

2. การทดลอง

2.1 แผนการทดลอง

- 2.1.1 การศึกษาและตรวจสอบสมบัติทางเซรามิกของดินดิบบ้านสันจกปกเพื่อเก็บเป็นข้อมูลให้ทราบสมบัติของดินดิบที่นำมาเป็นผลิตภัณฑ์เซรามิก
 - 2.1.2 ศึกษาสมบัติทางเซรามิกของดินดิบบ้านสันจกปกเพื่อทำการแยกคัดขนาดอนุภาคต่างๆ (Sieving) โดยการคัดขนาดด้วยวิธีแบบร่อนแห้ง (dry sieving) และแบบร่อนเปียก (wet sieving) ทั้งนี้เพื่อต้องการทราบว่าอนุภาคของดินบ้านสันจกปกที่มีขนาดใดจะเหมาะสมที่สามารถปรับปรุงคุณภาพได้
 - 2.1.3 ศึกษาสมบัติทางเซรามิกของดินบ้านสันจกปกที่มีขนาดอนุภาคที่เหมาะสม เพื่อนำมาปรับปรุงคุณภาพ
 - 2.1.4 ศึกษาสมบัติเซรามิกของดินบ้านสันจกปก เมื่อให้มีตัวเติมโดยใช้วัตถุดิบเซรามิกอื่น บางอย่างมาผสม (Body Mixture) กับดินบ้านสันจกปกเพื่อให้เป็นดินผสม โดยมีเหตุผลคือตัวเติมบางอย่งนั้นอาจจะปรับปรุงดินบ้านสันจกปกให้ดีขึ้น ทั้งนี้จัดให้มีการทดลองระหว่างดินผสม 2 ชนิด (Two component Body) ดินผสม 3 ชนิด (Three component Body) และดินผสม 4 ชนิด หรือมากกว่า (Multi component Body)
 - 2.1.5 การทดลองทำผลิตภัณฑ์บางชนิดโดยการขึ้นรูปแบบหล่อ (Casting) เมื่อใช้ดินบ้านสันจกปกที่ปรับปรุงจากแผนงานข้างต้นพร้อมทำการแยกผลิตภัณฑ์ เป็นการศึกษางานว่าผลิตภัณฑ์เหล่านั้นสามารถให้ลักษณะพิเศษพัฒนาจากผลิตภัณฑ์บ้านสันจกปกเดิมได้อย่างไร
- หมายเหตุ** การศึกษาและตรวจสอบสมบัติเซรามิกหมายความถึงสมบัติทางเคมีและกายภาพ คุณสมบัติทางเคมีนั้นเน้นถึงการวิเคราะห์ oxide ของธาตุต่างๆ ส่วนสมบัติทางกายภาพจะกล่าวถึงความเหนียว อนุภาคของดิน สีที่ปรากฏหลังเผา การหดตัวหลังเผา ความพรุนตัวและอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้เผาชิ้นงาน

2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Fisher burner
2. Jone's reductor column
3. Muffle furnace, Gallenkamp FSE-620 size 1, 1100 °C
4. Sedimentograph, Type 3A-2, Seiskuku Ltd, Tokyo, Japan.
5. Sieving (32-250 mesh), Retsch, W, Germany
6. Atomic absorption spectrophotometer, Varian techtron Model AA.275, Australia
7. X-ray diffractometer "Jeol" 30 KB , 30 MA
8. Spectronic 21, Bausch & Lomb Inc.
9. x-ray fluorescence "อาคารวิจัยนิวตรอนพลังงานสูง ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่"

2.3 สารเคมี

สารเคมีที่ผลิตโดยบริษัท B D H Chemical Ltd., Poole, England สารเคมีทุกชนิดเป็นประเภท Lab grade ได้แก่

1. Zinc for Jone 's reductor
2. Potassium carbonate , K_2CO_3
3. Potassium pyrosulphate , $K_2S_2O_7$
4. Bromocresal purple indicator
5. Potassium permanganate , $KMnO_4$
6. Sodium Chloride standard solution BDH laboratory reagents for atomic absorption spectroscopy 1 ml = 1.00 mg Na

7. Calcium Chloride standard solution BDH laboratory reagent for atomic absorption spectroscopy 1 ml = 1.00 mg Ca
8. Magnesium nitrate standard solution BDH laboratory reagent for atomic absorption spectroscopy 1 ml = 1.00 mg Mg
9. Potassium nitrate standard solution BDH laboratory reagent for atomic absorption spectroscopy 1 ml = 1.00 mg K

สารเคมีที่ผลิตโดย Fluka AG, Buchs, Switzerland ทุกชนิดเป็นประเภทเกรดวิจัย (puriss.p.a. ACS) ได้แก่

1. Titanium Oxide, TiO_2
2. Sodium Oxalate, $Na_2C_2O_4$
3. Sodium carbonate, $Na_2CO_3 > 98.0 \%$
4. Hydrogen peroxide solution, 35 %

สารเคมีที่ผลิตโดยบริษัท E. Merck, Dramstadt, W. Germany ทุกสารประเภท GR grade ได้แก่

1. Ammonia solution, 25 %
2. Nitric acid, HNO_3 , 65 %
3. Hydrofluoric acid, HF, 38 - 4 %
4. Hydrofluoric acid, HCl, 37 %
5. Sulphuric acid, H_2SO_4 , 96 - 97 %
6. Perchloric acid, $HClO_4$, 70 - 72 %
7. Phosphoric acid, H_3PO_4 , 88 - 90 %
8. Lanthanum nitrate hexahydrate, $La(NO_3)_3 \cdot 6 H_2O$
9. Mercury Chloride, $HgCl_2$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง จากอาคารชีลิกเกตเทคโนโลยี ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีดังนี้

1. เฟลสปาร์
2. โดโลไมท์
3. ควอทซ์
4. ดินศรีวิพรรณา
5. ดินคอมพาวนด์ (compound clay)
6. ดินล่ำปาง
7. CaCO_3

ส่วนตัวอย่างดินดิบที่ใช้ในการทดลอง ได้มาจากหมู่บ้านสันจกปก อำเภอ ดอกคำใต้ จังหวัด
พะเยา

2.4 การเตรียมวัตถุดิบในการวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบทางเคมีของดินบ้านสันจกปก วิเคราะห์โดยใช้ดินบ้านสัน
จกปกที่ชาวบ้านใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่หมู่บ้านสันจกปก อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา ที่ผ่าน 250 # ที่ร่อน
ด้วยตะแกรงมาตรฐาน (Sieving)

2.5 การปฏิบัติงานตามแผนการทดลอง และ เทคนิคการปฏิบัติงาน

2.5.1 การศึกษาสมบัติทางเซรามิกของดินแดงบ้านสันจกปก อำเภอ ดอกคำใต้
จังหวัด พะเยา

2.5.1.1 การศึกษาสมบัติก่อนเผา

(1) การวิเคราะห์ทางเคมี (Chemical Analysis)

1.1 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

โดยการหาปริมาณซิลิกา (SiO_2), อลูมินา (Al_2O_3), เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3)
ดีตาเนียมออกไซด์ (TiO_2), แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO), คัลเซียมออกไซด์ (CaO), โซเดียม
ออกไซด์ (Na_2O), โพแทสเซียมออกไซด์ (K_2O), และน้ำหนักสารที่หายไปหลังเผา (L.O.I.)
ดังนี้

ก. ปริมาณสารที่หายไปหลังเผา (L.O.I)

ซึ่งตัวอย่างดิน 1.0 ในเข้าทองคำขาวที่ทราบน้ำหนักแน่นอน ใส่เข้าไปใน
muffle ค่อย ๆ เร่งไฟทีละน้อย ๆ จนอุณหภูมิสูงถึง 1100°C 1 ชั่วโมง จากนั้นนำเข้าทองคำ
ขาวออกมาทิ้งไว้ให้เย็นใน desiccator แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก

$$\% \text{ L.O.I.} = \frac{\text{น้ำหนักของสารที่หายไปหลังจากการเผา}}{\text{น้ำหนักแก้วตลับตัวอย่าง}} \times 100$$

ข. การหาปริมาณซิลิกา (Silica) ⁽¹⁵⁾

ซึ่งตัวอย่างดินประมาณ 1.0 กรัม โดยเครื่องชั่งละเอียดลงในเข้าทองคำ
ขาว เติมฟลักซ์ (flux) ($\text{Na}_2\text{CO}_3 : \text{K}_2\text{CO}_3 = 4:1$) หนักประมาณ 6.0 กรัมค่อย ๆ
คนสารตัวอย่างกับฟลักซ์ให้เข้ากัน แล้วโรยฟลักซ์กลบผิวหน้าดินตัวอย่าง ประมาณ 4.0 กรัม
นำไปหลอมบน fisher burner ประมาณ 30 นาที หรือจนสารตัวอย่างหลอมละลายหมด จะได้
สารละลายใสแล้วจึงปิดไฟ ตั้งทิ้งไว้จนกระทั่งเข้าเย็น นำเข้าทองคำขาวใส่ในบีกเกอร์ขนาด

250 ml ปิดปากบีกเกอร์ด้วยกระดาษฟิวส์ ตั้งทิ้งไว้จนเกลือละลายออกจากเข้าทองคำขาวจนหมด ใช้น้ำกลั่นล้างกระดาษฟิวส์และเข้าทองคำขาว นำบีกเกอร์ตั้งบน hot plate จนสารละลายแห้งสนิทเหลือแต่ตะกอน เติมกรดเกลือเข้มข้น 20 ml นำไประเหยจนแห้งสนิท เติมกรดเกลือเข้มข้น 10 ml และน้ำกลั่น 50 ml นำไปอุ่นบน hot plate ประมาณ 10 นาที นำสารละลายที่ได้มารองลงในบีกเกอร์ขนาด 600 ml กรองด้วยกระดาษกรอง whatman No. 40 ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน 4-5 ครั้ง เก็บสารละลายที่กรองได้ไว้หาปริมาณธาตุต่าง ๆ ต่อไป นำเข้าไปอบใน muffle ที่ 1100 °C ประมาณ 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนักกำหนดเป็น W_1 เติมกรดกัดแก้วลงในเข้าประมาณครึ่งเข้า นำไประเหยบน hot plate จนแห้ง เติมกรดกัดแก้วลงไปอีก 5 ml ระเหยจนแห้งสนิท นำเข้าออกมาทิ้งไว้ให้เย็น ใส่ใน muffle ที่ 1100 °C ประมาณ 15 นาที นำมาทิ้งให้เย็นใน desiccator ชั่งและจดน้ำหนัก เป็น W_2 น้ำหนักที่หายไปเป็นน้ำหนักของซิลิกา

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

ค. การหาปริมาณของออกไซด์ผสม (R_2O_3)

เอาสารละลายที่กรองได้ หลังจากการกรองเอาซิลิกาออกไปแล้ว นำมาระเหยให้เหลือปริมาตร 20 ml เติม phenolphthalein indicator เข้มข้น 0.05 % ลงไป 2-3 หยด หยดสารละลายแอมโมเนีย 1:1 จน indicator เปลี่ยนจากสีเหลือง เป็นสีม่วง นำไปอุ่นบน hot plate ประมาณ 1 ชั่วโมง ยกทิ้งไว้ค้างคืนเพื่อให้ R_2O_3 ตกตะกอนอย่างสมบูรณ์ นำสารละลายไปกรองด้วยกระดาษกรอง whatman No. 41 ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อนที่ไม่เป็นกรด (น้ำที่ใช้ล้างตะกอนลองหยด bromocresol ลงไปจนเป็นสีม่วง) ล้างประมาณ 7-8 ครั้ง เอาตะกอนออกจากบีกเกอร์ให้หมด ชั่งน้ำหนักเข้าทองคำขาว นำตะกอนที่ได้ใส่ลงไปในเข้า เผาด้วยเปลวไฟจนกระดาษกรองหมดไป นำเข้าไปอบใน muffle ที่ 1100 °C

นานประมาณ 30 นาที นำเข้ามาทิ้งไว้ให้เย็นใน desiccator ซึ่งน้ำหนักที่ได้เป็นปริมาณของ ออกไซด์ผสม (R_2O_3)

ง. การหาปริมาณของเหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3)

เติมโพแทสเซียมไฟโรซิลเฟตประมาณ 5.0 กรัม ลงในน้ำทองคำขาวที่มี ออกไซด์อยู่ (จากข้อ ค) ค่อยๆคนให้เข้ากัน นำไปหลอมบน Fisher burner โดยใช้เปลว ไฟอ่อนๆประมาณ 5 นาทีและค่อยๆเร่งเปลวไฟให้หลอมแรงต่ออีก 25 นาที ปิดไฟทิ้งไว้จนเข้า เย็น นำเข้าใส่ในปิ๊กเกอร์ขนาด 250 ml ซึ่งมีสารละลายกรดซัลฟิวริก 1 : 9 อยู่ 50 ml นำ มาวางไว้บน hot plate จนเกลือที่อยู่ในน้ำละลายออกมาจนหมด (ถ้ามีตะกอน จะเป็น ตะกอนของซิลิกา) กรองลงในขวดปริมาตรขนาด 100 ml ตะกอนที่ได้จะเป็นตะกอนของซิลิกา ให้นำไปรวมกับปริมาณซิลิกาที่หาได้ครั้งแรกสารละลายที่ได้ให้เติมน้ำกลั่นจนครบปริมาตร 100 ml บีบอัดสารละลายมา 25.0 ml นำมาผ่าน Jones' s reductor ที่ล้างด้วยสารละลายซัลฟิวริก เข้มข้น 5 % เรียบร้อยแล้วปล่อยสารละลายออกจากคอลัมน์ที่ละหยด ล้างคอลัมน์ด้วยน้ำกลั่น 4-5 ครั้ง นำไปไทเตรตกับสารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต คำนวหา ปริมาณของเหล็กออกไซด์ที่ได้จาก

$$\% Fe = \frac{5.564 \times \text{normality} \times \text{ปริมาตรที่ใช้}}{\text{น้ำหนักของสารตัวอย่างที่ใช้}} \times 100$$

น้ำหนักของสารตัวอย่างที่ใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

$$\% Fe_2O_3 = \% Fe \times 1.43$$

จ. การหาปริมาณเตตาเนียมออกไซด์ (TiO_2)

ใช้วิธีเปรียบเทียบสี (colorimeter) มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานของ TiO_2

ซึ่ง TiO_2 ประมาณ 1.0 กรัม โดยเครื่องชั่งละเอียดใส่ลงในบ้ำทองคำขาว เต็มโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 5 กรัม ค่อยๆคนให้เข้ากัน นำไปหลอมบน Fisher burner โดยใช้ไฟอ่อนๆประมาณ 30 นาทีตั้งทิ้งไว้จนกระทั่งบ้ำเย็น นำบ้ำใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 ml ซึ่งมีสารละลายกรดซัลฟิวริก 1:9 อยู่ 50 ml นำไปวางบน hot plate จนเกลือที่อยู่ในบ้ำละลายออกจนหมด เทลงในขวดปริมาตรขนาด 500 ml เติมน้ำกลั่นจนครบปริมาตร

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานของ TiO_2 เพื่อใช้ทำ calibration graph

ปิเปตสารละลายมาตรฐาน TiO_2 : 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 0.5 ml เติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 35 % v/v 1.0 ml เติมน้ำกลั่นจนครบปริมาตร เขย่าสารละลายผสมเข้าด้วยกันตั้งสารละลายทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 nm เปรียบเทียบกับ reagent blank ที่ได้ calibration graph

ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

ปิเปตสารละลายตัวอย่างจาก ข้อ ง. แทนสารละลายมาตรฐาน TiO_2 ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง เปรียบเทียบกับ reagent blank นำค่าการดูดกลืนแสงเปรียบเทียบกับ TiO_2 ในกราฟมาตรฐานของขั้นตอนที่ 2

ฉ. การหาปริมาณของอลูมินา (Al_2O_3)

นำเอาปริมาณ Fe_2O_3 TiO_2 ไปลบออกจากปริมาณออกไซด์ผสม จะได้ผล
เป็นปริมาณ Al_2O_3

ช. การหาปริมาณของแคลเซียมออกไซด์, แมกนีเซียมออกไซด์และอัลคาไล

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานต่างๆ

เตรียมสารละลายแคลเซียม, แมกนีเซียม, โซเดียม และ โพแทสเซียมมาตรฐาน
โดยอาศัยสารตามหัวข้อสารเคมี ซึ่งเป็นสารละลายมาตรฐานสำหรับใช้กับเครื่อง atomic
absorption spectrophotometer มีความเข้มข้น 1000 ppm โดยเตรียมสารละลาย
มาตรฐานเข้มข้น 10 ppm ใช้เป็น stock solution สำหรับเตรียมสารละลายของ
solution ของสารละลายมาตรฐานชนิดต่างๆ

การเตรียมสารละลายของ stock solution ของสารละลายมาตรฐานชนิดต่างๆ
เจือจางด้วย 1 % ของกรดไนตริก

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมกราฟมาตรฐาน

เตรียมสารละลายมาตรฐานด้วยโลหะอัลคาไลแต่ละชนิด ให้มีความเข้มข้นในช่วง

ต่างๆ คือ Ca : 0.60 - 2.00 ppm

Mg : 0.10 - 0.90 ppm

Na : 0.40 - 2.00 ppm

K : 0.40 - 2.00 ppm

สำหรับการหาแคลเซียม จะต้องเติมสารละลายแลนทานัมไนเตรท (Lanthanum nitrate) เข้มข้นประมาณ 0.35 โมลาร์ ลงไปในอัตราส่วน 1 : 50 โดยปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงใช้เป็นกราฟมาตรฐานโดยวิธี AAS

ขั้นตอนที่ 4 การเตรียมสารละลายของวัตถุตัวอย่าง

ชั่งดินตัวอย่างประมาณ 0.2 กรัม โดยเครื่องชั่งละเอียดลงในถ้วยทองคำขาว ทำให้ชื้นโดยน้ำกลั่นเพียงเพื่อเติมกรดเปอร์คลอริก 1 ml กรดกัดแก้ว 10 ml นำไประเหยบน hot plate เพื่อไล่ซิลิกาจนแห้ง เติมกรดไนตริกเข้มข้น 1 ml และเติม deionized water 25 ml อุบบน hot plate เพื่อให้เกลือละลายหมด ถ้ามีตะกอนกรองตะกอนด้วยกระดาษกรอง whatman No.42 ลงในขวดปริมาตร เติม deionized water จนครบปริมาตรจะได้สารละลายที่สามารถนำไปวิเคราะห์หาแคลเซียม, แมกนีเซียม, โซเดียม และโพแทสเซียม

ขั้นตอนที่ 5 การหาปริมาณของ แคลเซียมออกไซด์, แมกนีเซียมออกไซด์, โซเดียมคลอไรด์, และ โพแทสเซียมออกไซด์

นำเนื้อดินมาทำการย่อยตามขั้นตอนที่ 3 แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml บีบเคสารละลายมา 2 ml ใสลงในขวดปริมาตร 100 ml เติม deionized water จนครบปริมาตร นำสารละลายที่ได้ไปหาปริมาณแคลเซียม, แมกนีเซียม, โซเดียมและโพแทสเซียม โดยวิธี AAS ที่ความยาวคลื่น 422.7, 285.2, 589.0 และ 766.5 nm ตามลำดับ โดยวัดเปรียบเทียบกับ reagent blank solution

สำหรับการหาแคลเซียมจะต้องเติมสารละลายแลนทานัมไนเตรท เข้มข้นประมาณ 0.35 โมลาร์ ลงไปในอัตราส่วน 1 : 50 โดยปริมาตรของสารละลายหลังจากย่อยแล้ว

1.2 ความเป็นกรดเป็นเบส

นำเนื้อดินแดงบ้านสันจกปกประมาณ 10 กรัม เติมน้ำพอละลายเข้ากัน เอน้ำดินที่ได้ไปหาค่า pH ด้วยเครื่องวัดค่า pH (pH meter)

2.5.1.2 การศึกษาสมบัติทางกายภาพ

(1) การหาความเหนียวของดินเหนียว (water of plasticity)

นำดินตัวอย่างมาอัดลงในแบบพิมพ์สี่เหลี่ยมที่มีแผ่นพลาสติกบางๆรองพื้นอยู่ก่อนแล้ว กดพื้นหน้าดินให้แน่น จากนั้นก็นำดินตัวอย่างและแผ่นพลาสติกไปชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่ได้เป็น W_p ทั้งดินไว้อีก 1 คืบ ชั่งน้ำหนักดินใหม่อีกครั้ง ถ้าน้ำหนักยังไม่คงที่ก็ต้องทิ้งไว้อีก ทำซ้ำแบบเดิมไปเรื่อยๆจนได้น้ำหนักที่คงที่ ซึ่งเป็น W_d น้ำหนักที่หายไปของดินจะเป็นน้ำหนักของน้ำที่ผสมกับดินที่ใช้สำหรับสำหรับปั้น

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของน้ำในดิน} = \frac{W_p - W_d}{W_p} \times 100$$

(2) การหาการกระจายตัวของอนุภาคดิน (particle size distribution)

การหาการกระจายตัวของอนุภาคของดิน โดยใช้เครื่อง Sedimentagraph โดย sedimentation pen และ drum' rotary speed จะต้องขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคของดินดังสมการสโต๊ก (Stoke 's equation)

$$T = \frac{K}{d^2}$$

$$K = \frac{18nK}{g(p_s - P_f)}$$

T = Sedimentation time

d = Diameter of particle , cm (เส้นผ่าศูนย์กลางของดินตัวอย่าง)

p_f = Density of particle , g/cm^3 (ความหนาแน่นของดินตัวอย่าง)

p_s = Density of liquid , g/cm^3 (ความหนาแน่นของของเหลว)

g = acceleration of gravimetry (ความเร่งของแรงโน้มถ่วง)

H = Sedimentation height , cm

n = viscosity coefficient of liquid , $g/cm-s$

นำดินตัวอย่างที่ผ่านตะแกรง 60 mesh มาทำการกระจายตัวของอนุภาคดินบ้านสันจกปก

(3) หาลองค์ประกอบของดินโดยใช้เครื่อง X-ray diffractometer (12, 16)

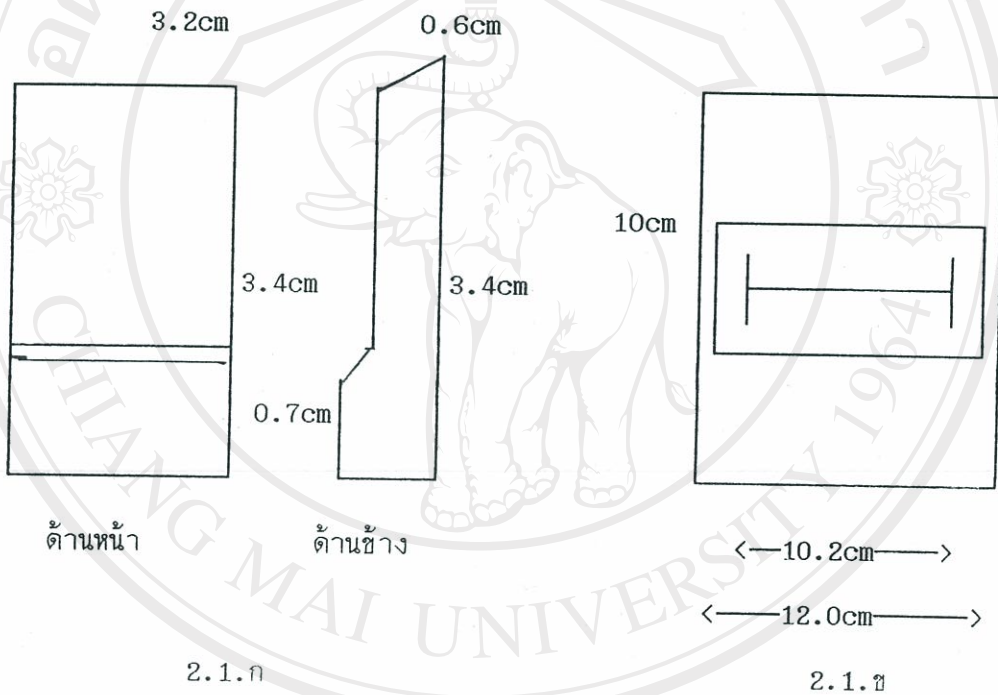
การวิเคราะห์โดย X-ray diffractometer เป็นการวิเคราะห์หาชนิดของแร่ และส่วนประกอบที่อยู่ในดินนั้นๆ โดยนำดินตัวอย่างมาบดให้ละเอียดแล้วใช้ตะแกรงประมาณ 250 mesh เข้าเครื่อง X-ray diffractometer โดยขอความอนุเคราะห์จากภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ให้ช่วยทำการวิเคราะห์

(4) หาชนิดของแร่ที่มีในดินแดงบ้านสันจกปกโดยใช้เครื่อง X-ray fluorescence (12, 16)

นำดินตัวอย่างที่บดละเอียดแล้วผ่าน 250 เมช แล้วเอาเข้าเครื่อง X-ray fluorescence โดยขอความอนุเคราะห์จากภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ให้ช่วยทำการวิเคราะห์

(5) การทำชิ้นทดสอบ (Test pieces)

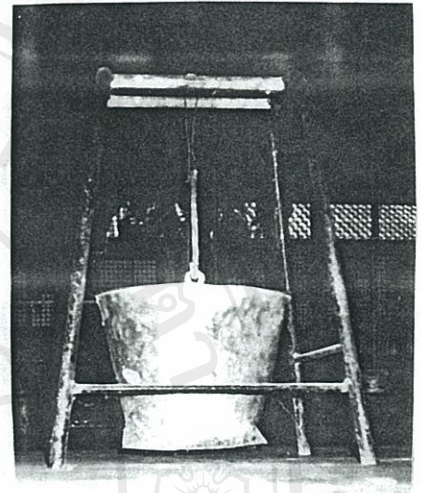
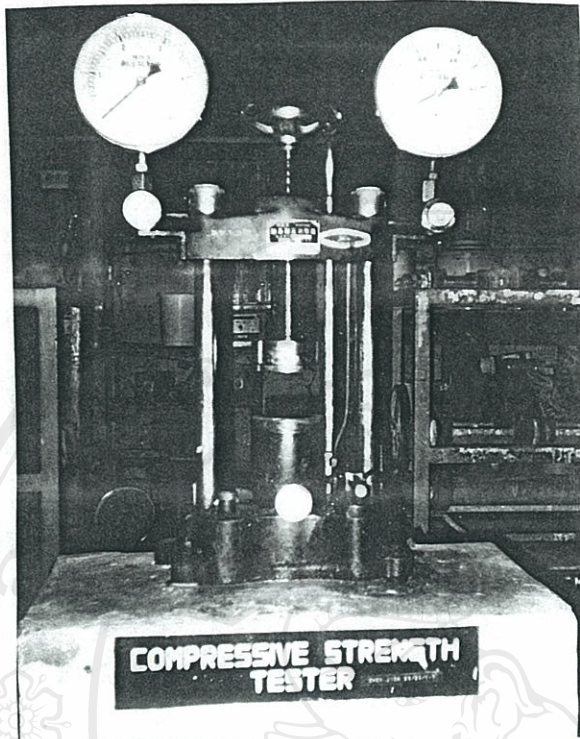
นำดินตัวอย่างอัดลงในแบบทำชิ้นทดสอบที่ทำด้วยปูนปลาสเตอร์ (ดังรูป 2.1) จะได้ชิ้นทดสอบที่มีขนาดเท่ากับ 3.2 x 3.4 x 0.6 ซม. ดังรูป 2.2 และ 1.0 x 10.0 x 1.0 ซม. ดังรูป 2.3 ซึ่งเป็นชิ้นทดสอบความพรุนตัว, การหดตัว, และการหาความแข็งแรงของการงอ (Bending strength)



รูป 2.1 แบบชิ้นทดสอบความพรุนตัวและการหดตัว

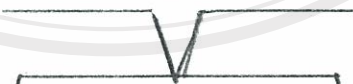
5. การหาค่าความแข็งแรงเมื่อแห้ง (Green Strength)

นำดินบ้านสันจกปกที่ไม่ผ่านการคัดขนาด (seiving) และผ่านการคัดขนาดมาทำชิ้นทดสอบขนาด 1.0 x 10.0 x 1.0 ซม. ปล่อยให้แห้งประมาณ 1 วัน จึงนำมาหาความแข็งแรงเมื่อแห้งก่อนเผา ตามรูป 2.4 ก และข ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ทำขึ้นเองโดยอาศัยหลักการรองรับน้ำหนัก ดังนั้นค่าที่ได้เป็นเพียงค่าเปรียบเทียบที่ใช้ในการทดลองนี้เท่านั้น

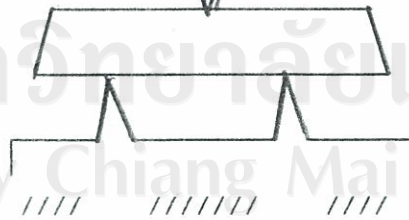


รูป 2.4 ก อุปกรณ์ทดสอบค่า Bending strength

น้ำหนัก



ชั้นทดสอบ



ตำแหน่งรับน้ำหนัก

← 2.1cm →

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 2.4 ข ลักษณะการวางชั้นทดสอบในการหาสัมประสิทธิ์ของการแตกของดินเหนียวเหนียว

นำมาหาน้ำหนักที่ได้จากการคำนวณสัมประสิทธิ์ของการแตกตัว ดังนี้

$$M = \frac{3WL}{2bd^2}$$

M = สัมประสิทธิ์ของการแตกตัว (modulus of rupture in kg/cm²)

W = น้ำหนักขณะที่เกิดการแตก (load at rupture in kg)

L = ระยะระหว่างจุดรับขึ้นทดสอบ (distance between supports in cm)

b = ความกว้างของชิ้นทดสอบ (width of specimen in cm)

d = ความหนาของชิ้นทดสอบ (depth of specimen in cm)

(6) การหาค่าการหดตัวเมื่อแห้ง (Drying shrinkage)

นำดินที่ร่อนและไม้อ่อนมาอัดทำเป็นชิ้นทดสอบ แล้ววัดความยาวของชิ้นทดสอบก่อนแห้ง และขณะยังไม่แห้ง

$$\% \text{ การหดตัว} = \frac{\text{ความยาวก่อนแห้ง} - \text{ความยาวที่แห้งแล้ว}}{\text{ความยาวก่อนแห้ง}} \times 100$$

2.5.2 การศึกษาสมบัติหลังเผาของดินแดงบ้านสันจกปก

นำดินบ้านสันจกปกที่ต้องการศึกษาสมบัติหลังเผาทั้งหมดมาทำชิ้นทดสอบ (test piece) ทั้งชิ้นทดสอบให้แห้งประมาณ 1 วัน แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 800, 900, 1060 1150, 1200 และ 1250 °C สมบัติที่จะทำการศึกษามีดังนี้

(1) สีที่ปรากฏหลังการเผา (Color appearance after firing)

สังเกตสีที่ปรากฏหลังเผาของชิ้นตัวอย่างแต่ละอุณหภูมิ ทำการเปรียบเทียบสีที่ปรากฏในแต่ละขนาด (mesh) และแต่ละอุณหภูมิ

(2) การหาค่าการหดตัว (total shrinkage)

วัดความยาวของชั้นทดสอบหลังการเผาของแต่ละอุณหภูมิ นำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวหลังเผา

$$\% \text{ Shrinkage} = \frac{\text{ความยาวก่อนเผา} - \text{ความยาวหลังเผา}}{\text{ความยาวก่อนเผา}} \times 100$$

(3) การหาค่าความพรุนตัว (porosity)

นำชั้นทดสอบหาความพรุนตัวที่ได้หลังการเผาแต่ละอุณหภูมิมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง เช็ดน้ำบริเวณผิวชั้นทดสอบให้แห้งแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก นำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าความพรุนตัว

$$\% \text{ Porosity} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนต้ม} - \text{น้ำหนักหลังต้ม}}{\text{น้ำหนักก่อนต้ม}} \times 100$$

(4) การหาค่าความแข็งแรงของการงอ (bending strength)

นำชั้นทดสอบที่ได้หลังการเผาแต่ละอุณหภูมิ มาหาเหมือนกับการหาค่า green strength

2.5.3 การหาความเหมาะสมของเนื้อดินที่มีคุณภาพในดินดิบบ้านสันจบก

3.1) การแยกขนาดของเม็ดดินบ้านสันจบก โดยใช้ตะแกรงมาตรฐาน

นำดินบ้านสันจบกที่ผ่านการบดด้วยวิธีของชาวบ้านมาหาขนาดของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรงมาตรฐานแยกขนาดโดยทำแบบแห้ง (Dry sieving) และแบบเปียก (Wet sieving)

(1) การแยกขนาดโดยวิธีแบบแห้ง (Dry sieving)

นำดินบ้านสันจกปมาปริมาณ 3.00 กิโลกรัม ใส่ตะแกรงมาตรฐาน (Seiving) ขนาด 16 mesh, 32 mesh, 60 mesh, 115 mesh, 250 mesh แล้วนำไปวางบนเครื่อง sieving, Retch, Japan ใช้เวลา Sieve แต่ละครั้งประมาณ 30 นาที จากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของดินที่ค้าง และที่ผ่านตะแกรงร่อน

(2) การแยกขนาดแบบเปียก (Wet sieving)

นำดินบ้านสันจกปมาปริมาณ 3.0 กิโลกรัม แช่น้ำประมาณ 24 ชั่วโมง เพื่อให้ดินยุ่ยไม่เกาะตัวกัน จากนั้นนำมาแยกขนาดโดยผ่านตะแกรง (sieving) ขนาด 16 mesh, 32 mesh, 60 mesh, 115 mesh และ 250 mesh

2.5.4 การปรับปรุงคุณภาพของดินบ้านสันจกป

ใช้ดินบ้านสันจกปที่เหมาะสมมาศึกษาดินปั้น Body และเผาที่อุณหภูมิ 1060 °C และดินปั้นที่นำมาศึกษามีดังนี้

1. Single body คือวัตถุดิบเป็นดินบ้านสันจกปเพียงอย่างเดียว
2. Body mixture คือดินปั้นที่มีวัตถุดิบเป็นดินบ้านสันจกปกับวัตถุดิบอื่นๆ เช่น ดินล้าปาง, ดินเกลลิน, ดนศรีวรรณ, ควอทซ์, เฟลสปาร์, โดโลไมท์

ดินปั้นที่มีสององค์ประกอบ (Two component) ที่ใช้มีดังนี้

ก. ดินบ้านสันจกปกกับดินผสม โดโลไมต์ ในอัตราส่วนดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 อัตราส่วนดินผสมดินแดงบ้านสันจกปกกับดิน โดโลไมต์

ส่วนผสม	อัตราส่วน	
	ดินบ้านสันจกปก	ดิน โดโลไมต์
1	50	50
2	60	40
3	70	30
4	80	20
5	90	10

ช. ดินบ้านสันจกปกกับดินลำปาง ในอัตราส่วนดังตาราง 2.2

ตาราง 2.2 ดินผสมดินแดงบ้านสันจกปกกับดินลำปาง

ส่วนผสม	อัตราส่วน	
	ดินบ้านสันจกปก	ดินลำปาง
1	50	50
2	60	40
3	70	30
4	80	20
5	90	10

ค. ดินบ้านสันจกปกกับควอทซ์ (Quartz) ในอัตราส่วนดังตาราง 2.3

ตาราง 2.3 อัตราส่วนผสมดินแดงบ้านสันจกปกกับควอทซ์

ส่วนผสม	ดินบ้านสันจกปก	Quartz
ร้อยละ	75	25

ดินปนทรายสามองค์ประกอบ (Three component) ที่ใช้มีดังนี้

ก. ผสมระหว่าง ดินบ้านสันจกปก : ดินเกลิน : เฟลสปาร์ ในอัตราส่วน

ดังตารางที่ 2.4

ตาราง 2.4 อัตราส่วนผสมระหว่างดินบ้านสันจกปก กับ ดินเกลิน และเฟลสปาร์

No.	อัตราส่วนผสม		
	ดินบ้านสันจกปก	ดินเกลิน	เฟลสปาร์
1	50	10	40
2	60	10	30
3	70	10	20
4	80	10	10
5	50	20	30
6	60	20	20
7	70	20	10
8	50	30	20
9	60	30	10
10	50	30	10

ข. ผลสมระหว่างดินบ้านสันจกปก กับดินคอมพาวน์ และดินศรีวรรณ โดยมี
อัตราส่วนดังตารางที่ 2.5

ตาราง 2.5 อัตราส่วนผลสมระหว่าง ดินบ้านสันจกปก กับดินคอมพาวน์ และดินศรีวรรณ

No.	อัตราส่วนผลสม		
	ดินบ้านสันจกปก	ดินคอมพาวน์	ดินศรีวรรณ
1	10	10	80
2	20	10	70
3	30	10	60
4	10	20	70
5	20	20	60
6	30	20	50
7	10	30	60
8	20	30	50
9	30	30	40
10	10	40	50
11	20	40	40
12	30	40	30
13	10	50	40
14	20	50	30
15	10	60	30

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ค. ผสมระหว่างดินบ้านสันจกปก กับ ดินลำปาง และแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ในอัตราส่วนดังตาราง 2.6

ตาราง 2.6 อัตราส่วนผสมระหว่างดินบ้านสันจกปก กับดินลำปาง และแคลเซียมคาร์บอเนต

No.	อัตราส่วนผสม		
	ดินบ้านสันจกปก	ดินลำปาง	แคลเซียมคาร์บอเนต
1	50	40	10
2	50	30	20
3	50	20	30
4	50	10	40

Multi component โดยผสมระหว่างดินบ้านสันจกปก กับ ดินเกาลิน กับ เฟลสปาร์ และ Quartz ในอัตราส่วนดัง ตาราง 2.7

ตาราง 2.7 อัตราส่วนระหว่างดินบ้านสันจกปก กับดินเกาลิน กับเฟลสปาร์ และQuartz

No	ดินบ้านสันจกปก	ดินเกาลิน	เฟลสปาร์	Quartz
1	80	10	10	3
2	80	10	10	5
3	80	10	10	7
4	80	10	10	10

3. การศึกษาการทำผลิตภัณฑ์

ทดลองขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีหล่อแบบ (Forming by casting) โดยเตรียมทำน้ำดิน (Slip clay) ตามสูตร body ที่ได้คัดเลือกสูตรที่น่าสนใจจากอัตราส่วนดินผสมในหัวข้อ

2.5.2 ตั้งขึ้น

1. Single body ขนาดของเม็ดดินที่น่าสนใจคือ

1.1 ดินบ้านสันจกปก - 60 เมช

1.2 ดินบ้านสันจกปก - 250 เมช

1.3 ดินบ้านสันจกปกล้างผ่านตะแกรงมุ้งลวด (ประมาณ 40 เมช)

2. Body mixture

2.1 Two component body

- ก. ดินบ้านสันจกปก + ดินผสมโดโลไมต์ อัตราส่วน 80 : 20
- ข. ดินบ้านสันจกปก + ดินล้าปาง อัตราส่วน 50 : 50
- ค. ดินบ้านสันจกปก + Quartz อัตราส่วน 75 : 25

2.2 Three component body

- ก. ดินบ้านสันจกปก + ดินเกาลิน + เฟลสปาร์ อัตราส่วน 80:10:10
- ข. ดินบ้านสันจกปก + ดินล้าปาง + แคลเซียมคาร์บอเนต อัตราส่วน 50 : 40 : 10 ตามลำดับ
- ค. ดินบ้านสันจกปก + ดินคอมพาวน์ + ดินศร้าวรณา อัตราส่วน 30 : 40 : 30

2.2 Multi component

- ก. ดินบ้านสันจกปก + ดินเกาลิน + เฟลสปาร์ + Quartz อัตราส่วน 80 : 10 : 10 : 10