

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

วัสดุที่ใช้ในการทดลองได้แก่ตะกอนดินที่ได้จากกระบวนการผลิตกระเบื้องเซรามิค เพื่อต้องการศึกษาการใช้ประโยชน์ของเสียจากอุตสาหกรรมเซรามิคและลดการเกิดมลภาวะที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยการใช้ตะกอนดินเซรามิคทดแทนดินดำในกระบวนการผลิตกระเบื้องบิสกิต เนื่องจากผลการวิเคราะห์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบด้วยเครื่อง DHF82 Multi-Element Rapid Analysis Instrument ตะกอนดินเซรามิคและดินดำมีปริมาณสารประกอบซิลิกอนไดออกไซด์สารประกอบอะลูมินาออกไซด์ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน แสดงในตารางที่ 3.1ในการทดสอบสมบัติของกระเบื้องบิสกิตในส่วนของการหดตัวเชิงปริมาตรของกระเบื้อง การหดตัวเชิงเส้นของกระเบื้อง ความสอบของกระเบื้อง การดูดซึมน้ำของกระเบื้อง ทดสอบความทนสารเคมี ความทนการร้าว ความต้านทานแรงกระแทก อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องบุผนังภายใน มอก.613-2529 หาปริมาณตะกอนดินที่เหมาะสมในกระเบื้องบิสกิตสำหรับการผลิตกระเบื้องบุผนังภายใน

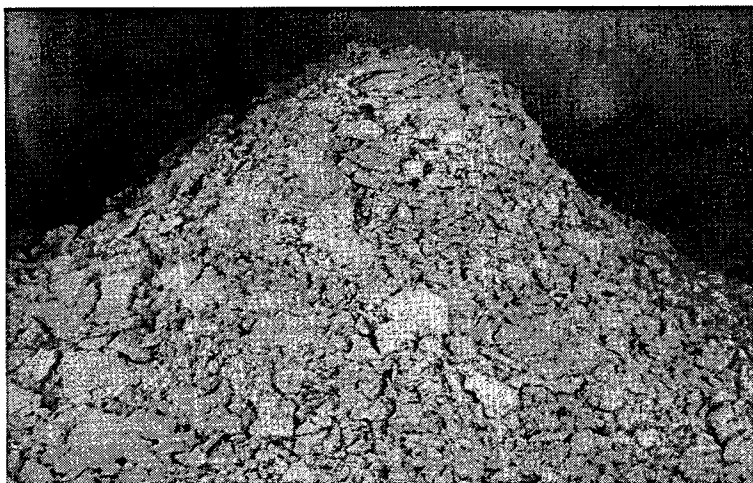
ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัย

วัตถุดิบ	ปริมาณสารประกอบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
ทัลค์	58-62	0.04	0.15-3	25-27	3-5	-	0.16	-
บอลเคลย์	66-68	20-22	1.3-1.6	0.2-0.4	0.1-0.3	0.1-0.4	2-2.5	0.5-0.7
ตะกอนดิน	67.70	16.61	0.56	2.87	1.65	-	-	0.22

3.1.1 การเตรียมการทดลอง

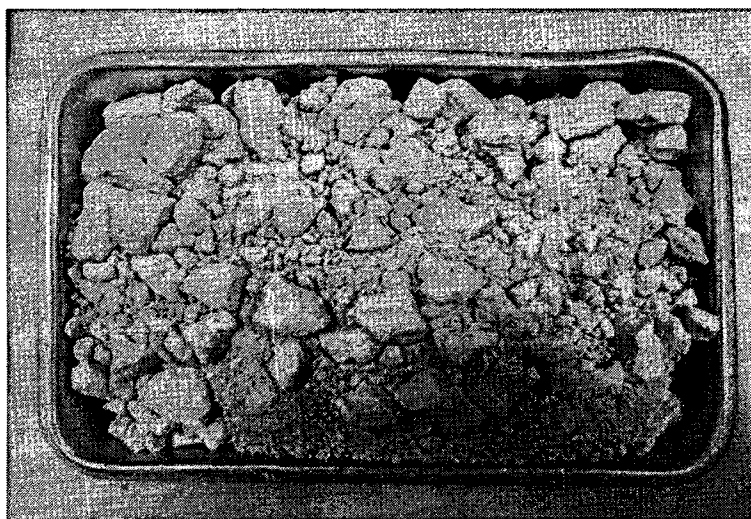
ในการเตรียมการทดลองการใช้ตะกอนดินจากกระบวนการผลิตกระเบื้องเซรามิคโดยใช้ตะกอนดินเซรามิคทดแทนดินดำในกระบวนการผลิตกระเบื้องบิสกิต มีขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานทดลองดังต่อไปนี้

1). เก็บตัวอย่างตะกอนดินเซรามิคจากกระบวนการผลิตกระเบื้องเซรามิค โดยในงานวิจัยทำการเก็บตัวอย่างตะกอนดินในช่วงเดือน มีนาคม ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2554



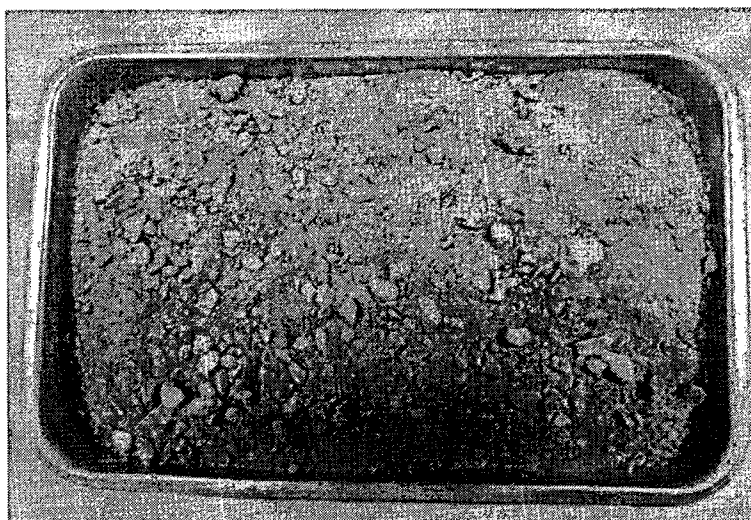
รูปที่ 3.1 ตะกอนดินเซรามิกจากกระบวนการผลิตกระเบื้องเซรามิก

2). นำตะกอนดินเซรามิกที่เก็บตัวอย่างมาทำการอบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ทำการอบตะกอนดินเซรามิกด้วยเครื่องอบความชื้นของบริษัท ไท่หยางอุตสาหกรรม จำกัด โดยทำการอบที่อุณหภูมิ 150-160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที เพื่อไล่ความชื้นในตะกอนดินเซรามิกที่เก็บตัวอย่าง

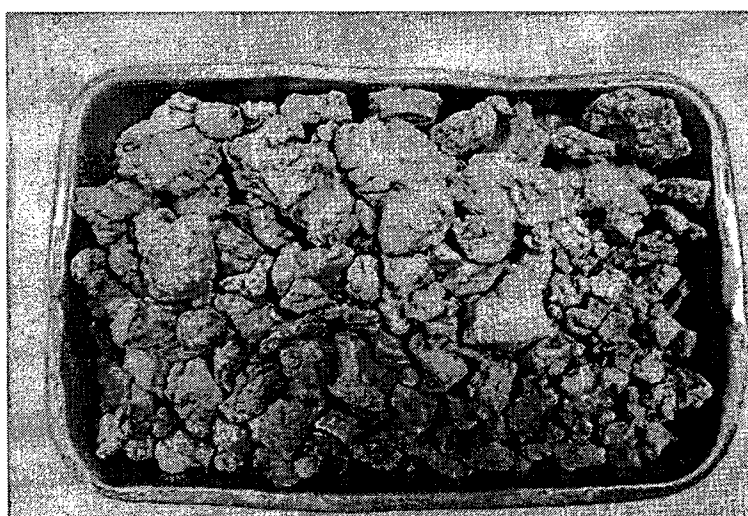


รูปที่ 3.2 ตะกอนดินเซรามิกที่ผ่านการอบความชื้น

3). นำวัสดุดิบในการทดลองมาทำการอบแบบเดียวกันกับตะกอนดินเซรามิก งานวิจัยนี้จะใช้ทอล์คและบอลเคลย์เป็นส่วนผสมในการทำการวิจัย ดังแสดงในรูปที่ 3.3 และ 3.4



รูปที่ 3.3 ทัลค์ที่ผ่านการอบความชื้น



รูปที่ 3.4 บอลเคลย์ที่ผ่านการอบความชื้น

4). นำวัตถุดิบมาทำการออกแบบการทดลอง โดยงานวิจัยใช้ส่วนผสมทัลค์ร้อยละ 60บอลเคลย์ ร้อยละ 40 [12] แปรอัตราส่วนตะกอนดินเซรามิกทดแทนบอลเคลย์ในการผลิตกระเบื้องบุผนังและได้ทำการออกแบบการทดลองดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การออกแบบการทดลองของส่วนผสมในงานวิจัย

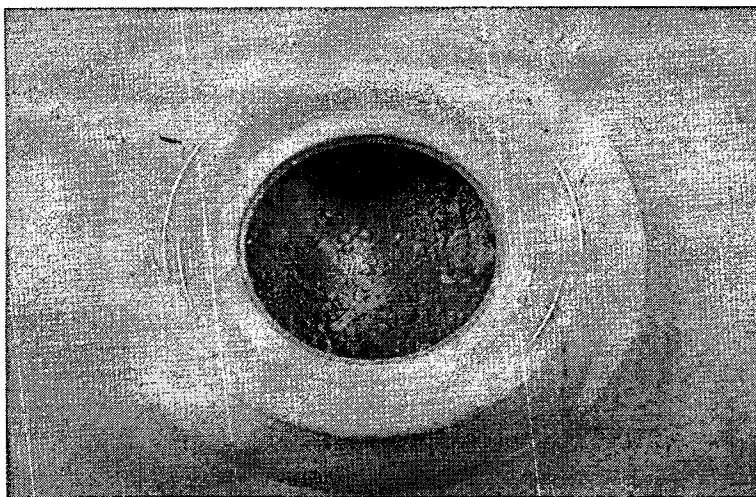
สูตรการทดลอง	วัตถุดิบ (%)		
	ทลค์	บอลเคลย์	ตะกอนดินเซรามิก
สูตรการทดลองที่ 1	60	40	0
สูตรการทดลองที่ 2	60	30	10
สูตรการทดลองที่ 3	60	20	20
สูตรการทดลองที่ 4	60	10	30
สูตรการทดลองที่ 5	60	0	40

5). วัตถุดิบในการวิจัยนำมาทำการชั่งด้วยเครื่องชั่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BS2202S ตามสูตรการทดลองในตารางที่ 3.2 อัตราส่วนของทลค์ร้อยละ 60 บอลเคลย์ร้อยละ 40 [12] จากนั้นทำการนำตะกอนดินเซรามิกมาทดแทนบอลเคลย์ อัตราส่วนบอลเคลย์ต่อตะกอนดินเซรามิกที่ 40:0, 30:10 20:20, 10:30 และ 0:40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงในรูปที่ 3.5



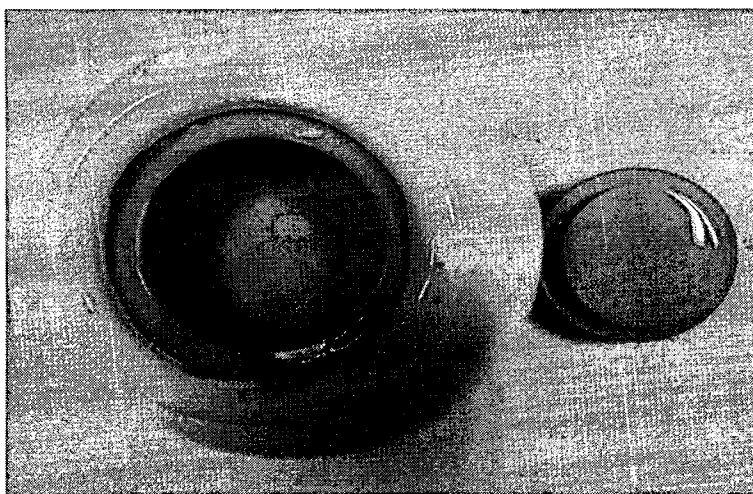
รูปที่ 3.5 วัตถุดิบชั่งด้วยเครื่องชั่งตามสูตรการทดลอง

6). นำวัตถุดิบที่ทำการชั่งตามสูตรการทดลองในตารางที่ 3.2 และเติมสารช่วยการกระจายลอยตัวในปริมาณที่เหมาะสม จากนั้นนำวัตถุดิบทั้งหมดใส่ลงในหม้ออบเซรามิกโดยภายในหม้ออบเซรามิกได้มีการเติมลูกบดเซรามิกเพื่อช่วยในการบดวัตถุดิบ เติมน้ำสะอาดในปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักวัตถุดิบทั้งหมด แสดงในรูปที่ 3.6



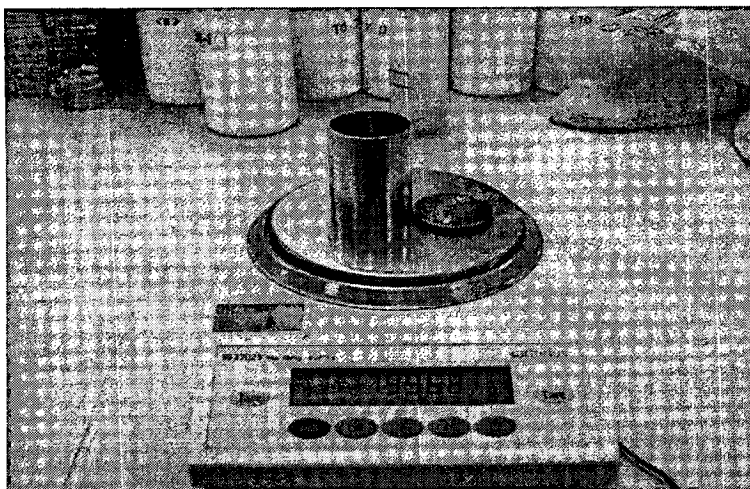
รูปที่ 3.6 หม้ออบเซรามิกที่ใช้ในงานวิจัย

7). นำหม้ออบเซรามิกใส่ลงในเครื่องบดปั่น ซึ่งงานวิจัยใช้เครื่องบดปั่นของบริษัทไท่หยางอุตสาหกรรม จำกัดโดยทำการบดปั่นเป็นเวลา 10 นาทีเพื่อให้ส่วนผสมของวัตถุดิบเข้ากันเป็นน้ำสลিপ แสดงในรูปที่ 3.7

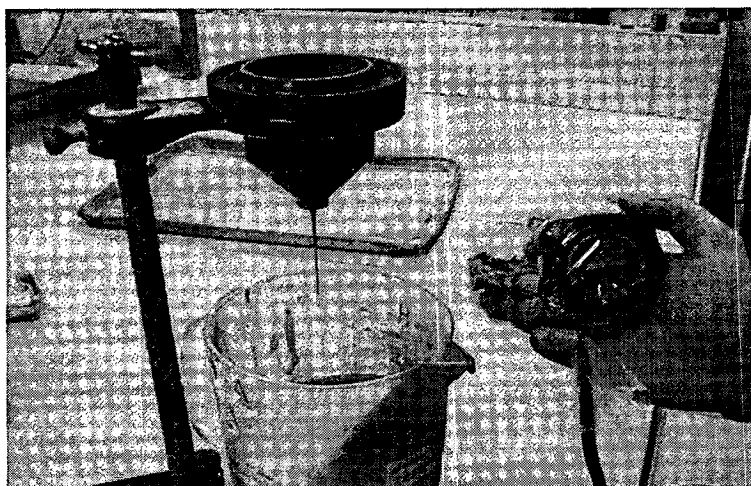


รูปที่ 3.7 น้ำสลิปที่ได้หลังจากบดปั่น

8). นำน้ำสลิปมาทำการกรองด้วยตะแกรงเพื่อกรองสิ่งที่ไม่ต้องการออก นำน้ำสลิปที่ได้มาทำการตรวจสอบความหนาแน่นด้วยถ้วยปริมาตรทรงกลมขนาด 10 ลบ.มม. ทำการชั่งด้วยเครื่องชั่งยี่ห้อ Sartorius รุ่นBS2202S ทำการตรวจสอบการไหลตัวของน้ำดินด้วยถ้วยโดมอนคัพ No.50 ทำการจับเวลาเพื่อหาค่าการไหลตัวของน้ำสลิปด้วยนาฬิกาจับเวลาอิเล็กทรอนิกส์ แสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.8 การหาค่าความหนาแน่นของน้ำสลิป



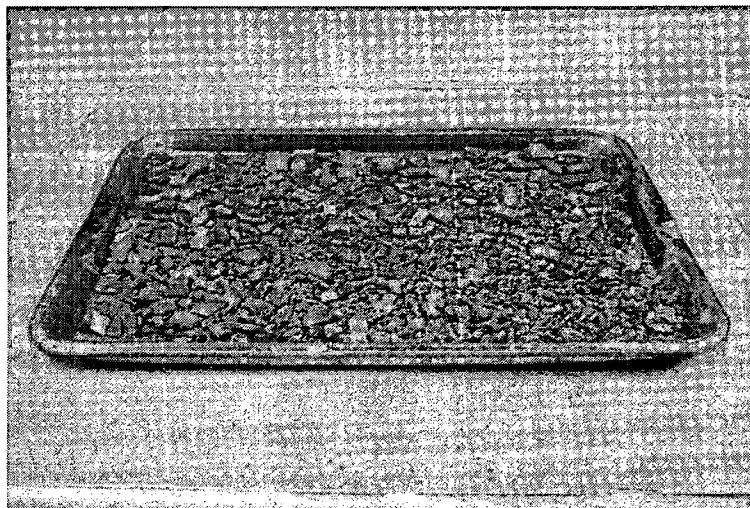
รูปที่ 3.9 การหาค่าการไหลตัวของน้ำสลิป

9). นำน้ำสลิปเทใส่ภาชนะและทิ้งไว้ให้แห้งในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 วันเพื่อให้น้ำสลิปมีการแข็งตัวและสามารถนำเข้าอบได้ แสดงในรูปที่ 3.10



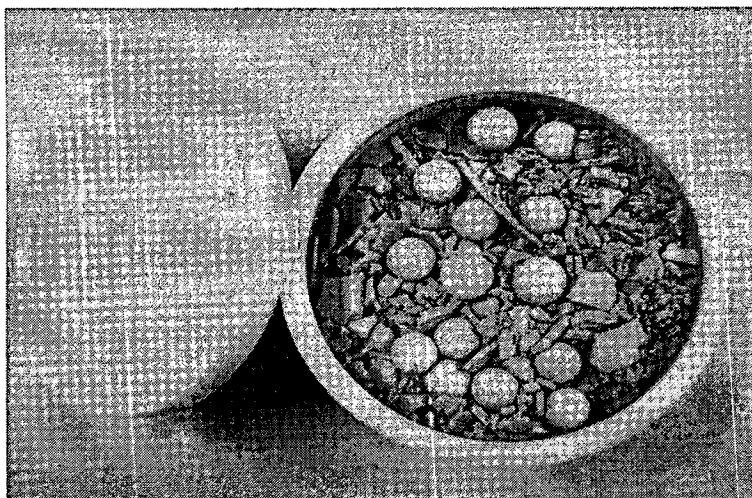
รูปที่ 3.10 ลักษณะของน้ำสลิปที่เกิดการแข็งตัวที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 วัน

10). นำน้ำสลิปที่เริ่มแข็งตัวนำเข้าอบ โดยในงานวิจัยใช้เครื่องอบไฟฟ้าของบริษัท ไท่หยาง อุตสาหกรรม จำกัด ทำการอบที่อุณหภูมิ 150-160 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 นาที เพื่อให้ น้ำสลิปแห้งเหมาะสำหรับนำไปปั้นเป็นผงดิน แสดงในรูปที่ 3.11

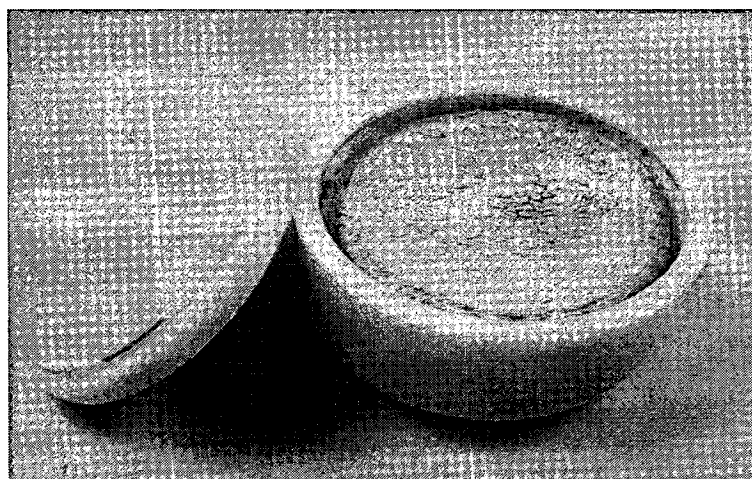


รูปที่ 3.11 น้ำสลิปที่ผ่านการอบ

11). นำน้ำสลิปที่แห้งหลังจากการอบใส่ลงในหม้อบดพลาสติก โดยภายในหม้อบดได้มีการเติม ลูกบดเซรามิคเพื่อช่วยในการบดวัตถุดิบให้เป็นผงดิน งานวิจัยใช้เครื่องบดปั่นของบริษัท ไท่หยาง อุตสาหกรรม จำกัด โดยใช้เวลาในการบดปั่นเป็นเวลา 5 นาที แสดงในรูปที่ 3.12 และรูปที่ 3.13

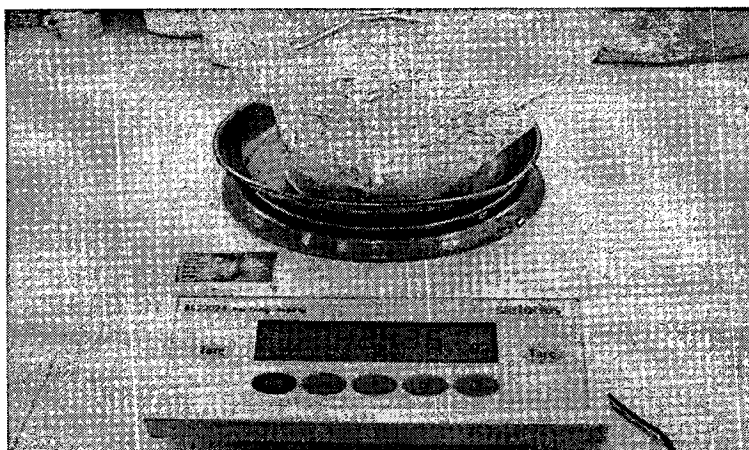


รูปที่ 3.12 ลักษณะก่อนการบดป่น

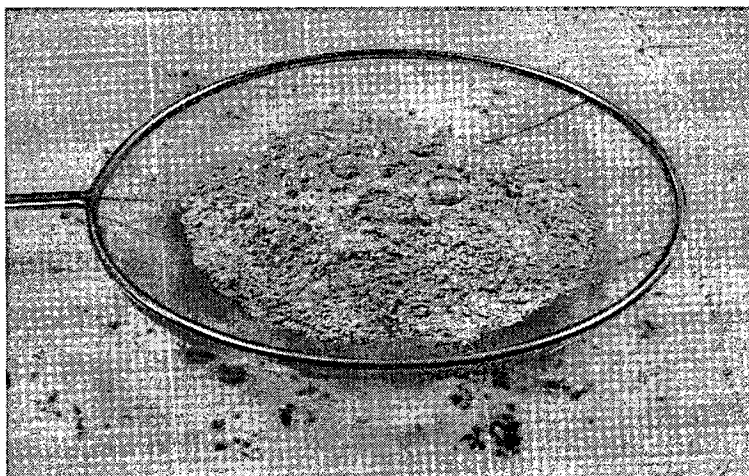


รูปที่ 3.13 ลักษณะผงดินหลังการบดป่น

12). นำผงดินที่ได้มาทำการชั่งน้ำหนัก หาปริมาณที่เหมาะสมในการควบคุมสเปรย์น้ำเพื่อควบคุมความชื้นของผงดินโดยทำการชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BS2202S จากนั้น นำผงดินที่ได้หลังจากการควบคุมความชื้นนำมาผ่านตะแกรง แสดงในรูปที่ 3.14 และรูปที่ 3.15

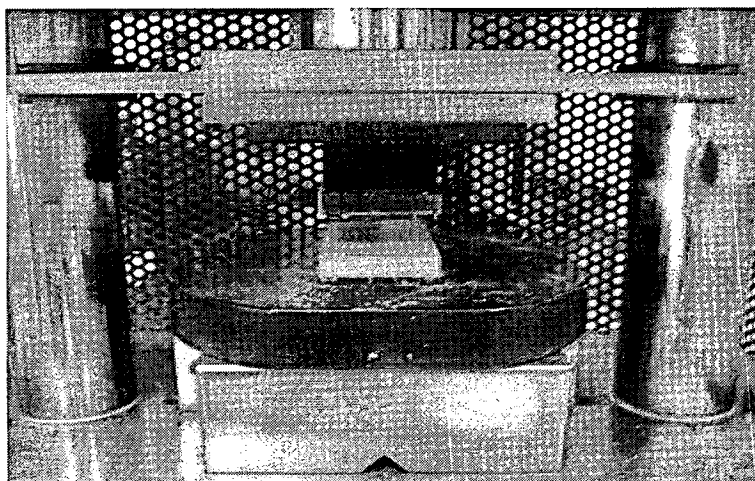


รูปที่ 3.14 การชั่งน้ำหนักหาปริมาณการควบคุมควบคุมความชื้นของผงดิน



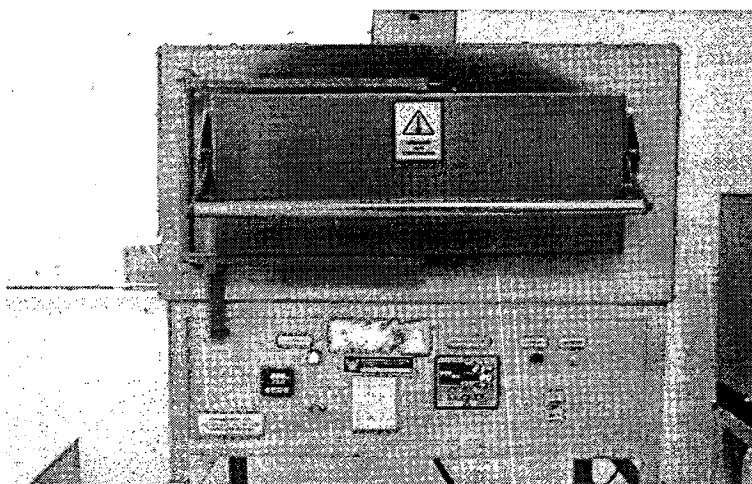
รูปที่ 3.15 ผงดินที่นำมาร่อนผ่านตะแกรง

13). นำผงดินที่ร่อนผ่านตะแกรงมาทำการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิค งานวิจัยใช้เครื่องอัดไฮดรอลิค ยี่ห้อ NANNETTI FAENZA โดยใช้แรงดันในการขึ้นรูปที่ 300 บาร์ [12] ทำการขึ้นรูปกระเบื้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 50 มม. x 100 มม. x 10 มม. จากนั้นนำกระเบื้องที่ทำการขึ้นรูปมาทำการอบด้วยเตาอบไฟฟ้า อบที่อุณหภูมิ 150-160 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 นาที แสดงในรูปที่ 3.16

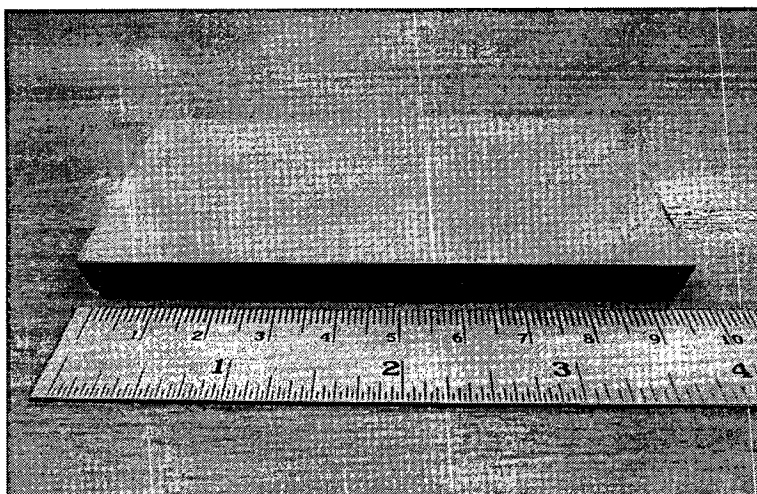


รูปที่ 3.16 การขึ้นรูปกระเบื้องด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก

14). นำกระเบื้องที่ได้หลังจากการอบ นำไปวางเรียงบนแผ่นฉนวนความร้อนในเตาไฟฟ้าโดยใช้ เตาเผาไฟฟ้า ยี่ห้อ PIROMETROL เเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส โดยเผาแซ่ไฟเป็นเวลา 60 นาที แสดงในรูปที่ 3.17 กระเบื้องบิสกิตที่มีส่วนผสมของตะกอนดินเซรามิคแสดงในรูปที่ 3.18

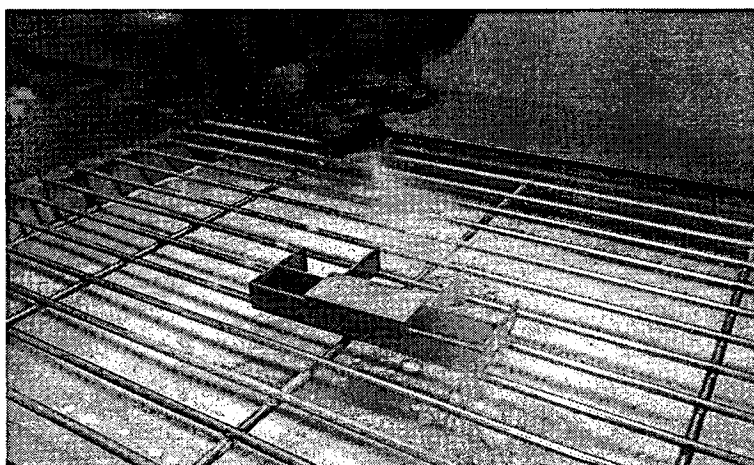


รูปที่ 3.17 เตาเผาไฟฟ้าที่ใช้ในงานวิจัย



รูปที่ 3.18 กระเบื้องบิสกิตที่ได้หลังจากการเผา

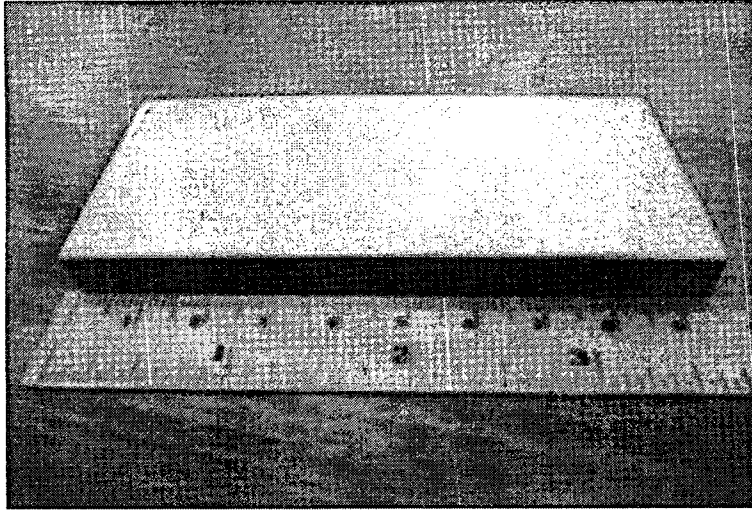
15). นำกระเบื้องบิสกิตมาทำการเคลือบผิวหน้ากระเบื้อง งานวิจัยนี้ใช้เอนโกบ (Engobe) และฟริต (Frit) ในการเคลือบผิวหน้ากระเบื้อง แสดงในรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 การเคลือบผิวกระเบื้องบิสกิต

16). นำกระเบื้องที่ผ่านการเคลือบผิวหน้ามาทำการอบอีกครั้ง ด้วยเตาอบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 150-160 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 นาที

17). นำกระเบื้องที่ได้หลังจากการอบ นำไปวางเรียงบนแผ่นฉนวนความร้อนในเตาไฟฟ้า เเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส โดยเผาแซ่ไฟเป็นเวลา 60 นาที กระเบื้องบุผนังที่ทำการทดลองแสดงในรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 กระเบื้องบุผนังที่มีส่วนผสมของตะกอนดินเซรามิก