

# บล็อกประสานจากหน้าดินขาว

## INTERLOCKINGBLOCK PRODUCT FROM CAOLINITE TOP SOIL

นายวุฒินัย กกกำแหง(Mr.Wutinai Kokkamhaeng)<sup>1</sup>

นายนรา รัตนวงศ์ (Mr.Nara Rattanawong)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>วิศวกรโยธา ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีชุมชนบท สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย Wutinai@hotmail.com

<sup>2</sup>นักวิชาการ 8 ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีชุมชนบท สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

**บทคัดย่อ :** งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการรับกำลังอัดของบล็อกประสานที่ผลิตจากหน้าดินจากเหมืองดินขาว หน้าดินขาวเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตดินขาวเพื่ออุตสาหกรรม ซึ่งมีจำนวนมาก และเป็นปัญหาในการกำจัดของเหมืองแร่ ขอบเขตของงานวิจัย จะใช้หน้าดินขาวจากเหมืองแร่ Mineral Resources Development จังหวัดระนอง เป็นวัตถุดิบในการผลิตบล็อกประสาน ผสมวัสดุคิบบที่อัตราส่วน หน้าดินต่อปูนซีเมนต์ เท่ากับ 1:5,1:7 และ1:9 โดยน้ำหนัก ทดสอบหลังการอัดที่ระยะเวลา 3,7,14 และ28 วัน เพื่อศึกษาพฤติกรรมการรับกำลังอัดที่ระยะเวลาต่างๆ ผลการวิจัยพบว่าบล็อกประสานที่ผลิตได้จากหน้าดินขาวมีความสามารถในการรับกำลังอัดสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้สำหรับบล็อกประสาน(มาตรฐานในการรับกำลังอัดของบล็อกประสาน ต้องไม่ต่ำกว่า 70 กก./ตร.ซม.) จากการวิจัยสรุปได้ว่าหน้าดินขาวสามารถนำมาใช้ผลิตบล็อกประสานได้เป็นอย่างดีจึงนับได้ว่าเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งมาสร้างมูลค่าเพิ่ม และเป็นการลดวัสดุเหลือทิ้งทำให้ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

**ABSTRACT:** This research have objective to study about compressive strength of Interlocking Block made from Kaolinite top soil. Kaolinite top soil is a waste from kaolin factory. Disposal of this waste is one of the problems encountered. This research use Kaolinite top soil from Mineral Resources Development Ranong to made Interlocking Block at soil/cement ratio by weight of 1:5,1:7 and 1:9 and test compressive strength at 3,7,14 and 28 days after production. The research results showed that Interlocking Block from Kaolinite top soil has compressive strength over minimum standard of 70 ksc. This research showed that Kaolinite top soil can be use to produce Interlocking Block. This helps dispose as well as create value-added to the waste.

**KEYWORDS:** Interlocking Block, Kaolinite Interlocking Block, Kaolinite top soil, Kaolin Interlocking Block

### 1. บทนำ

บล็อกประสานเป็นวัสดุก่อสร้างชนิดหนึ่งที่มีความนิยมนับเป็นอย่างมากในปัจจุบัน โดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ เช่น ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆที่มีความเหมาะสม ผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม นำมาอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแท่ง (Cinva Ram) บ่มด้วยความชื้นไม่น้อยกว่า 7 วัน ให้บล็อกแข็งตัว จะได้บล็อกประสานที่มีความแข็งแรง

สามารถนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารในระบบผนังรับน้ำหนัก หรือก่อสร้างเป็นถังเก็บน้ำได้อย่างรวดเร็ว สวยงามและประหยัด

หน้าดินขาวจากเหมืองดินขาวระนองเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตดินขาว(Kaolin) และเป็นปัญหาอย่างหนึ่งที่เหมืองแร่ต้องประสบอยู่เกี่ยวกับการกำจัด โดยหน้าดินขาวจะเป็นส่วนหน้าสุดของเหมืองแร่ดินขาว ที่จะต้องขุดออกเพื่อเปิดหน้าดินให้ถึงชั้นที่มีดินขาวอยู่จึงสามารถขุดนำมาเข้า

กระบวนการผลิตดินขาวได้ หน้าดินขาวเป็นหน้าดินในเมืองแร่ดินขาวซึ่งมีความลึกตั้งแต่ผิวดินลงไปจนถึงความลึกประมาณ 3 เมตร โดยในเมืองแร่จะมีสายแร่ที่มีความกว้างประมาณ 1 กิโลเมตร ยาวประมาณ 10 กิโลเมตร ซึ่งคิดเป็นเนื้อดินประมาณ 30 ล้านลูกบาศก์เมตร หน้าดินขาวเกิดจากการผุพังของหินแกรนิตเป็นส่วนใหญ่ โดยมีองค์ประกอบหลักคืออลูมินา ( $Al_2O_3$ ) และซิลิกา ( $SiO_2$ ) ที่เหลือมักเป็นแร่ธาตุต่างๆเช่น แคลเซียม คออร์ต และเฟลสปาร์ [1] ดังนั้นจากองค์ประกอบที่มีอยู่จึงน่าจะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตบล็อกประสานได้

เนื่องจากการผลิตบล็อกประสานจากหน้าดินขาวยังไม่เคยมีการวิจัยมาก่อนทางสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยจึงเห็นควรให้ศึกษาถึงความเหมาะสมในการผลิตบล็อกประสานจากหน้าดินขาวอย่างจริงจังซึ่งนอกจากเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งแล้วยังเป็นการลดมลภาวะที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การผลิตบล็อกประสานให้ได้คุณภาพ

ความแข็งแรงของบล็อกประสานนั้นมีหลักการคล้ายๆกับการรับกำลังของดินซีเมนต์ (Soil Cement) คือความสามารถในการรับกำลังจะขึ้นอยู่กับคุณภาพมวลรวม ขนาดคละ และปริมาณปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ถึงแม้ว่าบล็อกประสานจะถูกอัดด้วยเครื่องอัดกำลังสูงแต่ก็ยังคงมีช่องว่างระหว่างอนุภาคอยู่ และการเชื่อมประสานด้วยซีเมนต์ไม่ได้เติมเต็มในช่องว่างระหว่างมวลดินดังเช่นคอนกรีต แต่จะเกิดการเชื่อมประสานกันที่จุดสัมผัสและส่งถ่ายกำลังไปสู่อนุภาคของมวลดิน[2] ดังนั้นถ้ามวลดินมีขนาดคละที่ดี และมีอนุภาคที่แข็งแรง รวมถึงการผสมปูนซีเมนต์ให้เข้ากันอย่างทั่วถึงในปริมาณที่พอดีก็จะทำให้ความสามารถในการรับกำลังของก้อนบล็อกประสานสูงตามไปด้วย

### 2.2 การคัดเลือกวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่เหมาะสมในการผลิตบล็อกประสาน ต้องเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงของเม็ดดินและมีค่าพลาสติกซึ่ต่ำๆ เพราะดินที่มีค่าพลาสติกซึ่สูงจะมีการเสีรูปร่างมากเมื่อมีความชื้นแตกต่างกัน และอาจทำให้เกิดการแตกร้าวภายในบล็อกประสาน

ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความสามารถในการรับกำลัง ดังนั้นการคัดเลือกวัตถุดิบจึงอาศัยการจำแนกตามมาตรฐานของ AASHTO โดยวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมในการผลิตจะจัดอยู่ในชั้นคุณภาพตั้งแต่ A-1 จนถึง A-5 ส่วนวัตถุดิบชั้นคุณภาพ A-6 และ A-7 ไม่มีความเหมาะสมเพราะมีความเป็นดินเหนียวมากเกินไป [3]

## 3. ระเบียบวิธีวิจัย

### 3.1 วัสดุที่ใช้

ในการวิจัยนี้ใช้หน้าดินขาวจากเมืองแร่ดินขาวของบริษัท มินเนอรัล รีซอร์ซเซส ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด ซึ่งตั้งอยู่ที่ ต.ส้มป่น อ.เมือง จ.ระนอง ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพแสดงลักษณะดินชั้นต่างๆในเมืองแร่ดินขาว

หน้าดินขาวที่ได้จากเมืองแร่มีลักษณะเนื้อเป็นดินปนทราย มีสีขาวอมเหลืองเนื้อละเอียด ไม่มีความเหนียว และมีปริมาณเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก และยังมีปัญหาการกำจัดเนื่องจากต้องขุดออกแล้วนำไปหาพื้นที่ในการกองเก็บเพราะตัวเนื้อดินขาวที่จะนำมาเข้ากระบวนการคัดแยกจะอยู่ในชั้นที่ลึกลงไป

### 3.2 ขั้นตอนการวิจัย

อบหน้าดินขาวให้แห้งบดร่อนด้วยเครื่องบดร่อน ทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมของหน้าดินขาว วิเคราะห์ผลการทดสอบคุณสมบัติด้านต่างๆ ผลิตก้อนบล็อกประสานที่ใช้ทดสอบด้วยอัตราส่วนของปูนซีเมนต์ต่อหน้าดินขาวเท่ากับ 1:5, 1:7 และ 1:9 นำมาอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดก้อนบล็อกประสาน บ่มด้วยสภาพที่มีความชื้น แล้วนำมาทดสอบความต้านทานกำลังอัดที่อายุ 3,7,14 และ 28วัน และทดสอบค่าการดูดกลืนน้ำ เพื่อศึกษา

พฤติกรรมการรับกำลังที่เกิดขึ้นที่ช่วงอายุต่างๆ และค่าการดูดซึมน้ำที่เกิดขึ้น นำมาเขียนกราฟ และเปรียบเทียบผลการวิจัยที่ได้กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก” (Standara for Hollow Load – Bearing Concrete Masonry, มอก.57-2530) [4]

#### 4. ผลการวิจัย

##### 4.1 คุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมของหน้าดินขาว

จากการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมของหน้าดินขาวพบว่ามีความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน (GS) 2.67 ค่าดัชนีพลาสติกซิตี (Plasticity Index) 9.85 เมื่อนำมาทดสอบหาขนาดกละ (Grain Size Distribution) ด้วยวิธีการร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐาน พบว่ามีค่าการกระจายตัวดังแสดงในตารางที่ 1

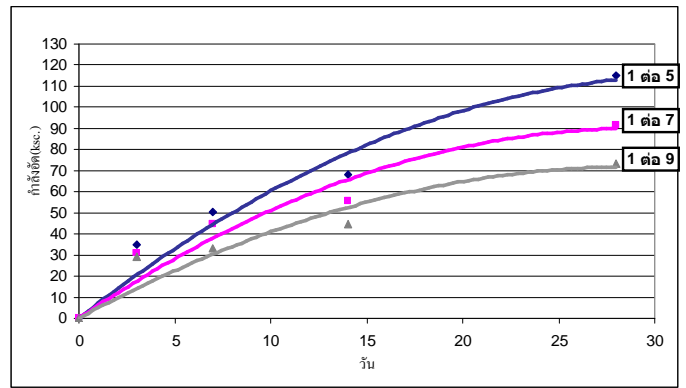
ตารางที่ 1 ค่าการกระจายตัวของเม็ดดินหน้าดินขาว

ขนาดตะแกรง	เปอร์เซ็นต์การร่อนผ่านตะแกรง	เปอร์เซ็นต์การค้างตะแกรง	เปอร์เซ็นต์การค้างตะแกรงสะสม
เบอร์ 4	100	0	0
เบอร์ 10	95	5	5
เบอร์ 40	51	44	49
เบอร์ 200	44	12	61

เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลพบว่าหน้าดินขาวจัดเป็นวัสดุในชั้นคุณภาพ A-4 ซึ่งจัดเป็นวัสดุที่สามารถนำมาใช้ผลิตบล็อกประสาน ได้เพราะมีปริมาณดินเหนียวไม่มากเกินไป และยังมีส่วนที่เป็นเม็ดแข็งที่ส่งผลดีต่อความสามารถในการรับกำลังของบล็อกประสาน [5] รวมทั้งยังมีสีส้มที่สวยงามอีกด้วย

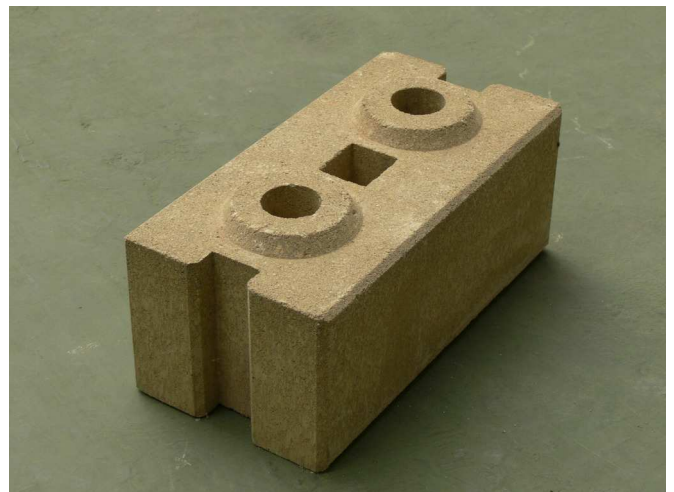
##### 4.2 ความสามารถในการรับกำลังอัดที่อายุการบ่มต่างๆ

จากผลการวิจัยพบว่ากำลังอัดของบล็อกประสานจะมีพฤติกรรมที่ไม่แตกต่างจากบล็อกประสานที่ผลิตจากวัสดุคัดเลือกชนิดอื่นๆ คือค่าความสามารถในการรับกำลังอัดจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มก้อนบล็อกประสานจนถึงช่วงเวลานึ่งหลังจากนั้นค่าการรับกำลังจะเพิ่มขึ้นน้อยลงมาก ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กำลังอัดบล็อกประสานที่อัตราส่วนผสม และอายุการบ่มต่างๆ

ประสานหน้าดินขาวจะมีกำลังอัดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงสองสัปดาห์แรก หลังจากนั้นกำลังอัดจะค่อยๆเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงสัปดาห์ที่สาม และหลังจากนั้นกำลังอัดจะค่อยๆเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆอย่างต่อเนื่องแต่ยังไม่หยุดลงที่ทีเดียวในช่วงสัปดาห์ที่สี่ ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่ากำลังอัดของบล็อกประสานจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระยะเวลาที่ผ่านไปแม้จะเลย 28 วันไปแล้วก็ตาม แต่กำลังส่วนที่เพิ่มขึ้นหลัง 28 วันจะมีค่าไม่มากนักเมื่อเทียบกับระยะเวลาที่ผ่านไป และเมื่อเทียบกับกำลังในช่วง 28 วันแรก ดังนั้นในการศึกษานี้จึงเลือกใช้การทดสอบความสามารถในการรับกำลังที่ 28 วันเป็นตัวแทนของความสามารถในการรับกำลังของบล็อกประสานหน้าดินขาว ภาพบล็อกประสานที่ผลิตได้จากหน้าดินขาวดังแสดงในภาพที่ 3

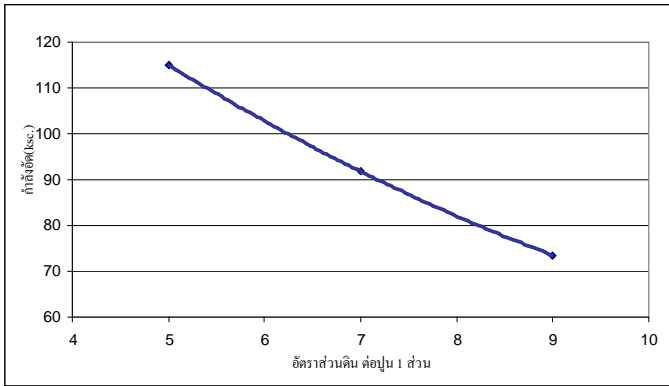


ภาพที่ 3 ภาพแสดงบล็อกประสานที่ผลิตจากหน้าดินขาว

##### 4.3 ความสามารถในการรับกำลังอัดที่อัตราส่วนผสมต่างๆ

จากการวิจัยพบว่าด้านทานแรงอัดของบล็อกประสานหน้าดินขาวจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผสมเพิ่มเข้า

ไปดังแสดงในภาพที่ 2 โดยที่อัตราส่วนผสม 1:5, 1:7 และ 1:9 มีค่าต้านทานกำลังอัดที่ 28 วันเท่ากับ 115, 91.8 และ 73.5 ksc. ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4

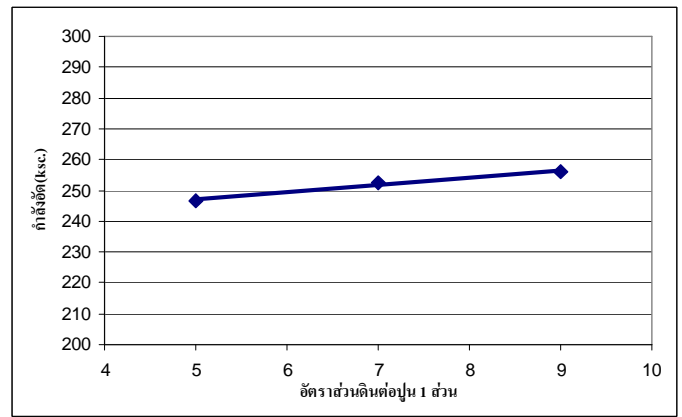


ภาพที่ 4 กำลังอัดของบล็อกประสานที่อัตราส่วนผสมต่างๆ

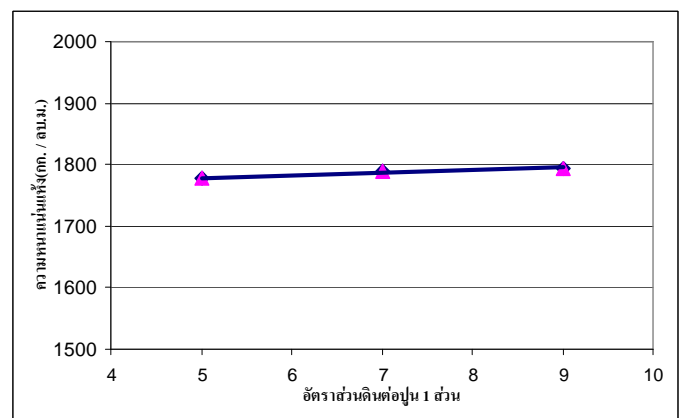
มาตรฐานการรับกำลังของบล็อกประสานอ้างอิงจากมาตรฐานคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก(มอก.57-2530) โดยกำหนดมาตรฐานการรับกำลังอัดต่ำสุดเท่ากับ 70 ksc. ซึ่งจากการวิจัยพบว่าหน้าดินขาวสามารถนำมาผลิตบล็อกประสานให้มีค่าการรับกำลังอัดสูงกว่ามาตรฐานได้ถึงแม้จะใช้อัตราส่วนที่ 1:9 ก็ตาม แต่อย่างไรก็ดีค่าการรับกำลังอัดที่อัตราส่วนผสม 1:9 มีค่าสูงกว่ามาตรฐานน้อยมาก ซึ่งในการผลิตจริงอาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้นและอาจทำให้ค่าการรับกำลังต่ำกว่ามาตรฐานได้ ดังนั้นในการผลิตจริงจะต้องมีการเผื่อกำลังไว้เพื่อค่าเบี่ยงเบนจากผลกระทบต่างๆ จึงควรเลือกกำลังที่จะใช้ในการผลิตจริงให้มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อย ซึ่งจากกราฟพบว่าถ้าเลือกค่ากำลังที่ 90 ksc. จะได้อัตราส่วนผสมที่ 1:7 ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนที่ไม่แตกต่างจากการเลือกใช้วัสดุคัดเลือกอื่นๆ แต่อย่างไร

#### 4.4 การดูดกลืนน้ำและความหนาแน่นแห้งที่อัตราส่วนผสมต่างๆ

ค่าการดูดกลืนน้ำ และค่าความหนาแน่นแห้งของบล็อกประสานหน้าดินขาวที่แต่ละอัตราส่วนผสมมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก โดยจากการวิจัยพบว่าที่อัตราส่วนผสม 1:5 1:7 และ 1:9 มีค่าดูดกลืนน้ำเท่ากับ 247,253 และ 256 กก./ลบ.ม. และมีค่าความหนาแน่นแห้งเท่ากับ 1,777,788 และ 1,794 กก./ลบ.ม. ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 5 และภาพที่ 6



ภาพที่ 5 ค่าการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสานหน้าดินขาวที่อัตราส่วนผสมต่างๆ



ภาพที่ 6 ค่าความหนาแน่นแห้งของบล็อกประสานหน้าดินขาวที่อัตราส่วนผสมต่างๆ

เมื่อเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนน้ำ และความหนาแน่นแห้งตามมาตรฐานคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก(มอก.57-2530)กับค่าที่ได้จากการวิจัยพบว่าบล็อกประสานหน้าดินขาวมีค่าดูดกลืนน้ำเมื่อเทียบกับความหนาแน่นแห้งสูงกว่ามาตรฐาน คือในช่วงความหนาแน่นแห้ง 1,761 ถึง 1,840 จะยอมให้มีค่าดูดกลืนน้ำได้ไม่เกิน 256 กก./ลบ.ม. แต่บล็อกประสานหน้าดินขาวมีค่าดูดกลืนน้ำสูงสุดคือ 256 กก./ลบ.ม. ซึ่งไม่เกินข้อกำหนด แต่ก็ยังถือได้ว่ามีค่าการดูดกลืนน้ำค่อนข้างสูง

## 5. สรุปผลการวิจัย

บล็อกประสานหน้าดินขาวจะมีความสามารถในการรับกำลังเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาที่บ่ม และค่าการรับกำลังจะไม่ค่อยเพิ่มขึ้นหลังจากผ่านการบ่มแล้ว 28 วัน

กำลังอัดของบล็อกประสานหน้าดินขาวที่ 28 วัน ที่อัตราส่วนผสม 1:5 1:7 และ 1:9 มีกำลังอัดเท่ากับ 115, 91.8 และ 73.5 ksc.

โดยมีค่าดูดกลืนน้ำเท่ากับ 247,253 และ 256 กก./ลบ.ม. และค่าความหนาแน่นแห้งเท่ากับ 1,777 1,788 และ 1,794 กก./ลบ.ม. ตามลำดับซึ่งทั้งสามอัตราส่วนมีค่าสูงกว่ามาตรฐานของคอนกรีตบดอัดรับน้ำหนัก

บดอัดประสานหน้าดินขาวที่อัตราส่วน 1:9 ถึงแม้จะมีค่าการรับกำลัง และการดูดกลืนน้ำที่สูงกว่ามาตรฐานก็ตาม แต่ก็มีค่าสูงกว่าไม่มากนัก ดังนั้นหากต้องการนำไปผลิตเพื่อใช้งาน หรือเพื่อการค้าจริงควรเลือกสูตรที่อัตราส่วนปูนมากขึ้น

หน้าดินขาวสามารถนำมาใช้ผลิตบดอัดประสานได้เป็นอย่างดี และมีคุณภาพไม่แตกต่างจากวัสดุคัดเลือกอื่นๆแต่อย่างใด แต่ข้อดีข้อดีก็คือ หน้าดินขาวเป็นวัสดุเหลือทิ้งซึ่งไม่จำเป็นต้องซื้อหาแต่อย่างใด รวมทั้งยังมีสีที่สวยงาม และยังเป็นการผลิตผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากในกระบวนการผลิตดินขาวจะต้องมีการขุดเปิดหน้าดินทิ้งเพื่อนำดินขาวมาเข้ากระบวนการคัดแยกเพื่อผลิตดินขาว ดังนั้น การนำหน้าดินขาวมาใช้ผลิตบดอัดประสานจึงเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือทิ้ง ตลอดจนเป็นการลดมลภาวะที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่งด้วย

## 6. บรรณานุกรม

- [1] บรรยง แบบประเสริฐ, ดินขาวและประโยชน์
- [2] สุภกิจ นนทนานันท์, เอกสารประกอบการสอน การปรับปรุงคุณภาพดิน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [3] วุฒินัย กกกำแหง, 2551.การผลิตบดอัดประสานให้ได้คุณภาพ.การอบรมเทคโนโลยีบดอัดประสาน.สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
- [4] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, คอนกรีตบดอัดรับน้ำหนัก.กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์.
- [5] สุทธิศักดิ์ สำเร็จประสงค์, 2543.การทดสอบดินเพื่อการผลิตบดอัดประสานวท.การถ่ายทอดเทคโนโลยีบดอัดประสาน.วังน้ำเขียว นครราชสีมา