

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ดินทางดงและผลิตภัณฑ์

1.1.1 ดินทางดงในธรรมชาติ

ดินทางดงเป็นดินในที่นาอยู่ในที่ค่อนข้างต่ำ ดินทางดงเป็นดินร่วนปนดินเหนียว (Clay loam) หรือดินร่วนปนดินเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) ดินชั้นบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว หรือดินร่วนปนดินเหนียวปนทรายสีน้ำตาลเข้ม หรือ น้ำตาลเข้มปนเทา ลึกประมาณ 10 เซนติเมตร ดินชั้นล่างเป็นดินเหนียว (Clay) หรือดินเหนียวปนทราย (Sandy clay) สีน้ำตาล หรือ น้ำตาลเข้มปนเหลือง และจุดประ (Mottling) สีน้ำตาลปนแดง และ สีแดงปนเหลือง ซึ่งบางแห่งอาจพบดินลูกรัง (Laterite) ปนอยู่บ้างเล็กน้อย สภาพความเป็นกรดต่าง ของดิน ดินชั้นบนเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.0-5.5) ดินชั้นล่างเป็นกรดมาก (pH 4.5-5.0)(1)

1.1.2 แหล่งดินทางดง

ดินทางดงมีแหล่งสะสมอยู่ในทุ่งนาของ อำเภอทางดง จังหวัดเชียงใหม่ หมู่บ้านเหมืองกุง อำเภอทางดง จังหวัดเชียงใหม่ นอกจากนี้ยังหาได้จากบริเวณใกล้เคียง คือ ดินเหนียวสันป่าตอง (2) และดินบ้านน้ำบ่อหลวง อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

1.1.3 สมบัติเชิงรสมิกของดินทางดง

1.1.3.1 สมบัติทางกายภาพของดิน

การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของดินเป็นวิธีการช่วยให้สามารถเลือกดินที่เหมาะสมไปใช้งาน สมบัติของดินทางกายภาพที่ควรทำการตรวจมีดังนี้

1. ขนาดของเม็ดดิน ดิน Kaolin มีขนาดของเม็ดดินตั้งแต่ 0.5 ถึง 10 ไมครอน ค่าเป็นเส้นผ่าศูนย์กลางโดยเฉลี่ยคือ 0.5 ไมครอน ขนาดของเม็ดดินมีความสำคัญต่อความเหนียวและการหดตัวเมื่อแห้ง ดินที่มีขนาดของเม็ดเล็กจะมีความเหนียวมากและมีเปอร์เซ็นต์การหดตัวเมื่อแห้งสูง

ขนาดของเม็ดดินทางดงที่ชาวบ้านนำมาผสมน้ำเพื่อใช้ในการขึ้นรูปอยู่ในช่วง 30-43 ไมครอน มี 16.79-20.53 %, ช่วง 10-30 ไมครอน มี 19.51-19.53 %, ช่วง 5-10 ไมครอน มี 8.37-10.18 % และน้อยกว่า 5 ไมครอน มี 51.57-53.52 % การเตรียมดินของชาวบ้านจะใช้วิธีตำดินแล้วนำมาร่อนด้วยตะแกรงที่มีขนาดต่ำกว่า 16 เมช (3)

2. การหดตัวเมื่อแห้ง(Drying shrinkage) ค่าของเปอร์เซ็นต์ การหดตัวเมื่อแห้งไม่เป็นที่น่าสนใจนักเพราะตามปกติการทำผลิตภัณฑ์เซรามิก ส่วนมากไม่ใช่เนื้อดินชนิดเดียว แต่จะใช้ดินผสม ฉะนั้นการหดตัวเมื่อแห้งของเนื้อดินผสม จึงเป็น ที่น่าสนใจกว่า ดินทางดงที่มีขนาดอนุภาคเม็ดดินเล็กจะหดตัวมากกว่า ดินทางดงที่มีขนาดอนุภาคใหญ่ เนื่องจากพื้นที่สัมผัสของ อนุภาคเม็ดดิน ขนาดเล็กมีมากกว่าอนุภาคเม็ดดินขนาดโตกล่าวคือดินทางดงที่ผ่านการร่อน 80 เมช การหดตัวเมื่อแห้ง 7 % ส่วนการหดตัวเมื่อแห้งของดินทางดงที่ผ่านการร่อนขนาด 16 เมช การหดตัวเมื่อแห้ง 6.0 % เป็นต้น(2)

3. ความแข็งแรงเมื่อแห้ง (Green strength) เป็นสมบัติที่แสดงถึงความทนทานของดินต่อแรงที่มากระทบกระเทือน ดินที่มีความแข็งแรงดี เมื่อแห้งแล้วนำมาทำการผลิตจะสามารถย้ายเคลื่อนที่ได้โดยไม่แตกหัก โดยทั่ว ๆ ไปดินชนิดใดก็ตามที่มีความเหนียวมากจะมีความแข็งแรงมากภายหลังจากการตากแห้ง

4. สีของดิน สีของดินที่ยังไม่ได้เผาไหม้เกิดจากเหล็กและ Carbonaceous matter ในดิน นอกจากนี้บางครั้งอาจมีแร่망กานีส หรือแร่ติตานิยมปนด้วย ดินใดที่ไม่มีสิ่งดังกล่าวปนอยู่จะมีสีขาวเสมอ

Limonite ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)	ทำให้ดินมีสีครีมเหลืองและน้ำตาล
Pyrite (Fe_2S)	จะเป็นสีทองในบางส่วนของดิน
Hematite (Fe_2O_3)	จะให้ดินมีสีแดง
Iron silicate	ทำให้ดินเป็นสีเขียว หรือค่อนข้างเขียว
Manganese & Titanium	ทำให้ดินเป็นสีน้ำตาล
Carbonaceous matter	ทำให้ดินเป็นสีน้ำเงิน เทา ดำ น้ำตาลและเขียว

5. ความเหนียวและความสามารถในการขึ้นรูป ผลิตภัณฑ์เซรามิก ย่อมมีความจำเป็น ต้องใช้วัสดุที่มีความเหนียว ทั้งนี้เพราะความเหนียวช่วยให้การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ กระทำได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำผลิตภัณฑ์อิสระด้วยมือปั้น, แป้นหมุน และการขึ้นรูปด้วยระบบ น้ำดิน ความเหนียวยังเอื้ออำนวยในการแข็งตัวเมื่อแห้ง(Green strength) ได้ดีอีกด้วยสำหรับการทำ ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาทางดงจะมีเปอร์เซ็นต์ของน้ำที่ใช้ผสม กับดินปั้นมีค่าอยู่ระหว่าง 20-22% จะได้ดินปั้นที่มีความเหนียวพอเหมาะกับการขึ้น รูปของผลิตภัณฑ์(3)

6. การหดตัวหลังเผา (Firing shrinkage) ดินมีเปอร์เซ็นต์การหดตัวเมื่อเผาแตกต่างกันแล้วแต่สิ่งเจือปนที่อยู่ในดิน บางทีอาจหดตัว 6-7% และถ้าเผาดังจุดสุกตัวอาจหดตัวประมาณ 20% เมื่อเผาดินจะเกิดปรากฏการณ์ที่อธิบายได้ดังนี้

1) Dehydration period แบ่งออกเป็น 2 ระยะ

1.1 Mechanical dehydration หรือ water smoking เริ่มตั้งแต่อุณหภูมิ 20°C - 150°C ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นคือ น้ำที่ผสมในดินจะเริ่มระเหยออกมาเป็นควันลอยขึ้นจนกว่าดินจะแห้งสนิท และไม่มีน้ำดังกล่าวเหลืออีก ดินจะมีสภาพแข็งกว่าเดิม ถ้าหยุดให้ความร้อนและนำดินนั้นมาผสมกับน้ำอีกครั้งหนึ่งดินจะอ่อน และมีความเหนียวเหมือนเดิม

1.2 Chemical dehydration หรือ Chemical water smoking เริ่มตั้งแต่อุณหภูมิ 150°C - 600°C ถ้าให้ความร้อนแก่ดินต่อจากระยะแรก โมเลกุลของดินจะแตก และส่วนที่เป็นน้ำของโมเลกุลจะระเหยออกไป เช่น ดินเกาลิน ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) เผา แล้วจะเหลือดิน ในรูปของ Meta kaoline ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_3$) ถ้าหยุดเผาแล้วนำดินไปผสมน้ำอีกครั้ง ดินจะยังคงแข็งแต่ไม่มีความเหนียวอีกต่อไป

2) Oxidation period เริ่มตั้งแต่อุณหภูมิ 350°C - 900°C สิ่งต่าง ๆ ที่ปะปนมากับดิน เช่น เศษไม้ ใบหญ้า จะถูกเผาไหม้ให้หมดไป นอกจากนี้เศษแร่ต่าง ๆ เช่น พวกคาร์บอนเนตซิลิไฟต์ และซิลิเฟตจะแตกตัวออกด้วยในระยนี้ สมบัติทางฟิสิกส์ของดินจะเปลี่ยนเกี่ยวกับน้ำหนัก ขนาด สี และความพรุน

3) Vitrification period เริ่มตั้งแต่ 900°C ขึ้นไป Vitrification คือระยะหนึ่งของการเผาซึ่งประกอบด้วย

3.1 ส่วนผสมในเนื้อดินบางชนิดเริ่มละลาย

3.2 ส่วนที่หลอมละลายจะพยายามละลายส่วนที่ไม่หลอมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3.3 ส่วนที่หลอมละลายจะไหลไปตามช่องว่างทำให้เนื้อดินแน่นทึบขึ้น

3.4 ถ้าหากมีส่วนผสมและอุณหภูมิที่พอเหมาะ อาจเกิดการตกผลึกใหม่ในเนื้อดินได้ ทั้งนี้เป็นเพราะอะลูมินาและซิลิกาในเนื้อดินจะรวมตัวกันเป็น Mullit ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) มีลักษณะเป็นผลึกรูปตาข่าย ทำให้ดินมีความแข็งแกร่งเพิ่มขึ้นถ้าเนื้อดินมีส่วนที่หลอมละลายมากเกินไปจะทำให้ดินยุบตัวลงได้

สมบัติของดินเมื่อถูกเผาจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นระยะ ๆ ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 สมบัติของดินที่เปลี่ยนไปในการเผาระยะต่าง ๆ

สมบัติ ที่เปลี่ยนไป	ระยะในการเผาและช่วงอุณหภูมิ		
	Dehydration 20 °C-950 °C	Oxidation 350 °C-950 °C	Vitrification 900 °C ขึ้นไป
สี	สีอ่อนลง	1. ดินที่มีเหล็กจะมีสีเข้มขึ้น 2. ดินที่มี Carbonaceous matter จะมีสีอ่อนลง	สีเข้มขึ้น
ความพรุนตัว	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	ลดลง
การหดตัว	เพิ่มขึ้น	ขยายตัวเล็กน้อย	เพิ่มขึ้น
น้ำหนัก	ลดลง	ลดลง	เกือบคงที่
ความแข็ง แกร่ง	เพิ่ม	ลดลงเล็กน้อย	เพิ่ม

ดินทางดงเมื่อเผาในอุณหภูมิสูงขึ้นการหดตัวจะมีค่าสูงขึ้นตามลำดับ เช่น พบว่าที่อุณหภูมิ 700, 750, 800, 850, 900, และ 950°C การหดตัวมีค่า 7.8%, 8.2%, 8.5%, 8.6%, 8.7% และ 8.8% ตามลำดับ (2)

7. ความพรุนตัว (Porosity)

การศึกษาความพรุนตัวเป็นสมบัติทางกายภาพที่สำคัญประการหนึ่ง ค่าความพรุนตัวเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ค่าของการดูดซึมน้ำ (water absorption) ซึ่งค่าความพรุนตัวมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ยิ่งถือว่าวัตถุนั้น เมื่อถูกเผาแล้วจะมีเนื้อแน่น (dense) และมีความแข็งแรงสูงสุดของตัวมันเองความพรุนตัวจะเป็นลักษณะเฉพาะของดินที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นความพรุนตัวจะเพิ่มขึ้นด้วย จนเมื่อถึงอุณหภูมิหนึ่งความพรุนตัวจะลดลงจนกระทั่ง ถึงจุดหลอมเหลวความพรุนตัวจะมีค่าเท่ากับศูนย์ สำหรับดินทางดง เมื่อเริ่มต้นเผาที่อุณหภูมิ 700°C กับ 950°C ความพรุนตัวจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงอุณหภูมิ 900°C ความพรุนตัวจะสูงสุดมีค่าประมาณ 14.22 % และหลังจากผ่านอุณหภูมิ 950 °C ความพรุนตัวจะลดลงทั้งนี้ เพราะเริ่มมีการหลอมตัวของสารประกอบบางตัวในดินปิโตรภาคทำให้ความพรุนตัวลดลงเรื่อย ๆ (2)

8. การวิเคราะห์ตัวอย่างดินทางดงโดย X-ray fluorescence พบว่ามีธาตุ Fe เป็นองค์ประกอบปริมาณสูงถึง 3.80–4.35%(2) ส่วนธาตุอื่นไม่ปรากฏในวิธีนี้

9. การวิเคราะห์ดินทางดงโดย X-ray diffractometer พบว่าดินทางดงมีเฟลสปาร์ทั้งชนิดโปตัสเซียมเฟลสปาร์และโซเดียม ดินเหนียวและควอทซ์ โดย infrared spectrometry พบ OH Stretching ในช่วงความถี่ 3,720–3,645 cm^{-1} (ดูภาคผนวก)

1.1.3.2 สมบัติทางเคมีของดิน (4)

ส่วนประกอบของดินตามทฤษฎีดินคือ Hydrous aluminium silicate เช่น Kaolin มีสูตร $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ หรือมี SiO_2 46.3% Al_2O_3 39.8% และ H_2O 13.9 % แต่ในดินมีแร่อย่างอื่นปะปนอยู่ด้วย ผลการวิเคราะห์ทางเคมีจึงแตกต่างไปจากสูตรทางทฤษฎี และส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของออกไซด์จะไม่อยู่ในรูปแร่หรือเกลือบริสุทธิ์ เพราะเวลาหินหลอมเหลวเย็นตัวลงจะสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศจึงเกิดอยู่ในรูปของออกไซด์โดยเฉลี่ยที่พบมากที่สุดในธรรมชาติ จะเป็น SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O และ L.O.I. ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างดินขาวลำปาง, ดินเหนียวแม่ทาและดินหางดง

ดิน	L.O.I. (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)
ดินขาวลำปาง	5.54	59.98	27.75	1.02	-	0.07	0.24	0.19	0.97
ดินเหนียว แม่ทา	8.31	62.30	24.50	1.22	0.57	0.24	0.59	0.13	2.14
ดินหางดง	11.07	59.96	21.55	4.06	0.08	-	0.28	3.08	0.11

ซิลิกา (SiO_2) ซิลิกานอกจากจะเป็นส่วนประกอบของดินแล้ว ยังอาจมีควอตซ์หรือทรายซึ่งเกิดจากการแปรสภาพของหินมาเป็นดิน บางครั้งทรายละเอียดมากจนมองเห็นได้ยาก

อลูมินา (Al_2O_3) แร่อลูมินาเกิดปนอยู่ในดินได้แก่ Gibbsite ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) Bauxite ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) และ Diaspore ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) มักพบมากในดินที่มีเปอร์เซ็นต์อลูมินาสูงเหล็ก (Fe_2O_3) ในดินทั่ว ๆ ไปเหล็กอาจอยู่ในรูปของ Hematite (Fe_2O_3) จะทำให้ดิน เป็นสีแดงถ้าเป็น Limonite ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) จะทำให้ดินเป็นสีเหลืองหรือน้ำตาล ดินบางชนิดเช่นพวก Fire Clay และดินดาล บางทีมีเศษแร่ไพไรต์ (Fe_2S) ปะปน แร่พวกนี้แข็งกว่าดิน บดไม่ละเอียด หลังจากเผาดินนี้แล้วจะเห็นเป็นจุด ๆ สีคล้ำ ๆ ในเนื้อดิน

แคลเซียม (CaO) ถ้าเกิดในรูปของแร่แคลไซต์ (CaCO_3) หรือโดโลไมท์ ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) จะไม่ค่อยทำความยุ่งยากให้กับดินเท่าใดนัก เพราะทั้งสองชนิดต่างก็ทำหน้าที่เป็นตัวลดจุดสุกตัวของเนื้อดิน แต่ถ้าเกิดในรูปของแร่ยิบซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ซึ่งมีคุณสมบัติละลายน้ำได้บ้าง ถ้าหากนำมาทำผลิตภัณฑ์และปล่อยให้แห้งจะพบคราบสีขาวเกาะที่ผิวเสมอ

แมกนีเซียม (MgO) มีปะปนในดินน้อยมาก อาจเกิดในดินที่มีแร่แมกนีไซต์ (MgCO_3) โดโลไมต์, Spinel, Biotite, Hornblende, Chlorite และ Pyroxene ในการวิเคราะห์มักพบว่าปริมาณของ แมกนีเซียมไม่เกิน 1 %

อัลคาไลน์ (Alkalies) ส่วนมากอัลคาไลน์ปนอยู่ในดินในรูปของแร่ Feldspar แร่นี้อาจเป็น Potash feldspar หรือ Soda feldspar

ติตานิยม (Titanium) มีปะปนอยู่น้อยมากที่พบเสมอ ๆ ได้แก่ Rutile (TiO_2) Ilmenite ($\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$) และ Sphenite ($\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{SiO}_2$)

อินทรีย์สาร (Carbonaceous matter) พบเสมอว่าดิน Ball clay, Fire clay และดินดาล มีสีเทาจนถึงสีดำ ทั้งนี้เพราะดินเหล่านี้เคยมีพวกต้นไม้ตายทับถมรวมกันเป็นเวลานาน ๆ แล้วเกิดการสลายตัวและเปลี่ยนรูปไปเป็นคาร์บอน จึงเรียกว่า Carbonaceous matter

1.1.4 ผลิตภัณฑ์ดินทางดงที่หมู่บ้านเหมืองกุง อ.เมือง จ.เชียงใหม่ (3)

จากการสอบถามชาวบ้านเหมืองกุงเกี่ยวกับเรื่องที่มาของผลิตภัณฑ์ไม่มีใครสามารถ ที่จะตอบได้ว่า เครื่องปั้นดินเผาทางดงเริ่มทำกันมาครั้งแรกเมื่อใดแต่ทุกคนมักจะพูดว่าเกิดมาจำความได้ก็พบว่ามีการทำกันมานานแล้วซึ่งก็หมายความว่างานฝีมือในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาทางดงเป็นงาน ที่สืบทอดกันมานานนับตั้งแต่ปู่ ย่า ตา ทวด จนกระทั่งถึงรุ่นลูก รุ่นหลาน โดยอาศัยความชำนาญที่ทำกันมานาน

การขึ้นรูป อาศัยวิธีการขึ้นรูปด้วยแป้นที่มีลักษณะเป็นเอกลักษณ์ ทั้งที่เป็นแบบอิสระ ผสมผสานกับการขึ้นรูปแบบขด คือเมื่อนวดดินได้ที่แล้วจะนำดินมาทำให้เป็นก้อนกลมขนาดตามความเหมาะสมแล้วใช้มือบีบดินกดดินให้เป็นครึ่งวงกลมคล้ายกระทะทิ้งไว้ให้ดินหมาดเสียก่อนก็จะช่วยให้การทรงตัวดีจากนั้นก็นำดินเหนียวมาคลึงให้เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 1 นิ้วครึ่ง นำไปต่อกับส่วนครึ่งวงกลมในตอนแรก ใช้มือบีบให้ส่วนต่อเป็นเนื้อเดียวกัน ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนความสูงพอกับความต้องการแต่งผิวให้เรียบแล้วปล่อยให้แห้งถ้าเป็นภาชนะขนาดใหญ่ควรปล่อยให้แห้งอย่างช้า ๆ

การตกแต่ง การตกแต่งลวดลายและสีสันทัดต่อจากการปั้น โดยทั้งให้ผลิตภัณฑ์แห้งสักครู่ในการทำลวดลายที่นิยมทำกันมากในบ้านเมืองคือการทำลายนูน โดยการนำดินมาปั้นแล้วแปะกับผลิตภัณฑ์แล้วทาด้วยดินแดงคอยสะเกิดผสมน้ำมันโซล่า ทิ้งไว้ให้หมาดก่อนลงมือแกะลวดลาย ส่วนอีกวิธีจะทาดินคอยสะเกิดผสมน้ำมันโซล่าลงบนผลิตภัณฑ์เลย ทิ้งไว้ให้หมาดแล้วลงมือแกะลวดลายลงบนผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นลายลึกด้วยอุปกรณ์ง่าย ๆ เช่น แผ่นสังกะสี, ฝ่าหลอดยาสูบ, จากนั้นก็ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์หมาดแล้วจึงทำขบวนการต่อไป

การทำให้เกิดความมันวาว จะทำต่อจากการแกะลวดลายผลิตภัณฑ์ที่แกะลวดลายไว้แล้วจะถูกนำมาขัดด้วยหินกรวดที่มีผิวเรียบ การขัดด้วยหินกรวดจะเป็นการอัดอนุภาคของดินให้แน่น จะไม่ใช่เศษผ้าขัดผลิตภัณฑ์ เพราะจะทำให้เกิดขุยขึ้นผลิตภัณฑ์จะไม่เกิดความมันวาว และสีแดงที่ติดบนผลิตภัณฑ์ก็คือ Iron Oxide โดยมีน้ำมันเป็นตัวช่วยให้เกิดความลื่นในการขัดเมื่อเผาผลิตภัณฑ์น้ำมันก็จะระเหยไปส่วนดินแดงคอยสะเกิดยังคงอยู่ จากการขัดทำให้ผิวของผลิตภัณฑ์มันเพราะอนุภาคของดินถูกอัดแน่นเอง ทำให้ความมันวาวยังคงอยู่

การทำให้แห้ง ชาวบ้านมักจะใช้ธรรมชาติที่จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์แห้ง เช่น ลมและ แสงแดด แต่การจะใช้ลมหรือแสงแดดก็ต้องคำนึงถึงผลิตภัณฑ์ด้วยเหมือนกัน ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ชิ้นเล็ก นิยมใช้การตากแดดในการทำให้แห้ง แต่ถ้าผลิตภัณฑ์ชิ้นใหญ่ที่ต้องการการแห้งอย่างช้า ๆ ก็จะมีลมให้แห้งอย่างช้า ๆ ถ้านำไปตากแดดน้ำจะระเหยออกเร็วเกินไป จะทำให้ผลิตภัณฑ์ได้รับความเสียหายแสดงว่าชาวบ้านรู้จักใช้เทคนิคการทำให้แห้งได้เป็นอย่างดีเพราะว่าดินนี้จะหดตัวราว 6% พวกผลิตภัณฑ์ชิ้นใหญ่ที่แห้งเร็วจนเกินไปจะเกิดการแตกได้

การเผา ผลิตภัณฑ์ทางคงจัดเป็นเอเทเทนแวร์ การเผาจะใช้อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 825 °C โดยใช้ pyrometer วัด แต่ถ้าอาศัยสมบัติของ porosity และ shrinkage จะได้อุณหภูมิ 785 °C ดังนั้นเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาก็ คือเศษไม้ที่พอจะหาได้ในการเผาผลิตภัณฑ์ทางคงนั้นจะเป็นการเผาแบบออกซิเดชันใช้เวลาในการเผานับตั้งแต่เริ่มจุดไฟจนผลิตภัณฑ์สุกประมาณ 3-4 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของผลิตภัณฑ์ และอุณหภูมิเริ่มต้นของเตา เนื่องจากเตาเผาเป็นแบบ up draft ที่มีปล่องไฟค่อนข้างใหญ่ ดังนั้นเมื่อบรรจุผลิตภัณฑ์ เรียบร้อยจึงต้องเอาเศษหม้อแตกปิดด้านบนของปล่องไฟเพื่อยับยั้งมิให้เปลวความร้อนเคลื่อนที่ออกเร็วเกินไป ซึ่งจะทำให้ใช้เชื้อเพลิงจำนวน

มาก การใช้หม้อแตกปิดด้านบนของปล่องไฟนอกจากจะทำให้สิ้นเปลืองน้อยลงแล้วยังทำให้ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาสุกตัวเร็วขึ้นด้วย สำหรับขั้นตอนในการเผาจะเริ่มขึ้นจากการอุ่นเตา ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง อุณหภูมิขณะอุ่นเตาประมาณ 70°C จากนั้นจะเริ่มขึ้นไฟให้อุณหภูมิสูงขึ้นอีก เพื่อเป็นการไล่ไอน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิประมาณ 240°C ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมงครึ่ง จากนั้นจะรักษาระดับความร้อนให้คงที่ประมาณ 40 นาที จึงเริ่มโหมไฟในช่วงนี้อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ให้เปลวไฟทั่วเตาจากนั้นจึงนำเศษไม้ไผ่สุมบนเตาเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ด้านบนสุกตัว ใช้เวลาประมาณครึ่งชั่วโมงจึงหยุดใส่ฟืน เป็นอันเสร็จขบวนการเผา สำหรับค่าใช้จ่ายต่อการเผาหนึ่งครั้งประมาณ 120 บาท หรือใช้เศษไม้ประมาณ 4 ลูกบาศก์ฟุต

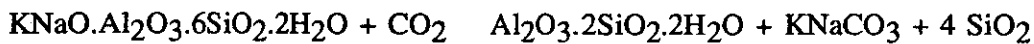
จากการเปรียบเทียบสีของผลิตภัณฑ์พบว่า ที่อุณหภูมิสูง ๆ จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีแดงเข้มกว่าผลิตภัณฑ์ที่เผาที่อุณหภูมิต่ำ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า อุณหภูมิสูงจะทำให้สีของผลิตภัณฑ์เข้มขึ้น ซึ่งสีแดงที่เกิดขึ้นอาจจะเนื่องมาจากออกไซด์ของเหล็กเริ่มเกิดปฏิกิริยาก็เป็นได้ การทำให้เกิดสีดำในกรณีที่ต้องการผลิตภัณฑ์ดำมันวาวเมื่อการเผาถึงขั้นสุดท้ายจะนำผลิตภัณฑ์ที่ยังร้อนอยู่ใส่ลงไปกองขี้เถ้าและใช้ขี้เถ้ากลบผลิตภัณฑ์ขณะที่ยังร้อน ซึ่งจะทำให้ขี้เถ้าถึงจุดเกิดเป็นควัน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีน้ำตาลกลายเป็นสีดำทันทีที่เกิดสีดำอธิบายได้ว่าเหมือนกับการเกิด Carbon black เมื่อเกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ เพราะปริมาณอากาศไม่เพียงพอ จึงเกิดเขม่าถ่านสีดำที่ขนาดละเอียดไปติดบนผิวของผลิตภัณฑ์ แต่ผลิตภัณฑ์ที่มีสีดำนั้นไม่เหมาะเป็นการใช้เป็นภาชนะใส่น้ำ เพราะกลิ่นควันที่มาจากขี้เถ้าจะเกาะบนผิวของผลิตภัณฑ์ อยู่ยาวนาน ทำให้น้ำมีกลิ่นควันไฟเจือปนอยู่

การบรรจุ จะใช้เทคนิคธรรมดา เช่น การห่อด้วยหนังสือพิมพ์ หรือใช้ฟางข้าวเพื่อป้องกันมิให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเสียหายมากกว่าที่จะคำนึงถึงความสวยงามของการบรรจุจากกรรมวิธีทั้งหมดที่กล่าวมาจะเห็นว่ามีการบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องกับการผลิตโดยไม่รู้ตัว ถ้าเปรียบเทียบกับสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ในปัจจุบันนี้งานฝีมือของหมู่บ้านเหมืองกุงก็ยังคงรักษาคุณค่าทางศิลปะไว้ได้อย่างมั่นคงจนเป็นที่ยอมรับของชาวต่างชาติที่ให้ความสนใจและสั่งซื้อไปทำเป็นเครื่องประดับบ้านกันอย่างมากมายในปัจจุบัน

1.2 วัตถุดิบเซรามิก

1.2.1 ดิน (5)

ดินที่เรียกกันนั้นก็คือ Kaolinite ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ซึ่งเป็นสารประกอบ Hydrated aluminium silicate เกิดจากการสลายตัวและผุพังของหิน Granite หินฟินม้าและ Igneous rocks พวก Alkalies จะถูกชะล้างคงเหลือแต่ Quartz, Mica และดิน สิ่งที่จะช่วยให้เกิดการผุพังของหินได้แก่ น้ำ, ลม และการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติ ดังสมการ



การเกิดของดินจึงมี 2 ช่วง ในช่วงแรกหิน Granite ที่ผุพังแล้วจะทับถมอยู่ที่แหล่งหินเดิมซึ่งเรียกว่า Primary clay หรือ Residual clay ดินพวกนี้ค่อนข้างบริสุทธิ์และขาดความละเอียดจะน้อยส่วนดินอีกประเภทที่เกิดขึ้นในช่วงที่สอง เกิดจากการพัดพาของลมและกระแสน้ำเคลื่อนย้ายออกไปจากแหล่งหินที่ผุพังเดิม และทับถมเป็นช่วง ๆ หรือเป็นชั้น ๆ เม็ดจะละเอียดและเหนียว พร้อมกับมีอินทรีย์สารเจือปนซึ่งเรียกว่า Secondary clay หรือ Transported clay หรือ Sedimentary clay

ดินทำไมจึงเหนียวไม่เท่ากัน (5)

ไม่เพียงแต่ปริมาณเนื้อดินที่แตกต่างกัน ยังขึ้นอยู่กับสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน ถึงแม้ว่าจะมีส่วนประกอบทางเคมีที่เหมือนกันก็ตามความเหนียวของดินขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสองประการคือ

- 1) โครงสร้างเป็นแผ่นบาง (Sheet-like Structure)
- 2) ผลึกดินขนาดเล็ก (Minute size of clay crystal)

ถ้ายิ่งเม็ดละเอียดจะยิ่งเหนียว ดินเหนียวจะมีความละเอียดมากกว่าดินขาวฉะนั้นจึงเหนียวกว่า

ทำไมดินเหนียวเมื่อแห้งแล้วจึงแข็ง

เนื่องจาก ลักษณะและรูปร่างของผลึก (Shape of the clay crystal) ซึ่งเป็นแผ่น (Sheet like crystal) เมื่อผสมน้ำแล้วน้ำเปรียบเสมือนน้ำมันหล่อลื่น จะทำให้แผ่นของผลึกดินไหลไปในทิศทางเดียวกันแน่น ตัวอย่างเช่น ถ้านำกระจกเรียบวางซ้อนกันจะมีแรงดูดติดกันซึ่งลำบากที่จะยกให้แยกจากกันได้ ตรงกันข้ามถ้าเป็นลูกแก้วกลมซ้อนกันจะยกออกจากกันง่ายกว่า

นอกจากแผ่นผลึกเรียงตัวแบบขนานกันแล้ว ยังมีผลึกเล็ก ๆ ช่วยอัดกันแน่นยิ่งขึ้น

(1.1) ดินเหนียวหรือบอลเคลย์

เป็นดินที่มีสีขาว, ขาวคล้ำ, เหลืองจนถึงดำสนิทมีเม็ดละเอียดมีอินทรีย์สารเจือปน มีความเหนียวดี งานเซรามิกต้องผสมดินเหนียวเพื่อให้สามารถขึ้นรูปได้จะมีการแตกน้อย ลักษณะดินเหนียวที่ดีจะต้องมีทรายน้อย มีความเหนียว เวลาหล่อไม่ติดแบบ ที่หายากก็คือ เมื่อเผาแล้วจะต้องมีสีขาวดินบอลเคลย์ชนิดเผาแล้วมีเนื้อขาวนั้น ใช้ในการทำปอร์สเลน สโตนแวร์ และเอิเทนแวร์ ส่วนแกรดรองลงมาใช้กับเครื่องสุขภัณฑ์และลูกถ้วยไฟฟ้าขณะที่ดินเหนียวใช้ในการผลิตกระเบื้องปูพื้นโดยที่เผาแล้วสีอาจไม่ขาวนัก

ประโยชน์ในการเอาดินเหนียวมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา คือ

1. ช่วยเพิ่มความสามารถในการขึ้นรูปของเนื้อดินนั้นให้ดีขึ้น
2. พัฒนาผลิตภัณฑ์ก่อนเผาให้มีความแข็งแรงมากขึ้นซึ่งทำให้การสูญเสียเนื่องจากการแตกหักของผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เผาในขณะมีการเคลื่อนย้ายลดน้อยลง
3. ช่วยทำให้น้ำดินที่ใช้ในการเทแบบไหลตัวดีขึ้น
4. ดินเหนียวบางชนิดมีความสามารถ ช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างมวลสารในเนื้อดินปั้นในขณะทำการเผา เป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่น เป็นเนื้อเดียวกันตลอด

(1.1.1) ดินเหนียวหางดง (Hang Dong clay) (3)

ดินหางดง เป็นดินนาอยู่ในที่ค่อนข้างต่ำ ดินที่นาส่วนมากเป็นดินชนิดนี้ ดินหางดงเป็นดินร่วนปนดินเหนียว (Clay loam) หรือดินร่วนปนดินเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) ดินชั้นบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินร่วนปนดินเหนียวปนทราย สีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาลเข้มปนเทาถึงประมาณ 10 เซนติเมตร ดินชั้นล่างเป็นดินเหนียว (Clay) หรือดินเหนียวปนทราย (Sandy clay) สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลเข้มปนเหลือง และจุดประ (mottling) สีน้ำตาลปนแดง และสีแดงปนเหลือง ซึ่งบางแห่งอาจพบดินลูกรัง (laterite) ปนอยู่บ้างเล็กน้อยสภาพความเป็นกรดต่างของดิน ดินชั้นบนเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.0-5.5) ดินชั้นล่างเป็นกรดจัด (pH 4.5-5.0) ผลการวิเคราะห์ทางเคมีดังตาราง 1.2

(1.1.2) ดินเหนียวแม่ทาน อ.แม่ทะ จ.ลำปาง (1)

ดินจากแหล่งผลิตนี้มีหลายชนิดเช่น ดินสีเหลืองและดินสีน้ำตาล เข้มปริมาณสำรองทั้งหมดมีประมาณ 5 ล้านตัน ดินสีน้ำตาลและสีดำนี้อาจมีความเหนียวดีเป็นที่นิยมใช้ผสมในเนื้อดินปั้นช่วยเพิ่มความสามารถในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ก่อนเผา (Green product) มีความแข็งแรงเมื่อแห้งสูง (Green strength) ช่วยลดการแตกหักของผลิตภัณฑ์ก่อนเผาได้ ดินเหนียวแม่ทานสีน้ำตาลประกอบด้วยควอตซ์ประมาณ 28 % ส่วนใหญ่เป็น Disordered kaolinite มี Illitic mica ปนเล็กน้อยมีแร่ Montmorillonite ปนแต่น้อยมาก ผลการวิเคราะห์ทางเคมีแสดงดังตาราง 1.2

(1.1.3) แร่ดินเบาหรือไดอะทอมไมท์ (Diatomite) (1)

พบอยู่ในบริเวณอำเภอเมืองและอำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง แร่นี้มีเนื้อคล้าย ทราย ซอสักเกิดรวมตัวของซากสัตว์โบราณที่ชื่อว่า "ไดอะทอม" (Diatom) ปีพ.ศ. 2525 ประเทศไทยมีการผลิตแร่ดินเบาที่จังหวัดลำปางเพียงแห่งเดียวผลิตได้ 80 ตัน มูลค่า 0.07 ล้านบาท ประโยชน์ของดินเบา เป็นฉนวนป้องกันความเย็น ความร้อน และสำหรับเก็บเสียง เป็นผงขัดถู ผงกรอง ใช้ดูดความชื้น ใช้ประจุดินระเบิด

(1.2) ดินขาวเกาหลี (1)

ดินขาวเกาหลีหรือไชนาเคลย์(Kaolin or China clay) ใช้เป็นส่วนผสมหลักของผลิตภัณฑ์เซรามิก ดินขาวที่ดีจะต้องมีสิ่งเจือปนน้อยคือ มีเนื้อมาก เฝาล้วนสีขาว ในทางเคมีจะต้องมี $\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{TiO}_2$ ต่ำมาก ๆ ดินขาวนอกจากใช้ในงานเซรามิกแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ทำ filler ในอุตสาหกรรมกระดาษ สี ปูน ยาม้าแมลง และอื่น ๆ แหล่งดินขาวที่มีการผลิตในปัจจุบันคือ จากจังหวัดเชียงราย ลำปาง ปราจีนบุรี และนราธิวาส

ดินขาวเป็นแร่ชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ประกอบด้วยผลึกเล็ก ๆ ของแร่เคโอลินท์เป็นส่วนใหญ่ มีสูตรทั่วไปทางเคมีคือ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ หรือ $(\text{OH})\text{Al}(\text{SiO})$ มีจุดหลอมเหลว (Melting point) ประมาณ $1,785^\circ\text{C}$ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยอัลคาไล(Alkalies) น้อยกว่า 2 % มีเหล็กออกไซด์, โลหะ (Lime), แมกนีเซียม, ดิเตเนียม น้อยลงไปอีก ผลการวิเคราะห์ดินขาวมาตรฐาน (Typical kaolin) มีซิลิกา (Silica) ประมาณ 45 % อลูมินา (Alumina) ประมาณ 40 % น้ำ 2 % และพวกที่เป็นมลทินประมาณ 2-3 % นอกจากนั้นยังมีควอตซ์เม็ดเล็ก ๆ ปนอยู่ด้วยเสมอ ดังตาราง 1.3

ตาราง 1.3 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของ ดินเกาหลีเวียงป่าเป้า จ. เชียงราย

ส่วนประกอบ	ร้อยละ
Al_2O_3	32.0
SiO_2	49.0
Fe_2O_3	5.5
CaO	0.5
MgO	0.9
K_2O	0.4
Na_2O	0.6
L.O.I.	10.5

(1.2.1) ดินขาวลำปาง (1)

แหล่งดินขาวบริเวณนี้ตั้งอยู่ใกล้กับหมู่บ้านปางคำ ต.บ้านเส อ.แจ้ห่ม จ.ลำปาง ซึ่งอยู่ห่างจากถนนสายลำปาง-แจ้ห่ม (ทางหลวงหมายเลข 1035) กิโลเมตรที่ 27-28 ไปทางตะวันตกประมาณ 1 กิโลเมตร บริเวณที่ทำเหมือง ดินขาวอยู่ที่ปลายทั้งสองข้างของภูเขาที่วางตัวในแนวประมาณเหนือ-ใต้

แหล่งดินขาวบริเวณนี้ทำการผลิตดินขาวครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2502 ซึ่งเป็นครั้งแรกของการผลิตดินขาวเพื่ออุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา ในประเทศไทยขณะนั้นมีเหมืองดินขาวที่เปิดดำเนินการจำนวน 2 เหมือง โดยการใช้แรงคนขุดดินขาวมาเอาเฉพาะดินเม็ดละเอียดมาใช้ สำหรับปริมาณสำรองของแหล่งดินขาวบริเวณนี้มีประมาณ 2 ล้านตันปัจจุบันการทำเหมืองก็ทำโดยวิธีเหมืองหาคัดใช้เครื่องทุ่นแรงมากขึ้น เช่น ระเบิด เครื่องไ้มรวมทั้งการใช้น้ำฉีดด้วยแล้วจึงนำดินขาวมาผสมน้ำ เกระอะแล้วกรองเอาเนื้อดินที่เม็ดละเอียดมาผึ่งให้แห้ง ในอุณหภูมิกัดดินขาวจากแหล่งนี้นำมาใช้ในโรงงานผลิตเครื่องปั้นดินเผาเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะในโรงงานในภาคเหนือ ของประเทศ เช่น ลำปาง และเชียงใหม่

สำหรับดินขาวแหล่งนี้ส่วนใหญ่จะมีแร่โอลิโกต์เป็นส่วนประกอบหลัก และมีเคโอลิไนท์เป็นส่วนประกอบรอง ดังนั้นอาจเรียกว่า อิลลิติก เคลย์ (Illitic clay) ก็ได้ นอกจากนี้ยังมีควอตซ์ ในสภาพอิสระอีกด้วย มีผลการวิเคราะห์ทางเคมีของดินขาวลำปาง ดังตาราง 1.2

ประโยชน์ของดินขาวลำปาง

การใช้ประโยชน์จะขึ้นอยู่กับสมบัติทางเคมี และกายภาพของดิน ดินขาวที่มีคุณสมบัติต่าง ๆ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

1. ใช้ทำผลิตภัณฑ์เซรามิกเช่นถ้วยชาม เครื่องสุขภัณฑ์ เครื่องประดับ
2. ทำผลิตภัณฑ์ก่อสร้าง เช่นอิฐก่อสร้าง อิฐปูพื้น ท่อระบายน้ำ กระเบื้องมุงหลังคา
3. ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ โดยเค็มลงไปเยื่อกระดาษทำให้กระดาษมีสมบัติดูดซับน้ำหึ่ม ช่วยให้ผิวหน้ากระดาษเรียบและเป็นมันเงา สีของกระดาษขาวขึ้น ช่วยเพิ่มน้ำหนักของกระดาษ และทำให้กระดาษทึบแสงทำให้ไม่เห็นตัวหนังสือหรือลายพิมพ์อื่น ๆ ในหน้าตรงข้าม
4. ใช้ทำเป็นเบ้าในอุตสาหกรรมฉลุลูกเหล็กและหล่อเหล็ก
5. เป็นตัวฟอกสีและตัวเร่งปฏิกิริยาในอุตสาหกรรมน้ำมันปิโตรเลียม
6. ใช้ในอุตสาหกรรมสี โดยใช้ผลิตสีขาว
7. ใช้ในอุตสาหกรรมไฟฟ้า ในการทำฉนวนไฟฟ้าที่ทนแรงดันได้สูง (High-tension insulator) ทำฉนวนไฟฟ้า

1.2.2 หิน

(1) หินฟันม้า (Feldspar)

ในทางอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาใช้ทำหน้าที่เป็นฟลักซ์ เป็นตัวเริ่มก่อให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดเนื้อแก้วในผลิตภัณฑ์ และช่วยส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์มีสมบัติโปร่งแสงดีขึ้นโดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์พวกปอร์สเลน สามารถใช้ผสมในเนื้อดินปั้น (20-40 %) และน้ำเคลือบ (40-65% หรือมากกว่านั้น) แร่หินฟันม้าส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารประกอบของอลูมิเนียมซิลิเกตของธาตุโปตัสเซียม (Potassium feldspar) โซเดียม (Soda feldspar) หรือ แคลเซียม (Calcium feldspar) หรือการผสมกันระหว่าง Na-K-Ca (mixed feldspar) หินฟันม้ามักจะมีธาตุทั้ง 3 ชนิด ละลายปนกันอยู่ในธรรมชาติ ลักษณะทั่วไปจะเป็นหินแข็ง ทึบแสง มีสีขาว สีชมพู หรือสีอื่น หินฟันม้าเป็นหินแกรนิต

(1.1) ประเภทของหินฟันม้า ที่สำคัญแบ่งเป็น 3 ชนิด

1) หินฟันม้าชนิดโปแตสเฟลสปาร์ (Potash feldspar) มีสูตรทางเคมี $KAlSi_3O_8$ ชื่อแร่อร์โทเคลส (Orthoclase) จุดหลอมตัวประมาณ $1200-1250^{\circ}C$ ใช้ผสมในเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบ

2) หินฟันม้าชนิดโซดาเฟลสปาร์ (Soda feldspar) มีสูตรทางเคมี $NaAlSi_3O_8$ ชื่อแร่ (Albite) มีจุดหลอมตัวเริ่มตั้งแต่ $1100^{\circ}C$ ใช้ผสมในน้ำเคลือบ

3) หินฟันม้าชนิดแคลเซียมเฟลสปาร์ (Calcium feldspar) มีสูตรทางเคมี $CaAl_2Si_2O_8$ ชื่อแร่แอนอร์ไทต์ (Anorthite) ใช้ผสมในน้ำเคลือบ

(1.1.2) ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของหินฟันม้าบางแหล่งของประเทศ แสดงในตาราง 1.5

ประโยชน์ของหินฟันม้า

ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก หินฟันม้าที่มีปริมาณของโปตัสเซียมสูง ๆ ใช้เป็นส่วนผสมในเนื้อดินปั้น และทำน้ำยาเคลือบชนิดทนความร้อนสูง เนื่องจากขณะหลอมละลายจะให้ความหนืดตัวสูงกว่าโซดาเฟลสปาร์ ดังนั้นในอุตสาหกรรมแก้วและน้ำเคลือบไฟต่ำ จึงมักนิยมใช้โซดาเฟลสปาร์ ในผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ต้องการความขาวจำเป็นจะต้องใช้เฟลสปาร์ ที่มีเปอร์เซ็นต์เหล็กต่ำเพื่อช่วยให้เนื้อดินปั้นมีความขาวตามต้องการ นอกจากนั้นยังใช้ใน อุตสาหกรรมอีนาเมล (Enamel) อีกด้วย ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของหินฟันม้างดตามตาราง 1.5

ตาราง 1.5 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของหินฟันม้า

ส่วนประกอบ	ต.ห้องฟ้า อ.บ้านตาก จ.ตาก (%)	ต.น้ำดิน อ.เมือง จ.ตาก (%)
SiO ₂	65.00	70.20
TiO ₂	-	0.26
Al ₂ O ₃	18.60	17.81
Fe ₂ O ₃	0.31	0.60
CaO	1.00	0.11
MgO	0.08	0.22
K ₂ O	10.00	0.16
Na ₂ O	3.80	8.80
L.O.I.	0.19	1.33

- (2) หินเขียวหนุมาน หรือหินควอทซ์ (Quartz, SiO₂) หรือซิลิกา (Silica) หรือหินเหล็กไฟ (Flint)

ควอทซ์ ทำหน้าที่เป็นแก้วในการเคลือบและมีโครงสร้างเป็นซิลิเกตในดินปืน ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งแรง ไม่โค้งงอและช่วยทำให้การหดตัวก่อนเผาและหลังเผาน้อยลง มีสูตรเคมีเป็น SiO₂ มี Si = 46.7 % และ O = 53 % ควอทซ์เป็นส่วนสำคัญของหินอัคนีชนิดที่มีซิลิกามาก ๆ เช่น หินแกรนิต เป็นแร่ที่ทนต่อการทำลายทางเคมีและทางกล (Mechanical attack) เมื่อหินอัคนีผุพังลงแร่นี้จะสะสมเป็นชั้นซึ่งได้แก่ หินทราย นอกจากนี้ยังอาจพบในหินแปรพวกหินไนส์ (Gneises) หินควอทซ์นำไปใช้ผสมในเนื้อดินปืนเพื่อควบคุมการหดตัวของเนื้อดินปืน และป้องกันการแตกร้าวของผลิตภัณฑ์ได้ดี เพื่อควบคุมให้แก๊สและน้ำที่อยู่ในดินระเหยไปได้สะดวก และเพื่อทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ให้ทรงตัวได้ดี

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของควอทซ์แหล่ง จ.ตาก ดังแสดงในตาราง 1.6

ตาราง 1.6 ผลการวิเคราะห์ควอทซ์ จ.ตากโดยกรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน (10)

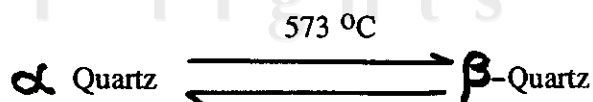
สาร	% ของสารที่มี
SiO ₂	98.90
Al ₂ O ₃	0.80
Fe ₂ O ₃	0.10
CaO	0.05
MgO	0.90
L.O.I.	0.05

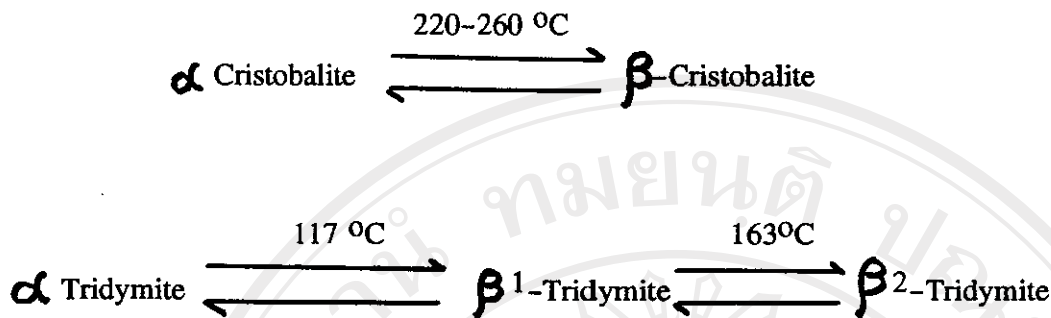
สารจำพวกซิลิกอนไดออกไซด์มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในที่อุณหภูมิต่างๆ โดยมีโครงสร้างอยู่ 3 แบบด้วยกันคือ Quartz, Tridymite และ Cristobalite ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในที่มีอยู่ 2 แบบ คือชนิดที่เกิดได้รวดเร็วและเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า

การเปลี่ยนแปลงอย่างช้า (ใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยานาน) คือ



การเปลี่ยนแปลงอย่างเร็วคือ





ในระหว่างเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างนี้ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางปริมาตรด้วย กล่าวคือ เนื้อผลิตภัณฑ์ที่มีสารซิลิคอนไดออกไซด์มาก จะขยายตัวอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเมื่อถูกเผาและจะหดตัวอย่างรวดเร็วในช่วงอุณหภูมิดังกล่าวเมื่อปล่อยให้เย็นลง ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องระวังในการเผาผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ แต่ถ้าในเนื้อผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นปนเช่นดิน หรือเฟลสปาร์ ควอตซ์จะทำปฏิกิริยากับสารเหล่านี้ที่อุณหภูมิสูง (จุดสุกตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์) เป็น โครงสร้างที่แข็งแรงและทนทานต่อไปได้

ประโยชน์ของควอตซ์

ควอตซ์ชนิดละเอียดบริสุทธิ์ใช้ในอุตสาหกรรมแก้ว ทำวัสดุขัดสีเช่น กระดาษทราย ผลึกสวย ๆ กิ่งรัตนชาติใช้ทำเครื่องประดับ ควอตซ์ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกเป็นส่วนใหญ่ ในการทำ ผลิตภัณฑ์ด้วยขามชั้นดีจะมีควอตซ์ผสมอยู่ 10 - 30 % เนื่องจากเหตุผล 3 ประการคือ

1. ช่วยลดการหดตัวขณะแห้ง ซึ่งจะช่วยป้องกันการแตกของผลิตภัณฑ์
2. ช่วยลดการหดตัวหลังจากการเผาทำให้ผลิตภัณฑ์เมื่อเผาแล้วมีคุณภาพดี
3. เป็นโครงร่างของผลิตภัณฑ์ ที่จะช่วยพยุงรูปทรงให้คงรูปดั้งเดิมเมื่อเผาไฟ

3. หินลำปาง

หินลำปาง เป็นวัตถุดิบทางเซรามิกที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งมักจะพบในแหล่งเดียวกันกับดินลำปาง โดยจะพบหินลำปางที่มีความสำคัญเชิงอุตสาหกรรมอยู่ที่ ต. บ้านสา อ.แจ้ห่ม จ. ลำปาง ซึ่งจากการสำรวจปริมาณสำรองแล้ว พบว่าสามารถใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกได้นานถึง 100 ปีทีเดียว คุณภาพของหินลำปางขึ้นกับขนาดอนุภาค ซึ่งเมื่อขนาดอนุภาคเล็กกว่า 325 เมช จะให้คุณภาพสูงเผาแล้วให้สีขาวดีมีความโปร่งแสงปานกลาง จากการศึกษาโดยใช้ X-ray diffraction ของหินลำปางที่มีขนาด 100 เมช พบว่าประกอบด้วยควอตซ์จำนวนมาก โซดาเฟลสปาร์ปริมาณพอสมควร

เกาตินจำนวนน้อย และมีลิลไลท์ (Illite) ซึ่งเป็นแร่อัลคาไลชนิดโซเดียมน้อยกว่ามัสโคไวท์หรืออาจเรียกแร่ชนิดนี้ว่า ซีริไซต์ (Sericite) ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ทางเคมีของหินลำปางมีผลการวิเคราะห์ดังตาราง 1.7

ตาราง 1.7 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของหินลำปาง

ส่วนประกอบ	ขนาด 100 เมช	ไม่ได้คัดขนาด
SiO ₂	62.60	76.60
Al ₂ O ₃	25.27	13.30
Fe ₂ O ₃	0.98	0.80
MgO	0.07	0.10
CaO	-	0.30
Na ₂ O	2.04	2.20
K ₂ O	3.21	3.00
L.O.I.	5.32	2.90

ประโยชน์ของหินลำปาง

หินลำปางเป็นวัตถุดิบที่มีความเหนียวน้อยเช่นเดียวกับดินขาว แต่มีสมบัติแตกต่างจากดินขาว คือ ในหินลำปางจะมีซิลิกาเฟลสปาร์เป็นส่วนประกอบปริมาณพอสมควร แต่ในดินขาวจะไม่มี การนำหินลำปางมาใช้ประโยชน์นั้น สามารถใช้ประโยชน์ได้เช่นเดียวกับดินขาว ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว มักนำมาทำเป็นส่วนผสมในเนื้อดินปั้น เครื่องปั้นดินเผาประเภทถ้วยชาม เครื่องสุขภัณฑ์เป็นส่วนมาก โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความขาวต่าง ๆ นอกจากนั้นยังเป็นตัวช่วยลดจุดสุกตัวของเนื้อดินนั้นให้ต่ำลงได้อีกด้วย อุตสาหกรรมในภาคเหนือมีการใช้หินลำปางนี้ในเนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ เป็นต้น

(4) หินโดโลไมต์ (Dolomite) เป็นสารประกอบของแมกนีเซียมและแคลเซียมคาร์บอเนต พบมากในจังหวัดลำปาง และที่ อ. ท่าม่วง จ. กาญจนบุรี

(5) หินปูน (Lime stone) เป็นหินแคลเซียมคาร์บอเนตใช้ผสมเป็นน้ำประสานทำ ให้มีความแข็งแรง ส่วนใหญ่ใช้ผสมในน้ำเคลือบมากกว่าในเนื้อดิน เพราะถ้าผสมมากเกินไปจะเกิดผลเสียทำให้เนื้อดินยุบตัวได้ หินปูนที่มีคุณภาพดี มีมากในจังหวัดสระบุรี

1.2.3 สารเคมี

3.1 เถ้ากระดูก (Bone Ash) เป็นวัตถุที่มีส่วนประกอบของแคลเซียมฟอสเฟต แคลเซียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมฟอสเฟต ที่มีขายกันมากในท้องตลาดเป็นวัตถุนิดแคลเซียมฟอสเฟต ใช้ผสมในเนื้อดินปั้นเป็นตัวเชื่อมประสานและทำหน้าที่เป็นจุดหลอมทำเป็นผลิตภัณฑ์โปรงแสง

1.3 การเตรียมวัตถุดิบ (Raw material preparation)

วัตถุดิบที่ได้มาอาจนำจากการขุดมามาจากทุ่งนาเช่นดินทางดง, ดินดำแมริม ดินเหนียว แม่ทา หรือได้มาจากการระเบิดภูเขาซึ่งส่วนมากเป็นก้อนใหญ่และเล็กปนกันมา จึงจำเป็นต้องเตรียมให้ได้ขนาดที่เหมาะสมตามต้องการที่นำไปใช้ต่อไปวิธีการเตรียมแตกต่างกันตามวัตถุดิบเช่น

พวก Soft materials (วัตถุดิบเนื้ออ่อน) ได้แก่ พวกดิน ส่วนมากผู้จำหน่ายจะจัดดินมาให้ได้ขนาดที่ผู้ใช้ต้องการ เช่น ดินขาว ผู้จำหน่ายจะล้างและคัดขนาดมาให้เสร็จตามขนาด 200 mesh หรือ 325 mesh ส่วนมากดินเหนียวโดยมากจะขุดออกจากแหล่งแล้วนำมาบดให้มีขนาดเล็กลงต่อจากนั้นจึงนำมาจำหน่าย เช่นดินเหนียวทางดง

พวก Hard materials (วัตถุดิบเนื้อแข็ง) เช่นพวกหินเฟลสปาร์, Quartz ส่วนมากจะจำหน่ายในลักษณะเป็นก้อนหรือบดให้ละเอียด หินเหล่านี้มีความแข็งพอสมควร ถ้าเป็นก้อนจำเป็นต้องย่อยขนาดให้เล็กลง หรือง่ายต่อการนำไปบดให้ละเอียดต่อไป

การบดย่อย (Grinding)

ขั้นตอนการบดย่อย เริ่มเป็นขั้นตอนดังนี้

บดหยาบ

บดปานกลาง

และบดละเอียด

เริ่มจาก Jaw crusher ใช้บดก้อนใหญ่ให้เล็กลงมา ลักษณะการทำงานจะมีแผ่นโลหะเป็นรูปตัววี ด้านหนึ่งยึดติดกับที่ อีกด้านหนึ่งจะเคลื่อนที่เข้าออก เพื่อเข้ากระแทกก้อนหินหรือก้อนดินก้อนใหญ่ให้แตกเป็นก้อนเล็ก

Roller crusher เพื่อให้ได้หินก้อนเล็กจาก Jaw crusher แล้วจะผ่านมายัง Roller crusher ซึ่งเป็นแท่งเหล็กตันรูปทรงกระบอกสองแท่งหมุนเข้าหากัน เพื่อบดให้หินแตกละเอียด Roller crusher อาจมี 2-3 ชุด แล้วแต่ต้องการบดให้ละเอียดขนาดไหนส่วนก้อนโตก็ย้อนกลับไปบดใน Ruller crusher ตัวแรกและตัวถัดไป

Screen เมื่อได้หิน ละเอียดจาก Ruller crusher ตัวสุดท้ายแล้วจะผ่านตะแกรงเพื่อคัดขนาดตามต้องการ เม็ดใหญ่ที่ไม่ผ่านตะแกรง จะย้อนกลับไปบดอีก ส่วนที่ผ่านตะแกรงจะไหลไปตามสายพาน

Magnetic trap หินละเอียดจากที่ผ่านตะแกรงไหลไปตามสายพาน จะต้องดักเอาเศษเหล็กหรือเศษสนิมเหล็กจากเครื่องบดออก เพื่อความบริสุทธิ์ของหินที่บด และเก็บหินละเอียดในถังหรือบรรจุใส่ถุง

ในการบดหิน บางแห่งอาจใช้เครื่องบด Hammer mill และปรับรอบการหมุน เพื่อให้ได้ขนาดของหินที่บดตามต้องการ

วิธีการบดดังกล่าวเป็นวิธีบดแห้ง (Dry grinding) ตรงกันข้ามกับการบดเปียก (Wet grinding) มักจะใช้หม้อบด บดเป็นครั้ง ๆ หรือบดในหม้อบดชนิดบดต่อเนื่อง

อย่างไรก็ตามการบดเปียกก็ยังต้องใช้หินที่บดผ่าน Jaw crusher เพื่อลดขนาดลงก่อน โดยเฉพาะหินที่เป็นก้อนโต ๆ เกินกว่าจะบดในหม้อบด

1.4 การเตรียมน้ำดิน (Body Preparation)

เมื่อเตรียมวัตถุดิบเรียบร้อยแล้วนำวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมซึ่งอาจเป็น Single body หรือ Body mixture มาผสมกับน้ำปกติจะใช้อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก จะได้น้ำดินเรียกว่า slip น้ำดินปกติจะมีการลื่นไหลตัวน้อยดังนั้นจึงต้องใส่สารที่ช่วยในการไหลตัวได้ดีขึ้นนิยมใช้ Sodium silicate

Sodium silicate นิยมใช้ชนิด Alkaline ในอุตสาหกรรม จะใช้ชนิด C140 (17.8 Na₂O, 35.7 SiO₂, 46.5 H₂O) และ C100 (14.0 Na₂O, 28.1 SiO₂, 57.9 H₂O)

C140 คือ Sodium silicate ที่วัดตามหน่วย degree twaddell ซึ่งเท่ากับ degree baume 59/60 °Be วัดเป็น ถ.พ ได้ค่าเท่ากับ 1.70 ที่ 20/20 °C ทำนองเดียวกับ C100 จะเท่ากับ 48°Be และมี ถ.พ เท่ากับ 1.5

C140 จะส่งผลกับน้ำดินในแง่การไหลตัวได้ไวกว่า C100 ในการเก็บ Sodium silicate จะต้องเก็บไว้ในถังปิดมิดชิด มิฉะนั้นแล้ว Sodium silicate จะดูด carbon dioxide ในอากาศทำให้เกิด Silica แข็งไม่ละลายน้ำ

พฤติกรรมของน้ำดินที่ละลายน้ำ

เมื่อดินละลายน้ำ ประจุไฟฟ้าที่ผิวของเม็ดดิน จะเกิดแรงผลักและแรงดูดซึ่งกันและกัน กล่าวโดยทั่วไปถ้าอยู่ในสภาพเป็นกรด เม็ดดินจะเกาะติดกัน ทำให้ชั้นเหนียว (Flocculated) ตรงกันข้ามถ้าอยู่ในสภาพเป็นด่าง เม็ดดินจะผลัดกัน ทำให้น้ำดินไหลคล่อง

นำส่วนผสมของเนื้อดิน (Body) มาบดรวมกันในหม้อบด (Ball mill) ประมาณ 3 ชั่วโมง จึงใส่ Sodium silicate ลงไปปกติใช้ในอัตราส่วน 0.3–0.5% โดยน้ำหนักจากนั้นบดต่ออีกเล็กน้อยเพื่อให้ Sodium silicate ช่วยให้น้ำดินมีลักษณะไหลลื่น ถ้านำดินจากหม้อบดใส่ถังเพื่อนำไปขึ้นรูปด้วยการหล่อต่อไป (Forming by casting) โดยกรองผ่านตะแกรงประมาณเบอร์ 100 เมช

คุณสมบัติการไหลของน้ำดินหล่อ

น้ำดินหล่อควรมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการหล่อดังนี้

1. น้ำหนัก (Solid concentration) คือความหนาแน่น (Density) หรือความถ่วงจำเพาะ:- ถ.พ (Specific gravimetry- s.g) ไม่ควรให้ต่ำกว่า 1.80 เพื่อช่วยไม่ให้แบบปูนพลาสเตอร์อึดตัวเร็ว และอายุของแบบปูนพลาสเตอร์จะสั้นและเสื่อมเร็ว
2. การไหลตัว (Viscosity or fluidity) ของน้ำดินต้องไหลให้เหมาะสมดีพอในการทำงาน เช่น เทใส่ในแบบได้ในเวลาที่ต้องการและถ่ายน้ำดินออกจากแบบได้คล่อง น้ำดินไม่ค้าง
3. ความเข้มข้น (Thixotropy) ของน้ำดินเป็นสิ่งที่สำคัญควรต้องศึกษาให้มากและต้องควบคุมให้อยู่ในช่วงที่กำหนด กล่าวคือน้ำดินหล่อที่กวนเข้ากันดีจะไหลได้คล่อง แต่ถ้าตั้งน้ำดินหล่อไว้เฉย ๆ น้ำดินหล่อนี้จะแข็งตัว ซึ่งมีผลมาจากความเข้มข้น

ความสำคัญของน้ำดินในบางข้อที่มีผลต่อสิ่งต่าง ๆ

1. ความหนาแน่น การไหลตัวและความเข้มข้น

มีความสำคัญต่อการหล่อ ผลผลิตจากการหล่อจะขึ้นโดยตรงกับความสัมพันธ์กับ

ของสมบัติของน้ำดินเป็นอย่างมาก

การไหลตัวถ้าไหลไม่ดีจะทำให้ดินค้าง หรือตันอยู่ในแบบตัวดินยุบเกิดการแตกร้าวตอนแห้งหรือตอนเผา

ความเข้มข้น สูงต่ำ ทำให้ดินหนาช้า หนาเร็ว และเนื้อดินแข็งหรืออ่อน

2. ความละเอียด (Fineness)

ความละเอียดของเนื้อดินมีบทบาทมาก จึงต้องควบคุมการบดวัตถุดิบหรือน้ำดินให้อยู่ในช่วงความละเอียดที่กำหนดไว้ ตามที่ได้ทดลองมาแล้ว ถ้าหากความละเอียดของน้ำดินละเอียดหรือหยาบเกินไปจะส่งผลดังนี้

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

	ละเอียดมาก	ละเอียดน้อย
สารแขวนลอย	ต้องการมาก	ต้องการน้อย
การไหลตัวของน้ำดิน	หนืดกว่า	ไหลคล่องกว่า
การหล่อน้ำดิน	หนาช้า	หนาเร็ว
ความเหนียว	เหนียวกว่า	ด้อยกว่า
ความแข็ง (เมื่อแห้ง)	แข็ง	เปราะ
แห้งตัว	ช้า	เร็ว
การหดตัว	มากกว่า	น้อยกว่า
ทรุดตัว (เมื่อเผา)	มากกว่า	น้อยกว่า
ดูดซึมน้ำ (เผาแล้ว)	น้อยกว่า	มากกว่า

3. อัตราการหล่อ

ถ้าให้น้ำดินหล่อหนาช้า ทำให้เสียเวลาในการหล่อ ต้องแช่น้ำดินอยู่ในแบบเป็นเวลานาน ทำให้แบบชุ่มน้ำจากการดูดของปูนพลาสเตอร์ แบบจะเสื่อมเร็ว อายุการใช้งานของแบบสั้นลงและยังเสียเวลา เสียเชื้อเพลิงมากขึ้นในการอบให้แห้ง

4. ปริมาณสารแขวนลอย

โซเดียมซิลิเกตทำให้เนื้อดินแข็ง ส่วนในโซดาแอชทำให้เนื้อดินอ่อนนุ่ม ฉะนั้นต้องหาอัตราส่วนที่เหมาะสม หากใส่สารแขวนลอยในน้ำดินมาก ๆ และยิ่งสะสมกันยิ่งขึ้น ทำให้ซอกของเนื้อดินที่น้ำดินไหลจะเป็นร่องคม เกิดแตกร้าวได้ง่ายเมื่อเนื้อดินบริเวณนั้นแห้งตัว หรืออาจแตกร้าวตอนเผา

5. การหดตัว

การหดตัวของน้ำดิน มีการหดตัวอยู่ 3 แบบ คือ

5.1 การหดตัวจากเปียกถึงแห้ง (Wet to dry)

เป็นคุณลักษณะของดินหรือเนื้อดิน ดินที่ละเอียดจะแสดงถึงความแข็ง เมื่อแห้งหดตัวแล้วยังแสดงถึงการหดตัวจากเปียกไปแห้งสูงตามไปด้วย ถ้าการหดตัวนี้สูง จะบ่งบอกถึงการบิดเบี้ยวหรือแตกร้าวในการผลิตได้ง่าย และดินที่มีการหดตัวจากเปียกไปแห้งสูง จะเป็นตัวชี้บอกว่าดินนั้นมี Montmorillonites ซึ่งเป็นปัญหาในการอบแห้ง

การหดตัวจะต้องรายงานให้ถูกว่าเป็นการหดตัวชนิด Linear หรือ Volume เพราะว่า การหดตัวแบบ Volume จะมีค่ามากกว่าแบบ Linear ประมาณ 3 เท่าตัว

ถ้าดินที่มีการหดตัวแบบ Linear มากกว่า 10 % จะมีปัญหาเมื่อนำมาผสมเป็นส่วนผสมของน้ำดิน ส่วนดินขาวปกติจะหดตัวประมาณ 4-5 %

การหดตัวจากเปียกถึงแห้งจะสูงนั้น ไม่เพียงแต่เป็นสมบัติของดินอย่างเดียว แต่ความละเอียดของดินหรือน้ำดินยังเป็นการทำให้การหดตัวจากเปียกถึงแห้งสูงอีกด้วย

5.2 การหดตัวจากแห้งถึงเผา (Dry to fired)

ถ้าเป็นดินที่มีการหดตัวจากแห้งถึงเผาสูงแสดงว่า ดินนั้นมีพวก Flux มากหรือพวก Alkaline content สูง แต่ถ้าเป็นเนื้อดินที่มีการหดตัวที่สูง แสดงว่าส่วนผสมการทำเนื้อดินที่มีการหดตัวที่สูง แสดงว่าส่วนผสมการทำเนื้อดินอาจไม่คงที่หรือสาเหตุมาจากสมบัติของวัตถุดิบไม่สม่ำเสมอ

5.3 การหดตัวจากเปียกถึงเผา (Wet to fired)

เป็นผลจากการหดตัวสองแบบข้างบน การหดตัวนี้จะใช้ในการคำนวณการสร้างรูปแบบ

6. พิกัดแตกร้าว (M.O.R. = Modulus of Rupture)

ความแข็งแรงของเนื้อดิน เป็นผลมาจากความเหนียวของดินเหนียวและความละเอียดของเนื้อดินที่อุกบด ความแข็งแรงของเนื้อดินหรือเนื้อดินที่มีพิกัดแตกร้าวสูง จะขึ้นไปถึงเนื้อดินที่แข็งพอจะโยกย้าย ไม่แตกร้าวง่าย ค่าพิกัดแตกร้าวสูงยังแสดงถึงว่า เนื้อดินมีความละเอียดมาก ส่งผลให้การหล่อหนาซาลง

7. การบิดเบี้ยว (Warpage)

ถ้าหากเนื้อดินเผามีการบิดเบี้ยวมาก ลำบากต่อการวางเผา ซึ่งต้องหามุมวางเผาให้เหมาะสม มิฉะนั้นผลิตภัณฑ์ที่เผาออกมาจากเตาจะเสียรูปทรง การเกิดการบิดเบี้ยวสาเหตุจากน้ำดินมีความละเอียดมาก ฉะนั้นจึงต้องบดให้ได้ความละเอียดที่อยู่ในช่วงที่ต้องการอีกประการหนึ่งคือเนื้อดินมีความทนไฟต่ำ

8. การดูดซึมน้ำ (Water absorption)

ดินเผาเคลือบแต่ละชนิดจะมีค่าการดูดซึมน้ำไม่เท่ากัน ถ้าเป็นดินชนิดเอิทธเนแวร์ (Earthen ware) ค่าการดูดซึมน้ำจะสูงกว่า 10% ถ้าเป็นดินเผาเคลือบชนิด Vitreous china จะต้องมียค่าการดูดซึมน้ำต่ำ เพื่อรักษาสมบัติความแข็งแรง ทนทานต่อการทาน ฉะนั้นเนื้อดินต้องมีส่วนผสมถูกต้อง ความละเอียดของเนื้อดินต้องเหมาะสมและอุณหภูมิในการเผาต้องดีสม่ำเสมอ ค่าการดูดซึมโดยเฉลี่ยต้องไม่สูงเกินกว่า 0.5 % ของน้ำหนักแห้ง

9. การขยายตัวเมื่อเนื้อดินได้รับความร้อน (Thermal expansion)

เนื้อดินเมื่อได้รับความร้อนจะมีการขยายตัว โดยเฉพาะในช่วงอุณหภูมิที่มีซิลิกาเปลี่ยนรูปหากเนื้อดินมีการขยายตัวช่วงนี้มาก จะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการแตกร้าว

1.6 ดินปั้น (6)

เนื้อดินปั้น (Clay body) หมายถึงดินที่เตรียมขึ้นตามธรรมชาติหรือดินที่นำไปผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่นเพื่อให้เนื้อดินมีคุณสมบัติตามต้องการเรียกว่า (Body mixture) ซึ่งอาจประกอบด้วย Two component, Three component และ Multi component ก็ได้ เช่น เพิ่มหรือลดความเหนียวให้แก่เนื้อดินปั้น เพิ่มหรือลดความหนาแน่นในอุณหภูมิที่ต้องการเผา เพิ่มความโปร่งแสงและปรับเปลี่ยนสีของเนื้อดินปั้น เป็นต้น

การเตรียมเนื้อดินปั้นเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ซึ่งจะต้องวางหลักการอันแน่นอนว่าจะทำผลิตภัณฑ์ประเภทใด ชนิดใด และจะปรับปรุงคุณสมบัติอย่างไรจึงจะเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่จะทำ ดังนั้นการเตรียมเนื้อดินปั้นจึงจำเป็นจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของดิน และคุณสมบัติของวัตถุดิบที่จะใช้ผสมทำเนื้อดินปั้น

วัตถุประสงค์ของการเตรียมเนื้อดินปั้นโดยทั่วไปมีดังนี้

1. เพื่อเปลี่ยนแปลงสี หรือพื้นผิวภายหลังการเผา
2. เพื่อเปลี่ยนแปลงความเหนียวของเนื้อดินปั้นให้มีความเหนียวเพิ่มมากขึ้นหรือลดน้อยลง
3. เพื่อลดการหดตัวของเนื้อดินปั้นหรือเพื่อพัฒนาให้เนื้อดินปั้นมีการบิดงอหรือแตกร้าววน้อยที่สุด
4. เพื่อเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิในการเผาของเนื้อดินปั้นให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นหรือต่ำลงหรือเพื่อเพิ่มความหนาแน่นของเนื้อดินในระดับอุณหภูมิที่ต้องการเผา
5. เพื่อเปลี่ยนแปลงเนื้อดินให้เหมาะสมกับวิธีการขึ้นรูป และน้ำเคลือบที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์

หลักในการปรับปรุงเนื้อดินปั้นให้มีคุณสมบัติเป็นเนื้อดินปั้นที่ดี มีหลักการดังนี้

1. เนื้อดินมีความเหนียวมากเกินไป ทำให้เป็นปัญหาต่อการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์และมีผลให้การหดตัวของเนื้อดินมากเกินไปผลิตภัณฑ์อาจแตกเสียหายในขณะแห้งหรือเผาได้ง่าย วิธีการลดความเหนียวของดินลงโดยการเตรียมวัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียวลงไปในเนื้อดินปั้น ซึ่งได้แก่ ดินขาว หินเขี้ยวหนูมานหรือดินเชื้อ เป็นต้น

2. เนื้อดินมีความเหนียวน้อยเกินไป ทำให้ไม่สามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ได้วิธีการเพิ่มความเหนียว โดยการเติมวัตถุดิบที่มีความเหนียวลงไปในเนื้อดินปั้น ซึ่งได้แก่ ดินเหนียวซึ่งจะช่วยเพิ่มความเหนียวและความแข็งแกร่งให้แก่เนื้อดินปั้น ดินเหนียวบางแหล่งอาจมีความเหนียวมาก

ฉะนั้นจึงควรใช้ปริมาณน้อย การใช้ดินเหนียวผสมในเนื้อดินปั้นโดยปกติจะใช้อัตราส่วนไม่เกินร้อยละ 40

3. เนื้อดินอาจหลอมเป็นแก้วหรืออาจบดงอ เสียรูปทรงมีผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดการยุบตัวเมื่อเผาซึ่งหมายความว่าเนื้อดินปั้นมีจุดหลอมละลายต่ำ วิธีการปรับปรุงแก้ไขโดยลดอุณหภูมิที่เผาให้ต่ำลงหรือเพิ่มวัตถุดิบที่มีความทนไฟ เช่น ดินขาว หินเขียวหนุมาน และดินทนไฟ เป็นต้น ลงไปในเนื้อดินปั้น

4. เนื้อดินเมื่อเผาแล้วกลับอ่อน โปร่ง ไม่แน่นสามารถดูดซึมน้ำได้และร่วนเหมือนซอสก์ แสดงว่าเผาแล้วยังไม่ถึงจุดสุกตัวของเนื้อดินแก้ไขโดยเพิ่มอุณหภูมิในการเผาหรือเพิ่มวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติช่วยในการหลอมละลายลงในเนื้อดินปั้น ซึ่งได้แก่ หินฟันม้าดินแดงหรือฟริต (Frit) เพื่อช่วยลดจุดสุกตัวของเนื้อดินปั้นให้มีอุณหภูมิของจุดสุกตัวต่ำลง

5. เนื้อดินเมื่อเผาแล้วมีสีเข้มหรืออ่อนกว่าต้องการ ถ้าเนื้อดินที่เผาแล้วมีสีเข้มเกินไปอาจใช้ดินขาว หรือดินเหนียวขาวผสมลงไปในเนื้อดินปั้น จะช่วยทำให้เนื้อดินปั้นมีสีอ่อนลงได้ ถ้าต้องการให้เนื้อดินปั้นมีสีเข้มขึ้นอาจใช้ดินแดงหรือออกไซด์ที่ให้สี เช่น เหล็กออกไซด์ (Ferric oxide) แมงกานีสออกไซด์ (Manganese oxide) เป็นตัวผสมลงในเนื้อดินปั้นจะช่วยให้เนื้อดินมีสีเข้มขึ้น

1.7 มุลเหตุจูงใจในการพิจารณาปรับปรุงคุณภาพดินทางดงและการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ด้วยพิจารณาเห็นว่าดินทางดงเป็นดินที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเป็นวัตถุดิบที่หาง่ายในท้องถิ่นของ อ. ทางดง จ. เชียงใหม่ จัดอยู่ในประเภทดินเอิทเธนแวร์ (Earthen ware clay) เป็นดินที่มีความเหนียวมาก มีเนื้อละเอียด มีสีเหลือง หรือเหลืองปนเทา เนื่องจากมีปริมาณของธาตุเหล็กสูงมีเอกลักษณ์ของดินที่สามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์ออกมาสู่ตลาดได้ด้วยรสนิยมหนึ่งซึ่งมีแหล่งผลิตขายอยู่ที่หมู่บ้านเหมืองกุง อำเภอทางดง จังหวัดเชียงใหม่ กรรมวิธีการผลิตจะใช้วิธีขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โดยใช้แป้นหมุนผสมผสานกับการขึ้นรูปแบบกด ดินปั้นที่ชาวบ้านเตรียมขึ้นนั้นจะมีเนื้อดินผ่านตะแกรงร่อนประมาณ 16 mesh ดังนั้นจึงมีทรายปนอยู่ในปริมาณมากผลิตภัณฑ์จะแตกง่ายเมื่อแห้ง ซึ่งเมื่อนำดินปั้นนี้มาขึ้นรูปแบบหล่อ (Casting) ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อหยาบ การเผาชาวบ้านจะเผาที่อุณหภูมิประมาณ 825 °C ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีความพรุนตัวสูงดูดซึมน้ำได้มาก มีความแข็งแรงน้อย และเมื่อเผาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิสูงขึ้นสีของผลิตภัณฑ์จะเข้มขึ้นซึ่งทำให้เสียเอกลักษณ์ของดินทางดง

All rights reserved

ดังนั้นจึงมีแนวความคิดที่จะปรับปรุงดินทางดงคือ

1. เพิ่มจุดสูกตัวหรือจุดหลอมละลายของเนื้อดินปั้นให้สูงขึ้น
2. ทำให้ผิวเนื้อเนียนละเอียดเพิ่มมากขึ้นและแข็งแกร่งขึ้น
3. สามารถขึ้นรูปโดยวิธีการหล่อ (Forming by casting) ได้
4. เนื้อดินเมื่อเผาแล้วจะยังคงรักษาเอกลักษณ์ของดินทางดงไว้
5. ทำผลิตภัณฑ์ให้น่าสนใจขึ้นนอกเหนือจากผลิตภัณฑ์เดิมที่เคยทำอยู่โดยอาจเปลี่ยนแปลงสีของดินให้แตกต่างจากเดิมบ้างเพื่อให้มีคุณค่าสูงขึ้น

1.8 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อปรับปรุงคุณภาพดินทางดง เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาและงานด้านเซรามิกที่เกี่ยวข้อง
2. เพื่อทำผลิตภัณฑ์เซรามิกสำเร็จรูปบางชนิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved