

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

ผลการศึกษาริวิจัยเกี่ยวกับศึกษาผลของสารไดอะทอมไมต์ที่มีผลต่อคุณสมบัติความพรุนตัวของเนื้อดิน ตำบลบ้านแก่ง อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ มีผลดังนี้

#### 1. ชั้นศึกษาสมบัติของวัตถุดิบ

##### 1.1 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

1.1.1 ผลการทดลองของดิน ดินพื้นบ้านมีความเหนียวสูงสามารถตั้งอได้

1.1.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของดินพื้นบ้าน ตำบลบ้านแก่ง

อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ พบว่ามีสารประกอบต่างๆเจือปนในดินพื้นบ้านคิดเป็นร้อยละดังแสดงในตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงสารประกอบต่างๆ ที่เจือปนในดินพื้นบ้าน

สารประกอบ	SiO <sub>4</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO <sub>2</sub>	LOI
ร้อยละ	57.2	21.0	6.3	0.7	0.9	2.5	0.8	1.1	0.1	8.0

(ที่มา: ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา จังหวัดลำปาง)

1.1.3 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของไดอะทอมไมต์ พบว่ามีสารประกอบเจือปนคิดเป็นร้อยละดังตารางที่ 4.2

#### Typical Chemical Analysis Diatomite

Major Elements	Calcined D.E. in weight %	Flux -Calcined D.E. in weight %
SiO <sub>2</sub>	88 - 95	90 - 96
Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.8 - 3.2	0.75 - 1.5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.4 - 2.1	0.43 - 1.10
Na <sub>2</sub> O	0.1 - 0.8	1.35 - 4.70
K <sub>2</sub> O	ND - 0.25	ND < 0.07
CaO	0.9 - 3.0	0.10 - 0.24
MgO	0.16 - 0.80	0.06 - 0.13

ตารางที่ 4.2 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของ ไดอะทอมไมต์

( ที่มา [http://www\\_dicalite-europe\\_com-diatom\\_jpg](http://www_dicalite-europe_com-diatom_jpg) ของ Google.mht)

## 2. ขั้นตอนการผลิต

2.1 การเตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้โดยใช้อัตราส่วนในการผสมระหว่าง ดิน

พื้นบ้าน ททราย และ ไดอะทอมไมต์ จากนั้นก็นำมาบดผสมเข้าด้วยกันในอัตราส่วนที่กำหนดไว้ตามตาราง สามเหลี่ยม รวมทั้งหมด 36 สูตร แล้วอัดลงในแท่งทดลองขนาด กว้าง 2 เซนติเมตร สูง 1 เซนติเมตร ความยาว 10 เซนติเมตร จากผลการทดลองปรากฏว่าสามารถขึ้นรูปแบบพิมพ์กดได้จำนวนทั้งหมด 15 แท่ง 15 สูตร ส่วนที่เหลือไม่สามารถขึ้นรูปได้เนื่องจากปริมาณทรายและสารไดอะทอมไมต์ มีปริมาณ ส่วนผสมมาก ซึ่งคุณสมบัติของทรายและ สารไดอะทอมไมต์จะไม่มีความเหนียว จากนั้นก็นำไปศึกษาใน ขั้นตอนต่อไป

2.2 จากการศึกษาผลของการทดสอบการเผาแท่งทดลองที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ใช้เตาไฟฟ้าเผาในบรรยากาศแบบไม่สมบูรณ์ (Oxidation Firing: OF) ผลการเผาทดลองปรากฏว่า ชิ้นงาน ไม่มีความเสียหาย แต่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีของแท่งทดลองแล้วบันทึกผล จากนั้นก็นำแท่งทดลอง ไปทดสอบในขั้นตอนต่อไป

## 3. ทดสอบคุณสมบัติของแท่งทดลอง

จากการนำแท่งทดลองที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส มาทดสอบคุณสมบัติ ดังนี้ คือ ทดสอบการหดตัวของเนื้อดิน การดูดซึมน้ำ ความแข็งแรง และการเปลี่ยนแปลงลักษณะสีของดิน สามารถแสดงผลการทดลองดังตารางที่ 4.3 การศึกษาผลของสารไดอะทอมไมต์ที่มีผลต่อคุณสมบัติความพรุนตัวของเนื้อดิน

ขั้นตอนการศึกษาผลของสารไดอะทอไมต์ที่มีผลต่อคุณสมบัติความพรุนตัวของเนื้อดิน

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงคุณสมบัติหลังการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส

สูตรที่	คุณสมบัติหลังจากผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 800°C				
	การหดตัวของเนื้อดิน (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำของเนื้อดิน (ร้อยละ)	น้ำหนักของเนื้อดิน (ร้อยละ)	ความแข็งแรง (กก./ซม. <sup>2</sup> )	การเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อดิน
1	10	18.74	12.66	46.66	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวเนียนเรียบ
2	9	19.71	15.29	45.33	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวเนียนเรียบ
3	9	23.86	33.60	40	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวเนียนเรียบ
4	8	19.82	9.82	33.33	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวเนียนเรียบ
5	10	26.49	9.48	28	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวเนียนเรียบ
6	9	37.54	9.56	26	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวแตกรายเล็กน้อย
7	8	19.59	8.35	33.33	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวแตกรายเล็กน้อย
8	9	27.89	8.15	25.33	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวแตกรายเล็กน้อย
9	7	41.23	8.00	18.66	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวแตกรายเล็กน้อย
10	6	53.50	7.94	32	สีน้ำตาลอ่อนหรือสีเปลือกไข่ไก่, ผิวไม่เรียบแตกรานแยกตัว, มีรูพรุน
11	6	20.62	6.54	20.66	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวเรียบหยาบ
12	6	30.00	5.58	26.66	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวเรียบ, มีรูพรุน
13	-	-	-	-	-
14	4	54.51	6.37	24	สีน้ำตาลอ่อนหรือสีเปลือกไข่, ผิวไม่เรียบแตกรานแยกตัว, มีรูพรุน
15	-	-	-	-	-
16	6	20.41	4.07	18.66	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวแตกรานแยกตัว
17	6	41.03	5.16	13.33	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวไม่เรียบแตกรานแยกตัว, มีรูพรุน
18-36	-	-	-	-	ขึ้นรูปไม่ได้, ไม่มีความเหนียว

ตารางที่ 4.4 แสดงลักษณะพื้นผิวของเนื้อดินก่อนเผาและหลังเผา

สูตรที่	ก่อนเผา	หลังเผา
1	สีเทาอ่อนข้างดำ, มีความเหนียว, ขึ้นรูปง่าย	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวเนียนเรียบ, มีรูพรุน
2	สีเทาอ่อนข้างดำ, มีความเหนียว, ขึ้นรูปง่าย	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวเนียนเรียบ, มีรูพรุน
3	สีเทาอ่อนข้างดำ, มีความเหนียว, ขึ้นรูปง่าย	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวเนียนเรียบ, มีรูพรุน
4	สีเทาอ่อนข้างดำ, มีความเหนียว, ขึ้นรูปง่าย	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวเนียนเรียบ, มีรูพรุน
5	สีเทา, มีความเหนียวน้อย, ขึ้นรูปได้	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวเนียนเรียบ, มีรูพรุน
6	สีเทา, เหนียวเล็กน้อย, ขึ้นรูปได้, ผิวแตกรานเล็กน้อย	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวแตกรานเล็กน้อย, มีรูพรุนเพิ่มขึ้น
7	สีเทา, เหนียวเล็กน้อย, ขึ้นรูปได้, ผิวเรียบรานเล็กน้อย	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวแตกรานเล็กน้อย, มีรูพรุนเพิ่มขึ้น
8	สีเทา, เหนียวเล็กน้อย, ขึ้นรูปได้, ผิวเรียบรานเล็กน้อย	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวแตกรานเล็กน้อย, มีรูพรุนเพิ่มขึ้น
9	สีเทา, เหนียวเล็กน้อย, ขึ้นรูปได้, ผิวแตกรานเล็กน้อย	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวแตกรานเล็กน้อย, มีรูพรุนเพิ่มขึ้น
10	สีเทา, เหนียวเล็กน้อย, ขึ้นรูปได้, ผิวแตกรานเล็กน้อย	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวแตกรานเล็กน้อยผิวไม่เรียบแตกรานแยกตัว, มีรูพรุนเพิ่มขึ้น
11	สีเทา, เหนียวเล็กน้อย, ขึ้นรูปได้, ผิวหยาบ	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวเรียบหยาบ, มีรูพรุนเพิ่มขึ้น
12	สีเทา, เหนียวเล็กน้อย, ขึ้นรูปได้, ผิวหยาบ, แตกรานเล็กน้อย	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวแตกรานเล็กน้อยผิวไม่เรียบแตกรานแยกตัว, มีรูพรุนเพิ่มขึ้น
13	ขึ้นรูปไม่ได้, ไม่มีความเหนียว	-
14	สีน้ำตาลทรายอ่อน, เหนียวเล็กน้อย, ขึ้นรูปได้, ผิวหยาบ, แตกรานเล็กน้อย	สีน้ำตาลอ่อน, ผิวไม่เรียบแตกรานแยกตัว, มีรูพรุนเพิ่มขึ้น
15	ขึ้นรูปไม่ได้, ไม่มีความเหนียว	-
16	สีเทา, เหนียวเล็กน้อย, ขึ้นรูปได้, ผิวหยาบ, แตกรานเล็กน้อย	สีน้ำตาลอิฐ, ผิวหยาบแตกรานแยกตัว, มีรูพรุนเพิ่มขึ้น
17	สีเทา, เหนียวเล็กน้อย, ขึ้นรูปได้, ผิวหยาบ, แตกรานแยกตัว	สีน้ำตาลอ่อน, ผิวไม่เรียบแตกรานแยกตัว, มีรูพรุนเพิ่มขึ้น
18-36	ขึ้นรูปไม่ได้, ไม่มีความเหนียว	-

ตารางที่ 4.5 แสดงสมบัติของแท่งทดลองหลังจากการเผาของดินบ้านแก่ง อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์

สูตรที่	คุณสมบัติหลังจากผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 800°C ของดินบ้านแก่ง				
	การหดตัวของเนื้อดิน (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำของเนื้อดิน (ร้อยละ)	น้ำหนักของเนื้อดิน (ร้อยละ)	ความแข็งแรง (กก./ซม. <sup>2</sup> )	การเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อดิน
1	10	13.52	9.90	58	น้ำตาลอิฐ, มีความเหนียวมาก

จากตารางที่ 4.5 แสดงสมบัติของแท่งทดลองหลังจากการเผาของดินบ้านแก่ง อำเภอเมือง จังหวัด นครสวรรค์ พบว่า

3.1 ค่าความแข็งแรงทดสอบโดยใช้เครื่อง ทดสอบความแข็งแรง โดยการนำแท่งทดลองที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส มาวัดค่าแล้วคำนวณด้วยสูตรดังต่อไปนี้

สูตร การคำนวณหาค่าความแข็งแรงของแท่งทดสอบสี่เหลี่ยม

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

เมื่อ M = ค่าของความแข็งแรง (หน่วย Kg./cm.<sup>2</sup>)

P = แรงกดที่ทำให้แท่งทดลองหัก (Kg.)

L = ระยะห่างของแท่งรองทดลอง (cm.)

b,d = ความกว้างและความหนาของแท่งทดลอง (cm.)

3.2 การดูดซึมน้ำของเนื้อดินทดสอบ โดยการต้มแท่งทดลองในน้ำเดือด 1 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้อีก 24 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งคำนวณค่าตามสูตรดังต่อไปนี้

$$A = \frac{W-D}{D} \times 100$$

A = เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ

W = น้ำหนักของดินที่อิ่มตัว

D = น้ำหนักของดินที่แห้ง

จากการคำนวณค่าการดูดซึมน้ำ สูงสุด 1 สูตร และต่ำสุด 1 สูตร พบว่าการดูดซึมน้ำของสูตรที่ 14 มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุด คือ 45.824 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 1 มีค่าการดูดซึมน้ำต่ำสุดคือ 14.748 เปอร์เซ็นต์

3.3 การเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อดิน มีการทดสอบโดยใช้การมองด้วยตาเปล่า ว่ามีการเปลี่ยนแปลง มากน้อยเพียงใด โดยพบว่า สูตรที่ 10,14 มีสีน้ำตาลอ่อน และสูตรที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,15,16,17 มีสีน้ำตาลส้ม

3.4 จากการทดสอบแท่งทดลอง สูตรที่มีคุณสมบัติผ่านเกณฑ์มีอยู่ 2 สูตรด้วยกันแต่ได้เลือกมา เพียง 1 สูตรเท่านั้น คือ สูตรที่ 14 ซึ่งมีคุณสมบัติดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.6 แสดงคุณสมบัติของแท่งทดลองที่ผ่านเกณฑ์

สูตรที่	คุณสมบัติหลังจากการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส				
	การหดตัวของเนื้อดิน(ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำของเนื้อดิน(ร้อยละ)	น้ำหนักของเนื้อดิน(ร้อยละ)	ความแข็งแรง (กก./ซม. <sup>2</sup> )	การเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อดิน
14	3	54.51	2.920	58	น้ำตาลอ่อน

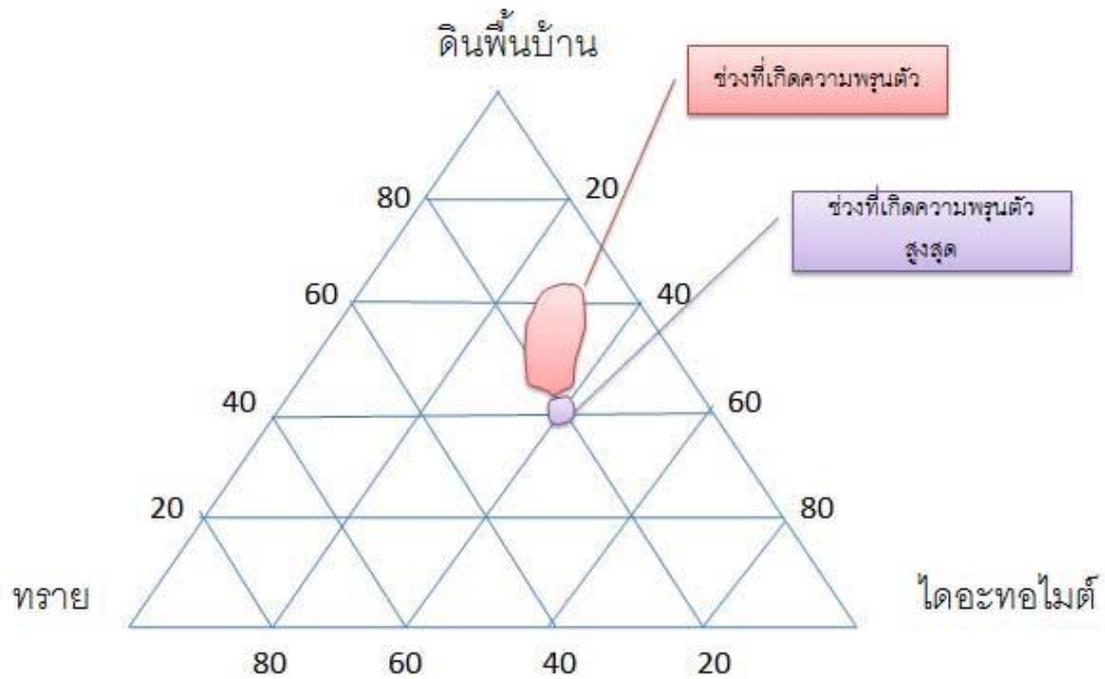
จากตารางที่ 4.6 พบว่าสูตรที่ 14 มีการหดตัวของเนื้อดิน 3 เปอร์เซ็นต์ มีการดูดซึมน้ำของเนื้อดิน 54.51 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักของเนื้อดิน 2.920 เปอร์เซ็นต์ ความแข็งแรง 3 เปอร์เซ็นต์ และมีการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อดิน มีสีน้ำตาลอ่อน

จากคุณสมบัติของแท่งทดลองที่ผ่านเกณฑ์จึงสรุปอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.7 แสดงอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ

สูตรที่	วัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมคิดเป็นร้อยละ			
	ดินพื้นบ้าน	ทราย	ไดอะทอมไมต์	รวม
14	40	20	40	100

จากตารางที่ 4.7 พบว่า คุณสมบัติเด่นของดินพื้นบ้านมีความพรุนตัว (Porosity) อยู่แล้ว เมื่อได้ผสมสารไดอะทอมไมต์เข้าไปอีก 40 เปอร์เซ็นต์ ก็ยิ่งไปเพิ่มความพรุนตัวเข้าไปอีก สำหรับทรายอีก 20 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวช่วยในเรื่องของการทรงตัวของเนื้อดิน ทำให้สามารถทรงตัวได้ในกรณีการขึ้นรูปทรง จากการสังเกตด้วยตาเปล่าจะเห็นว่า มีรูพรุนเล็กๆ จะกระจายอยู่ในเนื้อดินทดสอบ ซึ่งเป็นเหตุทำให้เนื้อดินมีการดูดซึมน้ำของเหลวได้ดี



ตารางที่ 4.8 แสดงผลช่วงที่เกิดความพรุนตัว (Porosity) สูงสุด

จากตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าในช่วงที่เกิดความพรุนตัวสูงสุด จะมีปริมาณส่วนผสมของดินเหนียวเท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณของโดอะทอไมต์เท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ และทรายอีก 20 เปอร์เซ็นต์