



องค์ความรู้ในการประกอบอาชีพ

การขึ้นรูป ด้วยการหล่อแบบเซรามิก

แก้วปัญญา Керамика

ISBN 978-974-625-922-4 (Print)

ISBN 978-974-625-923-1 (E-book)

องค์ความรู้ในการพัฒนาอาชีพ
การขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบเซรามิก





คำนำ

สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนเป็นหน่วยงานที่ให้บริการวิชาการและถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับชุมชนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา โดยสถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนได้ดำเนินการจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีเซรามิก ใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ทางด้านวิชาการให้แก่คณาจารย์ และนักศึกษาในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง และยังเป็นแหล่งผลิตของที่ระลึกที่เป็นอัตลักษณ์ให้กับทางมหาวิทยาลัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีในด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซรามิก โดยหลักสูตรการขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบเซรามิกนั้นประกอบไปด้วย กระบวนการผลิตเซรามิก การเตรียมเนื้อดิน การทำแบบพิมพ์ การเตรียมดิน ในการขึ้นรูปการหล่อ ข้อควรระวังในการหล่อน้ำดิน เป็นต้น โดยมีเนื้อหาภาคทฤษฎีที่สามารถลงมือปฏิบัติได้จริง

หลักสูตรการขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบเซรามิกเล่มนี้ได้เรียบเรียงจากหนังสือ, ตำรา, เอกสารต่าง ๆ และประสบการณ์จากการทำงาน การทดลอง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหลักสูตรอันนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่ใช้ในการทำงานและผู้ที่มีสนใจเกี่ยวกับการขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบเซรามิกสามารถนำเทคนิคไปใช้ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

สารบัญ

	12	
6	วัตถุประสงค์ การเตรียม เนื้อดิน	15
กระบวนการ ผลิตเซรามิก		ปูนปลาสเตอร์ (Plaster)

18

การทำ
แบบพิมพ์

33

ข้อควรระวัง
ในการหล่อ
น้ำดิน

25

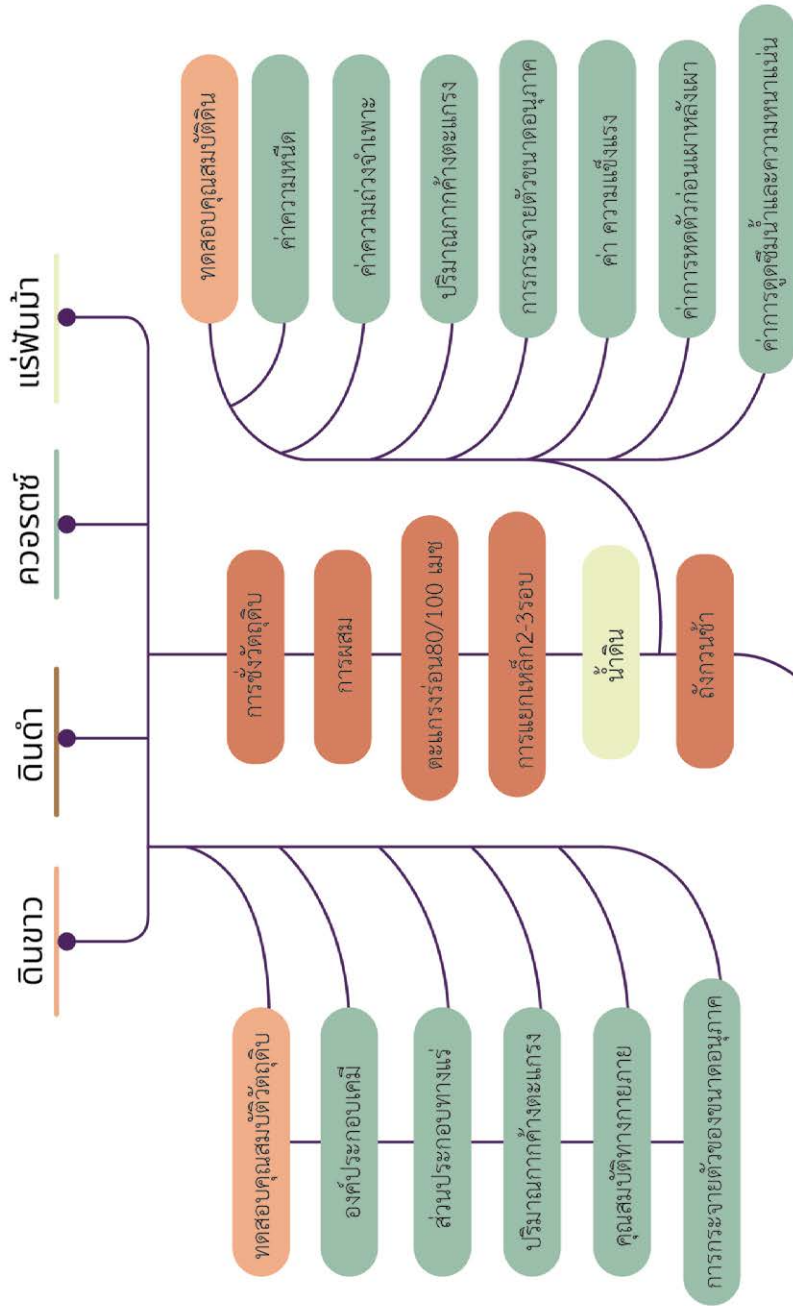
การเตรียมดิน
ในการขึ้นรูป
การหล่อ

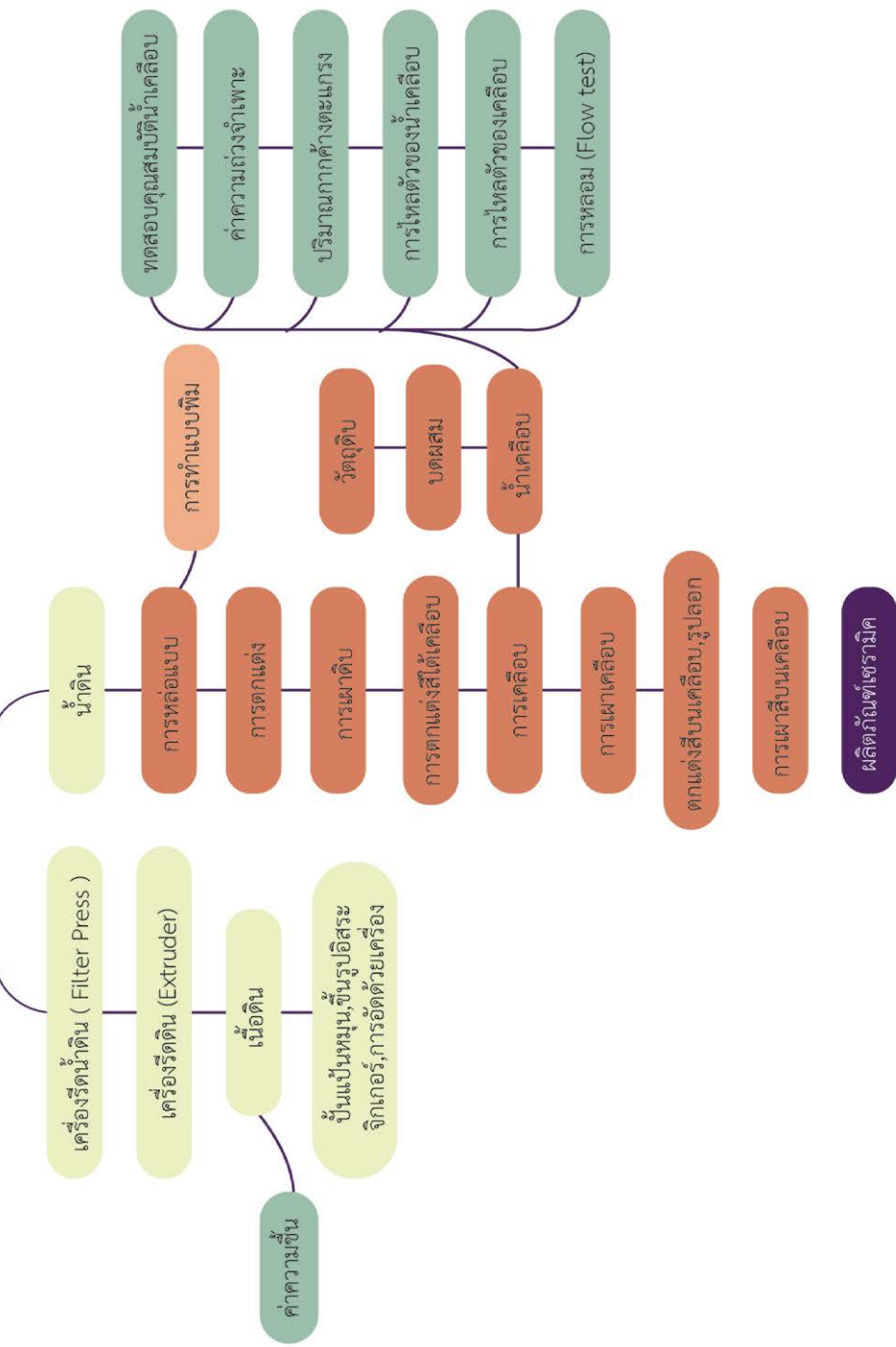
กระบวนการ ผลิตเซรามิก

ในการผลิตเซรามิก หรือเครื่องเคลือบดิน สิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งซึ่งทุกคนต้องคำนึงถึง นั่นคือ ดิน สำหรับดินที่ใช้ในการผลิตเซรามิกนี้ อาจได้จากแหล่งวัตถุดิบโดยตรง คือขุดดินขึ้นมาแล้ว เพื่อปรับสภาพ ความชื้น และสามารถใช้ในการขึ้นรูปได้หรือ อาจต้องนำดินจากแหล่งมาผ่านกระบวนการเพื่อกรอง และแยก สิ่งเจือปนต่าง ๆ ออก เช่น รากไม้ ใบไม้ กรวด หวาย เป็นต้น จึงจะสามารถนำมาปรับสภาพความชื้น และใช้ ขึ้นรูปได้ แต่โดยส่วนมากจำเป็นต้องนำดินจากแหล่งมาผ่านกระบวนการ ให้ดินสะอาดขึ้น รวมทั้งนำดินนั้นมา ผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่น เช่น หินประเภทต่าง ๆ หรือออกไซด์ (Oxide) เพื่อให้มีสมบัติเหมาะสม ซึ่งไม่ว่าจะ เป็นดินชนิดหนึ่งชนิดใด จากสามชนิดดังกล่าวข้างต้น ที่สามารถนำมาใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ได้ตามความต้องการ เราเรียกดิน หรืออัตราส่วนผสมของดิน กับวัตถุดิบอื่น ๆ นี้ว่าเนื้อดิน (Clay Body) การทำผลิตภัณฑ์เซรามิกนั้น มีกระบวนการทำหลายขั้นตอนแต่ละขั้นตอนจะต้องสัมพันธ์และ ต่อเนื่องกันไปจากขั้นตอนแรก จนถึงขั้นตอนสุดท้าย



กระบวนการผลิต เครื่องปั้นดินเผา





การเตรียมเนื้อดินปั้น (Body Clay)

การเตรียมเนื้อดิน หมายถึง การผสมดินเข้าด้วยกัน โดยการผสมดินกับวัสดุติดอย่างอื่น โดยมีเป้าหมายที่แน่นอนที่จะทำผลิตภัณฑ์ชนิดใด ทั้งนี้เพื่อให้เนื้อดินมีคุณสมบัติที่ถูกต้องและมีคุณภาพที่ดี ตามความต้องการ

วัสดุติดที่พบในธรรมชาติโดยทั่วไปมีหลายชนิด วัสดุติดบางชนิดมีความเหมาะสมที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดใดชนิดหนึ่งก็ได้ โดยที่ไม่ต้องผสมกับวัสดุติดชนิดอื่นให้สิ้นเปลือง ซึ่งข้อเท็จจริงดังกล่าวนี้ว่าเป็นความเหมาะสมโดยธรรมชาติหรือโดยบังเอิญ

แต่ถ้านำดินไปผสมกับวัสดุติดอย่างอื่นหรือเนื้อดินที่แตกต่างกันดังกล่าว เพื่อต้องการปรับปรุงคุณภาพของเนื้อดินให้มีคุณสมบัติดีขึ้น เช่น การควบคุมการหดตัวของดิน (Shrinkage) การเพิ่มความเหนียวในเนื้อดิน (Plasticity) ต้องการผลิตภัณฑ์ชนิดสีขาว (White ware bodies) ต้องการความโปร่งแสง (Translucent) ต้องการผลิตภัณฑ์เนื้อหยาบหรือเนื้อละเอียด หรือผลิตภัณฑ์ชนิดที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วประเภทภาชนะตั้งไฟ (Thermal properties) เหล่านี้เป็นต้น จะต้องมีการเตรียมและทดสอบเนื้อดินทุกครั้ง เพื่อความเหมาะสมดังกล่าว





วัตถุประสงค์ การเตรียมเนื้อดิน

โดยธรรมชาติแล้วในทางปฏิบัติ เราถือกันว่าเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง การเตรียมดิน การขึ้นรูป การเผาตีบและเผาเคลือบ ตลอดจนการตกแต่งด้วยสี ตามลำดับ ผู้ผลิตจะต้องวางหลักการอันแน่นอนว่าจะทำผลิตภัณฑ์ประเภทใด ชนิดใด และปรับปรุงคุณสมบัติอย่างไร จึงจะเหมาะสม วัตถุประสงค์ในการเตรียมเนื้อดินมีหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อต้องการปรับปรุงสีของเนื้อดิน
2. เพื่อต้องการให้เนื้อดินมีความเหนียวมากขึ้น หรือต้องการความเหนียวไม่มากนัก เช่น การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนต้องการเนื้อดินที่มีความเหนียวมาก เป็นต้น
3. เพื่อต้องการควบคุมการหดตัวของเนื้อดิน เพื่อไม่ให้แตกร้าวและบิดงอ
4. เพื่อต้องการลดอุณหภูมิของเนื้อผลิตภัณฑ์ไม่ให้สูงมากนัก ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย (ค่าเชื้อเพลิง)
5. เพื่อต้องการให้เนื้อดินมีความเหมาะสมกับน้ำเคลือบ ซึ่งจะให้เคลือบไม่ร่วน

เนื้อดินปั้นชนิดต่าง ๆ

การเตรียมเนื้อดินปั้น มีมากมายหลายชนิด บางชนิดต้องเผาในอุณหภูมิสูง แต่บางชนิดเผาในอุณหภูมิต่ำ ไม่สูงมากนัก การกำหนดคุณสมบัติที่สำคัญ เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติ การเตรียมดินชนิดต่าง ๆ ตามต้องการ เช่น



เนื้อดินชนิดเอิเทินแวร์ (Earthen Ware)

เนื้อดินเอิเทินแวร์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่เผาในอุณหภูมิไม่สูงมากนัก อุณหภูมิไม่สูงมากนัก อุณหภูมิไม่เกิน 1,190 องศาเซลเซียส cone 6 เนื้อดินจะมีความพรุนตัวบ้าง ใช้ดินเหนียวธรรมดาที่พบทั่วไปผสมทรายหรือดินเชือบ้าง เพื่อแก้ไขปัญหาการแตกร้าว ดินชนิดนี้ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน (Throwing) นับว่าเหมาะสมดี ดินชนิดนี้ส่วนมากมีเปอร์เซ็นต์ของเหล็กสูง มักจะเป็นสีแดง สีน้ำตาลอ่อนหรือเข้ม และมีความทนไฟไม่สูงมากนัก

การเตรียมดินปั้นชนิดเอิเทินแวร์ ตามธรรมดาพวกที่ทำเครื่องปั้นดินเผา มักนิยมใช้ดินในท้องถิ่นของตนเอง เพราะสะดวกในการนำมาผลิต ลดต้นทุนค่าใช้จ่ายได้ดี สิ่งที่เป็นที่ควรทดสอบในขั้นแรก คือการทดสอบการหดตัวของดิน การดูดซึมน้ำ ตลอดจนความเหนียวซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้ผลิตทราบอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์นั้น ๆ



วิธีการปรับปรุงเนื้อดิน ควรมีหลักเกณฑ์ดังนี้

1. ถ้าดินที่นำมาผลิตมีความทนไฟสูง ซึ่งจะทำให้เนื้อดินมีความแข็งแรงไม่เพียงพอ ควรเติมวัตถุดิบประเภทที่ช่วยหลอมละลายลงไปบ้าง (Flux) เช่น เหล็กออกไซด์, ทัลค์ (Talc), หรือ ฟริต (Frit) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวได้
2. ถ้าเป็นหินชนิดที่มีจุดหลอมตัวต่ำ ผลึกภัณฑ์ส่วนมากจะมีรูปบิดเบี้ยว งอโค้ง ทำให้เสียรูปทรงไม่น่าใช้ ควรเติมวัตถุดิบชนิดที่มีความทนไฟสูงขึ้น เช่น ดินขาว (Kaolin), ดินสโตนแวร์ (Stone war), หินฟรินท์ (Frint) ดินเชื้อ Grog), และประเภทดินทนไฟ
3. ถ้าดินมีความเหนียวมาก การหดตัวของดินจะมีมากเช่นกัน ทำให้มีการแตกร้าวมาก ควรเติมวัตถุดิบประเภทที่ไม่มีความเหนียวเช่น ดินขาว (Kaolin), หินแก้ว (Frint), ดินเชื้อ
4. ถ้าดินไม่เหนียว ยากแก่การขึ้นรูปทรง ควรเติมวัตถุดิบที่มีความเหนียว เช่น ดินบอลเคลย์ (Ball clay), ดินเบนโทไนท์ (Bentonite)
5. ถ้าสีของเนื้อดินไม่เหมาะสมหรือเป็นที่พอใจ วิธีแก้ไข อาจเติมประเภทออกไซด์มากหรือน้อยจะทำให้เกิดสีต่าง ๆ ตามความต้องการ การปรับปรุงส่วนผสมของเนื้อดิน จะเป็นการช่วยให้การปรับปรุงคุณภาพของเนื้อดินให้เหมาะสมยิ่งขึ้น การเตรียมเนื้อดินปั้นถึงแม้จะไม่ใช้ดินแดง (Red clay) ก็อาจใช้ดินชนิดอื่นก็ได้



ปูนปลาสเตอร์ (Plaster)

ปูนปลาสเตอร์ถูกค้นพบมาตั้งแต่เมื่อหลายพันปีมาแล้ว และพบบรรจุทุกการค้นพบ และมีการใช้งานมาตั้งแต่สมัยอียิปต์โบราณที่มีการนำยิปซัมมาเผาไฟ แล้วบดเป็นผง ก่อนนำมาใช้ฉาบรอยต่อของก้อนหินในขั้นตอนการสร้างพีระมิด ในปี ค.ศ.1545 พบบันทึกการใช้ปูนปลาสเตอร์ในอิตาลี และต่อมาประมาณปี ค.ศ. 1770 จึงเริ่มผลิต และใช้ปูนปลาสเตอร์กันมากขึ้นในประเทศฝรั่งเศส และค่อยขยายใช้กันมากขึ้นทั่วไปในประเทศต่างๆของทวีปยุโรป

ปูนปลาสเตอร์ (Plaster) คือ ปูนที่มีเนื้อเป็นผงสีขาว และมีเนื้อละเอียด ที่ได้จากการนำแรยิปซัมหรือเรียก เกลือจืด หรือ แก้วกลบ มาเผาไฟหรือให้ความร้อนเพื่อไล่น้ำออกจนเหลือผงเนื้อละเอียดสีขาว หรือเรียกว่า ปูนปลาสเตอร์ ปูนปลาสเตอร์นี้ เมื่อผสมกับน้ำจะได้น้ำปูนเหนียวหรือเหลว ก่อนนำไปใส่แม่พิมพ์เพื่อขึ้นรูปตามต้องการ ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีขาว และมีน้ำหนักเบาเมื่อเทียบกับการใช้ปูนชนิดอื่น เนื่องจากเนื้อปูนมีความพรุนตัวสูง

ชนิดปูนปลาสเตอร์ตามลักษณะผลิตภัณฑ์

1. แอลฟาปลาสเตอร์ (Alpha Plaster)

แอลฟาปลาสเตอร์ หรือปูนปลาสเตอร์หิน หรือปูนปลาสเตอร์ซีเมนต์ มีชื่อทางเคมี แอลฟาแคลเซียมซัลเฟตเฮมิไฮเดรต ซึ่งผลิตได้จากการนำแรยิปซัมมาผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 120 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะที่มีความชื้นหรือมีแรงดันไอน้ำ

ปูนปลาสเตอร์ชนิดนี้ มักผลิตออกมาให้มีสีฟ้าหรือสีเขียว เนื้อปูนเป็นผงที่มีความละเอียดสูง ดูนํ้าดำ ต้องการน้ำในการผสมน้อย ทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์มีความพรุนน้อย ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงสูง ไม่แตกหักง่าย แต่จะมีน้ำหนักมากกว่าปูนชนิดที่สอง และมีราคาที่สูงกว่าโดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้ปูนชนิดนี้เป็นวัตถุดิบในการผลิต อาทิ กระเบื้องหลังคา และแม่พิมพ์ในงานอุตสาหกรรม

2. เบตาปลาสเตอร์ (Beta Plaster)

เบตาปลาสเตอร์ หรือปูนปลาสเตอร์ธรรมดา มีชื่อทางเคมี เบตาแคลเซียมซัลเฟตเฮมิไฮเดรต เช่นเดียวกับชนิดแรก ซึ่งผลิตได้จากการนำแรยิปซัมมาเผาหรือผ่านการให้ความร้อนภายใต้สภาวะแห้งหรือไม่มีไอน้ำ ซึ่งจะเผาตั้งแต่ระดับอุณหภูมิ 128 องศาเซลเซียส ถึง 163 องศาเซลเซียส

ปูนปลาสเตอร์ชนิดนี้ มีลักษณะเป็นผงสีขาว ราคาที่จำหน่ายจะถูกกว่าปูนชนิดแรก เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์จะมีความพรุนสูง ดูดซึมน้ำได้มาก และต้องการน้ำในการผสมมากกว่าปูนปลาสเตอร์ชนิดแรกถึง 2-3 เท่า ทำให้มีความความแข็งแรงต่ำ แตกหักง่าย จึงเหมาะสำหรับใช้ทำแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ปูนชนิดนี้ อาทิ ปูนปั้นตุ๊กตาหรือรูปปั้นต่างๆ



ชนิดปูนพลาสติกตามลักษณะการใช้งาน

1. Tablaware เป็นปูนพลาสติกสำหรับทำเพื่อขึ้นรูปในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ครัวเรือน อาทิ ถ้วย จาน ชามหรือแก้วน้ำในลักษณะต่างๆ
2. Sanitary เป็นปูนพลาสติกที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตสุขภัณฑ์ชนิดต่างๆ สามารถให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงสูง และมีอายุการใช้งานยาวนาน
3. Giftware เป็นปูนพลาสติกที่ใช้ในงานขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ภายใต้แรงดันปานกลาง (Medium Pressure) และผลิตภัณฑ์ภายใต้แรงกด (Ram press)
4. Profin เป็นปูนพลาสติกที่ใช้สำหรับฉาบรอยต่อแผ่นอิปซัม ฉาบปิดหัวสกรู ฉาบรอยปูนฉาบ หรืองานซ่อมแซมพื้นผนังต่างๆ วัสดุนี้เหมาะสำหรับงานภายในอาคารที่มีโอกาสสัมผัสน้ำ
5. Proplaster เป็นปูนพลาสติกที่มีเนื้อปูนละเอียดสูงเหมาะสำหรับฉาบทับหน้าไฟเบอร์อิปซัม เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและให้เนื้อกลมกลืนกับแผ่นอิปซัม

คุณสมบัติของปูนพลาสติกที่ดี

1. เนื้อปูนเป็นผงละเอียด ไม่จับตัวเป็นก้อน
2. เนื้อปูนพลาสติกเมื่อผสมน้ำจะต้องมีการถ่ายความร้อนออกมา
3. เป็นปูนที่ต้องใช้น้ำในการผสมน้อย แต่เนื้อปูนเหลวและไหลลื่นดี
4. สามารถอุ้มน้ำในเนื้อปูนให้ไว้ได้นานตลอดช่วงก่อนที่ทำงานเสร็จ ไม่ใช่เนื้อปูนแห้งเร็วในขณะที่งานยังไม่เสร็จ
5. เมื่อเนื้อปูนแห้งหรือแข็งตัว เนื้อปูนควรมีการขยายตัวน้อยหรือคงที่ให้มากที่สุด
6. เนื้อปูนพลาสติกมีการแข็งตัวในเวลาที่เหมาะสม ไม่เร็วหรือช้าเกินไป ซึ่งปกติใช้เวลาแข็งตัวประมาณ 5-10 นาที
7. เนื้อปูนพลาสติกไม่ทำปฏิกิริยากับแม่พิมพ์ที่รุนแรงหรือทำให้แม่พิมพ์เสื่อมตัวเร็วเกินไป

การผสมปูนปลาสเตอร์

1. การผสมด้วยมือ

เป็นวิธีผสมปูนปลาสเตอร์ที่ใช้เนื้อปูนไม่มาก ซึ่งมักใช้ในงานประติมากรรมหรือขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เพียงไม่กี่ชิ้นงาน และมีขนาดของชิ้นงานที่ไม่ใหญ่หรือมีน้ำหนักมากจนเกินไป อาทิ การขึ้นรูปตุ๊กตา หรือ งานปูนปั้นขนาดเล็กต่าง ๆ

2. การผสมด้วยเครื่องตีโดบัต

เป็นวิธีการผสมปูนปลาสเตอร์ในถังผสมที่ตีโดบัตสำหรับกวนผสมปูนกับน้ำ ซึ่งมักใช้ในงานที่มีการขึ้นรูปหรือประติมากรรมชิ้นงานขนาดใหญ่ โดยพัดกวนจะวิ่งด้วยความเร็วรอบต่ำ เพื่อป้องกันฟองอากาศแทรกตัวในเนื้อปูน และบางครั้งอาจต้องใช้การกวนด้วยมือต่อเพื่อไล่ฟองอากาศออกให้หมดก่อนนำมาใช้งาน

3. ผสมด้วยเครื่องกวนสุญญากาศ

เป็นการผสมปูนปลาสเตอร์ในถังกวนขนาดใหญ่ที่มักใช้งานในระดับอุตสาหกรรมหรือการผลิตชิ้นงานจำนวนมากหรือมีขนาดใหญ่ โดยการกวนจะเกิดขึ้นภายใต้สภาวะที่ไร้อากาศด้วยเครื่องดูดอากาศออกขณะกวนผสม ทำให้เนื้อปูนที่ได้ไม่มีฟองอากาศแทรกตัวในเนื้อปูน ซึ่งทำให้ทำเนื้อปูนมีความละเอียด และมีคุณภาพสูง

ประโยชน์ปูนปลาสเตอร์

1. ใช้สำหรับผลิตแม่พิมพ์ในงานอุตสาหกรรม
2. ใช้ขึ้นรูปชิ้นงานหัตถกรรมต่างๆ ตุ๊กตา และรูปปั้นต่างๆ
3. ใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ครัวเรือน อาทิ ถ้วย โถ จาน ชาม
4. ใช้ขึ้นรูปเครื่องใช้สุขภัณฑ์ต่างๆ อาทิ ถังน้ำ โถชักโครก
5. ใช้ขึ้นรูปในงานทันตกรรม
6. ใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เบาะเบาะนั่งหลังคา
7. ใช้ฉาบ ปูปิดผนัง รอยต่อ รอยแตกหรือใช้ฉาบปิดตกแต่งงานก่อสร้างต่างๆ

การทำแบบพิมพ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการหล่อแม่พิมพ์

1. ดินแบบ
2. ปูนพลาสติกอร์
3. แป้นหมุนมือ
4. แผ่นกระจกหรือแผ่นไม้ แผ่นพลาสติกใส(หนา)ใช้เป็นตัวกัน

แบบพิมพ์

5. แผ่นไม้หรือกระเบื้องเซรามิคใช้เป็นฐาน
6. ปากกากลัด ซีแคมป์ C-CLAMP หรือ เชือกรัด
7. ไขมีด, มีดสำหรับตกแต่ง, เหล็กปลายแหลม
8. ถังผสมปูนพลาสติกอร์
9. ดินสำหรับกันดินแบบ
10. ปากกากลมหักซีม, ดินสอ
11. ไม้บรรทัด
12. น้ำสบู่

ขั้นตอนการทำแบบพิมพ์

1. ทำความสะอาดดินแบบให้เรียบร้อย และนำดินแบบมาวางบนฐานรอง



รูปที่ 1 ดินแบบพระธาตุปิเกิด

2. กำหนดแบ่งครึ่งชิ้นงานตามรูปทรง



รูปที่ 2 แบ่งครึ่งชิ้นงานตรงการแบบฐานรอง

3. ใช้น้ำยา สบู่ เคลือบไปที่ตัวต้นแบบ เพื่อป้องกันการติดเนื้อปูน 10-15 นาที



รูปที่ 3 ใช้น้ำสบู่ เคลือบไปที่ตัวต้นแบบ

4. จากนั้นนำดินมาอัดติดกับตัวต้นแบบและฐาน เพื่อทำเป็นเส้นกันรอบตัวต้นแบบ โดยให้มีระยะห่างจากตัวต้นแบบประมาณ 1.5 นิ้ว



รูปที่ 4 ตัวต้นแบบและฐาน ระยะห่างจากตัวต้น 1.5 นิ้ว
ตัดดินตามรูปทรงสี่เหลี่ยม

5. นำแผ่นกระจกหรือแผ่นไม้ แผ่นพลาสติกใส กั้นรอบตัวต้นแบบ ใช้ปากกากลับ ซีแคมป์ C-CLAMP หรือ เชือกรัดให้แน่น



รูปที่ 5 กั้นต้นแบบโดยใช้ปากกากลับ ซีแคมป์ C-CLAMP

6. ผสมปูนพลาสติกอร์ตามอัตราส่วน ผสม ทิ้งให้เนื้อปูนอิมตัว 3-5 นาที



รูปที่ 6 ผสมปูนพลาสติกอร์ตามอัตราส่วน



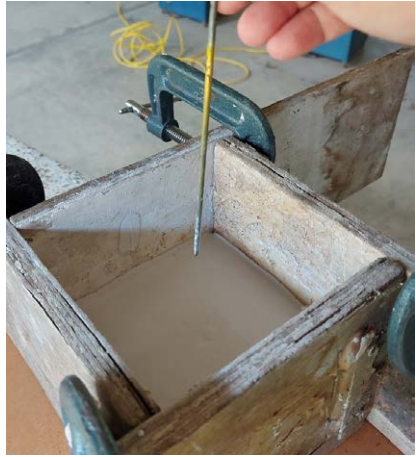
รูปที่ 7 ทิ้งให้เนื้อปูนอิมตัว 3-5 นาที

7. จากนั้นคนปูนพลาสติกอร์ 5-10 นาที คนในเนื้อปูนผสมกันได้ดี ข้อควรระวัง การผสมปูนอย่าให้ปูนเกิดฟองอากาศ



รูปที่ 8 คนปูนพลาสติกอร์ ระว่างการเกิดฟองอากาศ

8. เทลงปูนลงในแบบพิมพ์(ข้างที่1)อย่างช้า ๆ ป้องกันการเกิดฟองอากาศในแบบพิมพ์ ความหนาของปูนพลาสติกอร์ 1.5 นิ้ว ที่ระยะเวลาการแข็งตัว 5-10 นาที ใช้เหล็กแหลมเจาะรูสำหรับการเป่าลม



รูปที่ 9 เทลงปูนลงในแบบพิมพ์

รูปที่ 10 ที่ระยะเวลาในการแข็งตัว 5-10 นาที แล้วใช้เหล็กแหลมเจาะรูสำหรับการเป่า

9. แกะแม่พิมพ์ออกจากตัวต้นแบบ ทำตัวลือคพิมพ์



รูปที่ 11 แกะแม่พิมพ์

10. ตกแต่งผิวให้เรียบ ทำตัวลือคพิมพ์



รูปที่ 12 ตกแต่งผิว



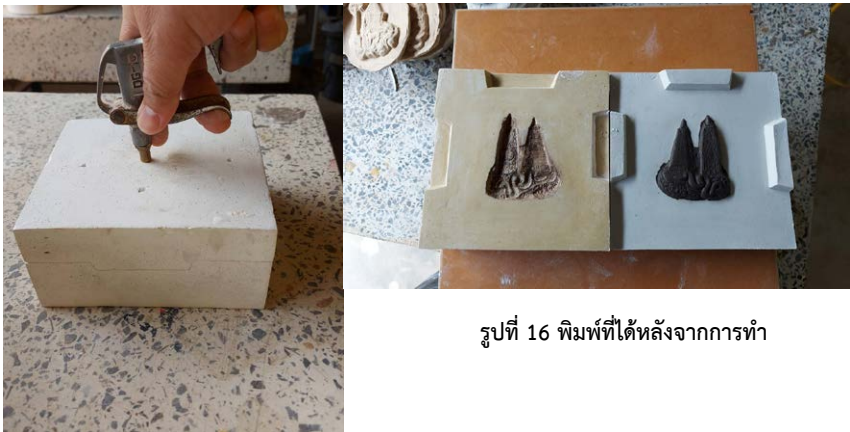
รูปที่ 13 กำหนดตัวลือคพิมพ์

11. ใช้ใบมีดขูดเจาะตัวลึอคพิมพ์



รูปที่ 14 เจาะที่ลึอคพิมพ์

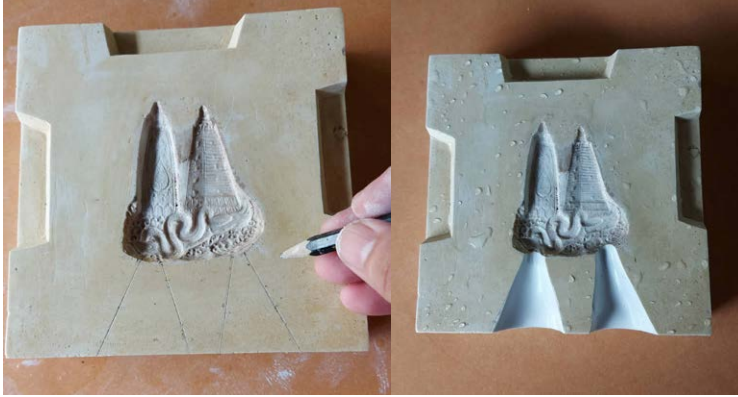
12. ทำแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์อีกฝั่งตามขั้นตอนข้างต้น โดยเริ่มจากชั้นที่ตอนที่ 5 - 9 โดยเมื่อแกะพิมพ์จากตัวลึอคแล้วให้ใช้ลมเป่าเพื่อทำการแยกแม่พิมพ์ออกจากกัน



รูปที่ 16 พิมพ์ที่ได้หลังจากการทำ

รูปที่ 15 ใช้ลมเป่า ให้พิมพ์แยกออกจากกัน

13. กำหนดรูหล่อ ใช้ใบมีดหรือมีดเจาะรูสำหรับรูหล่อแบบ



รูปที่ 17 กำหนดรูหล่อ

14. นำแบบพิมพ์ อบแห้ง ระยะเวลาในการอบแห้ง 2-3 วัน อุณหภูมิ 50-60 องศา



รูปที่ 18 พิมพ์ที่สำเร็จ พร้อมใช้งาน

การเตรียมดิน ในการขึ้นรูปการหล่อ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมดินหล่อ

1. ดินสำเร็จรูป
2. น้ำสะอาด 50-60 กิโลกรัม (ดิน100% น้ำ 60%)
3. สารโซเดียมซิลิเกต
4. หม้อปั่นน้ำดิน 50 กิโลกรัม
5. ตะแกรง 80-100 เมช
6. ถังพักน้ำดิน 50 กิโลกรัม
7. เครื่องชั่งน้ำหนัก
8. ไม้มัดหรือค้อนใช้สำหรับทุบตัดดิน



รูปที่ 19 ชั่งวัดตลับ ดินสำเร็จรูป

2. เตรียมน้ำที่สะอาด ชั่งน้ำหนักน้ำ 50-60 กิโลกรัม



รูปที่ 20 ล้างทำความสะอาด
หม้อป้อนก่อนเทน้ำ



รูปที่ 21 นำน้ำสะอาดที่เตรียมเทลงใน
ถังปั่นดิน 40 %



รูปที่ 22 เตรียมน้ำสะอาดผสมโซเดียมซัลไฟด์

4. นำดินที่ตัดเป็นก้อนเล็ก ๆ เทลงในถังปั่น ขณะที่เทเนื้อดินไม่ควรเทครั้งเดียวค่อยๆ เติมเพื่อในเนื้อดินเกิดการกระจายตัว ถ้าเทครั้งเดียวเครื่องปั่นจะไม่สามารถปั่นเนื้อดินได้ เกิดเป็นก้อนๆติดบริเวณใบพัด ใช้เวลาในการปั่นหรือบด 30-60 นาที



รูปที่ 23 นำดินที่ตัดเป็นก้อนเล็ก ๆ เทลงในถังปั่นรูปที่ใช้เวลาในการปั่นหรือบด 30-60 นาที

5. เนื้อดินสำหรับหล่อที่ตีนั้น จะต้องมิลักษณะน้ำสลิบ (น้ำดิน) ไหลเป็นสาย (Fluid, suspension) ดินนั้นจะต้องไม่ตกตะกอนง่ายในขณะที่ทำการหล่อ โดยเฉพาะพิมพ์ที่ทำด้วยปูนพลาสเตอร์ต้องแห้งสนิท และเนื้อดินไม่หดตัวมากนัก



รูปที่ 24 เนื้อดินหลังจากการปั่นลักษณะเป็นน้ำสลิบ(น้ำดิน)

6. เติมสารโซเดียมซิลิเกตลงไป 0.01-0.03 หรือ 2-3 หยด จะทำให้เกิดการลอยตัวได้ดี ประเภทดินที่ไม่มีลักษณะการเกิด Deduction จะเตรียมสลิบไม่ได้ เช่น ประเภทดินเหนียวทั่วไป (Surface clay) ซึ่งยากแก่การเตรียมสลิบ แต่ถ้าเป็นดินประเภท Kaolin บอลเคลย์ ดินประเภทนี้ลอยตัวได้ดี เหมาะแก่การเตรียมสลิบอย่างยิ่ง



รูปที่ 25 สารโซเดียมซิลิเกตผสมกับน้ำสะอาด

7. ทดสอบคุณสมบัติดิน

- ค่าความถ่วงจำเพาะ (ถ.พ) น้ำดินที่มีความเหลวมาก 1.30-1.50, น้ำดินที่มีความเหลวตามคุณสมบัติ 1.50-1.60, น้ำดินที่มีความหนืดมาก 1.70-1.80 (ขึ้นอยู่กับรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูป)

- ค่าการไหลตัว หมายถึงการไหลของน้ำดินขณะการเทเพื่อป้องกันการเกิดรอยการไหลของน้ำดินด้านใน 100cc 30วินาที



รูปที่ 25 พรอทวัดน้ำดิน



รูปที่ 26 ก่อนและ หลังจากการวัดค่าน้ำดิน
ค่าความถ่วง จำเพาะ(ถ.พ) 1.60

9 .การกรองน้ำดิน หลังจากการเตรียมน้ำดิน ต้องมีการกรองเอาเศษ
สิ่งสกปรกออกจากเนื้อดิน โดยเริ่มต้นจากการกรองด้วยตะแกรง เบอร์ 80 เมช
1 รอบ กรองรอบที่2 ด้วยตะแกรง เบอร์ 100 เมช 1 รอบ ทั้งในน้ำดินพักตัว
24 ชั่วโมง ส่งต่อขั้นตอนการขึ้นรูป



รูปที่ 27 กรองน้ำดินด้วยตะแกรง เบอร์ 80 เมช 1รอบ
กรองรอบที่2 ด้วยตะแกรง เบอร์ 100 เมช 1 รอบ

10. เตรียมแบบพิมพ์เซตทำความสะอาด
ผิวด้านในด้วยฟองน้ำ

11. ทาทัลดัมที่ผิวด้านในของแบบพิมพ์
ในส่วนที่ต้องการให้ชิ้นงานหลุดออกจาก
แบบ



รูปที่ 27 ทาทัลดัมที่ผิวด้านในของแบบ
พิมพ์

12. ประกอบแบบพิมพ์ทั้งสองชิ้น
เข้าด้วยกัน



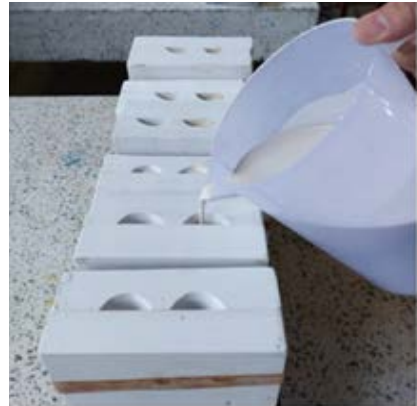
รูปที่ 28 การประกอบแบบพิมพ์

13. รัตแบบพิมพ์ให้แน่นด้วยยาง
เพื่อป้องกันการไหลของน้ำดินในขณะหล่อ



รูปที่ 29 ประกอบแบบพิมพ์และ
รัตแบบพิมพ์ให้แน่น

14. นำน้ำดินที่ผ่านการทดสอบแล้ว
ใส่เหยือกพลาสติกเพื่อความสะดวก
ในการเทลงในแบบพิมพ์



รูปที่ 30 เทน้ำดินลงในแบบพิมพ์อย่าง
ช้าๆ

15. เติมน้ำดินเต็มอยู่ตลอดจนกว่าน้ำดินไม่ยุบตัว จากนั้นปล่อยให้แห้งในตัวในแบบพิมพ์



รูปที่ 31 แบบพิมพ์ที่เติมน้ำดิน

16. แกะขยงรัดออกจากแบบพิมพ์ ใช้ลมเป่าพิมพ์ออกจากให้ออกจากกัน



รูปที่ 32 .แกะแบบพิมพ์โดยการเป่าลมเป่าให้ออกจากกันอย่างระมัดระวัง

17. แกะแบบพิมพ์และใช้ลมเป่าชิ้นงานออกอย่างระมัดระวัง ไม่ควรใช้แรงลมแรงจนเกินไป



รูปที่ 33 การแกะชิ้นงานออกจากแบบพิมพ์

18. นำชิ้นงานที่แกะออกจากแบบพิมพ์หลังจากชิ้นงานแห้งตัวแล้วใช้ใบมีดตกแต่งบริเวณรอยตะเข็บของชิ้นงาน



รูปที่ 34 ใช้ใบมีดตกแต่งบริเวณรอยตะเข็บของชิ้นงาน

19. ใช้ฟองน้ำเช็ดบริเวณขอบและพื้นผิวของชิ้นงานให้เรียบร้อย



รูปที่ 35 การใช้ฟองน้ำเช็ดบริเวณขอบและพื้นผิวของชิ้นงาน

20. วางชิ้นงานที่ตกแต่งเรียบร้อยแล้วบนพื้นที่เรียบปล่อยให้ชิ้นงานแห้ง



รูปที่ 36 ชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยการหล่อ

ข้อควรระวัง ในการหล่อน้ำดิน

1. การเทน้ำดินลงแบบพิมพ์ ปัญหาที่พบคือการเทน้ำดินลงในแบบเร็วและแรงไป อากาศจะแทรกตัวอยู่ในเนื้อดินบ้น ผลทำให้เกิดรูเล็ก ๆ บนผิวของผลิตภัณฑ์นอกจากการเทน้ำ ดินแรงเกินไปจะทำให้หน้าดินเกิดการกระเพื่อมคล้ายการเกิดละลอกทำให้ที่ผิวของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นเส้นวงกลมรอบรูปเนื้อดินบ้นที่สะสมในแบบจึงไม่ราบเรียบ

2. การเทน้ำดินที่เหลือออกจากแบบ กรณีแบบขนาดเล็ก คว่าแบบลงช่วยเขย่าหรือ เคาะแบบให้น้ำดินไหลออกมาได้เร็ว ในกรณีที่แบบขนาดใหญ่ แจกกันขนาดใหญ่หรือเครื่อง สูญภัณฑ์ การเทน้ำดินที่เหลือออกจากแบบ จะกระทำโดยวิธีคว่าแบบไม่ได้ เพราะว่าจะเกิด สูญญากาศขึ้นระหว่างที่น้ำดินไหลลง ซึ่งจะเกิดแรงดึงผลิตภัณฑ์ให้หลุดตามออกมาด้วยหรืออาจทำให้ผลิตภัณฑ์เสียรูปร่างได้ การเทแบบขนาดใหญ่ต้องเทน้ำดินเข้าทางส่วนล่างของแบบ และ การเทน้ำดินที่เหลือออกจากแบบก็ให้ไหลออกทางส่วนล่างของแบบเช่นกัน

3. การตกแต่งผลิตภัณฑ์ การตกแต่งควรกระทำในขณะที่ผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในแบบเพื่อ ป้องกันการบิดเบี้ยวจนเสียรูปร่าง และการตกแต่งจะต้องกระทำในเวลาที่เหมาะสม คือถ้าตกแต่ง เร็วเกินไปในขณะที่ผลิตภัณฑ์ยังอ่อนนิ่ม ไม่แข็งแรงพอจะทำให้ผลิตภัณฑ์ บิดเบี้ยวเสียรูปร่าง หรือถ้าตกแต่งช้าไปผลิตภัณฑ์จะแข็งไป ซึ่งจะเปราะเป็นเหตุทำให้แตกหักได้ง่าย

4. การตากผลิตภัณฑ์ให้แห้ง ผลิตภัณฑ์เล็ก ๆ ไม่ค่อยมีปัญหา ผลิตภัณฑ์ใหญ่ต้องทำในห้องซึ่งมีการควบคุมความชื้น

ปัญหาที่พบในการหล่อน้ำดิน

ในการขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อน้ำดินอาจเกิดปัญหาต่าง ๆ ในกระบวนการปฏิบัติงานที่จะต้องแก้ปัญหาเพื่อให้การทำงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีซึ่ง ไพจิตร อังศิริวัฒน์,(2552 หน้า 64-67) ได้สรุปปัญหาที่พบในการหล่อน้ำดิน และแนวทางในการแก้ปัญหาในการปฏิบัติงานไว้ดังต่อไปนี้

ปัญหาน้ำดินตกในแบบพิมพ์หรือหล่อช้า

1. ดินหล่ออืดและแฉะอยู่ในแบบพิมพ์ ถอด พิมพ์ไม่ได้ (Slip Gelling) อัตราการแข็งตัวของน้ำดิน – ถ้าน้ำดินได้มาตรฐานดีสาเหตุจะอยู่ที่พิมพ์ เสื่อมสภาพ
2. ในสูตรดินมีปริมาณดินเหนียว เช่น ดินดำ หรือ ดินแดงที่มีแร่เหล็กสูงมากเกินไป
3. แบบพิมพ์มีความชื้นสูง ชื้นงานที่หล่อได้ มี ลักษณะอ่อนนิ่ม มีความแข็งแรงต่ำ ดูดซึมน้ำช้า
4. แบบพิมพ์ที่ทำเสร็จใหม่ๆไม่ควรนำเข้าห้องอบพิมพ์ทันทีจะทำให้ดินหล่อติดพิมพ์ใหม่

แนวทวงแก้ไข

1. ลดปริมาณเศษดินหล่อ (Scraps) และปริมาณน้ำยา - เปลี่ยนพิมพ์ชุดใหม่
2. ทดลองเนื้อดินหลายๆสูตรจากดินชนิดต่างๆที่เหมาะสม ควรเพิ่มดินขาวให้มากขึ้น
3. อย่าใช้งานแบบพิมพ์ต่อเนื่องโดยไม่อบแห้งครอบแห้งทุกเย็นข้ามคืน ก่อนใช้งานในวัน ต่อไป
4. ควรทิ้งแบบพิมพ์ไว้ประมาณ 2 ชั่วโมงก่อน นำเข้าอบ และควรคว่ำหน้าพิมพ์ลงโดยการ วางปากพิมพ์ลงตะแกรงด้านล่าง เช็ดคราบสบู่ด้วยกระดาษสีเนื้อ 1 ครั้ง ใช้ลมเป่าทำความสะอาดหน้าพิมพ์ ห้ามใช้ฟองน้ำเช็ดหน้าพิมพ์ แล้วใช้ที่ลคม ห่อด้วยถุงน่อง เป็นลูกประคบตบเบา ๆ ให้ทั่ว

ปัญหาชิ้นงานหล่อแตกในแบบพิมพ์

1. มีปริมาณน้ำในน้ำดินมากเกินไป
2. น้ำดินมีปริมาณดินเหนียวน้อยมีวัสดุที่ไม่นุ่ม มีความเหนียวมาก
3. ทิ้งชิ้นงานหล่อไว้ในแบบพิมพ์หรือแกะ แบบช้าเกินไป ชิ้นงานหดตัวมากตึงกันแตกอยู่ในแบบพิมพ์
4. รูปร่างของผลิตภัณฑ์เป็นมุมแหลมหรือมีเหลี่ยมซับซ้อน เสี่ยงต่อการแตกร้าวได้ง่ายกว่าแบบมุมมน

แนวทางการแก้ไข

1. วัดค่าความหนาแน่นของน้ำดินให้ได้มาตรฐานเดิมทุกครั้ง
2. ลดปริมาณทรายและวัสดุที่ไม่นุ่ม ความเหนียวเพิ่มปริมาณดินเหนียวเพิ่มระยะเวลาการบดให้นานขึ้น
3. ถอดแบบพิมพ์ออกตามระยะเวลาที่กำหนด
4. ปรับการออกแบบและแบบพิมพ์ไม่ให้มีมุมยื่น (Under Cuts) เพื่อลดความเสี่ยงในการถอดพิมพ์ หรือดึงตัวแตกร้าวในแบบพิมพ์

ปัญหาการเชื่อมในดินหล่อ

1. การใช้น้ำดินโดยตรงจากถังกวนเร็ว
2. การฉีดดินเข้าแบบพิมพ์โดยใช้เครื่องปั๊มช่วยกำลังแรงดูดของเครื่อง ทำให้เกิดฟองอากาศหรือฉีดน้ำดินลงแบบพิมพ์แรงเกินไป
3. น้ำดินมีความหนืดมากเกินไป (Viscosity) ทำให้ฟองอากาศถูกกักไว้ในน้ำดิน
4. ไม่ได้เขย่าแบบพิมพ์เพื่อไล่ฟองอากาศ เมื่อเทน้ำดินเข้าไปเต็มแล้ว
5. ระดับน้ำดินลดลงจนถึงใบพัด ถ้าใบพัดติดอยู่ ระดับผิวหน้าของน้ำดินจะทำให้เกิด ฟองอากาศ
6. การนำน้ำดินที่เทออกจากแบบพิมพ์กลับมาใช้หล่อกันใหม่ทันที

แนวทางการแก้ไข

1. ควรสูบน้ำดินขึ้นถังเก็บข้างบนแล้วกวนช้า 1 คืนหรืออย่างต่ำ 4 ชั่วโมงก่อนนำมาใช้เพื่อไล่ฟองอากาศออกจากน้ำดิน
2. น้ำดินควรฉีดเข้าสู่แบบพิมพ์ โดยการไหลตามแรงโน้มถ่วง จากบนลงล่าง ฉีดน้ำดินลงในแบบพิมพ์ช้า ๆ หรือฉีดน้ำดินลงในกรวยที่หย่อนลึกลงในแบบพิมพ์อีกที
3. ตรวจสอบค่าความหนืดหรือค่าการไหลตัวของน้ำดิน ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานก่อนใช้งาน
4. แบบพิมพ์ควรวางบนแท่นหมุน ถ้าต้องการ หล่อชิ้นงานที่มีคุณภาพดีเมื่อเทน้ำดินเต็ม แล้วให้หมุนแบบพิมพ์กลับไปกลับมาเพื่อเขย่าให้ฟองอากาศลอยขึ้นมาด้านบน
5. ตรวจสอบระดับของน้ำดิน ต้องอยู่สูงพ้นใบพัดในถังกวนดินพอสมควร
6. น้ำดินที่หล่อแล้วมีความข้นมากขึ้นและอาจมีเศษวัสดุเจือปน ควรกรองน้ำดินแล้วเก็บในถังกวนช้าก่อนใช้

ปัญหาารอยดำของคราบน้ำยาบนชั้นมา

1. การปิดสวิตซ์ถังกวนดินอาจเป็นสาเหตุให้น้ำดินตกตะกอน มีน้ำยาใสๆ สีน้ำตาลลอยอยู่บน ชั้นของดินเหลว
2. ปริมาณน้ำยาโซเดียมซิลิเกตมากเกินไปในน้ำดินทำให้การลอยตัวของสารลิกนินหรือคาร์บอนในดินดำเกิดขึ้นมากกว่าปกติ
3. การฉีดน้ำดินเข้าแบบพิมพ์เร็วเกินไป ยิ่งฉีดแรงรอยร้าวของเส้นดำจะยิ่งปรากฏชัด
4. คราบน้ำยาที่เป็นรอยดำอยู่บนหน้าพิมพ์ ถ้าไม่เช็ดออกให้สะอาดจะทำให้หน้าพิมพ์อุดตันหรือดูดซ้ำและทำให้ติดพิมพ์ถอดพิมพ์ยาก

แนวทางแก้ไข

1. ห้ามปิดสวิตซ์ถังกวนช้าต้องกวนตลอด 24 ชั่วโมง ถ้าดินตกตะกอนแล้วจะกวนให้เข้ากันได้ยาก เมื่อกวนระยะสั้นก่อนการใช้งานตอนเช้าน้ำยาจะไม่เข้ากับเนื้อดินดี เวลาฉีดน้ำดินเข้าแบบพิมพ์จะเกิดเป็นสายหินอ่อนของคราบ น้ำยาเป็นริ้ว ๆ บนชั้นงานหล่อ และจะปรากฏชัดหลังการเผา
2. ลดปริมาณน้ำยาโซเดียมซิลิเกตลดปริมาณดินดำหรือเปลี่ยนแหล่งดินดำใหม่ที่มีอินทรีย์สารและคาร์บอนต่ำลงไม่ให้เห็นเส้นสีดำของคาร์บอน ลอยอยู่บนน้ำดินหล่อดินดำที่มีคาร์บอนสูงใช้เตรียมดินปั่นจะไม่เกิดปัญหา
3. ควรรอกน้ำดินเข้าแบบพิมพ์ช้า ๆ และลึกเข้าไปในพิมพ์ให้มากที่สุดหรือใช้กรวยที่มีตะแกรงวางบนปากพิมพ์แล้วค่อยเทน้ำดินลงในแบบพิมพ์ เราจะพบบ่อยว่ายังมีคราบดำอยู่อีก แต่การที่เราฉีดน้ำดินเข้าไปที่ก้นของผลิตภัณฑ์ก็จะทำให้รอยดำเกิดที่บริเวณก้นผลิตภัณฑ์ซึ่งสังเกตเห็นได้ยาก
4. เช็ดคราบดำของน้ำยาที่ฝังเป็นเส้นบนผิวหน้าพิมพ์ออกให้หมด ด้วยฟองน้ำชุบกรดน้ำส้มสายชูเจือจาง

<p>ปัญหาดินหล่นเปราะเมื่อแห้ง</p>	<p>แนวทางแก้ไข</p>
<p>1. การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนหรือโพแทสเซียมเพียงอย่างเดียว ในน้ำดินหล่น</p>	<p>1. ถ้าขึ้นงานเปราะแตกง่ายขณะตัดแต่ง ควรเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนหรือโพแทสเซียมในน้ำดินเล็กน้อย จะช่วยให้ดินอ่อนนุ่มตัดแต่งได้ง่าย แต่ถ้าใช้ปริมาณมากเกินไป ขึ้นงานจะอ่อนนุ่ม แข็งตัวช้าและหลุดตัวได้</p>
<p>ปัญหา รอยบุบจากตะเข็บพิมพ์</p>	<p>แนวทางแก้ไข</p>
<p>1. พิมพ์เสื่อมสภาพมีรอยตะเข็บกว้างหรือ ช่างทำพิมพ์แบ่งพิมพ์ไม่เก่ง 2. แต่งรอยตะเข็บขณะดินหมาดเกือบแห้ง 3. ยางรัดพิมพ์มีความยืดหยุ่นมากเกินไป</p>	<p>1. เปลี่ยนพิมพ์ใหม่ ใช้ช่างทำพิมพ์ที่มีความชำนาญ 2. ขูดแต่งรอยตะเข็บออกและใช้ของแข็งที่เป็นแท่งกลมกดลูบตามแนวตะเข็บให้ดินเรียบแน่น 2-3 รอบในขณะที่ดินหมาด รอยตะเข็บจะโดน กดลงจนมีผิวเรียบ 3. ควรใช้ยางรัดพิมพ์สีดำที่ยืดหยุ่นน้อยที่สุดเพื่อขึ้นงานขนาดใหญ่ควรใช้ปากกาเหล็กจับหรือใช้เชือกขันชะเนาะ</p>

บรรณานุกรม

- ไพจิตร อิงศิริวัฒน์,เนื่อตินเซรามิก,พิมพ์ครั้งที่1 (พ.ศ.2541) สำหรับพิมพ์โอเดียนสโตร์
วังบูรพา ;860-862 วังบูรพา กรุงเทพมหานคร 10200
- จิรพันธ์สมประสงค์. (2535). เทคนิคการสร้างสรรค์ศิลปะเครื่องปั้นดินเผา. กรุงเทพฯ :
โอเดียนสโตร์.
- ปรีดา พิมพ์ขาวซ่า. (2547). เซรามิกส์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปุณรัตน์ พิชญ์ไพบุลย์. (2538). เครื่องเคลือบดินเผาเทคนิคและวิธีการสร้างสรรค์.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุขุมาล เล็กสวัสดิ์. (2548). เครื่องปั้นดินเผาพื้นฐานการออกแบบและปฏิบัติงาน.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมศักดิ์ ขวาลาววัฒน์. (2549). เซรามิกส์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- แสงโสม จิตต์วารีย์. (2551). การท ำพิมพ์และการหล่อ 1. นครปฐม : เพชรเกษมการพิมพ์.
อายุวัฒน์สว่างผล. (2543). วัตถุประสงค์ที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิกส์. กรุงเทพฯ :
โอเดียนสโตร์.
- Andrews, A.I. (1957). Ceramic test and calculation. New York : John Milley
and Sons.
- Barsoum,M. (2000).Fundamentals of Ceramics. New York : McGraw-Hill.
- Hamilton, David. (1982). Stonewere and Porcelain. London : Themes and
Hudson.
- James,S.Reed. (1989). Introduction to the Principles of Ceramic Processing.
New York : New York State College of Ceramics Alfred University.
- Singer, Fellix And Sonja S.Singer. (1963). Industrial Ceramic. New York :
Chemical Publishing Co.

ผู้เขียน/เรียบเรียง



ชื่อ-สกุล :

นายคเชนทร์ เครือสาร

สังกัด/หน่วยงาน:

สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

การศึกษา

ระดับปริญญาตรี อดุสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต
คณะศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชมงคลล้านนา

E-mail : chan9940@hotmail.com

องค์ความรู้ในการพัฒนาอาชีพ

การขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบเซรามิก

ISBN 978-974-625-922-4

ISBN978-974-625-923-1 (E-Book)

ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ศีลศิริ ดร.สุรพล	สง่าจิตร ใจวงศ์ษา
-----------------------------------	----------------------

ผู้เขียน/เรียบเรียง

นายคเชนทร์	เครือสาร
------------	----------

กองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกรียงไกร	ธารพรศรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นทีชัย	ผัสดี
นายวิสุทธิ	บัวเจริญ
ดร.สุวิวรรณ	ราชสม
นายพิษณุ	พรมพราย
นายนริศ	กำแพงแก้ว
ว่าที่ ร.ต.รัชต์พงษ์	หอยชัยรัตน์
นางสาวทิน	อ่อนนวล
นายวิชณุลักษณ์	ค้ำยอง
นางสาวสุธาสินี	ผู้อยู่เสมอ
นายจักรรินทร์	ชินสมบัติ
นายเจษฎา	สุภาพรเหมินทร์
นางสาวรัตนภรณ์	สารภี
นางสาวเสงี่ยม	คีนดี
นางสาวหนึ่งฤทัย	แสงใส
ว่าที่ ร.ต.เกรียงไกร	ศรีประเสริฐ
นางสาวเสาวลักษณ์	จันทร์พรหม
นางสาวอารีรัตน์	พิมพ์นวน
นางสาววราภรณ์	ต้นใส
นายวีรวิทย์	ณ วรธรรมา
นายภานุพงศ์	ศุภจิตรานนท์

จัดทำโดย

สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
98 หมู่ 8 ตำบลป่าป้อ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ 50220

พิมพ์ครั้งที่ 1

บริษัท เชียงใหม่ พริ้นท์ติ้ง จำกัด
213 ถนน มหิตล ตำบลป่าแดด อำเภอเมืองเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50100



KBS
Knowledge BookStore

สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน : 98 หมู่ 8 ตำบลป่าบึง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ 50220
โทรศัพท์ : 0 5326 6516 #1032 , โทรสาร : 0 5326 6522