



เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

หลักสูตร

“การควบคุมคุณภาพในการเตรียมเนื้อดิน”

ณ ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพบ้านกุดนาขาม จังหวัดสกลนคร

วันที่ 7 – 10 กุมภาพันธ์ 2555

จัดทำโดย

โครงการศูนย์ศิลปาชีพ ในพระราชดำริสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ

สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การควบคุมคุณภาพในการเตรียมเนื้อดิน

วรรณภา ต.แสงจันทร์,ฉัตรกล้า ติตะปัน,ฉัตรชัย บาลศรี,ปราณี จันทร์ลา,อินทิรา มาฆพัฒนสิน

กระบวนการผลิตเซรามิกนั้น การเตรียมเนื้อดินเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ สามารถส่งผลถึงขั้นตอนการขึ้นรูป การเคลือบ และการเผา ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังเผาเกิดตำหนิได้ เช่น รอยแตกร้าว ฟองอากาศ และจุดเหล็ก จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพในการเตรียมเนื้อดิน เพื่อให้เนื้อดินมีคุณสมบัติตามต้องการ สามารถนำไปใช้งานได้โดยลดข้อผิดพลาดและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้

หลักสูตร “การควบคุมคุณภาพในการเตรียมเนื้อดิน” เป็นการถ่ายทอดให้ความรู้ ความเข้าใจและฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน ได้แก่ เบอร์เซนต์ความชื้น, ค่าความแข็ง, ค่าความถ่วงจำเพาะ, อัตราการไหล, อัตราการหล่อแบบ, การหดตัวก่อนเผา, หดตัวหลังเผา, ความหนาแน่นของเนื้อดินหลังเผา เพื่อใช้ในการควบคุมคุณภาพในกระบวนการเตรียมเนื้อดิน

ความรู้และประสบการณ์ จากการเข้าฝึกอบรมครั้งนี้ จะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเตรียมเนื้อดินให้มีคุณภาพดีตามต้องการ ลดการสูญเสียและควบคุมให้เป็นมาตรฐานเดียวกันได้

การควบคุมคุณภาพในการเตรียมเนื้อดิน

การศึกษา สมบัติของดิน เป็นสิ่งสำคัญ ทำให้สามารถเลือกใช้ดินให้เหมาะสมกับลักษณะการผลิตและการใช้งาน อีกทั้งสามารถทำให้ควบคุมคุณภาพได้อย่างสม่ำเสมอ และช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต นอกจากนี้แล้วยังสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ จากสมบัติของดินแต่ละชนิดการศึกษาสมบัติของดินจะต้องคำนึงถึงเรื่องเครื่องมือ อุปกรณ์ วิธีการ สภาวะแวดล้อม เพราะมีผลต่อการทดสอบ นอกจากนี้แล้วการสุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาใช้ทดสอบ มีความสำคัญมาก เพราะตัวอย่างที่สุ่มมานั้นเป็นตัวแทนของดินทั้งถุงหรือทั้งกอง เพื่อให้ผลการทดสอบ มีความถูกต้อง แม่นยำ และเชื่อถือได้

การทดสอบดิน และเนื้อดิน

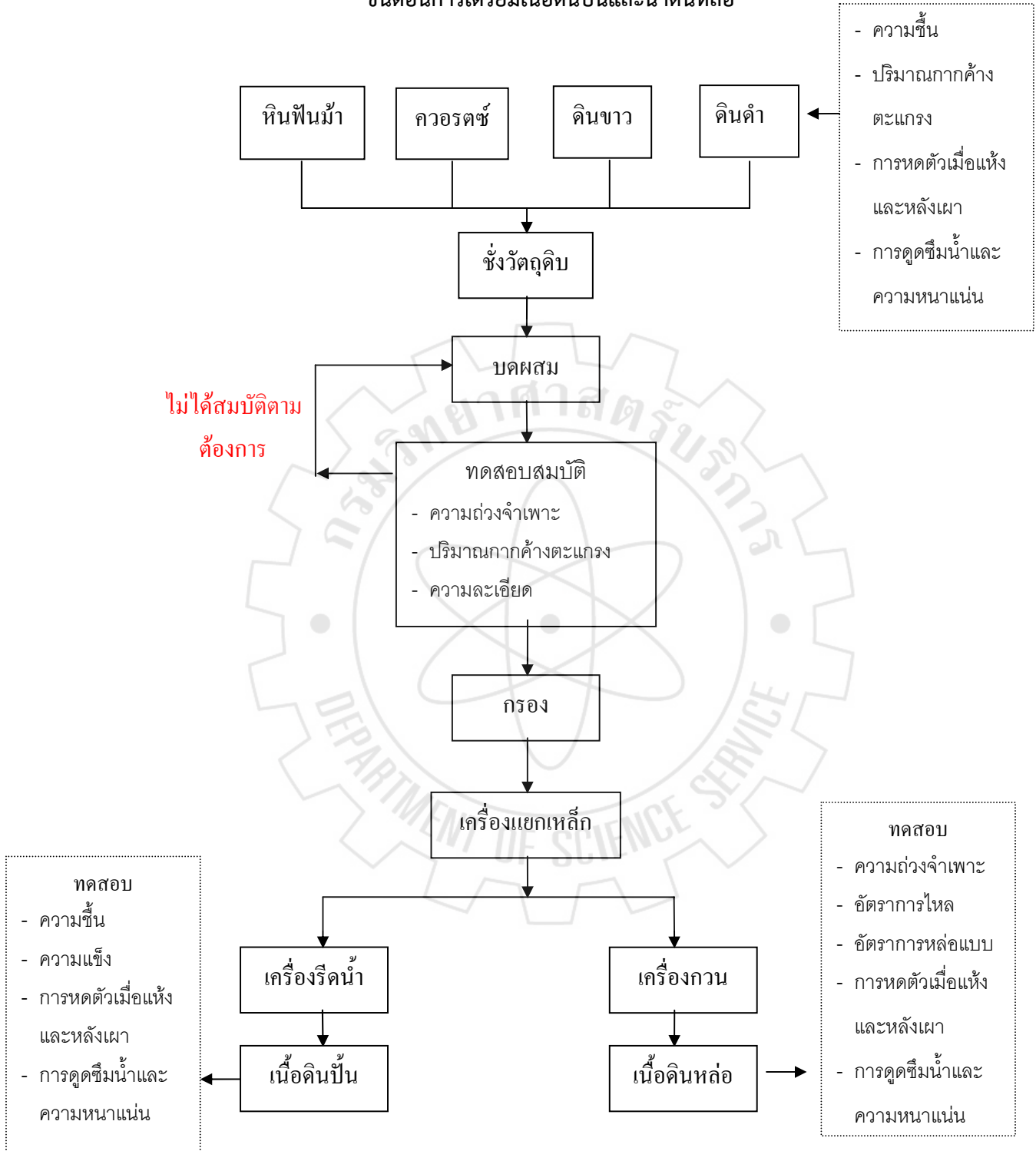
เมื่อมีการเปลี่ยนแหล่งดินใหม่หรือดินจากผู้ผลิตรายใหม่ ต้องทำการทดสอบดินนั้นก่อนนำมาใช้งาน เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสามารถนำไปเปรียบเทียบกับ ข้อมูลของดินแหล่งเก่าที่ใช้(ถ้ามี) หรือนำไปใช้ในการปรับเปลี่ยนส่วนผสม เพื่อควบคุมคุณภาพสินค้าให้เหมือนเดิม ควรจะต้องเริ่มจากการสุ่มตัวอย่างดินเพื่อนำไปทดสอบสมบัติต่างๆ ต่อไป

การสุ่มตัวอย่างดิน

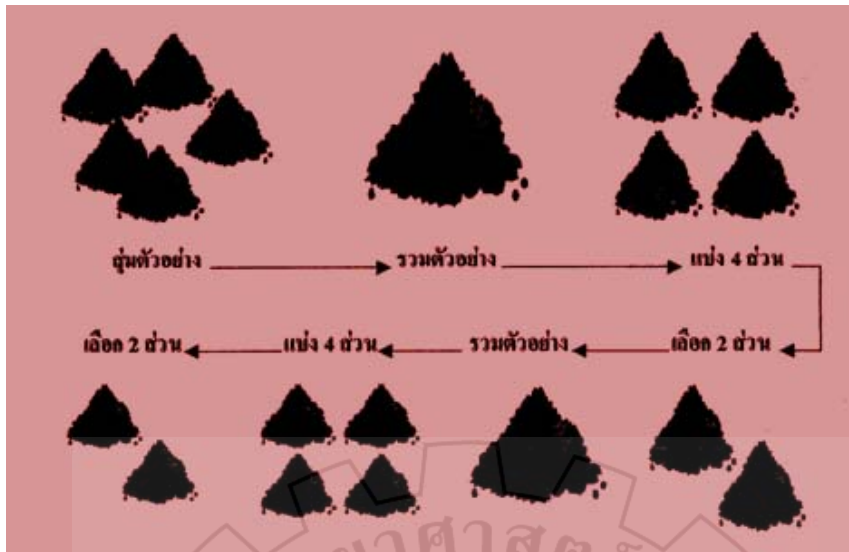
ควรมีการชุดและเลือกตัวอย่างดินจากพื้นที่ในบริเวณแหล่งดินหลาย ๆ จุด สำหรับดินที่ผ่านกระบวนการเบื้องต้นแล้ว เช่น ดินที่ผ่านการล้าง หินฟันท้าที่ผ่านการล้างและบดแล้ว พร้อมทั้งจำหน่าย ควรสุ่มตัวอย่างจากหลาย ๆ จุดบนกองวัสดุหากไม่บรรจุถุง หรือหากวัสดุถูกบรรจุถุงแล้วควรสุ่มตัวอย่างจากหลาย ๆ ถุง หลังจากได้สุ่มตัวอย่างดินแล้ว นำมาผสมกัน แบ่งดินที่ผสมกันเป็น 4 ส่วนเท่าๆกัน เลือกมา 2 ส่วน นำมาผสมกันอีกครั้ง และแบ่งเป็น 4 ส่วน เลือก 2 ส่วน ทำเช่นนี้จนกระทั่งได้วัสดุปริมาณเท่าที่ต้องการทดสอบ แล้วนำไปทดสอบสมบัติต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ความชื้น
2. ความละเอียดของเนื้อดิน
3. การหดตัวหลังอบและหลังเผา
4. การดูดซึมน้ำหลังเผา
5. ความถ่วงจำเพาะของน้ำดิน
6. สมบัติการไหลตัวของน้ำดิน
7. อัตราเร็วในการหล่อแบบของน้ำดิน

ขั้นตอนการเตรียมเนื้อดินปั้นและน้ำดินหล่อ



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการเตรียมเนื้อดินปั้นและน้ำดินหล่อ พร้อมกับการทดสอบดิน และเนื้อดิน



รูปที่ 2 การสุ่มตัวอย่างดินเพื่อการทดสอบ

1. ความชื้นของดิน

ความชื้น แสดงถึงปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดิน การวัดความชื้นทำได้โดยการเปรียบเทียบน้ำหนักดินก่อนและหลังการอบแห้ง

การทดสอบหาความชื้นของดิน

อุปกรณ์ที่ใช้

1. เครื่องชั่ง
2. ถ้วยรองตัวอย่าง
3. ตู้อบ

วิธีการทดสอบ

1. สุ่มวัตถุดินชั่งน้ำหนักถ้วยรองตัวอย่าง (A)
2. ชั่งน้ำหนักถ้วยรองตัวอย่างและวัตถุดิน (A+B)
3. อบวัตถุดินให้แห้งหรือมีน้ำหนักคงที่
4. ชั่งน้ำหนักถ้วยรองตัวอย่างและวัตถุดินที่แห้ง (A+C)

การคำนวณ

$$\text{ความชื้นในดิน, ร้อยละ} = \frac{(\text{น้ำหนักวัตถุบดขึ้น} - \text{น้ำหนักวัตถุบดแห้ง}) \times 100}{\text{น้ำหนักวัตถุบดขึ้น}}$$

$$\text{ความชื้นในดิน, ร้อยละ} = \left[\frac{((A+B)-A)-((A+C)-A)}{(A+B)-A} \right] \times 100$$

ตารางบันทึกการทดสอบหาความชื้นของดิน

น้ำหนักถ้วยรองตัวอย่าง

ชื่อตัวอย่าง	น้ำหนักถ้วย รอง และดินขึ้น	น้ำหนักถ้วย รอง และดินแห้ง	น้ำหนักดินขึ้น	น้ำหนักดิน แห้ง	ความชื้นในดิน (ร้อยละ)

ตารางที่ 1 ตารางบันทึกการทดสอบหาความชื้นของดิน

2. ความละเอียดของเนื้อดิน

ความละเอียดของเนื้อดิน มีความสำคัญ เนื่องจาก มีผลต่อสมบัติอื่น เช่น ความเหนียว ความแข็งแรง การยึดเกาะตัว การหดตัว รวมถึงการเกิดปฏิกิริยาเคมีขณะเผา ดังนั้น จึงต้องทำให้อนุภาคของเนื้อดิน มีความละเอียดสอดคล้อง กับลักษณะการใช้งาน

การตรวจสอบขนาดอนุภาคทำได้หลายวิธี เช่น การวัดขนาดด้วยตะแกรง, การวัดด้วยเครื่อง Sedigraph, การวัดโดย Hydrometer เป็นต้น โดยแต่ละวิธีอาจมีข้อจำกัดแตกต่างกัน การวัดขนาดด้วยตะแกรงเหมาะสำหรับอนุภาคที่มีขนาดค่อนข้างหยาบ สามารถทำได้รวดเร็วและราคาถูก

การทดสอบหาความละเอียดของเนื้อดินโดยใช้ตะแกรงร่อน

อุปกรณ์ที่ใช้

1. ตะแกรงขนาดต่าง ๆ เช่น 100, 140, 200 และ 325 เมช
2. เครื่องชั่ง
3. เครื่องกวนน้ำดิน

วิธีการทดสอบ

1. ชั่งน้ำหนักตะแกรงแห้ง (S)
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างแห้ง (U) 250 กรัม
3. เติมน้ำ 1 ลิตร แช่ไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง
4. ปั่นตัวอย่างด้วยเครื่องกวนน้ำดิน 5-10 นาที
5. ร่อนตัวอย่างบนตะแกรง โดยใช้น้ำล้างให้อนุภาคขนาดเล็กกรองผ่านตะแกรงจนน้ำล้างใส
6. อบตะแกรงพร้อมอนุภาคที่ค้างอยู่บนตะแกรงให้แห้ง
7. ชั่งน้ำหนักตะแกรงพร้อมอนุภาคที่ค้างอยู่บนตะแกรง (S+V)

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณอนุภาคค้างตะแกรง, ร้อยละ} = \frac{[(S+V)-S]}{U} \times 100$$

ตารางการบันทึกค่าการหาอนุภาคค้างตะแกรง

ชื่อวัตถุดิบ..... น้ำหนักวัตถุดิบ..... กรัม

ตะแกรงเบอร์	น้ำหนักตะแกรง (g)	น้ำหนักตะแกรง+ กากค้างตะแกรง (g)	น้ำหนักกากค้าง ตะแกรง (g)	ร้อยละกากค้าง ตะแกรง
100				
140				
200				
325				

ตารางที่ 2 ตารางการบันทึกค่าการหาอนุภาคค้างตะแกรง

3. การหดตัวเมื่อแห้งและหลังเผา

การหดตัวเป็นคุณสมบัติที่สำคัญ เพราะว่าการหดตัวสูงมากเกินไปเป็นสาเหตุทำให้ผลิตภัณฑ์แตก โค้งงอ และผลิตภัณฑ์บิดเบี้ยว เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องรู้ปริมาณการหดตัวเมื่อแห้งและหลังจากเผา เพื่อการออกแบบขนาดของผลิตภัณฑ์ในตอนเป็นผลิตภัณฑ์ดิบ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จมีขนาดตามต้องการ และควรตรวจสอบดูสีของตัวอย่างดินหลังเผาด้วย เนื่องจากสารบางตัวเกิดสีหลังเผา เช่น เหล็กออกไซด์ในดินหลังเผาจะมีสีน้ำตาล หรือ ตรวจสอบลักษณะของดินหลังเผาด้วยตาเปล่า ด้านสี ลักษณะผิว ฯลฯ

การทดสอบการหดตัวหลังอบและหลังเผา

วัสดุที่ใช้

1. แบบพิมพ์โลหะ
2. แบบพิมพ์หล่อ
3. เครื่องมือวัดความยาว
4. เครื่องชั่ง

วิธีการทดสอบ

1. ใช้ตัวอย่างทำแท่งทดสอบอัดในแบบพิมพ์โลหะหรือโดยการหล่อน้ำดินในแบบพิมพ์ เป็นแท่งกลม ทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ยาว 11.5 เซนติเมตร ถ้าเป็นแท่งสี่เหลี่ยม มีขนาดหน้าตัด 2.5 × 2.5 เซนติเมตร และมีความยาว 11.5 เซนติเมตร
2. ทำเครื่องหมายบอกความยาว บนแท่งทดสอบยาว 10 เซนติเมตร ได้แก่ความยาวหลังขึ้นรูป (Plastic Length ; Lp)
3. อบแท่งทดสอบให้แห้ง วัดความยาวหลังอบ บันทึกเป็น Ld (Dry Length)
4. นำแท่งทดสอบเข้าเผาที่อุณหภูมิใช้งาน
5. วัดความยาวหลังเผาบันทึกค่าเป็น Lf (Fired Length) คำนวณร้อยละการหดตัวจากสูตร

$$\text{ร้อยละการหดตัวเมื่อแห้งเชิงเส้น} = [(Lp - Ld) / Lp] \times 100$$

$$\text{ร้อยละการหดตัวหลังเผาเชิงเส้น} = [(Ld - Lf) / Ld] \times 100$$

$$\text{ร้อยละการหดตัวรวมเชิงเส้น} = [(Lp - Lf) / Lp] \times 100$$

ตารางบันทึกค่าการทดสอบการหดตัว

ชื่อวัสดุดิบ เต้าบรรยากาศ เผาที่อุณหภูมิ.....
 เวลา ยืนไฟ สีก่อนเฝ้าสีหลังเฝ้า

ชนิดทดสอบ	การหดตัวเมื่อแห้ง			การหดตัวหลังเฝ้า		
	คย.เริ่มต้น (Lp)	คย. หลังอบ (Ld)	%	คย.เริ่มต้น (Lp)	คย. หลังเฝ้า (Lf)	%
		ค่าเฉลี่ย			ค่าเฉลี่ย	
		SD			SD	

ตารางที่ 3 ตารางบันทึกค่าการทดสอบการหดตัว

4. การดูดซึมน้ำหลังเผาและความหนาแน่น

การดูดซึมน้ำหลังเผาและความหนาแน่น แสดงถึงความทนไฟของดิน ตัวอย่างที่มีความสามารถในการดูดซึมน้ำต่ำมักมีขนาดอนุภาคเล็กหรือมีองค์ประกอบเคมีของสารช่วยลดอุณหภูมิ (Flux) สูงกว่าตัวอย่างที่มีความสามารถในการดูดซึมน้ำสูง

การทดสอบการดูดซึมน้ำหลังเผาและความหนาแน่น

อุปกรณ์ที่ใช้

1. แบบสำหรับอัดตัวอย่าง
2. เครื่องชั่ง
3. หม้อต้ม
4. ผ้าฝ้าย

วิธีทดสอบ

1. นวดตัวอย่างให้เนื้อเข้ากันดี
2. อัดตัวอย่างในแบบ ถอดแบบ ทิ้งตัวอย่างให้แห้ง (ควรเตรียมอย่างน้อย 5 ตัวอย่าง)
3. เผาตัวอย่าง (ควรมีการตรวจสอบอุณหภูมิที่เผาตัวอย่างให้ได้ตามที่กำหนด)
4. ทำหมายเลขบนตัวอย่าง
5. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่เผาแล้ว (D)
6. นำตัวอย่างที่เผาแล้วมาต้มในน้ำเดือด (ตัวอย่างจมอยู่ในน้ำและไม่สัมผัสกับก้นภาชนะ) 5 ชั่วโมง แล้วยังตัวอย่างค้างไว้ 1 คืน (อย่างน้อย 24 ชั่วโมง)
7. นำตัวอย่างขึ้นจากน้ำมาเช็ดหยดน้ำที่เกาะผิวด้วยผ้าชื้นและชั่งทันที (W)

วิธีการคำนวณ

$$\text{ร้อยละการดูดซึมน้ำ} = (W-D)/D \times 100$$

$$\text{ความหนาแน่น} = (D/(W-S))$$

ตารางบันทึกค่าการทดสอบการดูดซึมน้ำ

ชื่อวัสดุดิบ เต้าบรรยากาศ เผาที่อุณหภูมิ.....
 เวลา ยืนไฟ สีก่อนเผาสีหลังเผา

ขั้นทดสอบ	การดูดซึมน้ำ			นน. ในน้ำ(S)	ความหนาแน่น
	นน.แห้ง(D)	นน.เปียก(W)	%		
		ค่าเฉลี่ย SD		ค่าเฉลี่ย SD	

ตารางที่ 4 ตารางบันทึกค่าการทดสอบการดูดซึมน้ำ

5. ความถ่วงจำเพาะของน้ำดิน

ความถ่วงจำเพาะของน้ำดิน แสดงถึงปริมาณน้ำที่มีอยู่ในน้ำดิน โดยปกติจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1.65-1.80 สำหรับการหล่อแบบกลวง และ 1.75-1.90 สำหรับการหล่อแบบตัน สามารถทดสอบได้โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ หรือวิธีการชั่งน้ำหนักของดินที่ทราบปริมาตร

การทดสอบความถ่วงจำเพาะของน้ำดินโดยวิธีการชั่งน้ำหนัก

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียด
2. กระจกตวง 100 cc.

ขั้นตอนการทดสอบ

1. ชั่งน้ำหนักกระจกตวง บันทึกค่า
2. ใส่ดินในกระจกตวงปริมาตร 100 cc. ชั่งน้ำหนักบันทึกค่า

$$\text{ความถ่วงจำเพาะของน้ำดิน} = \frac{\text{ความหนาแน่นของน้ำดิน(g/cc)}}{\text{ความหนาแน่นของน้ำ(g/cc)}}$$

$$\text{ความหนาแน่นของน้ำดิน} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำดิน(g)}}{\text{ปริมาตรของน้ำดิน(cc)}}$$

$$\text{ความหนาแน่นของน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำ(g)}}{\text{ปริมาตรของน้ำ(cc)}}$$

ตารางบันทึกการทดสอบค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำดิน

วันที่.....เวลา.....

น้ำดิน	น้ำหนัก กระบอกตวง (g)	ปริมาตรน้ำดิน (cc)	น้ำหนักกระบอกตวง + น้ำหนักน้ำดิน (g)	น้ำหนักน้ำดิน (g)	ความ ถ่วงจำเพาะ

ตารางที่ 5 ตารางบันทึกการทดสอบค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำดิน

6. การทดสอบสมบัติการไหลตัวของน้ำดิน

ความหนืด คือความสามารถของน้ำดินหรือเคลือบในการต้านทานการไหล เมื่อถูกแรงกระทำจากภายนอก ความหนืดจึงเป็นภาพสะท้อนถึงสมบัติของตัวอย่างระดับอนุภาคด้าน ปริมาณ รูปร่าง ขนาด และ ปฏิกริยาระหว่างกันของอนุภาค โดยสมบัติเหล่านี้มีผลต่อเนื่องถึงการจัดเรียงตัวกันของอนุภาคระหว่างการขึ้นรูป เช่น อัตราเร็วในการหล่อ ความหนาของเคลือบ

การทดสอบความหนืดโดยใช้ถ้วยวัดการไหล(Flow Cup) เป็นทดสอบอัตราการไหล โดยการปล่อยให้ น้ำดินตัวอย่างในปริมาณที่กำหนด ไหลออกจากถ้วยที่บรรจุผ่านท่อขนาดเล็กซึ่งเป็นช่องทางออกด้านล่าง บันทึก เวลาที่น้ำดินเริ่มไหลจนน้ำดินขาดสาย

การทดสอบอัตราการไหล

อุปกรณ์

1. กระจกตวง 100 cc.
2. นาฬิกาจับเวลา
3. ถ้วยวัดการไหล

ขั้นตอนการทดสอบ

1. ใช้กระจกตวง ตวงน้ำดินปริมาตร 100 cc.
2. ใส่ น้ำดิน 100 cc. โดยใช้มือปิดรูที่ก้นถ้วยไว้
3. ปล่อน้ำดินให้ไหลออกจากรูที่ก้นถ้วย พร้อมกับจับเวลาที่น้ำดินเริ่มไหลจนน้ำดินขาดสาย

ตารางบันทึกการทดสอบอัตราการไหล

วันที่.....เวลา.....

น้ำดิน	ปริมาตรน้ำดิน	ความถ่วงจำเพาะ	เวลาในการไหล (นาที)

ตารางที่ 6 ตารางบันทึกการทดสอบอัตราการไหล

7. การทดสอบอัตราเร็วในการหล่อของน้ำดิน

อัตราการหล่อแสดงถึงระยะเวลาที่ต้องใช้ในการหล่อผลิตภัณฑ์ จนได้ความหนาตามที่ต้องการ ทดสอบโดยการหล่อผลิตภัณฑ์ในแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ ควรใช้ปูนที่เตรียมวิธีเดียวกับที่ใช้ในการผลิต เพื่อจำลองการผลิตจริง

การทดสอบอัตราการหล่อแบบ

อุปกรณ์

1. แบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์
2. เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ หรือไม้บรรทัด

ขั้นตอนการทดสอบ

1. เทน้ำดินลงในแบบจนเต็ม
2. จับเวลาที่ใช้ในการหล่อ
3. เทน้ำดินออก
4. วัดความหนาของชิ้นงาน

ตารางบันทึกการทดสอบอัตราการหล่อแบบ

วันที่.....เวลา.....

น้ำดิน	ความถ่วงจำเพาะ	เวลาในการหล่อ (นาท.)	ความหนา (mm.)	อัตราการหล่อแบบ

ตารางที่ 7 ตารางบันทึกการทดสอบอัตราการหล่อแบบ

เอกสารอ้างอิง

1. ลดา พันธุ์สุขุมธนา,วรรณ ต.แสงจันทร์, เอกสารฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ “การเตรียมน้ำดินและการหล่อ” สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ 15-17 กุมภาพันธ์ 2549
2. ลดา พันธุ์สุขุมธนา, ผลของสมบัติน้ำดินต่อการขึ้นรูปงานหล่อสลีปทางเซรา, วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 4 ฉบับที่ 146 มกราคม 2541
3. ปรีดา พิมพ์ขาวดำ. เซรามิกซ์ กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2547
4. ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 2541, หน้า 249; อ้างอิงมาจาก Norsker, H., 1990, P. 77
5. http://www.mne.eng.psu.ac.th/staff/lek_files/ceramic/u9.htm

