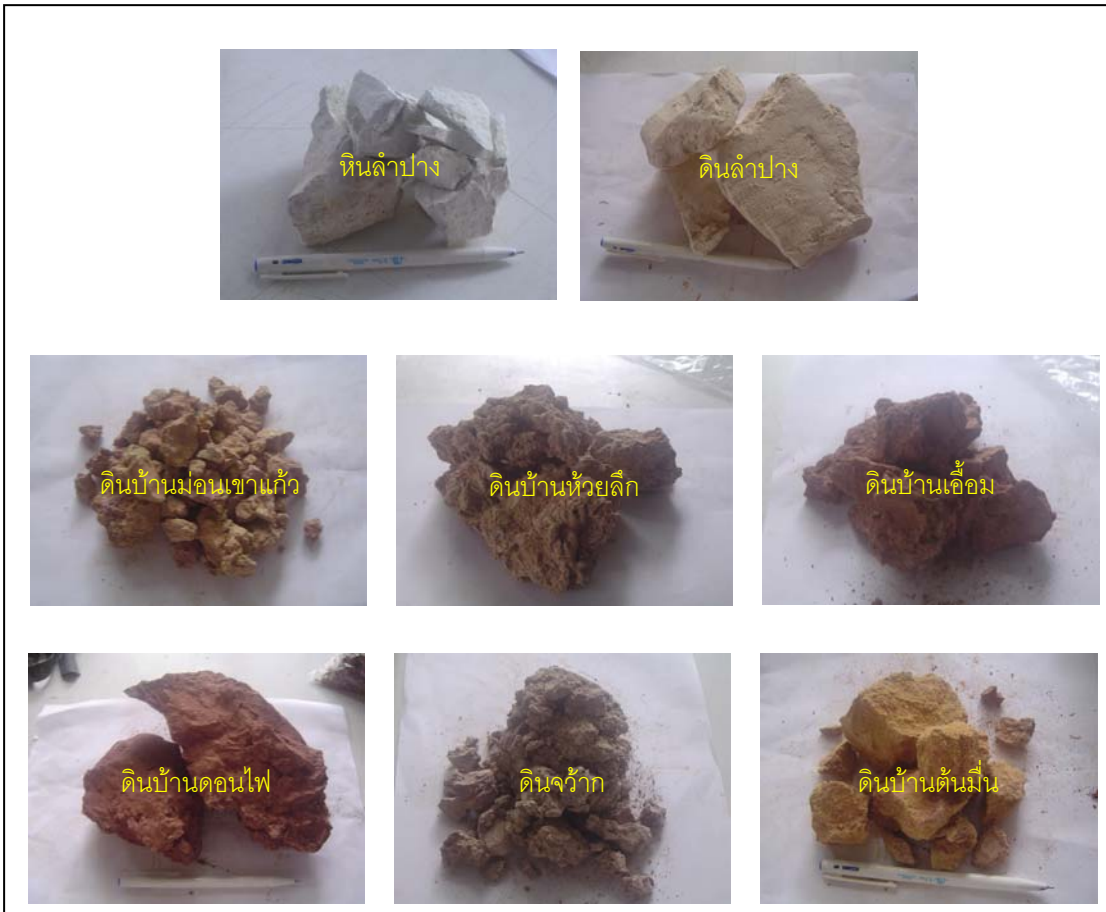
สรข.3/สท.002/2549

ดินเหนียวสีกับงานสโตนแวร์



สุทธินี จารุมาศ

กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยี
สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

สิงหาคม 2549

บทคัดย่อ

ดินเหนียวสีเป็นทรัพยากรดินที่มีอยู่มากกระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ เป็นดินตะกอนที่มีความเหนียวดีและให้สีที่เป็นเอกลักษณ์ ในอดีตมีการนำดินเหนียวสีมาใช้ผลิตเครื่องปั้นดินเผา โดยทำเป็นเครื่องใช้ครัวเรือน ต่อมาใช้ทำอิฐสำหรับงานก่อสร้างและเซรามิกคุณภาพต่ำ ทั้งนี้เพราะดินเหนียวสีมีข้อจำกัดในการใช้งานโดยเฉพาะสีและจุดหลอมตัว ดินเหนียวสีมีสีในตัวเมื่อเผาแล้วจะให้สีเข้มไม่เป็นที่นิยมต่อการบริโภค อีกทั้งมีจุดหลอมตัวต่ำจึงมีผลให้ความแข็งแรงที่ไม่ดีเท่าที่ควรเมื่อนำมาใช้งาน ซึ่งถ้าเราสามารถปรับปรุงคุณสมบัติดังกล่าวให้ดีขึ้นได้ก็จะสามารถนำดินเหนียวสีมาใช้ในการผลิตเซรามิกได้กว้างขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดการใช้บอลเคลย์ในบางผลิตภัณฑ์ลงและนำบอลเคลย์ส่วนนี้ไปใช้ในผลิตผลิตภัณฑ์คุณภาพสูง เป็นการใช้ดินอย่างคุ้มค่าและลดต้นทุนการผลิต อีกทั้งดินเหนียวสีเป็นวัตถุดิบที่มีอยู่ทั่วไปแทบทุกพื้นที่ ไม่ต้องบรรทุกจากแหล่งไกลๆ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งเป็นการช่วยชาติประหยัดน้ำมันอีกทาง ดังนั้นในรายงานฉบับนี้จึงได้ทำการศึกษาตัวอย่างดินเหนียวสีของจังหวัดลำปาง เพื่อเป็นแนวทางในการนำดินเหนียวสีที่มีอยู่ในแต่ละพื้นที่มาใช้ประโยชน์ในงานเซรามิก

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ คุณวรกุล แก้วยานะ ผู้อำนวยการสำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ ที่ได้ช่วยเหลือสนับสนุนการทำงานให้ลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ ศูนย์พัฒนาเครื่องเคลือบดินเผา จังหวัดลำปาง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินตัวอย่าง ช่วยให้การประมวลผลข้อมูลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

และขอขอบคุณ คุณสมพงษ์ ศุทธกิจ และคุณสุทิน ไชยชาญ เจ้าหน้าที่กลุ่มงานส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยี สนง. อุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3 ที่ได้ช่วยเตรียมตัวอย่าง เผาตัวอย่างจนการทดลองเสร็จสิ้น

ผู้จัดทำ
นาง สุทธินี จารุมาศ
สิงหาคม 2549

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		ก
กิตติกรรมประกาศ		ข
สารบัญรูป		ง
สารบัญตาราง		ฉ
บทที่ 1 บทนำ		1
1.1	ประวัติความเป็นมา	1
1.2	ความหมายของดินเหนียวสี	6
1.3	ลักษณะทางกายภาพของดินเหนียวสี	7
1.4	อิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของดินเหนียวสี	9
1.5	ความสำคัญและที่มาของการศึกษา	9
1.6	วัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษา	10
บทที่ 2 คุณลักษณะและคุณสมบัติทั่วไปของดินเหนียว		11
2.1	การศึกษาและรวบรวมข้อมูล	11
2.2	ผลการศึกษาและรวบรวมข้อมูล	15
บทที่ 3 การนำดินเหนียวมาใช้ผลิตผลิตภัณฑ์สโตนแวร์		17
3.1	การเตรียมตัวอย่าง	17
3.2	วัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษา	17
3.3	อัตราส่วนผสมในการเตรียมเนื้อดินปั้น	20
3.4	ผลการศึกษาและวิจารณ์ผลการทดลอง	20
บทที่ 4 ดินเหนียวในผลิตภัณฑ์สโตนแวร์		29
4.1	ดินบ้านม่อนเขาแก้ว	29
4.2	ดินบ้านห้วยลึก	31
4.3	ดินบ้านเอื้อม	33
4.4	ดินบ้านดอนไฟ	35
4.5	ดินบ้านจว้าก	37
4.6	ดินบ้านต้นมื่น	39
บทที่ 5 บทสรุป		40
เอกสารอ้างอิง		

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ภาชนะดินเผาบ้านเชียง จ.อุดรธานี 1
รูปที่ 1.2 แสดงภาชนะเซรามิกในช่วงพุทธศตวรรษที่ 11 2
รูปที่ 1.3 แสดงภาชนะเซรามิกในช่วงพุทธศตวรรษที่ 14 3
รูปที่ 1.4 แสดงภาชนะเซรามิกในช่วงพุทธศตวรรษที่ 14 4
รูปที่ 1.5 แสดงภาชนะเซรามิกในยุคสมัยประวัติศาสตร์ 5
รูปที่ 1.6 แสดงภาชนะเซรามิกในยุคปัจจุบัน 5
รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะสีของตัวอย่างดินเหนียวที่ทำการศึกษา เผาที่ 1200°C 16
รูปที่ 3.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีของดินขาวลำปางเมื่อทำการเผาที่ 1200°C 18
รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างหินลำปางบดและการเปลี่ยนแปลงสีหลังเผาที่อุณหภูมิต่างๆ 18
รูปที่ 3.3 แสดงวัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษาวิจัย 19
รูปที่ 3.4 แสดงสีหลังเผาของตัวอย่างที่มีดินม่อนเขาแก้วเป็นส่วนผสม 20
รูปที่ 3.5 แสดงสีหลังเผาของตัวอย่างที่มีดินบ้านห้วยลึกเป็นส่วนผสม 22
รูปที่ 3.6 แสดงสีหลังเผาของตัวอย่างที่มีดินบ้านเอื้อมเป็นส่วนผสม 23
รูปที่ 3.7 แสดงสีหลังเผาของตัวอย่างที่มีดินบ้านเอื้อมเป็นส่วนผสม 25
รูปที่ 3.8 แสดงสีหลังเผาของตัวอย่างที่มีดินบ้านจว้ากเป็นส่วนผสม 26
รูปที่ 3.9 แสดงสีหลังเผาของตัวอย่างที่มีดินบ้านต้นมื่นเป็นส่วนผสม 27
รูปที่ 4.1 แสดงสีของเนื้อดินปั้นที่เตรียมได้จากดินบ้านม่อนเขาแก้ว 29
รูปที่ 4.2 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านม่อนเขาแก้วที่ขึ้นรูปด้วยการปั้นมือ 30
รูปที่ 4.3 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านม่อนเขาแก้วที่ผ่านการเผาดิบ 30
รูปที่ 4.4 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านม่อนเขาแก้วที่ผ่านการเผาเคลือบ 30
รูปที่ 4.5 แสดงสีของเนื้อดินปั้นที่เตรียมได้จากดินบ้านห้วยลึก 31
รูปที่ 4.6 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านห้วยลึกที่ขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบและปั้นมือ 32
รูปที่ 4.7 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านห้วยลึกที่ผ่านการเผาดิบ 32
รูปที่ 4.8 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านห้วยลึกที่ผ่านการเผาเคลือบ 32
รูปที่ 4.9 แสดงสีของเนื้อดินปั้นที่เตรียมได้จากดินบ้านเอื้อม 33
รูปที่ 4.10 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านเอื้อมที่ขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบและปั้นมือ 34
รูปที่ 4.11 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านเอื้อมที่ผ่านการเผาดิบ 34
รูปที่ 4.12 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านเอื้อมที่ผ่านการเผาเคลือบ 34
รูปที่ 4.13 แสดงสีของเนื้อดินปั้นที่เตรียมได้จากดินบ้านดอนไฟ 36

รูปที่ 4.14 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านดอนไฟที่ขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบและปั้นมือ 36
รูปที่ 4.15 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านดอนไฟที่ผ่านการเผาดิบ 37
รูปที่ 4.16 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านดอนไฟที่ผ่านการเผาเคลือบ 37
รูปที่ 4.17 แสดงสีของเนื้อดินปั้นที่เตรียมได้จากดินบ้านจว้าก 38
รูปที่ 4.18 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านจว้ากที่ขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบและเผาดิบที่ 900°C 39
รูปที่ 4.19 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านจว้ากที่ผ่านการเผาเคลือบ 39
รูปที่ 4.20 แสดงสีของเนื้อดินปั้นที่เตรียมได้จากดินบ้านต้นมื่น 40
รูปที่ 4.21 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านต้นมื่นที่ขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบและเผาดิบที่ 900°C 40
รูปที่ 4.22 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านต้นมื่นที่ผ่านการเผาเคลือบ 41

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 2.1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของดินตัวอย่าง 15

ตาราง 2.2 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของดินเหนียวสี หลังเผาที่ 1200°C 15

ตาราง 3.1 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ แหล่งดินบ้านม่อนเขาแก้ว 20

ตาราง 3.2 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ แหล่งดินบ้านห้วยลึก 22

ตาราง 3.3 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ แหล่งดินบ้านเอื้อม 24

ตาราง 3.4 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ แหล่งดินบ้านดอนไฟ 25

ตาราง 3.5 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ แหล่งดินบ้านจว้าก 27

ตาราง 3.6 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ แหล่งดินบ้านต้นมื่น 28

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ประวัติความเป็นมา[1]

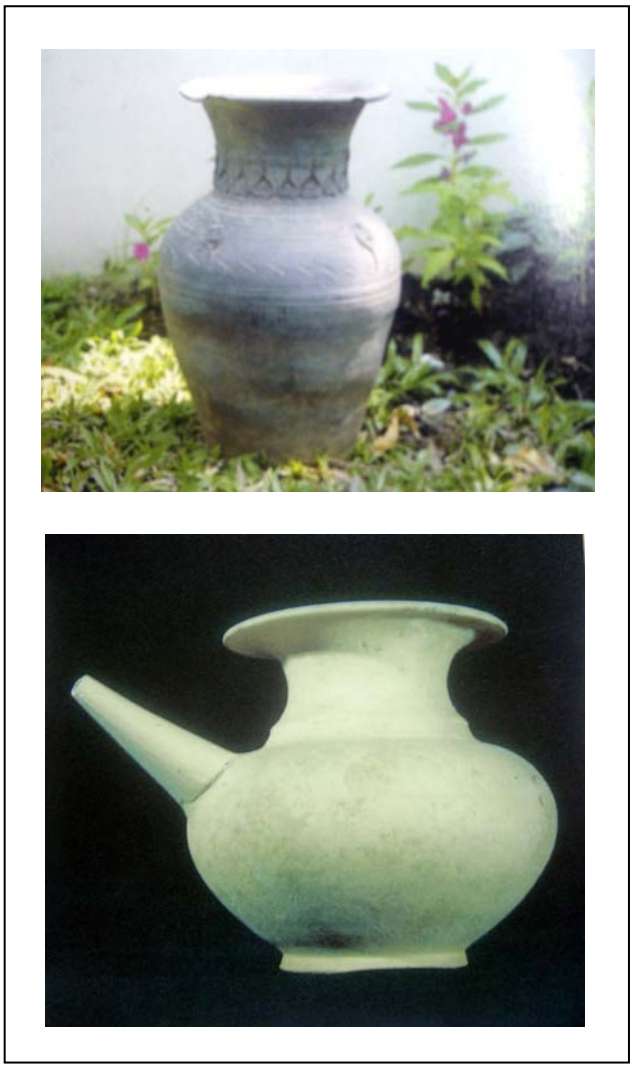
ดินสีหรือดินเหนียวสีมีการนำมาใช้ในงานเซรามิกตั้งแต่ยุคสมัยก่อนประวัติศาสตร์ ประมาณ 2500-10000 ปีมาแล้ว ซึ่งสมัยนั้นเซรามิกที่ทำขึ้นทำอย่างง่ายๆ ใช้ดินเหนียวธรรมดาที่มีตามพื้นบ้านมาปั้นด้วยมือ บางครั้งก็ใช้อุปกรณ์อื่นช่วย เช่นไม้ตีขึ้นรูป นำไปเผาเป็นภาชนะสำหรับใช้ในครัวเรือน เซรามิกที่ทำขึ้นมีเนื้อดินหยาบ สีออกแดง สีน้ำตาล บ้างสีเหลืองหรือสีเทาขึ้นกับดินที่นำมาใช้ เช่นที่บ้านเก่า จังหวัดกาญจนบุรี ต่อมาได้มีการพัฒนาลวดลายและความสวยงามมากขึ้นถึงขั้นมีการเขียนลวดลายด้วยสีที่ทำจากน้ำดิน เช่น ภาชนะดินเผาลายเขียนสีของบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี ดังตัวอย่างในรูปที่ 1.1

รูปที่ 1.1 ภาชนะดินเผาบ้านเชียง จ.อุดรธานี

ในช่วงยุคสมัยกึ่งประวัติศาสตร์ซึ่งเป็นช่วงหัวเลี้ยวหัวต่อประวัติศาสตร์ (ราวพุทธศตวรรษที่ 11-19) ไทยได้รับอิทธิพลจากศิลปะอินเดีย จีนและขอม ทำให้ภาชนะเซรามิกมีลักษณะเปลี่ยนไปทั้งลวดลาย เนื้อดินและสีสัน โดยช่วงพุทธศตวรรษที่ 11 ไทยได้รับอิทธิพลศิลปะอินเดียในการเขียนลวดลายบนไหล่และตัวของภาชนะ ลวดลายสัตว์ต่างๆ เช่น ช้าง หงส์ ม้า ตามแบบอย่างของวัฒนธรรมแบบทวาราวดีซึ่งปรากฏบนดินเผาในภาคกลาง บริเวณแหล่งโบราณคดีเมืองอู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี เมืองคูบัวจังหวัดราชบุรี และจังหวัดนครสวรรค์ ดังแสดงในรูปที่ 1.2

รูปที่ 1.2 แสดงภาชนะเซรามิกในช่วงพุทธศตวรรษที่ 11

ช่วงพุทธศตวรรษที่ 14 งานเซรามิกของไทยได้รับอิทธิพลมาจากจีน มีการนำดินขาวมาผสมใช้ และดินที่นำมาใช้มีการควบคุมให้มีขนาดเล็ก ทำให้ภาชนะที่ได้มีสีขาว เนื้อดินละเอียด แต่ในยุคนี้ยังไม่มีการเคลือบสีบนภาชนะ ภาชนะที่ได้มีเนื้อสีขาวของเนื้อดิน รูปแบบที่นิยมเป็นหม้อน้ำแบบคนทีดังแสดงในรูป 1.3 ต่อมาในศตวรรษที่ 15 วัฒนธรรมของขอมเริ่มเข้ามามีอิทธิพลต่อเซรามิกของไทยในด้านของการเคลือบ โดยใช้น้ำเคลือบเคลือบลงบนภาชนะดินเผาเนื้อดินสีเหลือง สีแดง สีม่วงอมแดง น้ำเคลือบที่ใช้เป็นเคลือบสีดำ สีเขียวอ่อน สีมะกอก และสีน้ำตาลดำขึ้นอยู่กับวัฒนธรรมที่ได้รับผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 1.4 ต่อมาในยุคสมัยประวัติศาสตร์ ประมาณพุทธศตวรรษที่ 19-24 เซรามิกของไทยได้พัฒนาทั้งเรื่องของเนื้อดินปั้นและวิธีการผลิต ทำให้ผลิตภัณฑ์ดินเผาที่ได้มีเนื้อละเอียด ผิวบางและน้ำหนักเบา ดังแสดงในรูปที่ 1.5 และพัฒนาเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งสามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก ดังแสดงในรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.3 แสดงภาชนะเซรามิกในช่วงพุทธศตวรรษที่ 14

รูปที่ 1.4 แสดงภาชนะเซรามิกในช่วงพุทธศตวรรษที่ 14

รูปที่ 1.5 แสดงภาชนะเซรามิกในยุคสมัยประวัติศาสตร์

รูปที่ 1.6 แสดงภาชนะเซรามิกในยุคปัจจุบัน

1.2 **ความหมายของดินเหนียวสี**[2]

ดินเหนียวสี คือ ดินเหนียวที่มีแร่ธาตุหรือสารให้สีเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูง เช่น อินทรีย์วัตถุ แร่เหล็ก แร่แมงกานีส เป็นต้น ดินเหนียวสีจึงมีลักษณะเหมือนดินเหนียวทั่วไป เป็นดินที่เกิดจากตะกอนที่พัดพามาทับถมกัน ธรรมชาติของดินเหนียวจะประกอบด้วยแร่เคโอลิไนต์เป็นส่วนใหญ่ โดยแร่เคโอลิไนต์ที่พบในดินเหนียวมักมีผลึกที่ไม่สมบูรณ์และมีขนาดเล็กปะปนกับแร่ดินชนิดอื่นๆ อาทิ มอนมอริลโลไนต์ อิลไลต์ ควอทซ์ แร่ไมกา แร่เหล็กออกไซด์และสารอินทรีย์

ดินเหนียวสีมีสมบัติเด่นด้านการขึ้นรูป คือ ความเหนียว และความแข็งแรงเมื่อแห้ง ทำให้สามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ได้ง่ายและผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแข็งแรงดี แต่อย่างไรก็ตามดินเหนียวมักมีการหดตัวสูงซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการแตกร้าว ดังนั้นในการนำมาใช้จึงไม่นิยมใช้ดินเหนียวเพียงอย่างเดียวในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ต้องมีการผสมวัสดุอื่นที่ไม่มีความเหนียว เช่น ดินเชื้อหรือทราย เพื่อลดการดึงตัวและหดตัว ลดปัญหาการแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวของเนื้อดิน ดินเหนียวหลายชนิดมีช่วงอุณหภูมิในการเปลี่ยนเป็นเนื้อแก้วกว้างจึงช่วยปรับปรุงเนื้อผลิตภัณฑ์หลังเผาให้ดีขึ้น นอกจากนี้ดินเหนียวยังเป็นที่นิยมในการนำมาใช้ผสมกับดินขาวเพื่อเพิ่มความเหนียวหรือช่วยให้น้ำดินมีการไหลตัวดีขึ้น

<u>ดินเหนียวสีที่พบในประเทศไทยมีหลายตัว</u>[3] **เช่น**

1. ดินเหนียวสีดำ

เป็นดินเหนียวที่พบในที่ราบทุ่งนา เนื้อดินสีดำมีความเหนียวมาก มีธาตุเหล็กปริมาณสูง จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ผสมทำผลิตภัณฑ์สีขาว แต่นิยมใช้ผสมทำกระเบื้องและอิฐทนไฟ เช่น ดินเหนียวปากพลี จังหวัดปราจีนบุรี หรือนิยมทำเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้านสีแดง เช่น ดินเหนียวแม่แตง ดินเหนียวไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ ดินเหนียววังเหนือจังหวัดลำปาง เป็นต้น

2. ดินเซ็กเกอร์เคลย์ (Sagger clay)

มีสีเทาถึงเทาดำ เป็นดินประเภทหนึ่งที่ทนความร้อนได้สูง มีความเหนียวดีมาก นอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถยืดหยุ่นตัวได้ ทำให้ลดการแตกร้าวของเครื่องปั้นดินเผาได้เป็นอย่างดี ดินเซ็กเกอร์ใช้ผสมทำผลิตภัณฑ์ประเภทสโตนแวร์ เทอร์ราคอตต้า และเอิทเทนแวร์

3. สโตนแวร์เคลย์ (Stoneware clay)

คุณสมบัติทั่วไปคล้ายดินทนไฟ มีความเหนียว เนื้อหยาบ ทนความร้อนได้สูง โดยจุดสุกตัวประมาณ 1200°C – 1300°C มีสีออกเทา-เทาแก่ สีน้ำตาลเข้ม สามารถขึ้นรูปได้ด้วยเนื้อดินเอง ไม่ต้องผสมกับดินชนิดอื่น พบมากในแหล่งดินราชบุรี

4. เอิทเทนแวร์เคลย์ (Earthenware clay)

เป็นดินธรรมชาติที่พบได้ทั่วไป เกิดจากการทับถมของตะกอนจากน้ำในที่ราบลุ่ม มีสีน้ำตาลอ่อน-น้ำตาลแก่ และเทา มีส่วนผสมของแร่เหล็กสูง เผาสุกได้ด้วยไฟประมาณ 950°C -1100°C เป็นที่รู้จักกันในการใช้ผลิตอิฐมอญ กระเบื้องมุงหลังคา หม้อดิน กระถางต้นไม้ ซึ่งในการทำต้องนำไปผสมผสมทรายหรือดินเชื้อก่อนจึงจะดี

5. ดินเบนโทไนท์ (Bentonite clay)

เป็นดินที่เกิดจากขี้เถ้าภูเขาไฟมีเนื้อละเอียดมาก มีเปอร์เซ็นต์เหล็กสูง มีความเหนียวกว่าดินธรรมดามากและจะหดตัวได้ดี ใช้เป็นส่วนผสมในเนื้อดินปั้น พบมากในแหล่งดินทางภาคเหนือ

6. ดินเทอร์ราคอตต้า (Terracotta clay)

เป็นดินเหนียวธรรมดาทั่วไป มีเนื้อหยาบ เนื้อดินเหนียวพอใช้ได้ จัดอยู่ในประเภทดินเกรดต่ำมาก นิยมนำไปทำผลิตภัณฑ์เทอร์ราคอตต้าเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อหยาบเก็บน้ำไม่อยู่ เช่น ดินแหล่งสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ดินบ้านม่อนเขาแก้ว จังหวัดลำปาง เป็นต้น

1.3 **ลักษณะทางกายภาพของดินเหนียวสี**

ดินเหนียวสีที่พบทั่วไปนั้นประกอบด้วยกลุ่มแร่ดินที่เกิดจากการผุพังของเปลือกโลกในบริเวณนั้นๆ นอกจากแร่ดินชนิดต่างๆ แล้ว ยังมีแร่ที่เป็นร่องรอยจากเศษหินต้นกำเนิดเดิม เช่น ควอทซ์ เฟลด์สปาร์และไมกา รวมกับสิ่งเจือปนอื่นๆ เช่น หินปูน โดโลไมต์ เหล็ก ฯลฯ สีหลังเผาของดินเหนียวส่วนใหญ่เป็นผลมาจากปฏิกิริยาระหว่างเหล็กออกไซด์กับองค์ประกอบแร่ต่างๆ ที่ปะปนอยู่ จึงมีสีได้หลากหลายสี ตั้งแต่สีเหลือง สีส้ม สีน้ำตาล สีเทาและสีดำ เนื่องจากปริมาณของเหล็กออกไซด์ที่มีอยู่ในดินมีรูปแบบและการรวมตัวที่แตกต่างกัน ในบางครั้งมีแมงกานีสออกไซด์รวมอยู่ด้วยซึ่งจะส่งผลให้เนื้อดินก่อนเผาเป็นสีเทาและเมื่อเนื้อดินถูกเผาจะกลายเป็นสีน้ำตาล ดินก่อนเผาที่มีลักษณะสีดำมักมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ สีของดินทั้งสามตัวอย่างเกิดจากการเปลี่ยนแปลงภายในดินโดยการรวมตัวกับออกซิเจน ดังนี้[4]

1. ดินที่มีส่วนประกอบของเหล็กคาร์บอเนต เช่น ดินเชล (shale) สีก่อนเผาจะเป็นสีเทาและหลังเผาที่ 450 °C -900°C จะให้สีเป็นสีแดง ดังสมการ

$$4FeCO_3\ (\text{สีเทา}) + O_2 \longrightarrow 2\,Fe_2O_3\ (\text{สีแดง}) + 4CO_2 \uparrow$$

เฟอร์รัส คาร์บอเนต เฟอร์ริกออกไซด์

2. เหล็กออกไซด์ที่อยู่ในรูปที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ ($4Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$) มีสีโดยธรรมชาติก่อนเผาเป็นสีแดงสดใส เมื่อเผาที่อุณหภูมิ 500°C -1000°C และให้ปฏิกิริยากับออกซิเจนอย่างสมบูรณ์ จะให้เหล็กออกไซด์บริสุทธิ์สีแดง ดังสมการ

$$4Fe_2O_3 \cdot 3H_2O \text{ (สีแดงสด)} + O_2 \longrightarrow 2\,Fe_2O_3 \text{ (สีแดง)} + 3H_2O$$

เหล็กออกไซด์ไฮเดรต — เฟอร์ริกออกไซด์

เหล็กออกไซด์ไฮเดรตที่ปะปนอยู่ในหินปูนจะให้เนื้อดินสีเหลืองและเมื่อได้รับความร้อนสูงขึ้น จะเปลี่ยนเป็นสีส้ม และเปลี่ยนเป็นสีแดงที่อุณหภูมิสูงมากกว่า 1050°C ดินซึ่งมีปริมาณของหินปูนสูงหรือแคลเซียมสูงจะให้สีหลังเผาที่อุณหภูมิ 1050°C-1150°C เป็นสีเหลืองของเฟอร์ริกแคลเซียมซิลิเกต

$$CaO \cdot Fe_2O_3 \cdot SiO_2 + x\,SiO_2 \quad ; x \text{ เพิ่มมากขึ้นจะทำให้สีเข้มขึ้นถึงสีดำ}$$

แต่เมื่อเผาดินที่อุณหภูมิสูงมากกว่า 1100°C แคลเซียมออกไซด์จะทำหน้าที่เป็นตัวช่วยหลอม ทำให้ดินเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างรวดเร็วเกิดเนื้อแก้วใสสีดำที่อุณหภูมิ 1250°C

3. ดินที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ (Organic Matter) ดินชนิดนี้เกิดจากการสลายตัวของสารประกอบออกซิเจนบางตัว ในการสลายตัวของสารอินทรีย์อยู่ในรูปของเฟอรัสออกไซด์จึงทำให้ก่อนเผามีสีดำ เมื่อทำปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์กับออกซิเจนที่อุณหภูมิ 700°C-900°C จะให้สีแดงหลังเผาของเฟอร์ริกออกไซด์

$$4FeO \text{ (สีดำ)} + O_2 \xrightarrow{900^\circ C} 2Fe_2O_3 \text{ (สีแดง)}$$

เฟอร์รัสออกไซด์ — เฟอร์ริกออกไซด์

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว สีของดินอาจขึ้นกับองค์ประกอบในดินอื่นๆ เช่น เนื้อดินมี Al_2O_3 สูง และเมื่อเผาที่อุณหภูมิสูง Fe^{3+} จะเข้าไปอยู่ในโครงสร้างของ mullite เกิดการฟอกสีแดงให้จางลงเป็นสีออกเหลือง เช่นเดียวกับกรณีที่มี CaO หรือ MgO ปะปน เนื่องจาก Fe เข้าไปอยู่ในโครงสร้างของอัลคาไลเอิร์ทอะลูมิเนียมซิลิเกต (Alkali earth aluminium silicate) สีเหลืองเกิดขึ้นเมื่ออัตราส่วนของ Fe_2O_3: CaO เท่ากับ =0.8

Fe_2O_3	ให้	สีแดง
Fe_3O_4	ให้	สีดำ
FeO	ให้	สีเทา
Fe	ให้	สีเทา , สีเงิน

1.4 อิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของดินเหนียวสี

นอกจากองค์ประกอบต่างๆ ในดินที่มีผลต่อสีหลังเผาของผลิตภัณฑ์โดยทั่วไปแล้ว อุณหภูมิที่ใช้ในขบวนการเผาก็เป็นตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่สำคัญต่อการเกิดสีของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อสภาพบรรยากาศในเตา โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทำให้เกิดการหลอมตัวเป็นเนื้อแก้ว เกิดปฏิกิริยา reoxidation ทำให้ออกซิเจนในเตาลดลงเกิดบรรยากาศ reduction ในเตาต่อเหล็กออกไซด์ การหลอม

$$Fe_2O_3 \longrightarrow FeO + O_2$$

$$Fe_2O_3 + FeO \longrightarrow Fe_3O_4$$

ตัวเฉพาะจุดมีอิทธิพลต่อสีของผลิตภัณฑ์ เช่นการเกิด Fayalite (Fe_2SiO_4) สีเขียวอมดำ ในผลิตภัณฑ์สีน้ำตาลพบว่าปริมาณ Hematite ที่ลดลงนั้นเนื่องจากบางส่วนละลายเข้าไปในส่วนที่หลอมเป็นแก้ว Fe ในแก้วจะให้สีเขียวอ่อน และเกิดการรวมตัวกันกับสีน้ำตาล

ในเตาเผาเร็ว (Fast firing) เมื่อคุมบรรยากาศภายในเตาให้เป็นบรรยากาศ oxidation ที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น สีแดงจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เมื่อคุมบรรยากาศภายในเตาให้เป็นบรรยากาศ reduction สีแดงจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลที่อุณหภูมิต่ำลง เพราะ FeO ลดจุดสุกตัวของแก้วและเพิ่มปริมาณแก้วได้ดีกว่า Fe_2O_3 กรณีการเกิด reoxidation การเปลี่ยนของเหล็กออกไซด์ ในบรรยากาศ reduction นั้น จะเกิด reversible ที่อุณหภูมิสูงกว่า 1100°C

$$\text{Red Hematite} \longrightarrow Fe + O_2$$

ระหว่างเย็นตัวจะเกิดปฏิกิริยา reoxidation ของ Fe ในเนื้อแก้วเกิด Hematite กลับคืนมา ดินที่เผาได้อาจเปลี่ยนจากสีแดงไปเป็นแดงอ่อน แดงเข้ม ม่วงหรือสีเทา และถ้าเผาในเตาเผาเร็วสีส้มแดงอาจเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง น้ำตาล น้ำตาลเข้ม หรือสีดำได้ ขณะที่ดินที่ควรออกสีเหลือง เมื่อเผาเกิด reoxidation อาจเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาลอมเขียว เป็นต้น

1.5 ความสำคัญและที่มาของการศึกษา

เป็นที่ทราบกันดีว่าการนำดินเหนียวมาใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาเซรามิกเริ่มมีมาตั้งแต่สมัยโบราณและมีการพัฒนาเรื่อยมาเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้นและมีลวดลาย ลักษณะเป็นที่นิยมโดยทั่วไป ดังที่ได้มีการส่งเสริมให้เป็นผลิตภัณฑ์ประจำท้องถิ่น (1 ตำบล 1 ผลิตภัณฑ์) ถึงแม้ผลิตภัณฑ์ที่ได้เหล่านั้นจะมีรูปลักษณะที่สวยงามเป็นที่ต้องตาต้องใจของผู้พบเห็น แต่ทางด้านคุณภาพและความคงทนยังไม่ดีเท่าที่ควรต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงคุณสมบัติดังกล่าวให้ดีขึ้น ทาง

กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยี สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3 จึงสนใจเรื่องการนำดินเหนียวดังกล่าวนี้มาใช้ในผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ เพื่อพัฒนาคุณสมบัติด้านความสม่ำเสมอของเนื้อผลิตภัณฑ์ สีที่กลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกันและความแข็งแรงคงทนของผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดการศึกษาวิจัย การพัฒนาสูตรผสมและอุณหภูมิการเผาต่างๆ ขึ้น ดังแสดงในรายละเอียดของรายงาน

1.6 **วัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษา**

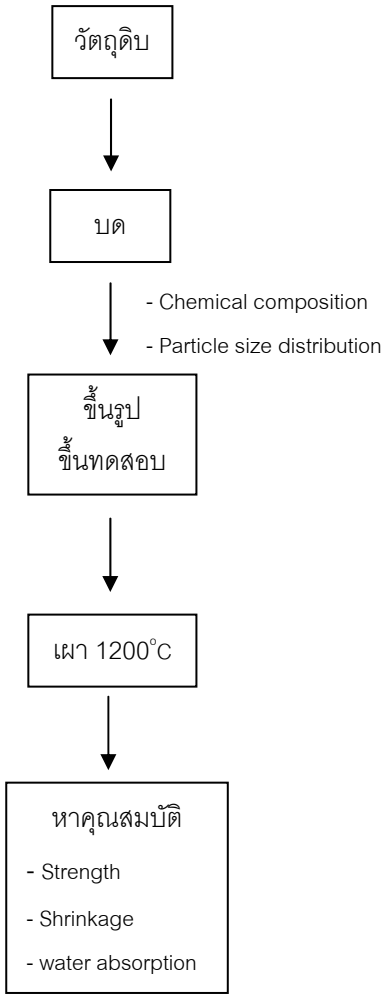
ศึกษาคุณสมบัติของดินเหนียวจากแหล่งที่สำคัญและน่าสนใจของจังหวัดลำปาง พร้อมทั้งศึกษาการนำดินเหนียวดังกล่าวมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สโตนแวร์

บทที่ 2

คุณลักษณะและคุณสมบัติทั่วไปของดินเหนียว

2.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

2.1.1 การเตรียมตัวอย่าง

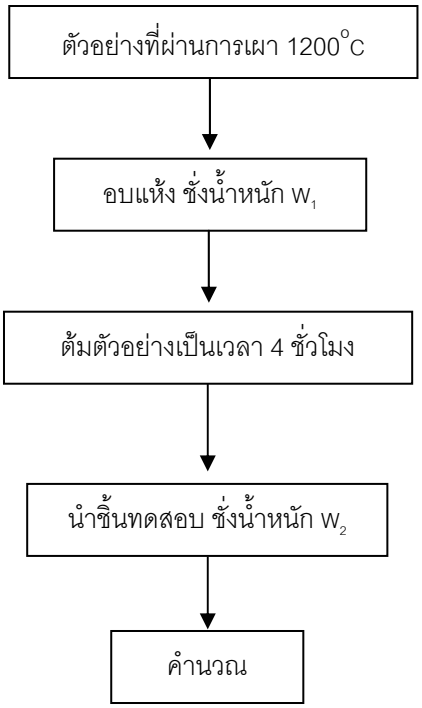


2.1.2 การหาองค์ประกอบทางเคมี

การหาองค์ประกอบทางเคมีที่ได้ใช้เครื่องมือ x-ray Fluoressence ทำการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ของสารประกอบออกไซค์ในวัตถุดิบทั้ง 8 ตัวได้แก่ SiO_2 , Al_2O_2 , Fe_2O_3 ,TiO_2 CaO , MgO , K_2O , Na_2O และ L.O.I ซึ่งการทำการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้รับความเอื้อเฟื้อจากศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผาจังหวัดลำปาง

2.1.3 การหาค่าความพรุนตัวจากการดูดซึมน้ำ (Water absorption)

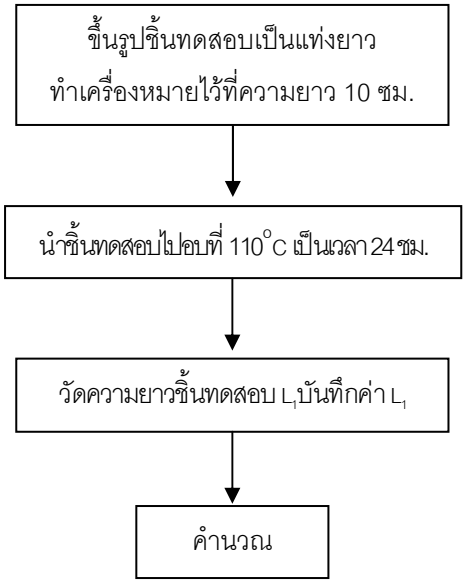
การหาค่าการดูดซึมน้ำ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (ตามมาตรฐาน ASTM C 373-8)



$$\% \text{ การดูดซึมน้ำ} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$$

2.1.4 การหดตัวเมื่อแห้ง (Dry Shrinkage)

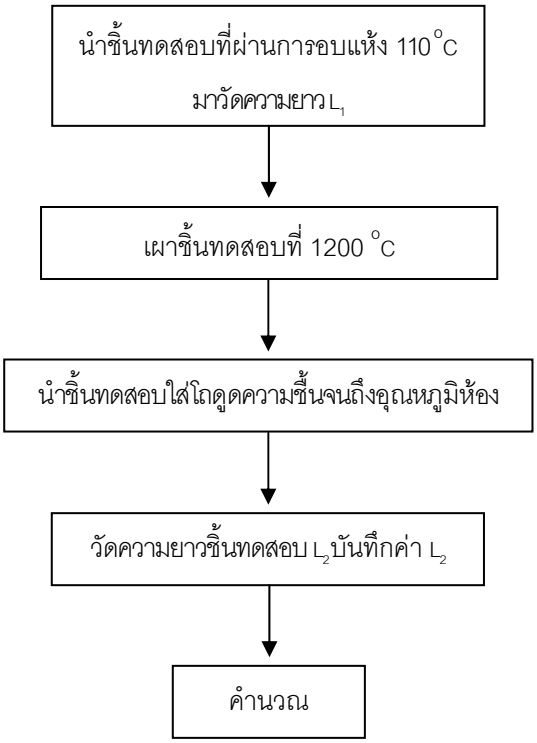
ทำตาม ASTM C 326-82 มีขั้นตอนดังนี้



$$\% \text{ การหดตัวเมื่อแห้ง} = \frac{10 - L_1}{10} \times 100$$

2.1.5 การหดตัวหลังเผา (Fired shrinkage)

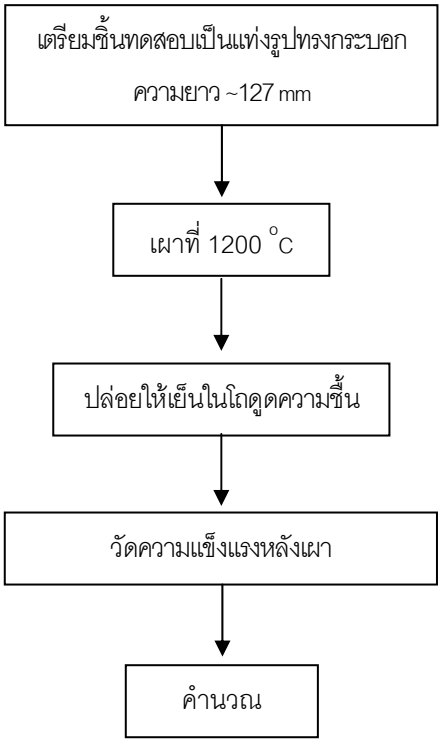
ทำตาม ASTM C 326-82 มีขั้นตอนดังนี้



$$\% \text{ การหดตัวหลังเผา } = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100$$

2.1.6 ค่าความแข็งแรงหลังเผา (Fired Strength)

การหาค่าความแข็งแรงหลังเผา มีขั้นตอนตาม ASTM C 674-88 คือ



สมการสำหรับการหาค่า Fired Strength (สำหรับแท่งทดสอบรูปทรงกระบอก)

$$M = \frac{8PL}{\pi d^3}$$

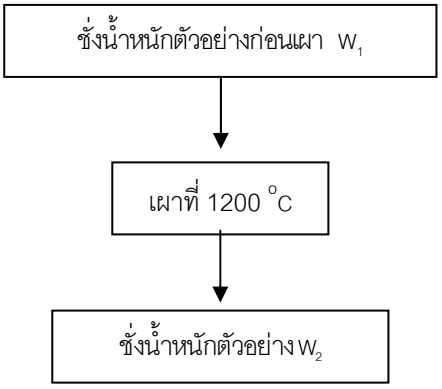
M = Modulus of rupture. (psi หรือ MPa Kg/cm^2)

P = น้ำหนักที่ใช้กด (lb_f หรือ N)

L = ระยะห่างระหว่างฐานรองแท่งทดสอบ (in หรือ mm)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งทดสอบ (in หรือ mm)

2.1.7 ค่าน้ำหนักที่หายไปหลังเผา (% weight loss) มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้



$$\% \text{ น้ำหนักที่หายไป} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

2.2 ผลการศึกษาและรวบรวมข้อมูล

2.2.1 องค์ประกอบทางเคมี

ตาราง 2.1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของดินตัวอย่าง

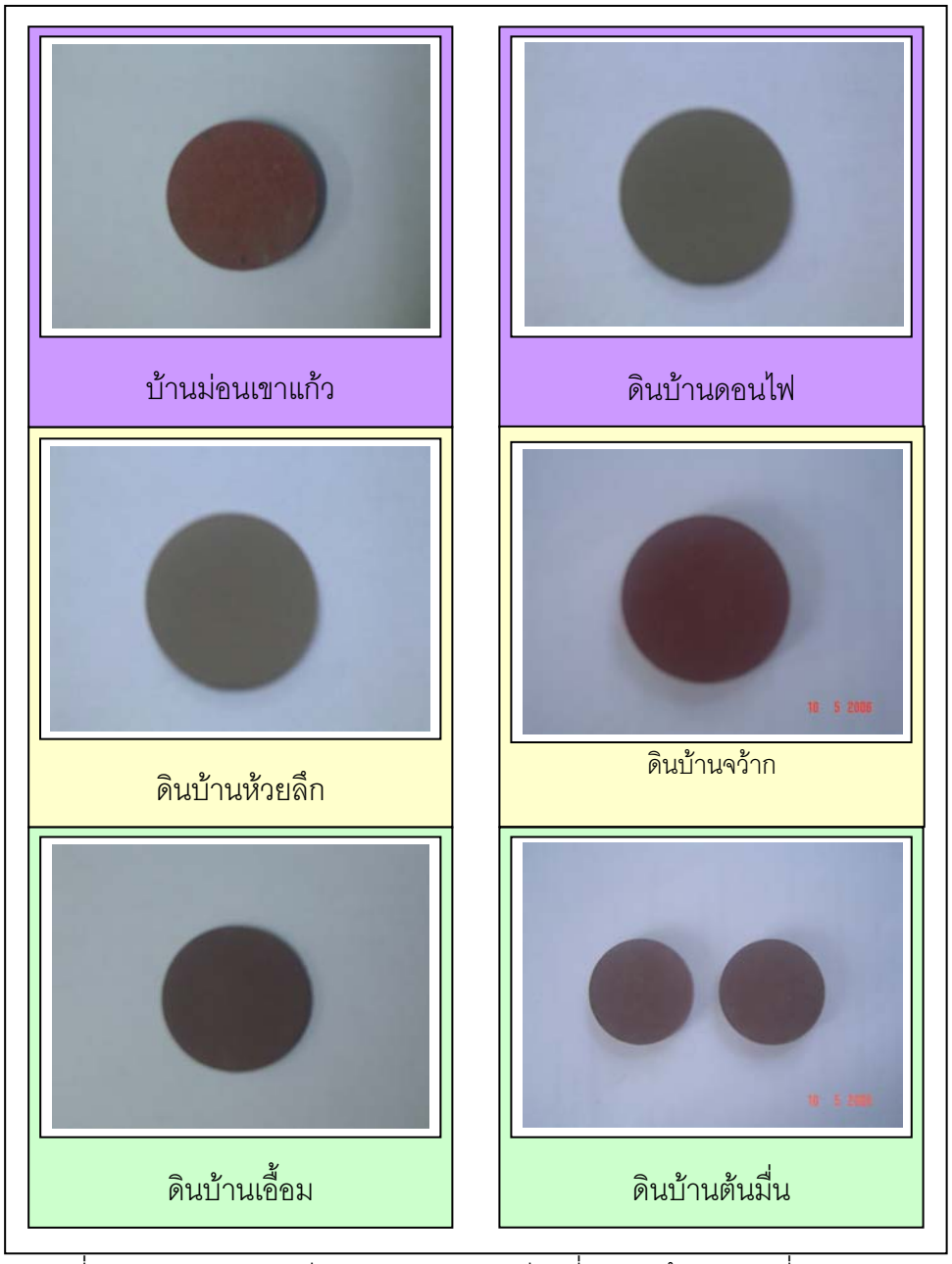
แหล่งดิน	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	LOI
ดินบ้านม่อนเขาแก้ว	65.24	18.42	6.15	0.76	0.47	0.60	0.30	2.26	5.69
ดินบ้านห้วยลึก	69.44	15.68	0.55	0.04	0.22	0.13	1.25	3.56	9.13
ดินบ้านเอื้อม	61.03	18.40	7.66	0.53	0.05	0.48	0.27	1.45	10.10
ดินบ้านดอนไฟ	71.33	16.60	2.96	0.84	0.59	0.83	0.56	2.13	4.11
ดินบ้านจว้าก	66.16	17.50	5.60	0.77	0.58	0.77	0.43	2.23	5.94
ดินบ้านต้นมื่น	59.68	18.47	5.69	0.91	3.26	0.83	0.29	2.26	8.55

2.2.2 ค่าการดูดซึมน้ำ ค่าการหดตัว ค่าความแข็งแรง และน้ำหนักที่หายไปหลังเผา (เผาที่ 1200°C)

ตาราง 2.2 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของดินเหนียวสี หลังเผาที่ 1200°C

แหล่งดิน	%การดูดซึมน้ำ	% การหดตัวเมื่อแห้ง	% การหดตัวหลังเผา	%weigth loss	ค่าความแข็งแรง
ดินบ้านม่อนเขาแก้ว	5.62 - 6.04	1.18 - 1.96	5.15 - 7.08	8.09 - 8.34	193 - 254
ดินบ้านห้วยลึก	6.31 - 7.46	0.96 - 1.02	4.33 - 5.07	5.79 - 5.82	144 - 186
ดินบ้านเอื้อม	0.08 - 0.17	1.65 - 2.02	10.59 - 12.95	10.51 -11.33	289 - 352
ดินบ้านดอนไฟ	2.19 - 2.71	1.83 - 2.21	6.09 - 7.89	7.49 - 8.99	391 - 436
ดินบ้านจว้าก	0.78 - 1.02	0.75 - 1.00	9.93 - 10.17	11.38 -11.61	350 - 393
ดินบ้านต้นมื่น	0.22 - 0.65	0.12 - 0.13	5.36 - 5.49	10.88 -11.07	328 - 364

2.2.3 สีดินเหนียวหลังเผาที่ 1200°C



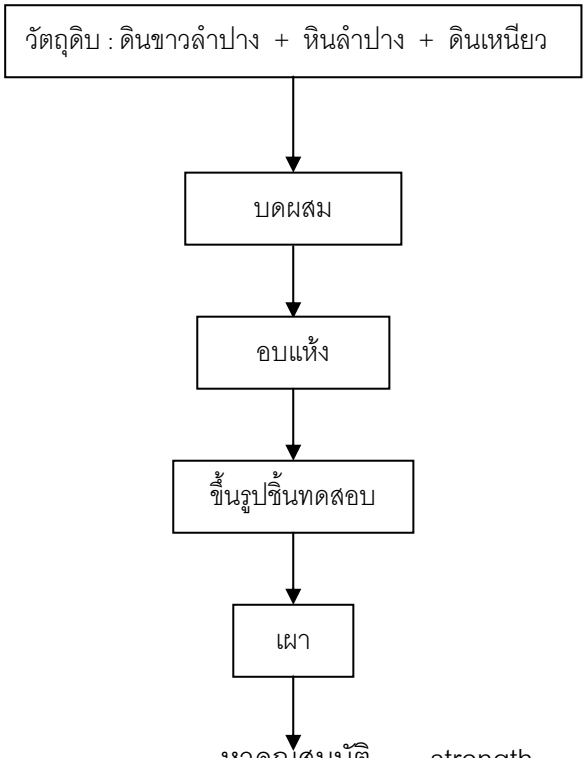
รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะสีของตัวอย่างดินเหนียวที่ทำการศึกษา เผาที่ 1200°C

บทที่ 3

การนำดินเหนียวมาใช้ผลิตผลิตภัณฑ์สโตนแวร์

การศึกษาวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์

3.1 การเตรียมตัวอย่าง



3.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษา

- ดินขาวลำปาง

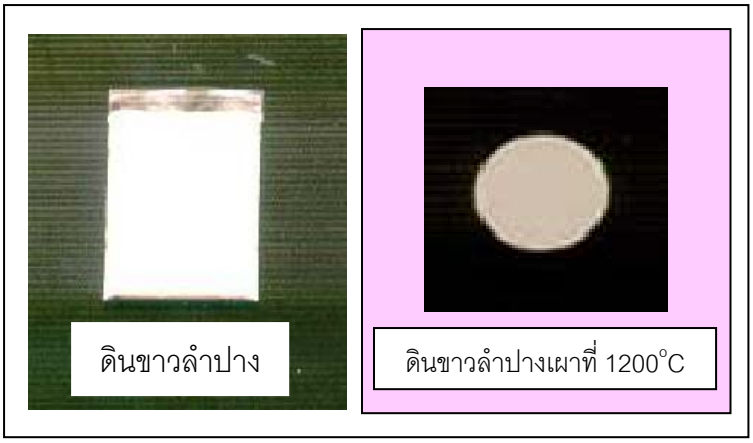
คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของดินขาวลำปาง

องค์ประกอบทางแร่ : ควอตซ์ เคโอลิไนต์ มัสโคไวต์

องค์ประกอบทางเคมี : SiO_2 70.34% Al_2O_3 21.18% Fe_2O_3 0.67%

TiO_2 0.02% Na_2O 0.95% K_2O 3.05%

MgO 0.09% CaO 0.02% LOI 3.31%



รูปที่ 3.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีของดินขาวลำปางเมื่อทำการเผาที่ 1200°C

% การหดตัวหลังเผาที่ 1200°C 2.35

% การดูดซึมน้ำหลังเผาที่ 1200°C 9.68-1.35

% น้ำหนักที่หายไปหลังเผาที่ 1200°C 4.24-4.26

ค่าความแข็งแรงหลังเผาที่ 1200°C 400 kg/cm^2

- หินลำปาง

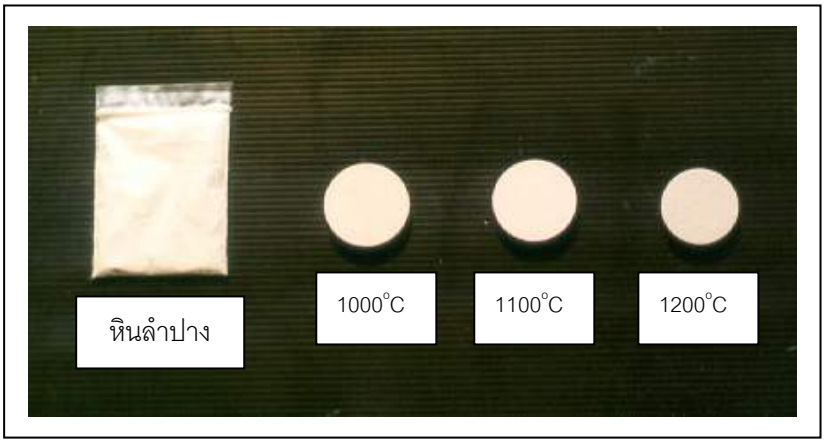
คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของหินลำปาง

องค์ประกอบทางแร่ : ควอตซ์ เคโอลิไนต์ มัสโคไวต์

องค์ประกอบทางเคมี : SiO_2 70.68% Al_2O_3 19.12% Fe_2O_3 0.36%

TiO_2 0.08% Na_2O 4.57% K_2O 1.94%

MgO 0.03% CaO nil LOI 1.85%



รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างหินลำปางบดและการเปลี่ยนแปลงสีหลังเผาที่อุณหภูมิต่างๆ

% การหดตัวหลังเผาที่	1200°C	10.47
% การดูดซึมน้ำหลังเผาที่	1200°C	0.02-0.04
%น้ำหนักที่หายไปหลังเผาที่	1200°C	2.55
ค่าความแข็งแรงหลังเผาที่	1200°C	820 kg/cm^2

- ดินเหนียวที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 6 แหล่ง

ดินเหนียวบ้านม่อนเขาแก้ว ต.พิชัย อ.เมือง จ.ลำปาง

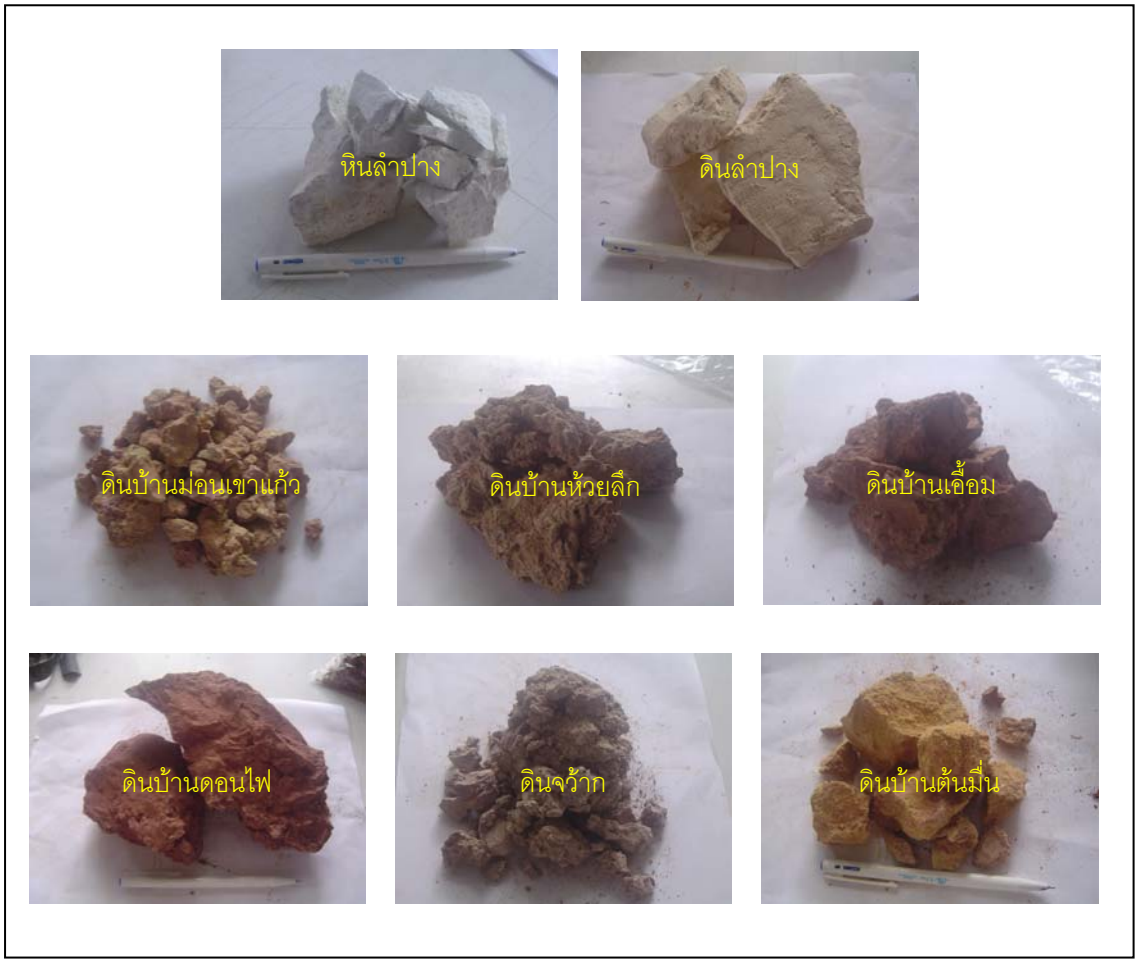
ดินเหนียวบ้านห้วยลึก ต.บ้านเอื้อม อ.เมือง จ.ลำปาง

ดินเหนียวบ้านเอื้อม ต.บ้านเอื้อม อ.เมือง จ.ลำปาง

ดินเหนียวบ้านดอนไฟ ต.ดอนไฟ อ.แม่ทะ จ.ลำปาง

ดินเหนียวบ้านจว้าก อ.เมือง จ.ลำปาง

ดินเหนียวบ้านต้นมื่น อ.เมือง จ.ลำปาง



รูปที่ 3.3 แสดงวัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

3.3 อัตราส่วนผสมในการเตรียมเนื้อดินปั้น

S1 =	ดินลำปาง 30%	หินลำปาง 50%	ดินเหนียว 20%
S2 =	ดินลำปาง 30%	หินลำปาง 45%	ดินเหนียว 25%
S3 =	ดินลำปาง 30%	หินลำปาง 40%	ดินเหนียว 30%
S4 =	ดินลำปาง 30%	หินลำปาง 35%	ดินเหนียว 35%
S5 =	ดินลำปาง 30%	หินลำปาง 30%	ดินเหนียว 40%

3.4 ผลการศึกษาและวิจารณ์ผลการวิจัย

- ดินบ้านม่อนเขาแก้ว

สีหลังการเผาของเนื้อดินปั้นที่มีดินบ้านม่อนเขาแก้วเป็นส่วนผสมที่ 1200 $^{\circ}$C แสดงในรูปที่ 3.4 เมื่อปริมาณดินบ้านม่อนเขาแก้วเพิ่มขึ้นสีหลังเผามีสีเข้มขึ้นตามลำดับ จากผลการเผาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสีของผลิตภัณฑ์หลังเผาขึ้นอยู่กับปริมาณดินบ้านม่อนเขาแก้วที่ใช้มากกว่าดินลำปางและหินลำปาง

รูปที่ 3.4 แสดงสีหลังเผาของตัวอย่างที่มีดินม่อนเขาแก้วเป็นส่วนผสม

ตาราง 3.1 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ แหล่งดินบ้านม่อนเขาแก้ว

ส่วนผสม	**%การดูดซึมน้ำ**	**%การหดตัวหลังเผา**	**%weight loss**	**ค่าความแข็งแรง(kg/cm^2)**
S1	1.06-1.08	9.28-9.41	4.20-4.48	66
S2	0.79-0.80	9.41-9.65	4.73-4.57	164
S3	0.25-0.28	9.65-9.77	5.09-5.44	240
S4	0.08-0.09	9.77-10.03	5.37-5.58	329
S5	0.08-0.09	9.77	6.00-6.22	428

จากผลการวิจัยพบว่าดินบ้านม่อนเขาแก้วที่ใช้ผสมในเนื้อดินปั้น มีผลทำให้การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ทำได้ดีและช่วยให้การเกิดปฏิกิริยาการสุกตัวของเนื้อดินปั้นเกิดได้ดีขึ้น (ยิ่งปริมาณดินบ้านม่อนเขาแก้วเพิ่มมากขึ้นการขึ้นรูปก็เกิดได้ดีขึ้น) ดังจะเห็นได้จากคุณสมบัติทางกายภาพเมื่อปริมาณดินบ้านม่อนเขาแก้วที่ใช้ในส่วนผสมเพิ่มขึ้น มีผลให้ค่าการดูดซึมน้ำมีแนวโน้มลดลง และค่าการหดตัวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 3.1ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวเป็นไปตามทฤษฎี ดินบ้านม่อนเขาแก้วเข้าไปทำปฏิกิริยากับดินลำปางและหินลำปาง โดยทำหน้าที่เป็นตัวให้เนื้อ (Texture) และตัวช่วยหลอม (Fluxing) พร้อมกัน จากค่าการดูดซึมน้ำและการหดตัวของเนื้อดินปั้นที่ 1200°C พบว่าเมื่อใช้ดินบ้านม่อนเขาแก้ว 35% ในดินลำปาง 30% และหินลำปาง 35% เนื้อดินปั้นเกิดการสุกตัว (sintering) ค่อนข้างสมบูรณ์ เมื่อเพิ่มปริมาณดินบ้านม่อนเขาแก้วเป็น 40% และลดปริมาณหินลำปางเป็น 30% ทำการเผาที่ 1200°C เท่ากัน พบว่าเนื้อดินปั้นเกิดการขยายตัวในขณะที่การดูดซึมน้ำเท่าเดิม ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการหลอมตัวเกิดเป็นเนื้อแก้วบริเวณขอบอนุภาค (grain boundary) เมื่อ fluxing agent เพิ่มขึ้น การเกิดปฏิกิริยาเกิดได้ง่ายและเร็วขึ้น

สำหรับ %weight loss ที่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณดินบ้านม่อนเขาแก้วเพิ่มขึ้น คาดว่าน่าจะเป็นผลมาจากดินบ้านม่อนเขาแก้วมีสารอินทรีย์ น้ำหรือสารระเหยอื่นเป็นองค์ประกอบซึ่งเมื่อเผาที่อุณหภูมิสูง สารดังกล่าวถูกกำจัดออกไป ดังนั้น เมื่อเพิ่มปริมาณดินบ้านม่อนเขาแก้วในส่วนผสมมากขึ้นจึงทำให้ %weight loss สูงขึ้นเช่นกัน และการเปลี่ยนแปลงนี้เกิดสอดคล้องกับการดูดซึมน้ำและการหดตัว เมื่อสารอินทรีย์ น้ำและสารระเหยถูกกำจัดออกอนุภาคเม็ดดินก็เข้ามาใกล้กันมาก ที่อุณหภูมิสูงเกิดปฏิกิริยาได้ดีจึงเกิดการหดตัวมากขึ้น และในทางเดียวกันเมื่อการหดตัวมากช่องว่างภายในน้อยลงทำให้การดูดซึมน้ำเกิดลดลง

ค่าความแข็งแรงนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณดินบ้านม่อนเขาแก้ว และเมื่อเทียบกับคุณสมบัติทางกายภาพอื่นๆ การเลือกส่วนผสมที่ดีที่สุดในการวิจัยครั้งนี้จึงเลือกส่วนผสมที่ S4 ในการศึกษาต่อทั้งนี้คาดว่าส่วนผสมที่ S4 เนื้อดินปั้นน่าจะเกิดการสุกตัวได้ดีที่อุณหภูมิ 1200°C ขึ้นไป

- ดินบ้านห้วยลึก

สีหลังการเผาของเนื้อดินปั้นที่มีดินบ้านห้วยลึกเป็นส่วนผสมที่ 1200 °C แสดงในรูปที่ 3.5 เมื่อปริมาณดินบ้านห้วยลึกเพิ่มขึ้นสีหลังเผามีสีเข้มขึ้นตามลำดับ โดยที่ส่วนผสมที่ 1 และ 2 สีหลังเผาไม่ดีเท่าที่ควร เกิดจุดสีกระจายอยู่ทั่วไป ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน จากผลการเผาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสีของผลิตภัณฑ์หลังเผาขึ้นอยู่กับปริมาณดินบ้านห้วยลึกที่ใช้มากกว่าดินลำปางและหินลำปาง และส่วนผสมที่ให้สีของเนื้อดินปั้นกลมกลืนดีคือใช้ดินบ้านห้วยลึก 30% ขึ้นไป

รูปที่ 3.5 แสดงสีหลังเผาของตัวอย่างที่มีดินบ้านห้วยลึกเป็นส่วนผสม

ตาราง 3.2 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ แหล่งดินบ้านห้วยลึก

ส่วนผสม	**%การดูดซึมน้ำ**	**%การหดตัวหลังเผา**	**%weight loss**	**ค่าความแข็งแรง(kg/cm^2)**
S1	6.68-7.04	7.12-7.42	5.47-6.12	29
S2	1.56-1.87	8.64-9.63	5.29-6.57	33
S3	1.43-1.75	8.28-8.78	4.15-4.52	82
S4	1.25-1.37	9.15-9.16	4.93-5.04	165
S5	1.85-1.92	8.54-8.66	4.80-5.00	247

การวิจัยพบว่าในการทำชิ้นทดสอบเนื้อดินปั้นที่ใช้ดินบ้านห้วยลึกผสมนั้น เมื่อใช้ดินบ้านห้วยลึกในส่วนผสม 20-25% ไม่สามารถขึ้นรูปชิ้นทดสอบได้ต้องอาศัยน้ำเป็นตัวช่วยในการยึดเกาะ ถึงกระนั้นการขึ้นรูปก็ทำได้ยาก เกิดรอยร้าวที่ผิวของชิ้นทดสอบโดยเฉพาะส่วนผสม S1 มีผลทำให้ค่าการดูดซึมน้ำหลังเผามีค่าสูงมาก แต่เมื่อเพิ่มปริมาณดินบ้านห้วยลึกเป็น 30%สามารถขึ้นรูปชิ้นทดสอบด้วยวิธีการอัดแป้นได้และยิ่งปริมาณดินบ้านห้วยลึกเพิ่มมากขึ้นเป็น 35% และ 40% การขึ้นรูปก็ดีขึ้นตามลำดับ และเมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางกายภาพ หลังเผาที่ 1200°C (ตารางที่ 3.2) พบว่า

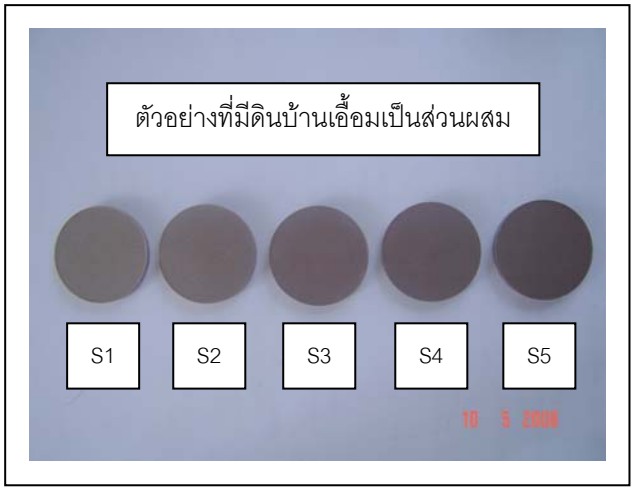
ค่าการดูดซึมน้ำมีค่าลดลงเมื่อปริมาณดินบ้านห้วยลึกมีมากขึ้นซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นไปตามการเปลี่ยนแปลงของค่าการหดตัว คือเมื่อดินมีการหดตัวมากการดูดซึมน้ำก็มีค่าน้อย สำหรับส่วนผสมที่ S5 ค่าการดูดซึมน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นและค่าการหดตัวมีค่าน้อยลงทั้งนี้คาดว่าน่าจะเป็นผลมาจากการเกิด glassy phase ที่ grain boundary อันเนื่องมาจากปริมาณ Na_2O ที่มีอยู่ในดินบ้านห้วยลึก เมื่อเกิด glassy phase ทำให้เกิดการขยายตัวโดยรวม และเมื่อชิ้นทดสอบเย็นตัวลง glassy phase บริเวณ grain boundary เกิดการหดตัวเกาะติดอนุภาคทำให้เกิดช่องว่างระหว่างอนุภาคที่ใหญ่ขึ้น

สำหรับ %weight loss ที่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณดินบ้านบ้านห้วยลึกเพิ่มขึ้น คาดว่าน่าจะเป็นผลมาจากดินบ้านห้วยลึกมีสารอินทรีย์ น้ำหรือสารระเหยเป็นองค์ประกอบซึ่งเมื่อเผาที่อุณหภูมิสูงสารดังกล่าวถูกกำจัดออกไป ดังนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณดินบ้านห้วยลึกในส่วนผสมมากขึ้นจึงทำให้ %weight loss สูงขึ้น ซึ่ง %weight loss จะยกเว้นในส่วนผสมที่ S1 และ S2 ที่ชิ้นทดสอบไม่อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พอที่จะนำค่าดังกล่าวมาเปรียบเทียบได้

ค่าความแข็งแรงนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณดินบ้านห้วยลึก และเมื่อเทียบกับคุณสมบัติทางกายภาพอื่นๆ การเลือกส่วนผสมที่ดีที่สุดในการวิจัยครั้งนี้จึงเลือกส่วนผสมที่ S5 ในการขึ้นรูปชิ้นผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เพราะส่วนผสมที่ S5 ให้ค่าความแข็งแรงที่ดีกว่าส่วนผสมอื่น

- ดินบ้านเอื้อม

สีหลังการเผาของเนื้อดินปั้นที่มีดินบ้านเอื้อมเป็นส่วนผสมที่ 1200 °C แสดงในรูปที่ 3.6 เมื่อปริมาณดินบ้านเอื้อมเพิ่มขึ้นสีหลังเผามีสีเข้มขึ้นตามลำดับ จากผลการเผาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสีของผลิตภัณฑ์หลังเผาขึ้นอยู่กับปริมาณดินบ้านเอื้อมที่ใช้ และเนื้อดินปั้นที่ใช้ดินบ้านเอื้อมเป็นส่วนผสมทุกส่วนผสมจะให้สีของเนื้อดินปั้นที่กลมกลืนดี



รูปที่ 3.6 แสดงสีหลังเผาของตัวอย่างที่มีดินบ้านเอื้อมเป็นส่วนผสม

ตาราง 3.3 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ แหล่งดินบ้านเอื้อม

ส่วนผสม	%การดูดซึมน้ำ	%การหดตัวหลังเผา	%weight loss	ค่าความแข็งแรง (kg/cm^2)
S1	0.10-0.11	11.22-11.33	4.49-4.65	362
S2	0.01-0.02	10.59-11.08	5.27-7.56	351
S3	0.01-0.03	10.83-10.96	5.47-5.57	329
S4	0.01-0.02	10.56-10.84	5.71-5.93	296
S5	0.01-0.02	9.90-10.01	6.09-6.18	296

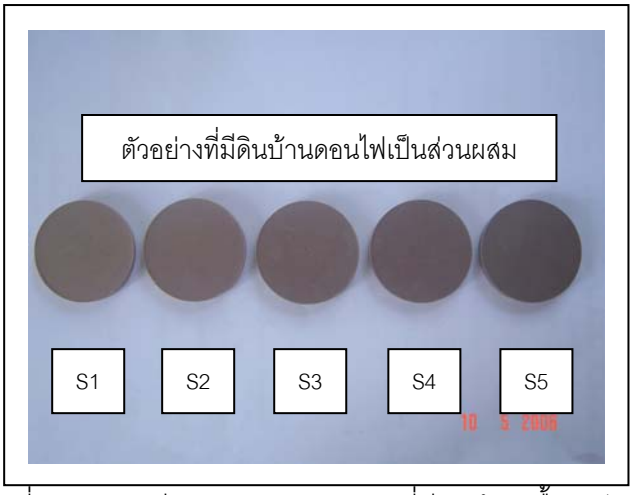
การวิจัยพบว่าในการทำชิ้นทดสอบเนื้อดินปั้นที่ใช้ดินบ้านเอื้อมเป็นส่วนผสมนั้น สามารถอัดขึ้นรูปชิ้นทดสอบได้ง่าย ไม่เกิดการแตกร้าว ชิ้นทดสอบก่อนเผามีความแข็งแรงดี เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางกายภาพ หลังเผาที่ 1200°C ดังแสดงในตารางที่ 3.3 พบว่า ค่าการดูดซึมน้ำมีค่าลดลงเมื่อปริมาณดินบ้านเอื้อมมีปริมาณมากขึ้น ลักษณะดังกล่าวขัดแย้งกับค่าการหดตัว คือตามทฤษฎีเมื่อดินมีการหดตัวน้อยก็จะมีค่าการดูดซึมน้ำมาก ซึ่งผลการทดลองนี้ไม่เป็นไปตามทฤษฎีทั้งนี้อาจเป็นผลจากการเกิด glassy phase ที่ grain boundary เกิดได้ดีและมีปริมาณมากขึ้นเมื่อใช้ดินบ้านเอื้อมมากขึ้น

สำหรับ %weight loss ที่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณดินบ้านบ้านเอื้อมเพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากดินบ้านเอื้อมที่ใช้ในส่วนผสม (ดินบ้านเอื้อมมี % weight loss 10.51-11.33%)

ค่าความแข็งแรงนั้นมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณดินบ้านเอื้อมเพิ่มขึ้น ทั้งนี้คาดว่าเนื่องจากผลของ liquid phase ที่เกิดแทรกระหว่าง solid phase ทำให้ชิ้นทดสอบแข็งแต่เปราะ การเลือกส่วนผสมที่ดีที่สุดในการวิจัยครั้งนี้จึงเลือกส่วนผสมที่ S1 ในการขึ้นรูปชิ้นผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เพราะส่วนผสมที่ S1 ให้ค่าความแข็งแรงที่ดีกว่าส่วนผสมอื่น

-ดินบ้านดอนไฟ

การวิจัยพบว่าในการทำชิ้นทดสอบเนื้อดินปั้นที่ใช้ดินบ้านดอนไฟเป็นส่วนผสมนั้น สามารถอัดขึ้นรูปชิ้นทดสอบได้ง่าย ไม่เกิดการแตกร้าว ชิ้นทดสอบก่อนเผามีความแข็งแรงดี สีหลังการเผาของเนื้อดินปั้นที่ 1200 °C แสดงในรูปที่ 3.7 เมื่อปริมาณดินบ้านดอนไฟเพิ่มขึ้นสีหลังเผาให้สีเข้มขึ้นตามลำดับ จากผลการเผาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสีของผลิตภัณฑ์หลังเผาขึ้นอยู่กับปริมาณดินบ้านดอนไฟเป็นสำคัญ และเนื้อดินปั้นที่ใช้ดินบ้านดอนไฟเป็นส่วนผสมทุกส่วนผสมจะให้สีของเนื้อดินปั้นที่กลมกลืนดี



รูปที่ 3.7 แสดงสีหลังเผาของตัวอย่างที่มีดินบ้านเอื้อมเป็นส่วนผสม

ตาราง 3.4 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ แหล่งดินบ้านดอนไฟ

ส่วนผสม	**%การดูดซึมน้ำ**	**%การหดตัวหลังเผา**	**%weight loss**	**ค่าความแข็งแรง(kg/cm^2)**
S1	0.003	10.12-10.37	4.28-4.35	329
S2	0.003	9.88-10.12	4.54-4.64	165
S3	0.001	9.63-9.88	4.98-5.13	247
S4	0.001	9.88	5.00-5.32	516
S5	0.002	9.03-9.16	5.20-5.34	329

การวิจัยพบว่าในการทำชิ้นทดสอบเนื้อดินปั้นที่ใช้ดินบ้านดอนไฟเป็นส่วนผสมนั้น สามารถอัดขึ้นรูปชิ้นทดสอบได้ง่าย ไม่เกิดการแตกร้าว ชิ้นทดสอบก่อนเผามีความแข็งแรงดี เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางกายภาพ หลังเผาที่ 1200°C พบว่า ค่าการดูดซึมน้ำมีค่าต่ำอยู่ในช่วง 0.001-0.003 % เมื่อเพิ่มดินบ้านดอนไฟมากขึ้นค่าการดูดซึมน้ำมีแนวโน้มลดลงดังผลในตารางที่ 3.4 แต่ที่ส่วนผสมที่ S5 ค่าการดูดซึมน้ำกลับเพิ่มขึ้นและเมื่อเปรียบเทียบกับค่าการหดตัวหลังเผาอาจสันนิษฐานได้ว่าเนื้อดินปั้นในส่วนผสมที่ S1 เกิด solid state sintering ที่สมบูรณ์ เมื่อเราเพิ่มปริมาณดินบ้านดอนไฟเข้าไปทำให้เนื้อดินปั้นเริ่มเกิด liquid phase ขึ้นบางส่วน และการเกิด liquid phase เพิ่มขึ้นเรื่อยๆเมื่อปริมาณดินบ้านดอนไฟเพิ่มขึ้น จนถึงจุดหนึ่งที่ liquid phase เกิดกระจายอยู่ทั่วไป หลังจากนั้นจะเกิดการรวมตัวกันและไล่อากาศออกซึ่งจุดนี้จะเกิดรูพรุนขนาดใหญ่ขึ้นแต่มีปริมาณน้อยลง

สำหรับ %weight loss ที่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณดินบ้านดอนไฟเพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากดินบ้านดอนไฟที่ใช้ในส่วนผสม (ดินบ้านดอนไฟมี % weight loss 7.49-8.99%)

ค่าความแข็งแรงนั้นมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณดินบ้านดอนไฟเพิ่มขึ้น ทั้งนี้คาดว่าเนื่องจากผลของ liquid phase ที่เกิดแทรกระหว่างเม็ดอนุภาคทำให้ชิ้นทดสอบแข็งแต่เปราะ ที่เนื้อ

ดินปั้นที่ส่วนผสม S4 จะเห็นว่าค่าความแข็งแรงมีค่าสูงซึ่งจุดนี้คาดว่า liquid phase ที่เกิดขึ้นเกิดการกระจายทั่วทั้งชิ้นงาน (uniformly) ทำให้การรับแรงเกิดได้ดี แต่เมื่อทำการเพิ่มปริมาณดินบ้านดอนไฟมากขึ้นอีกค่าความแข็งแรงกลับลดลง และเมื่อเปรียบเทียบกลับค่าการดูดซึมน้ำอาจสันนิษฐานได้ว่าเกิดการกำจัดอากาศภายในเนื้อดินออก มีผลให้รูพรุนมีขนาดใหญ่ขึ้น ค่าความแข็งแรงลดลง ในการเลือกส่วนผสมของดินบ้านดอนไฟไปทำชิ้นผลิตภัณฑ์นั้นเราเลือกส่วนผสมที่ S1 คือใช้ดินบ้านดอนไฟในส่วนผสม 20% ทั้งนี้คาดว่าส่วนผสมนี้น่าจะให้ solid state sintering ที่ดี

- ดินบ้านจว้าก

การวิจัยพบว่าในการทำชิ้นทดสอบเนื้อดินปั้นที่ใช้ดินบ้านจว้ากเป็นส่วนผสมสามารถอัดขึ้นรูปชิ้นทดสอบได้ง่าย ไม่เกิดการแตกร้าว ชิ้นทดสอบก่อนเผามีความแข็งแรงดี สีหลังการเผาของเนื้อดินปั้นที่ 1200 °C แสดงในรูปที่ 3.8 เมื่อปริมาณดินบ้านจว้ากเพิ่มขึ้นสีหลังเผาให้สีเข้มขึ้นตามลำดับ สีของผลิตภัณฑ์หลังเผาขึ้นอยู่กับปริมาณดินบ้านจว้ากเป็นสำคัญ และเนื้อดินปั้นที่ใช้ดินบ้านจว้ากเป็นส่วนผสมทุกส่วนผสมจะให้สีของเนื้อดินปั้นที่กลมกลืนดี

รูปที่ 3.8 แสดงสีหลังเผาของตัวอย่างที่มีดินบ้านจว้ากเป็นส่วนผสม

การวิจัยพบว่าหลังเผาชิ้นทดสอบที่ใช้ดินบ้านจว้ากเป็นส่วนผสมที่ 1200°C ค่าการดูดซึมน้ำมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มดินบ้านจว้ากมากขึ้น แต่ค่าการหดตัวหลังเผากลับมีค่าเพิ่มขึ้นในส่วนผสมที่ S1 เป็น S2 จากนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณดินบ้านจว้ากมากขึ้นอีก 5% ค่าการหดตัวหลังเผามีค่าลดลง และกลับมาเพิ่มในส่วนผสมที่ S3-S4 (ดินบ้านจว้าก 35-40%) ดังผลในตารางที่ 3.5 ลักษณะดังกล่าวนี้คาดว่าเป็นผลมาจากการเกิด liquid phase นั่นเอง

สำหรับ %weight loss ที่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณดินบ้านบ้านจว้ากเพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากดินบ้านจว้ากที่ใช้ในส่วนผสม (ดินบ้านจว้ากมี % weight loss 11.38-11.61%)

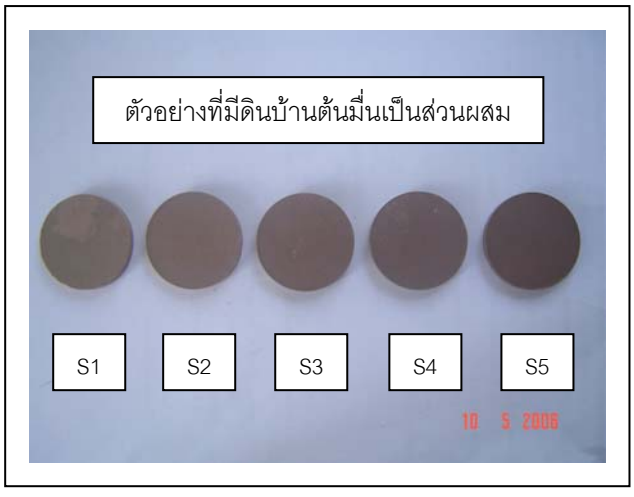
ตาราง 3.5 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ แหล่งดินบ้านจว้าก

ส่วนผสม	%การดูดซึมน้ำ	%การหดตัวหลังเผา	%weight loss	ค่าความแข็งแรง(kg/cm^2)
S1	0.87-0.89	9.89-10.37	4.61-4.72	280
S2	0.17-0.18	10.37-10.39	4.64-4.82	329
S3	0.16-0.17	9.77-9.90	5.01-5.18	658
S4	0.16-0.17	9.91-10.04	5.72-5.97	494
S5	0.001	10.04-10.28	6.35-6.38	197

ค่าความแข็งแรงนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณดินบ้านจว้ากเพิ่มขึ้นในช่วง 20-30% และมีค่าความแข็งแรงสูงสุดที่ใช้ดินบ้านจว้าก 30% แต่เมื่อเกิน 35% ค่าความแข็งแรงจะเริ่มลดลงทั้งนี้คาดว่าเนื่องจากผลของ liquid phase ที่เกิดแทรกระหว่างเม็ดอนุภาคทำให้ชิ้นทดสอบแข็งแต่เปราะ ซึ่งในสภาวะการเผาเดียวกันนี้คาดว่าเนื้อดินปั้นส่วนผสม S3 นั้นน่าจะเกิดการสุกตัวที่สมบูรณ์ แต่ในการนำไปทำเป็นชิ้นผลิตภัณฑ์นั้นเราเลือกส่วนผสมที่ S2 ทั้งนี้เนื่องจากในการทำผลิตภัณฑ์เราไม่ต้องการให้เกิดผลกระทบของ liquid phase ต่อผลิตภัณฑ์

- ดินบ้านต้นมื่น

การวิจัยพบว่าชิ้นทดสอบที่ใช้ดินบ้านต้นมื่นเป็นส่วนผสม สามารถอัดขึ้นรูปชิ้นทดสอบได้ง่าย ไม่เกิดการแตกร้าว ชิ้นทดสอบก่อนเผามีความแข็งแรงดี สีหลังการเผาของเนื้อดินปั้นที่ 1200 °C แสดงในรูปที่ 3.9 เมื่อปริมาณดินบ้านต้นมื่นเพิ่มขึ้นสีหลังเผาให้สีเข้มขึ้นตามลำดับ แต่สีค่อนข้างด้าน สีของผลิตภัณฑ์หลังเผาขึ้นอยู่กับปริมาณดินบ้านต้นมื่นเป็นสำคัญ



รูปที่ 3.9 แสดงสีหลังเผาของตัวอย่างที่มีดินบ้านต้นมื่นเป็นส่วนผสม

ตาราง 3.6 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ แหล่งดินบ้านต้นมื่น

ส่วนผสม	**%การดูดซึมน้ำ**	**%การหดตัวหลังเผา**	**%weight loss**	**ค่าความแข็งแรง(kg/cm^2)**
S1	0.67-0.68	9.50-9.75	4.22-4.38	699
S2	0.50-0.51	9.89-10.01	4.88-4.98	658
S3	0.008	9.89-10.00	4.91-5.10	576
S4	0.08-0.11	9.39-9.76	5.60-5.81	329
S5	0.08-0.09	9.40-9.65	6.26-6.52	787

การวิจัยพบว่าหลังเผาชิ้นทดสอบที่ใช้ดินบ้านต้นมื่นเป็นส่วนผสมที่ 1200°C ค่าการดูดซึมน้ำมีค่าลดลงเมื่อดินบ้านต้นมื่นเพิ่มถึง 30% แต่เมื่อเพิ่มปริมาณมากขึ้นอีกค่าการดูดซึมน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับค่าการหดตัวหลังเผามีลักษณะที่คล้อยตามกัน และลักษณะการเปลี่ยนแปลงคล้ายกันกับดินสีตัวอื่นๆ ซึ่งคาดว่าเป็นผลของ liquid phase

สำหรับ %weight loss ที่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณดินบ้านต้นมื่นเพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากดินบ้านต้นมื่นที่ใช้ในส่วนผสม (ดินบ้านต้นมื่นมี % weight loss 10.88-11.07%)

ค่าความแข็งแรงนั้นมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณดินบ้านต้นมื่นเพิ่มขึ้นในช่วง 20-35% และกลับเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อปริมาณดินบ้านต้นมื่น 40% ซึ่งคาดว่าเนื่องจากผลของ liquid phase ที่เกิดแทรกระหว่างเม็ดอนุภาค ในการนำไปทำเป็นชิ้นผลิตภัณฑ์นั้นเราเลือกส่วนผสมที่ S1 ทั้งนี้เนื่องจากในการทำผลิตภัณฑ์เราไม่ต้องการให้เกิดผลกระทบของ liquid phase มากนักในชิ้นผลิตภัณฑ์

.

บทที่ 4

ดินเหนียวในผลิตภัณฑ์สโตนแวร์

4.1 ดินเหนียวบ้านม่อนเขาแก้ว

อัตราส่วนผสมที่เลือกนำมาใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานคือ S4 : ดินลำปาง 30% หินลำปาง 35% และดินบ้านม่อนเขาแก้ว 35% เนื้อดินปั้นที่ผสมได้มีสีครีมออกเหลืองเปลือกไข่ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 การขึ้นรูปชิ้นงานทำการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบและปั้นมือ ในการเตรียมน้ำดินสำหรับหล่อแบบใช้อัตราส่วนดิน 1 ส่วนต่อน้ำ 1 ส่วน พบว่าเนื้อดินปั้นที่เตรียมด้วยวัตถุดิบข้างต้นสามารถขึ้นรูปได้ดี ชิ้นงานไม่เสียหาย การทดลองนี้ถูกจำกัดด้วยขนาดของเตาเผาที่ใช้ดังนี้ชิ้นงานที่เตรียมได้จึงมีขนาดเล็กเพื่อให้เข้าเตาเผาทดลองได้ ทำให้ไม่สามารถรับรองได้ว่าในกรณีชิ้นงานขนาดใหญ่จะสามารถคงรูปอยู่ได้หรือไม่ ชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปแล้วแสดงในรูปที่ 4.2 สภาวะที่ใช้ในการเผาดิบ 900 องศาเซลเซียส soaking time 30 นาที ชิ้นงานที่ผ่านการเผาแสดงในรูปที่ 4.3 จากนั้นนำมาเคลือบด้วยน้ำเคลือบที่เตรียมขึ้น เผาเคลือบที่ 1200 องศาเซลเซียส soaking time 60 นาที เตาเผาที่ใช้เป็นเตาไฟฟ้า ชิ้นงานที่ผ่านการเผาเคลือบแสดงในรูปที่ 4.4

เคลือบที่ใช้เป็นเคลือบใสสำหรับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ :หินลำปาง 12% เฟลด์สปาร์ 30% ดินขาวลำปาง 16% หินปูน 17% และควอทซ์ 25%

รูปที่ 4.1 แสดงสีของเนื้อดินปั้นที่เตรียมได้จากดินบ้านม่อนเขาแก้ว

รูปที่ 4.2 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านม่อนเขาแก้วที่ขึ้นรูปด้วยการปั้นมือ

รูปที่ 4.3 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านม่อนเขาแก้วที่ผ่านการเผาดิบ

รูปที่ 4.4 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านม่อนเขาแก้วที่ผ่านการเผาเคลือบ

จากการทดลองเผาเคลือบชิ้นงานพบว่าเนื้อดินปั้นและเคลือบที่ใช้สามารถเข้ากันได้ในสภาวะที่กำหนดแต่การเคลือบต้องเป็นการเคลือบครั้งเดียวหรือเคลือบบาง หากเคลือบหนาจะทำให้เคลือบไม่สุกเพราะเคลือบที่ใช้ทดลองเป็นเคลือบไฟสูงดังจะเห็นการเปรียบเทียบความหนาบางในรูปที่ 4.4 ชิ้นงานหลังเผาที่ได้มีการหดตัวสูงเมื่อเทียบกับชิ้นงานก่อนเผาเคลือบ เนื้อดินที่ได้บางมาก เมื่อกระทบกันให้เสียงคล้ายแก้ว จึงคาดว่าดินบ้านม่อนเขาแก้วไม่สามารถทนความร้อนได้สูงกว่านี้ และไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นส่วนผสมสำหรับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ แต่สามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เอิร์ทเทนแวร์เกรดดีได้

4.2 **ดินเหนียวบ้านห้วยลึก**

อัตราส่วนผสมที่เลือกนำมาใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานคือ S4 : ดินลำปาง 30% หินลำปาง 30% และดินบ้านห้วยลึก 40% เนื้อดินปั้นที่ผสมได้มีสีครีมออกแดง ดังแสดงในรูปที่ 4.5 การขึ้นรูปชิ้นงานทำการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบและปั้นมือ ในการเตรียมน้ำดินสำหรับหล่อแบบใช้อัตราส่วนดิน 1 ส่วนต่อน้ำ 1 ส่วน พบว่าเนื้อดินปั้นที่เตรียมด้วยวัตถุดิบข้างต้นสามารถขึ้นรูปได้ดี ชิ้นงานไม่เสียหาย การทดลองขึ้นรูปนี้ไม่รับรองผลในกรณีชิ้นงานขนาดใหญ่ ชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปแล้วแสดงในรูปที่ 4.6 สภาวะที่ใช้ในการเผาดิบ 900 องศาเซลเซียส soaking time 30 นาที ชิ้นงานที่ผ่านการเผาแสดงในรูปที่ 4.7 จากนั้นนำมาเคลือบด้วยน้ำเคลือบที่เตรียมขึ้น เผาเคลือบที่ 1200 องศาเซลเซียส soaking time 60 นาที เตาเผาที่ใช้เป็นเตาไฟฟ้า ชิ้นงานที่ผ่านการเผาเคลือบแสดงในรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.5 แสดงสีของเนื้อดินปั้นที่เตรียมได้จากดินบ้านห้วยลึก

รูปที่ 4.6 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านห้วยลึกที่ขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบและปั้นมือ

รูปที่ 4.7 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านห้วยลึกที่ผ่านการเผาดิบ

รูปที่ 4.8 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านห้วยลึกที่ผ่านการเผาเคลือบ

จากการทดลองเคลือบและเผาผลิตภัณฑ์จากเนื้อดินผสมบ้านห้วยลึกพบว่าเนื้อดินและน้ำเคลือบที่เตรียมขึ้นสามารถเข้ากันได้ดีในสภาวะที่กำหนด ถึงแม้ว่าน้ำเคลือบจะไม่สุกเป็นเคลือบใสตามต้องการแต่เคลือบที่ได้ช่วยลดความเข้มของสีดินลงและยังคงให้ความมันวาวสวยงาม ชิ้นงานที่ได้ไม่เกิดการบิดเบียว คงรูปได้ดี การหดตัวไม่มาก เนื้อดินที่ได้หลังเผาแกร่งดี การขึ้นรูปชิ้นงานสามารถขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบได้ง่าย การถอดแบบทำได้ง่าย เนื้อดินก่อนเผาแข็งแรงดีไม่พบปัญหาในการเตรียมชิ้นงานจากดินผสมบ้านห้วยลึก จึงกล่าวได้ว่าดินบ้านห้วยลึกสามารถใช้เป็นส่วนผสมเนื้อสโตนแวร์ได้ดี ทั้งยังสามารถลดอุณหภูมิในการเผาลงโดยชิ้นงานคงความแข็งแกร่งไว้ และสามารถปรับแต่งสีเคลือบได้ ดินบ้านห้วยลึกจึงเป็นดินอีกตัวที่น่าพิจารณานำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร แทนการใช้บอลเคลย์ซึ่งมีราคาแพง เป็นการลดต้นทุนการผลิต และดินบ้านห้วยลึกอยู่ในพื้นที่จังหวัดลำปางใกล้โรงงานอีกด้วย

4.3 ดินบ้านเอื้อม

อัตราส่วนผสมที่เลือกนำมาใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานคือ S1 : ดินลำปาง 30% หินลำปาง 50% และดินบ้านเอื้อม 20% เนื้อดินปั้นที่ผสมได้มีสีครีมออกแดงเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่ 4.9 การขึ้นรูปชิ้นงานทำการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบและปั้นมือ ในการเตรียมน้ำดินสำหรับหล่อแบบใช้อัตราส่วนดิน 1 ส่วนต่อน้ำ 1 ส่วน พบว่าเนื้อดินปั้นที่เตรียมด้วยวัตถุดิบข้างต้นสามารถขึ้นรูปได้ดี ชิ้นงานไม่เสียหาย การทดลองขึ้นรูปนี้ไม่รับรองผลในกรณีชิ้นงานขนาดใหญ่ ชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปแล้วแสดงในรูปที่ 4.10 สภาวะที่ใช้ในการเผาดิบ 900 องศาเซลเซียส soaking time 30 นาที ชิ้นงานที่ผ่านการเผาดิบและเคลือบผิวแสดงในรูปที่ 4.11 จากนั้นนำมา เผาเคลือบที่ 1200 องศาเซลเซียสและ 1280 องศาเซลเซียส soaking time 30 นาที เตาเผาที่ใช้เป็นเตาไฟฟ้า ชิ้นงานที่ผ่านการเผาเคลือบแสดงในรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.9 แสดงสีของเนื้อดินปั้นที่เตรียมได้จากดินบ้านเอื้อม

รูปที่ 4.10 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านเอื้อมที่ขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบและปั้นมือ

รูปที่ 4.11 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านเอื้อมที่ผ่านการเผาดิบและเคลือบผิว

รูปที่ 4.12 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านเอื้อมที่ผ่านการเผาเคลือบ

จากการทดลองเคลือบและเผาผลิตภัณฑ์พบว่าเนื้อดินและน้ำเคลือบที่เตรียมขึ้นไม่เหมาะสมกันในสภาวะที่กำหนด จะเห็นได้ว่าน้ำเคลือบให้เนื้อแก้วที่ 1280°C ซึ่งเนื้อดินปั้นเกิดการอ่อนตัวที่อุณหภูมิดังกล่าวนี้ จึงต้องมีการปรับสูตรเคลือบเพื่อให้สามารถหลอมเป็นเนื้อแก้วที่อุณหภูมิต่ำลงและเคลือบสามารถอยู่บนเนื้อดินปั้นได้โดยที่เนื้อดินปั้นไม่เสียรูปทรง การปรับสูตรเคลือบก็เป็นการทดลองที่น่าสนใจศึกษาต่อและต้องใช้เวลาพอสมควร รายงานฉบับนี้จึงขอกล่าวถึงเฉพาะแนวทางการนำดินเหนียวสีมาใช้ประโยชน์เท่านั้น เราพบว่าเนื้อดินปั้นที่เตรียมจากดินเหนียวบ้านเอื้อมนั้น ที่อุณหภูมิสูงมากกว่า 1200 °C จะมีการเปลี่ยนสีจากน้ำตาลแดงเป็นสีเทาอ่อนถึงขาวอมเขียวดังตัวอย่างชิ้นงานที่ได้จากการเผาสุก ดังนั้นหากเราปรับส่วนผสมระหว่างดินขาวและหินขาวให้เหมาะสมก็สามารถเผาชิ้นงานได้ที่อุณหภูมิสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากในการทดลองได้ใช้หินขาวถึง 50% ทำให้เนื้อดินสุกตัวที่อุณหภูมิต่ำ การทดลองครั้งนี้พอจะเป็นแนวให้ทราบได้ว่าดินเหนียวสีแหล่งบ้านเอื้อมก็สามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการทำผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ได้ และลดอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาให้ต่ำลงโดยทั่วไปการเตรียมสโตนแวร์ทำการเผาที่ 1280 °C เมื่อลดเป็น 1200°C หรือใกล้เคียงจะเป็นการประหยัดพลังงานลดต้นทุนการผลิตได้ สำหรับการศึกษาการปรับส่วนผสม ระบบการเผาและอุณหภูมิการเผา รวมถึงการเคลือบผลิตภัณฑ์เนื้อดินจากแหล่งบ้านเอื้อมนี้ จะทำการศึกษาต่อภายหลัง

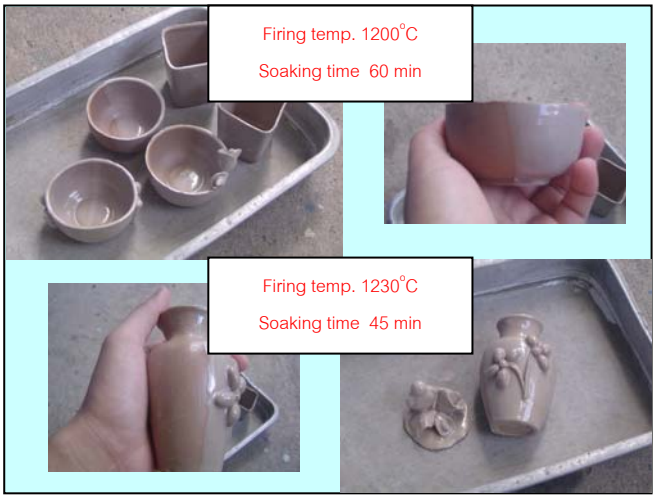
4.4 ดินบ้านดอนไฟ

อัตราส่วนผสมที่เลือกนำมาใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานคือ S1 : ดินลำปาง 30% หินลำปาง 50% และดินบ้านดอนไฟ 20% เนื้อดินปั้นที่ผสมได้มีสีออกแดง ดังแสดงในรูปที่ 4.13 การขึ้นรูปชิ้นงานทำการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบและปั้นมือ ในการเตรียมน้ำดินสำหรับหล่อแบบใช้อัตราส่วนดิน 1 ส่วนต่อน้ำ 1 ส่วน พบว่าเนื้อดินปั้นที่เตรียมด้วยวัตถุดิบข้างต้นสามารถขึ้นรูปได้ดี ชิ้นงานไม่เสียหาย การทดลองขึ้นรูปนี้ไม่รับรองผลในกรณีชิ้นงานขนาดใหญ่ ชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปแล้วแสดงในรูปที่ 4.14 สภาวะที่ใช้ในการเผาดิบ 900 องศาเซลเซียส soaking time 30 นาที ชิ้นงานที่ผ่านการเผาแสดงในรูปที่ 4.15 จากนั้นนำมาเคลือบด้วยน้ำเคลือบที่เตรียมขึ้น เผาเคลือบที่ 1200 องศาเซลเซียส soaking time 60 นาที และ1230 องศาเซลเซียส soaking time 45 นาที เตาเผาที่ใช้เป็นเตาไฟฟ้า ชิ้นงานที่ผ่านการเผาเคลือบแสดงในรูปที่ 4.16

รูปที่ 4.13 แสดงสีของเนื้อดินปั้นที่เตรียมได้จากดินบ้านดอนไฟ

รูปที่ 4.14 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านดอนไฟที่ขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบและปั้นมือ

รูปที่ 4.15 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านดอนไฟที่ผ่านการเผาดิบ



รูปที่ 4.16 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านดอนไฟที่ผ่านการเผาเคลือบ

จากการทดลองเผาชิ้นงานที่อุณหภูมิ 1200°C และ 1230°C น พบว่าส่วนผสมที่เตรียมโดยใช้ดินบ้านดอนไฟนั้นให้สีหลังเผาค่อนข้างอ่อนและเนียนเมื่อเทียบกับสีของชิ้นงานที่ใช้ส่วนผสมของดินบ้านม่อนเขาแก้วและดินบ้านเอื้อม การหดตัวของชิ้นงานไม่มากสามารถคงรูปได้ดีที่อุณหภูมิ 1230°C ชิ้นงานหลังเผาไม่เกิดการแตกร้าวและให้สีเนื้อดินที่อ่อนลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น น้ำเคลือบที่ใช้สามารถเข้ากันได้ในสภาวะที่กำหนดแต่การเคลือบต้องเป็นการเคลือบครั้งเดียวหรือเคลือบบาง หากเคลือบหนาจะทำให้เคลือบขุ่นทึบสีที่ได้เป็นสีเทาอ่อน บริเวณที่เคลือบบางจะให้เคลือบใส เห็นเป็นสีของเนื้อดินออกมัน แต่หากต้องการแต่งสีหรือเขียนลายบนผลิตภัณฑ์ก็สามารถเอ็นโกบเพื่อปิดทับสีดินให้อ่อนลงและตามด้วยเขียนลายก่อนที่จะเคลือบทับอีกครั้ง กล่าวได้ว่าดินบ้านดอนไฟสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ได้

4.5 ดินบ้านจว้าก

อัตราส่วนผสมที่เลือกนำมาใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานคือ S2 : ดินลำปาง 30% หินลำปาง 45% และดินบ้านจว้าก 25% เนื้อดินปั้นที่ผสมได้มีสีขาวครีม ดังแสดงในรูปที่ 4.17 การขึ้นรูปชิ้นงานทำการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบและปั้นมือ ในการเตรียมน้ำดินสำหรับหล่อแบบใช้อัตราส่วนดิน 1 ส่วนต่อน้ำ 1 ส่วน พบว่าเนื้อดินปั้นที่เตรียมด้วยวัตถุดิบข้างต้นไม่สามารถขึ้นรูปได้ด้วยตัวเนื้อดินเอง ต้องอาศัยสารช่วยกระจายตัวเนื่องจากดินผสมตกตะกอนเร็ว สารช่วยกระจายตัวที่ใช้คือ โซเดียมซิลิเกต ในกรณีที่ใช้โซเดียมซิลิเกตในปริมาณที่น้อยเกินไปชิ้นงานที่ได้เกิดการแยกชั้นของเนื้อดิน (ที่ผิวด้านนอกจะเรียบเนียนเมื่อแห้งจะเกิดรอยแตกแยกเป็นทางเห็นผิวด้านในเป็นเนื้อดินด้าน) เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมซิลิเกตเพิ่มขึ้น ชิ้นงานที่หล่อได้ยังพบปัญหาเรื่องการตกตะกอนทำให้ชิ้นงานที่ได้มีความหนาที่ก้นภาชนะมากกว่าบริเวณผิวข้าง จึงต้องมีการปรับปริมาณโซเดียมซิลิเกตและน้ำให้เหมาะสม ชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปและผ่านการเผาดิบแล้วแสดงในรูปที่ 4.18 ในการขึ้นรูปด้วยการปั้นมือนั้นดินผสมดังกล่าวมีความเหนียวน้อยจึงไม่สามารถขึ้นรูปได้ แต่สามารถขึ้นรูปด้วยการอัดด้วยความดันได้ ซึ่งจากจุดนี้สิ่งที่ผู้ศึกษาคิดว่าน่าจะมีการศึกษาต่อ คือการปรับเปลี่ยนส่วนผสมโดยเพิ่มปริมาณดินให้มากขึ้นและลดปริมาณหินให้น้อยลง สภาวะที่ใช้ในการเผาดิบ 900 องศาเซลเซียส soaking time 30 นาที จากนั้นนำมาเคลือบด้วยน้ำเคลือบที่เตรียมขึ้น เผาเคลือบที่ 1230 องศาเซลเซียส soaking time 30 นาที เตาเผาที่ใช้เป็นเตาไฟฟ้า ชิ้นงานที่ผ่านการเผาเคลือบแสดงในรูปที่ 4.19

รูปที่ 4.17 แสดงสีของเนื้อดินปั้นที่เตรียมได้จากดินบ้านจว้าก

รูปที่ 4.18 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านจว้ากที่ขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบและเผาดิบที่ 900°C

รูปที่ 4.19 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านจว้ากที่ผ่านการเผาเคลือบ

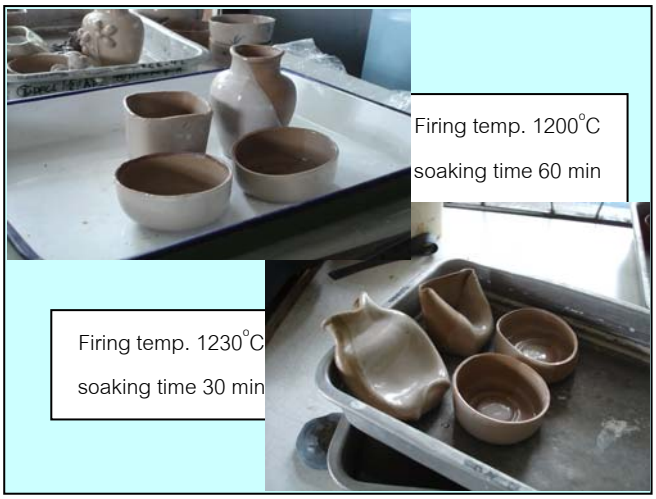
และจากการทดลองเผาเคลือบพบว่าหลังเผาที่ 1230°C ชิ้นงานจะเกิดการแตก ส่วนเคลือบจะบางใสเคลือบอยู่บนเนื้อดินสมานเป็นเนื้อเดียวกัน เนื้อดินสุกตัวคล้ายแก้วทึบแต่เปราะ ไม่แข็งแกร่ง ในการขึ้นรูปเนื้อดินให้ความเหนียวที่ไม่ดีตกตะกอนเร็วแล้วยังมีจุดสุกตัวที่ต่ำ ให้ความแข็งแรงที่ไม่ดี ดินบ้านจว้ากนี้จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นส่วนผสมในเนื้อผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ แต่สามารถนำมาใช้ในขบวนการแบบแห้งได้ โดยการบดผสมแห้งหรือบดเปียกแล้วทำให้แห้งก่อนการขึ้นรูป และการขึ้นรูปต้องขึ้นรูปด้วยการอัดด้วยความดันซึ่งอาจต้องใช้ตัวเติม (additive) ช่วยในการขึ้นรูป เช่นกรณีของการผลิตกระเบื้อง

4.6 ดินบ้านต้นมื่น

อัตราส่วนผสมที่เลือกนำมาใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานคือ S1 : ดินลำปาง 30% หินลำปาง 50% และดินบ้านต้นมื่น 20% เนื้อดินปั้นที่ผสมได้มีสีออกแดง ดังแสดงในรูปที่ 4.20 การขึ้นรูปชิ้นงานทำการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบและปั้นมือ ในการเตรียมน้ำดินสำหรับหล่อแบบใช้อัตราส่วนดิน 1 ส่วนต่อน้ำ 1 ส่วน พบว่าเนื้อดินปั้นที่เตรียมด้วยวัตถุดิบข้างต้นสามารถขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบได้ดี ชิ้นงานไม่เสียหาย การทดลองขึ้นรูปนี้ไม่รับรองผลในกรณีชิ้นงานขนาดใหญ่ ชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปและเผาดิบแสดงในรูปที่ 4.21 แต่ส่วนผสมนี้ไม่เหมาะสำหรับการปั้นมือเนื่องจากความเหนียวไม่เพียงพอ หากต้องการขึ้นรูปด้วยการปั้นมือต้องปรับใช้ส่วนผสมที่มีปริมาณดินเหนียวมากขึ้น จากผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพสามารถใช้ดินเหนียวได้มากถึง 30% สภาวะที่ใช้ในการเผาดิบ 900 องศาเซลเซียส soaking time 30 นาที จากนั้นนำมาเคลือบด้วยน้ำเคลือบที่เตรียมขึ้น เผาเคลือบที่ 1200 องศาเซลเซียส soaking time 60 นาทีและ1230 องศาเซลเซียส soaking time 30 นาที เตาเผาที่ใช้เป็นเตาไฟฟ้า ชิ้นงานที่ผ่านการเผาเคลือบแสดงในรูปที่ 4.22

รูปที่ 4.20 แสดงสีของเนื้อดินปั้นที่เตรียมได้จากดินบ้านต้นมื่น

รูปที่ 4.21 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านต้นมื่นที่ขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบและเผาดิบที่ 900°C



รูปที่ 4.22 แสดงชิ้นงานจากดินบ้านต้นมื่นที่ผ่านการเผาเคลือบ

จากการทดลองเผาชิ้นงานที่อุณหภูมิ1200°C และ 1230 °C พบว่าส่วนผสมที่เตรียมโดยใช้ดินบ้านต้นมื่นนั้นให้สีหลังเผาไม่ต่างกันแต่เนื้อดินปั้นไม่สามารถคงรูปอยู่ได้ที่ 1230 °C เกิดการอ่อนตัว ไม่เกิดการแตกร้าว น้ำเคลือบที่ใช้สามารถเกาะได้ดีที่ผิวของชิ้นงานแต่เคลือบที่ได้ไม่สุกเกิดเป็นเคลือบสีขาวในบริเวณที่เคลือบหนา และบริเวณที่เคลือบบางจะเห็นเป็นสีของเนื้อดินแต่อ่อนจางลง ซึ่งหากต้องการตกแต่งสีหรือเขียนลายบนชิ้นงานก็สามารถทำได้โดยการเอ็นโกบปิดทับสีดินและตามด้วยการเขียนลายก่อนที่จะเคลือบทับอีกครั้ง กล่าวได้ว่าดินบ้านต้นมื่นสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ได้และต้องเผาที่อุณหภูมิต่ำ ประมาณ 1200 °C หากต้องการให้เนื้อผลิตภัณฑ์แกร่งขึ้นอาจจะต้องปรับลดปริมาณหินที่ใช้ให้ลดลงเนื่องจากหินลำปางที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้มี alkali ปะปนอยู่มากทำให้เกิดการหลอมตัวเป็นแก้วที่อุณหภูมิต่ำ

บทที่ 5

บทสรุป

จากการศึกษาทดลองการนำดินเหนียวมาใช้ในเนื้อสโตนแวร์ข้างต้นทำให้เราทราบว่าดินเหนียวสีบางแหล่งสามารถนำมาใช้ในการผลิตสโตนแวร์ได้ โดยทำหน้าที่เป็นตัวให้ความเหนียวในการขึ้นรูปและให้เนื้อแก่โครงสร้างของชิ้นผลิตภัณฑ์แทนการใช้ดินบอลเคลย์ซึ่งมีราคาแพงและหายาก ดินเหนียวในพื้นที่จังหวัดลำปางที่ทำการศึกษาทั้ง 6 แหล่ง คือ แหล่งบ้านม่อนเขาแก้ว แหล่งบ้านห้วยลึก แหล่งบ้านเอื้อม แหล่งบ้านดอนไฟ แหล่งบ้านจว้ากและแหล่งบ้านต้นมื่น พบว่าแหล่งที่สามารถใช้ในผลิตภัณฑ์สโตนแวร์และมีสีของผลิตภัณฑ์หลังเผาที่ดี ได้แก่ แหล่งดินบ้านห้วยลึก แหล่งบ้านเอื้อม แหล่งบ้านดอนไฟและบ้านต้นมื่น แต่มีข้อจำกัดต่างกันไปในเรื่องของขบวนการเผา ทั้งอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเผา ซึ่งต้องหาจุดที่เหมาะสมสำหรับดินแต่ละชนิด กล่าวโดยสรุปแล้วอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาชิ้นงานซึ่งมีส่วนผสมของดินเหนียวสีอยู่ที่ประมาณ 1200°C ดินเหนียวสีที่ให้เนื้อผลิตภัณฑ์สโตนแวร์และให้ความแข็งแกร่งที่ดีคือดินเหนียวสีแหล่งบ้านห้วยลึก รองลงมาคือดินเหนียวสีแหล่งบ้านดอนไฟและแหล่งบ้านเอื้อม เนื้อดินผสมจากดินเหนียวสีแหล่งบ้านม่อนเขาแก้วและดินเหนียวสีแหล่งบ้านต้นมื่นมีจุดอ่อนตัวต่ำไม่เหมาะที่จะเผาสูง (1200°C) เนื่องจากเกิดเนื้อแก้วขึ้นบางส่วนทำให้ชิ้นงานค่อนข้างเปราะ สำหรับเนื้อดินผสมบ้านจว้ากไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในผลิตเครื่องปั้นดินเผา เครื่องเคลือบเนื่องจากความเหนียวน้อยขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบและปั้นมือยาก และในการขึ้นรูปด้วยการอัดความดันก็ทำได้ค่อนข้างยากต้องอาศัยวัตถุดิบอื่นช่วยในการขึ้นรูป และต้องขึ้นรูปแบบแห้งเช่น กระเบื้องได้

เอกสารอ้างอิง

1. J.C. Shaw , "*Introducing Thai Ceramics, Also Burmese and Khmer*", 112 pages, ISBN 9747315041, 1987.
2. ราชบัณฑิตยสถาน ,"*พจนานุกรม ศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*" ,กรุงเทพฯ : ราชบัณฑิตยสถาน. 2544 ,384 หน้า, ISBN 974-82123-67-7.
3. อายุวัฒน์ สว่างผล, "วัตถุดิบที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิกส์" ,กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2543, 202 หน้า, ISBN 974-277-696-2
4. ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบ, "high ferric Content Raw Materials in Ceramic Production", ห้องปฏิบัติการเคลือข่ายเซรามิกเนื้อดินและเคลือบ ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบ, 18 มกราคม 2545.