

การทดลองเนื้อดินสำหรับดินสอเขียนสีได้เคลือบ

Clay Body for Underglaze Ceramic Pencils

ไพฑูรย์ เกิดพร้อม *

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองเนื้อดินสำหรับดินสอเขียนสีได้เคลือบวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ดินดำแม่ทาน โพแทสเฟลด์สปาร์ซิลิกาเบนโตไนต์ และสีสแตนสำเร็จรูปการคำนวณอัตราส่วนผสมใช้ตารางสามเหลี่ยม ระหว่าง ดินดำแม่ทาน เฟลด์สปาร์ และซิลิกา โดยกำหนดให้ใช้ดินขาวแม่ทานในอัตราส่วนผสม ระหว่าง ร้อยละ 50 – 80 โพแทสเฟลด์สปาร์ ร้อยละ 10 – 40 และ ซิลิกา ระหว่าง ร้อยละ 10 – 40 รวมทั้งสิ้น 10 อัตราส่วนผสม เติมน้ำแต่ละส่วนผสมด้วยเบนโตไนต์ ร้อยละ 5 และ สีสแตนสำเร็จรูป ร้อยละ 15 ขึ้นรูปเป็นแท่งกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 6.5 มิลลิเมตรด้วยวิธีอัดรีดเผาถึงอุณหภูมิสูงสุด 800 องศาเซลเซียส ทดสอบสมบัติทางกาย และการใช้งาน

ผลการวิจัยพบว่า อัตราส่วนผสมที่ทดลอง จำนวน 10 อัตราส่วนผสม มีสมบัติความเหนียวในการขึ้นรูป ความแข็งแรงของเนื้อดินสอ การเกาะตัวของสีขณะชุบน้ำเคลือบ การเกาะตัวของสี หลังการเผา และความเข้มของสีหลังการเผาไม่แตกต่างกันจนสามารถสังเกตได้ อย่างไรก็ตาม การทดสอบสมบัติทางกายภาพของตัวอย่าง พบว่าอัตราส่วนผสมที่ 3 มีความแข็งแรงสูงสุด (167.881 กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร) ดังนั้นเมื่อสมบัติการนำไปใช้งานด้านอื่นมีความเท่าเทียมกัน จึงสรุปว่า เนื้อดินอัตราส่วนผสมที่ 3 (ดินดำแม่ทาน ร้อยละ 60 โพแทสเฟลด์สปาร์ ร้อยละ 30 และซิลิกา ร้อยละ 10 เติมน้ำเบนโตไนต์ ร้อยละ 5 และ สีสแตน ร้อยละ 15) มีความแข็งแรงสูงสุด ที่ 167.881 กิโลกรัม ต่อ ตารางเซนติเมตร ซึ่งจะช่วยให้ดินสอเขียนสีได้เคลือบมีความคงทนในการใช้งานและการเก็บรักษามากที่สุดด้วย จึงเป็นเนื้อดินที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้ทำดินสอเขียนสีได้เคลือบมากที่สุด

คำสำคัญ: การตกแต่งเซรามิก, สีเซรามิก, สีได้เคลือบ, ดินสอเขียนสีได้เคลือบ

Abstract

The purpose of this research was to find clay bodies suitable for making underglaze ceramic pencils. Maetarn ball clay, potash feldspar, silica, bentonite, and ceramic underglaze stain were used as raw materials. The ratios of Maetarn ball clay, potash feldspar, and silica were calculated using the triangular method. The proportions were 50-80% clay, 10-40% potash feldspar, and 10-40% silica. All 10 mixing ratios were added with 5 percent bentonite and black ceramic stain and extruded into round bars, fired to 800 degree Celsius and tested for their physical properties and usages.

*อาจารย์ประจำ สาขาวิชาเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

The results of the research showed that none of the 10 tested clay bodies exhibited any apparent differences in their properties in terms of plasticity for ease of forming, hardness, adhesion to the surface of the wares after decoration and glazing, and the intensity of the color after being fired. However, tests of their physical properties found that clay body number 3 (60 percent Maetarn ball clay, 30 percent potash feldspar, 10 percent silica, with 5 percent bentonite and 15 percent ceramic underglaze stain added) exhibited the highest bending strength at 167.881 kilogram per square centimeter, which would aid the durability of the pencils during use and storage. This was therefore chosen as the most suitable clay body for underglaze pencils.

Keywords : ceramic decoration, ceramic color, underglaze color, underglaze pencils

บทนำ

การตกแต่งลวดลายโดยการเขียนสีเพื่อให้เกิดความงามและความน่าสนใจมีมาแต่โบราณในทุกวัฒนธรรมที่มีการประดิษฐ์เครื่องปั้นดินเผา ในประเทศไทยพบว่าการเขียนสีเป็นลายเส้นในเครื่องปั้นดินเผาที่บ้านเชียงสมัยปลาย มีอายุประมาณ 2,300 – 1,800 ปีมาแล้ว โดยการเขียนเป็นลายเรขาคณิต ลายสีเหลี่ยมหรือวงกลม ลายก้นขด ลายก้นหอยและลายจักสาน และลวดลายอื่นๆ เช่น รูปสัตว์ชนิดต่าง ๆ และพิธีกรรมที่ปฏิบัติกันในยุคนั้น โดยน้ำดินสีแดงที่ใช้เขียนลวดลายได้จากดินสีตามธรรมชาติ และเขียนบนพื้นผลิตภัณฑ์สีนวลซึ่งทำให้ลวดลายมีความเด่นชัดสวยงามอย่างยิ่ง จนเป็นที่รู้จักกันไปทั่วโลก (ปวิวรรต ธรรมาปรีชากร, สว่าง เลิศฤทธิ์, และ กฤษฎา พินศรี, 2539 : 31 – 32) การตกแต่งโดยวิธีเขียนสีได้เคลื่อนในปัจจุบันอาจเป็นการเขียนด้วยมือหรือใช้รูปลอกน้ำชนิดได้เคลื่อน (underglaze decals) สำหรับการเขียนลวดลายด้วยมือ นั้น โดยทั่วไปจะใช้สารให้สี (colorants) ทั้งที่เป็นออกไซด์ของโลหะ (metal oxides) และสีสำเร็จรูป (stains) โดยการนำไปผสมน้ำให้เป็นของเหลวแล้วนำไปตกแต่งลวดลายบนผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาดิบมาแล้วด้วยพู่กัน ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญอย่างมากจากการฝึกฝนเป็นระยะเวลานาน และเมื่อเกิดความผิดพลาดแก้ไขได้ยากเนื่องจากสารให้สีจะซึมเข้าไปในเนื้อดินซึ่งทำให้การตกแต่งเกิดความเลอะเลือนสกปรก จึงเป็นปัญหาต่อผู้มีประสบการณ์น้อยที่ต้องการตกแต่งชิ้นงานเซรามิกส์ด้วยสีได้เคลื่อน เช่นผู้ที่ต้องการสร้างผลงานเซรามิกส์ในเชิงศิลปะ หรือเด็กๆ ที่ต้องการสำรวจความสนใจของตนเองเกี่ยวกับงานในทางเซรามิกส์ เป็นต้น

เพื่อลดปัญหาของการตกแต่งโดยวิธีเขียนสีบนเคลือบดังกล่าว ในต่างประเทศได้มีการผลิตและจำหน่ายดินสอและแท่งสีสำหรับการตกแต่งสีได้เคลื่อน (Underglaze pencils and crayons) ดินสอและแท่งสีได้เคลื่อนดังกล่าวมีราคาแพงและไม่มีจำหน่ายโดยทั่วไปในประเทศไทย ทำให้ผู้สนใจสร้างสรรค์งานเซรามิกส์ทั่วไปขาดโอกาสในการใช้ หากได้มีการทดลองเพื่อหาวิธีการทำดินสอและแท่งสีได้เคลื่อนโดยใช้วัตถุดิบที่มีภายในประเทศ จะทำให้มีราคาถูกลงอย่างมาก และเป็นการเปิดโอกาสให้กับอุตสาหกรรมเซรามิกส์ไทยและผู้สนใจงานเซรามิกส์ทั่วไปในการใช้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อหาสูตรเนื้อดินที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการทำดินสอเขียนสีได้เคลื่อน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมวัตถุดิบ มีขั้นตอนและวิธีการ ดังนี้

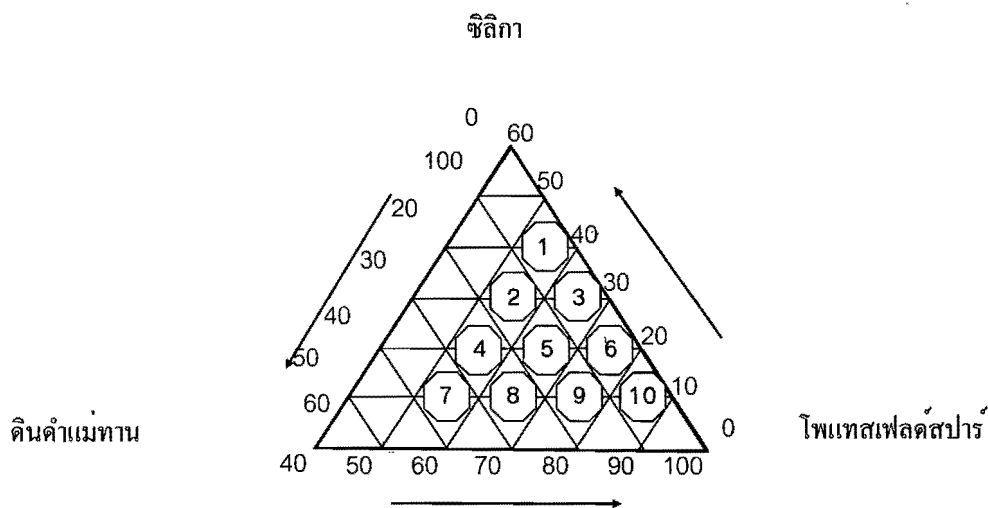
1.1 ชั่งดินคำแม่ทาน โพแทสเฟลด์สปาร์ และซิลิกา ปริมาณอย่างละ 1 กิโลกรัม 1.2 บดดินคำแม่ทานด้วยโกร้งบด ร่อนผ่านตะแกรง 1 มิลลิเมตร

1.2 บดดินคำแม่ทานด้วยโกร้งบด ร่อนผ่านตะแกรง 1 มิลลิเมตร

1.3 อบแห้งดินคำแม่ทาน โพแทสเฟลด์สปาร์ และซิลิกา อุณหภูมิ การอบ 110 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการอบ 2 ชั่วโมง เก็บในโถสุญญากาศ

2. การผสมวัตถุดิบ มีขั้นตอนและวิธีการ ดังนี้

2.1 คำนวณอัตราส่วนผสมโดยใช้ตาราง 3 เหลี่ยม โดยกำหนดให้ใช้ดินคำแม่ทาน ระหว่างร้อยละ 50 – 80 โพแทสเฟลด์สปาร์ ระหว่าง ร้อยละ 10 – 40 และ ซิลิกา ระหว่างร้อยละ 10 – 40 ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 1 ตารางสามเหลี่ยมคำนวณอัตราส่วนผสมระหว่างดินคำแม่ทาน โพแทส เฟลด์สปาร์ และซิลิกา

จากรูปที่ 1 คำนวณได้อัตราส่วนผสมระหว่างดินคำแม่ทาน โพแทสเฟลด์สปาร์ และ ซิลิกา จำนวน 10 อัตราส่วนผสม ดังแสดงในตาราง 1

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนผสมระหว่างดินคำแม่ทาน โพแทสเฟลด์สปาร์ และซิลิกาคิดเป็นร้อยละ

อัตราส่วนผสมที่	ดินคำแม่ทาน	โพแทสเฟลด์สปาร์	ซิลิกา
1	50	40	10
2	50	30	20
3	60	30	10
4	50	20	30
5	60	20	20
6	70	20	10
7	50	10	40
8	60	10	30
9	70	10	20
10	80	10	10

- เติม 1. เบนโตนต์ ร้อยละ 5
2. สีสเดน ร้อยละ 15

2.2 การผสมวัตถุดิบ ใช้วิธีผสมเปียกตามขั้นตอน ดังนี้

- (1) ชั่งวัตถุดิบตามที่คำนวณไว้สำหรับแต่ละอัตราส่วนผสม
- (2) บดดินดำแม่ทานให้แตกตัวเป็นผงละเอียดด้วยโกร่ง
- (3) เติมเบนโตนต์ บดผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว
- (4) เติมโพแทสเซิลด์สปาร์ และซิลิกา บดผสมให้เข้ากันเป็น เนื้อเดียว
- (5) เติมน้ำปริมาณ 40 กรัม บดผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว บรรจุส่วนผสมที่ได้ใน

ถ้วยพลาสติก เก็บในกล่องรักษาความชื้น หมัก 48 ชั่วโมง

3. การขึ้นรูป มีขั้นตอนและวิธีการ ดังนี้

3.1 นวดเนื้อดินที่หมักไว้บนโต๊ะปูนพลาสติกเพื่อให้มีความเหนียวและระดับความชื้นพอเหมาะกับการขึ้นรูปโดยวิธีรีดเป็นแท่งด้วยกระบอกรีด ไม่แข็งเกินไปจนรีดยาก หรือนิ่มเกินไปจนไม่สามารถคงรูปได้

3.2 รีดเนื้อดินเป็นแท่งขนาด 6.5 มิลลิเมตร ประเมินและบันทึก ความเหนียวของเนื้อดินแต่ละอัตราส่วนผสม ตัดให้ได้ความยาว 70 มิลลิเมตร จำนวนอัตราส่วนผสมละ 20 แท่ง ชีดเส้นตรงตามขวางของแท่งดิน ระยะห่างกัน 50 มิลลิเมตร สำหรับตรวจสอบอัตราการหดตัวหลังเผาของเนื้อดิน ทำเครื่องหมายประจำอัตราส่วนผสมจาก 1 ถึง 10 ด้วยเลขโรมัน

การประเมินความเหนียวของเนื้อดิน ประเมินเป็น 3 ระดับ

ระดับ “ดี” หมายถึง แท่งดินที่รีดมีลักษณะผิวเรียบและคงรูปได้ดี

ระดับ “พอใช้” หมายถึง แท่งดินที่รีดให้มีความยาวที่กำหนดได้มีลักษณะผิวแตกปริบ้างแต่ยังคงรูปได้ ไม่หักออกจากกัน

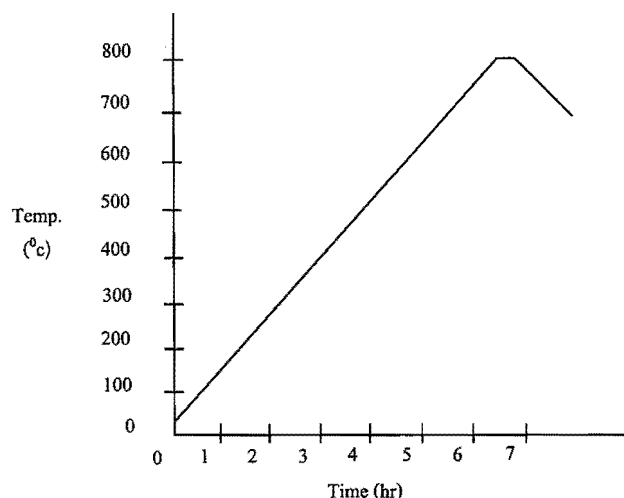
ระดับ “ไม่ผ่าน” หมายถึง แท่งดินหัก ไม่สามารถรีดให้มีความยาวที่กำหนดได้

3.3 พลิกกลับแท่งดินทุก 10 นาทีใน 2 ชั่วโมงแรก ขณะผึ่งแห้งในร่มเพื่อป้องกันการบิดงอผึ่งให้แท่งดินแห้งแข็ง

3.4 อบแท่งดินในตู้อบไล่ความชื้น อุณหภูมิการอบแห้ง 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4 ชั่วโมง

4. การเผา

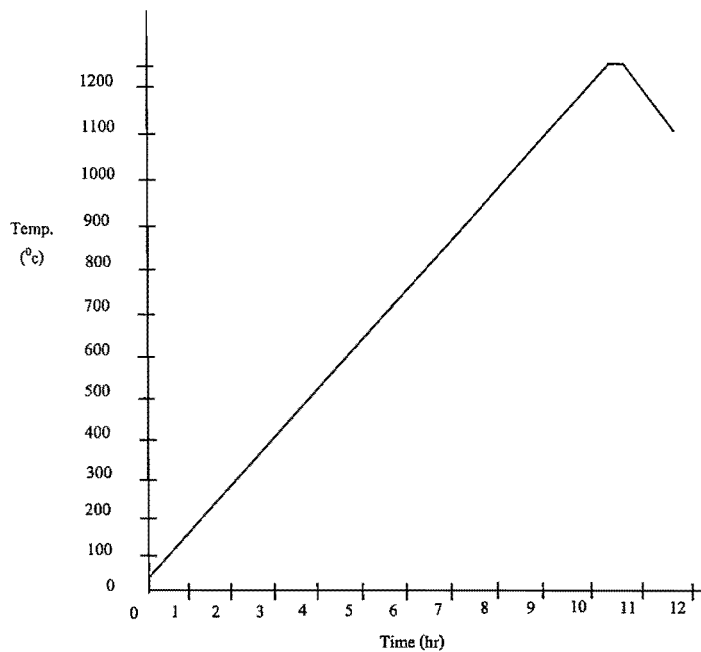
ใช้วิธีเผาด้วยเตาไฟฟ้า อุณหภูมิการเผาสูงสุด 800 องศาเซลเซียส อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ต่อ นาที ยืนอุณหภูมิ 10 นาที กราฟการเผาแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 กราฟการเผาดินสอเขียนสีได้เกลือบ

5. การทดสอบใช้งาน วิธีดำเนินการ

การทดสอบใช้งานทำโดยการทดลองเขียนลายเส้นด้วยดินสอได้เคลือบทดลองแต่ละส่วนผสมบนกระเบื้องเนื้อดินสโตนแวร์สีขาว ผ่านการเผาในเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิสูงสุด 900 องศาเซลเซียส ขนาด 50 x 50 มิลลิเมตรหนา 5 มิลลิเมตร โดยใช้แรงกดดินสอประมาณเท่ากับการเขียนด้วยดินสอเกรด HB เป่าลมทำความสะอาดฝุ่นที่เกิดจากการเขียนด้วยดินสอเขียนสีได้เคลือบ ชุบน้ำเคลือบใส แผ่นเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบและประเมินการเกาะตัวของสี เเผาในเตาไฟฟ้าถึงอุณหภูมิสูงสุด 1250 องศาเซลเซียส ยืนอุณหภูมิ 10 นาที อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียสต่อนาที กราฟการเผาทดสอบหลังการเขียนสีแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 กราฟการเผาทดสอบหลังการเขียนสี

การประเมินผลการใช้งานมีการตรวจสอบและวิธีการประเมิน ดังนี้

(1) การตรวจสอบลักษณะทั่วไปของดินสอเขียนสีได้เคลือบที่ได้

วิธีดำเนินการ

การตรวจสอบตามที่ปรากฏ ทดสอบความแข็งโดยการฝนดินสอเขียนสีได้เคลือบทดลองแต่ละอัตราส่วนผสมให้ส่วนปลายเป็นรูปกรวย มีมุมรวม (Include angle) ประมาณ 30 องศา กับกระดาษทรายน้ำ เบอร์ 320 ดัดกาวบนแผ่นไม้ที่มีผิวเรียบแบน

วิธีประเมิน

ประเมิน เป็น 3 ระดับ โดยการเปรียบเทียบกับผลการทดสอบค่าความแข็งระดับต่าง ๆ ดังนี้

แข็ง หมายถึง ใช้แรงกดในการฝนใกล้เคียงกับการเหลาดินสอค่า 3H – 6H หรือใช้แรงกดมากกว่า

ปานกลาง หมายถึง ใช้แรงกดในการฝนใกล้เคียงกับการเหลาดินสอค่า 2H – 2B

อ่อน หมายถึง ใช้แรงกดในการฝนใกล้เคียงกับการเหลาดินสอค่า 3B – 6B

(2) การประเมินการเกาะตัวของชุบน้ำเคลือบ วิธีดำเนินการ

โดยการเปรียบเทียบลายเส้นบริเวณที่ชุบน้ำเคลือบกับบริเวณที่ไม่ชุบ

วิธีประเมิน

ประเมินแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่

ดี หมายถึง ไม่มีความแตกต่างของความเข้มของสีและ ความคมชัดของเส้น

พอใช้ หมายถึง มีความแตกต่างของความเข้มของสีและ ความคมชัดของเส้นเล็กน้อย

ไม่ดี หมายถึง มีความแตกต่างของความเข้มของสีและ ความคมชัดของเส้นมาก

(3) การประเมินการเกาะตัวกับเนื้อดินหลังการเผา

วิธีดำเนินการ

ถูสายเส้นที่ตกแต่งไว้ด้วยดินสอเขียนสีได้เคลือบแรง ๆ ด้วยนิ้วมือ เป็นการตรวจสอบความสึกตัวของดินสอเขียนสีได้เคลือบทางอ้อม

วิธีประเมิน

การประเมินแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่

ดี หมายถึง ทนทานต่อการถูด้วยนิ้วมือได้โดยไม่เลอะเปื้อน

ไม่ดี หมายถึง ไม่ทนทานต่อการถูด้วยนิ้วมือได้และเลอะเปื้อน

(4) การประเมินความเข้มของสี

วิธีดำเนินการ

โดยการเปรียบเทียบความเข้มของสีหลังเผาของดินสอเขียนสีได้เคลือบที่ทดลอง ซึ่งใช้สแตนด์ดาร์ดในอัตราร้อยละ 15 ของเนื้อดิน กับดินสอคำตราม้า (Horse®)

วิธีประเมิน

ระบุระดับความเข้มของสีวิธีเดียวกันกับดินสอคำ ระหว่าง 6H – 6B

6. การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ

(1) การตรวจสอบอัตราการหดตัวหลังเผา

วิธีดำเนินการ

วัดระยะห่างระหว่างรอยขีดบนแท่งดินสอเขียนสีได้เคลือบที่ทดลองหลังผ่านการเผาถึงอุณหภูมิสูงสุด 800 องศาเซลเซียส ด้วยเวอร์เนียร์แคลิเปอร์ เปรียบเทียบกับระยะห่างเดิมหลังการรีดเป็นแท่ง คำนวณอัตราการหดตัวเป็นร้อยละ สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{อัตราการหดตัวหลังเผา (\%)} = \frac{(\text{ระยะห่างเมื่อรีดขึ้นรูป} - \text{ระยะห่างหลังเผา})}{\text{ระยะห่างเมื่อรีดขึ้นรูป}} \times 100$$

(2) การตรวจสอบความแข็งแรง (MOR)

วิธีดำเนินการ

ทดสอบกดหักแบบ 3 จุด (3 point break test) ด้วยเครื่องทดสอบกดหัก ระยะห่างระหว่างลิ้มรองรับ 50 มิลลิเมตร อัตราการเพิ่มแรงกด 55.55 กรัม ต่อ วินาที วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแท่งทดสอบที่จุดหัก 2 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของแท่งทดสอบแต่ละแท่ง หาค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่า

ศูนย์กลางและค่าเฉลี่ยแรงกดที่ใช้ คำนวณความแข็งแรงของแท่งทดสอบแต่ละอัตราส่วนผสม จำนวนแท่งทดสอบที่ใช้ อัตราส่วนผสมละ 10 แท่ง

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$MOR = \frac{8LD}{\pi d^3}$$

L = แร่งกด

D = ระยะห่างระหว่างลิ้มรองรับ

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของแท่งทดสอบ

(3) การตรวจสอบอัตราการดูดซับน้ำ

วิธีดำเนินการ

อบตัวอย่างในตู้อบ อุณหภูมิการอบ 110 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการอบ 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่ง ต้มตัวอย่าง ระยะเวลา 2 ชั่วโมง แช่น้ำ 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้แห้งด้วยผ้าแห้งที่สะอาด ชั่งตัวอย่างอีกครั้ง คำนวณอัตราการดูดซับน้ำ

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{อัตราการดูดซับน้ำ (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักเปียก} - \text{น้ำหนักอบแห้ง})}{\text{น้ำหนักอบแห้ง}} \times 100$$

สรุปผลการทดลอง

การทดลองเนื้อดินใส่ดินสอเขียนสีได้เคลือบโดยใช้ดินดำแม่ทานระหว่าง ร้อยละ 50 – 80 โฟแทสเฟลด์สปาร์ ระหว่าง ร้อยละ 10 – 40 และซิลิกา ระหว่าง ร้อยละ 10 – 40 เดิมเบนโดไนต์ ร้อยละ 5 และเติมสีสเดน ร้อยละ 15 พบว่า อัตราส่วนผสมที่ทดลอง จำนวน 10 อัตราส่วนผสม มีสมบัติความเหนียวในการขึ้นรูป ความแข็งแรงของเนื้อดินสอ การเกาะตัวของสีขณะชุบน้ำเคลือบ การเกาะตัวของสีหลังการเผา และความเข้มของสีหลังการเผาไม่แตกต่างกันจนสามารถสังเกตได้ แต่มีสมบัติทางกายภาพหลังการเผาที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะความแข็งแรงที่มีผลอย่างมากต่อการใช้งานของดินสอ ไม่หักง่ายขณะใช้เขียนตกแต่งและการเก็บรักษา ซึ่งจากการทดลองพบว่าอัตราส่วนผสมที่ 3 มีความแข็งแรงสูงสุด (167.881 กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร) ดังนั้น เมื่อสมบัติ การนำไปใช้งานด้านอื่นมีความเท่าเทียมกัน จึงสรุปได้ว่า เนื้อดินอัตราส่วนผสมที่ 3 ซึ่งมี ความแข็งแรงสูงที่สุด ประกอบด้วย ดินดำแม่ทาน ร้อยละ 60 โฟแทสเฟลด์สปาร์ ร้อยละ 30 และ ซิลิกา ร้อยละ 10 เดิมเบนโดไนต์ ร้อยละ 5 เป็นเนื้อดินที่มีความเหมาะสมสำหรับการทำดินสอเขียนสีได้เคลือบมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. จากการสังเกตขณะทดสอบการใช้งานพบว่า ดินสอเขียนสีได้เคลือบบางตัวอย่าง ปรากฏเม็ดวัสดุขยายในเนื้อดินสอ ทำให้การเขียนสละดูและปลายดินสอหักบิ่น ซึ่งสันนิษฐานว่าเกิดจากเม็ดทรายหรือสะเก็ดถ่านหินที่เจือปนอยู่ในดินดำแม่ทานที่ใช้ในการทดลองเนื่องจากเป็นดินดำที่ไม่ได้ผ่านการล้าง และ

การทดลองใช้ดินดำในสภาพที่ได้รับจากผู้ผลิตโดยไม่ผ่านการบดด้วย บอลมิลก่อนนำไปทดลอง ดังนั้น เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาดังกล่าวจึงควรบดวัสดุให้ละเอียดก่อนนำไปใช้ หรือเปลี่ยนไปใช้ดินดำสังแทน

2. เนื้อดินที่เป็นผลจากการวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้เป็นเนื้อดินพื้นฐานสำหรับการทดลองเพิ่มเติมเกี่ยวกับชนิดและปริมาณการใช้สารให้สีต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความหลากหลายของดินสอเขียนสีได้เคลือบ ทั้งในด้านจำนวนของสีและความเข้มของสี ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้มากขึ้น

บรรณานุกรม

เชอมาศ. (2009). ดินเหนียวแม่ทาน. Available <http://www.ceramas.com/ballclay.html> [17/12/09]

พนมศักดิ์ สุวิสุทธิ. (ม.ป.พ.). การทดลองแต่งสีได้เคลือบสำหรับตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา.

(รายงานการวิจัยฉบับย่อ) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. Available <http://fofa.swu.ac.th/> [20/12/09]

ทวี พรหมพุกษ์. (2523). เครื่องเคลือบดินเผาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. (2537). รวมสูตรเคลือบเซรามิกส์. กรุงเทพฯ. โอเดียนสโตร์.

_____. 2541. เนื้อดินเซรามิก. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก. (2009). ฐานข้อมูลวิจัย. Available http://ceramic.dss.go.th/research_search.asp [14/01/10]

Bailey ceramic supply. **Spectrum Ceramic Stains**. Available <http://www.baileypottery.com/glazes/spectrum2000.htm> [18/12/09]

Big Ceramic Store. **Underglaze pencils**. Available <http://www.bigceramicstore.com/supplies/underglaze/UGpencils.htm> [17/12/2009]

Hopper. R. (2004). **Making Marks**. (excerpt). Available <http://www.ceramicartdaily.net/booksales/makingmarks.pdf> [17/12/09]

Chinese Porcelain Art. **Chinese Kangxi Blue & White Porcelain**. Available <http://www.chinese-porcelain-art.com/Antique-Chinese-Kangxi-Blue-and-White-porcelain.html> [20/12/09]

Nelson, G. C. (1984). **Ceramics: A Potter's Handbook** (5th ed.). New York. Holt, Rinehart and Winston.

Wikipedia. **Blue And White Porcelain**. Available http://en.wikipedia.org/wiki/Blue_and_white_porcelain [10/01/10]