สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

วิทยานิพนธ์ งานวิจัย
มหา 127187

การพัฒนาอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนักโดยใช้ดินลมหอบผสมกับแกลบ

นายอธิปัตย์ อภิชาโรจนศักดิ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
รับที่ .....
วันลงทะเบียน 17 ต.ค. 2562
เลขทะเบียน ถ. 261705
เลขเรียกหนังสือ 691.4 อ143ก
ถ.2
2561

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรื่อง : การพัฒนาอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนักโดยใช้ดินลมหอบผสมกับแกลบ
ผู้วิจัย : นายอธิปัตย์ อภิชาโรจนศักดิ์

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาวิศกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวดล กัญญาคำ)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท ตีเมืองซ้าย)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองรุชดิ์ ชีระโรจน์) ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.พัชร อ่อนพรม) กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย อินทะตา) กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวดล กัญญาคำ) กรรมการ

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนักโดยใช้ดินลมหอบผสมกับแกลบ

ผู้วิจัย : นายอธิปัตย์ อภิชาโรจนศักดิ์

ปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการงานวิศวกรรม) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย อินทะตา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวดล กัญญาคำ

ปีการศึกษา : 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนักโดยใช้ดินลมหอบผสมกับแกลบ โดยใช้อัตราส่วนดินลมหอบผสมร่วมกับแกลบแทนที่ดินแดงในการผลิตอิฐบล็อกประสานในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนักและปริมาตร จากนั้นนำไปวัดทดสอบ มิติ ค่าความหนาแน่น ค่าการดูดกลืนน้ำ ทดสอบแรงอัด ที่อายุ 7 และ 28 วัน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช. 602-2547 เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้ ดินลมหอบร่วมกับแกลบในอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก

ผลการทดลองพบว่า การใช้ดินลมหอบแทนที่ดินในอัตราส่วนผสมต่างๆ ส่งผลให้กำลังอัดและความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสานเพิ่มขึ้น แต่ค่าการดูดกลืนน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่การใช้แกลบในอิฐบล็อกประสาน ส่งผลให้ค่าความหนาแน่นลดลง แต่ค่าการดูดกลืนน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน อิฐบล็อกประสานผสมดินลมหอบและแกลบที่เหมาะสมสำหรับการผลิตอิฐบล็อกประสานในงานวิจัยครั้งนี้ คือดินลมหอบ ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก และแกลบร้อยละ 5 โดยปริมาตร เป็นอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คำสำคัญ : อิฐบล็อกประสาน ชนิดรับน้ำหนัก ดินลมหอบ แกลบ

_____ _____ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : The Development of Load-Bearing Interlocking Blocks Using Loess and Rice Husk

Author : Mr. Athipat Apicharodjanasak

Degree : Master of Engineering (Engineering Management)
Rajabhat Maha Sarakham University

Advisors : Assistant Professor Dr.Somchai Inthata
Assistant Professor Dr.Siwadol Kanyakam

Year : 2018

ABSTRACT

This study aimed to develop the load-bearing of interlocking blocks using loess and rice husk. Interlocking blocks were produced by mixing loess and rice husk instead of using clay. The proportion were 0%, 5%, 10%, 15% and 20% by weight and volume, respectively. After that, the dimension, density, water absorption, and compressive strength of interlocking blocks were examined at the ages of 7 and 28 days (according to TCPS 602/2004 standard) to find the appropriate proportion of the load-bearing of interlocking blocks using loess and rice husk.

The results showed that the use of various proportions loess instead of clay increased the compressive strength and density of interlocking blocks. However, the water absorption were similar among the various proportions. While the use of rice husk instead of clay in various proportions decreased the density of interlocking blocks, but the water absorption were similar. The appropriate proportion of the use of loess and rice husk volume instead of clay in this research was the proportion of

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

20% loess by weight, and 5% rice husk by volume. These interlocking blocks were classified as load-bearing of interlocking blocks.

Keywords: Interlocking Blocks, Load-Bearing Types, Loess, Rice Husk

_____ Major Advisor

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย อินทะตา ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวดล กัญญาคำ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองรุชดิ์ ชีระโรจน์ ประธานกรรมการสอบ และ ดร.พัชร อ่อนพรม กรรมการสอบ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ปิยะพล สีหาบุตร ที่คอยช่วยเหลือให้คำปรึกษา และให้ข้อแนะนำ อันเป็นประโยชน์ยิ่ง และขอขอบพระคุณทุกท่านที่มิได้เอ่ยนาม ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ส่งเสริม สนับสนุน ให้กำลังใจตลอดมา และสุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ให้โอกาสในการศึกษาจนงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

นายอธิปัตย์ อภิชาโรจนศักดิ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... ค

ABSTRACT ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 2

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 2

1.3 ขอบเขตการวิจัย 2

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ 3

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 3

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 4

2.1 ปูนซีเมนต์ 4

2.2 มวลรวมหรือวัสดุผสม 7

2.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสาน 8

2.4 อิฐบล็อกประสาน 11

2.5 แกลบ 15

2.6 ดินลมหอบ 17

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 24

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง 24

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย 25

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง 25

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4 ผลการวิจัย 29
4.1 คุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุ 29
4.2 ผลการทดสอบมิติ 30

หัวเรื่อง **หน้า**

4.3 ผลการทดสอบแรงอัดของอิฐบล็อกประสาน 33
4.4 ผลการทดสอบความหนาแน่น 37
4.5 ผลการทดสอบค่าการดูดกลืนน้ำ 40
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ 45
5.1 สรุปผลการวิจัย 45
5.2 ข้อเสนอแนะ 46
บรรณานุกรม 47
ภาคผนวก 50
ภาคผนวก ก ภาพงานวิจัย 51
ประวัติผู้วิจัย 57

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 สารประกอบและคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ถึง 5 5

2.2 การดูดกลืนน้ำ 9

2.3 คุณสมบัติพื้นฐานของดินลมหอบ 19

3.1 อัตราส่วนผสมของอิฐบล็อกประสาน 26

4.1 คุณสมบัติเคมีของดิน 31

4.2 ผลการทดสอบทางมิติ 32

4.3 ผลการทดสอบความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสาน 33

4.4 ผลการทดสอบความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสาน 38

4.5 ผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน 41

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 การใช้อิฐบล็อกประสานในการก่อสร้าง 11

2.2 อิฐบล็อกประสานตรงหรือทรงสี่เหลี่ยม 12

2.3 อิฐบล็อกประสานแบบโค้ง 12

2.4 เครื่องอัดบล็อกประสานโดยใช้แรงคน 13

2.5 เครื่องอัดบล็อกประสานชนิดไฮดรอลิก 14

2.6 การบ่มอิฐบล็อกประสาน 15

2.7 แกลบดิบ 16

2.8 ดินลมหอบ 18

2.9 ภาพขยาย 300 เท่าของดินลมหอบ 19

4.1 ผลการทดสอบอนุภาคและขนาดคละของดิน 30

4.2 ภาพถ่ายขยายกำลังสูงขนาด 100 เท่าของดิน 30

4.3 ความสัมพันธ์ของดินลมหอบกับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน 33

4.4 ความสัมพันธ์ของดินลมหอบและแกลบกับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน 34

4.5 ความสัมพันธ์ของแกลบกับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน 35

4.6 ความสัมพันธ์ของแกลบกับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน 35

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.7 ความสัมพันธ์ของแกลบและดินลมหอบกับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน 36
4.8 ความสัมพันธ์ของแกลบและดินลมหอบกับความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสาน 38
4.9 ความสัมพันธ์ของดินลมหอบกับความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสาน 38
4.10 ความสัมพันธ์ของดินลมหอบกับความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสาน 39
4.11 ความสัมพันธ์ของแกลบและดินลมหอบกับค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน..... 41
4.12 ความสัมพันธ์ของดินลมหอบกับค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน 42
4.13 ความสัมพันธ์ของดินลมหอบกับค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน 42
4.14 ความสัมพันธ์ของดินลมหอบกับค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน 43

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ผนังหรือกำแพงของที่โครงสร้างอาคารนับว่าเป็นส่วนประกอบหลักขององค์อาคาร ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้วัสดุหลายชนิดก่อสร้างเป็นผนังหรือกำแพง เช่น อิฐดินเหนียวเผาหรืออิฐมอญ บล็อกซีเมนต์ บล็อกคอนกรีต บล็อกคอนกรีตน้ำหนักเบา ฯลฯ ซึ่งวัสดุก่อผนังในแต่ละชนิด ก็มีคุณสมบัติข้อเด่นและข้อด้อยแตกต่างกัน ซึ่งการเลือกใช้วัสดุก่อผนังแต่ละชนิดก็ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่นความแข็งแรงสภาพแวดล้อม ตำแหน่งของผนังหรือกำแพง ความยากง่ายและระยะเวลาของการ ทำงาน งบประมาณ ฯลฯ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ จะเป็นองค์ประกอบที่ทำให้ผู้ออกแบบอาคารสามารถตัดสินใจเลือกชนิดของวัสดุก่อผนังได้อย่างเหมาะสม ในช่วงเวลาที่ผ่านมา อาคารที่พักอาศัย อาคารขนาดเล็ก อาคารพาณิชย์โรงงาน โกดังเก็บของ ส่วนใหญ่ถูกก่อสร้างผนังด้วยอิฐมอญหรือคอนกรีตบล็อก เนื่องจากเป็นวัสดุก่อผนังที่ใช้กันมาค่อนข้างนานและราคาประหยัด หาได้ง่าย ช่างก่อสร้างส่วนใหญ่มีทักษะในการใช้วัสดุทั้งสองชนิด แต่สำหรับอิฐมอญนั้น ในกระบวนการผลิตต้องมีการเผาเป็นเวลาที่ค่อนข้างนาน ประกอบกับต้นทุน ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสูงขึ้น และดินเหนียวที่เป็นวัตถุดิบหลักก็เริ่มหายากและมีราคาสูงเช่นกัน ซึ่งส่งผลให้อิฐมอญมีราคาแพง (มีศักดิ์ พัวพิทยาธร, 2555)

อิฐบล็อกประสาน (Interlocking Block) เป็นหนึ่งในวัสดุก่อสร้างที่ได้รับความนิยมมากในชุมชน เนื่องจากถูกพัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อก ทำให้สะดวกในการก่อสร้าง เน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำ ในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่ม ให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 10 วัน ได้บล็อกประสานที่มีความแข็งแกร่ง มีรูปลักษณะพิเศษ (วุฒินัย กกกำแหง และนรา รัตนวงศ์, 2551) สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ หรือก่อเป็นถังเก็บน้ำได้อย่างรวดเร็ว สวยงาม และประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไป อิฐบล็อกประสาน จึงเป็นวัสดุก่อสร้างที่ได้รับความนิยมและเป็นที่ต้องการของทั้งชุมชนท้องถิ่นและชุมชนเมือง ปัญหาของบล็อกประสานที่สำคัญ คือ มีน้ำหนักมาก ในขณะที่มีความแข็งแรงที่ไม่มากนัก แม้ว่ากระบวนการผลิตบล็อกประสานจะเป็นการอัดด้วยเครื่องจักรที่มีกำลังสูง ทั้งนี้เป็นผลมาจากคุณภาพของมวลรวมและขนาดคละที่มีดินเป็นส่วนประกอบค่อนข้างมาก รวมทั้งปริมาณปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่น้อย ทำให้มีช่องว่างระหว่างอนุภาคอยู่มาก การเชื่อมประสานของปูนซีเมนต์ที่ไม่ได้เติมเต็มช่องว่างระหว่างมวลดิน แต่จะเป็นการ

เชื่อมประสานที่จุดสัมผัส และจะส่งถ่ายกำลังไปสู่อนุภาคของมวลดินแทน ถ้าดินหรือหินที่มีขนาดคละที่ดี และมีอนุภาคที่แข็งแกร่ง ก็จะทำให้ความสามารถในการรับกำลังอัดของบล็อกประสานสูงขึ้น คล้ายกับหลักการของดินซีเมนต์ (Soil Cement) ได้ เมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติในเบื้องต้นของแกลบเป็นไปได้ว่าการผสมแกลบลงไปในอิฐบล็อกประสานจะเป็นการช่วยในด้านขนาดคละของมวลรวมที่ดีขึ้น และช่วยลดน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานให้เบาลงได้

สำหรับดินลมหอบเป็นดินที่มีปริมาณมาก มีลักษณะเป็นดินตะกอนทราย (Silty Sand) สีแดง มีลักษณะเป็นดินยุบตัว (Collapsible Soil) จากการจำแนกดินโดยระบบ USCS (Unified soil Classification System) พบว่า เป็นดิน ชนิด SM หรือ SC หรือ SM-SC หนาประมาณ 3 เมตร มีพิกัดเหลวประมาณ 13 ถึง 19 เปอร์เซ็นต์ ค่าพิกัดพลาสติกอยู่ในช่วง 11 ถึง 14 เปอร์เซ็นต์และค่าดัชนีสภาพพลาสติกอยู่ในช่วง 0 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ แต่ในบางครั้งพบว่าเป็นดินที่ไม่มีสภาพพลาสติก (Non-plastic soil) สำหรับค่าความถ่วงจำเพาะของดินลมหอบในจังหวัดขอนแก่นอยู่ในช่วง 2.60 ถึง 2.70 (กิติบดี พรมเกตุ และคณะ, 2556) ประกอบกับ ข้าวเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่ในประเทศไทยสามารถผลิตได้ทุกภาคในปริมาณมากและยังเป็นสินค้าส่งออกอันดับต้นของโลก เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณร้อยละ 60 ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ โดยสามารถผลิตข้าวได้ปริมาณ 25.9 ล้านตันต่อปี และคิดเป็นปริมาณแกลบเท่ากับ 3.95 ล้านตัน โดยมี การนำแกลบเหล่านี้มาใช้งาน คิดเป็นปริมาณรวม 0.86 ล้านตัน โดยงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาอิฐบล็อกประสานด้วยการนำวัสดุต่าง ๆ มาเป็นส่วนประกอบเพื่อปรับปรุงคุณภาพและใช้วัสดุเหลือทิ้งต่างๆ ซึ่งพบว่านอกจากจะเพิ่มความหลากหลายในการผลิตอิฐบล็อกประสานแล้ววัสดุบางชนิดยังสามารถปรับปรุงคุณภาพของอิฐบล็อกประสานได้อีกด้วย (ประชุม คำพุฒ และคณะ, 2558, น. 239-247) ด้วยเหตุและปัจจัยดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการเอาวัสดุท้องถิ่น คือ ดินลมหอบและแกลบเป็นส่วนประกอบในการผลิตอิฐบล็อกประสาน เพื่อเพิ่มความหลากหลายในการผลิตอิฐบล็อกประสาน

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 ศึกษาความเป็นไปได้และหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้ดินลมหอบร่วมกับแกลบในอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก

1.2.2 ศึกษาเปรียบเทียบผลของคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การทดสอบมิติ ค่าความหนาแน่น หน่วยน้ำหนัก ทดสอบความต้านแรงอัด ค่าการดูดกลืนน้ำ ของอิฐบล็อกประสานชนิดรับ

น้ำหนักที่ใช้ดินลมหอบร่วมกับแกลบ กับอิฐบล็อกประสานทั่วไป

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ดินลมหอบจากจังหวัดขอนแก่น ผสมร่วมกับแกลบในพื้นที่เดียวกัน โดยใช้อัตราส่วนดินลมหอบผสมร่วมกับแกลบ แทนที่ดินแดงที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน ในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำไปทดสอบมิติ ค่าความหนาแน่น ค่าการดูดกลืนน้ำ ทดสอบความต้านแรงอัด ที่อายุ 7 และ 28 วัน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

“มาตรฐานอุตสาหกรรม” หมายถึง ข้อกำหนดทางวิชาการที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้กำหนดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้ผลิตในการผลิตสินค้าให้มีคุณภาพในระดับที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุดโดยจัดทำออกมาเป็นเอกสารและจัดพิมพ์เป็นเล่ม ภายในมาตรฐานอุตสาหกรรมแต่ละเล่ม ประกอบด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นๆ เช่น เกณฑ์ทางเทคนิค คุณสมบัติที่สำคัญ ประสิทธิภาพของการนำไปใช้งาน คุณภาพของวัตถุที่นำมาผลิต และวิธีการทดสอบ เป็นต้น

“มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน” หมายถึง ข้อกำหนดด้านคุณภาพที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ชุมชนให้เป็นที่เชื่อถือ เป็นที่ยอมรับ และสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ โดยมุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน เพื่อยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชุมชนให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด และสอดคล้องกับนโยบาย OTOP โดยในแต่ละผลิตภัณฑ์ก็จะมีข้อกำหนดที่แตกต่างกันออกไป

“อิฐบล็อกประสาน” หมายถึง อิฐบล็อกที่ได้จากการนำดินลูกรัง ผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม อาจผสมวัสดุอื่น ๆ เช่น หินฝุ่น ทราย กวนให้เข้ากัน เทลงในแบบพิมพ์ที่มีการออกแบบให้มีรู ร่อง และเดือย อัดเป็นก้อน แล้วบ่มให้แข็งตัว

“อิฐบล็อกประสาน ชนิดรับน้ำหนัก” หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อเพื่อรับน้ำหนักโครงสร้างอาคารได้ เช่น ก่อเสา ก่อผนัง

“อิฐบล็อกประสาน ชนิดไม่รับน้ำหนัก” หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อผนังกั้นห้องหรือก่อส่วนอื่นภายในอาคารที่ไม่ใช่ส่วนที่ต้องรับน้ำหนักโครงสร้างอาคาร

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
PHRANAKHON SI AYUTTHAYA RAJABHAT UNIVERSITY

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.5.1 ส่งเสริมรูปแบบการพัฒนาที่ยั่งยืน ต้องไม่มีการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลกระทบในทางลบต่ออนาคต

1.5.2 ประยุกต์เป็นต้นแบบในการใช้วัสดุเหลือทิ้งอย่างมีประสิทธิภาพได้ เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน อีกทั้งเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับวัสดุประหยัดพลังงาน ถือเป็นกิจกรรมพิทักษ์โลกสีเขียวที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหาเร่งด่วนที่สำคัญที่สุดประเด็นหนึ่งในประเทศไทย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนักโดยใช้ดินลมหอบผสมกับแกลบ มีแนวความคิดที่จะศึกษาความเป็นไปได้และหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้ดินลมหอบร่วมกับแกลบในอิฐบล็อกประสาน เพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางกายภาพของอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. ปูนซีเมนต์
2. มวลรวมหรือวัสดุผสม
3. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสาน
4. อิฐบล็อกประสาน
5. แกลบ
6. ดินลมหอบ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ตามมาตรฐาน ASTM C 150 - The American Society for Testing Material ได้กำหนดให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมกับงานก่อสร้างได้ 5 ชนิด (ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2552) ดังนี้

1. ชนิด 1 Normal Portland cement บางที่เรียก Standard Portland cement เป็นชนิดมาตรฐานเหมาะที่จะให้กับงานก่อสร้างทั่วไป โดยเฉพาะงานคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced concrete) ในงานอาคาร สะพาน ผิวถนน ลานบิน และอื่นๆ ได้ ประเทศไทย ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราช้างตราพญานาคเศียรเดียวสีเขียว ตราเพชร และตราดอกชิกปูนซีเมนต์

2. ชนิด 2 Modified Portland cement เป็นชนิดที่ผลิตขึ้นเพื่อต้านทานเกลือซัลเฟต เมื่อ

ปูนซีเมนต์มีปฏิกิริยากับน้ำ (Hydration) จะเกิดความร้อนต่ำ และเพิ่มขึ้นช้ากว่าปูนซีเมนต์ชนิด 1 เหมาะที่จะนำมาใช้กับงานคอนกรีตหลา (Mass concrete) อุณหภูมิจะค่อยเพิ่มไม่ทำให้เกิดความเสียหายเนื่องจากความร้อนในคอนกรีต ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราพญานาค 7 เศียร

3. ชนิด 3 High-early strength Portland cement เป็นชนิดของปูนซีเมนต์ ที่ให้กำลังรวดเร็วในช่วงอายุ 24 ชั่วโมง จะมีความแข็งแรงของคอนกรีตที่ผสมด้วยปูนซีเมนต์ชนิดที่ 1 ที่อายุ 3 วัน และอายุ 7 วัน เท่ากับปูนซีเมนต์ชนิดที่ 1 อายุ 28 วัน เป็นต้น จึงเหมาะที่จะนำมาใช้กับงานที่ต้องการเร่งด่วน เช่น ถนนที่มีการสัญจรคับคั่ง สนามบินจะต้องเปิดใช้ และยังเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับช่วงที่มีอากาศหนาว (Cold Weather) เพื่อให้คอนกรีตแข็งตัว ได้อย่างรวดเร็วก่อนที่น้ำที่ผสมจะแข็งตัวเสียก่อน ได้แก่ ปูนซีเมนต์ของไทยตราเอราวัณ ตราสามเพชร และตราพญานาคเศียรเดียวสีแดง

4. ชนิด 4 Low – Heat Portland cement เป็นปูนซีเมนต์ชนิดพิเศษ มีอัตราความร้อนต่ำและกำลังก็เพิ่มขึ้นช้าๆ เหมาะที่จะเลือกใช้กับงานสร้างเขื่อนขนาดใหญ่

5. ชนิด 5 Sulfate – resistant Portland cement เป็นการจงใจที่ให้ต้านทานซัลเฟต เช่น กำรสร้างในบริเวณใกล้ทะเล หรือมิฉะนั้นก็อยู่ในดินเค็ม เทียบปูนซีเมนต์ในประเทศไทยได้กับตราปลาฉลามของบริษัทปูนซีเมนต์เอเชีย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นอกจากนี้ ยังมีปูนซีเมนต์ผสมหรือปูนซีเมนต์ซิลิกาซึ่งได้จากการนำเอาทรายหรือหินปูนบดละเอียดผสมเข้ากับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดธรรมดาในอัตราส่วนประมาณ 1 : 4 บรรจุขายเป็นปูน อีกประเภทหนึ่งซึ่งมีคุณภาพและราคาต่ำกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา มีคุณสมบัติแข็งตัวช้า จึงเหมาะสำหรับงานปูนก่อ ปูนฉาบ ปูนตกแต่ง และงานคอนกรีตที่ไม่ต้องรับแรงมากอย่างไรก็ตาม ปูนซีเมนต์ชนิดนี้ก็ยังคงมีผู้นำมาใช้กับงานโครงสร้างทั่วไป เช่น การทำเสาและคาน เนื่องจากมีราคาถูก แต่ก็สามารถใช้ได้กับโครงสร้างขนาดเล็กเท่านั้น ปูนซีเมนต์ชนิดนี้ที่พบเห็นในท้องตลาด ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราเสือ ตรางูเห่า ตรานกอินทรี และตราทีพีไอ (สีเขียว) และสารประกอบ และคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ถึง 5 ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

สารประกอบและคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ถึง 5

ข้อกำหนดทางเคมีเพิ่มเติม	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท				
	1	2	3	4	5
C_3S	49	46	56	25	43
C_2S	25	29	15	50	36
C_3A	12	6	12	5	5
C_4AF	8	12	8	12	13
ความละเอียด (เบลน, ตร.ซม./กรัม)	3000	3000	45000	3000	3000
กำลังอัดที่อายุ 3 วัน (กก./ซม.)	180	150	310	80	120
ความร้อนปฏิกิริยาที่อายุ 28 วัน (จูล/กรัม)	400	330	430	270	310

หมายเหตุ. กำลังอัดวัดจากลูกบาศก์มอร์ต้าร์ ขนาด 50 มิลลิเมตร (ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร, 2552)

พบวา ปฏิกิริยาที่ไดค้อปฏิกิริยาไฮเดรชันซึ่งเกิดจากสารประกอบหลักของปูนซีเมนต์ คือ ไตรแคลเซียมซิลิเกต (C_3S) ไดแคลเซียมซิลิเกต (C_2S) ไตรแคลเซียมอลูมิเนต (C_3A) และเตตะแคลเซียมอลูมิโนเฟอร์ไรด์ (C_4AF) ผสมกับน้ำ โดยส่วนใหญ่แล้วไตรแคลเซียมซิลิเกต (C_3S) และไดแคลเซียมซิลิเกต (C_2S) มีองค์ประกอบทางเคมีที่เหมือนกันแตกต่างกันเพียงที่จำนวนของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ทำปฏิกิริยา ดังสมการที่ (2.1) และสมการที่ (2.2)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

$$2C_3S + 6H \longrightarrow C_3S_2H_3 + 3CH \qquad (2.1)$$

$$2C_2S + 4H \longrightarrow C_3S_2H_3 + CH \qquad (2.2)$$

สารประกอบไตรแคลเซียมอลูมิเนต (C_3A) จะทำปฏิกิริยากับน้ำอย่างรวดเร็วและได้แคลเซียมอลูมิเนตไฮเดรต (C-A-H) ดังสมการที่ (2.3) ปฏิกิริยาดังกล่าวทำให้เกิดการก่อตัวอย่างรวดเร็วจึงจำเป็นต้องผสมยิบซัมเพื่อหน่วงปฏิกิริยา เพราะไตรแคลเซียมอลูมิเนต (C_3A) จะทำปฏิกิริยากับอิออนของซัลเฟตได้แคลเซียมซัลโฟอลูมิเนตไฮเดรตหรือเรียกว่าเอททริงไกด์ (Ettringite) ดังสมการที่ (2.4)

$$C_3A + 6H \longrightarrow C_3AH_6 \qquad (2.3)$$

$$C_3A + 3C\bar{S}H_2 + 26H \longrightarrow C_6A\bar{S}_3H_{32} \quad (2.4)$$

ปฏิกิริยาของเตตะแคลเซียมอลูมิโนเฟอร์ไรด์ (C_4AF) คล้ายกับปฏิกิริยาของไตรแคลเซียมอลูมิเนต (C_3A) แต่เกิดขึ้นช้ากว่าและมีความร้อนของปฏิกิริยาน้อยกว่า ส่วนสารประกอบเหล็กออกไซด์ (F) ทำปฏิกิริยาคล้ายกับอลูมิเนียมออกไซด์ (A)

หลังจากเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันขึ้นได้ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาขึ้น คือ แคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (C-S-H) และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (CH) สมการที่ (2.1) และสมการที่ (2.2) เมื่อนำวัสดุปอซโซลานผสมในมอร์ตาร์หรือคอนกรีต ซิลิกาออกไซด์ (SiO_2) และอลูมินาออกไซด์ (Al_2O_3) อันเป็นสารประกอบหลักของวัสดุปอซโซลาน เมื่อทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้แคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (C-S-H) และแคลเซียมอลูมิเนตไฮเดรต (C-A-H) ตามสมการที่ (2.5) และ (2.6)

$$Ca(OH)_2 + SiO_2 + H_2O \longrightarrow xCaO.ySiO_2.zH_2O \quad (2.5)$$

$$Ca(OH)_2 + Al_2O_3 + H_2O \longrightarrow xCaO.yAl_2O_3.zH_2O \quad (2.6)$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สำหรับค่า x, y และ z เป็นตัวแปรที่ขึ้นอยู่กับชนิดของแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรตและแคลเซียมอลูมิเนตไฮเดรต (ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2555, น. 243-250)

2.2 มวลรวมหรือวัสดุผสม

มวลรวมหรือวัสดุผสม (Aggregate) คือ วัสดุเฉื่อย อันได้แก่ หิน ทราย กรวด ที่เป็นส่วนผสมที่สำคัญของคอนกรีตเนื่องจากมวลรวมมีปริมาตร 70-80% ของปริมาณของส่วนผสมทั้งหมด ดังนั้นคุณภาพของมวลรวมจึงมีผลอย่างมากต่อคุณสมบัติของคอนกรีต และจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ความสนใจในเรื่องนี้อย่างมาก ในอดีตมวลรวมถูกคิดว่าเป็นเพียงวัสดุเฉื่อย ที่ใช้เป็นตัวแทรกประสานโดยกระจายอยู่ทั่วซีเมนต์เพสต์เท่านั้น ในปัจจุบันนี้พบว่า มวลรวมยังทำหน้าที่อื่นที่สำคัญอีก ประการแรกเนื่องจากมวลรวมเป็นส่วนผสมของคอนกรีตที่มีราคาถูกกว่าปูนซีเมนต์ ดังนั้นในส่วนผสมของคอนกรีต

จึงควรใช้ปริมาณมวลรวมให้พอเหมาะเพื่อที่จะให้ปริมาณปูนซีเมนต์ลดน้อยลง ประการต่อมา คุณสมบัติของมวลรวม จะช่วยให้คอนกรีตมีความคงทน (Durability) และปริมาตรไม่เปลี่ยนแปลงมาก (Volume Stability) รวมทั้งมวลรวมยังทำหน้าที่ต้านทานน้ำหนักที่กดลงบนคอนกรีตด้วย กำลังและคุณสมบัติทางกายภาพอีกหลายประการของมวลรวม มีผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีต ทั้งในสภาพที่เป็นคอนกรีตเหลว และคอนกรีตเข็งตัวแล้ว ดังนั้นการเลือกใช้มวลรวมที่เหมาะสม ไม่เพียงแต่เป็นการประหยัด แต่ยังคงช่วยให้คอนกรีตมีคุณภาพดีขึ้นด้วย มวลรวมที่ดีซึ่งจะส่งผลให้คอนกรีตมีความทนทานสูง ควรมีคุณสมบัติพื้นฐานที่ดีดังนี้ คือ ต้องมีความคงทนไม่ทำปฏิกิริยากับส่วนประกอบในซีเมนต์ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดผลเสียต่อเสถียรภาพทางปริมาตรของคอนกรีต และมวลรวมจะต้องไม่มีสิ่งเจือปนที่มีผลเสียต่อกำลังและความคงตัวของซีเมนต์เพสต์ (ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร, 2552) ประเภทของมวลรวม สามารถแบ่งมวลรวมตามแหล่งกำเนิดออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. มวลรวมที่เกิดจากธรรมชาติ (Natural Mineral Aggregate) เกิดจากขบวนการกัดกร่อนและเสียดสีตามธรรมชาติ

2. มวลรวมที่มนุษย์ทำขึ้น (Artificial Aggregate) เช่น มวลรวมเบา บางประเภทที่ได้จากการเผาดิน เป็นต้น

ถ้าแบ่งมวลรวมตามความหนาแน่นหรือหน่วยน้ำหนักจะแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ

1. มวลรวมเบา มีควทมหนาแน่นตั้งแต่ 300-1,100 กก./ลบ.ม.

2. มวลรวมปกติ มีความหนาแน่นตั้งแต่ 2,400-3,000 กก./ลบ.ม.

3. มวลรวมหนัก มีความหนาแน่นมากกว่า 4,000 กก./ลบ.ม.

หรือถ้าแบ่งมวลรวมตามขนาด เราสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. มวลรวมหยาบ ไก้แก่ หิน หรือกรวดที่มีขนาดตั้งแต่ 4.5 มม. ขึ้นไป หรือค้างอยู่ บนตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4

2. มวลรวมละเอียด ได้แก่ ทรายที่มีขนาดเล็กกว่า 4.5 มม. หรือสามารถผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 แต่ต้องไม่เล็กกว่า 0.07 หรือผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 200 ส่วนที่มีขนาดเล็กกว่ามวลรวมละเอียดซึ่งมีอยู่จำนวนน้อยมากในส่วนผสมคอนกรีต สามารถแบ่งได้เป็น Silt จะมีขนาดประมาณ 0.07 มิลลิเมตร และ Clay จะมีขนาดอยู่ในช่วง 0.02 -0.06 มิลลิเมตร (ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2555, น. 125-126)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสาน

อิฐบล็อกประสาน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ควบคุมโดยใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.602-2547 เรื่องอิฐบล็อกประสาน (สมอ, 2547) ซึ่งมีรายละเอียดที่สามารถสรุปได้ ดังนี้

2.3.1 ขอบข่าย มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะอิฐบล็อกประสานที่มีดินลูกรังและปูนซีเมนต์เป็นส่วนประกอบหลัก

2.3.2 บทนิยาม ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.3.2.1 อิฐบล็อกประสาน หมายถึง อิฐบล็อกที่ได้จากการนำดินลูกรัง ผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม อาจผสมวัสดุอื่น ๆ เช่น หินฝุ่น ทราย กวนให้เข้ากัน เทลงในแบบพิมพ์ที่มีการออกแบบให้มีรู ร่อง และเดือย อัดเป็นก้อน แล้วบ่มให้แข็งตัว

2.3.2.2 อิฐบล็อกประสาน ชนิดรับน้ำหนัก หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อเพื่อรับน้ำหนักโครงสร้างอาคารได้ เช่น ก่อเสา ก่อผนัง

2.3.2.3 อิฐบล็อกประสาน ชนิดไม่รับน้ำหนัก หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อผนังกั้นห้องหรือก่อส่วนอื่นภายในอาคารที่ไม่ใช่ส่วนที่ต้องรับน้ำหนักโครงสร้างอาคาร

2.3.3 ชนิด อิฐบล็อกประสาน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.3.3.1 ชนิดรับน้ำหนัก

2.3.3.2 ชนิดไม่รับน้ำหนัก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3.4 คุณลักษณะที่ต้องการ

2.3.4.1 ลักษณะทั่วไป ต้องไม่มีรอยแตกหรือร้าว อาจบิ่นได้เล็กน้อย

2.3.4.2 มิติ ต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยแต่ละมิติมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 2 มิลลิเมตร

2.3.4.3 ความต้านแรงอัด

ชนิดรับน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 7.0 เมกะพาสคัล

ชนิดไม่รับน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 2.5 เมกะพาสคัล

2.3.4.2 การดูดกลืนน้ำ

(เฉพาะชนิดรับน้ำหนัก) ต้องเป็นไปตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2

การดูดกลืนน้ำ

น้ำหนักอิฐบล็อกประสานเมื่ออบแห้ง (กิโลกรัม)	การดูดกลืนน้ำสูงสุดเฉลี่ยจากอิฐบล็อกประสาน 5 ก้อน (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
1,680 และน้อยกว่า	288
1,681 ถึง 1,760	272
1,761 ถึง 1,840	256
1,841 ถึง 1,920	240
1,921 ถึง 2,000	224
มากกว่า 2,000	208

2.3.5 การบรรจุ

2.3.5.1 หากมีการบรรจุ ให้บรรจุอิฐบล็อกประสานในภาชนะบรรจุที่สามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอิฐบล็อกประสานได้

2.3.6 เครื่องหมายและฉลาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3.6.1 ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุอิฐบล็อกประสาน อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

1) ชื่อผลิตภัณฑ์

2) มิติ

3) เดือน ปีที่ทำ

4) ข้อแนะนำในการใช้และการดูแลรักษา

5) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

2.3.7 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

2.3.7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

2.3.7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

1) การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป มิติ การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 2.3.4.1 ข้อ 2.3.4.2 ข้อ 2.3.5 และข้อ 2.3.6 จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2) การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความต้านแรงอัด ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 6.2.1 แล้ว จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.3 จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

3) การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบการดูดกลืนน้ำ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.4 จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.3.7.3 เกณฑ์ตัดสิน ตัวอย่างอิฐบล็อกประสานต้องเป็นไปตามข้อ 2.3.7.2 (1) (2) (3) ทุกข้อ จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3.8 การทดสอบ

2.3.8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ตรวจพินิจ

2.3.8.2 การทดสอบมิติ ให้ใช้เครื่องวัดที่เหมาะสม

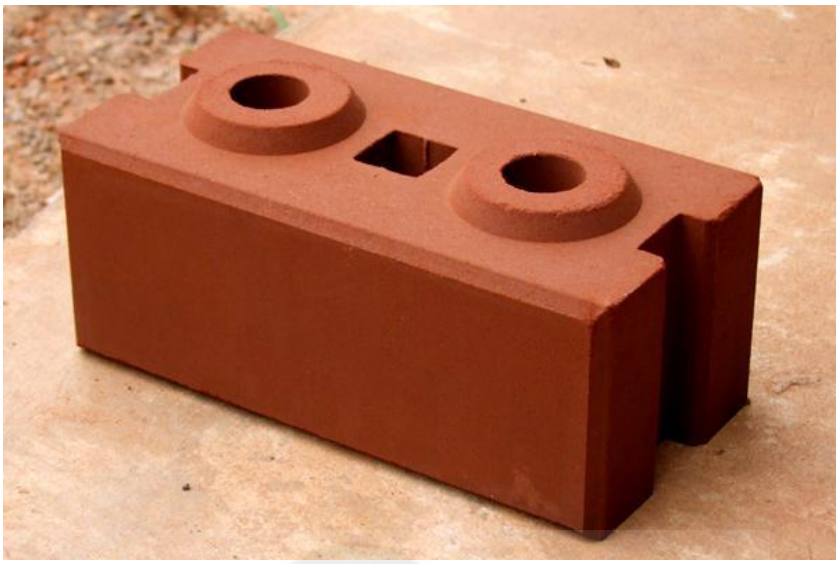
2.3.8.3 การทดสอบความต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ ให้ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก. 57 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก. 58

2.4 อิฐบล็อกประสาน

บล็อกประสาน คือ วัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรู และเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่ม ให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 7 วันและ 28 วัน จะได้คอนกรีตบล็อกที่มีความแข็งแกร่ง มีรูปลักษณะพิเศษ ที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ เช่นผนังบ้าน หรือ กำแพงรั้วบ้านเป็นต้น

นอกจากนี้ยังสามารถก่อเป็นถังเก็บน้ำได้อย่างรวดเร็ว สวยงาม และประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไป ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.1 โดยบล็อกประสานแบ่งการใช้งานเป็น 2 ประเภท เพื่อให้เหมาะกับการใช้งานประกอบด้วย บล็อกตรงหรือทรงสี่เหลี่ยม และบล็อกโค้ง ดังแสดงในภาพที่ 2.2 และดังแสดงในภาพที่ 2.3 ตามลำดับ

ภาพที่ 2.1 การใช้อิฐบล็อกประสานในการก่อสร้าง



ภาพที่ 2.2 อิฐบล็อกประสานตรงหรือทรงสี่เหลี่ยม

ภาพที่ 2.3 อิฐบล็อกประสานแบบโค้ง

วัตถุดิบและสัดส่วนผสมอิฐบล็อกประสาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสม หรือ มวลรวมละเอียดของอิฐบล็อกประสานควรมีขนาดเล็กกว่า 4 มม. ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย และเถ้าลอย (Fly ash) จากโรงงานผลิตไฟฟ้า โดยมวลรวมละเอียดที่ใช้ควรมีลักษณะตามมาตรฐานการแบ่งชั้นคุณภาพดินและมวลรวม สำหรับงานก่อสร้างทางหลวง (ASTM D3282 Standard classification of soils and soil-Aggregate mixtures for highway construction purposes) คือ มีฝุ่นดินไม่เกินร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก หรือทดสอบเบื้องต้นโดยนำดินใส่ขวดครึ่งหนึ่ง เติมน้ำแล้วเขย่าให้เข้ากัน เมื่อหยุดเขย่า สังเกตส่วนที่ตกตะกอนทันทีแล้วขีดเส้นไว้ รอจนตกตะกอนทั้งหมดจนน้ำใส แล้ววัดตะกอนฝุ่นไม่ควรเกินร้อยละ 15 โดยปริมาตร ถ้าวัตถุดิบมีมวลหยาบผสมอยู่มากสามารถใช้เครื่องบดร่อนจะทำให้ผิวอิฐบล็อกประสานเรียบขึ้น นอกจากวัสดุที่เป็นมวลรวมแล้ว สิ่งที่ขาดไม่ได้ในการทำให้อิฐบล็อกประสานมีกำลังรับแรงอัดได้ดี คือ คือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ซึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้ปูนปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 (ปูนโครงสร้าง) เพราะจะทำให้อิฐบล็อกประสานมีความแข็งแกร่ง ทนการกัดกร่อนของน้ำได้ดี การใช้ปูนซีเมนต์ผสม (ปูนก่อฉาบ) คุณภาพจะต่ำกว่าทำให้ต้องใช้ปริมาณปูนมากขึ้น เพื่อให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ต้นทุนสูงขึ้น

ซึ่งส่วนผสมของอิฐบล็อกประสานที่เหมาะสมควร ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ส่วนใหญ่มีอัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ต่อมวลรวมประมาณ 1 : 6 ถึง 1 : 7 โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของมวลรวมเป็นหลัก (สำเร็จ สารมาคม, 2556)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การขึ้นรูปและการบ่มอิฐบล็อกประสาน

การขึ้นรูปอิฐบล็อกประสานนั้นสามารถทำได้ 2 วิธีหลัก ได้แก่

1. เครื่องอัดด้วยแรงคน เป็นเครื่องอัดด้วยแรงคนแบบมือโยกใช้การทดแรงแบบคานงัดคานดีด เมื่อทำการขึ้นรูปเสร็จแล้ว ยกนำมาผึ่งและบ่มในขั้นตอนต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 2.4

2. เครื่องอัดไฮดรอลิก เป็นเครื่องอัดแบบอุตสาหกรรมขนาดย่อมใช้มอเตอร์เป็นตัวขับน้ำมันสร้างแรงดันในท่อไฮดรอลิก.สามารถผลิตได้วันละประมาณ 1,000 – 4,000 ก้อนและอัดได้ครั้งละ 1 – 4 ก้อน ดังแสดงในภาพที่ 2.5

ภาพที่ 2.4 เครื่องอัดบล็อกประสานโดยใช้แรงคน

ภาพที่ 2.5 เครื่องอัดบล็อกประสานชนิดไฮดรอลิก

โดยขั้นตอนการทำอิฐบล็อกประสานนั้นมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทดสอบแหล่งดินเพื่อหาแหล่งที่เหมาะสมที่สุด และกำหนดส่วนผสมที่เหมาะสม เนื่องจากดินในแต่ละแหล่งนั้นมีคุณลักษณะที่ไม่เหมือนกัน

2. เตรียมวัตถุดิบ ถ้ามีความชื้นมากควรนำไปตากให้แห้งและกองเก็บวัตถุดิบในที่ร่มให้มากเพียงพอที่จะทำการผลิตตลอดเวลา หากดินเป็นก้อน หรือมีมวลหยาบน้อย ควรร่อนผ่านตะแกรง

ขนาด 2 – 4 มม. ไม่ควรใช้ตาละเอียดมากเกินไป เพราะจะทำให้ได้แต่เนื้อฝุ่นดิน ทำให้อิฐบล็อกประสานไม่มีความแข็งแรง ถ้าเนื้อดินมีก้อนใหญ่หรือมวลหยาบมากควรใช้เครื่องบดร่อน แล้วกองเก็บในที่ร่มเพื่อรอการผลิต

3. ในการผสม ควรผสมดินแห้งหรือมวลรวมกับซีเมนต์ให้เข้ากันก่อน แล้วค่อย ๆ เติมน้ำโดยใช้ฝักบัว หรือหัวฉีดพ่นให้เป็นละอองกว้าง น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำสะอาด ใช้ผสมหลังจากผสมดิน และซีเมนต์เข้ากันแล้วในปริมาณที่พอเหมาะ โดยใช้ปริมาณน้ำที่ดีที่สุด

4. หลังจากนั้นจึงนำดินที่ผสมแล้วเข้าเครื่องอัด โดยตวงวัดหน่วยเป็นน้ำหนัก เติมส่วนผสมลงในแบบอัดโดยใช้น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถทำงานได้สะดวก ควรใช้ส่วนผสมให้หมดภายใน 30 นาที.หลังจากผสมน้ำ เพื่อป้องกันปูนก่อตัวก่อนอัดขึ้นรูป

5. อิฐบล็อกประสาน ที่อัดเป็นก้อนแล้วควรผึ่งในที่ร่มอย่างน้อย 1 วัน จึงเริ่มบ่มจนอายุครบ 7 วัน ซึ่งการบ่มอิฐบล็อกประสานนั้นมีผลต่อกำลังอัดและการบ่มจะทำการบ่ม

หลังจากนำอิฐบล็อกประสานออกจากเครื่องอัดแล้วนำมาจัดเรียงในที่ร่มจนมีอายุครบ 1 วัน เริ่มบ่มโดยการรดน้ำด้วยฝักบัวหรือฉีดพ่นเป็นละอองให้ชุ่ม แล้วคลุมด้วยผ้าพลาสติกไม่ให้ไอน้ำระเหยออก ทิ้งไว้อีก 9 วันจนมีอายุครบ 7 วันจนมีความแข็งแรงพร้อมส่งออกจำหน่ายหรือใช้งานได้ ไม่ควรเคลื่อนย้ายก่อนกำหนดเพราะจะทำให้ก้อนบิ่น หรือเกิดการแตกร้าวได้ง่าย การบ่มไม่ควรให้น้ำมากเกินเพราะอาจทำให้มีปัญหาคราบขาวได้ ควรบ่มด้วยปริมาณน้ำที่น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ คือเพียงแค่ให้มีความชื้นก็เพียงพอ ดังแสดงในภาพที่ 2.6

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 2.6 การบ่มอิฐบล็อกประสาน

2.5 แกลบ (Rice husk)

แกลบทำหน่าที่หอหุ่มเมล็ดข่าวอยูภายนอก ได่จากการสีข่าว เปนสารประกอบจำพวกไฮโดรคารบอน และซิลิคอนไดออกไซดหรือซิลิกา เมื่อพิจารณาแกลบใหชัดขึ้น โดยนำมาสองดู ด่วยกล่องจุลทรรศนจะมีลักษณะผิวเปนรองเรียงกัน แกลบมีองคประกอบอยู่ 2 สวน คือ สวนที่เปนสารอินทรีย และสวนที่เปน สารอนินทรียสวนใหญจะอยูในรูปสารประกอบออกไซคโดยมีซิลิกอนไดออกไซด (SiO_2) เปนองค ประกอบหลัก ซึ่งขนาดเล็กระดับนาโนเมตร มีคุณสมบัติ เปนฉนวนไฟฟาและไมนำความรอน แกลบเปนของเหลือทิ้งทางการเกษตร ที่ไดจากกระบวนการสีข่าวในปหนึ่ง มีปริมาณแกลบสูงถึงประมาณ 5,878.14 พันตัน จากการสำรวจโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณในป 2540 คือถ่ามีการสีข่าว 1 ตัน จะมีแกลบออกมาประมาณ 220 กิโลกรัม หรือคิดเปนร อยละ 22 สำหรับประเทศไทย มีการประเมินได่วา แตละปจะมีแกลบประมาณ 4.4 ถึง 4.6 ล่านตัน ดังแสดงในภาพที่ 2.7

ภาพที่ 2.7 แกลบดิบ

การใช้ประโยชน์จากเถ้าแกลบ ด้วยเถ้าแกลบมีราคาถูกและหาง่าย หลายอุตสาหกรรมจึงนำเถ้าแกลบไปใช้ประโยชน์เช่น

1. อุตสาหกรรมโลหะ (Steel Industry) การผลิตแผ่นเหล็กกล้าคุณภาพสูงด้วยกระบวนการหล่อโลหะแบบต่อเนื่อง (Continuous Casting) โรงงานบางแห่งจะนำเถ้าแกลบมาโรยลงบนผิวหน้าแอ่งรับน้ำโลหะ (Tundish) เพื่อป้องกันการเย็นตัวอย่างรวดเร็วของเหล็ก และเพื่อให้เหล็กแข็งตัวอย่างสม่ำเสมอ เพราะเถ้าแกลบมีสมบัติเป็นฉนวนความร้อนที่ดี และมีจุดหลอมเหลวสูง

2. อุตสาหกรรมซีเมนต์และคอนกรีต (Cement And Concrete) การใช้เถ้าแกลบในอุตสาหกรรมมีวัตถุประสงค์หลัก 2 อย่างคือ 1) ใช้ทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland) เพื่อลดต้นทุนในการผลิตอิฐก่อสร้างราคาถูก 2) ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตคอนกรีตความแข็งแรงสูง (High Strength Concrete)

3. การป้องกันแมลง (Control Of Insect Pests In Stored Food Stuffs) มีข้อมูลระบุว่าเกษตรกรในบางประเทศแถบเอเชีย เช่น ไทย อินโดนีเซีย เป็นต้น รู้จักนำเถ้าแกลบมาใช้ป้องกันผลิตผลทางการเกษตรจากแมลงศัตรูพืช โดยเกษตรกรจะคลุกเถ้าแกลบกับเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อป้องกันด้วงแกรมห์บีน (Graham Bean Beetle) โดยใช้เถ้าแกลบประมาณ 0.5% ต่อน้ำหนักถั่ว ซึ่งปรากฏว่าได้ผลดี

4. วัสดุก่อสร้างน้ำหนักเบา (Lightweight Construction Materials) ด้วยเหตุที่ เถ้าแกลบมีสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน ดังนั้นประเทศที่กำลังพัฒนาหลายประเทศจึงนำ เถ้าแกลบมาใช้ผลิตฝ้ากันความร้อนน้ำหนักเบา

5. ซิลิกอนชิป (Silicon Chips) เนื่องจากแผ่นเวเฟอร์ (Wafer) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ (Semi-Conductor) ต้องใช้สารซิลิกอนบริสุทธิ์ ดังนั้นจึงมีความพยายามที่จะพัฒนาเถ้าแกลบ ซึ่งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นซิลิกาให้เป็นสารซิลิกาบริสุทธิ์สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมนี้

6. อุตสาหกรรมการผลิตอิฐทนไฟ (Refractory Bricks) การที่เถ้าแกลบมีสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี และมีจุดหลอมเหลวสูง ดังนั้นจึงมีการนำเถ้าแกลบมาใช้ผลิตอิฐทนไฟ หรืออิฐทนความร้อนสูง

7. ยางวัลคาไนซ์ (Vulcanizing Rubber) มีรายงานวิจัยหลายฉบับระบุถึงการใช้ เถ้าแกลบในยางวัลคาไนซ์ ซึ่งปรากฏผลการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการว่า การใช้เถ้าแกลบเป็นสารช่วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวัลคาไนซ์ (Vulcanizing Agent) ของยางเอทิลีนโพรพิลีนไดอีนเทอร์โพลิเมอร์ (Ethylene Propylene Diene Terpolymer) หรือยางอีพีดีเอ็ม (EPDM) มีข้อดีมากกว่าการใช้ ซิลิกา โดยสามารถใช้เป็นสารเสริม (Filler) ในยางอีพีดีเอ็มได้ด้วย

8. สารดูดซับสารประกอบเชิงซ้อนทอง-ไทโอยูเรีย (Adsorbent For A Gold-Thiourea Complex) ขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการสกัดทองคำออกจากก้อนแร่คือ การใช้ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) ดูดซับสารประกอบเชิงซ้อนทองที่อยู่ในรูปทอง-ไทโอยูเรีย แต่การทดลองใช้เถ้าแกลบเป็นตัวดูดซับแทนถ่านกัมมันต์ ได้ผลว่าเถ้าแกลบที่ได้จากการเผาที่อุณหภูมิประมาณ 400-500 องศาเซลเซียสสามารถดูดซับสารประกอบทองได้ดีกว่าถ่านกัมมันต์

9. สารปรับปรุงดิน (Soil Ameliorant) ปัจจุบันมีการใช้เถ้าแกลบในการปรับปรุงดินโดยมีข้อมูลระบุว่า เถ้าแกลบสามารถนำมาใช้ปรับปรุงดินได้ เพราะมันมีความพรุนตัวจึงช่วยการกระจายน้ำในดินได้ นอกจากนี้ยังพบว่า เถ้าแกลบสามารถปรับสภาพดินให้มีความเป็นกรดลดลง หรือใช้แก้น้ำที่มีสภาพเป็นกรดได้

นอกจากนี้ยังมีความพยายามทดลองประยุกต์ใช้เถ้าแกลบอีกหลายอย่างนอกจากที่กล่าวไปแล้วซึ่งยังอยู่ในขั้นทดลอง เช่น

- ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตกระเบื้องมุงหลังคา
- ใช้เป็นส่วนผสมในผงดับไฟ (Fire extinguishing powder)
- ใช้เป็นผงขัดผสมในยาสีฟัน
- ใช้เป็นส่วนผสมในวัสดุทนไฟและฉนวนกันไฟ
- ใช้เป็นสารกรองเบียร์ (Beer)
- ใช้เป็นสารเติมในการผลิตสี
- ใช้ในการผลิตฟิล์มโซเดียมซิลิเกต (Sodium silicate)

ถึงตรงนี้จะเห็นได้ว่า ของเหลือทิ้งอย่างเถ้าแกลบสามารถนำไปใช้ทำประโยชน์ต่อได้อีกหลากหลาย ซึ่งประเทศไทยมีแกลบจำนวนมากที่ถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า แต่น่าเสียดายว่า เถ้าแกลบจำนวนมากที่เกิดขึ้นหลังการเผาไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ต่อ แต่ถูกกองทิ้งในบ่อเถ้าแกลบเพื่อรอส่งไปจำหน่ายให้แก่โรงหล่อโลหะในต่างประเทศ

2.6 ดินลมหอบ (Loess)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ดินในหลายพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบวา เปนดินซึ่งเกิดจากการพัดพาโดยลม นิยมเรียกวาดิน ลมหอบ (Loess) ดินชนิดนี้จะปกคลุมเปนบริเวณกว่างในเกือบทุกจังหวัด ความหนาเฉลี่ยประมาณ 5-6 เมตร จากระดับผิวหน่าดิน ดินลมหอบสวนใหญ จะมีสีแดงซึ่งจะพบมากในตอนบนของภาค เชนในจังหวัดขอนแกน บริเวณมอดินแดง สวนใน ตอนลางของภาคอีสานดินสวนใหญจะมีสีเหลือง หากจำแนกลักษณะทางวิศวกรรมดินจะประกอบไปด่วยทรายละเอียดปนทรายแปง (Silty sand) จากผลทดสอบในห่องปฏิบัติการพบวา แรงยึดเหนี่ยวระหวางเม็ดดินจะมีคานอยมาก ความแข็งแรงของดินจะสูงมากในสภาพแห่ง (พงศกร พรรณรัตนศิลป์. 2550) ดังแสดงในภาพที่ 2.8

ภาพที่ 2.8 ดินลมหอบ

ดินลมหอบสีแดง มีลักษณะร่วนซุย เม็ดดินลมหอบมีหลายๆ ขนาดปะปนกัน มีเหลี่ยมมุมเล็กน้อย ผิวค่อนข้างเรียบ และมี ความพรุนน้อย ดังแสดงในภาพที่ 2.9 เมื่อจำแนกประเภทของดินลมหอบตามระบบ Unified Soil Classification (USCS) พบว่าเป็นทรายปนทรายแป้ง (Silty Sand, SM) และมีคุณสมบัติทางกายภาพ ดังแสดงในตารางที่ 2.3 (นพปฎล เสงี่ยมศักดิ์ และพงศกร พรรณรัตนศิลป์, 2554)

ภาพที่ 2.9 ภาพขยาย 300 เท่าของดินลมหอบ

ตารางที่ 2.3

คุณสมบัติพื้นฐานของดินลมหอบ

คุณสมบัติพื้นฐาน	ผลการทดสอบ
ประเภทของดินตามระบบ USCS	SM
ความถ่วงจำเพาะ	2.6
หน่วยน้ำหนัก (kN/m3)	15.3
ความชื้นตามธรรมชาติ (ร้อยละ)	5 – 12
พิกัดเหลว (ร้อยละ)	16
พิกัดพลาสติก (ร้อยละ)	13
ดัชนีพลาสติก (ร้อยละ)	3
ความชื้นที่เหมาะสม (ร้อยละ)	10

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก การดูดซับโลหะหนักของดินลมหอบสีแดง. *วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา,* 22(1), น. 1-8, โดย นพปฎล เสงี่ยมศักดิ์ และพงศกร พรรณรัตนศิลป์, 2554.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนวรรณกรรม / สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอิฐบล็อกประสานที่รวบรวมมาพอสังเขป สำหรับใช้เป็นแนวในการผลิต มีดังต่อไปนี้

เอก ช่อประดับ (2547) ศึกษาผลของแกลบต่อคุณสมบัติทางกายภาพของอิฐสามัญที่ทำจากดินเหนียวผสมแกลบมีอัตราส่วนของแกลบต่อดินเหนียวโดยน้ำหนักแห้งที่ร้อยละ 0, 3.4, 4.9 และ 7.8 เผาที่อุณหภูมิ 800, 1,000 และ 1,200 องศาเซลเซียส ผลจาการทดลองพบว่า แกลบมีผลทำให้อิฐมีกำลังรับแรงอัดลดลง และลดในอัตราที่รวดเร็วกว่าการเพิ่มขึ้นของความพรุน เมื่ออิฐมีความพรุนตัวเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นตามไปด้วย อิฐที่เหมาะสมสำหรับงานก่อสร้างคืออิฐที่ผสมแกลบร้อยละ 2.2 เผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่ากำลังรับแรงอัด 35 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และค่าการดูดซึมน้ำเท่ากับร้อยละ 24

พานทอง อินทรชัย (2548) ศึกษาคุณสมบัติเชิงกลและเชิงความร้อนของอิฐดินเหนียวผสมเถ้าลอยและยิปซัมจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ โดยศึกษาคุณสมบัติเชิงกลคือ ความต้านทานความเค้นอัดและความต้านทานโมเมนต์ดัด และศึกษาคุณสมบัติเชิงความร้อนคือการนำความร้อน รวมไปถึงศึกษาสมบัติทางกายภาพคือ ความหนาแน่น ความพรุน และการดูดซึมน้ำ ตัวอย่างของอิฐเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส โดยเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนผสมของเถ้าลอยเป็น 0, 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และยิปซัม 0, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ส่วนที่เหลือเป็น ดินเหนียว ผลจากการศึกษาพบว่า ที่ส่วนผสมยิปซัม 10% ที่ทุกสัดส่วนของเถ้าลอย ค่าความต้านทานความเค้นอัดและค่าความต้านทานโมเมนต์ดัดจะสูงกว่าที่ส่วนผสมต่ำกว่าหรือสูงกว่า 10% ส่วนผสมของเถ้าลอยในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นจาก 0% จะทำให้ค่าความต้านทานความเค้นอัดและค่าความต้านทานโมเมนต์ดัดลดลง แต่จะเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยที่ส่วนผสมของเถ้าลอยอยู่ในช่วงมากกว่า 20% การผสมเถ้าลอยมากขึ้นจะทำให้ค่าการนำความร้อนลดลงในขณะที่ความแข็งแรงลดลง สำหรับค่าความหนาแน่น ความพรุน และการดูดซึมน้ำ ผ่านมาตรฐานและอยู่ในเกณฑ์ของอิฐสามัญก่อสร้าง ซึ่งอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมคือ เถ้าลอย : ยิปซัม : ดินเหนียว เท่ากับ 0 : 10 : 90 % โดยน้ำหนัก อิฐที่ได้จะมีค่าความต้านทานความเค้นอัดระหว่าง 3.834-4.354 เมกะพาสคัล ค่าความต้านทานโมเมนต์ดัด 3.075-3.647 เมกะพาสคัล และค่าการนำความร้อนคือ 0.2997-0.3026 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน

วุฒินัย กกกำแหง (2553) ศึกษาผลกระทบของความสามารถในการรับกำอัดและการดูดซึมน้ำของบล็อกประสาน พบว่ากำลังอัดขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและปริมาณปูนซีเมนต์ ส่วนการดูดกลืน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

น้ำจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นแห้ง ไม่ขึ้นกับปูนซีเมนต์ โดยกำลังอัดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นแห้งสูงขึ้นและปริมาณปูนซีเมนต์เพิ่มขึ้นและมีค่าลดลงเมื่อความหนาแน่นแห้งน้อยลงและปริมาณปูนซีเมนต์น้อยลง ส่วนการดูดกลืนน้ำมีค่าลดลงเมื่อความหนาแน่นแห้งสูงขึ้นและมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นแห้งลดลง

นพปฎล เสงี่ยมศักดิ์ และพงศกร พรรณรัตนศิลป์ (2554) ศึกษาการดูดซับโลหะหนักของดินลมหอบสีแดง โดยใช้ดินลมหอบสีแดงที่ พบในจังหวัดต่าง ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนเป็นตัวดูดซับ การทดสอบการดูดซับใช้ทั้งวิธีแบบกะ และแบบต่อเนื่อง ในการทดสอบแบบกะใช้สารละลายโลหะหนัก ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลาการดูดซับตั้งแต่ 0-48 ชั่วโมง ส่วนการ ทดสอบแบบต่อเนื่อง มีทั้งการศึกษาการดูดซับโลหะ การชะล้างโลหะออกจากดิน และการดูดซับซ้ำอีกรอบหลังจากการชะล้าง จากการศึกษาพบว่า ดินลมหอบสีแดงสามารถดูดซับทองแดงได้มากที่สุด และดูดซับสังกะสีได้น้อยที่สุด ความเข้มข้นของสารละลายเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการ ดูดซับ นั่นคือ เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นปริมาณการดูดซับจะเพิ่มขึ้น และจากการทดสอบแบบต่อเนื่อง พบว่า ทองแดงถูกชะล้างได้มากที่สุด ส่วนสังกะสีถูกชะล้างได้น้อยที่สุด และเมื่อนำไปดูดซับซ้ำอีกครั้ง ดินลมหอบสีแดงจะมีความสามารถในการดูดซับ ทองแดงได้ลดลง ในขณะที่ความสามารถในการดูดซับนิกเกิล และสังกะสียังคงเท่าเดิม

ปิยาลัคน์ เงินชูกลิ่น (2555) ศึกษาการใช้เถ้าแกลบในการผลิตอิฐบล็อกประสานในอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรัง (1:7) โดยแทนที่ปูนซีเมนต์ที่ 0%,5%,10%,15% และ 20% พบว่าความชื้นที่เหมาะในการอัดก้อนตัวอย่างอยู่ที 9.5% โดยน้ำหนักส่วนผสมโดยการแทนที่ 10% ที่อายุ 28 วันให้ค่ารับกำลังอัดสูงสุดเท่ากับ 162 ksc ค่าการดูดซึมน้ำทุกอัตราส่วนการแทนที่สามารถผ่านเกณฑ์มาตราฐาน มอก.57-2530

จรูญ เจริญเนตรกุล (2557) ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเถ้าใยปาล์มน้ำมัน มาแทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วน เพื่อผลิตเป็นอิฐบล็อกประสาน โดยแทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วน ในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 โดยน้ำหนัก ใช้มวลรวม คือดินลูกรัง และทรายละเอียดที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 บ่มในอากาศเป็นเวลา 28 วัน นำอิฐบล็อกประสานที่ได้มาทดสอบกำลังอัด การดูดซึมน้ำและกำาลังอัดของอิฐบล็อกประสานก่อสูง 5 ก้อน จากการศึกษาพบว่า เมื่อปริมาณของเถ้าใยปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่ากำลังอัดลดลง และมีการดูดซึมน้ำสูงขึ้น เมื่อนำผลการทดสอบเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.602/2547) พบว่าบล็อกประสานที่มีเถ้าใยปาล์มน้ำมันที่แทนที่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ปูนซีเมนต์ร้อยละ 10 และ 20 ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก และอัตราส่วนอื่นๆ ผ่านมาตรฐานชนิดไม่รับน้ำหนัก

ธนาภรณ์ ถิตย์ผ่อง (2558) ได้ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพดินลมหอบขอนแก่นด้วยปูนซีเมนต์ และยิปซัมสังเคราะห์สำหรับชั้นรองพื้นทาง พบว่า ตัวอย่างดินลมหอบขอนแก่นที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์และยิปซัมสังเคราะห์ที่มีส่วนผสมปริมาณยิปซัมสังเคราะห์ 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำไปใช้เป็นวัสดุรองพื้นทางตามมาตรฐานรองพื้นทางวัสดุมวลรวม ทล.-ม. 205/2532 และมาตรฐานรองพื้นทางดินซีเมนต์ ทล.-ม. 206/2532

Faller (2004) ศึกษาใช้ขี้เลื่อยผสมดินเหนียวเพื่อผลิตอิฐ โดยใช้ขี้เลื่อยขนาดใหญ่ปนอยู่ตั้งแต่ 0.5-10 มิลลิเมตร หลังการเผาจะให้ให้มีช่องว่างขนาดไม่เท่ากันและมีความพรุนตัวมาก ทำให้ค่าความแข็งแรงลดลง และค่าความเป็นฉนวนความร้อนเพิ่มตามไปด้วย

Okunade, E. A. (2008) ใช้เถ้าไม้และขี้เลื่อยผสมในเนื้อดินสำหรับทำอิฐในอัตราส่วน 70:30 โดยน้ำหนักที่ใช้ในการศึกษา อัตราส่วนผสมจาก 0-10 เปอร์เซ็นต์ ผลจากการศึกษาพบว่า เมื่อปริมาณของขี้เลื่อยเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าการรับแรงอัดลดลงในขณะที่อุณหภูมิการเผาเพิ่มขึ้นจาก 950 องศาเซลเซียส เป็น 1,100 องศาเซลเซียส ค่าการรับแรงอัดเพิ่งขึ้นสูงขึ้น และค่าการ ดูดซึมน้ำลดลง

Souza et al. (2011) ศึกษาการนำเถ้าชานอ้อยมาเป็นตัวเติมในส่วนผสมของการทำวัสดุเซรามิก สำหรับทำกระเบื้องมุงหลังคา โดยเถ้าชานอ้อยที่นำมาผสมในการทำกระเบื้องมุงหลังคาเท่ากับ 0, 20, 40 และ 60% ของเถ้าโดยน้ำหนัก และนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไปเผาที่อุณหภูมิ 800, 900, 1,000, 1,100 และ 1,200 °C ผลจากการศึกษาพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเถ้าชานอ้อยจาก 0-60% ในตัวอย่างชิ้นทดลองนั้นปริมาณการดูดซึมน้ำจะลดลง และค่าการดูซึมน้ำจะไม่เปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิต่ำกว่า 1,000 °C แต่จะเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดที่อุณหภูมิ 1,100 และ 1,200 °C เป็นผลมาจากการหลอมเหลวของเฟสที่เป็นตัวหลอมละลายในเนื้อดินร่วมกับซิลิกาและองค์ประกอบอื่นๆ ที่มาจากเถ้าชานอ้อย ซึ่งจะทำให้ความพรุนตัวลดลงเมื่ออุณหภูมิในการเผาสูงขึ้น การเพิ่มปริมาณของเถ้าชานอ้อยจะทำให้ค่าความแข็งแรงลดลง อย่างไรก็ตามค่าความแข็งแรงของชิ้นตัวอย่างจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการเผาเพิ่ม จำทำให้ความพรุนลดลงค่าความหนานแน่นเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเมื่ออุณหภูมิในการเผาสูงขึ้น สรุปผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้เถ้าชานอ้อยในปริมาณตั้งแต่ 20-60% โดยน้ำหนัก และอุณหภูมิในการเผาตั้งแต่ 1,000 °C ขึ้นไปจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์กระเบื้องมุงหลังคามีความทนทานที่ดี ดูดซึมน้ำน้อยและค่าความแข็งแรงสูง นอกจากนี้การนำเถ้าชานอ้อยมาใช้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ยังเป็นผลดีของการเพิ่มมูลค่าจากของเสียที่มีอยู่ในปริมาณที่มากเป็นการนำเอามาใช้ให้เกิดประโยชน์และยังช่วยในเรื่องการรักษาสิ่งแวดล้อมอีกทางด้วย อีกทั้งหากมีการศึกษาเพิ่มเติมผลจากการใช้เถ้าชานอ้อยเป็นตัวเติมในส่วนผสมของอิฐดินเผา เมื่อผสมเถ้าชานอ้อยแล้วหลังจากการเผาจะเกิดเป็นรูพรุนขึ้นในเนื้ออิฐ ซึ่งตรงนี้อาจจะต้องศึกษาการปรับปรุงการเป็นแนวนความร้อนสำหรับอิฐดินเผาได้อีกทางหนึ่งก็เป็นได้

Faria et al. (2012) ได้รายงานผลการศึกษาจากการใช้เถ้าชานอ้อยผสมในการทำอิฐดินเผาพบว่า หลังจากการเผาปริมาณการดูซึมน้ำของอิฐจะเพิ่มขึ้นในขณะที่ค่าความแข็งแรงของอิฐลดลง อย่างไรก็ตามอุณหภูมิในการเผาที่เหมาะสมคือ 1,000 ^{O}C ซึ่งค่าการดูดซึมน้ำจะน้อยลงนั้นแสดงให้เห็นว่าซิลิกาที่ได้จากเถ้าชานอ้อยทำปฏิกิริยาหลอมละลายรวมกับตัวหลอมละลายที่เป็นองค์ประกอบในเนื้อดินเช่น เฟลด์สปาร์ และตัวหลอมละลายอื่นๆ ซึ่งจะทำให้รูพรุนลดลงและส่งผลให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น โดยปริมาณของเถ้าชานอ้อยที่เหมาะสำหรับเป็นส่วนผสมในดินเพื่อทำอิฐควรไม่เกิน 10 % โดยน้ำหนักของส่วนผสมและเหมาะที่จะนำเอามาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอิฐดินเผา

Kadir and Maasom (2013) ศึกษาการนำเอาเศษชานอ้อยมาผสมในการทำอิฐดินเผา โดยศึกษาค่าการนำความร้อน ค่าความแข็งแรง ผลจาการศึกษาพบว่า เมื่อนำเศษชานอ้อนมาผสมตั้งแต่ 1, 2 และ 3% เปรียบเทียบกับที่ไม่ได้เติมค่าความหนาแน่นของอิฐอยู่ระหว่าง 1,790, 1,640 และ 1,520 kg/m^{3} ตามลำดับ ในขณะที่ค่าการนำความร้อนคือ 0.0117, 0.0111 และ 0.0107 W/m.^{O}K และค่าความแข็งแรงของอิฐอยู่ระหว่าง 22.8, 14.2 และ 5.8 MPa ตามลำดับ ซึ่งค่าความแข็งแรงจะลดลงเมื่อปริมาณของเศษชานอ้อยเพิ่มขึ้นถึง 3%

Görhan and Şimşek (2013) ศึกษาผลของการเติมแกลบข้าวต่อความพรุนตัวและค่าการเป็นฉนวนความร้อนของอิฐก่อสร้าง โดยใช้แกลบข้าวตั้งแต่ 0 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ และนำไปเผาที่อุณหภูมิตั้งแต่ 700-1,000 ^{O}C ผลจาการเติมแกลบข้าวในปริมาณตั้งแต่ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ หลังการเผาพบว่าปริมาณค่าการดูดซึมน้ำของอิฐก่อสร้าง คือ 15, 24, 27 และ 32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าความแข็งแรงของอิฐก่อสร้างที่มีการเติมแกลบข้าว 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์พบว่ามีค่าความแข็งแรงที่ค่อนข้างต่ำอยู่ในช่วง 7–10 MPa การใช้แกลบข้าวในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์พบว่ามีความเหมาะสมนอกจากนี้ยังสามารถช่วยเพิ่มความพรุนตัวให้กับอิฐก่อสร้าง

Muñoz et al. (2013) ศึกษาอิทธิพลของการใช้เยื่อกระดาษ (Paper pulp) เติมในส่วนผสมการทำอิฐเพื่อลดน้ำหนักของอิฐต่อสมบัติทางความร้อนและสมบัติเชิงกลของอิฐ ผลจาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การศึกษาพบว่าการใช้เยื่อกระดาษสามารถเพิ่มความพรุนตัวของอิฐจึงส่งผลให้ความสามารถในการรับแรงกดลดลงและมีค่าการนำความร้อนต่ำ เมื่อผสมเยื่อกระดาษในปริมาณร้อยละ 15 เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนและเปรียบเทียบกับอิฐที่ไม่ได้ผสมเยื่อกระดาษปริมาณรูพรุนที่พบคือ 39.69% ที่การทดสอบปริมาณความร้อน 10 °C ค่าการนำความร้อนเท่ากับ 0.45 W/m-K อย่างไรก็ตามค่าการนำความร้อนและรูพรุนจะแปรผันตามปริมาณเยื่อกระดาษที่ได้เติมลงในส่วนผสมของการทำอิฐ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนักโดยใช้ดินลมหอบผสมกับแกลบ ในบทนี้จะกล่าวถึง การผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนักที่ใช้ดินลมหอบร่วมกับแกลบ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547 เพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางกายภาพ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. วัสดุที่ใช้ในการทดลอง
2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย
3. ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 การเตรียมตัวอย่าง

3.1.1.1 ปูนซีเมนต์ ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 (Portland cement type I) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย มอก.15-2547 โดยเป็นปูนซีเมนต์ที่ใหม่ นำปูนซีเมนต์ทั้งหมดที่ใช้มาคลุกให้เข้ากัน จากนั้นบรรจุไว้ในถุงพลาสติกเพื่อป้องกันความชื้น

3.1.1.2 ดินแดง ใช้ดินทำอิฐบล็อกประสาน จากโรงผลิตในอำเภอธวัชบุรี จังหวัดร้อยเอ็ด

3.1.1.3 แกลบ ใช้แกลบจากการสีข้าวสาร นำมาร่อนเอาส่วนที่เป็นเศษวัชพืช และสิ่งเจือปนอื่น ๆ ออกจนสะอาด จากนั้นบรรจุไว้ในถุงพลาสติก

3.1.1.4 ดินลมหอบ ใช้ดินลมหอบจากจังหวัดขอนแก่น นำมาร่อนเอาส่วนที่เป็นดินตะกอน และสิ่งเจือปนอื่น ๆ ออกจนสะอาด จากนั้นบรรจุไว้ในถุงพลาสติก

3.1.1.5 น้ำ ใช้น้ำประปาสะอาดในการผสม ต้องสะอาด ไม่มีสารแขวนลอย และสารแปลกปลอมเจือปนอื่นอยู่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องทดสอบกำลังอัด

3.2.2 ตู้อบ

3.2.3 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล

3.2.4 เครื่องบดดิน

3.2.5 เครื่องผสมอิฐบล็อกประสาน

3.2.6 เครื่องขึ้นรูปอิฐบล็อกประสานชนิดระบบไฮดรอลิก

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.3.1 การทดสอบคุณสมบัติขั้นพื้นฐานของวัสดุ

3.3.1.1 นำดินที่ใช้ทำอิฐบล็อกประสานมาบดด้วยเครื่องบดดิน และร่อนให้ผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4

3.3.2 การเตรียมตัวอย่างอิฐบล็อกประสาน

3.3.2.1 การออกแบบส่วนผสม

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบส่วนผสมอิฐบล็อกประสาน ในอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวมเท่ากับ 1 : 6 โดยน้ำหนัก และใช้น้ำในการผสมอิฐบล็อกประสานอยู่ระหว่างร้อยละ 4 – 10 ของปูนซีเมนต์ ดังแสดงในตาราง 3.1

3.3.2.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

BC หมายถึง อิฐบล็อกประสานควบคุมที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เพียงอย่างเดียว (Block concrete)

RH หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ผสมแกลบ (Rice husk)

สัญลักษณ์ตัวเลข 5, 10, 15 และ 20 คือ ร้อยละของการแทนที่มวลรวมด้วยแกลบ

L หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ผสมดินลมหอบ (Loess)

สัญลักษณ์ตัวเลข 5, 10, 15 และ 20 คือ ร้อยละการแทนที่มวลรวมด้วยดินลมหอบ

ตัวอย่างสัญลักษณ์

RH20L15 หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ผสมแกลบในอัตราการแทนที่ ร้อยละ 20 โดยปริมาตรของมวลรวม และแทนที่ดินลมหอบร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก เป็นต้น

ตารางที่ 3.1

อัตราส่วนผสมของอิฐบล็อกประสาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ส่วนผสม	ร้อยละการแทนที่		ปริมาณส่วนผสม			
	แกลบ (RH)	ดินลมหอบ (L)	ปูนซีเมนต์ (กรัม)	ดินแดง (กรัม)	แกลบ (RH)	ดินลมหอบ (L) (กรัม)
BC	0	0	500	3,000	ไม่ใช้	ไม่ใช้
RH0L5	0	5	500	2,850	ไม่ใช้	150
RH0L10	0	10	500	2,700	ไม่ใช้	300
RH0L15	0	15	500	2,550	ไม่ใช้	450
RH0L20	0	20	500	2,400	ไม่ใช้	600
RH5L0	5	0	500	2,850	ตามปริมาตรของดินแดง 150 กรัม	ไม่ใช้
RH5L5	5	5	500	2,700	ตามปริมาตรของดินแดง 150 กรัม	150

RH5L10	5	10	500	2,550	ตามปริมาตรของดินแดง 150 กรัม	300
RH5L15	5	15	500	2,400	ตามปริมาตรของดินแดง 150 กรัม	450
RH5L20	5	20	500	2,250	ตามปริมาตรของดินแดง 150 กรัม	600
RH10L0	10	0	500	2,700	ตามปริมาตรของดินแดง 300 กรัม	ไม่ใช้
RH10L5	10	5	500	2,550	ตามปริมาตรของดินแดง 300 กรัม	150
RH10L10	10	10	500	2,400	ตามปริมาตรของดินแดง 300 กรัม	300
RH10L15	10	15	500	2,250	ตามปริมาตรของดินแดง 300 กรัม	450
RH10L20	10	20	500	2,100	ตามปริมาตรของดินแดง 300 กรัม	600
RH15L0	15	0	500	2,550	ตามปริมาตรของดินแดง 450 กรัม	ไม่ใช้
RH15L5	15	5	500	2,400	ตามปริมาตรของดินแดง 450 กรัม	150

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ส่วนผสม	ร้อยละการแทนที่				ปริมาณส่วนผสม	
	แกลบ (RH)	ดินลมหอบ (L)	ปูนซีเมนต์ (กรัม)	ดินแดง (กรัม)	แกลบ (RH)	ดินลมหอบ (L) (กรัม)
RH15L10	15	10	500	2,250	ตามปริมาตรของดินแดง 450 กรัม	300
RH15L15	15	15	500	2,100	ตามปริมาตรของดินแดง 450 กรัม	450
RH15L20	15	20	500	1,950	ตามปริมาตรของดินแดง 450 กรัม	600
RH20L0	20	0	500	2,400	ตามปริมาตรของดินแดง 600 กรัม	ไม่ใช้
RH20L5	20	5	500	2,250	ตามปริมาตรของดินแดง 600 กรัม	150
RH20L10	20	10	500	2,100	ตามปริมาตรของดินแดง 600 กรัม	300
RH20L15	20	15	500	1,950	ตามปริมาตรของดินแดง 600 กรัม	450
RH20L20	20	20	500	1,800	ตามปริมาตรของดินแดง 600 กรัม	600

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.3.3 การทดสอบอิฐบล็อกประสาน

3.3.3.1 ทดสอบมิติ

โดยวัดแต่ละมิติ กว้าง x ยาว x สูง ต้องมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 2 มิลลิเมตร ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547

3.3.3.2 การทดสอบความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสาน

ทดสอบโดยใช้อิฐบล็อกประสานวางในแนวนอน จากนั้นนำไปกดด้วยเครื่อง Universal Testing Machine ส่วนผสมละ 3 ก้อนเพื่อหาค่าเฉลี่ย โดยทดสอบที่อายุ 7 และ 28 วัน โดยสามารถหากำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานได้ จาก สมการที่ (3.1)

$$F = P/A \qquad (3.1)$$

เมื่อ F แทน กำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.)

P แทน แรงกระทำบนตัวอย่าง (กก.)

A แทน พื้นที่หน้าตัด (ตร.ซม.)

โดยความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 7.0 เมกะพาสคัล ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547

3.3.3.3 การทดสอบความหนาแน่น (Density) คำนวณหาค่าความหนาแน่นจากมวลต่อปริมาตรของตัวอย่างอิฐบล็อกประสานดังในสมการที่ (3.2)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

$$P = M/V \qquad (3.2)$$

เมื่อ P แทน ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม)

M แทน มวลของตัวอย่างทดสอบ (กก.)

V แทน ปริมาตรของตัวอย่างทดสอบ (ลบ.ม)

3.3.3.4 การหาค่าการดูดกลืนน้ำ (Water absorption)

เป็นการทดลองโดยเปรียบเทียบน้ำหนักของน้ำที่อิฐบล็อกประสานดูดซึมน้ำได้ภายหลังการแช่ในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง กับน้ำหนักอิฐบล็อกประสานแห้ง ดังในสมการที่ (3.3) โดยค่าการดูดกลืนน้ำ (เฉพาะชนิดรับน้ำหนัก) ต้องเป็นไปตามตารางที่ 2.2 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547

$$W = \frac{(W2-W1)}{V} \qquad (3.3)$$

เมื่อ W แทน ค่าการดูดกลืนน้ำ (กก./ลบ.ม.)

W2 แทน น้ำหนักวัสดุมวลรวมในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง (กก.)

W1 แทน น้ำหนักของวัสดุมวลรวมอบแห้ง (กก.)

V แทน ปริมาตร (ลบ.ม.)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ในบทนี้ได้กล่าวถึงคุณสมบัติพื้นฐานทั้งทางกายภาพและเคมีผลการทดสอบและการวิเคราะห์ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

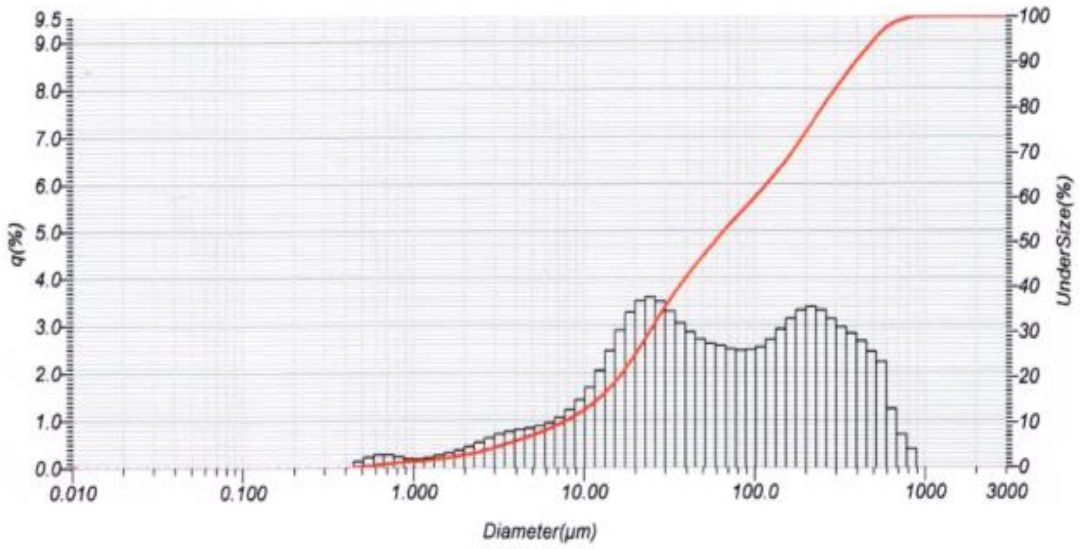
1. คุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุ
2. ผลการทดสอบมิติ
3. ผลการทดสอบความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสาน
4. ผลการทดสอบความหนาแน่น
5. ผลการทดสอบค่าการดูดกลืนน้ำ

4.1 คุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุ

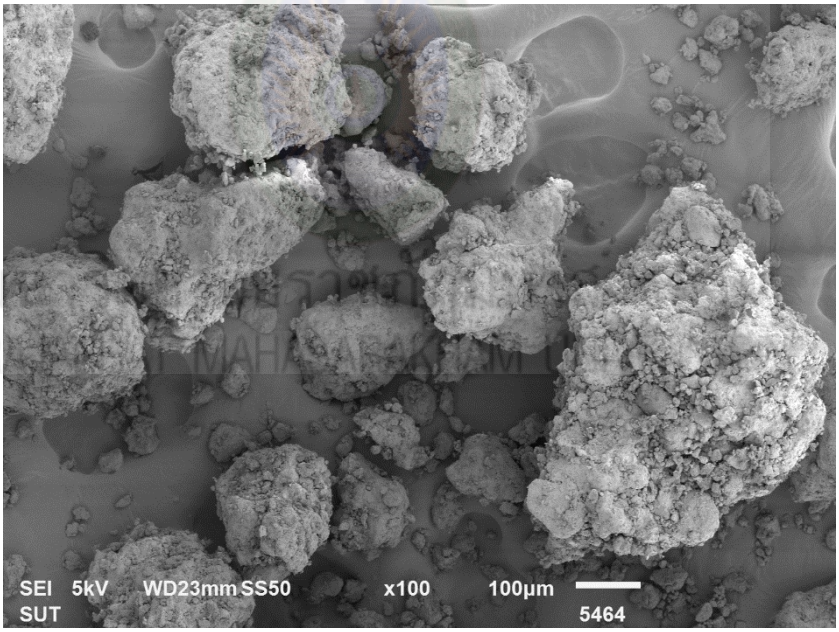
4.1.1 ขนาดอนุภาคและการคละของดิน

ทดสอบโดยเครื่อง Laser Diffraction Particle Size Analyzer พบว่าดินมีขนาดอนุภาคใหญ่สุดที่ขนาดไม่เกิน 1,000 μm และมีการคละของอนุภาคส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 10 -1,000 μm ดังแสดงในภาพที่ 4.1 ซึ่งเป็นขนาดดินที่ค่อนข้างละเอียดเหมาะแก่การนำมาใช้ในการทำอิฐบล็อกประสาน เนื่องจากอิฐบล็อกประสานขึ้นรูปด้วยการอัดด้วยแรง ประกอบกับเมื่อดินมีขนาดที่เล็กช่องว่างระหว่างอนุภาคดินจะน้อยตามไปด้วยทำให้อิฐมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น (Haruehansapong et al. 2014, pp. 471-477) ดังแสดงในภาพที่ 4.1

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.1 ผลการทดสอบอนุภาคและขนาดคละของดิน



ภาพที่ 4.2 ภาพถ่ายขยายกำลังสูงขนาด 100 เท่าของดิน

4.1.2 การทดสอบหาองค์ประกอบทางเคมีของดิน

ทดสอบโดยเครื่อง X-Ray Fluorescence Spectrometer พบว่าดินมีองค์ประกอบของ SiO_2 และ Al_2O_3 เป็นส่วนใหญ่ โดยมีปริมาณร้อยละ 84.92 และ 11.55 ลำดับ ดังแสดงตารางที่ 4.1 ซึ่งเป็นลักษณะของดินเหนียว จึงเหมาะสมในการนำมาทำอิฐบล็อกประสาน

ตารางที่ 4.1

คุณสมบัติทางเคมีของดิน

ส่วนประกอบทางเคมี	ร้อยละ (%)
Na_2O	0.04
MgO	0.08
Al_2O_3	11.55
SiO_2	84.92
P_2O_5	0.06
SO_3	0.02
Cl	0.02
K_2O	0.1
CaO	0.05
TiO_2	0.59
Cr_2O_3	0.01
MnO	0.01
Fe_2O_3	2.5
ZrO_2	0.05

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.2 ผลการทดสอบมิติ

จากการทดสอบพบว่า ค่าความคลาดเคลื่อน ความกว้าง +1.0 มิลลิเมตร ความยาว +1.9 มิลลิเมตร และความสูง +0.3 มิลลิเมตร ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน อิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547 โดยแต่ละมิติมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 2.0 มิลลิเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2

ผลการทดสอบมิติ

รหัสส่วนผสม	ขนาดที่วัดได้			ค่าความคลาดเคลื่อน		
	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	สูง (ซม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	สูง (มม.)
BC	12.6	25.1	9.0	1.0	1.0	0.0
RH0L5	12.6	25.1	9.0	1.0	1.0	0.0
RH0L10	12.6	25.2	9.0	1.0	2.0	0.0
RH0L15	12.6	25.2	9.0	1.0	2.0	0.0
RH0L20	12.6	25.2	9.0	1.0	2.0	0.0
RH5L0	12.6	25.2	9.0	1.0	2.0	0.0
RH5L5	12.6	25.2	9.0	1.0	2.0	0.0
RH5L10	12.6	25.2	9.1	1.0	2.0	1.0
RH5L15	12.6	25.2	9.0	1.0	2.0	0.0
RH5L20	12.6	25.2	9.0	1.0	2.0	0.0
RH10L0	12.6	25.2	9.1	1.0	2.0	1.0
RH10L5	12.6	25.2	9.0	1.0	2.0	0.0
RH10L10	12.6	25.2	9.0	1.0	2.0	0.0
RH10L15	12.6	25.2	9.1	1.0	2.0	1.0
RH10L20	12.6	25.2	9.0	1.0	2.0	0.0
RH15L0	12.6	25.2	9.0	1.0	2.0	0.0
RH15L5	12.6	25.2	9.0	1.0	2.0	0.0
RH15L10	12.6	25.2	9.0	1.0	2.0	0.0
RH15L15	12.6	25.2	9.1	1.0	2.0	1.0

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

RH15L20	12.6	25.2	9.0	1.0	2.0	0.0
RH20L0	12.6	25.2	9.1	1.0	2.0	1.0
RH20L5	12.6	25.2	9.1	1.0	2.0	1.0
RH20L10	12.6	25.2	9.0	1.0	2.0	0.0
RH20L15	12.6	25.2	9.1	1.0	2.0	1.0
RH20L20	12.6	25.2	9.1	1.0	2.0	1.0
ค่าเฉลี่ย				+1.0	+1.9	+0.3

4.3 ผลการทดสอบแรงอัดของอิฐบล็อกประสาน

จากการทดสอบพบว่า การแทนที่ดินแดงด้วยดินลมหอบ ทำให้กำลังอัดสูงกว่าอิฐบล็อกประสานควบคุม เนื่องจากดินลมหอบเป็นดินที่มีขนาดอนุภาคเล็กเป็นฝุ่น ซึ่งเมื่อนำมาผสมกับดินแดงในอิฐบล็อกประสานแล้ว ดินลมหอบสามารถแทรกตัวได้ดีเนื่องจากมีอนุภาคที่เล็กกว่าดินแดง และการแทนการแทนที่ดินแดงด้วยดินลมหอบในปริมาณที่สูงขึ้น ส่งผลให้กำลังอัดของอิฐบล็อกประสานเพิ่มมากขึ้นด้วย เมื่อเทียบกับส่วนผสมในกลุ่มเดียวกัน เช่น RH0L5, RH0L10, RH0L15, RH0L20 ซึ่งมีค่ากำลังอัดที่ 7 วัน เท่ากับ 291, 303, 326 และ 353 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ และยังพบอีกว่ากำลังอัดที่อายุ 28 วัน ทุกส่วนผสมมีกำลังอัดที่มากกว่าที่อายุ 7 วัน เนื่องจากการทำปฏิกิริยาไฮเดรชันที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นของปูนซีเมนต์และน้ำในช่วงระยะเวลาที่บ่มอิฐบล็อกประสาน ดังแสดงในภาพที่ 4.3

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.3

ผลการทดสอบความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสาน

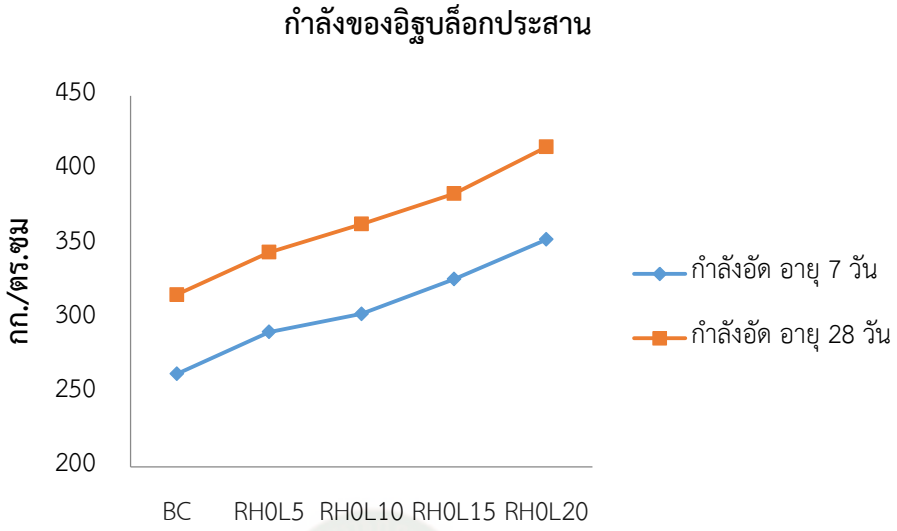
รหัสส่วนผสม	ความต้านแรงอัด (กก./ตร.ซม.)	ความต้านแรงอัด (กก./ตร.ซม.)
	อายุ 7 วัน	อายุ 28 วัน
BC	263	316
RH0L5	291	345
RH0L10	303	364

RH0L15	326	384
RH0L20	353	416
RH5L0	281	331
RH5L5	306	360
RH5L10	319	376
RH5L15	335	394
RH5L20	375	442
RH10L0	262	309
RH10L5	273	322
RH10L10	286	336

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) *(ต่อ)*

รหัสส่วนผสม	ความต้านแรงอัด (กก./ตร.ซม.)	ความต้านแรงอัด (กก./ตร.ซม.)
	อายุ 7 วัน	อายุ 28 วัน
RH10L15	303	356
RH10L20	326	384
RH15L0	213	251
RH15L5	227	268
RH15L10	238	280
RH15L15	247	291
RH15L20	271	327
RH205L0	164	194
RH20L5	183	215
RH20L10	193	228
RH20L15	200	235
RH20L20	215	254

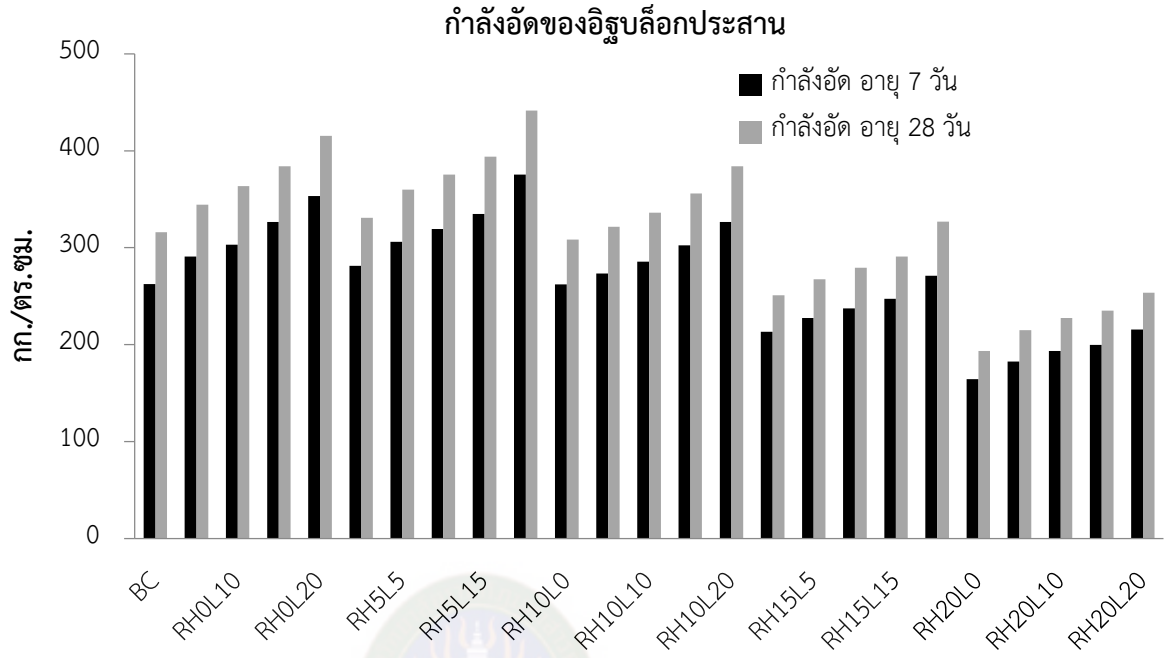
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของดินลมหอบกับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน

จากภาพที่ 4.4 จะเห็นได้ว่า การใช้แกลบ ร้อยละ 5 ร่วมกับดินลมหอบร้อยละ 20 ให้ค่ากำลังอัดของอิฐบล็อกประสานสูงสุดเมื่อเทียบกับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสานทั้งหมด โดยมีค่าเท่ากับ 375 กก./ตร.ซม. ที่อายุการทดสอบ 7วัน และมีค่าเท่ากับ 442 กก./ตร.ซม. ที่อายุการทดสอบ 28 วัน ซึ่งเป็นกำลังอัดสูงสุดของอิฐบล็อกประสาน และเมื่อพิจารณาค่ากำลังอัดเทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรมชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช. 602/2547 พบว่าทุกค่ากำลังอัดของอิฐบล็อกประสานมีค่ามากกว่า 7 เมกะปาสคาล หรือประมาณ 70 กก./ตร.ซม. จัดได้ว่าอิฐบล็อกประสานทุกส่วนผสมเป็นชนิดรับแรง ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช. 602-2547 (สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

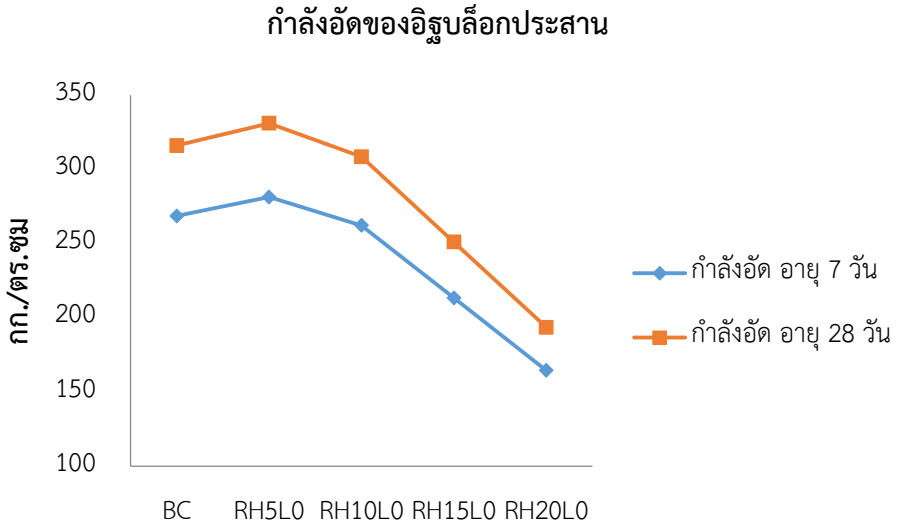
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



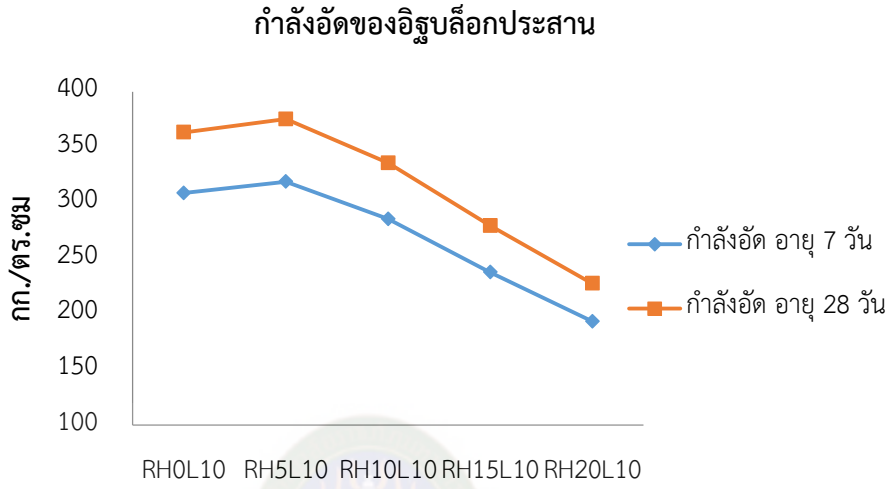
ภาพที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของดินลมหอบและแกลบกับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน

เมื่อพิจารณาผลกระทบของแกลบต่อด้านกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน ผลปรากฏว่า อิฐบล็อกประสานที่มีแกลบเป็นส่วนผสมมีค่ากำลังอัดลดลง ตามปริมาณการแทนที่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Erniatia et al. 2015, pp. 832-837) ทั้งนี้ เนื่องจากแกลบมีขนาดที่ใหญ่กว่าดินแดง เมื่อแทนที่ในอิฐบล็อกประสานแล้วส่งผลให้เกิดในช่องว่างของอิฐบล็อกประสาน มีผลให้กำลังอัดมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มส่วนผสมเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 4.5 และภาพที่ 4.6

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



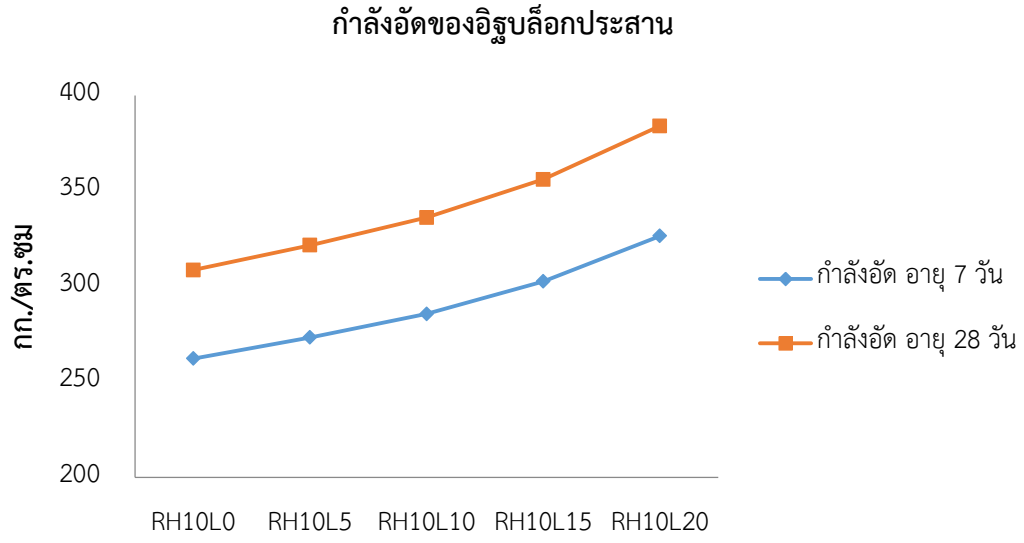
ภาพที่ 4.5 ความสัมพันธ์ของแกลบกับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน



ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ของแกลบกับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน

และเมื่อพิจารณาการใช้ดินลมหอบร่วมกับแกลบในอิฐบล็อกประสาน ปรากฏว่าส่วนผสมที่มีแกลบส่งผลให้ค่ากำลังอัดลดลง เมื่อเทียบกับ อิฐบล็อกประสานควบคุม แต่ ดินลมหอบสามารถเพิ่มกำลังอัดให้กับอิฐบล็อกประสาน เมื่อเทียบกับการใช้แกลบในปริมาณเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 4.7

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.7 ความสัมพันธ์ของแกลบและดินลมหอบกับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน

4.4 ผลการทดสอบความหนาแน่น

จากผลการทดสอบพบว่า อิฐบล็อกประสานควบคุมมีค่าความหนาแน่นที่อายุ 7 และ 28 วัน มีค่าเท่ากับ 1,534 และ 1,507 กก./ลบ.ม.และเมื่อแทนที่ดินด้วยแกลบพบว่า ความหนาแน่นของบล็อกประสานทีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ทุกส่วนผสม (ณิชาดา ฉัตรสถาปัตยกุล และคณะ, 2556, น. 48-54) เนื่องจากความหนาแน่นแกลบมีค่าน้อยกว่าดินแดงที่ใช้ทำอิฐบล็อกประสาน และเมื่อแทนที่แล้วทำให้เกิดโพรงมากขึ้นตามปริมาณการแทนที่ (Uygunoglu and other. 2012 : 180-187) และเมื่อพิจารณาความหนาแน่นที่ 28 วัน พบว่า มีค่าน้อยกว่าอายุ 7 วัน ทุกส่วนผสม เนื่องจากความชื้นในอิฐบล็อกประสานได้ระเหยออก จึงส่งผลให้ความหนาแน่นมีค่าลดลงเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.8

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

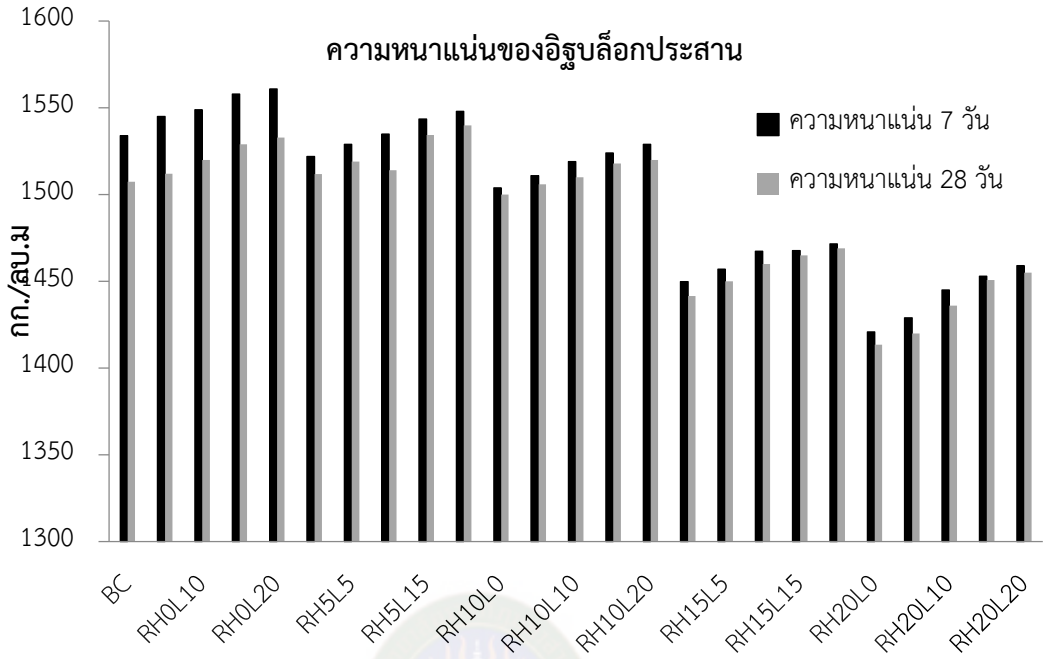
ตารางที่ 4.4

ผลการทดสอบความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสาน

รหัสส่วนผสม	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม)	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม)
	ที่อายุ 7 วัน	ที่อายุ 28 วัน
BC	1534	1507
RH0L5	1545	1512
RH0L10	1549	1520

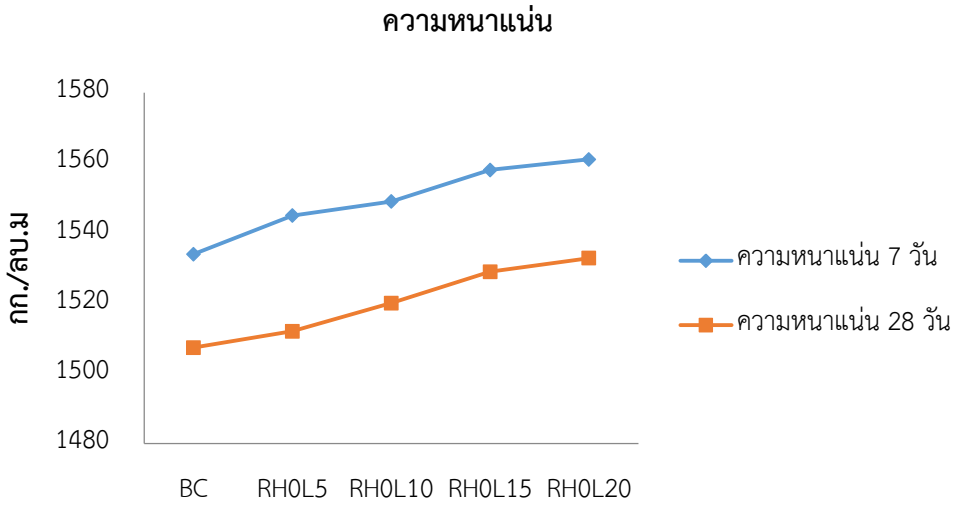
RH0L15	1558	1529
RH0L20	1561	1533
RH5L0	1522	1512
RH5L5	1529	1519
RH5L10	1535	1514
RH5L15	1544	1534
RH5L20	1548	1540
RH10L0	1504	1500
RH10L5	1511	1506
RH10L10	1519	1510
RH10L15	1524	1518
RH10L20	1529	1520
RH15L0	1450	1442
RH15L5	1457	1450
RH15L10	1467	1460
RH15L15	1468	1465
RH15L20	1472	1469
RH20L0	1421	1414
RH20L5	1429	1420
RH20L10	1445	1436
RH20L15	1453	1451
RH20L20	1459	1455

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

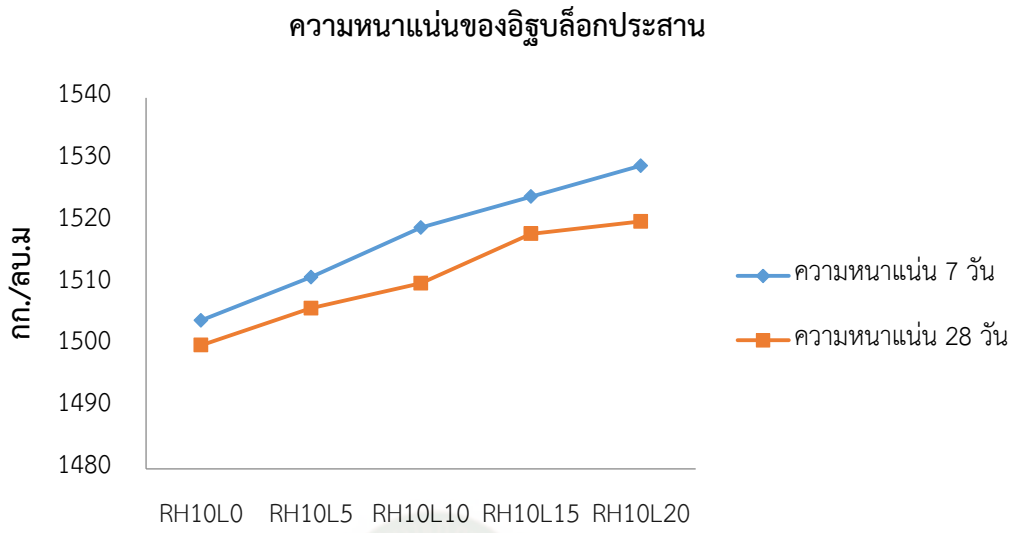


ภาพที่ 4.8 ความสัมพันธ์ของแกลบและดินลมหอบกับความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสาน

เมื่อพิจารณาผลกระทบของดินลมหอบต่อความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสานพบว่า ในส่วนผสมกลุ่มเดียวกันความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสานมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณการแทนที่ของดินลมหอบ ทั้งนี้เนื่องจากขนาดอนุภาคของดินลมหอบมีขนาดที่เล็กมากจึงสามารถลดช่องว่างในอิฐบล็อกประสานส่งผลให้ค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.9 และ ภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.9 ความสัมพันธ์ของดินลมหอบกับความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสาน



ภาพที่ 4.10 ความสัมพันธ์ของดินลมหอบกับความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสาน

4.5 ผลการทดสอบค่าการดูดกลืนน้ำ

จากผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.5 พบว่า ทุกอัตราส่วนการแทนที่ของแกลบมีค่าร้อยละการดูดกลืนน้ำเพิ่มขึ้นตามปริมาณแกลบที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากแกลบมีลักษณะเป็นโพรง มีผลให้เกิดโพรงในอิฐบล็อกประสาน ส่งผลให้การดูดซึมน้ำที่เพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบการการดูดซึมที่อายุการทดสอบ พบว่าร้อยละการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสานที่อายุ 28 วัน มีค่าการดูดกลืนน้ำมากกว่าอายุ 7 วันทุกอัตราส่วนผสม ทั้งนี้เนื่องจาก เมื่ออิฐบล็อกประสานมีอายุมากขึ้นค่าความชื้นมีค่าลดลงจากการระเหยความชื้น ส่งผลให้การดูดซึมน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น (จรูญ เจริญเนตรกุล, 2557, น. 103-112) ดังแสดงในภาพที่ 4.11

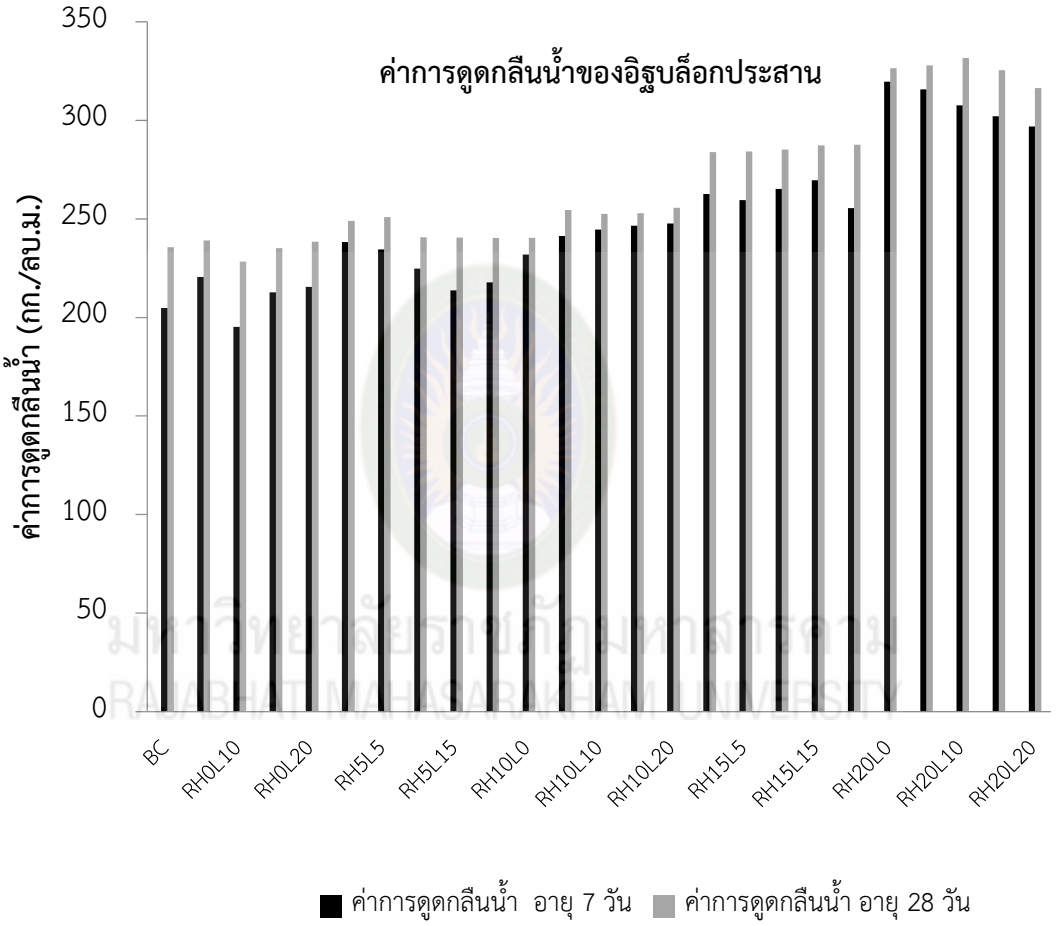
ตารางที่ 4.5

ผลการทดสอบร้อยละการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน

รหัสส่วนผสม	ร้อยละการดูดซึม	ร้อยละการดูดซึม
	อายุ 7 วัน	อายุ 28 วัน
BC	11.19	12.11
RH0L5	11.07	11.85
RH0L10	10.84	11.45
RH0L15	10.48	11.05
RH0L20	10.40	11.00
RH5L0	12.24	13.90
RH5L5	11.85	13.05
RH5L10	11.63	12.86
RH5L15	11.46	12.43
RH5L20	11.26	12.14
RH10L0	13.84	14.64
RH10L5	13.44	14.18
RH10L10	13.00	14.03
RH10L15	12.69	13.54
RH10L20	12.51	13.11
RH15L0	15.07	16.39
RH15L5	15.03	16.09
RH15L10	14.85	15.90
RH15L15	14.35	15.33
RH15L20	14.14	15.06

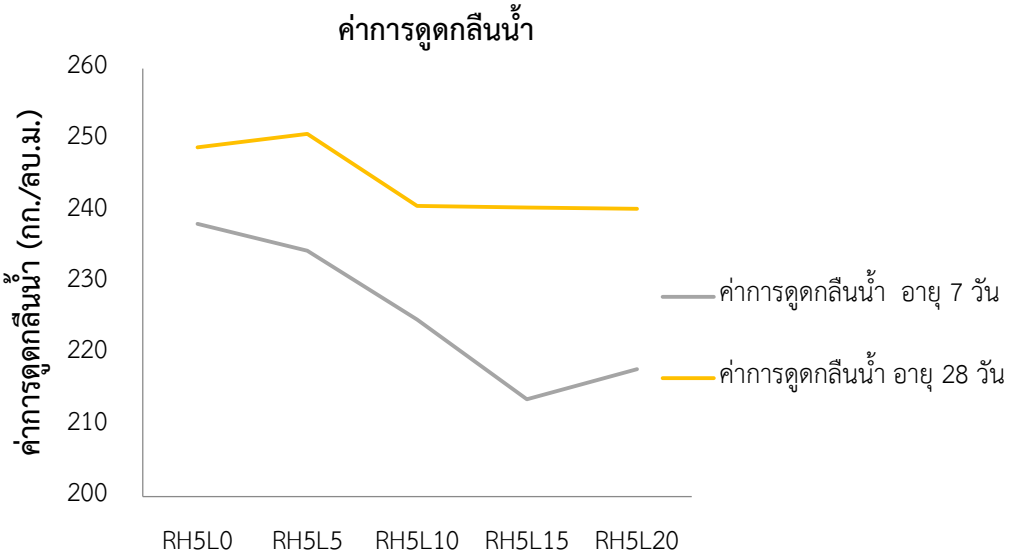
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

RH20L0	16.16	17.29
RH20L5	16.03	16.67
RH20L10	15.83	16.12
RH20L15	15.48	15.92
RH20L20	15.10	15.71

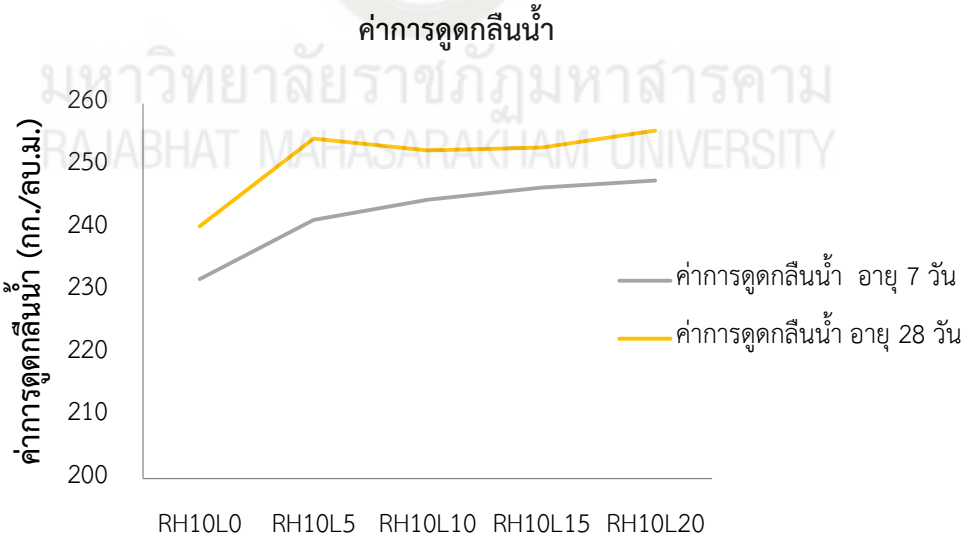


ภาพที่ 4.11 ความสัมพันธ์ของแกลบและดินลมหอบกับค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน

และเมื่อพิจารณาถึงผลกระทบของดินลมหอบต่อการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน พบว่าค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานมีค่าลดลงเนื่องจากความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสานที่มีค่าเพิ่มขึ้นจากอนุภาคของดินลมหอบที่มีขนาดเล็กลดช่องว่างในอิฐบล็อกประสาน ส่งผลให้ค่าการดูดกลืนน้ำลดลงดังแสดงในภาพที่ 4.12 และ ภาพที่ 4.13



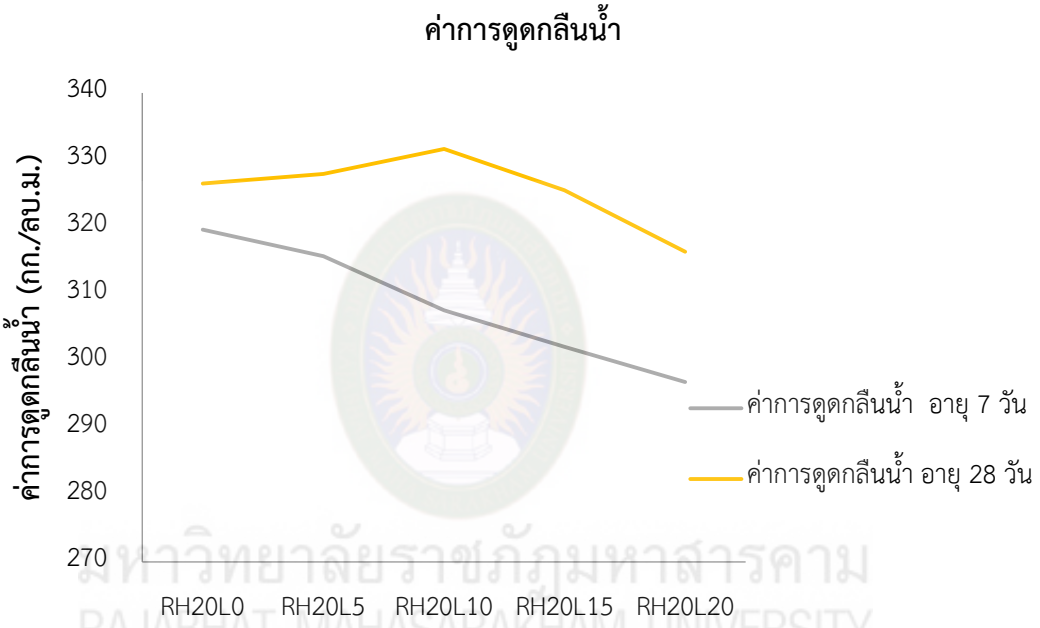
ภาพที่ 4.12 ความสัมพันธ์ของดินลมหอบกับค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 4.13 ความสัมพันธ์ของดินลมหอบกับค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน

และเมื่อพิจารณาค่าการดูดกลืนน้ำเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547 ผลปรากฏว่า ส่วนผสมของแกลบร้อยละ 20 โดยปริมาตร มีค่าการดูดกลืนน้ำมากกว่า 288 กก./ลบ.ม. เกินค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547 ดังแสดงในภาพที่ 4.14



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 4.14 ความสัมพันธ์ของดินลมหอบกับค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้ได้กล่าวถึง สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ ของการใช้แกลบร่วมกับดินลมหอบแทนที่ดินในอิฐบล็อกประสาน ซึ่งได้ลำดับดังต่อไปนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการพัฒนาอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนักโดยใช้ดินลมหอบผสมกับแกลบ สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 มิติของอิฐบล็อกประสานผสมแกลบร่วมกับดินลมหอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547 ซึ่งยอมให้ไม่เกิน ± 2 มิลลิเมตร

5.1.2 กำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน เมื่อผสมดินลมหอบในอิฐบล็อกประสาน ส่งผลให้ค่ากำลังอัดของคอนกรีตมีค่าเพิ่มขึ้นทุกอัตราส่วนผสม และกำลังอัดของอิฐบล็อกประสานที่แทนที่ด้วยแกลบมีค่าลดลงตามปริมาณที่เพิ่มขึ้น โดยอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดคือ การแทนที่แกลบร้อยละ 5 และดินลมหอบร้อยละ 20 เป็นส่วนผสมที่ให้ค่ากำลังอัดสูงสุด และทุกอัตราส่วนผสม เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน (ชนิดรับน้ำหนัก) มผช.602/2547 มีค่ามากกว่า 7.0 เมกะพาสคัล

5.1.3 ค่าความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสาน มีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของแกลบ เนื่องจากความหนาแน่นของแกลบมีน้อยกว่าดิน และทำให้เกิดโพรงในอิฐบล็อกประสานส่งผลให้ความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสานลด แต่เมื่อผสมดินลมหอบแล้ว พบว่าค่าความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้นทุกอัตราส่วนผสม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.1.4 ค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานเพิ่มขึ้นตามปริมาณแกลบที่เพิ่มขึ้น ส่วนผสมของแกลบร้อยละ 20 โดยปริมาตร มีค่าเกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช. 602/2547 เมื่อผสมแกลบในอิฐบล็อกประสาน ส่งผลให้ค่าค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานมีค่าเพิ่มขึ้นทุกอัตราส่วนผสม

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.2.1.1 จากผลการวิจัยนี้ สามารถนำส่วนผสมนี้ไปใช้ในวิสาหกิจชุมชนหรือนำไปอบรมให้ความรู้แก่ชุมชนได้เนื่องจากวัสดุในการขึ้นรูปอิฐบล็อกประสานนี้มีอยู่ทั่วไป ซึ่งในปัจจุบัน อิฐบล็อกประสานนี้ยังเป็นที่ต้องการของตลาดอยู่มาก

5.2.1.2 สามารถนำอัตราส่วนผสมไปใช้กับวัสดุอื่น ๆ ในแต่ละท้องถิ่นได้เพื่อลดต้นทุนการผลิต หรือวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ในงานวัสดุก่อสร้างต่อไป

5.2.1.3 สามารถพัฒนาและศึกษาการนำอิฐบล็อกประสานไปเป็นผนังรับแรงในการก่อสร้างเพื่อความรวดเร็ว และลดต้นทุนได้

5.2.1.4 จากผลการวิจัย สามารถนำไปทดสอบด้านต่างๆ เพิ่ม เพื่อเพิ่มสมรรถนะของผนัง เช่น การเป็นฉนวนกันความร้อนของผนัง การดูดซับเสียงของผนัง เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

นายกิติบดี พรมเกตุ และคณะ. (2556). *การศึกษาคุณสมบัติของดินลมหอบผสมซีเมนต์และยิปซัมสังเคราะห์.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จรูญ เจริญเนตรกุล. (2557). อิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมเถ้าและกะลาปาล์มน้ำมัน. *วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต*, 2(1), 103-112.

ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร (2552). *คอนกรีตเทคโนโลยี.* กรุงเทพฯ : คอนกรีตผสมเสร็จซีแพ็ค.

ชัย จาตุรพิทักษ์กุล และ ปริญญา จินดาประเสริฐ. (2555). *ปูนซีเมนต์ปอซโซลาน และ คอนกรีต.* กรุงเทพ ฯ : สมาคมคอนกรีตไทย (ส.ค.ท.).

ณิชาดา ฉัตรสถาปัตยกุล และคณะ. (2556). ความเป็นไปได้ของการใช้กากตะกอนเคมีจากการผลิตน้ำประปาร่วมกับปูนซีเมนต์ในซีเมนต์มอร์ต้าและอิฐบล็อกประสาน. *วารสาร Rajabhat Journal of Sciences, Humanities & Social sciences,* 13(1), 48-54.

ธนาภรณ์ ถิตย์ผ่อง. (2558). *การปรับปรุงคุณภาพดินลมหอบขอนแก่นด้วยปูนซีเมนต์และยิปซัมสังเคราะห์สำหรับชั้นรองพื้นทาง.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น..

นพปฎล เสงี่ยมศักดิ์ และพงศกร พรรณรัตนศิลป์. (2554). การดูดซับโลหะหนักของดินลมหอบสีแดง. *วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา*, 22(1), 1-8.

ประชุม คำพุฒ, กิตติพงษ์ สุวีโร, อมเรศ บกสุวรรณ, นิรมล ปั้นลาย. (2558). การใช้ฝุ่นหินภูเขาไฟในผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน. *วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต*, 3(2), 239-247.

ปิยาลัคน์ เงินชูกลิ่น. (2555). การประยุกต์ใช้เถ้าแกลบในการผลิตอิฐบล็อกประสาน. ใน *การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 17*. สงขลา : โรงแรม บีพี สมิหลา บีช.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

พงศกร พรรณรัตนศิลป์. (2550). การศึกษาพฤติกรรมการรับน้ำหนักของฐานรากตื้นบนดินลมหอบแบบขอนแก่นจากแบบจำลองในห้องปฏิบัติการ. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (ฉบับบัณฑิตศึกษา),* 7(1), 48-56.

พานทอง อินทรชัย. (2548). *คุณสมบัติเชิงกลและเชิงความร้อนของอิฐดินเหนียวผสมเถ้าลอยและยิปซัมจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มีศักดิ์ พัวพิทยาธร. (2555). *อิฐอัดผสมเถ้าชีวมวล.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วุฒินัย กกกำแหง. (2553). ค่าการกำลังอัดและการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสาน. ใน *การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 15.* อุบลราชธานี : สุนีย์แกรนด์แอนด์คอนเวนชั่น เซนเตอร์.

วุฒินัย กกกำแหง และนรา รัตนวงศ์. (2551). บล็อกประสานจากหน้าดินขาว. ใน *การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 13.* ชลบุรี : จอมเทียนปาล์มบีช.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.602-2547) เรื่องอิฐบล็อกประสาน.* กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำเร็จ สารมาคม. (2556). *การประยุกต์ใช้เถ้าลอยในการผลิตบล็อกประสาน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) นครราชสีมา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

เอก ช่อประดับ. (2547). *คุณสมบัติเชิงกายภาพของอิฐสามัญที่ทำจากดินเหนียวผสมแกลบ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Erniatia and other. (2015). Porosity, Pore Size and Compressive Strength of Self Compacting Concrete Using Sea Water. *Procedia Engineering,* 125(3), 832-837.

Faller A. Entwicklung Erlangen Nurnberg. Sveada M. (2004). *The influence of sawdust on the physical properties of a clay brick.* SK-Bratislava, Slovak Technical University.

Faria K C P., Gurgel R F., Holanda J N F. (2012). Recycling of sugarcane bagasse ash waste in the production of clay bricks. *Environment Management,* 101(1) : 7-12.

Görhan G and Şimşek O. (2013). Porous clay bricks manufactured with rice husks. *Construction Building Material,* 40(1), 390–396.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Haruehansapong and other. (2014). Effect of the particle size of nanosilica on the compressive strength and the optimum replacement content of cement mortar containing nano-sio$_2$. *Construction and Building Materials,* 50, 471-477.

Kadir A A. Maasom N. (2013). Recycling sugarcane bagasse waste into fired clay brick. *Zero waste Genera*, 1, 21-26.

Muñoz P, Juárez M C, Morales M P, Mendívil M A. (2013). Improving the thermal transmittance of single-brick walls built of clay bricks lightened with paper pulp. *Energy Building,* 59(1), 171-180.

Okunade E. A. (2008). The effect of wood ash and sawdust admixtures on the engineering properties of a burnt laterite-clay brick. *Journal Engineering Apply Science,* 8(1), 1042-1048.

Souza A E, Teixeira S R, Santos G T A, Costa F B, Longo E. (2011). Reuse of sugarcane bagasse ash (SCBA) to produce ceramic materials. *Environment Management,* 92(1), 2774-2780.

Uygunoglu and other. (2012). The effect of fly ash content and types of aggregates on the properties of pre-fabricated concrete interlocking blocks (PCIBs). *Construction and Building Materials.* 30(1), 180-187.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

ภาพงานวิจัย

ภาพที่ ก.1 การเตรียมตัวอย่างดินลมหอบ

ภาพที่ ก.2 บรรจุตัวอย่างวัสดุใส่ถุงพลาสติก

ภาพที่ ก.3 เครื่องบดดิน

ภาพที่ ก.4 เครื่องอัดอิฐบล็อกประสาน

ภาพที่ ก.5 การผลิตอิฐบล็อกประสานแทนที่ด้วยดินลมหอบและแกลบ

ภาพที่ ก.6 นำอิฐบล็อกประสานมาเรียงแล้วตากผึ่งลมในที่ร่มให้แห้ง

ภาพที่ ก.7 ชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าความหนาแน่น

ภาพที่ ก.8 วัดขนาดเพื่อหาค่ามิติ

ภาพที่ ก.9 บ่มอิฐบล็อกประสานโดยการแช่ในน้ำ ที่อายุ 7 วัน และ 28 วัน

ภาพที่ ก.10 ทดสอบค่าความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสาน ที่อายุ 7 วัน และ 28 วัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นายอธิปัตย์ อภิชาโรจนศักดิ์
วัน เดือน ปี เกิด	12 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2517
ที่อยู่ปัจจุบัน	10/1 ถนนจันทร์เกษม ตำบลในเมือง อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด รหัสไปรษณีย์ 45000
สถานที่ทำงาน	องค์การบริหารส่วนตำบลเหนือเมือง หมู่ 17 ตำบลเหนือเมือง อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด 45000
ตำแหน่ง	ผู้อำนวยการกองช่าง
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2552	อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (อศ.บ.) สาขาวิศวกรรมก่อสร้าง มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล จังหวัดนครราชสีมา
พ.ศ. 2543	ศาสนศาสตรมหาบัณฑิต (ศน.ม.) สาขารัฐศาสตร์การปกครอง มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย จังหวัดร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2561	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศม.) สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY