
	ปมในหิน	ปกรรณภาค
3 สัปดาห์		
4 สัปดาห์		
5 สัปดาห์		
6 สัปดาห์		













ระยะเวลา	ลักษณะหินทดสอบ	
	บ่มในที่ชื้น	บรรยากาศ
7 สัปดาห์		
8 สัปดาห์		
9 สัปดาห์		







จากการเปรียบเทียบระยะเวลาของการเกิดตำหนิตำ ในหินทดสอบที่ยังไม่ได้ร่อนผ่านตะแกรงและทำการเผาโดยเผาไฟฟ้าและตากจากโรงงานโดยจะวางหินทดสอบในบรรยากาศและบ่มไว้ในที่ชื้น พบว่า หินทดสอบที่บ่มไว้ในที่ชื้นมีแนวโน้มปรากฏจุดตำหนิตำเร็วกว่า โดยจะเริ่มสังเกตเห็นประมาณช่วงสัปดาห์ที่ 2 – 3 แต่หินทดสอบที่วางไว้ในบรรยากาศจะสังเกตเห็นจุดตำหนิตำประมาณช่วงสัปดาห์ที่ 3 – 4 หินทดสอบที่เผาจากเตาโรงงานมีแนวโน้มจะเกิดจุดตำหนิตำเร็วกว่า หินงานที่เผาจากเตาไฟฟ้า

3.8 ศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อระยะเวลาการเกิดตำหนิ

ตาราง 3.7 เปรียบเทียบชิ้นงานที่เผาที่อุณหภูมิ 800, 900 และ 1000 องศาเซลเซียส และ
ปมในชิ้น ฦ ฦ ฦ ต่างๆ

ระยะเวลา	อุณหภูมิการเผา / องศาเซลเซียส		
	800 °C	900 °C	1000 °C
เดิมปม			
1 สัปดาห์			
2 สัปดาห์			
3 สัปดาห์			

ระยะเวลา	อุณหภูมิการเผา / องศาเซลเซียส		
	800	900	1000
4 สัปดาห์			
5 สัปดาห์			
6 สัปดาห์			
7 สัปดาห์			

ระยะเวลา	คู่มือปฏิบัติการเผา / องศาเซลเซียส		
	800	900	1000
8 สัปดาห์			
9 สัปดาห์			

การเผาชิ้นทอดอบอุณหภูมิสูงขึ้นจาก 800, 900 และ 1000 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จะทำให้สีของชิ้นทอดออบมีแนวโน้มที่จะเป็นสีส้มที่ซีดลงจากสีส้มอูฐ จากที่ชิ้นงานที่เผาที่ 800 องศาเซลเซียส สังเกตเห็นจุดดำหมึ้นด้านบนในระยะเวลาการอบ ช่วง 2 – 3 สัปดาห์ เมื่ออุณหภูมิการเผาลงสู่ระยะเวลาการเกิดตำหนักขึ้นขึ้น โดยจะสังเกตเห็นประมาณ 4 – 5 สัปดาห์ และปริมาณจุดดำหมึ้นดำที่ปรากฏจะมีปริมาณลดลง

3.9 แนวทางการแก้ไขโดยการร่อนดินผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ

การแก้ไขเบื้องต้นโดยนำดินตัวอย่างที่ผ่านการร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60, 100, 230 และ 325 เมช จะลดการเกิดการกักจุดต่ำได้อย่างชัดเจน โดยสังเกตจากดินค้ำตะแกรงที่มีเม็ดสีต่ำ ขนาดใหญ่ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดค่าพินในผลิทมัทธ



ดินค้ำตะแกรง 60 เมช



ดินค้ำตะแกรง 100 เมช



ดินค้ำตะแกรง 230 เมช

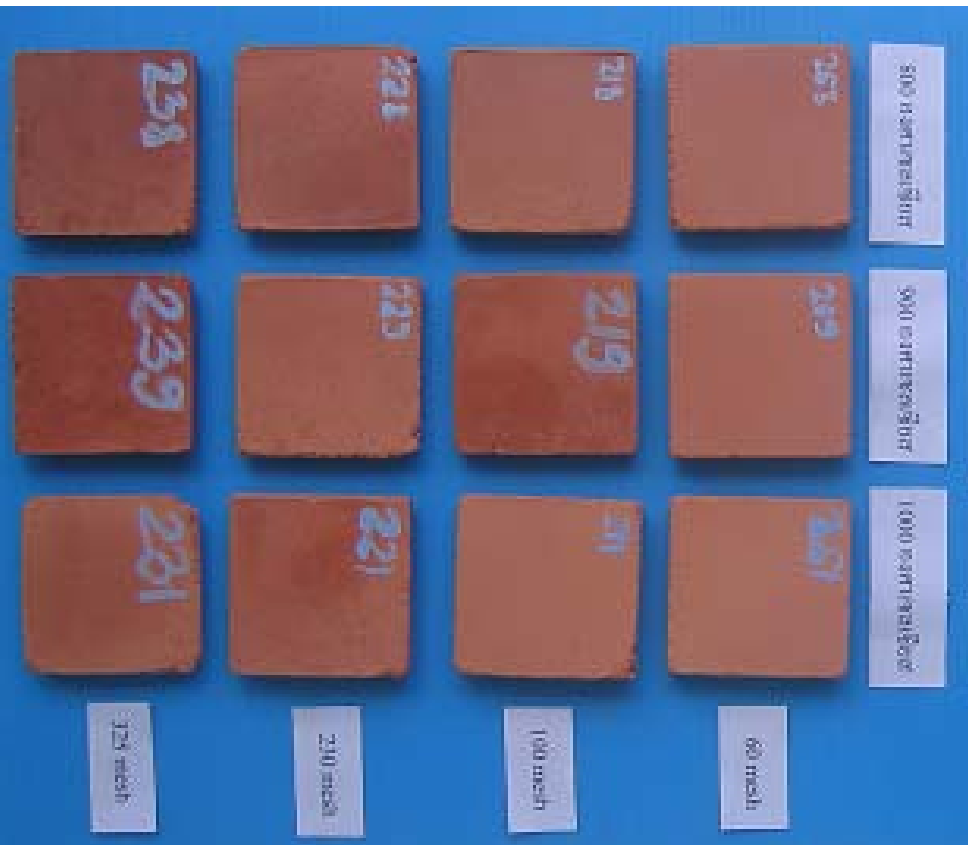


ดินค้ำตะแกรง 325 เมช

รูปที่ 3.20 ดินค้ำตะแกรงขนาดต่างๆ



รูปร่างก่อนผ่านการร่อนผ่านตะแกรง

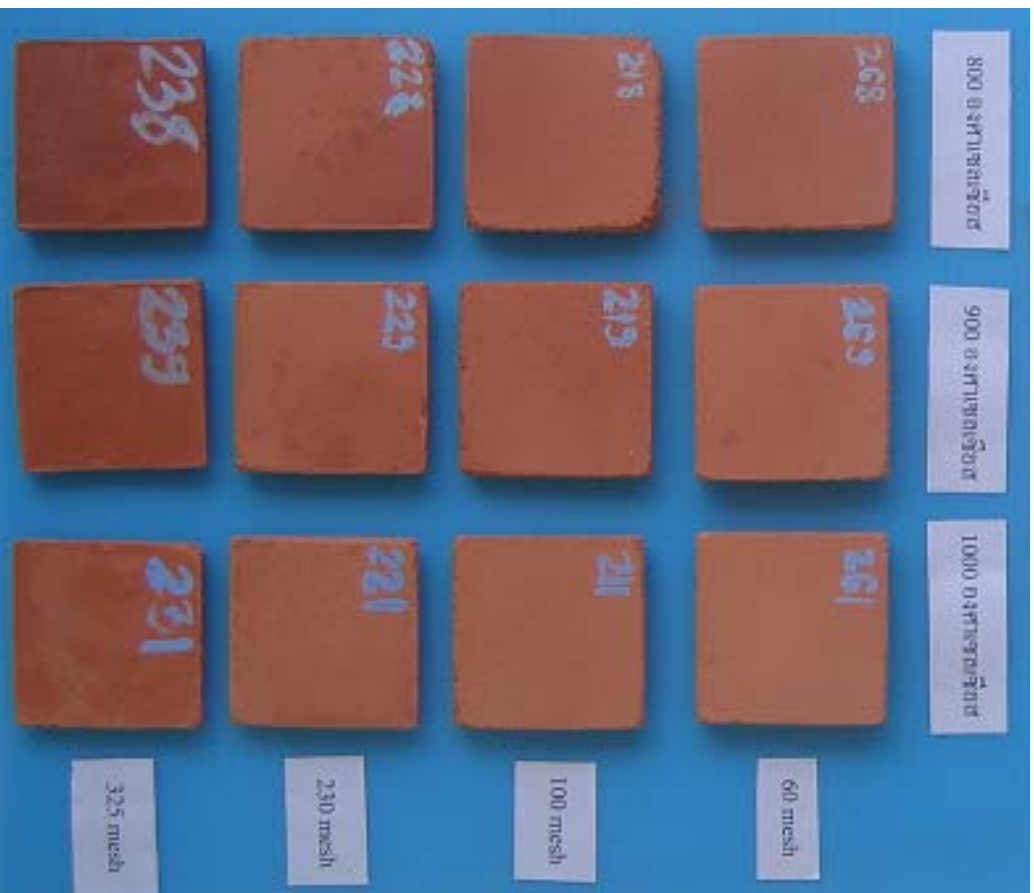


รูปร่างผ่านตะแกรงร่อนขนาดต่างๆ

รูปที่ 3.21 รูปร่างที่ผ่านการร่อนตะแกรงและเผาที่อุณหภูมิต่างๆ โดยเตาไฟฟ้าและตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์

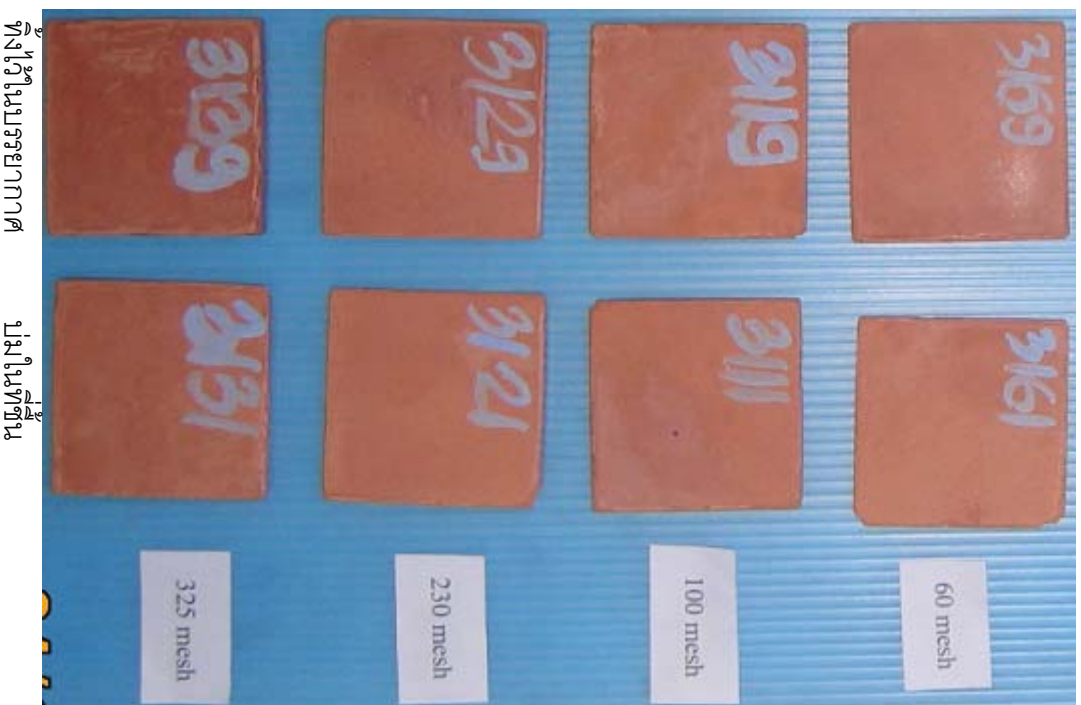
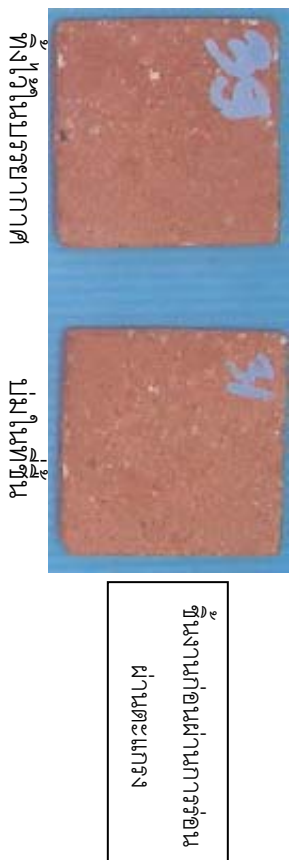


ชิ้นงานก่อนผ่านการร่อนผ่านตะแกรง



ชิ้นงานผ่านตะแกรงร่อนขนาดต่างๆ

รูปที่ 3.22 ชิ้นงานที่ผ่านการร่อนตะแกรงและเผาโดยเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆ
ปมในที่สุดเป็นระยะเวลากว่า 9 สัปดาห์



รูปที่ 3.23 ชิ้นงานที่ผ่านการร่อนตะแกรงและเผาในเตาเผาโรงงาน โดยกิ่งไม้ในบรรยากาศและปมไม้ที่ขึ้นเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์

การนำดินมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60, 100, 230 และ 325 เมช จะสามารถลดตำหนิมูลุด
 ด้าในชั้นทดสอบได้ โดยสังเกตจากชั้นทดสอบของดินที่ไม่ได้ร่อนจะมีจุดตำกระจากอยู่และชั้น
 ทดสอบของดินที่ร่อนผ่านตะแกรงเมื่อระยะเวลาของการบ่มเพิ่มขึ้นก็ยังไม่ปรากฏจุดตำหนิตำบน
 ชั้นงานทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากอนุภาคขนาดใหญ่ของแอมงกานีสและเหล็กออกไซด์ถูกแยกออกไป
 จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าการนำดินตัวอย่างไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60, 100, 230
 และ 325 เมช จะสามารถลดตำหนิตำบนผลิตภัณฑ์เอิร์ทเทินแวร์



รูปที่ 3.24 เครื่องแยกแม่เหล็ก



4000 gauss

7000 gauss

12000 gauss

nonmagnetic

ก. ดินค้ำตะแครง 1 มิลลิเมตร



4000 gauss

7000 gauss

12000 gauss

nonmagnetic

ข. ดินค้ำตะแครง 60 เมช



4000 gauss

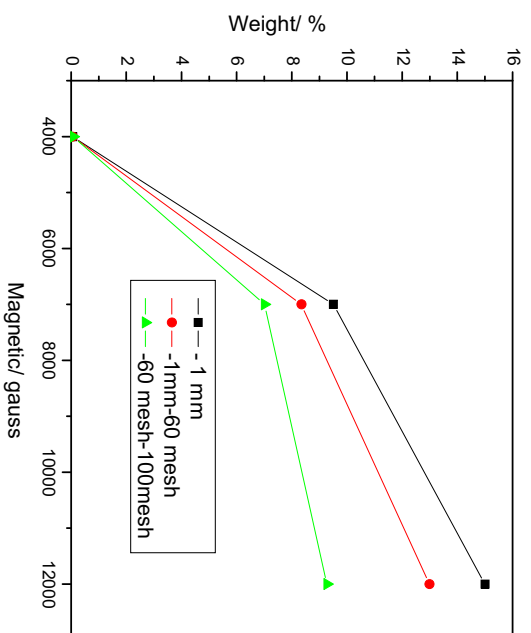
7000 gauss

12000 gauss

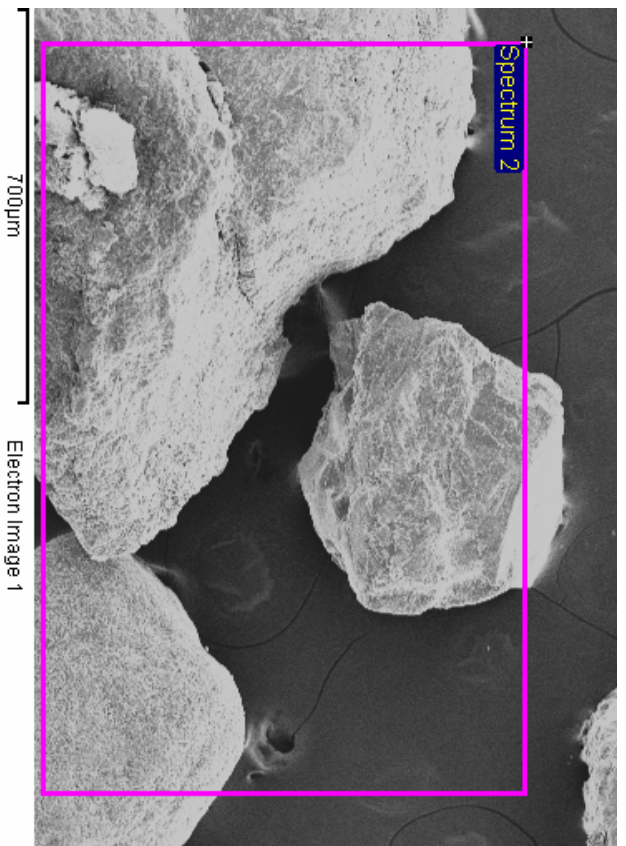
nonmagnetic

ค. ดินค้ำตะแครง 100 เมช

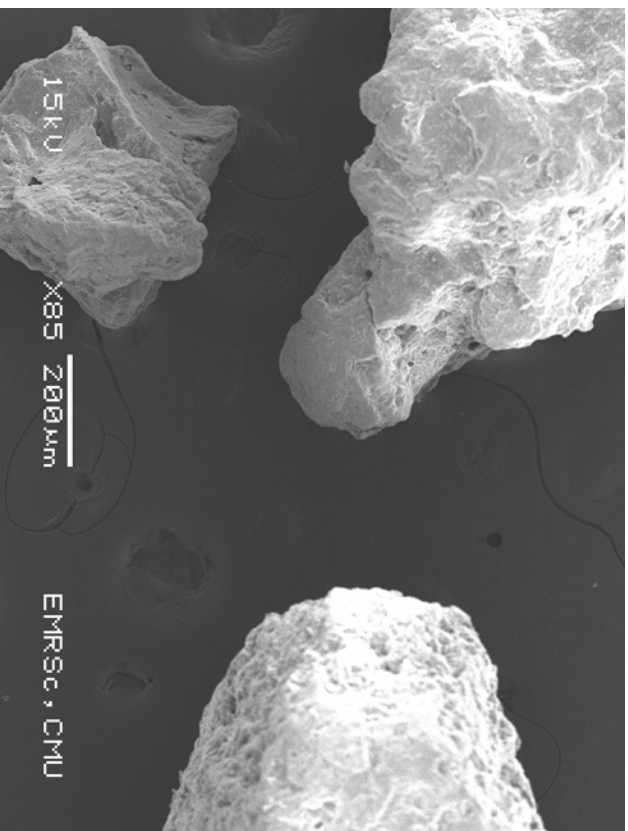
รูปที่ 3.25 ดินค้ำอย่างทีผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแม่เหล็ก



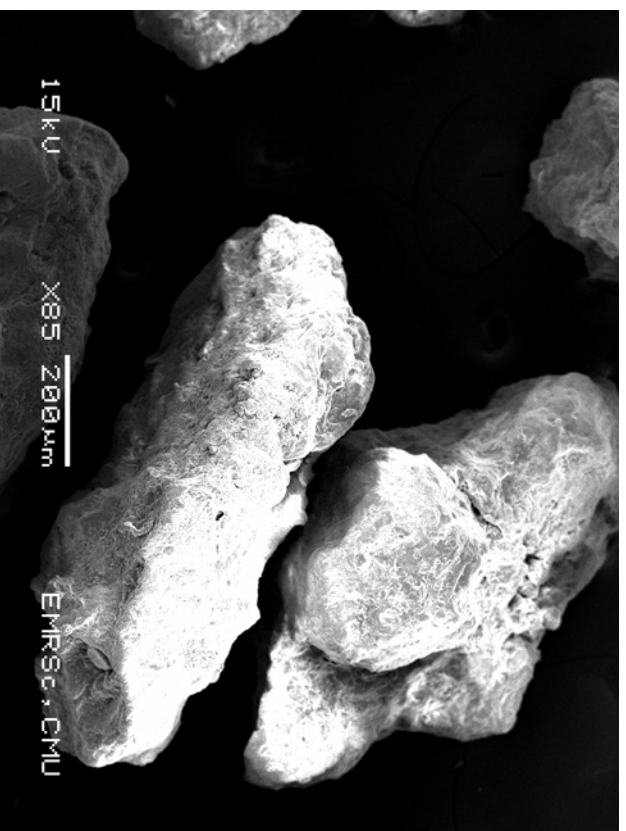
รูปที่ 3.26 น้ำหนักดินตัวอย่างที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกแม่เหล็ก



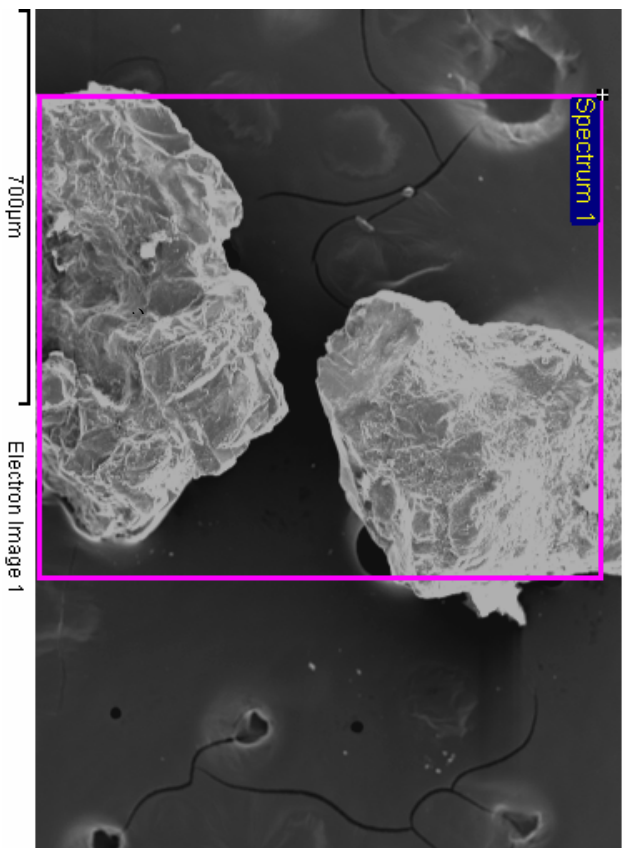
รูปที่ 3.27 ดินตัวอย่างร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร



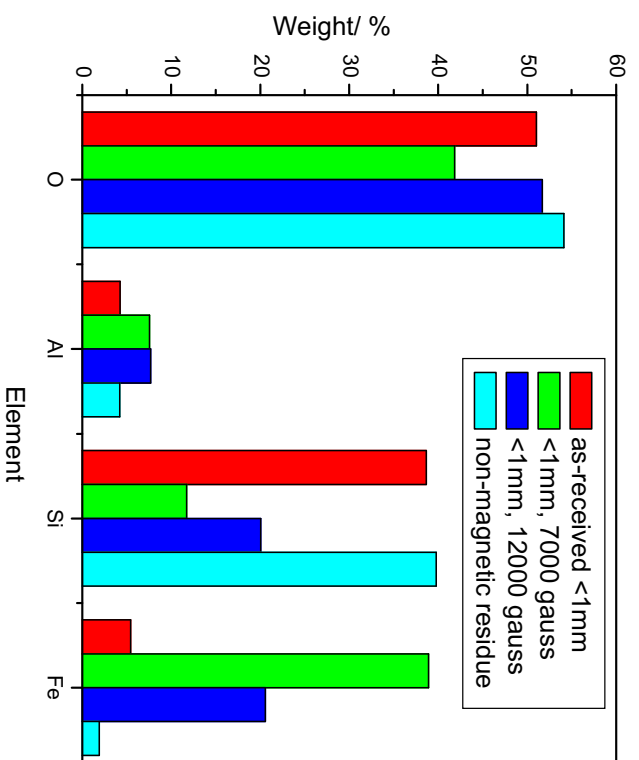
รูปที่ 3.28 ดินตัวอย่างร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร
และผ่านการแยกด้วยแม่เหล็ก 7000 gauss



รูปที่ 3.29 ดินตัวอย่างร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร
และผ่านการแยกด้วยแม่เหล็ก 12000 gauss

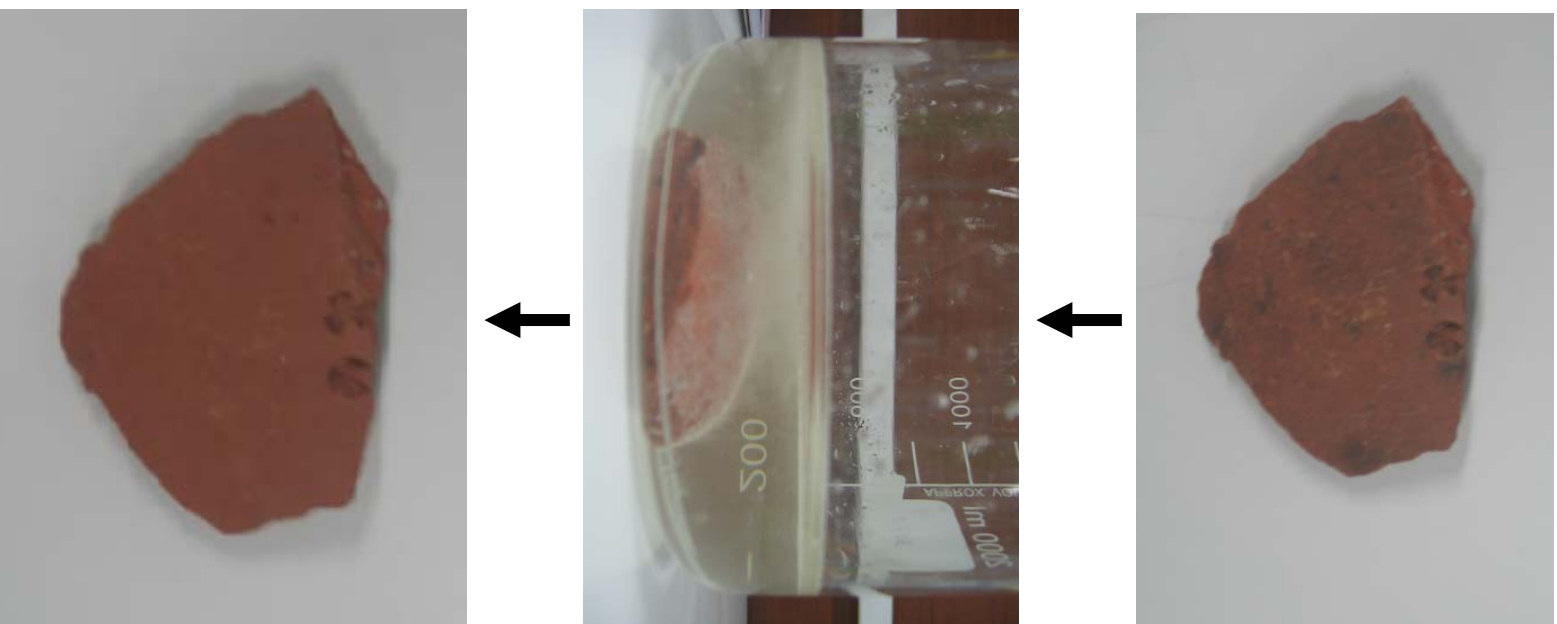


รูปที่ 3.30 คิวในส่วนของที่เป็น nonmagnetic



รูปที่ 3.31 องค์ประกอบทางเคมีจากเทคนิค EDS ของคิวตัวอย่างที่ผ่านการแยกด้วยแม่เหล็ก

ดินที่ผ่านการแยกด้วยแม่เหล็กที่มีขนาดความแรงของแม่เหล็ก 4000 -12000 gauss จากผลการทดลองพบว่าที่ความแรงแม่เหล็ก 7000 gauss จะสามารถแยกส่วนสารประกอบเหล็กออกมาได้มากที่สุดและเมื่อพิจารณาจากรูปที่ 3.31 ปริมาณของซิลิกาจะลดลงมากที่สุดที่ความแรงแม่เหล็ก 7000 gauss เช่นเดียวกับที่สังเกตเห็นว่าสารประกอบของเหล็กซึ่งอยู่ในรูปของแม่เหล็กแล้วอาจจะมีปะปนอยู่กับแร่ควอตซ์ แต่กระบวนการแยกด้วยแม่เหล็กอาจจะไม่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมระดับท้องถิ่นหรือครัวเรือนเพราะถ้าจะแยกให้มีประสิทธิภาพสูงสุดจะต้องทำการล้างดินก่อนทำการแยกด้วยแม่เหล็ก เนื่องจากดินบางส่วนจะปกคลุมผิวของแร่ควอตซ์หรือแร่อื่น ๆ ที่มีสารประกอบของเหล็กจะทำให้การดูดติดกับเครื่องแยกแม่เหล็กได้น้อยลงซึ่งขั้นตอนการล้างดินเป็นการเพิ่มขั้นตอนและทำให้เสียเวลาและอาจจะไม่คุ้มกับราคาในการจำหน่าย แต่ขั้นตอนการใช้แม่เหล็กแยกอาจจะเหมาะสมกับผู้ประกอบการที่ต้องการผลิตผลิตภัณฑ์คุณภาพเพื่อการส่งออก



รูปที่ 3.32 ขั้นตอนการกำจัดจุดดำและคราบดำบนผิวของผลิตภัณฑ์
โดยใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

จากประเด็นปัญหาการบำบัดผลิตภัณฑ์รวมถึงจุดดำที่เมได้เกิดจากสาเหตุของอนุภาคขนาดใหญ่ของควอตซ์ และสิ่งเจือปนจากแร่เข้ามาที่แร่และไฟโรลูไซต์ จากการศึกษาพบว่าทั้งจุดดำและคราบดำนั้นสามารถกำจัดออกได้ด้วยการแยกขนาดอนุภาคโดยการใช้ตะแกรงหรือการเผาซ้ำ แต่เมื่อใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ซึ่งเป็นออกซิเดนท์ที่แรงสามารถกำจัดจุดดำและคราบดำนี้ได้ทั้งหมด คณะผู้วิจัยคาดว่าอาจเกิดจากปฏิกิริยาการรวมตัวของเพอร์ริคออกไซด์และคาร์บอนในบรรยากาศเผาใหม่ที่ไม่สมบูรณ์ในเตาฟืนเป็นเชื้อเพลิงเป็นสารประกอบเหล็กคาร์ไบด์และเมื่อผลิตภัณฑ์เหล่านี้เผาตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศโดยเฉพาะที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทำให้เกิดเป็นสีดำขึ้น

4 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบลักษณะเฉพาะของดินตัวอย่างที่สุ่มเก็บการผลิตผลิตภัณฑ์เอิร์ทเทินแวร์ในอุตสาหกรรมท้องถิ่นในเขตอำเภอหางดงพบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดจุดดำบนผิวของผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นได้จากสองสาเหตุคือ อนุภาคของแร่ควอร์ต แร่เข้ามาที่แร่และไฟโรลูไซต์ที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ที่อยู่บนผิวของผลิตภัณฑ์หลังจากทำการเผาแล้วจะทำให้เกิดจุดดำบนผลิตภัณฑ์ และในส่วนของคราบดำที่ไม่ได้เกิดจากอนุภาคของแร่ควอร์ต แร่เข้ามาที่แร่และไฟโรลูไซต์ที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ คาดว่าน่าจะเกิดจากการบำบัดคาร์บอนหรือซัลเฟอร์ซึ่งเกิดจากการเผาโดยใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง และเมื่อผลิตภัณฑ์เหล่านี้เผาตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศโดยเฉพาะที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทำให้เกิดเป็นสีดำขึ้น

การลดตำหนิจุดดำที่เกิดขึ้นจากอนุภาคของแร่ควอร์ต แร่เข้ามาที่แร่และไฟโรลูไซต์ที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ทำให้ได้โดยการใช้ตะแกรงที่มีความละเอียดมากขึ้นจากการทดลองพบว่าดินที่ผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช ก็เพียงพอที่จะลดการเกิดจุดดำบนผลิตภัณฑ์ได้เกือบทั้งหมด แต่การใช้ตะแกรงแยกต้องคำนึงถึงขนาดของผลิตภัณฑ์ เพราะถ้าใช้ดินที่มีความละเอียดมากเกินไปก็อาจจะเกิดต่อการหดตัวและการแตกร้าวของผลิตภัณฑ์ ในส่วนตำหนิจุดดำและคราบดำที่คาดว่าอาจเกิดจากปฏิกิริยาการรวมตัวของเพอร์ริคออกไซด์และคาร์บอนในบรรยากาศเผาใหม่ที่ไม่สมบูรณ์ในเตาฟืนเป็นเชื้อเพลิงเป็นสารประกอบ เหล็กคาร์ไบด์และเมื่อผลิตภัณฑ์เหล่านี้เผาตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศโดยเฉพาะที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทำให้เกิดเป็นสีดำขึ้น การแก้ปัญหาจุดดำและคราบดำลักษณะนี้ต้องให้สารที่มีสมบัติเป็นตัวออกซิไดซ์ เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดช่วยในการกำจัด

ข้อเสนอแนะเพื่อแก้ปัญหา

จากการเก็บข้อมูลของคณะผู้วิจัยพบว่าผู้ประกอบการที่เตรียมเนื้อดินปั้นใช้ตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร 1 มิลลิเมตรทำการร่อนดินหลังจากอบ ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการแยกอนุภาคของแร่ควอร์ต แร่เฮมาไทต์และเฟโรซิลต์ที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้ประกอบการควรลดขนาดรูเปิดของตะแกรงๆ ให้เล็กลงระดับประมาณ 60 เมช ซึ่งจะลดค่าหินลงได้ค่อนข้างมาก ถ้าต้องการดินซึ่งใช้เป็นตัวเติมในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพระดับการส่งออก ควรจะใช้เทคนิคขั้นสูงเช่น ไฮโดรลน หรือ ไฮโดรลนแม่เหล็ก ซึ่งเทคนิคนี้จะสามารถแยกขนาดอนุภาคตามขนาดและควมหนาแน่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในส่วนของจุดด้อยและควมยากลำบากจะเกิดจากเขม่าสารประกอบคาร์บอนในบรรยากาศเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ในเตาปั้นเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งคณะผู้วิจัยคิดว่าเตาเผาที่สุญญากาศจะได้รับการศึกษาหาสาเหตุที่แท้จริงอย่างละเอียด ซึ่งอาจจะเกิดจากชนิดของแม่พิมพ์เป็นตัวเติมในการเผา

บรรณานุกรม

- ทวี พรหมพฤษย์, เครื่องเคลือบดินเผาเบื้องต้น, วิทยาลัยครูพระนคร บางเขน, โอเดียนส-ไตร์, พ.ศ. 2523
- พิมพ์วิไลค์ วัฒนินมาต และสุมาลี ลิขิตวณิชกุล. (ม.ป.ป), การวิจัยและพัฒนาเพื่อปรับปรุงเนื้อดินเป็นราชบุรี., ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเคลือบดินเผา, กรมวิทยาศาสตร์บริการ, กรุงเทพฯ
- อรุณ สมมิตร., การปรับปรุงองค์ประกอบของดินแดงบ้านสันกำแพงวัดพระยาเพื่อพัฒนาคุณภาพเคลือบดินเผา., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, พ.ศ. 2538
- ไพจิตร อิงศิริวัฒน์., เนื้อดินเซรามิก, สำนักพิมพ์โอเดียนสไตร์, กรุงเทพฯ, พ.ศ. 2541
- ไพจิตร อิงศิริวัฒน์., สีเซรามิก, สำนักพิมพ์โอเดียนสไตร์, กรุงเทพฯ, พ.ศ. 2546
- อายูวัฒน์ สว่างผล, วัตถุดิบที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิกส์ สำนักพิมพ์โอเดียนสไตร์, กรุงเทพฯ, พ.ศ. 2543
- สุธี วัฒนศิริเวช, ดรุณี วัฒนศิริเวช และ ศรัณย์ ไปษะจินดา., รายงานการวิจัยเรื่อง การสำรวจด้านการจัดการและจำหน่ายในผลิตภัณฑ์ของโรงงานเซรามิกในจังหวัดลำปางและเชียงใหม่, มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, พ.ศ. 2543
- Grim, R.E., (1968), "Clay Mineralogy", 2nd edn., McGraw-Hill, New York.
- Grim, R.E., (1961), "X-ray Identification and Crystal Structure of Clay Minerals", Mineralogical Soc., London.
- Brindley, G.W., and Brown, G. (1980), "Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-ray Identification", Mineralogical Soc. Monograph No.5, Spottiswoode Ballantyne Ltd., London.
- Wilson, M.J., (1987), "A Handbook of Determinative Methods in Clay Mineralogy" Blackie and Son, Glasgow.
- Ryan, W., (1997), "Whitewares", Optichrome Ltd, Surrey.
- Mackenzie, R.C. (1957), "The Differential Thermal Investigation of Clay", ed. R.C. Mackenzie, Min. Soc., London.

การคำนวณ

การทาลักษณะจุดตำหนิตำในผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

อภิรณพท์ นันทวิทยา
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

เครื่องปั้นดินเผาหรืออิฐที่เทิร์นแวร์เป็นวัสดุเซรามิกที่ใช้ อย่างกว้างขวางในการใช้เป็นภาชนะบนโต๊ะอาหารและ อุปกรณ์ในการตกแต่ง อิฐที่เทิร์นแวร์ที่ผลิตซึ่งผลิตจาก ดินแดงจะเป็นที่รู้จักคุ้นเคยและถูกพบโดยทั่วไป จุดตำหนิตำ หินหลักที่พบในผลิตภัณฑ์อิฐที่เทิร์นแวร์ วัสดุประเภทสังกะสี หลักในงานวิจัยนี้คือการใช้การวิเคราะห์หาสาเหตุของ การเกิดตำหนิตำและการหาวิธีการลดการเกิดตำหนิตำใน ผลิตภัณฑ์ จากภาพถ่ายกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าจุดตำหนิตำมีสาเหตุมาจากสารประกอบออกไซด์ ของแมงกานีสและเหล็ก ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาผลของ ขนาดอนุภาค องค์ประกอบทางแร่ องค์ประกอบทางเคมี และ สมบัติทางความร้อนของดินที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ อิฐที่เทิร์นแวร์ บัณฑิตซึ่งเตรียมได้จากตัวอย่างดินที่มีช่วง ขนาดอนุภาคต่างๆ กัน และทำการเผาที่อุณหภูมิ 800, 900 และ 1000 องศาเซลเซียส โดยตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศที่แห้ง และมีความชื้น ทำการติดตามจุดตำหนิตำขึ้นตามระยะเวลา ที่กำหนด จากผลการทดลองพบว่าองค์ประกอบทางแร่ของ ดินตัวอย่างประกอบด้วยแร่หลักคือ เคโอลิไนท์ มัสโคไวท์ และควอตซ์ โดยมี ไพโรลูไซต์ รูไทต์ เฮมาไทต์เป็นแร่รอง จุดตำหนิตำขึ้นตามการแบ่งตัวของกรรม การผงแรกเกิดจาก เกรนของควอตซ์ ไพโรลูไซต์ รูไทต์ เฮมาไทต์ ที่มีขนาดใหญ กว่า 250 ไมครอน จุดตำหนิตำขึ้นในอีกกรณีคาดว่า จะเกิด จากอินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในผิวผลิตภัณฑ์อิฐที่เทิร์นแวร์ ดินที่ผ่านการผ่านตะแกรงขนาด 60, 100, 230 และ 325 เมช จะลดการเกิดการเกิดจุดตำหนิตำได้อย่างชัดเจน ซึ่ง สามารถสรุปได้ว่าขนาดของเกรนแมงกานีสออกไซด์และ เหล็กออกไซด์ที่มีขนาดใหญกว่า 250 ไมครอนซึ่งเป็นสาเหตุ ทำให้เกิดจุดตำหนิตำสามารถแยกออกได้โดยเทคนิคการ ใช้ ตะแกรงร่อน ในส่วนจุดตำหนิตำที่เกิดจากการปนเปื้อน สารประกอบคาร์บอน สามารถกำจัดออกได้โดยสารละลาย ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์โดย ปริมาณ

Abstract

Earthenware is a common ceramic material, which is used extensively for pottery tableware and decorative objects. While red earthenware made from red clays is very familiar and commonly used. The black spot is the main defect of earthenware products. The main objectives of this research are to characterize the black spot defect in the earthenware product and to determine the procedure to remove this defect. From the SEM micrograph and EDS mode showed that the black spot defect are the compounds of iron and manganese oxides. Subsequently, particle size, mineralogy, chemical composition and thermal properties of local clay were investigated. The biscuit which prepared by different size of clay samples were fired at 800, 900 and 1000°C and left in dry and humidity atmosphere. The black spot were investigated during period of time. From the results, it was found that kaolinite, muscovite and quartz are the main minerals and pyrolusite, rutile and hematite are the minor compositions in this clay. The black spot can be classified in two categories: one is from the coarse grain of quartz, pyrolusite, rutile and hematite which is greater than 250 microns, another possibility is from the organic matter which deposit on the surface of earthenware product. The clay fractions which passed through 60, 100, 230 and 325 mesh sieve in the wet state were significantly decreased the black spot defect. It can be concluded that the most grains of quartz, manganese and iron oxides which cause black spot defect are larger than 250 microns and could be separated by sieving technique. The black spot from carbon compounds can be removed by 30% v/v hydrogen peroxide solution.

บทนำ

เครื่องปั้นดินเผาเป็นดินแดงรูปก้นในชื่อ เอิร์ทเทิร์นแวร์ และ เทอราคอตต์ สีของสีต่างๆจะมีลักษณะสีส้มสวยงามซึ่งผลิตมาจากดินเหนียวที่มาจากแหล่งดิน ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ งาน เอิร์ทเทิร์นแวร์ และ เทอราคอตต์ต่างกล่าวถึงชื่อที่กรรมวิธีผลิตแบบ Hand made สามารถสร้างรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการได้เป็นอย่างดี เนื่องจากงานดังกล่าวเป็นที่ชื่นชอบของลูกค้าทั้งชาวไทยและต่างชาติ เพราะเป็นงานที่ได้สะท้อนวิถีชีวิต ภูมิปัญญา วัฒนธรรมของท้องถิ่นโดยเฉพาะงานที่สื่อออกมาในด้านงานลือเลือนที่ทำให้เกิดอารมณ์ชื่น รูปสัตว์ ประติมากรรมประดับสวน ซึ่งก็จัดเป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ คือ indoor กับ outdoor โดยเฉพาะงาน indoor ซึ่งต้องใช้ความสามารถของช่างเป็นอย่างดีงานจึงทำให้งานชนิดนี้มีราคาที่สูงขึ้นทั้งนี้ทั้งโดยเฉลี่ย 3500 - 7500 บาทต่อ 1 ตัวโดยมีขนาดความกว้างกับสูงประมาณ 30 x 60 cm และขึ้นอยู่กับงานที่มี design ที่แปลกใหม่ลักษณะรูปร่างทรงที่แปลกใหม่ด้วย

งานดังกล่าวจัดอยู่ในกลุ่มของงาน OTOF ที่ได้ผ่านการพิจารณาของคณะกรรมการให้อยู่ในระดับ 4 ดาวจึงเป็นการตอบสนองต่อ นโยบายของรัฐบาลได้เป็นอย่างดีโดยเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2549 ที่ผ่านมางานดังกล่าวสร้างรายได้ให้กับผู้ประกอบการในจังหวัดเชียงใหม่ได้ไม่น้อย ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากมีการขยายหน้าร้าน ออกบู๊ในงานต่าง ๆ เช่น งานบ้านและสวนแฟร์ เป็นต้น อีกทั้งยังมี ศิลปินที่รับไปขายตามที่ต่างๆ เช่น ตลาดจตุจักร และมอลล์เตอร์ต่างๆไทย และต่างชาติดีกมากมาย ซึ่งศิลปินผู้ประกอบการที่ผลิตงานลักษณะนี้มีประมาณ มากกว่า10 รายในเชียงใหม่ หากคิดเป็นการโดยเฉลี่ย ประมาณ 250,000 บาท/ปี ต่อราย

ดังได้กล่าวมาข้างต้นว่างานเอิร์ทเทิร์นแวร์ เป็นงานที่สร้างมาจากดินเหนียวคุณภาพดีแต่ในปัจจุบันแหล่งดินที่ใช้ทำงานดังกล่าวเหลือน้อยผู้ประกอบการจึงใช้ดินที่มียุ่ยทั่วไปมาสร้างผลงาน และผลปรากฏว่าเหมือนมาสร้างชิ้นงานแล้วนำไปเผาเสร็จ ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 - 5 สัปดาห์ในบรรยากาศที่มีความชื้นปรากฏว่าเกิดจุดดำทั่วบริเวณ ชิ้นงานและเมื่อทิ้งไว้จนขึ้นจุดดำจะแผยขยายวงกว้างออกไปเต็มชิ้นงาน ทำให้งานมีสีต่างๆของคล้ำแดงในรูปที่ 1 ไม่เป็นลักษณะของงาน เอิร์ทเทิร์นแวร์ หรือ เทอราคอตต์ และผลดังกล่าวทำให้ชิ้นงาน เกิดตำหนิที่ค่าเกิดความไม่พอใจต่อชิ้นงานจึงส่งผลให้ผู้ประกอบการประสบกับปัญหาชิ้นงานมีจุดดำดังกล่าว

วัตถุประสงค์

1. วิเคราะห์หาชนิดของแร่ที่มีเมงกานีสเป็นองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุของการเกิดตำหนิจุดดำและคราบดำบนผิวของผลิตภัณฑ์
2. ศึกษาผลของขนาดอนุภาค ระยะเวลาดและค่าความชื้นที่มีต่อการเกิด ตำหนิจุดดำและคราบดำบนผิวของผลิตภัณฑ์
3. หาแนวทางการแก้ไขตำหนิที่เกิดขึ้น

วิธีการทดลอง

เก็บตัวอย่างดินและผลิตภัณฑ์ที่ตำหนิจาก

ผู้ประกอบการ

คณะผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างดินจากโรงงานเตรียมดิน อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ โดยเก็บดินที่ทางโรงงานก่อนผ่านตะแกรงขนาดรูเปิดขนาด 1 มิลลิเมตร และทำการเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ตำหนิจาก โรงงานประติมากรรมดินเผาป่าตอง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่

ตรวจสอบลักษณะโครงสร้างจุลภาคของดินและผลิตภัณฑ์

การตรวจ จสอบลักษณะทางจุลภาคของดินตัวอย่างและผลิตภัณฑ์หลังเผาด้วยกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราด Scanning Electron Microscope (SEM)และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างชนิดเทคนิค EDS

การวิเคราะห์ขนาดอนุภาค

ทำการบดย่อยเพื่อให้ขนาดจากแหล่งดินซึ่งมีขนาดค่อนข้างใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง ร่อนผงดินผ่านตะแกรงชนิดทยาบขนาด 60 เมช เพื่อแยกเอาเศษไม้ ก้อนกรวด หรือสิ่งปะปนอื่นๆ ที่มีขนาดใหญ่ออก เนื่องจากดินมีลักษณะที่ค่อนข้างหยาบจึงได้ใช้เทคนิคการหาปริมาตรภาคว่างต่างตะแกรงร่อนร่วมกับเทคนิคการเลี้ยวเบนของแสงเลเซอร์ (Wavem รุ่น Mastersizer S) สำหรับหาหาปริมาณภาคต่างตะแกรง ทำการร่อนดินผง 100 กรัม ผสมน้ำ 200 ml ผ่านชุดตะแกรงร่อนขนาด 60, 100, 230 และ 325 เมช ตามลำดับ สกัดพ่นน้ำบนตะแกรงที่ละเอียดขึ้น เพื่อชะให้อนุภาคดินไหลผ่านไปยังชั้นต่อไปได้ จากนั้นนำภาคว่างที่ต่างตะแกรงแต่ละขนาดตรงทั้งอนุภาคที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 325 เมช ไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 24

ตัวโม่ง บันที่กาน้ำหนักแห่งของอนุภาคตินจากตะแกรงแต่ละชั้น ส่วนอนุภาคที่ผ่านตะแกรงรอง ถูกนำไปวิเคราะห์ขนาดอนุภาคเฉลี่ยด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของแสงเลเซอร์ในขั้นตอนต่อไป

การวิเคราะห์ห่อหุ้มประกอบทางเคมีด้วยรังสีเอกซ์

นำผงดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 35 เมช อัดเป็นเม็ดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร หนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร ใช้ความดันในการอัดขึ้นรูป 50 MPa นำชิ้นทดสอบไปวิเคราะห์ห่อหุ้มประกอบทางเคมีด้วยเทคนิคเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซน (X-ray fluorescent – XRF: Horiba รุ่น MESA-500W) ค่าความต่างศักย์ของหลอดรังสีเอกซ์ที่ 50 กิโลโวลต์ ใช้ระยะเวลาในการทดสอบด้วยรังสีเอกซ์ 5 นาที ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์ห่อหุ้มประกอบทางแร่ด้วยวิธีการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์

การวิเคราะห์ห่อหุ้มประกอบทางแร่ด้วยวิธีการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-Ray Diffraction - XRD) สามารถระบุถึงชนิดของแร่ที่เป็นองค์ประกอบในเนื้อดินตัวอย่างได้ ในการทดสอบนำผงดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 35 เมช บรรจุในแผ่นบรรจุตัวอย่างชนิดผง จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-ray Diffraction – XRD: Philips รุ่น X-Pert Pro MPD)

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางความร้อน

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางความร้อนด้วยเครื่อง Simultaneous Thermal Analysis (STA): TA Instrument รุ่น SDT2960 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างการเผาและเพื่อใช้ทราบน้ำหนักที่หายไปหลังการเผายังจะสัมพันธ์กับปริมาณสารที่หายไปซึ่งอุณหภูมิต่างๆ

การตรวจจลสลายของโลหะออกไซด์

นำดินตัวอย่างมาทำการกระจายตัวในน้ำที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส เป็นน้ำดินที่เวลา 1, 2, 3 และ 4 วัน จากนั้นตรวจจลสลายของโลหะออกไซด์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดดินเหนียวใช้เทคนิค Atomic absorption spectroscopy (AAS): Perkin Elmer รุ่น AAnalyst 100

การศึกษาผลของบรรยากาศและความชื้นที่มีต่อระยะเวลาการเกิดค้ำหนิ

นำดินตัวอย่างก่อนและหลังการแยกแร่ที่เป็นสาเหตุของการเกิดค้ำหนิมาร่อนโดยตะแกรงและเครื่องแยกแม่เหล็กโดยการขึ้นรูปด้วยวิธี Hydraulic pressing จะได้ชิ้นงานมีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมขนาด 5 x 5 x 0.5 เซนติเมตร และทำการเผาที่อุณหภูมิในช่วง 800, 900 และ 1,000 องศาเซลเซียส โดยใช้เตาไฟฟ้า และทำการเผาจากเตาของโรงงานของผู้ประกอบการโดยใช้แม่พิมพ์เป็นชื่อเหล็ก ทำการตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ชื้นและสังเกตค้ำหนิจุดดำและคราบค้ำหนิที่เกิดขึ้นบนผลิตภัณฑ์

แนวทางการแก้ไขค้ำหนิที่เกิดขึ้น

นำดินตัวอย่างที่ผ่านการร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60, 100, 230 และ 325 เมช จากนั้นทำการขึ้นรูปโดยวิธี Hydraulic pressing จะได้ชิ้นงานมีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมขนาด 5 x 5 x 0.5เซนติเมตร และทำการเผาที่อุณหภูมิในช่วง 800, 900 และ 1,000 องศาเซลเซียสโดยใช้เตาไฟฟ้าและเตาโรงงาน และทำการตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศและสภาพที่ชุ่มด้วยไอน้ำ และสังเกตค้ำหนิจุดดำและคราบค้ำหนิที่เกิดขึ้นบนผลิตภัณฑ์

นำดินตัวอย่างซึ่งผ่านการร่อนจากตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร และทำการแยกสารประกอบเหล็กด้วยเครื่องแยกแม่เหล็กซึ่งมีความแรงในช่วง 4000-12000 gauss คำนวณหาปริมาณสารประกอบเหล็กที่สังหารแยกออกทางใต้และทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโดยเทคนิค EDS

นำชิ้นงานที่มีจุดดำและคราบค้ำหนิทำการเผาขึ้นสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้น 30 % โดยปริมาณสาร สังเกตการเปลี่ยนแปลงของจุดดำและคราบค้ำหนิผิวของผลิตภัณฑ์

ผลการทดลอง

เก็บดินตัวอย่างและผลิตภัณฑ์ค้ำหนิจาก

ผู้ประกอบการ

โรงงานเตรียมวัตถุดิบ

โรงงานเตรียมวัตถุดิบเหนียวเป็นโรงงานหลักๆ ในหมู่บ้านในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งจะมีเครื่องดินเหนียวให้กับโรงงานผลิตเครื่องปั้นดินเผาประเภทอิฐที่กินแวรในหมู่บ้านเดียวกันนี้ โดยมีแหล่งดินจากแหล่งดิน

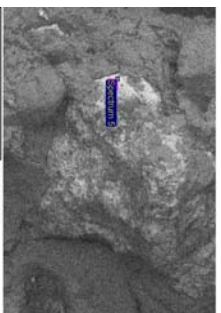
เหนียวทั่วๆ ไปตามท้องถื่นและในอำเภอต้นปาดอง จังหวัด เชียงใหม่ ดินตัวอย่างมีลักษณะจับตัวเป็นก้อนเพราะโดยมี ความชื้นจำนวนมากและในก้อนดินจะสังเกตเห็นก้อนสีดำ ขนาดเท่าเม็ดทรายปนอยู่เป็นจำนวนมาก

โรงงานประติมากรรมดินเผาปาดาล

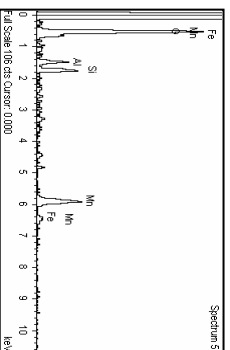
โรงงานประติมากรรมดินเผาปาดาล ผลิตภัณฑ์ดา บัวนอร์เทิร์นแวร์ที่ผลิตแล้วแต่ยังไม่เคลือบสีจะผลิตจากดินเหนียว ที่เตรียมได้จากโรงงานเตรียมวัตถุดิบ

จากการเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นนี้ ผู้ผลิตได้ชี้ให้เห็นเหนียวจากโรงงานเตรียมดินแล้วนำมาขึ้นรูป เมื่อเผาเสร็จและจัดวางผลิตภัณฑ์บริเวณหน้าร้าน เมื่อได้รับความชื้นและทำให้เกิดจุดดำหมันดำในผลิตภัณฑ์

การตรวจสอบลักษณะโครงสร้างจุลภาคของดินและผลิตภัณฑ์



ภาพถ่าย SEM (Back scattering) จุดตำแหน่งด้านบนผิวของ ผลิตภัณฑ์

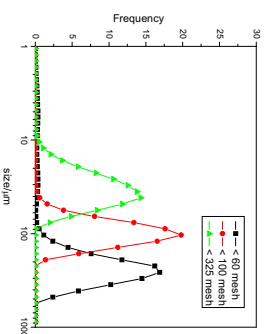


EDS - Spectrum แสดงองค์ประกอบของจุดตำแหน่งผิวของ ผลิตภัณฑ์

การวิเคราะห์ขนาดอนุภาค

ผลการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคดินด้วยปริมาณภาคต่างๆและแ่งกรอง

ขนาดตะแกรง (เมช)	รวมภาคที่ค้างตะแกรง (%)
60	5.5
100	9.3
230	6.5
325	8.5



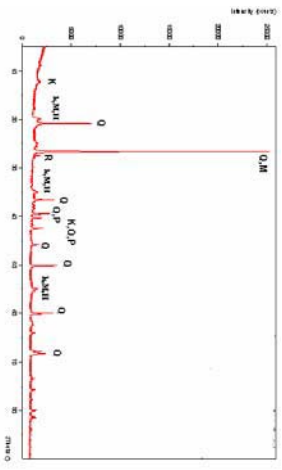
ผลการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคดินด้วยการเปลี่ยนขนาดของตะแกรง

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของดินตัวอย่าง

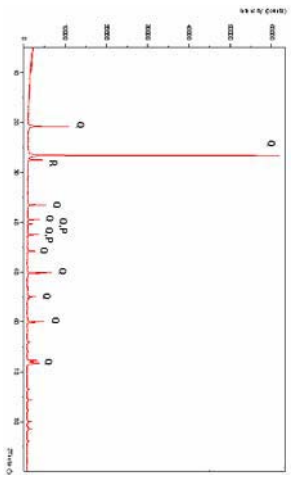
จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของดินที่ไม่ได้ร่อนผ่านตะแกรงจะมีปริมาณเหล็กและแมงกานีส ออกไซด์อยู่ประมาณ 5.50 และ 0.13 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคำนวณผ่านตะแกรงขนาด 60,100, 230 และ 325 เมช ตามลำดับนั้น ทำให้ปริมาณของเหล็กออกไซด์เปลี่ยนแปลงไม่มากนัก แต่ปริมาณของแมงกานีสออกไซด์จะลดลงหลังจากการร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช จากผลการทดลองอาจจะสรุปได้ว่าขนาดอนุภาคของสารประกอบเหล็กออกไซด์มีขนาดเล็กและจะปะปนอยู่กับดินหุงวงขนาดอนุภาค แต่ในส่วนของแมงกานีสออกไซด์จะมีอยู่ในส่วนของอนุภาคที่มีขนาดใหญ่และค้างอยู่บนตะแกรงขนาด 60 และ 100 เมช ซึ่งจะสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ซึ่งอนุภาคที่มีขนาดค้างตะแกรง 60 และ 100 เมช ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยแร่ควอตซ์และแร่ที่มีสารประกอบแมงกานีส

องค์ประกอบทางแร่ของดินตัวอย่าง

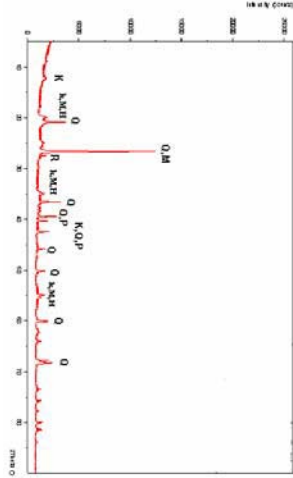
ผลการวิเคราะห์ดินตัวอย่างด้วยเทคนิค XRD โดยในภาพรวมพบแร่ควอตซ์ มัสโควิต และเคโอลินต์ เป็นแร่หลักและมีแร่ยูเทคไซต์ เฮมาไทต์และไพโรลูไซต์ปริมาณเล็กน้อย สำหรับสัญลักษณ์ที่ใช้แทนแร่ต่างๆ ดังที่ปรากฏในภาพที่ 3.1 มีดังนี้ Q = Quartz (SiO₂) M = Kaolinite (Al₂Si₂O₅(OH)₄) Muscovite KAl₃Si₃AlO₁₀(OH)₂ Pyrolusite (MnO₂), R = Rutile (TiO₂), H = Hematite (Fe₂O₃)



Diffractogram ของดินตัวอย่างก่อนร่อน



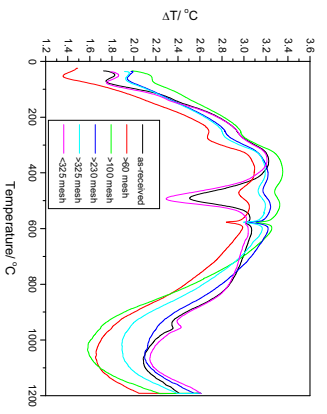
Diffractogram ของดินตัวอย่างคั่งตะแกรง 60 เมช



Diffractogram ของดินตัวอย่างผ่านตะแกรง 325 เมช

จากผลการวิเคราะห์ของเครื่องประกอบทางรังสีเอกซ์ของดินก่อนร่อนผ่านตะแกรง และดินคั่งตะแกรงขนาด 60, 100, 230, 325 เมช จะพบว่าประกอบด้วยแร่เคลโอไลต์ในท์ มัลติโคไลต์ ควอตซ์ เฮมาไทต์ไพโรลูไซต์ และรูไทต์ และดินที่คั่งตะแกรงขนาด 60, 100, 230 และ 325 เมช จะไม่พบแร่เคลโอไลต์ในท์ แต่จะพบแร่ควอตซ์ รูไทต์ และไพโรลูไซต์ ดังนั้นในส่วนที่คั่งตะแกรงมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณแคโอไลต์ในท์น้อยลงและมี แร่ควอตซ์ รูไทต์ และไพโรลูไซต์มากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลของการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในส่วนของการประกอบเหล็กที่ตรวจพบจากการวิเคราะห์ในส่วนของการประกอบเหล็กที่ตรวจพบจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีนั้นคาดว่า จะมาจากแร่เฮมาไทต์และเคลอไลต์ที่ปนอยู่ในโครงสร้างของแร่เม็ดโตไต์ เคอิลิโนท์ และควอตซ์ จากผลการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคและองค์ประกอบทางแร่รวมถึงข้อมูลจากผู้ประกอบการอาจสรุปได้ว่ากลุ่มของแร่ควอตซ์ รูไทต์ ไพโรลูไซต์และเฮมาไทต์ ที่มีขนาดใหญ่ออกมาให้เกิดจุดดำบนผลิตภัณฑ์

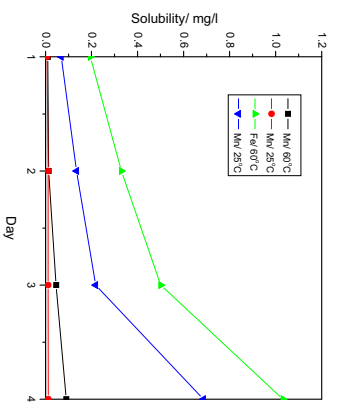
การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางความร้อนของดินตัวอย่าง



ผลวิเคราะห์ DTA ของดินตัวอย่าง

จากผลการวิเคราะห์จาก DTA และ TGA ของดินก่อนร่อน และดินคั่งตะแกรงขนาด 60, 100, 230 และ 325 เมช มีช่วงอุณหภูมิที่สังเกตเห็นการเกิด Dehydroxylation ของคาเซิลเซียม ซึ่งเป็นกระบวนการเกิด Dehydroxylation ของดิน โดยพบว่า ดินคั่งตะแกรงจะมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงอุณหภูมิที่ลดลง แต่ในทางตรงกันข้ามในช่วงอุณหภูมิ 550 – 600 องศาเซลเซียสดินคั่งตะแกรงจะมีแนวโน้มแสดงพฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงของ SiO₂ จาก α-SiO₂ ไปเป็น β-SiO₂ มากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์จาก XRF และ XRD ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอนุภาคที่ถูกแยกออกมาที่มีขนาดใหญ่จะประกอบด้วย ควอตซ์ เป็นเฟสหลัก ในช่วงอุณหภูมิ 950 – 980 องศาเซลเซียสซึ่งเคลโอไลต์จะมีการเปลี่ยนแปลงสร้างผลึกเป็นแบบสติเบลซึ่งจะเกิดขึ้นกับดินก่อนร่อนและดินที่ผ่านการร่อนจากตะแกรง 325 เมช

การละลายของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์



ผลการละลายของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์

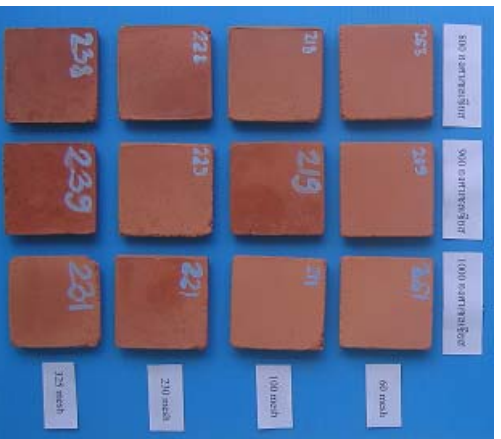
ผลของบรรยากาศและความชื้นที่มีต่อระยะเวลาการเกิดตำหนิ

จากการเปรียบเทียบระยะเวลาของการเกิดตำหนิตำ ในชั้นทดสอบที่ยังไม่ दौरानผ่านตะแกรงและการเผา การเผาโดยเตาไฟฟ้า และเตาจากโรงงานโดยจะวางชั้นทดสอบ ในบรรยากาศและบ่มไว้ในชั้น พบว่า ชั้นทดสอบที่บ่มไว้ในชั้นบ่มโรงปฏิจุดตำหนิตำเรียกว่า โดยจะเริ่มสังเกตเห็นประมาณช่วงสัปดาห์ที่ 2 – 3 แต่ชั้นทดสอบที่วางไว้ในบรรยากาศจะสังเกตเห็นจุดตำหนิตำประมาณช่วงสัปดาห์ที่ 3 – 4 ชั้นทดสอบที่เผากจากเตาโรงงานมีแนวโน้มจะเกิดจุดตำหนิตำว่าชั้นจากเตาไฟฟ้า

การเผาชั้นทดสอบอุณหภูมิสูงซึ่งจาก 800, 900 และ 1000 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จะทำให้สีของชั้นทดสอบมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนสีลงจากสีเหลือง จากที่ชั้นงานที่เผาที่ 800 องศาเซลเซียส สังเกตเห็นจุดตำหนิตำบ่มในระยะเวลาการบ่ม ช่วง 2 – 3 สัปดาห์ เมื่ออุณหภูมิการเผาสู่ชั้นระยะเวลาการเกิดตำหนิตำนั้นขึ้น โดยจะสังเกตเห็นมีประมาณ 4 – 5 สัปดาห์ และปริมาณจุดตำหนิตำที่ปรากฏจะมีปริมาณลดลง

แนวทางการแก้ไขโดยการร้อนผ่านตะแกรงขนาดต่าง ๆ

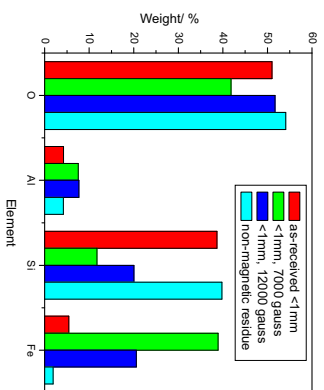
การแก้ไขเบื้องต้นโดยนำดินตัวอย่างที่ผ่านการร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60, 100, 230 และ 325 เมช จะลดการเกิดการเกิดจุดตำได้อย่างชัดเจน โดยสังเกตจากดินซึ่งตะแกรงที่มีเม็ดสีตำขนาดใหญ่ที่สุดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดตำหนิในผลิตภัณฑ์



ชั้นงานที่ผ่านการร่อนตะแกรงและเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ โดยเตาไฟฟ้าและตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์

การนำดินมา ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60, 100, 230 และ 325 เมช จะสามารถลดตำหนิจุดตำในชั้นทดสอบ

ได้ โดยสังเกตจากชั้นทดสอบของดินที่ไม่ दौरानจะมีจุดตำกระจ่ายอยู่และชั้นทดสอบของดินที่ दौरानผ่านตะแกรงเมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้นก็ยังไม่ปรากฏจุดตำหนิตำบนชั้นงานทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากอุณหภูมิอากาศขนาดใหญ่มองแมงกานีสและเหล็กออกไซด์ถูกแยกออกไป จากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า การนำดินตัวอย่างไป ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60, 100, 230 และ 325 เมช จะสามารถลดตำหนิตำบนผลิตภัณฑ์เซิร์ทเทินเจอร์



องค์ประกอบทางเคมีจากเทคนิค EDS ของดินตัวอย่างที่ผ่านการ

แยกด้วยแม่เหล็ก

ดินที่ผ่านการแยกด้วยแม่เหล็กที่ขนาดความแรงของแม่เหล็ก 4000 -12000 gauss จากการทดสอบพบว่าความแรงแม่เหล็ก 7000 gauss จะสามารถแยกส่วนสารประกอบเหล็กออกมาได้มากที่สุด

จากประเด็นปัญหาการบำบัดบนผลิตภัณฑ์รวมถึงจุดตำที่ไม่ได้เกิดจากสาเหตุของอนุภาคขนาดใหญ่ของควอตซ์ และสิ่งเจือปนจากแร่เฮมาไทต์และไพไรลูไซต์ จากการศึกษพบว่าทั้งจุดตำและคราบตำนี้ไม่สามารถกำจัดออกได้ด้วยวิธีการแยกขนาดอนุภาคโดยการใช้ตะแกรงหรือการเผาซ้ำ แต่เมื่อใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ซึ่งเป็นออกซิไดซ์ที่แรงสามารถกำจัดทั้งจุดตำและคราบตำนี้ได้ทั้งหมด คณะผู้วิจัยคาดว่าคราบตำอาจเกิดจากปฏิกิริยาการรวมตัวของเฟอร์ริกออกไซด์และคาร์บอนในบรรยากาศเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ในเตาที่เป็นเชื้อเพลิงเป็นสารประกอบ เหล็กคาร์ไบด์และเมื่อผลิตภัณฑ์ตั้งเผาตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศโดยเฉพะะที่ที่มีความชื้นจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทำให้เกิดเป็นสีตำขึ้น

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสังเกตลักษณะเฉพาะของดินตัวอย่างที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เอิร์ทเทินแวลูในอุตสาหกรรมห้องเย็นในเขตอำเภอหางดงพบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดจุดดูดซับน้ำผิวของผลิตภัณฑ์ขึ้นได้จากสองสาเหตุคือ อนุภาคของแร่ควออร์ต แร่เฮมาไทต์และไฟโรลูไซต์ที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ที่อยู่บนผิวของผลิตภัณฑ์หลังจากทำการเผาแล้วจะทำให้เกิดจุดดูดซับน้ำผลิตภัณฑ์ และในส่วนของค่าและคราบดำที่ไม่ได้เกิดจากอนุภาคของแร่ควออร์ต แร่เฮมาไทต์และไฟโรลูไซต์ที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ คาดว่าคราบดำอาจเกิดจากปฏิกิริยาการรวมตัวของเพอร์ริทออกไซด์และคาร์บอนในบรรยากาศเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ในเตาฟืนเป็นเชื้อเพลิงจึงสร้างบรรยากาศโดยรอบ เหล็กคาร์ไบด์และเมื่อผลิตภัณฑ์แห้งตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศโดยรอบที่มีความชื้นจะทำให้เกิดคราบดำและคราบดำที่เกิดจากการเกิดจุดดูดซับน้ำผลิตภัณฑ์ได้เกือบทั้งหมด แต่การเลือกใช้ตะแกรงแยกต้องคำนึงถึงขนาดของผลิตภัณฑ์เพราะถ้าใช้ดินที่มีความละเอียดมากเกินไปก็อาจจะเกิดต่อการหดตัวและการแตกตัวของผลิตภัณฑ์ ในส่วนด้านน้ำหนักและคราบดำที่คาดว่าคราบดำอาจเกิดจากปฏิกิริยาการรวมตัวของเพอร์ริทออกไซด์และคาร์บอนในบรรยากาศเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ในเตาฟืนเป็นเชื้อเพลิงเป็นสารประกอบเหล็กคาร์ไบด์และเมื่อผลิตภัณฑ์แห้งตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศโดยรอบที่มีความชื้นจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทำให้เกิดเป็นสีดำขึ้น การแก้ปัญหาจุดดำและคราบดำลักษณะนี้ต้องเลือกใช้ดินที่มีความชื้นต่ำและคราบดำไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดช่วยในการกำจัด

การลดค่าหนักจุดดำที่เกิดขึ้นจากอนุภาคของแร่ควออร์ต แร่เฮมาไทต์และไฟโรลูไซต์ที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ทำได้โดยการเลือกใช้ตะแกรงที่มีความละเอียดมากขึ้นจากการทดลองพบว่าดินที่ผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช ก็เพียงพอที่จะลดการเกิดจุดดูดซับน้ำผลิตภัณฑ์ได้เกือบทั้งหมด แต่การเลือกใช้ตะแกรงแยกต้องคำนึงถึงขนาดของผลิตภัณฑ์เพราะถ้าใช้ดินที่มีความละเอียดมากเกินไปก็อาจจะเกิดต่อการหดตัวและการแตกตัวของผลิตภัณฑ์ ในส่วนด้านน้ำหนักและคราบดำที่คาดว่าคราบดำอาจเกิดจากปฏิกิริยาการรวมตัวของเพอร์ริทออกไซด์และคาร์บอนในบรรยากาศเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ในเตาฟืนเป็นเชื้อเพลิงเป็นสารประกอบเหล็กคาร์ไบด์และเมื่อผลิตภัณฑ์แห้งตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศโดยรอบที่มีความชื้นจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทำให้เกิดเป็นสีดำขึ้น การแก้ปัญหาจุดดำและคราบดำลักษณะนี้ต้องเลือกใช้ดินที่มีความชื้นต่ำและคราบดำไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดช่วยในการกำจัด

ข้อเสนอแนะเพื่อแก้ปัญหา

จากการเก็บข้อมูลของผู้วิจัยพบว่าผู้ประกอบการที่เตรียมเนื้อดินป็นใช้ตะแกรงขนาดลูบปิดประมาณ 1 มิลลิเมตรทำการร่อนดินหลังการอบ ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการแยกอนุภาคของแร่ควออร์ต แร่เฮมาไทต์และไฟโรลูไซต์ที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้ประกอบการควรลดขนาดลูบปิดของตะแกรงให้เล็ก

ลงระดับประมาณ 60 เมช ซึ่งจะลดค่าหนักลงได้ค่อนข้างมากถ้าต้องการดินซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์มีคุณภาพระดับการส่งออกควรจะเลือกใช้ดินชั้นสูงซึ่งชั้นดินโคลน หรือ โขไคเลนแม่เหล็ก ซึ่งหากดินนี้จะสามารถแยกขนาดอนุภาคตามขนาดและความหนาแน่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในส่วนของคุณค่าและคราบดำซึ่งอาจจะเกิดจากเขม่าสารประกอบคาร์บอนในบรรยากาศเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ในเตาฟืนเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งคณะผู้วิจัยคิดว่าป็นสาเหตุที่สำคัญ ควรจะได้นำการศึกษาหาสาเหตุที่แท้จริงอย่างละเอียด ซึ่งอาจจะเกิดจากชนิดของไม้ฟืนที่เป็นวัตถุดิบในการเผา

เอกสารอ้างอิง

1. ทวี พรหมพฤกษ์, เครื่องเคลือบดินเผาเบื้องต้น, วิทยาลัยครูพระนคร บางเขน, โอเดียนส.-ไตร์, พ.ศ. 2523
2. ทิงพวงวัลต์ วัลธโนภาส และศุภมาลี ลิขิตวณิชชด. (ม.ป.ป.). การวิจัยและพัฒนาเพื่อปรับปรุงเนื้อดินปั้นราชบุรี.. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา, กรมวิทยาศาสตร์บริการ., กรุงเทพฯ
3. อรพิน สมมิตร., การปรับปรุงองค์ประกอบของดินแต่งบ้านสันกำแพงจังหวัดพะเยาเพื่อพัฒนาคุณภาพเครื่องปั้นดินเผา., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, พ.ศ. 2538
4. ไพลิตร์ อิงศิริวัฒน์., เนื้อดินทรายamik, สำนักพิมพ์โอเดียนสไตร์, กรุงเทพฯ, พ.ศ. 2541
5. ไพลิตร์ อิงศิริวัฒน์., สีเซรามิก, สำนักพิมพ์โอเดียนสไตร์, กรุงเทพฯ, พ.ศ. 2546
6. อายวิวัฒน์ สว่างผล, วัตถุดิบที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิกส์ สำนักพิมพ์โอเดียนสไตร์, กรุงเทพฯ, พ.ศ. 2543
7. สุชี วัฒนศิริเวช, ดรณิ วัฒนศิริเวช และ ศรีณย์ ไชยะจินดา., รายงานการวิจัยเรื่อง การสำรวจด้าน การจัดการและคำหนักในผลิตภัณฑ์ของโรงงานเซรามิกในจังหวัดลำปางและเชียงใหม่, มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, พ.ศ. 2543
8. Grim, R.E., (1968), "Clay Mineralogy", 2nd edn., McGraw-Hill, New York.

9. Grinn, R.E., (1961), "X-ray Identification and Crystal Structure of Clay Minerals", Mineralogical Soc., London.
10. Brindley, G.W., and Brown, G. (1980), "Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-ray Identification", Mineralogical Soc. Monograph No.5, Spottiswoode Ballantyne Ltd., London.
11. Wilson, M.J., (1987), "A Handbook of Determinative Methods in Clay Mineralogy" Blackie and Son, Glasgow.
12. Ryan, W., (1997), "Whitewares", Optichrome Ltd, Surrey.
13. Mackenzie, R.C. (1957), "The Differential Thermal Investigation of Clay", ed. R.C. Mackenzie, Min. Soc., London.