อภินันทนาการจาก
จำนวน 1 เล่ม

11 ธ.ค. 2561

รายงานวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้กากชาเขียวทดแทนดินลูกรัง ในการทำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

Feasibility Study of Using Green Tea Instead of Lateritic Soil to Produce Weightless Brick Block

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

กันติมา หมัดหมัน
นูรีฮัน บาซอ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2561

ใบรับรองงานวิจัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
หลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ชื่อเรื่องงานวิจัย การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้กากชาเขียวทดแทนดินลูกรังในการทำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก
Feasibility Study of Using Green Tea Leaf Instead of Lateritic Soil to Produce Weightless Brick Block

ชื่อผู้ทำงานวิจัย กันติมา หมัดหมัน, นูรีฮัน บาซอ

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย

....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร)

....ประธานกรรมการสอบ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

....กรรมการสอบ
(อาจารย์ ดร.สายสิริ ไชยชนะ)

....กรรมการสอบ
(อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์)

....กรรมการสอบ
(อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร)

....ประธานหลักสูตร
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุมัติ เดชนะ)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เมื่อวันที่ 29 เดือน พ.ย. พ.ศ. 2561

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

เลข Bib#......
วันที่ 17 S.A. 2561
เลขเรียกหนังสือ

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ซึ่งซึ่งลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ กมลนาวิน อินทนูจิตร ที่ได้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ซึ่งให้คำแนะนำในการดำเนินการทดลองและให้คำแนะนำเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์และช่วยในการตรวจทานงานวิจัยฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ขวัญกมล ขุนพิทักษ์ อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์ อาจารย์ ดร.สายสิริ ไชยชนะ ที่คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณนายสอแหละ บางูสัน เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่อำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการและเครื่องมืออุปกรณ์ พร้อมทั้งขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ ความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

ขอขอบคุณร้านชาไท ซอย 7 หน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ร้านชาปริญญา สาขาวชิราสงขลา ร้านชาบ้านบังหาดใหญ่ และร้านชาหน้ามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต หาดใหญ่ ที่ให้ความอนุเคราะห์กากชาเขียวที่เหลือทิ้งจากการชงใช้เป็นวัสดุในการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก และขออบคุณร้านหาดใหญ่แซนบล็อก ตำบลคลองอู่ตะเภา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ที่ให้คำแนะนำอัตราส่วนการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักในงานวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องและมีส่วนช่วยเหลืองานวิจัยในครั้งนี้ทุกภาคส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบพระคุณบิดามารดา ที่อุปถัมภ์กำลังทรัพย์และคอยเป็นกำลังใจตลอดมาจนทำให้งานวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ รวมถึงเพื่อนๆ ทุกคนที่มีส่วนช่วยในงานวิจัยเล่มนี้ให้เสร็จสมบูรณ์

กันติมา หมัดหมัน
นูรีฮัน บาซอ
20 กันยายน2561

ชื่อเรื่อง	การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้กากชาเขียวทดแทนดินลูกรังในการทำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก
ชื่อผู้ทำงานวิจัย	นางสาวกันติมา หมัดหมัน รหัสนักศึกษา 564231005 นางสาวนูรีฮัน บาซอ รหัสนักศึกษา 564231024
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้กากชาเขียวทดแทนดินลูกรังในการทำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำกากชาเขียวใช้เป็นวัสดุทดแทนดินลูกรังสำหรับผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก โดยมีอัตราส่วนของอิฐบล็อกที่ใช้ศึกษา คือ ปูนซีเมนต์:ทราย:ดินลูกรัง 1:1.5:4.5 มีทั้งหมด 7 ชุดการทดลอง กำหนดส่วนผสมโดยแทนที่ดินลูกรังด้วยกากชาเขียวในอัตราส่วน ดินลูกรัง:กากชาเขียว 100:0 (ชุดควบคุม) 95:5 (A1) 90:10 (A2) 85:15 (A3) 80:20 (A4) 75:25 (A5) และ 70:30 (A6) ตามลำดับ บ่มอุณหภูมิห้องปกติ 28 วัน โดยทำการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่ได้ ได้แก่ ลักษณะทั่วไป ความต้านแรงอัด การดูดกลืนน้ำ และการเปลี่ยนแปลงความยาวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน(มผช.602/2547)และมาตรฐานอิฐบล็อกประสานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1505-2541) (เฉพาะการเปลี่ยนแปลงความยาว) พบว่ามี 4 ชุดการทดลอง ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน คือ อัตราส่วนการทดแทนสูตร A1 A2 A3 และ A4 ซึ่งความต้านแรงอัดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.4±0.4 5.0±0.4 4.7±0.3 และ 4.0±0.4 เมกะพาสคัล ตามลำดับการดูดกลืนน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 138±15.1 149±57.4 160±36.9 และ 176±24.4 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ0.0010±0.0000 0.0010±0.0000 0.0023±0.0000 และ 0.0030±0.0000 ตามลำดับ ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้งานชนิดไม่รับน้ำหนัก เช่น อิฐสำหรับงานประดับ อิฐสำหรับปูทางเดิน เมื่อพิจารณาร่วมกับต้นทุนการผลิตพบว่าอัตราการทดแทนที่ดีที่สุด คือสูตร A4 (80:20) เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตต่ำสุด ซึ่งมีราคาเท่ากับ 3.0 บาท/ก้อน ซึ่งราคาถูกกว่าชุดควบคุมถึง 0.1บาท/ก้อน และมีราคาถูกกว่าท้องตลาด เท่ากับ 7.0 บาท/ก้อน จึงเป็นไปได้ที่จะนำมาผลิตเพื่อการพาณิชย์

Title	Feasibility Study of Using Green Tea Instead of Lateritic Soil to Produce Weightless Brick Block
Authors	Miss KantimaMadnam Student Code 564231005
	Miss NureehunBasor Student Code 564231024
Advisor	Mr. KamonnawinInthanuchit
Bachelor of Science degree	Environmental Science
Institute	SongkhlaRajabhat University
Academic year	2018

Abstract

The objective was to study the possibility of using green tea leaf instead of lateritic soil to produce weightless brick block. The ratio of brick block was cement: sand: lateritic soil (1: 1.5: 4.5) The experiment was separated into seven groups and the ingredients were specified by replacing lateritic soil with green tea leaf residues. The ratio of lateritic soil to green tea leaf residues was 100:0. All of control units were 95:5 (A1) 90:10 (A2) 85:15 (A3) 80:20 (A4) 75:25 (A5) and 70:30 (A6) respectively. The regular room temperature was set to 28 days. The five product standard testing factors under assessment were general appearance, compression resistance, water absorption, product standard length change (OTOP standard. 602/2547) and brick block standard of industrial product (TIS. 1505/2541). According to research, especially length change had been found that only four experimental set were up to standard which was A1 A2 A3 and A4 consecutively. The averages of compression resistance were 6.4±0.4 5.0±0.4 4.7±0.3 and 4.0±0.4 megapascal respectively. Theaverages of water absorption were 138±15.1 149±57.4 160±36.9 and 176±24.4 kilogram/cubic meter respectively. Also, the averages of length change as percentages were 0.0010±0.0000 0.0010±0.0000 0.0023±0.0000 and 0.0030±0.0000 respectively. It was suitable for weightless using, for example, decoration brick and pathway brick. The proper replacement proportion when considered with production cost was A4 formula (80:20) because it's the lowest production cost which was 3 baht/block and

it's 0.1 baht/block cheaper than control unit. Moreover, it's 7 baht/block cheaper than general market price. Therefore, it's possible to make it as a commerce.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5 สมมติฐาน	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก	4
2.2 การขึ้นรูปอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก	15
2.3 การนำไปใช้งานของอิฐบล็อกประสาน	16
2.4 ลิกนิน	18
2.5 ชาและกากชา	18
2.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 กรอบแนวความคิดการศึกษา	23
3.2 ขอบเขตการวิจัย	24
3.3 วัสดุและอุปกรณ์	25
3.4 การดำเนินการศึกษา	25
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย	
4.1 ลักษณะทั่วไปของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำ	30
4.2 ผลการศึกษาความต้านแรงอัดอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำ	31
4.3 ผลการศึกษาการดูดกลืนน้ำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำ	33
4.4 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความยาวอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำ	34
4.5 ผลการศึกษาน้ำหนักอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำ	36
4.6 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น	37
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 การวิเคราะห์สมบัติของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก	40
5.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น	41
5.3 ข้อเสนอแนะ	41
บรรณานุกรม	42
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก โครงร่างวิจัยเฉพาะทาง	ผก-1
ภาคผนวก ข รูปประกอบการวิจัย	ผข-1
ภาคผนวก ค พารามิเตอร์และมาตรฐาน	ผค-1
ภาคผนวก ง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน (มผช. 602/2547)	ผง-1
ภาคผนวก จ ผลการทดสอบคุณสมบัติของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก	ผจ-1
ภาคผนวก ฉ ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักด้วยสถิติแบบIndependent-Sample T-Test	ผฉ-1
ภาคผนวก ช ประวัติผู้วิจัย	ผช-1

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.7.1	ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	3
2.1-1	ปริมาณซิลิกาและเซสควิออกไซด์ของดินลูกรังในประเทศไทย	7
2.1-2	องค์ประกอบทางเคมีของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์	9
2.1-3	ค่ามาตรฐานความต้านแรงอัด	12
2.1-4	ค่ามาตรฐานการดูดกลืนน้ำ	12
2.5-1	ส่วนประกอบของกากชาเขียวสดและกากชาเขียวแห้ง	19
3.4-1	อัตราส่วนกากชาเขียวในการทำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก	26
4.1-1	ลักษณะทั่วไปของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก	31
4.6-1	การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น	38

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1-1	อิฐประสานสี่เหลี่ยมขนาดขนาดเต็มก้อน	5
2.1-2	อิฐประสานโค้งขนาด	5
2.1-3	ดินลูกรัง	8
2.1-4	เครื่องอัดอิฐประสานแบบไฮดรอลิก	10
2.1-5	เครื่องอัดบล็อกประสานเครื่องอัดด้วยแรงคน	11
2.1-6	การเตรียมดินสำหรับการผสมวัสดุ	13
2.1-7	การผสมวัสดุผลิตอิฐบล็อกด้วยเครื่องโม่ผสมอัตโนมัติ	13
2.1-8	การอัดอิฐด้วยเครื่องไฮดรอลิก	14
2.1-9	อิฐบล็อกประสานที่อัดเสร็จแล้ว	14
2.1-10	การห่อเพื่อใช้บ่มอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก	15
2.1-11	การบ่มอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก	15
2.3-1	ถังน้ำอิฐบล็อกประสาน	17
2.3-2	ตัวอย่างอาคารอิฐบล็อกประสาน	17
2.4-1	หน่วยที่ซ้ำกันในโครงสร้างลิกนิน	18
3.1-1	กรอบแนวคิดการศึกษา	23
4.1-1	อิฐบล็อกประสานผสมกากชาเขียว	30
4.2-1	ค่าความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก	32
4.3-1	ค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก	34
4.4-1	ค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวอิฐบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก	35
4.5-1	ค่าน้ำหนักของอิฐบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก	36

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

อิฐบล็อกประสานเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีความสำคัญ ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นวัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อก เพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง ก่อให้เกิดความสวยงาม คงทน และยังมีรูปแบบการจัดวางที่หลากหลายเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ เช่น ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ ที่มีความเหมาะสมผสมปูนซีเมนต์และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสมนำมาอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแห้ง บ่มด้วยความชื้นให้อิฐบล็อกแข็งตัว จะได้อิฐบล็อกประสานที่มีความแข็งแรง สามารถนำมาใช้ในงานก่อสร้างอาคารในระบบผนังรับน้ำหนักหรือก่อสร้างในรูปแบบอื่นๆ ได้อีกมากมาย โดยทั่วไปคุณสมบัติของอิฐบล็อกประสานคือ มีความแข็งแรงและสามารถรับแรงกดอัดได้ดี แต่อิฐบล็อกประสานสูตรมาตรฐานมีข้อเสียคือน้ำหนักมาก จึงต้องปรับปรุงคุณภาพของอิฐบล็อกประสานให้มีน้ำหนักน้อยลง

ปัจจุบันวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเป็นสารอินทรีย์ปริมาณมาก และได้มีงานวิจัยต่างๆ ที่ศึกษาการนำวัสดุเหลือใช้มาผลิตเป็นอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก ได้แก่ แกลบ ชานอ้อย และฟางข้าว ในขณะที่กากชาเขียวนับเป็นกากที่เหลือทิ้งอีกชนิดหนึ่งที่มีจำนวนมากขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากได้รับความนิยมจากผู้บริโภคในกลุ่มทุกเพศทุกวัยและมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มสูงมากขึ้น (ขวัญอรุณ บำรุงหมู่ และคณะ, 2555 อ้างอิงถึงใน อาทิตยา กาญจนะ, 2557) กากชาเขียวเป็นส่วนที่เหลือทิ้งจากร้านค้าที่ขายชาที่มีจำนวนมากในแต่ละวัน ซึ่งไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ต่อแต่มักจะนำไปทิ้งเป็นขยะจำนวนมาก จากที่กากชาเขียวประกอบไปด้วยเซลลูโลสและลิกนินโดยส่วนใหญ่ (วนิตา จาดดำ, 2550) ซึ่งมีสมบัติใช้เป็นส่วนผสมในปูนซีเมนต์เพื่อเพิ่มคุณสมบัติ เช่น ช่วยให้การแข็งตัวของซีเมนต์ดี เพิ่มความแข็งแรงคงทนใกล้เคียงกับวัสดุเหลือใช้ชนิดอื่น ที่มีการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบช่วยให้การแข็งตัวของซีเมนต์ดี เพิ่มความแข็งแรงคงทน

ดังนั้นคณะผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาการนำกากชาเขียวมาเป็นส่วนผสมกับดินลูกรัง ทราย และปูนซีเมนต์ในการทำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงโอกาสที่จะนำกากชาเขียวที่เหลือทิ้งจากกระบวนการดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ เพื่อเสริมประสิทธิภาพความแข็งแรง และทำให้อิฐบล็อกประสานมีน้ำหนักน้อยลง และยังเป็นแนวทางในการสร้างทางเลือกให้กับผู้ประกอบกิจการอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก โดยประหยัดค่าดินลูกรังซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

1.2 วัตถุประสงค์

1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกากชาเขียวทดแทนดินลูกรังในการพัฒนาเป็น อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

2 เพื่อเปรียบเทียบสมบัติของอิฐบล็อกประสานกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547

1.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น	อัตราส่วนผสมกากชาเขียวแทนดินลูกรัง
ตัวแปรตาม	ลักษณะทั่วไป น้ำหนัก ความต้านแรงอัดของ การดูดกลืนน้ำ การเปลี่ยนแปลงความยาว และน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก
ตัวแปรควบคุม	ปริมาณปูนซีเมนต์ ปริมาณทราย และน้ำ

1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 อิฐบล็อกประสาน หมายถึง อิฐบล็อกที่ได้จากการนำดินลูกรัง ผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมอาจผสมวัสดุอื่นๆ เช่น หินฝุ่น ทราย กวนให้เข้ากัน เทลงในแบบพิมพ์ที่มีการออกแบบให้มีรู ร่องและเดือย อัดเป็นก้อนแล้วบ่มให้แข็งตัว

1.4.2 กากชาเขียว หมายถึง กากชาเขียวที่เหลือทิ้งจากการชงชาในแต่ละครั้ง จนกลายเป็นกากของเสียเหลือทิ้งจำนวนมาก ซึ่งไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ต่อแต่มักจะนำไปทิ้งเป็นขยะจำนวนมาก

1.4.3 ดินลูกรัง (skeletal soils) หมายถึง ดินที่พบชั้นลูกรัง ชั้นกรวด ชั้นเศษหิน หรือชั้นหินพื้นในระดับตื้นกว่า 50 เซนติเมตร จากผิวดิน เนื้อดินบนเป็นดินทรายปนดินร่วนถึงดินร่วนปนทรายอาจพบกรวด หินมนเล็ก หรือเศษหนปะปน

1.4.4 อิฐบล็อกประสานจากกากชาเขียว หมายถึง อิฐบล็อกที่ทำมาจากปูนซีเมนต์ ดินลูกรัง ทราย น้ำ และที่มีส่วนผสมของกากชาเขียวในอัตราส่วนที่เหมาะสม

1.5 สมมติฐาน

กากชาเขียวสามารถนำมาเป็นส่วนผสมแทนดินลูกรังในการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547) ได้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1 สามารถนำกากชาเขียวมาเป็นส่วนผสมในการมาพัฒนาเป็นอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

2 ทราบถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักจากกาก ชาเขียว

1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

การศึกษานี้มีระยะเวลาดำเนินการระหว่างเดือนกันยายน 2560 – พฤศจิกายน 2561 ดังแสดง **ตารางที่ 1.7-1**

ตารางที่ 1.7-1 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

การดำเนินการ	พ.ศ. 2560						พ.ศ. 2561										
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
1.การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2.การสอบโครงร้าง			△														
3 การทำการทดสอบ																	
3.1 การเตรียมกากชาเขียว				—													
3.2 การขึ้นรูอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก					—												
3.3 การทดสอบสมบัติของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก							—										
4. การวิเคราะห์ข้อมูล								—									
5. การสอบรายงานความก้าวหน้า									△								
6. สรุปและอภิปรายผลการศึกษา										—	—						
7. การจัดทำเล่มรายงานวิจัย												—	—				
8. การสอบวิจัยฉบับสมบูรณ์															△		
9. แก้ไขเล่มรายงานวิจัย																—	
10. ส่งเล่มรายงาวิจัยฉบับสมบูรณ์																	—

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก คือวัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นใช้วัตถุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ ที่มีความเหมาะสมนำมาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่มให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 7-14 วัน จะได้บล็อกประสานที่มีความแข็งแกร่ง มีรูปลักษณะพิเศษ ที่สามารถใช้ในงานก่อสร้างอาคารต่างๆ หรือเป็นถังเก็บน้ำได้อย่างรวดเร็ว สวยงาม และประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไป

วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมหรือมวลรวมละเอียดของบล็อกประสานควรมีขนาดเล็กกว่า 4 มิลลิเมตร ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทรายหรือวัสดุอื่นๆที่เหมาะสม โดยมวลรวมละเอียดที่ใช้ควรมีลักษณะตามมาตรฐานการแบ่งชั้นคุณภาพดินและมวลรวม สำหรับงานก่อสร้างทางหลวง ASTM D3282; 2015) standard classification of soils and soil-aggregate mixtures for highway construction purposes คือมีฝุ่นดินไม่เกินร้อยละ 35 โดยน้ำหนักหรือทดสอบเบื้องต้นโดยนำดินใส่ขวด ครึ่งหนึ่ง เติมน้ำแล้วเขย่าให้เข้ากัน เมื่อหยุดเขย่า สังเกตส่วนที่ตกตะกอนทันทีแล้วขีดเส้นไว้รอจนตกตะกอนทั้งหมดจนน้ำใสแล้ววัดตะกอนฝุ่นไม่ควรเกินร้อยละ 15 โดยปริมาตร ถ้าวัตถุดิบมีมวลหยาบผสมอยู่มาก สามารถใช้เครื่องบดร่อนให้ผิวบล็อกเรียบขึ้น ปูนซีเมนต์สำหรับงานบล็อกประสาน คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (ปูนโครงสร้าง) จะให้ ก้อนบล็อกประสานมีความแข็งแกร่ง ทนการกัดกร่อนของน้ำได้ดี การใช้ปูนซีเมนต์ผสม (ปูนก่อฉาบ) คุณภาพจะต่ำกว่าทำให้ต้องใช้ปริมาณปูนมากขึ้น เพื่อให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ต้นทุนสูงขึ้น ส่วนผสมของบล็อกประสาน ส่วนผสมของบล็อกประสานที่เหมาะสมควรทำการทดลอง ในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีอัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ต่อมวลรวมประมาณ 1:6 ถึง 1:7 โดยน้ำหนักทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของมวลรวมเป็นหลัก (สุริยา การะเกษ, 2557)

2.1.1 ชนิดของอิฐบล็อกประสาน

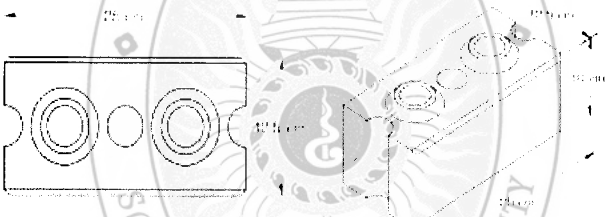
1) อิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก

อิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อเพื่อรับน้ำหนักโครงสร้าง อาคารได้ เช่น ก่อเสา ก่อผนัง

2) อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อผนังกั้นห้องหรือก่อส่วนอื่นภายในอาคารที่ไม่ใช่ส่วนที่ต้องรับน้ำหนักโครงสร้างอาคาร (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักแบ่งการใช้งานเป็น 2 ประเภท เพื่อให้เหมาะกับการใช้งาน

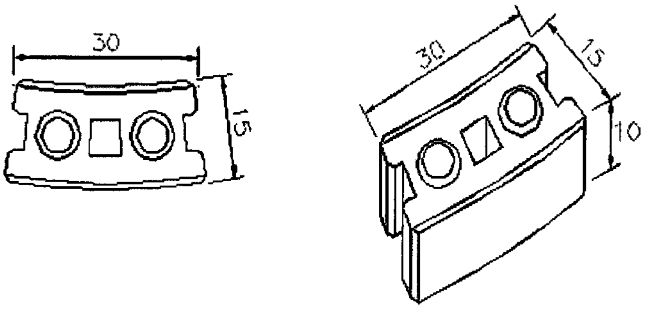
2.1) อิฐบล็อกตรงหรือทรงสี่เหลี่ยมใช้สำหรับก่อสร้างอาคารดังแสดงในภาพที่ 2.1-1



ภาพที่ 2.1-1 อิฐบล็อกประสานสี่เหลี่ยม ขนาดเต็มก้อน 12.5x25x10 ซ.ม.

ที่มา(ภาพ) : พงศ์ภูมิ ศรชมแก้ว (2555)

2.2) อิฐบล็อกโค้งใช้สำหรับก่อสร้างถังเก็บน้ำดังแสดงในภาพที่ 2.1-2



ภาพที่ 2.1-2 อิฐบล็อกประสานโค้งขนาด 15x30x10 ซ.ม.

ที่มา(ภาพ) : พงศ์ภูมิ ศรชมแก้ว (2555)

2.1.2 วัสดุที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

ในการผลิตบล็อกประสาน ซีเมนต์ที่ใช้จะเลือกใช้ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ และต้องแน่ใจว่าเป็นปูนโครงสร้างจริงๆ และได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สามารถผลิตให้ได้กำลังตามมาตรฐานโดยไม่มากเกินไป และที่สำคัญคือสะดวก สามารถหาได้ทุกที่ทั่วไทย การใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ จะให้ก้อนบล็อกประสานมีความแข็งแกร่งทนการกัดกร่อนของน้ำได้ดี เพื่อให้ได้คุณภาพดีและให้ได้ต้นทุนสูงควรเลือกใช้ปูนซีเมนต์ใหม่ สด หีบห่อ และไม่แตกร้าว

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของประเทศไทย แบ่งปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เป็น 5 ประเภท คือ

1.1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (normal portland cement) ใช้สำหรับลักษณะงานธรรมดาที่ไม่ต้องการคุณภาพพิเศษได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตราช้าง ตราพญานาคสีเขียว และตราเพชรเม็ดเดียว

1.2) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ดัดแปลง (modifirdportland cement) สำหรับใช้ในการทำคอนกรีตที่ต้องการลดอุณหภูมิเนื่องจากสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูง งานคอนกรีตเหลาหรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกิดความร้อนและทนซัลเฟตได้ปานกลาง เช่น งานสร้างเขื่อนคอนกรีต กำแพงดินหนาๆ หรือท่อคอนกรีตขนาดใหญ่ๆ ตอหม้อ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราพญานาคเจ็ดเศียร

1.3) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่มีความแข็งแรงสูง (high-early-strength-portland Cement) ปูนซีเมนต์ให้กำลังสูงในระยะแรกมีเนื้อเป็นผงละเอียดกว่า ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดามีประโยชน์สำหรับคอนกรีตที่จะต้องใช้งานเร็วหรือรื้อแบบได้เร็วเช่น เสาเข็มคอนกรีต ถนน พื้น และคานที่ต้องถอนแบบเร็ว เป็นต้น ได้แก่ ปูนตราเอราวัณ ตราพญานาคสีแดง และตราสามเพชร

1.4) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดเกิดความร้อนต่ำ (low-heat portland cement) สามารถลดปริมาณความร้อนเนื่องจากการรวมตัวของปูนซีเมนต์กับน้ำ ซึ่งจะสามารถลดการขยายตัวและหดตัวของคอนกรีตภายหลังการแข็งตัว ใช้มากในงานก่อสร้างเขื่อนเนื่องจากอุณหภูมิของคอนกรีตต่ำกว่างานชนิดอื่น ไม่เหมาะสำหรับงานโครงสร้างทั่วไปเพราะแข็งตัวช้า

1.5) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ชนิดทนซัตเฟตได้สูง (sulfate-resistant portland cement) ใช้ในบริเวณที่น้ำหรือดินมีค่าความด่างสูง มีระยะการแข็งตัวช้าและมีการกระทำของซัลเฟตอย่างรุนแรง ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราปลาฉลาม

ซีเมนต์ประกอบด้วยสารประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 4 ชนิด คือ CaO, SiO_2, Al_2O_3 และ Fe_2O_3 ในสัดส่วนที่พอเหมาะ แต่เนื่องจากไม่สามารถหาวัตถุดิบที่มีสารประกอบดังกล่าว

ในสัดส่วนที่เหมาะสมได้ จึงจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบมากกว่าหนึ่งชนิด มาผสมรวมกันในปริมาณที่ต่างกัน เพื่อให้ได้สัดส่วนรวมของออกไซด์ตามที่ต้องการดังแสดงใน**ตารางที่ 2.1-1**

ตารางที่ 2.1-1 องค์ประกอบทางเคมีของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

ชื่อของสารประกอบ	**ส่วนประกอบทางเคมี**	**ชื่อย่อ**
ไตรแคลเซียมซิลิเกต	$3CaO \bullet SiO_2$	C_3S
ไดแคลเซียมซิลิกา	$2CaO \bullet SiO_2$	C_2S
ไตรแคลเซียมอะลูมิเนต	$3CaO \bullet Al_2O_3$	C_3A
เตตตราแคลเซียมอะลูมิโนเฟอไรต์	$4CaO \bullet Al_2O_3 \bullet Fe_2O_3$	C_4AF

หมายเหตุ : C_3S = ทำให้ปูนซีเมนต์มีกำลังรับแรงได้เร็วภายใน 14 วัน
C_2S = ทำให้ปูนซีเมนต์มีกำลังรับแรงได้ช้า ความร้อนเกิดบ่อยขึ้น
C_3A = ทำให้ปูนซีเมนต์เกิดปฏิกิริยาเริ่มแข็งตัวเกิดความร้อนสูง มีกำลังรับแรงเร็ว
C_4AF = มีผลน้อยให้ความแข็งแรงเล็กน้อยเติมเข้าไปเพื่อลดความร้อนที่เกิดขึ้น

ที่มา: อธิกานต์ ธิวงศ์คำ (2558)

2) ดินลูกรัง

ดินลูกรังเกิดจากการผุพังของหินในสภาพภูมิอากาศชื้นและมีอุณหภูมิสูง มีคุณสมบัติเฉพาะตัว คือ สามารถแข็งตัวได้เมื่อตั้งทิ้งไว้ในอากาศ และมักมีสีแดงเพราะมีออกไซด์ของเหล็กปะปนอยู่ คุณสมบัติของดินลูกรังจะขึ้นอยู่กับชนิดของต้นกำเนิดชนิดของหินเดิม ส่วนประกอบทางเคมีและสภาพภูมิอากาศ ดินลูกรังเมื่อนำมาบดอัดจะสามารถรับแรงเฉือนได้สูงขึ้น และมักนิยมใช้เป็นวัสดุก่อสร้างในงานวิศวกรรม เช่น เป็นชั้นทางวัสดุงานทาง เป็นดินถมในคันทางดินถมในเขื่อน ดินและในงานฐานรากเพราะมีราคาถูกและหาง่ายในธรรมชาติ

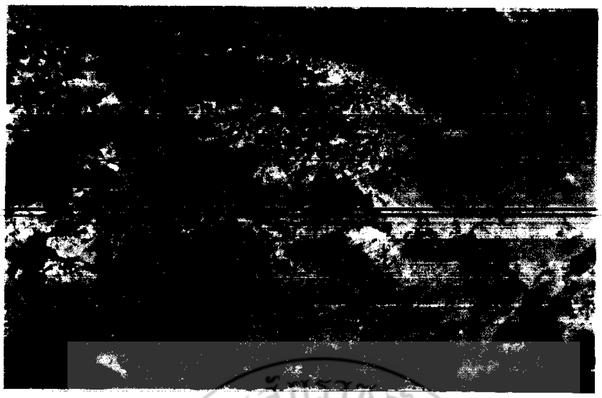
2.1) ความหมายของดินลูกรัง

ดินลูกรังหรือดินปนกรวด (skeletal soils) หมายถึง ดินซึ่งมีชิ้นส่วนหยาบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร มากกว่าร้อยละ 35 โดยปริมาตร และมีอนุภาคดินที่พอจะแทรกอยู่ในช่องว่างที่มีขนาดโต กว่า 1 มิลลิเมตร จากคำนิยามของกองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน หมายถึง เศษส่วนหินหรือก้อนกรวด

2.2) ลักษณะของดินลูกรัง

ดินลูกรัง (lateritic soil) ลักษณะของดินลูกรังจัดอยู่ในประเภท skeletal soil ดินที่มีเศษหินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร หรือใหญ่กว่าในดินเป็นปริมาณ 35

เปอร์เซ็นต์หรือมากกวาโดยปริมาตรที่มีความลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตรจากผิวดิน เป็นได้ทั้งดินทราย (sandy - skeletal) ดินร่วน (loamy - skeletal) และดินเหนียว (clay - skeletal) เกิดได้ทุกสภาพพื้นที่



ภาพที่ 2.1-3 ดินลูกรัง

ที่มา(ภาพ) : นิโรจน์ เงินพรหม และ สำเริง รักซ้อน (2555)

ประเทศไทยมีอากาศแบบร้อนชื้น โดยมีฤดูร้อนและฤดูฝนสลับกันเป็นระยะเวลายาวนาน สภาพภูมิอากาศเช่นนี้เหมาะแก่การก่อกำเนิดดินลูกรังเป็นอย่างยิ่ง ในประเทศไทยจะพบดินลูกรังมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือภาคตะวันออกและภาคเหนือ หินต้นกำเนิดดินลูกรังส่วนใหญ่เป็นหินทราย หินบะซอลท์และหินดินดาน ในประเทศไทยได้มีการวิจัยลักษณะการเกิดและคุณสมบัติของดินลูกรังมาบ้างพอสมควรซึ่งประเทศไทยจะพบดินลูกรังมากกว่าหินลูกรัง ดินลูกรังที่พบมักจะพบในลักษณะของกรวด ทราย ดินตะกอน และดินเหนียวที่มีออกไซด์ของเหล็กปนอยู่ในปริมาณสูง ดินลูกรังที่จับเกาะกันเป็นก้อนใหญ่ไม่ค่อยพบบ่อยนัก ดินลูกรังที่ใช้ในการก่อสร้างทางหลวงมักจะได้จากการขุด และการดันผสมกองเป็นคลังสินค้า (stockpile) อันประกอบไปด้วยดินตะกอน และดินเหนียวที่มีเหล็กออกไซด์ปริมาณสูงผสมรวมอยู่กับเม็ดลูกรังซึ่งมีความแข็งต่างกัน ดินลูกรังที่เกิดขึ้นเป็นก้อนใหญ่หรือเป็นพืดแข็งติดต่อกันจะไม่นำมาใช้ในงานก่อสร้างทางหลวงสภาวะที่เหมาะสมที่จะก่อให้เกิดดินลูกรังในประเทศไทยได้แก่ สภาวะแร่เหล็กหรืออลูมินัมที่สะสมในปริมาณสูงอย่างน้อยร้อยละ 1-2 สภาวะที่ดินมีการระบายน้ำดี สภาวะที่มีออกซิเจนในน้ำใต้ดินสูง และสภาวะที่สิ่งแวดล้อมมีภาวะเป็นกรด รวมทั้งสภาวะที่ภูมิประเทศมีความเหมาะสมที่จะก่อให้เกิดการชะล้างในดินได้ดี ความแข็งแรงของเม็ดดินลูกรังอาจจะเพิ่มขึ้นได้ภายหลังการขุด การที่ดินลูกรังได้ตากแดดจะทำให้ดินลูกรังเกิดปฏิกิริยาเคมีกับออกซิเจนในอากาศวงจรเปียกสลับกับแห้งจะช่วยให้ออกซิเจนแทรกซึมเข้าไปในเม็ดลูกรัง และเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องอันทำให้ดินลูกรังแข็งแรงมากยิ่งขึ้น ดินลูกรังถือว่าเป็นวัสดุที่จะนำมาใช้ในการสร้างทางได้ ถ้าหากมีการกำหนดมาตรฐานและขีดจำกัดอันจะทำให้

SONGKLA RAJABHAT UNIVERSITY

สามารถใช้ดินลูกรังเป็นวัสดุก่อสร้างชั้นรองพื้นทางและผิวทางชั่วคราวได้อย่างเหมาะสม ดินลูกรังในประเทศไทยมีปริมาณเหล็กออกไซด์และอลูมินัมค่อนข้างสูงดังแสดงใน**ตารางที่ 1.1-2**

ตารางที่ 2.1-2 ปริมาณซิลิกาและเซสควิออกไซด์ของดินลูกรังในประเทศไทย

ลักษณะดินและหิน	SiO_2 (%)	Fe_2O_3 (%)	Al_2O_3 (%)	SiO_2/R_2O_3
ดินทราย (sandy soil)	47.0	30.1	12.7	3.2
บะซอลต์ร็อคคันทรี (basaltic	23.6	39.9	21.8	0.9
country rock)	31.3	40.0	17.7	1.4
วัสดุต้นกำเนิดส่วนผสม (material				
origins ingredients)	37.9	40.0	11.9	2.1
วัสดุอื่นๆ				

ที่มา: นิโรจน์ เงินพรหม และ สำเริง รักซ้อน (2555)

3) หินฝุ่น

หินฝุ่น คือ หินปูนบดหยาบๆ เป็นผลพลอยได้จากการโม่หินปูน มีองค์ประกอบหลากหลายขึ้นอยู่กับแหล่งของหินว่ามีสิ่งเจือปนมากน้อยเท่าใด ในการศึกษาตัวอย่างหินฝุ่นจากโรงโม่หิน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา พบว่ามีองค์ประกอบสำคัญ คือ แคลเซียมประมาณร้อยละ 30–35 แมกนีเซียมประมาณร้อยละ 3–5 และธาตุอื่นๆปะปนในปริมาณเล็กน้อย ได้แก่ ฟอสฟอรัส กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี

4) ทราย

ทราย (sand) เป็นหินแข็งที่แตกแยกออกมาจากก้อนหินใหญ่ โดยทรายจะแยกตัวออกมาได้เองตามธรรมชาติ ทรายมีขนาดระหว่าง 1/12 นิ้วถึง 1/400 นิ้ว ถ้ามีขนาดเล็กกว่านี้จะมีสภาพเป็นฝุ่นทราย จะประกอบด้วยแร่ควอตซ์หรือหินบะซอลต์ ทรายแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ทรายบกและทรายแม่น้ำ

4.1) ทรายบก เกิดจากหินทรายที่แตกแยกชำรุดออกมา เป็นเม็ดทรายตามสภาพภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม และจะฝังจมอยู่ในพื้นดินเป็นแห่งๆ ทรายชนิดนี้จะมีดิน ซากพืชและซากสัตว์ปะปนอยู่ด้วย ในการใช้งานจึงต้องนำทรายมาล้างแยกดินซากพืชและซากสัตว์ออกให้สะอาด ทรายจากทะเลทรายก็จัดเป็นทรายบกด้วย

4.2) ทรายแม่น้ำ ทรายชนิดนี้มีอยู่ทั่วๆ ไปในที่ราบลุ่มของแม่น้ำ ทรายชนิดนี้เกิดจากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ โดยกระแสน้ำได้พัดพาทรายจากที่ต่างๆ มาตกตะกอนรวมกันในแหล่งที่ราบลุ่มที่เป็นที่รวมของทราย

5) **น้ำ**

เป็นส่วนผสมที่สำคัญเพราะนอกจากจะเป็นตัวทำให้เกิดการทำปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับปูนซีเมนต์แล้ว น้ำยังมีผลต่อความสามารถเทได้ กำลังต้านทานแรงอัดและความทนทานเมื่อแข็งตัวแล้ว น้ำที่ใช้ในการผลิตคอนกรีตสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

5.1) น้ำสำหรับผสมให้มีความเข้มข้นเหลวทำงานง่าย

5.2) น้ำสำหรับบ่มให้แข็งตัวและมีกำลังรับแรงตามต้องการ

5.3) น้ำสำหรับล้างมวลรวมให้สะอาดก่อนนำไปผสม

2.1.3 เครื่องจักรที่นำมาใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

เครื่องจักรที่นำมาใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

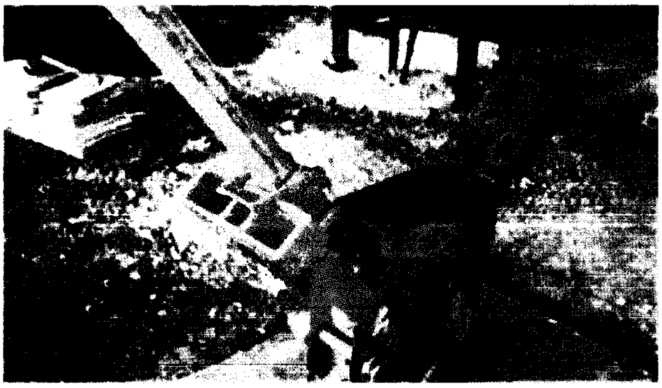
1) **เครื่องอัดแบบอุตสาหกรรม**

เป็นเครื่องอัดแบบใช้มอเตอร์เป็นตัวขับน้ำมันสร้างแรงดันในท่อไฮดรอลิกดังแสดงใน**ภาพที่ 2.1-4** สามารถผลิตได้ประมาณวันละ 1,000-1,300 ก้อน ในการกดอัด 1 ครั้ง จะสามารถอัดได้ 2-4 ก้อน นิยมใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อม

ภาพที่ 2.1-4 เครื่องอัดอิฐประสานแบบไฮดรอลิก

2) **เครื่องอัดด้วยแรงคน**

เป็นเครื่องอัดแบบใช้แรงคนโดยการโยกอัดดิน ด้วยหลักการทดแทนแรงแบบคานงัดคานดีดดังแสดงใน**ภาพที่ 2.1-5** สามารถผลิตได้ประมาณวันละ 400-800 ก้อน ขึ้นอยู่กับจำนวนแรงคนและความชำนาญ นิยมใช้ในอุตสาหกรรมครัวเรือนหรืออุตสาหกรรมชุมชน



ภาพที่ 2.1-5 เครื่องอัดบล็อกประสานเครื่องอัดด้วยแรงคน
ที่มา(ภาพ) : พงศ์ภูมิ ศรชมแก้ว (2555)

2.1.4 ค่ามาตรฐานอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักใช้ก่อสร้างในส่วนภายในหรือภายนอกอาคารที่ไม่ใช้ส่วนที่ต้องรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ ที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม

1) ลักษณะทั่วไปของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักทุกก้อนต้องแข็งแรง ปราศจากรอยแตกร้าวหรือส่วนเสียอื่นใดอันเป็นอุปสรรคต่อการก่ออิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักอย่างถูกต้องหรือทำให้สิ่งก่อสร้างเสียกำลังหรือความคงทนถาวร รอยร้าวเล็กน้อยที่มักจะเกิดขึ้นในกรรมวิธีผลิตตามปกติหรือรอยปริเล็กน้อย เนื่องจากวิธีการขนย้ายหรือขนส่งอย่างธรรมดา จะต้องไม่เป็นสาเหตุอ้างในการไม่ยอมรับ

2.1) อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักซึ่งต้องการก่อแบบผิวเผย จะต้องไม่มีรอยบิ่น รอยร้าว หรือตำหนิอื่นๆ

2.2) มิติต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยแต่ละมิติมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 0.2 เซนติเมตร

2) ความต้านทานแรงอัดของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

ความต้านทานแรงอัดของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักเมื่อส่งถึงที่ก่อสร้างดังแสดงใน**ตารางที่ 2.1-3** การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 อิฐบล็อกประสานไม่รับน้ำหนัก

ตารางที่ 2.1-3 ค่ามาตรฐานความต้านทานแรงอัด

ความต้านทานแรงอัดต่ำสุด (เมกะพาสคัส) เฉลี่ยจากพื้นที่รวม	
เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก	คอนกรีตบล็อกแต่ละก้อน
2.5	2.0

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2547)

3) การดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

การดูดกลืนน้ำเฉพาะอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักประเภทควบคุมการดูดกลืนน้ำเมื่อถึงที่ก่อสร้างดังแสดงใน**ตารางที่ 2.1-4**

ตารางที่ 2.1-4 ค่ามาตรฐานการดูดกลืนน้ำ

น้ำหนักอิฐบล็อกประสาน เมื่ออบแห้ง (กิโลกรัม)	**การดูดกลืนน้ำสูงสุด เฉลี่ยจากอิฐบล็อกประสาน 5 ก้อน (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)**
1680 และ น้อยกว่า	288
1681 ถึง 1760	272
1761 ถึง 1840	256
1841 ถึง 1920	240
1921 ถึง 2000	224
มากกว่า 2000	208

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2547)

4) การเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

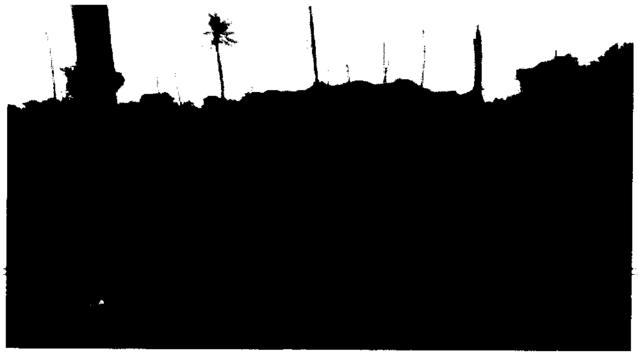
ค่ามาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงไม่เกินร้อยละ 0.045

2.1.5 การผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

การผลิตบล็อกประสานให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานต้องอาศัยองค์ประกอบหลายๆ อย่าง ทั้งจากทางด้านแรงงาน เครื่องจักรที่ใช้ และสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ความเอาใจใส่ในงานทุกขั้นตอน โดยมีรายละเอียดที่ควรทำในด้านต่างๆ คือ การเตรียมดิน การผสม การอัดขึ้นรูป การผึ่ง และบ่ม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) การเตรียมดิน ถ้าดินมีความชื้นมากควรนำไปตากให้แห้งและกองเก็บวัตถุดิบในที่ร่มให้มากเพียงพอที่จะทำการผลิตตลอดเวลา หากดินเป็นก้อนหรือมีมวลหยาบน้อยควรร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2–4 มิลลิเมตร ไม่ควรใช้ตาละเอียดมากเกินไปเพราะจะทำให้ได้แต่เนื้อฝุ่นดินทำ

ให้ก้อนอิฐบล็อกไม่มีความแข็งแรง ถ้าเนื้อดินมีก้อนใหญ่หรือมวลหยาบมากควรใช้เครื่องบดร่อน แล้วกองเก็บในที่ร่มเพื่อรอผลิตดังแสดงใน**ภาพที่2.1-6**

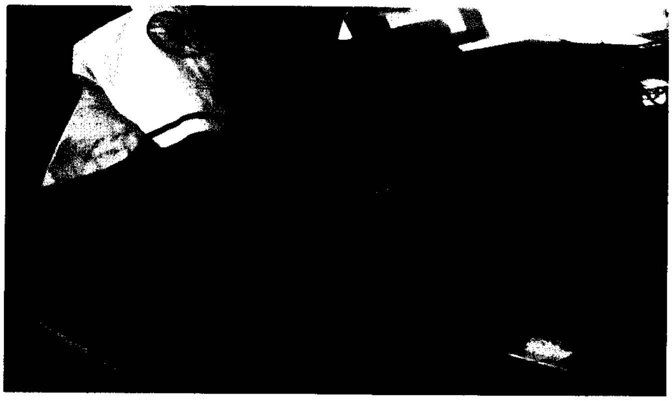


ภาพที่ 2.1-6 การเตรียมดินสำหรับการผสมวัสดุ

2) การผสม ควรผสมดินแห้งหรือมวลรวมกับปูนซีเมนต์ให้เข้ากันก่อน แล้วค่อยๆ เติมน้ำโดยใช้ฝักบัวหรือหัวฉีดพ่นให้เป็นละอองกว้าง น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำสะอาด ใช้ผสมหลังจากผสมดินลูกรัง และปูนซีเมนต์เข้ากันแล้วในปริมาณที่พอเหมาะ โดยใช้ปริมาณน้ำที่ดีที่สุดดังแสดงใน**ภาพที่ 2.1-7**

ภาพที่ 2.1-7 การผสมวัสดุผลิตอิฐบล็อกด้วยเครื่องโม่ผสมอัตโนมัติ

3) การอัดขึ้นรูปโดยตวงวัดหน่วยเป็นน้ำหนัก เติมส่วนผสมลงในแบบอัดโดยใช้น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถทำงานได้สะดวก ควรใช้ส่วนผสมให้หมดภายใน 30 นาทีหลังจากผสมน้ำ เพื่อป้องกันปูนก่อตัวก่อนอัดขึ้นรูปดังแสดงใน**ภาพที่ 2.1-8** และ **ภาพที่ 2.1-9**



ภาพที่ 2.1-8 การอัดอิฐด้วยเครื่องไฮดรอลิก

ภาพที่ 2.1-9 อิฐบล็อกประสานที่อัดเสร็จแล้ว

4) อิฐบล็อกประสานที่อัดเป็นก้อนแล้ว ควรผึ่งในที่ร่มอย่างน้อย 1 วันจึงเริ่มบ่มจนอายุครบ 7 วัน

5) ตัวอย่างการบ่มหลังจากนำบล็อกออกจากเครื่องอัดนำมาจัดเรียงในที่ร่มจนมีอายุครบ 1 วัน เริ่มบ่มโดยการรดน้ำด้วยฝักบัวหรือฉีดพ่นเป็นละอองให้ชุ่มแล้วคลุมด้วยผ้าพลาสติกไม่ให้ไอน้ำระเหยออกทิ้งไว้จนมีอายุครบ 7 วันจนมีความแข็งแรงพร้อมส่งออกจำหน่ายหรือใช้งานได้ ไม่ควรเคลื่อนย้ายก่อนกำหนดเพราะจะทำให้ก้อนบิ่น หรือเกิดการแตกร้าวได้ง่าย การบ่มไม่ควรให้น้ำมากเกินเพราะอาจทำให้มีปัญหาคราบขาวได้ ควรบ่มด้วยปริมาณน้ำที่น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพียงแค่ให้มีความชื้นก็เพียงพอดังแสดงใน**ภาพที่ 2.1-10** และ **ภาพที่ 2.1-11**

ภาพที่ 2.1-10 การห่อเพื่อใช้บ่มอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

ภาพที่ 2.1-11 การบ่มอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

2.2 การขึ้นรูปอิฐบล็อกประสาน

การวิเคราะห์อัตราส่วนผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่ใช้ในการศึกษา คือ ปูนซีเมนต์:ทราย:ดินลูกรัง 1:1.5:4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 (อัตราส่วนตามคำแนะนำของร้านหาดใหญ่แซนบล็อก ผู้ผลิตอิฐบล็อกผสานชนิดไม่รับน้ำหนัก) แล้วออกแบบส่วนผสม โดยแทนที่ดินลูกรังด้วยกากชาเขียว 7 สูตร ประกอบไปด้วยอัตราส่วนการทดลอง 100:0 (ชุดควบคุม) 95:5 (A1) 90:10 (A2) 85:15 (A3) 80:20 (A4) 75:25 (A5) และ 70:30 (A6) ดังต่อไปนี้

1) สูตร A0 อัตราส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:ดินลูกรัง 1:1.5:4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 จะมีอัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดินลูกรังด้วยกากชาเขียว 100:0 ปริมาณที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานต่อ 1 ก้อน ทั้งหมด 5,200 กรัม จะต้องใส่วัสดุดังนี้ ปูนซีเมนต์ 743 กรัม ทรายละเอียด 1114 กรัม ดินลูกรัง 3343 กรัม

2) สูตร A1 อัตราส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:ดินลูกรัง 1:1.5:4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 จะมีอัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดินลูกรังด้วยกากชาเขียว 100:5 ปริมาณที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน

ประสานต่อ 1 ก้อน ทั้งหมด 5,200 กรัม จะต้องใส่วัสดุดังนี้ ปูนซีเมนต์ 743 กรัม ทรายละเอียด 1114 กรัม ดินลูกรัง 3176 กรัม และกากชาเขียว 167 กรัม

3) สูตร A2 อัตราส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:ดินลูกรัง 1:1.5:4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 จะมีอัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดินลูกรังด้วยกากชาเขียว 100:10 ปริมาณที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานต่อ 1 ก้อน ทั้งหมด 5,200 กรัม จะต้องใส่วัสดุดังนี้ ปูนซีเมนต์ 743 กรัม ทรายละเอียด 1114 กรัม ดินลูกรัง 3009 กรัม และกากชา 334 กรัม

4) สูตร A3 อัตราส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:ดินลูกรัง 1:1.5:4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 จะมีอัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดินด้วยกากชาเขียว 100:15 ปริมาณที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานต่อ 1 ก้อน ทั้งหมด 5,200 กรัม จะต้องใส่วัสดุดังนี้ ปูนซีเมนต์ 743 กรัม ทรายละเอียด 1114 กรัม ดินลูกรัง 2842 กรัม และกากชาเขียว 501 กรัม

5) สูตร A4 อัตราส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:ดินลูกรัง 1:1.5:4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 จะมีอัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดินลูกรังด้วยกากชาเขียว 100:20 ปริมาณที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานต่อ 1 ก้อน ทั้งหมด 5,200 กรัม จะต้องใส่วัสดุดังนี้ ปูนซีเมนต์ 743 กรัม ทรายละเอียด 1114 กรัม ดินลูกรัง 2675 กรัม และกากชาเขียว 668 กรัม

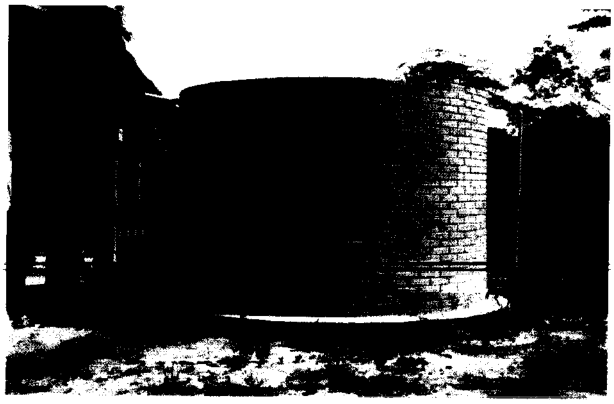
6) สูตร A5 อัตราส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:ดินลูกรัง 1:1.5:4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 จะมีอัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดินลูกรังด้วยกากชาเขียว 100:25 ปริมาณที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานต่อ 1 ก้อน ทั้งหมด 5,200 กรัม จะต้องใส่วัสดุดังนี้ ปูนซีเมนต์ 743 กรัม ทรายละเอียด 1114 กรัม ดินลูกรัง 2508 กรัม และกากชาเขียว 835 กรัม

7) สูตร A6 อัตราส่วนผสม ปูนซีเมนต์:ทราย:ดินลูกรัง 1:1.5:4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 จะมีอัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดินลูกรังด้วยกากชาเขียว 100:30 ปริมาณที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานต่อ 1 ก้อน ทั้งหมด 5,200 กรัม จะต้องใส่วัสดุดังนี้ ปูนซีเมนต์ 743 กรัม ทรายละเอียด 1114 กรัม ดินลูกรัง 2340 กรัม และกากชาเขียว 1003 กรัม

2.3 การนำไปใช้งานของอิฐบล็อกประสาน

อิฐบล็อกประสาน คือ วัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ ที่มีความเหมาะสมนำมาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัด แล้วนำมาบ่มให้อิฐบล็อกประสานแข็งตัวประมาณ 10 วัน จะได้อิฐบล็อกประสานที่มีความแข็งแกร่ง มีรูปลักษณะพิเศษ ที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่างๆ หรือก่อเป็นถังเก็บน้ำ

ได้อย่างรวดเร็ว สวยงามและประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไปดังแสดงใน**ภาพที่ 2.3-1 และ ภาพที่ 2.3-2**



ภาพที่ 2.3-1 ถังน้ำอิฐบล็อกประสาน

ที่มา(ภาพ) : นิโรจน์ เงินพรหม และ สำเริง รักซ้อน (2555)

ภาพที่ 2.3-2 ตัวอย่างอาคารอิฐบล็อกประสาน

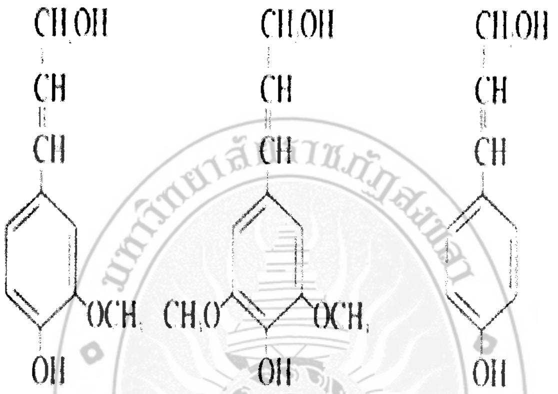
ที่มา(ภาพ) : นิโรจน์ เงินพรหม และ สำเริง รักซ้อน (2555)

อิฐบล็อกประสานที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างที่พักอาศัยได้ผลดี คือ มีความคงทนถาวร สวยงามและราคาถูก มีความเหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบัน ก่อสร้างง่าย รวดเร็ว ประหยัดต้นทุนและค่าแรง โดยไม่จำเป็นต้องใช้แบบเสาวงกบไม้แบบ และการฉาบปูนทำเป็นชิ้นส่วนได้แยกสร้างเป็นส่วนๆ ได้ เช่น บันได คาน พื้น เสา กำแพง เป็นต้น สามารถสร้างแบบชั่วคราวและถาวรได้ อิฐบล็อกประสานมีการระบายหรือถ่ายเทอากาศทำให้ประหยัดพลังงานได้ ใช้เหล็ก ปูนซีเมนต์ ไม้ สี เป็นส่วนประกอบน้อยกว่า ทำให้ประหยัดมากขึ้น (ประหยัดปูนซีเมนต์ได้ร้อยละ 30-50) มีความสวยงามตามธรรมชาติ โดยไม่ต้องทาสีช่วยอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ใช้ทดแทนไม้ได้โดยลดการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อนำมาใช้อิฐบล็อกดินซีเมนต์

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

2.4 ลิกนิน

ลิกนินเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเชิงซ้อนมีน้ำหนักโมเลกุลสูงและเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มักพบอยู่รวมกับเซลลูโลส โครงสร้างของลิกนินประกอบด้วย สารอะลิฟาติก และอะโรมาติกอยู่รวมกัน สารอะโรมาติกในโครงสร้างของลิกนินจะทำให้ลิกนินมีเสถียรภาพสูง ไม่ละลายน้ำ นอกจากนี้ลินินยังเป็นส่วนสำคัญที่ทำหน้าที่ยึดเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้พืชที่มีปริมาณลิกนินอยู่มากมีความแข็งแรง ทนทานต่อดินฟ้าอากาศสูงมากด้วย เมื่อพืชตายลิกนินจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์ลิกเนสหรือลิกนินเนส ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่สำคัญในรา



ภาพที่ 2.4-1 หน่วยที่ซ้ำกันในโครงสร้างของลิกนิก

ที่มา(ภาพ) : ไพโรจน์ พงศ์ศุภสมิทธิ์ (2540)

2.5 ชาและกากชา

2.5.1 ชาและกากชา

ชาเป็นพืชตระกูลคาเมลเลีย (camellira) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า camellira sinensis sp. มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศอินเดียและจีน ซึ่งมีสรรพคุณในทางการแพทย์ (heiss and heiss, 2011 อ้างอิงถึงใน อาทิตยา กาญจนะ, 2557) และเริ่มเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในช่วงศตวรรษ ที่ 16 โดยนักบวชและพ่อค้าชาวโปรตุเกสในประเทศจีน (weinberg and bealer, 2001 อ้างอิงถึงใน อาทิตยา กาญจนะ 2557) ชาเป็นไม้พุ่มใบแหลมสีเขียว ดอกสีขาวมีกลิ่นหอม มี 2 สายพันธุ์ หลักๆ คือ ชาอัสสัม จะให้รสชาติที่เข้มข้นกว่า ในขณะที่ขาจีนจะให้กลิ่นที่หอมกว่า (the refresher co. ltd, 2009 อ้างอิงถึงใน อาทิตยา กาญจนะ, 2557) หรืออาจแบ่งตามกระบวนการผลิต จะแบ่งได้ 6 กลุ่ม ตามกระบวนการผลิต ได้แก่ ชาขาว ชาเหลือง ชาเขียว ชาอู่หลง ชาดำ ชาแดง และชาผ่านการหมัก (ชาวจีนเรียกว่าชาดำ) ทั้งนี้ชาแต่ละประเภทนั้นล้วนแต่เป็นชาจีนและอาจมาจากต้นเดียวกัน เพียงแต่แตกต่างที่กระบวกการผลิต ทำให้มีสี มีกลิ่นและรสชาติที่ต่างกันไป

2.5.2 องค์ประกอบทางเคมีของชาและใบชา

ชาและกากใบชามีองค์ประกอบทางอินทรีย์ (organic Matter) กว่า 450 ชนิด และยังพบสารอนินทรีย์ (inorganic mater) ไม่น้อยกว่า 15 ชนิด ทั้งนี้องค์ประกอบทางเคมีของชาและกากชาอาจมากน้อยแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ สภาพพื้นที่ปลูก สภาพภูมิประเทศความอุดมสมบูรณ์ของ ดินและน้ำ การดูแลรักษาใบชา รวมถึงการผ่านกระบวนการผลิตต่างๆ ด้วยเช่นกัน จากการศึกษาของ(ไพโรจน์ พงศ์ศุภสมิทธิ์, 2540 อ้างอิงถึงใน อาทิตยา กาญจนะ, 2557) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของกากชาเขียว กากชาเขียวมีองค์ประกอบต่าง ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.5-1**

ตารางที่ 2.5-1 องค์ประกอบทางเคมีของกากชาเขียวสดและกากชาเขียวแห้ง

สาร	กากใบชาสดที่ (ความชื้น 70-80 %)	กากใบชาแห้งที่ (ความชื้น 30 %)
เซลลูโลส	37.2	37.2
ลิกนิน	14.7	14.7
โปรตีน	17	16
แป้ง	1.5	0.25
สานแทนนิน	25	13
คาเฟอิน	4	4
กรดอะมิโน (ละลาย)	8	9
แร่ธาตุ	3-4	3-4
เถ้าถ่าน	5.5	5.5

ที่มา: ไพโรจน์ พงศ์ศุภสมิทธิ์ (2540) อ้างอิงถึงใน อาทิตยา กาญจนะ (2557)

2.5.3 ผลิตภัณฑ์จากชา

1) ชาเขียว หมายถึง ใบ ยอด และก้านที่ยังอ่อนอยู่ของต้นชาสกุล ใบของชามีสีเขียวใบแห้งทำโดยการนำชาสดคั่วหรืออบไอน้ำเพื่อทำลายเอนไซม์และป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารโพลีฟีนอล เมื่อชงจะได้เครื่องดื่มสีเขียว ชาเขียวชาเป็นพืชในตระกูล (camellia sinensis) นิยมชงดื่มมาหลายชั่วอายุคนชาเขียวได้รับความสนใจไปทั่วโลก

2) ชาใบ หรือชาจีน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนที่เป็นใบอ่อน ยอดอ่อนที่ใบยังไม่คลี่ และก้านใบที่ยังอ่อนอยู่ของต้นชาสกุล ซึ่งนำมาผึ่งให้อ่อนตัว อบหรือคั่วพอหมาด บดคลึงให้ม้วนตัว แล้วทำให้แห้งโดยการอบหรือคั่ว

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

3) ชาผง หรือชาฝรั่ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนที่เป็นใบอ่อน ยอดอ่อนที่ใบยังไม่คลี่ และก้านใบที่ยังไม่อ่อนอยู่ต้นชาสกุล ซึ่งนำมาผึ่งให้อ่อนตัว นวดจนฉีกขาด และม้วนตัว และการหมักให้เกินกลิ่น และรสเฉพาะ แล้วอบให้แห้ง

4) ชาขาว เป็นการนำชาอ่อนของต้นชา กับใบชาอ่อนหลายๆ ชนิดมาผสมกัน แล้วกังความร้อน (ไฟ) ให้แห้งสนิท

5) ชาผงสำเร็จรูป หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากของเหลวซึ่งสกัดมาจากชา เช่น ชาเขียวและชาขาว เป็นต้น และนำมาให้เป็นกระจายตัวได้ง่ายเพื่อใช้เป็นเครื่องดื่มได้ทันที

6) ชาปรุงสำเร็จ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากชามาปรุงแต่งรสพร้อมบริโภคและบรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ไม่ว่าจะเป็นชนิดเหลวหรือแห้ง

ผลผลิตชาของโลกเป็นชาดำหรือชาฝรั่ง (black tea) ประมาณร้อยละ 70 อีกร้อยละ 30 เป็น ชาใบ ซึ่งรวมถึงชาจีนและชาเขียว (green tea) ในช่วงปี ค.ศ. 1995-1998 มีผลผลิตชาโดยเฉลี่ย 2.6 ล้านตันต่อปี จากปริมาณพื้นที่ปลูกทั้งหมดรวม 15.6 ล้านไร่ใน 30 ประเทศ โดยประเทศจีนมีพื้นที่ปลูกชามากที่สุด 6.87 ล้านไร่ และมีผลผลิตรวม 580,000 ตันต่อปี จึงมีผลผลิตเป็นอันดับสอง รองจากอินเดียที่มีผลผลิต 755,000 ตันต่อปี จากพื้นที่ปลูก 2,65 ล้านไร่ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งอินโดนีเซียเป็นประเทศผู้ผลิตที่สำคัญที่สุดที่มีพื้นที่ปลูกเป็นแปลงขนาดใหญ่เท่ากับ 500,000 ไร่ และเกษตรกรรายย่อย 312,500 ไร่ ซึ่งประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกชาประมาณ 62,500 ไร่ (นิรนาม, 2546 อ้างอิงถึงใน อาทิตยา กาญจนะ, 2557)

ในการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก เมื่อพิจารณาด้านองค์ประกอบทางเคมีของกากชาข้างต้นแสดง ให้เห็นว่ากากชามีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำมาผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก เนื่องจากกากชามีองค์ประกอบ ของเซลลูโลสและลิกนินใกล้เคียงกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรชนิดอื่นที่มีการนามาใช้เป็นวัตถุดิบ เช่น ชานอ้อยซึ่งมีเซลลูโลสร้อยละ 46 และลิกนินร้อยละ 23 อีกทั้งการเลือกใช้กากชาเขียวมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักนั้นมีข้อดีอยู่หลายด้านด้วยกัน

2.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัจจิมา ไชยศิริและคณะ (2558) การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันทดแทนดินลูกรังในการทำอิฐบล็อกประสาน โดยศึกษาร้อยละการทดแทนดินลูกรังด้วยเส้นใยปาล์มน้ำมัน มีทั้งหมด 7 ชุดการทดลอง ได้แก่ ร้อยละการทดแทน 0 5 10 15 20 25 และ 30 ตามลำดับ โดยทำการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่ได้ การเปลี่ยนแปลงขนาด น้ำหนัก ความหนาแน่น การดูดกลืนน้ำและการรับแรงอัด ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 ชนิดไม่รับน้ำหนัก พบว่า 5 ชุดการทดลองที่ผ่านมาตรฐาน คือ ร้อยละการทดแทน 0 5 10 15 และ 20 ตามลำดับ โดยพบว่าร้อยละการทดแทนที่ดีที่สุดคือร้อยละ 20 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้นพบว่าร้อยละการทดแทน 20 มีต้นทุนการผลิตต่ำสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.17 บาท/ก้อน เมื่อเปรียบเทียบกับอิฐบล็อกประสานแบบไม่รองรับน้ำหนักตามท้องตลาดพบว่ามีค่า 7 บาท/ก้อน ซึ่งอิฐบล็อกประสานจากเส้นใยปาล์มน้ำมันมีค่าราถูกกว่า 83 สตางค์/ก้อน จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาผลิตเป็นอิฐบล็อกประสานเพื่อการพาณิชย์

ศักดิ์สิทธิ์ และคณะ (2550) ได้ทำการศึกษาอัตราส่วนในการทำคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักที่มีส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ปอร์ตแลน ทราย และเส้นใยมะพร้าว การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุสำหรับคอนกรีตบล็อก ชนิดไม่รับน้ำหนักที่มีส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทรายและเส้นใยมะพร้าว มีอัตราส่วนที่จะใช้ในการทดสอบคือการนำเส้นใยมะพร้าวมาผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ และทราย เพื่อมาผลิตคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักในอัตราส่วนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 3 ของน้ำหนักทรายมีสูตรในการทดลองจำนวน 12 สูตร แต่ละสูตร แต่ละสูตรจะทำการผลิตคอนกรีตบล็อกขนาด 70x190x390 มม. จำนวนสูตรละ 25 ก้อน รวม 300 ก้อน แล้วนำไปเทียบเคียงคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 58-2533 และคุณสมบัติการเป็นฉนวนความร้อน ผลการทดสอบ พบว่าอัตราส่วนที่ดีที่สุดได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ร้อยละ 25 ของมวลรวม ทรายร้อยละ 52.50 ของมวลรวม เส้นใยมะพร้าวร้อยละ 22.50 ของมวลรวม และใช้น้ำร้อยละ 15 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์โดยมีคุณสมบัติทางกายภาพด้านลักษณะทั่วไป ด้านความหนาของเปลือกขนาด โดยอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเลื่อนได้ไม่เกิน 2 มม ด้านความแข็งแรงผ่านเกณฑ์มาตรฐานค่าความต้านทานแรงอัดเฉลี่ย 5 ก้อน มีค่า 2.65 เมกะพาสคัล และร้อยละการดูดซึมอยู่ที่ร้อยละ 14 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคือต้องน้อยกว่าร้อยละ 25 และค่าความเป็นฉนวนความร้อนยังมีค่าการต้านนำความร้อนสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตบล็อกทั่วไป

สุบรรณ และคณะ (2558) ได้ทำศึกษาการนำเถ้ากะลามะพร้าว ซึ่งเป็นของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม มาแทนที่มวลละเอียดในการผลิตบล็อกประสานตั้งแต่ร้อยละ 10 จนถึงร้อยละร้อย แล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 ผลการศึกษา พบว่าค่าความหนาแน่นและกำลังอัดแปรผกผันกับปริมาณเถ้ากะลามะพร้าว แต่ค่าการดูดกลืนน้ำจะแปรผันกับปริมาณเถ้ากะลามะพร้าว ซึ่งค่าความหนาแน่นมีค่าลดลงร้อยละ 42.9 ค่าความต้านทานกำลังอัดลดลงร้อยละ 57.19 ค่าการดูดกลืนน้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 130.26 เมื่อแทนที่มวลรวมด้วยเถ้ากะลามะพร้าวร้อยละร้อยการแทนที่ของเถ้ากะลามะพร้าวที่ร้อยละ 30 ลงมาบล็อกประสานที่ได้มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 ชนิดรับน้ำหนัก ส่วนชนิดไม่รับน้ำหนักสามารถใช้เถ้ากะลามะพร้าวแทนที่มวลรวมได้ทุกอัตราส่วน จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าสามารถนำเถ้ากะลามะพร้าวมาแทนที่มวลรวมในการผลิตบล็อกประสานได้ซึ่ง จะทำให้ผนังบล็อกประสานมีน้ำหนักลดลง ส่งผลให้น้ำหนักกระทำต่อโครงสร้างลดลงและมีต้นทุนของผนังลดลงด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังเป็นการนำของเสียจากโรงงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยการนำของเสียมาผลิตเป็นบล็อกประสานซึ่งเป็นการนำของเสียมาผสมกับปูนซีเมนต์แล้วนำมาอัดและบ่มเป็นก้อนให้แข็ง ก่อนนำไปใช้งานแทนวิธีการฝังกลบของเสียอย่างปลอดภัย

วรนุช ดีละมัน (2559) ศึกษาสมบัติเชิงกลและสมบัติทางกายภาพของอิฐบล็อกมวลเบาที่ผสมเส้นใยกล้วย เพื่อเป็นการนาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กรณี คือ ใช้เส้นใยกล้วย เป็นวัสดุผสมทดแทนปูนซีเมนต์ และทดแทนทราย ในระยะเวลาการบ่มน้ำ 28 วัน พบว่า อิฐบล็อกที่ผสมเส้นใยกล้วยแทนปูนซีเมนต์ในร้อยละ 2.5 มีค่าความหนาแน่นและค่าการ ต้านทานแรงอัดสูงสุด คือ 1,376 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 65.25 กิโลกรัมต่อ ตารางเซนติเมตร ตามลาดับ ผลค่าการดูดซึมน้า และกาเปลี่ยนแปลงความยาวมีค่าสูงสุด ที่ปริมาณเส้นใยกล้วยร้อยละ 7.5 มีค่าเท่ากับร้อยละ 32.86 และร้อยละ 0.12 ตามลาดับ ดังนั้นอิฐบล็อกมวลเบาผสมเส้นใยกล้วยซึ่งมีอัตราส่วนร้อยละระหว่าง ทราย : ปูนซีเมนต์ : ปูนขาว : ยิปซั่ม : ผงอะลูมิเนียม : เส้นใยกล้วย คือ 50 : 27.5 : 9 : 9 : 2 : 2.5 จึงมีสมบัติ ที่ต้านทานแรงอัดได้ดี เมื่อนาผลการทดสอบไปเทียบกับมาตรฐาน มอก.1505- 2541 พบว่ามีค่าอยู่ในช่วงที่ มอก.กำหนดไว้ การนาเส้นใยกล้วยจึงเป็นอีกแนวทางที่มีความ น่าสนใจและสามารถนาไปประยุกต์ใช้ได้จริง แทนการใช้วัสดุผสมที่ต้องนามาจากทรัพยากรธรรมชาติโดยตรง

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 กรอบแนวความคิดการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกากชาเขียวมาทดแทนดินลูกรังในการทำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก สำหรับกรอบแนวคิดแสดงไว้ดัง**ภาพที่ 3.1-1**

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิจาก
- อินเตอร์เน็ต
- วารสารงานวิจัย
- เพื่อนำมาออกแบบงานวิจัย

↓

ขั้นตอนที่ 2 เตรียมวัสดุโดยนำกากชาเขียวที่ได้มาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาร่อนผ่านตะแกร่งขนาด 2 มิลลิเมตร

↓

ขั้นตอนที่ 3 เตรียมส่วนผสมตามอัตราส่วนการทดแทนที่กำหนดเพื่ออัดขึ้นรูปอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก 7 ชุดการทดลอง

↓

ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบสมบัติของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก ลักษณะทั่วไป ความต้านทานแรง การดูดกลืนน้ำ การเปลี่ยนแปลงความยาวและน้ำหนักของอิฐบล็อกประสารชนิดไม่รับน้ำหนัก

↓

ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล
(วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น)

↓

ขั้นตอนที่ 6 สรุปผลและอภิปรายผลการศึกษา

ภาพที่ 3.1-1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

3.2 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ สำหรับผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

การศึกษาการหาอัตราส่วนการทดแทนที่เหมาะสมของกากชาเขียวทดแทนดินลูกรังสำหรับผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักในอัตราส่วน (95:5 90:10 85:15 80:20 75:25 70:30) โดยทำการทดสอบประสิทธิภาพอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก 5 พารามิเตอร์ ได้แก่ ลักษณะทั่วไป กำลังต้านแรงอัด การดูดกลืนน้ำ และการเปลี่ยนแปลงความยาวและน้ำหนัก ตามลำดับ

3.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

กากชาที่ใช้ในงานวิจัย ได้รับอนุเคราะห์จาก ร้านชาไท ซอย 7 หน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, ร้านชาหน้ามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต หาดใหญ่ ร้านชาปริญญาสาขาวชิรา สงขลา, และร้านชาบ้านบังหาดใหญ่

3.2.2 สถานที่ดำเนินการวิจัย

1) พื้นที่การผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก (ขนาด 12.5x25x10 เซนติเมตร) ได้รับความอนุเคราะห์จาก ร้านหาดใหญ่แซนบล็อกตำบลคลองอู่ตะเภา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

2) พื้นที่ทดสอบการศึกษาลักษณะทั่วไปของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

การดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก และน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

3) พื้นที่ศึกษาความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก ณ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

3.3 วัสดุและอุปกรณ์

3.3.1 วัสดุ

1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1

2) ดินลูกรังบดละเอียด

3) กากชาเขียว

4) น้ำสะอาด

5) ทรายละเอียด

3.3.2 อุปกรณ์

1) เครื่องชั่งน้ำหนัก ทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น PL3002 ยี่ห้อ mettler toldo

2) เครื่องอัดอิฐบล็อกประสาน รุ่น MB105 ยี่ห้อ standard

3) เครื่องทดสอบความต้านแรงอัด รุ่น 5kN-50kN ยี่ห้อ proline

4) ตู้อบอากาศร้อน รุ่น B-LM 100-800 ยี่ห้อ memmert

5) เครื่องผสมดิน รุ่น ST-M101 ยี่ห้อ standard

6) ตะแกรงร่อน ขนาด 2 มิลลิเมตร

7) ผ้าซับน้ำ

8) อ่างน้ำ

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

3.4 การดำเนินการศึกษา

3.4.1 การเตรียมกากชาเขียว

นำกากชาเขียวที่เตรียมไว้มาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้น หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็น และนำมาชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วนทดแทนที่กำหนด

3.4.2 อัตราส่วนการทดแทนกากชาเขียวในการทำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

อัตราส่วนผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่ใช้ในการศึกษาคือ ปูนซีเมนต์ : ทราย : ดินลูกรัง 1 : 1.5 : 4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 (อัตราส่วนตามคำแนะนำของร้านหาดใหญ่ แซนบล็อกผู้ผลิตอิฐบล็อกผสานชนิดไม่รับน้ำหนัก) แล้วออกแบบส่วนผสมโดนแทนที่ดิน

17 ธ.ค. 2561

ลูกรังด้วยกากชาเขียว 7 สูตร ประกอบไปด้วยอัตราส่วนการทดลอง 100:0 (ชุดควบคุม) 95:5 (A1) 90:10 (A2) 85:15 (A3) 80:20 (A4) 75:25 (A5) และ 70:30 (A6) ดังแสดงใน**ตารางที่ 3.4-1**

ตารางที่ 3.4-1 อัตราส่วนกากชาเขียวในการทำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

สูตร	อัตราส่วนผสม (ปูนซีเมนต์:ดิน)	อัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดิน (ดิน:กากชาเขียว)	ปริมาณที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน ต่อ 1 ก้อน			
			ปูนซีเมนต์ (g)	ทราย (g)	ดิน (g)	กากชเขียว (g)
ชุดควบคุม	1:6	100:0	743	1114	3343	0
A1	1:6	95:5	743	1114	3176	167
A2	1:6	90:10	743	1114	3009	334
A3	1:6	85:15	743	1114	2842	501
A4	1:6	80:20	743	1114	2675	668
A5	1:6	75:25	743	1114	2508	835
A6	1:6	70:30	743	1114	2340	1003

หมายเหตุ : การผสมน้ำจะพิจารณาจากลักษณะของส่วนผสมทดสอบโดยกำส่วนผสมที่กวนแล้วจะมีลักษณะเป็นก้อนและกำไม่ติดมือ

3.4.3 การขึ้นรูปและการบ่มอิฐบล็อกประสาน

1) เตรียมส่วนผสมตามอัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดิน ดังแสดงใน**ตารางที่ 3.4-1** ตัวอย่างเช่น ต้องการผสมร้อยละการทดแทน 5 ทั้งหมด 5,200 กรัม จะต้องใส่วัสดุดังนี้ ดินลูกรัง 3,176 กรัม กากชาเขียว 167 กรัม ทรายละเอียด 1114 กรัม ปูนซีเมนต์ 743 กรัม ยกเว้นน้ำใส่ลงในเครื่องผสมคอนกรีตแล้วผสมคลุกเคล้าเข้ากันในร้อยละการทดแทนอื่นก็ทำเหมือนกัน

2) ใส่น้ำที่เตรียมไว้ลงไปในเครื่องคอนกรีต การใส่น้ำควรน้ำลงไปที่ละนิด โดยทำการหยุดเครื่องผสม ทำการเคาะ ดินลูกรัง กากชาเขียว ทรายละเอียด ปูนซีเมนต์ที่เกาะตามข้างเครื่องผสมกรีนกรีตออกบ่อยๆ เติมน้ำจนครบ โดยปริมาณน้ำที่ใช้ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมวลรวมทั้งหมด จากนั้นทำการหมุนเครื่องผสมคอนกรีตเป็นเวลา 7-10 นาที

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

3) นำส่วนผสมที่ผสมจนเข้ากันดีแล้วไปอัดในเครื่องอัดอิฐบล็อกประสานแบบไฮดรอลิกโดยใช้บล็อกของอิฐขนาด 12.5×25×10 เซนติเมตร แต่ละก้อนใส่ส่วนผสมให้เท่าๆกัน โดยใส่จนเต็มแม่พิมพ์แล้วทำการอัดแบบอัตโนมัติ

4) ก่อนที่จะใส่ส่วนผสมลงในเครื่องอัดอิฐบล็อกประสานควรทาน้ำมันก่อน เพื่อไม่ให้ส่วนผสมติดกับเครื่องอัดอิฐบล็อกประสาน และป้องกันการสึกหรอของเครื่องอัดอิฐบล็อกประสาน

5) เมื่อทำการอัดเสร็จแล้วให้ยกอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่ได้ออกจากเครื่องอัดอิฐบล็อกประสาน และนำไปวางให้เป็นระเบียบเรียบร้อย

6) นำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่ได้จากข้อที่ 5 มาทำการบ่มเป็นเวลา 7 วันโดยปกคลุมผิวมิให้ถูกแดดหรือลมร้อน และมิให้ถูกรบกวนหรือสะเทือน เพื่อให้อิฐบล็อกประสานมีคุณสมบัติในการรับแรงและความทนทานตามความต้องการห้ามนำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักจากกากชาเขียวไปตากแดด เนื่องจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่เกิดขึ้นจะไม่สมบูรณ์ และมีผลต่อกำลังต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสาน หลังจากนั้นเมื่ออายุครบ 7 วันก็นำอิฐบล็อกประสานไปทำการทดสอบประสิทธิภาพ

3.4.4 ขั้นตอนการทดสอบคุณสมบัติของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

1) ทดสอบลักษณะทั่วไป ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547)

วัดขนาดอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักขนาดเต็มก้อน 12.5x25x10 เซนติเมตร โดยแต่ละก้อนมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 2 มิลลิเมตร

2) ทดสอบกำลังต้านแรงอัด ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547)

2.1 วัดขนาดอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักกากชาเขียวเป็นมิลลิเมตร (กว้างx ยาวxหนา) แล้วชั่งน้ำหนักโดยอ่านค่าละเอียดถึง 0.5 กรัม

2.2 นำเข้าเครื่องทดสอบเพื่อหาค่ากำลังต้านแรงอัด ให้เครื่องทำงานไปจนกระทั่งอิฐพังทลายแล้วบันทึกค่าแรงอัดสูงสุด

2.3 คำนวณค่ากำลังต้านแรงอัดโดยสูตรคำนวณ (ประชุม คำพุฒ, 2553 อ้างอิงถึงใน วิจิตร พรมสุวรรณ และคณะ, 2555

$$\text{ค่าความต้านแรงอัด} = \frac{\text{แรงอัดสูงสุดเมื่อชิ้นทดสอบแตก}}{\text{พื้นที่หน้าตัดชินทดสอบ}} \quad kg/cm^2$$

3) ทดสอบการดูดกลืนน้ำ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547)

3.1 นำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักกากชาเขียวที่เตรียมไว้ ทดสอบมาวัดขนาด (กว้างxยาวxหนา) ของก้อนตัวอย่าง

3.2 นำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักผสมกากชาเขียวที่ทำการทดสอบไปแช่ให้จม อยู่ในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.3 จากนั้นนำอิฐบล็อกขึ้นมา ทิ้งไว้ให้ระบายน้ำออกเป็นเวลา 1 นาที ใช้ผ้าซับหยดน้ำบนผิวอิฐบล็อกที่มองเห็นด้วยตาเปล่าทีละก้อน แล้วทำการชั่งน้ำหนักทันที

3.4 จดบันทึกค่าน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักผสมกากชาเขียวที่ดูดซึมน้ำ

3.5 หลังจากการอิ่มน้ำ นำอิฐไปอบตู้อบที่อุณหภูมิ 110 ถึง 115 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลา 24 ชั่วโมงปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง 2 ชั่วโมง

3.6 ชั่งน้ำหนักทีละก้อน โดยอ่านค่าละเอียดถึง 0.1 กรัมแล้วจดบันทึกค่าน้ำหนักอิฐ

3.7 คำนวณหาปริมาณการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักโดยใช้สูตร (ประชุม คำพุฒ, 2553 อ้างอิงถึงใน วิจิตร พรมสุวรรณ และคณะ, 2555)

$$\text{ค่าการดูดกลืนน้ำ} = \frac{\text{มวลชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ} - \text{มวลชิ้นทดสอบหลังอบ}}{\text{ปริมาตรชิ้นทดสอบ}} \quad kg/cm^3$$

4) ทดสอบการเปลี่ยนแปลงความยาวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1505-2541)

4.1 นำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่ทำการทดลองที่เตรียมไว้ทดสอบวัดขนาด (กว้างxยาวxหนา) ของก้อนตัวอย่าง

4.2 นำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่ทำการทดลองเข้าตู้อบโดยใช้เวลาในการอบ 24 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เย็น

4.3 ชั่งมวลและวัดความยาวของชิ้นทดสอบถือเป็นมวลในสภาพแห้งทีละก้อน

4.4 นำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่ทำการทดลองไปแช่ในน้ำ โดยผิวบนของชิ้นทดสอบอยู่ต่ำกว่าผิวน้ำ 3 เซนติเมตร เป็นเวลา 3 วัน

4.5 เก็บรักษาที่ห้องหรือภาชนะปิด ชั่งมวล และวัดความยาวทุกวันจนความยาวเข้าสู่สภาวะสมดุล

4.6 คำนวณหาค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงความยาว โดยใช้สูตร (ประชุม คำพุฒ, 2553 อ้างอิงถึงใน วิจิตร พรมสุวรรณ และคณะ, 2555)

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

เมื่อ L_1 คือ ความยาวของชิ้นทดสอบในการวัดครั้งแรก (มิลลิเมตร)

L_2 คือ ความยาวของชิ้นทดสอบเมื่อเข้าสูสภาวะสมดุล (มิลลิเมตร)

5) ทดสอบน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักผสมกากชาเขียว

พารามิเตอร์นี้ไม่มีในมาตรฐาน แต่ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญ เพราะกากชาเขียวมีความเป็นไปได้ที่จะทำให้น้ำหนักของอิฐบล็อกประสานลดลง เนื่องจากอิฐบล็อกประสานมีข้อด้อย คือ มีน้ำหนักมาก และการใช้กากชาเขียว ซึ่งมีน้ำหนักเบาอาจช่วยลดข้อด้อยของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักนี้ได้นำอิฐบล็อกประสานเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 ถึง 115 องศาเซียลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และชั่งน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานทีละก้อน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1) การวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน เพื่อนำเสนอผลการศึกษา

2) การวิเคราะห์โดยใช้สถิติแบบอ้างอิงด้วยสถิติแบบ T-Test เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่ผสมกากชาเขียวกับอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักชุดควบคุม

3.5.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

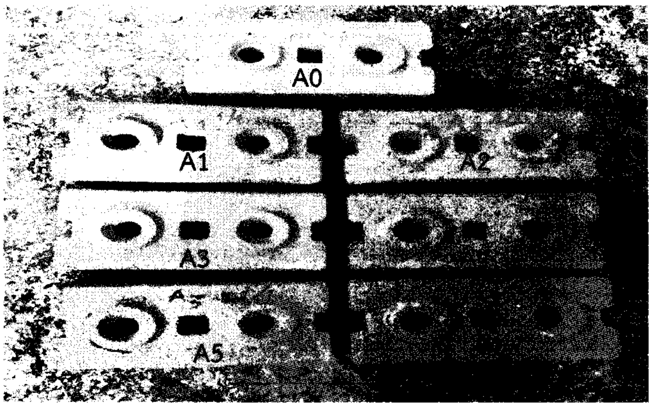
การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้นจะใช้ศึกษาจากค่าวัสดุและค่าดำเนินการ เพื่อเปรียบเทียบราคาของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักกากชาเขียวกับราคาอิฐบล็อกประสานที่ขายในร้านวัสดุก่อสร้าง

บทที่ 4
ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักผสมกากชาเขียวเพื่อทดแทนดินลูกรัง โดยการศึกษา 7 อัตราส่วน คือ ชุดควบคุม (100:0) และชุดการทดลอง (95:5 90:10 85:15 80:20 75:25 และ 70:30) ตามลำดับ และทำการทดสอบสมบัติด้าน ลักษณะทั่วไป ความต้านแรงอัด การดูดกลืนน้ำ การเปลี่ยนแปลงความยาวและน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก สำหรับผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

4.1 ลักษณะทั่วไปของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

ลักษณะทั่วไปของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักจากกากชาเขียว เพื่อทดแทนดินลูกรัง ในการศึกษาพบว่า มีค่า กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 12.5x25x10 เซนติเมตร ตามขนาดของบล็อกที่ใช้ในการขึ้นรูปดังแสดงใน**ภาพที่ 4.1-1** เมื่อเปรียบเทียบขนาดของอิฐบล็อกประสานจากกากชาเขียวกับขนาดของอิฐบล็อกประสานกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.602/2547) ซึ่งขนาดของอิฐบล็อกประสานไม่เกิน 12.5×25×10 ซม. โดยแต่ละมิติมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 0.2 ซม. พบว่า ทุกสูตรผ่านเกณฑ์มาตรฐานอิฐบล็อกประสานกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547) ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.1-1** แสดงให้เห็นว่ากากชาเขียวที่ผ่านการอบแห้งและร่อนให้มีขนาดเท่ากันเป็นลักษณะเล็กเช่นเดียวกับดินลูกรัง จะไม่มีการแบ่งเป็นส่วนละเอียดและส่วนหยาบอย่างชัดเจน หากใช้ในอัตราส่วนที่พอเหมาะจะทำให้อิฐบล็อกประสานมีสมบัติด้านแรงยึดเกาะภายในของปูนซีเมนต์ดี ทำให้อิฐบล็อกประสานมีความคงขนาดที่ดีเทียบเท่ากับดินลูกรัง



ภาพที่ 4.1-1 อิฐบล็อกประสานผสมกากชาเขียว

ตารางที่ 4.1-1 ลักษณะทั่วไปของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

สูตร	**อัตราส่วนทดแทนดินลูกรังต่อกากชาเขียว**	**ลักษณะทั่วไปของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก**		
		ขนาดอิฐบล็อกประสานเฉลี่ย (เซนติเมตร)	**รอยแตกร้าว/การบิ่น**	**สีของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักผสมกากชาเขียว**
ชุดควบคุม	100:0	12.5x25x10	ไม่แตกร้าว	แดงอิฐ
A1	95:5	12.5x25x10	ไม่แตกร้าว	น้ำตาล
A2	90:10	12.5x25x10	ไม่แตกร้าว	น้ำตาล
A3	85:15	12.5x25x10	ไม่แตกร้าว	น้ำตาล
A4	80:20	12.5x25x10	ไม่แตกร้าว	น้ำตาลเข้ม
A5	75:25	12.5x25x10	ไม่แตกร้าว	น้ำตาลเข้ม
A6	70:30	12.5x25x10	ไม่แตกร้าว	น้ำตาลเข้ม

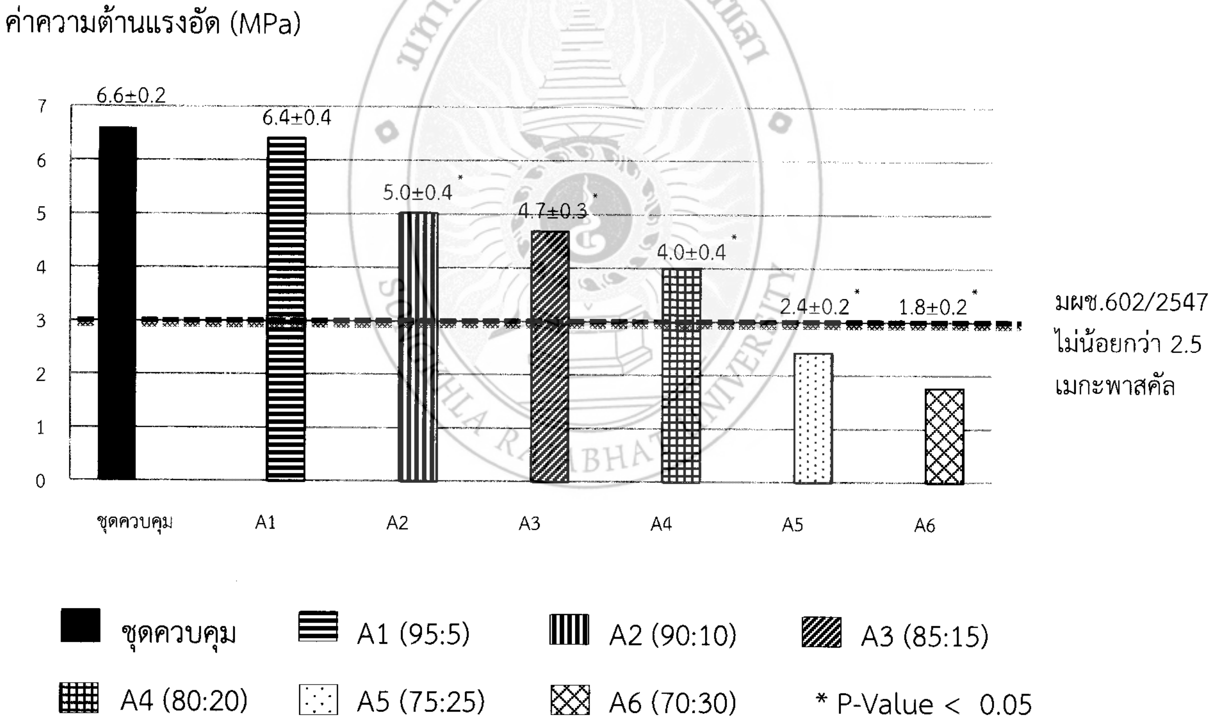
หมายเหตุ : A หมายถึง อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักผสมกากชาเขียว

เมื่อเปรียบเปรียบกับผลการศึกษาของอัจจิมา ไชยศิริ และ สรญา สีดาวเดือน (2558) ได้ทำการศึกษาศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันทดแทนดินลูกรังในการทำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่มีอายุการบ่ม 7 วัน พบว่าขนาดของอิฐบล็อกประสานมีค่าอยู่ในช่วง 12.5×25×10-12.8×25.4×10.6 เซนติเมตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่อัตราส่วนร้อยละ 30 (70:30) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าขนาดของอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเส้นใยปาล์มน้ำมันมีความคาดเคลื่อนสูงกว่า แสดงให้เห็นว่ากากชาเขียวที่ผ่านการอบแห้งและร่อนให้มีขนาดเท่ากันและเช่นเดียวกับดินลูกรังจะไม่มีการแบ่งเป็นส่วนละเอียดและส่วนหยาบอย่างชัดเจน หากใช้ในอัตราส่วนที่พอเหมาะจะทำให้อิฐบล็อกประสานมีคุณสมบัติด้านแรงยึดเกาะภายในของปูนซีเมนต์ดี ทำให้อิฐบล็อกประสานมีความคงขนาดที่ดีเทียบเท่ากับดินลูกรัง

4.2 ผลการศึกษาความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

ผลการศึกษาการเปรียบเทียบค่าความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักผสมกากชาเขียวเพื่อทดแทนดินลูกรัง ซึ่งแสดงค่าความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักผสมกากชาเขียว พบว่ามีค่าความต้านแรงอัดสูงสุดอยู่ที่สูตร A1 มีค่าเท่ากับ 6.4±0.4 เมกะพาสคัลรอง ลงมาคือสูตร A2 A3 A4 A5 และ A6 มีค่าเท่ากับ 5.0±0.4 4.7±0.3 4.0±0.4 2.4±0.2

และ 1.8±0.2 เมกะพาสคัล ตามลำดับดังแสดงใน**ภาพที่ 4.2-1** เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่าทุกสูตรมีความต้านแรงอัดต่ำกว่าชุดควบคุมโดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P≥0.05) ยกเว้นสูตร A1 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P≥0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547) ชนิดไม่รับน้ำหนัก ซึ่งกำหนดให้มีค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 2.5 เมกะพาสคัล พบว่าอัตราส่วนผสมที่สูตร A1 A2 A3 และ A4 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอิฐบล็อกประสานกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547) ชนิดไม่รับน้ำหนัก ดังแสดงใน**ภาพที่ 4.2-1** แสดงให้เห็นว่าหากมีกากชาเขียวในอัตราส่วนที่พอเหมาะจะทำให้อิฐบล็อกประสานแน่น แข็งแรงกว่า แต่ถ้าหากมีปริมาณกากชาเขียวมากในอัตราส่วนผสมมาก พบว่าส่วนผสมจะแห้งและมีปริมาณปูนซีเมนต์ไม่เพียงพอที่จะไปเคลือบส่วนผสมได้ทั้งหมด จึงทำให้เกิดโพรงอากาศในอิฐบล็อกประสานมากและส่งผลทำให้ความต้านแรงอัดที่ได้ต่ำลง



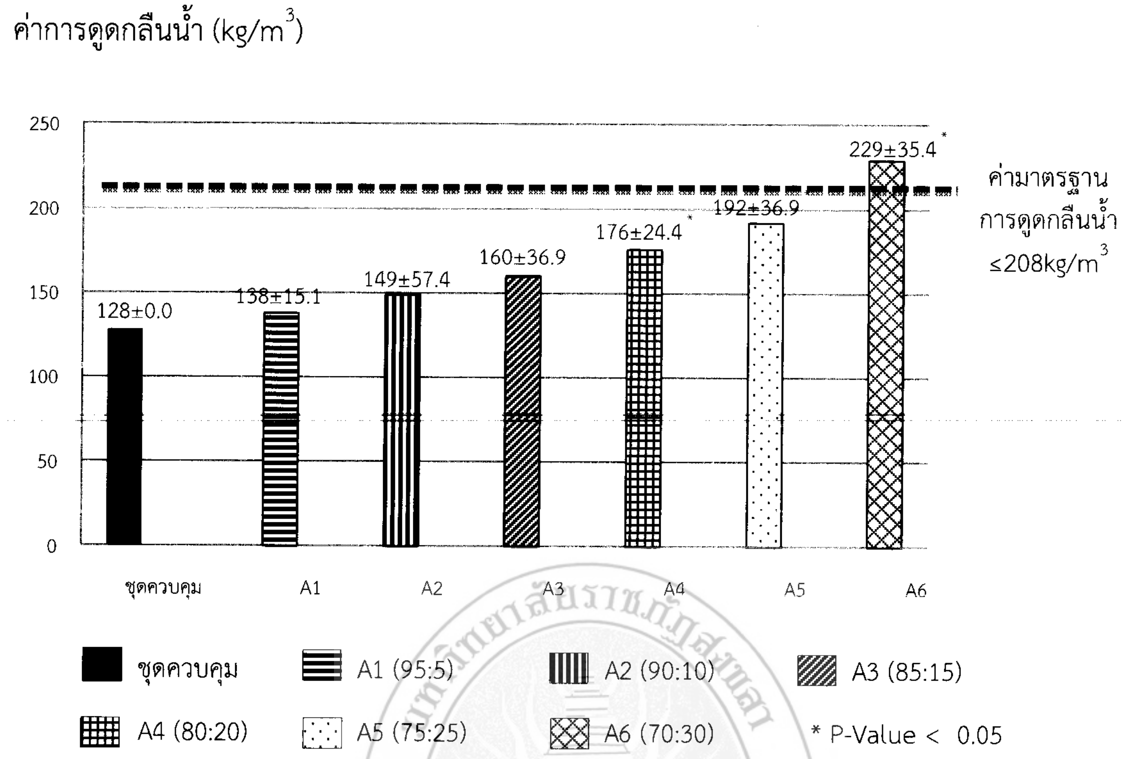
ภาพที่ 4.2-1 ค่าความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของอัจจิมา ไชยศิริ และ สรญา สีดาวเดือน (2558) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันทดแทนดินลูกรังในการทำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก พบว่ามีค่าการรับแรงอัดของอิฐบล็อกประสาน อยู่ในช่วง 6.39-1.81 เมกะพาสคัล โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่ร้อยละการทดแทน 5 (95:5) เท่ากับ 5.88 เมกะพาสคัล และค่าต่ำสุดอยู่ที่ร้อยละการทดแทน 30 (70:30) เท่ากับ 1.81 เมกะพาสคัล ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในครั้งนี้

พบว่า มีค่าความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปริมาณกากชาเขียวมากเกินไปมีผลทำให้ค่าความต้านแรงอัดลดลงเนื่องจากปริมาณที่ใช้มีค่ามาก จึงลดความสามารถของปูนซีเมนต์ที่จะเชื่อมวัสดุผสมทั้งหมดทำให้เกิดโพรงอากาศในอิฐบล็อกประสานมาก ส่งผลทำให้ความต้านแรงอัดที่ได้ต่ำลง

4.3 ผลการศึกษาการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

ผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักผสมกากชาเขียวเพื่อทดแทนดินลูกรัง ซึ่งแสดงค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักผสมกากชาเขียวพบว่า มีค่าการดูดกลืนน้ำเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่สูตร A6 มีค่าเท่ากับ 229±35.4 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรรองลงมาคือสูตร A5 A4 A3 A2 และ A1 มีค่าเท่ากับ 192±36.9 176±24.4 160±36.9 149±57.4 และ 138±15.9 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ ดังแสดงใน**ภาพที่ 4.3-1** เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่าทุกสูตรมีค่าเฉลี่ยการดูดกลืนน้ำสูงกว่าชุดควบคุมโดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P≥0.05) ยกเว้นสูตร A1 A2 และ A3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P≥0.05) เมื่อเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547) ชนิดไม่รับน้ำหนัก ซึ่งกำหนดให้มีค่าการดูดกลืนน้ำอยู่ในระหว่างไม่เกิน ≤208 kg/m^3 พบว่าอัตราส่วนผสมที่สูตร A1 A2 A3 A4 และ A5 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอิฐบล็อกประสานกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547) ชนิดไม่รับน้ำหนักดังแสดงใน**ภาพที่ 4.3-1** แสดงให้เห็นว่ากากชาเขียวมีค่าการดูดกลืนน้ำที่สูง จึงส่งผลให้ค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ ทรายและกากชาเขียวมีความสัมพันธ์ตามกันคือค่าการดูดกลืนน้ำเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนของกากชาเขียวเพิ่มขึ้นและค่าการดูดกลืนน้ำลดลงเมื่ออัตราส่วนของกากชาเขียวลดลง



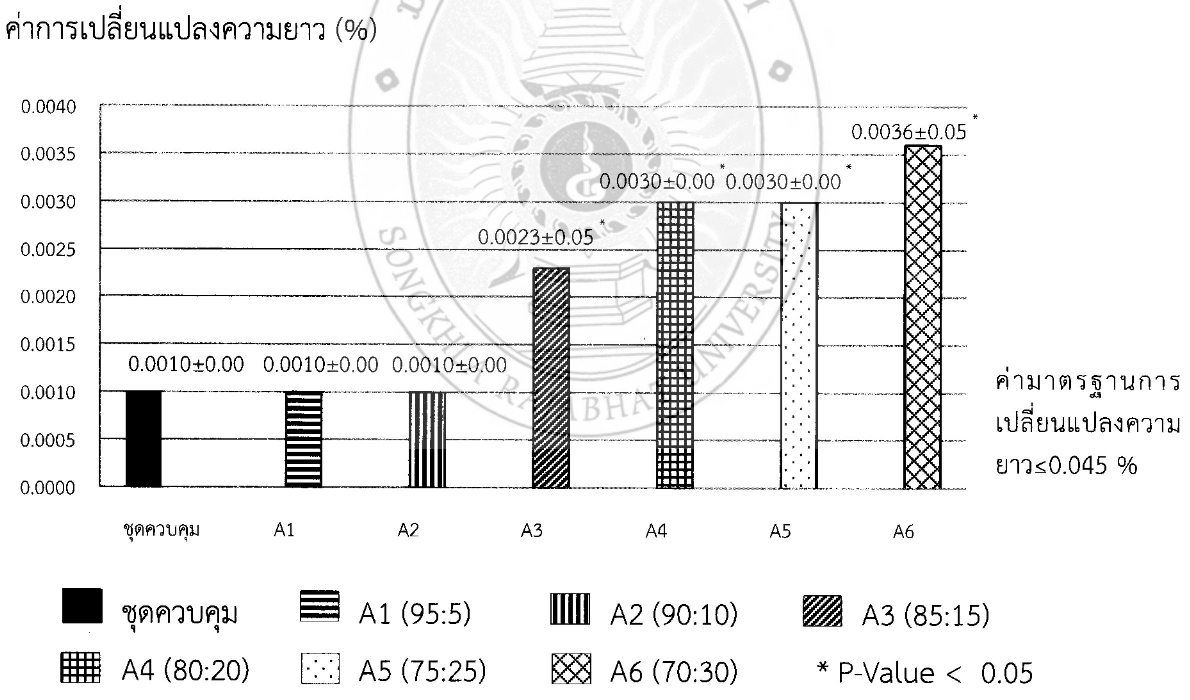
ภาพที่ 4.3-1 ค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของอัจจิมา ไชยศิริ และ สรญา สีดาวเดือน. (2558) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันแทนที่ดินลูกรังในการทำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก พบว่ามีค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน อยู่ในช่วง 126.72-220.54 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานสูงสุดอยู่ที่ร้อยละการทดแทน 30 (70:0) เท่ากับ 220.54 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าต่ำสุดอยู่ที่ร้อยละการทดแทน 5 (95:5) เท่ากับ 130.00 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าผลการผสมกากชาเขียวในอิฐบล็อกมีค่าการดูดกลืนน้ำมากว่าเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากกากชาเขียวมีค่าการดูดกลืนน้ำที่สูง จึงส่งผลให้ค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ ทราย และกากชาเขียวมีความสัมพันธ์ตามกัน คือค่าการดูดกลืนน้ำเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนของกากชาเขียวเพิ่มขึ้นและค่าการดูดกลืนน้ำลดลงเมื่ออัตราส่วนของกากชาเขียวลดลง

4.4 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักจากกากชาเขียวเพื่อทดแทนดินลูกรัง ซึ่งแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักผสมกากชาเขียว พบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่สูตร A6 เท่ากับ 0.0036±0.05 รองลงมาคือสูตร A5 A4 A3 A2 และ A1 มีค่าเท่ากับ 0.0030±0.0000

0.0030±0.0000 0.0023±0.0500 0.0010±0.0000 และ 0.0010±0.0000 ตามลำดับ ดังแสดงใน **ภาพที่ 4.4-1** เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่าทุกสูตรมีค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวเพิ่มขึ้น ยกเว้นสูตร A1 และ A2 โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P≥0.05) เมื่อเปรียบเทียบค่ากับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1505-2541) ชนิดไม่รับน้ำหนัก ซึ่งกำหนดให้มีค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวไม่เกินร้อยละ 0.045 พบว่าทุกสูตรผ่านเกณฑ์มาตรฐานอิฐบล็อกประสานกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1505-2541) ชนิดไม่รับน้ำหนัก และเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่าทุกสูตรมีค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวเพิ่มขึ้นดังแสดงใน**ภาพที่ 4.4-1** แสดงให้เห็นว่าหากเพิ่มปริมาณกากชาเขียวมากจะส่งผลให้ค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ทรายและกากชาเขียวเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดโพรงอากาศในอิฐบล็อกประสานมากซึ่งมีการยืด-หดตัวสูง นั้นคือค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนของกากชาเขียวเพิ่มขึ้นและค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวลดลงเมื่ออัตราส่วนของกากชาเขียวลดลง



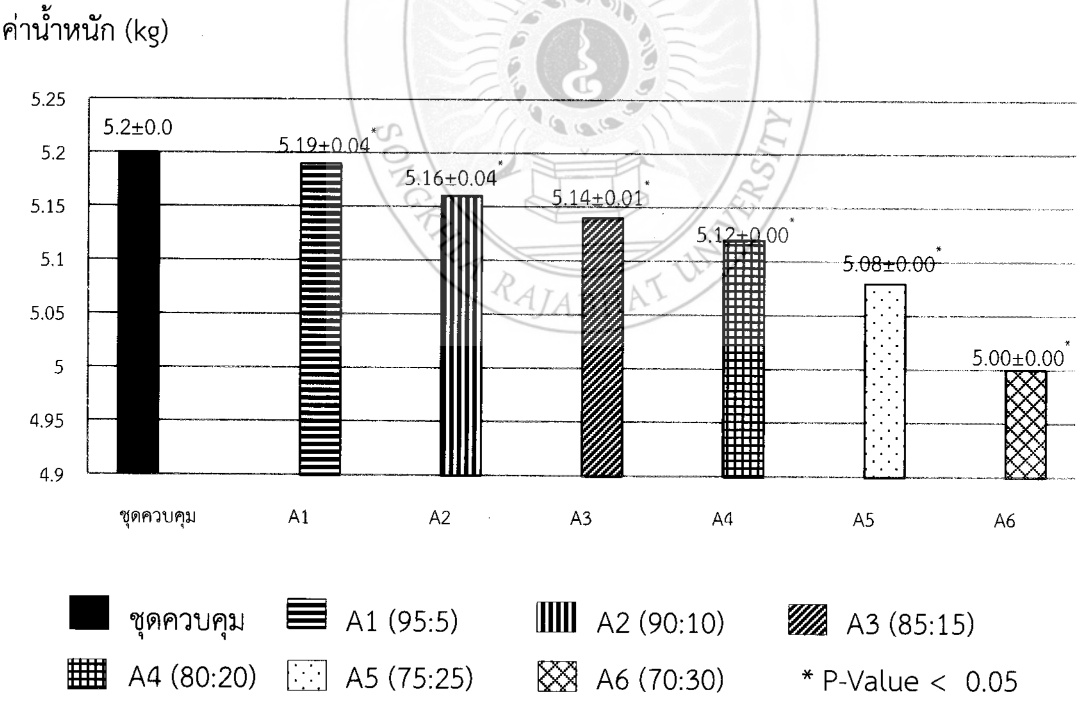
ภาพที่ 4.4-1 ค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของบุญชัย กาดำ และ หมัดรอซี หวังกุหลำ (2560) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เถ้าลอยจากไม้ยางพาราทดแทนดินลูกรังในอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก พบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกประสานจะสูงสุดอยู่ที่สูตร BF6 (70:30) เท่ากับ 0.0033±0.05 และและรองลงมาคือสูตร BF5 BF4 BF3 BF2 และ BF1 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อ

เปรียบเทียบกับผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าผลการผสมกากชาเขียวในอิฐบล็อกมีค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวมากกว่าเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากกากชาเขียวมีการยืด-หดตัวสูง ซึ่งหากเพิ่มปริมาณกากชาเขียวแทนที่ดินลูกรังมากขึ้นจะส่งผลให้มีค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ ทราย และกากชาเขียว เพิ่มขึ้น นั้นคือส่งผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกประสานเพิ่มขึ้น

4.5 ผลการศึกษาน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

ผลการศึกษาการเปรียบเทียบน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักผสมกากชาเขียวเพื่อทดแทนดินลูกรัง ซึ่งแสดงค่าน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักผสมกากชาเขียว พบว่าน้ำหนักสูงสุดอยู่ที่สูตรที่ A1 มีค่าเท่ากับ 5.19 kg รองลงมา คือสูตร A2 A3 A4 A5 และ A6 มีค่าเท่ากับ 5.19 5.16 5.14 5.12 5.08 และ 5.00 kg ตามลำดับดังแสดงใน**ภาพที่ 4.5-1** เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่าทุกสูตรมีน้ำหนักต่ำกว่าชุดควบคุมโดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \geq 0.05$) ยกเว้นสูตร A1 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \geq 0.05$)



ภาพที่ 4.5-1 ค่าน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของอัจจิมา ไชยศิริ และ สรญา สีดาวเดือน (2558) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันแทนที่ดินลูกรังในการทำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่อายุการบ่ม 7 วัน พบว่าน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานอยู่ในช่วง 5.664 - 4.382 kg โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่ร้อยละการทดแทน 5 (95:5) และค่าต่ำสุดอยู่ที่ร้อยละการทดแทน 30 (70:30) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าอิฐบล็อกประสานที่ผสมกากชาเขียวทดแทนดินลูกรังมีน้ำหนักเบากว่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากกากชาเขียวมีน้ำหนักเบา ยิ่งเพิ่มกากชาเขียวทดแทนดินลูกรังน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานจะยิ่งลดลงโดยอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักผสมกากเขียวสามารถลดข้อด้อยของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก ซึ่งมีน้ำหนักมากและมีผลต่อการนำไปใช้งานโครงสร้างรับน้ำหนักมากไปด้วย

4.6 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้กากชาเขียวทดแทนดินลูกรังสำหรับอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก โดยใช้กากชาเขียวมาทดแทนดินในอัตราส่วนผสมระหว่างดินลูกรังต่อกากชาเขียว 95:5 90:10 85:15 80:20 75:25 และ 70:30 พบว่าสูตร A1 A2 A3 และ A4 เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1505-2541) (เฉพาะการเปลี่ยนแปลงความยาว) โดยเมื่อพิจารณาในด้านต้นทุนการผลิตจากค่าวัสดุจะ พบว่าอิฐบล็อกสูตร A4 มีต้นทุนการผลิตต่ำสุด 3.02 บาท/ก้อน รองลงมาเป็นสูตร A3 มีต้นทุนการผลิต 3.07 บาท/ก้อน และต้นทุนการผลิตสูงสุดในสูตร A1 เท่ากับ 3.10 บาท/ก้อน ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.6-1** ซึ่งผู้วิจัยแนะนำให้ใช้อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักจากกากชาเขียวจากสูตร A4 เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547) ด้านความต้านแรงอัด การดูดกลื่นน้ำ การเปลี่ยนแปลงความยาวและน้ำหนัก ทั้งยังผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1505-2541) ด้านการเปลี่ยนแปลงความยาว น้ำหนักเบาและยังราคาถูกกว่าชุดควบคุม 0.10 บาท/ก้อน

เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับราคาอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักตามท้องตลาด พบว่ามีราคา 10 บาท/ก้อน (ร้านหาดใหญ่แซนบล็อกผู้ผลิตอิฐบล็อกผสานชนิดไม่รับน้ำหนัก) ซึ่งอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักจากกากชาเขียวมีราคาถูกกว่าอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักตามท้องตลาดถึง 6.98 บาท/ก้อน แสดงให้ว่าอิฐบล็อกประสานจากกากชาเขียวมีราคาถูกกว่าอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักตามท้องตลาด จึงเป็นไปได้ที่จะนำมาผลิตเพื่อการพาณิชย์และช่วยประหยัดต้นทุนการผลิตเป็นการส่งเสริมการนำของเสียมาใช้ประโยชน์

ตารางที่ 4.6-1 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

สูตร	ส่วนผสมทั้งหมด	ปริมาณที่ใช้ (กิโลกรัม/ก้อน)	ราคา(บาท)	ราคา/ก้อน	รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (บาท)
(ชุดควบคุม)	ปูนซีเมนต์	0.743	3.18	2.37	3.12
	กากชาเขียว	-	-	-	
	ดินลูกรัง	3.343	0.15	0.50	
	ทราย	1.114	0.1	0.1114	
	น้ำ	0.04(L)	0.007	0.02	
	ค่าไฟฟ้า			0.12	
A1	ปูนซีเมนต์	0.743	3.18	2.37	3.10
	กากชาเขียว	0.173	-	-	
	ดินลูกรัง	3.176	0.15	0.48	
	ทราย	1.114	0.1	0.1114	
	น้ำ	0.04(L)	0.007	0.02	
	ค่าไฟฟ้า			0.12	
A2	ปูนซีเมนต์	0.743	3.18	2.37	3.07
	กากชาเขียว	0.346	-	-	
	ดินลูกรัง	3.009	0.15	0.45	
	ทราย	1.114	0.1	0.1114	
	น้ำ	0.04(L)	0.007	0.02	
	ค่าไฟฟ้า			0.12	
A3	ปูนซีเมนต์	0.743	3.18	2.37	3.05
	กากชาเขียว	0.519	-	-	
	ดินลูกรัง	2.842	0.15	0.43	
	ทราย	1.114	0.1	0.1114	
	น้ำ	0.04(L)	0.007	0.02	
	ค่าไฟฟ้า			0.12	

ตารางที่ 4.6-1 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น (ต่อ)

สูตร	**ส่วนผสมทั้งหมด**	**ปริมาณที่ใช้ (กิโลกรัม/ก้อน)**	**ราคา(บาท)**	**ราคา/ก้อน**	**รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (บาท)**
A5	ปูนซีเมนต์	0.743	3.18	2.37	3.00
	กากชาเขียว	0.864	-	-	
	ดินลูกรัง	2.508	0.15	0.38	
	ทราย	1.114	0.1	0.1114	
	น้ำ	0.04(L)	0.007	0.02	
	ค่าไฟฟ้า			0.12	
A6	ปูนซีเมนต์	0.743	3.18	2.37	2.97
	กากชาเขียว	1.037	-	-	
	ดินลูกรัง	2.340	0.15	0.50	
	ทราย	1.114	0.1	0.1114	
	น้ำ	0.04(L)	0.007	0.02	
	ค่าไฟฟ้า			0.12	

หมายเหตุ: ค่าไฟฟ้า คือ เครื่องอัดอิฐบล็อกใช้มอเตอร์ ขนาด 3 แรงม้า 2.2 kW กำลังการผลิตเครื่อง 110±10 ก้อน/ชั่วโมง และใช้ไฟฟ้าไปชั่วโมงละ 2.2 หน่วย

ไฟฟ้าประเภททึ่ 2 หน่วยละ 2.98 บาท อ้างอิง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

น้ำประปาหน่วยละ 14.28 บาท อ้างอิง การประปาส่วนภูมิภาค

ทราย ตันละ 100 บาท

ดินลูกรัง ตันละ 150 บาท

ปูนซีเมนต์ ตราช้าง สีแดงกระสอบละ 159 บาท

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้กากชาเขียวทดแทนดินลูกรังในการทำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก อัตราส่วนผสมระหว่างดินลูกรังต่อกากชาเขียว 95:5 90:10 85:15 80:20 75:25 และ 70:30 โดยทำการทดสอบคุณสมบัติของอิฐบล็อกประสาน 4 พารามิเตอร์ ได้แก่ ลักษณะทั่วไป ความต้านแรงอัด การดูดกลืนน้ำ และการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก ผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังนี้

5.1 การวิเคราะห์สมบัติของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

1) ลักษณะทั่วไป ลักษณะทั่วไปของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก พบว่า ทุกสูตรมีค่ากว้างxยาวxสูง เท่ากับ 12.5x25x10 เซนติเมตร ตามขนาดของบล็อกที่ใช้ในการขึ้นรูป เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของอิฐบล็อกประสานตามท้องตลาด ซึ่งขนาดของอิฐบล็อกประสานไม่เกิน 12.5×25×10 ซม. โดยแต่ละมิติมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ±0.2 ซม. พบว่าทุกสูตรผ่านเกณฑ์มาตรฐานอิฐบล็อกประสานกับค่าค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547)

2) ความต้านแรงอัดแรงอัด จากผลการศึกษาการเปรียบเทียบค่าความต้านแรงอัด พบว่า มีค่าความต้านแรงอัดสูงสุดอยู่ที่สูตร A1 มีค่าเท่ากับ 6.4±0.4 เมกะพาสคัล รองลงมาคือสูตร A2 A3 A4 A5 และ A6 มีค่าเท่ากับ 5.0±0.4 4.7±0.3 4.0±0.4 2.4±0.2 และ 1.8±0.2 เมกะพาสคัล ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 ชนิดไม่รับน้ำหนัก พบว่า อัตราส่วนผสมที่สูตร A1 A2 A3 และ A4 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอิฐบล็อกประสานกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547) ชนิดไม่รับน้ำหนัก

3) การดูดกลืนน้ำ ผลการศึกษาการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนน้ำ พบว่า มีค่าการดูดกลืนน้ำเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่สูตร A6 มีค่าเท่ากับ 229±35.4 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือสูตร A5 A4 A3 A2 และ A1 มีค่าเท่ากับ 192±36.9 176±24.4 160±36.9 149±57.4 และ 138±15.9 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เมื่อเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547) ชนิดไม่รับน้ำหนัก ซึ่งกำหนดให้มีค่าการดูดกลืนน้ำอยู่ในระหว่างไม่เกิน ≤208 kg/m^3 พบว่าอัตราส่วนผสมที่สูตร A1 A2 A3 A4 และ A5 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอิฐบล็อกประสานกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547) ชนิดไม่รับน้ำหนัก

4) การเปลี่ยนแปลงความยาว ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความยาว พบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่สูตร A6 เท่ากับ 0.0036±0.0500 รองลงมาคือสูตร A5 A4 A3 A2 และ A1 มีค่าเท่ากับ

0.0030±0.0000 0.0030±0.0000 0.0023±0.0500 0.0010±0.0000 และ 0.0010±0.0000 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่ากับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1505-2541) ชนิดไม่รับน้ำหนัก ซึ่งกำหนดให้มีค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวไม่เกินร้อยละ 0.045 พบว่าทุกสูตรผ่านเกณฑ์มาตรฐานอิฐบล็อกประสานกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1505-2541) ชนิดไม่รับน้ำหนัก

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า เมื่อมีการทดแทนดินลูกรังด้วยกากชาเขียวทั้ง 7 สูตรการทดลอง ได้แก่ A1 (95:5) A2 (90:10) A3 (85:15) A4 (80:20) A5 (75:25) และ A6 (70:30) ตามลำดับ พบว่ามี 4 สูตร ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.602/2547) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1505-2541) (เฉพาะการเปลี่ยนแปลงความยาว) ได้แก่ A1 A2 A3 และ A4 พบว่าอัตราส่วนการทดแทนที่ดีที่สุด คือ สูตร A4 (80:20) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดคุม (100:0) และสามารถลดปริมาณดินลูกรังในการทำอิฐบล็อกประสานได้ถึงร้อยละ 20 ทำให้มีการใช้ดินลูกรังที่น้อยลง ส่งผลให้อิฐบล็อกประสานที่ได้มีน้ำหนักเบาลง ซึ่งทำให้มีความสะดวกและง่ายต่อการขนส่ง

5.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

จากการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น พบว่าอัตราส่วนการทดแทนสูตร A4 (80:20) มีต้นทุนการผลิตต่ำสุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.02 บาท/ก้อน แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบราคากับชุดควบคุม (100:0) พบว่ามีราคา 3.12 บาท/ก้อน ซึ่งอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักจากกากชาเขียวมีราคาถูกกว่าประมาณ 0.10 บาท/ก้อน และถูกกว่าท้องตลาด 6.98 บาท/ก้อน จึงเป็นไปได้ที่จะนำมาผลิตเพื่อการพาณิชย์

5.3 ข้อเสนอแนะ

1) ควรศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการบ่มอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักจากกากชาเขียว เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและลดการเปลี่ยนแปลงความยาว

2) ควรมีการศึกษาวัสดุเหลือใช้ชนิดอื่นๆ ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ที่สามารถหาได้ง่ายและมีคุณสมบัติในการทำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

บรรณานุกรม

จักรพันธุ์ วงษ์พา. (2553). **การเตรียมอิฐบล็อกมวลเบาจากแกลบ**. ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

ณัฐพล เกตุเหล็ก, ธราพงษ์ พากเพียร และวีระศักดิ์ มะขามป้อม. (2545). **การศึกษาบล็อกปูพื้นคอนกรีตผสมเส้นใยมะพร้าว.** ปริญญานิพนธ์. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ณัฐพล หวันกะเหร็ม, สอและ หะยีแวนิ และปพนวิช พรหมเทพ. (2552). **อิฐบล็อกประสานผสมตะกอนจากระบบประปา..** สงขลา: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีชัย.

นิรุธ สุขสมเขตร. (2544). คุณสมบัติทางกลของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าฟางข้าว. **วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ,** 24. (1): 98.

นิโรจน์ เงินพรหม. (2555). **พัฒนาดินซีเมนต์ลูกรังผสมวัสดุเถ้าทิ้งจากผลผลิตอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมเป็นอิฐประสาน.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

บุญชัย กาดำ และหมัดรอซี หวังกุหลำ. (2560). **การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เถ้าลอยจากไม้ยางพารา เพื่อทดแทนดินลูกรังในอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก.** สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

ประชุม คำพุฒ และกิตติงษ์ สุวีโร. (2553). **การศึกษาคอนกรีตมวลเบาผสมเถ้าแกลบเสริมแผ่นยางธรรมชาติ**. งบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ประชุม คำพุฒ, กิตติพงษ์ สุวีโร, อมเรศ บกสุวรรณ, และนิรมล ปั้นลาย. (2558). **การใช้ฝุ่นหินภูเขาไฟในผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน.** เข้าถึงได้จาก: http//www.j-com. (จันทร์: 11 กันยายน 2560).

ประชุม คำพุฒ, ธีระวัฒน์ ภูอากาศ, บุญชนะ ทวีรัตน์ และดิเรก ยิ่งสุขผล. (2550). การใช้น้ำยางพาราปรับปรุงสมบัติด้านการรับกำลังและการเป็นฉนวนกันความร้อนของคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ. **วารสารวิจัยและพัฒนา**, 30. (2): 363-376.

ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และคณะ. (2550). **ผลกระทบของวัสดุทางการเกษตร.** คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์, และอัญชิสา สันติจิตโต. (2555). **คุณสมบัติของวัสดุไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติจากเส้นใยมะพร้าวและเส้นใยปาล์มเพื่อผลิตวัสดุก่อสร้าง.** เข้าถึงได้จาก: http//www.tds.tu.ac.th. (อังคาร: 12 กันยายน 2560).

พงศ์ภูมิ ศรชมแก้ว. (2555). **การผลิตอิฐบล็อกประสานจากอุตสาหกรรม.** สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา. คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

พัชราวรรณ เก๊อะเจริญ และเศรษฐพงศ์ เศรษฐบุปผา. (2554). การพัฒนาอิฐคอนกรีตน้ำหนักเบาผสมเถ้าปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสม. **วารสารวิชาการและวิจัย**, 1. (1): 33-40.

ไพโรจน์ พงศ์ศุภสมิทธิ์. (2540). **ส่วนประกอบของกากชาเขียวสดและกากชาเขียวแห้ง.** สาขาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิจิตร พรมสุวรรณ, และคณะ. (2555). **การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเถ้าแกลบกับเถ้าขี้เลื่อย.** สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

วานิด จาดดำ. (2550). **การศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากชาเขียวที่ผลิตโดยเครื่องอัดแบบเกลียว.** สาขาวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม. สภาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมเกียรติ ฉิมสร. (2553). **การศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการทำอิฐบล็อกประสานจากเศษทรายดำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอิฐบล็อกประสาน (มผช.602/2547).** กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2531). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับรับน้ำหนัก (มอก.57-2530).** กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2531). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำชนิดไม่รับน้ำหนัก (มอก.58-2530).** กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บรรณานุกรม (ต่อ)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2542). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ**. **มอก. 1505-2541.** กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

อัจจิมา ไชยศิริ และคณะ. (2558). **การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันทดแทนดินลูกรังในการทำอิฐบล็อกประสาน.** สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

อาทิตยา กาญจนะ. (2557). **การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้กากชาจากอุตสาหกรรมเครื่องดื่มทดแทนการใช้ชิ้นไม้สับในการผลิตแผ่นปาร์ติเกิล**. สาขาวิชาการจัดการเทคโนลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อาธิกานต์ ธิวงศ์คำ. (2558). **คุณสมบัติเบื่องต้นของคอนกรีตผสมสารเพิ่มกำลัง.** สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา. คณะวิศวกรรมศาสตร์.

ภาคผนวก ก

แบบเสนอโครงร่างวิจัย

ภาคผนวก ก
แบบเสนอโครงร่างวิจัย
โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วิจัยเฉพาะทางสิ่งแวดล้อม (4003002)

1.ชื่อโครงการ ความเป็นไปได้ในการใช้กากชาเพื่อทดแทนดินลูกรังในอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก
Feasibility Study of Using Green Tea Instead of Lateritic Soil to Produce Weightless Brick

2.สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

3.ปีการษึกษา 2561

4. ชื่อผู้วิจัย

นางสาวกันติมา หมัดหมันรหัสนักศึกษา 554231005
นักศึกษาปริญญาตรี (สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

นางสาวนูรีฮัน บาซอรหัสนักศึกษา 554231024
นักศึกษาปริญญาตรี (สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

5.คณะกรรมการที่ปรึกษาวิจัยเฉพาะทาง

อาจารย์กมลนาวิน อิทนูจิตร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

6 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

อิฐบล็อกประสานเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีความสำคัญชนิดหนึ่ง ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นวัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง ก่อให้เกิดความสวยงาม คงทน และยังมีรูปแบบการจัดวางที่หลากหลายเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ เช่น ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ ที่มีความเหมาะสมผสมปูนซีเมนต์และน้ำ ในสัดส่วนที่เหมาะสมนำมาอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแห้ง บ่มด้วยความชื้นให้อิฐบล็อกแข็งตัว จะได้อิฐบล็อกประสานที่มีความแข็งแรง สามารถนำมาใช้ในงานก่อสร้างอาคารในระบบผนังรับน้ำหนักหรือก่อสร้างในรูปแบบอื่นๆ ได้อีกมากมาย โดยทั่วไปคุณสมบัติของอิฐบล็อกประสาน คือมีความแข็งแรงและสามารถรับแรงกดอัดได้ดี แต่อิฐบล็อกประสานสูตรมาตรฐานมีข้อเสียคือน้ำหนักมาก จึงต้องปรับปรุงคุณภาพของอิฐบล็อกประสานให้มีน้ำหนักน้อยลง

ปัจจุบันเครื่องดื่มชาได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในกลุ่มคนแทบทุกเพศทุกวัยและมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มสูงมากขึ้น (ขวัญอรุณ บำรุงหมู่ และคณะ, 2555) สังเกตได้จากจำนวนร้านชาที่เพิ่มขึ้นอย่างมากมาย กากชาเป็นส่วนที่เหลือทิ้งจากร้านค้าที่ขายชาที่มีจำนวนมากในแต่ละวันซึ่งไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ต่อ แต่มักจะนำไปทิ้งเป็นขยะจำนวนมาก ปัญหากากชาที่เหลือทิ้งจำนวนมากส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากของเสียเหล่านี้มีองค์ประกอบของสารอินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมาก จึงไม่สามารถทิ้งได้ โดยต้องผ่านการบำบัดก่อน และได้มีงานวิจัยต่างๆ ที่ศึกษาการนำวัสดุเหลือใช้มาผลิตเป็นอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก ได้แก่ แกลบ ชานอ้อย และฟางข้าว ในขณะที่กากชานับเป็นกากที่เหลือทิ้งอีกชนิดหนึ่งและมีปริมาณมาก อีกทั้งยังมีส่วนประกอบของเซลลูโลสและลิกนินโดยส่วนใหญ่ (ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และอัญชิสา สันติจิตโต, 2555) ซึ่งมีคุณสมบัติใช้เป็นส่วนผสมในปูนซีเมนต์เพื่อเพิ่มคุณสมบัติ เช่น ช่วยให้การแข็งตัวของซีเมนต์ดี เพิ่มความแข็งแรงคงทนใกล้เคียงกับวัสดุเหลือใช้ชนิดอื่นที่มีการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบช่วยให้การแข็งตัวของซีเมนต์ดี เพิ่มความแข็งแรงคงทน

ดังนั้นคณะผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาการนำกากชาเขียวมาเป็นส่วนผสมกับดินลูกรัง ทรายละเอียด และซีเมนต์ในการทำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงโอกาสที่จะนำกากชาเขียวที่เหลือจากกระบวนการดังกล่าวมาใช้ประโยชน์เพื่อลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เสริมประสิทธิภาพความแข็งแรง และทำให้อิฐบล็อกประสานมีน้ำหนักน้อยลง และยังเป็นแนวทางในการสร้างทางเลือกให้กับผู้ประกอบกิจการอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก โดยประหยัดค่าดินลูกรังซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

7 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกากชาทดแทนดินลูกรังในการพัฒนาเป็นอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสมบัติของอิฐบล็อกประสานกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547

8 สมมุติฐานของการวิจัย

กากชาเขียวสามารถนำมาเป็นส่วนผสมแทนดินลูกรังในการผลิตอิฐบล็อกประสานให้เป็นไปกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547) ได้

9 ตัวแปร

ตัวแปรต้น	อัตราส่วนผสมกากชาแทนดินลูกรัง
ตัวแปรตาม	ลักษณะทั่วไป ความต้านแรงอัดการดูดกลืนน้ำ การเปลี่ยนแปลงความยาวและน้ำหนัก
ตัวแปรควบคุม	ปริมาณปูนซีเมนต์ ปริมาณทราย และน้ำ

10 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิจัย

1 สามารถนำกากชามาเป็นส่วนผสมในการมาพัฒนาเป็นอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

2 ทราบถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักจากกากชาเขียว

11 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ สำหรับผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

การศึกษาการหาอัตราส่วนการทดแทนที่เหมาะสมของกากชาเขียวทดแทนดินลูกรังสำหรับผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักในอัตราส่วน (95:5 90:10 85:15 80:20 75:25 70:30) โดยทำการทดสอบประสิทธิภาพอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก 5 พารามิเตอร์ ได้แก่ ลักษณะทั่วไป กำลังต้านแรงอัด การดูดกลืนน้ำ และการเปลี่ยนแปลงความยาวและน้ำหนัก ตามลำดับ

11.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

กากชาที่ใช้ในงานวิจัย ได้รับอนุเคราะห์จากร้านชาไทหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏราช ภัฏสงขลา ร้านชาปริญญาสาขาวชิรา ร้านชาบ้านบังหาดใหญ่

11.2 สถานที่ดำเนินการวิจัย

1) พื้นที่การผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก(ขนาด 12.5x25x10 เซนติเมตร) ได้รับความอนุเคราะห์จาก ร้านหาดใหญ่แซนบล็อกตำบลคลองอู่ตะเภา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

2) พื้นที่ทดสอบศึกษาการลักษณะทั่วไปของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักและน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

3) พื้นที่ศึกษาความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก ณ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

12 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัย

12.1 อิฐบล็อกประสาน หมายถึง อิฐบล็อกที่ได้จากการนำดินลูกรัง ผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมอาจผสมวัสดุอื่นๆ เช่น หินฝุ่น ทราย กวนให้เข้ากัน เทลงในแบบพิมพ์ที่มีการออกแบบให้มีรู ร่องและเดือย อัดเป็นก้อนแล้วบ่มให้แข็งตัว

12.2 กากชาเขียว หมายถึง กากชาเขียวที่เหลือทิ้งจากการชงชาในแต่ละครั้ง จนกลายเป็นกากของเสียเหลือทิ้งจำนวนมากซึ่งไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ต่อแต่มักจะนำไปทิ้งเป็นขยะจำนวนมาก

12.3 ดินลูกรัง (skeletal soils) หมายถึง ดินที่พบชั้นลูกรัง ชั้นกรวด ชั้นเศษหิน หรือชั้นหินพื้นในระดับตื้นกว่า 50 เซนติเมตร จากผิวดิน เนื้อดินบนเป็นดินทรายปนดินร่วนถึงดินร่วนปนทราย อาจพบกรวด หินมนเล็ก หรือเศษหนปะปน

12.4 อิฐบล็อกประสานจากกากชาเขียว หมายถึง อิฐบล็อกที่ทำมาจากปูนซีเมนต์ ดินลูกรัง ทราย น้ำ และที่มีส่วนผสมของกากชาในอัตราส่วนที่เหมาะสม

13 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

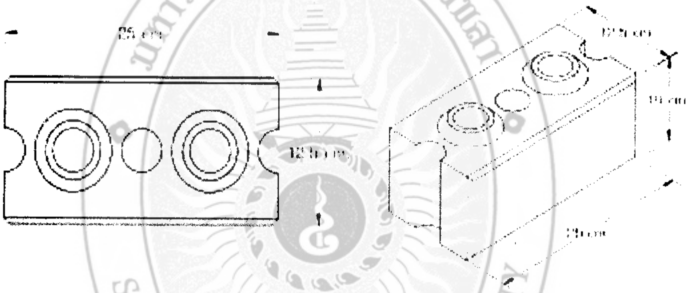
อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก คือ วัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง

ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่ม จะได้อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่มีความแข็งแกร่ง มีรูปลักษณะพิเศษ ที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ

13.1 อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก (Non-load interlocking brick)

อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก เป็นอิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อผนังกั้นห้องหรือก่อส่วนอื่นภายในอาคารที่ไม่ใช่ส่วนที่ต้องรับน้ำหนักโครงสร้างอาคาร (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักแบ่งการใช้งานเป็น 2 ประเภท เพื่อให้เหมาะกับการใช้งาน

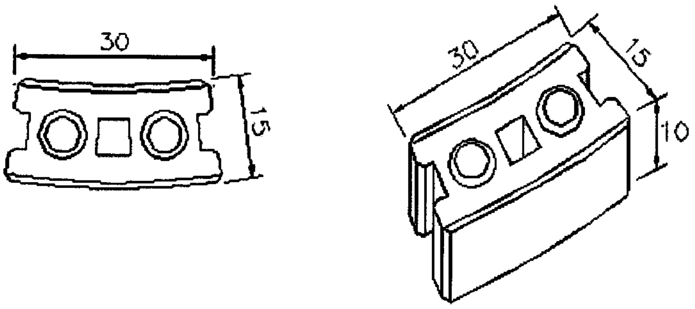
1) บล็อกตรงหรือทรงสี่เหลี่ยมใช้สำหรับก่อสร้างอาคารดังแสดงใน**ภาพที่ 1**



ภาพที่ 1 อิฐบล็อกประสานสี่เหลี่ยม ขนาดเต็มก้อน 12.5x25x10 ซ.ม.

ที่มา(ภาพ) : พงศ์ภูมิ ศรชมแก้ว (2555)

2) บล็อกโค้งใช้สำหรับก่อสร้างถังเก็บน้ำดังแสดงใน**ภาพที่ 2**



ภาพที่ 2 อิฐบล็อกประสานโค้งขนาด 15 x 30 x 10 ซ.ม.

ที่มา(ภาพ) : พงศ์ภูมิ ศรชมแก้ว (2555)

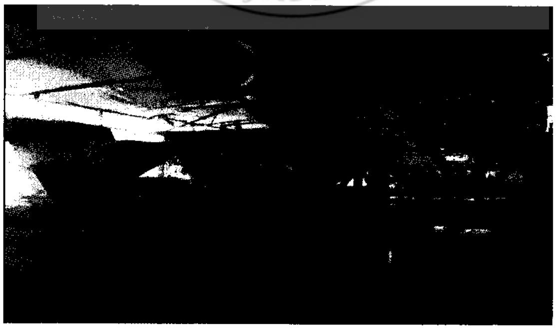
13.2 เครื่องจักรที่นำมาใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

เครื่องจักรที่นำมาใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) เครื่องอัดด้วยแรงคน เป็นเครื่องอัดแบบใช้แรงคนโดยการโยกอัดดิน ด้วยหลักการทดแทนแรงแบบคานงัดคานดีดดังแสดงใน**ภาพที่ 3** สามารถผลิตได้ประมาณวันละ 400-800 ก้อน ขึ้นอยู่กับจำนวนแรงคนและความชำนาญ นิยมใช้ในอุตสาหกรรมครัวเรือนหรืออุตสาหกรรมชุมชน

ภาพที่ 3 เครื่องอัดบล็อกประสานเครื่องอัดด้วยแรงคน
ที่มา(ภาพ) : พงศ์ภูมิ ศรชมแก้ว (2555)

2) เครื่องอัดแบบอุตสาหกรรม เป็นเครื่องอัดแบบใช้มอเตอร์เป็นตัวขับน้ำมันสร้างแรงดันในท่อไฮดรอลิก ดังแสดงใน**ภาพที่ 4** สามารถผลิตได้ประมาณวันละ 1,000-1,300 ก้อน ในการกดอัด 1 ครั้ง จะสามารถอัดได้ 2-4 ก้อน นิยมใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อม



ภาพที่ 4 เครื่องอัดอิฐประสานแบบไฮดรอลิก
ที่มา(ภาพ) : พงศ์ภูมิ ศรชมแก้ว (2555)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

13.3 วัสดุที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

สำหรับวัตถุดิบที่นิยมนำมาใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักเพื่อการค้าควรประกอบด้วยวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสม หมายถึง มวลรวมละเอียดของอิฐบล็อกประสานควรมีขนาดเล็กกว่า 4 มิลลิเมตร ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น และทรายโดยมวลรวมละเอียดที่ใช้ควรมีลักษณะตามมาตรฐานการแบ่งชั้นคุณภาพดินและมวลรวม สำหรับงานก่อสร้างหลวง (ASTM D3282; 2015) standard classification of soils and soil-aggregate mixtures for highway construction purposes คือมีฝุ่นดินไม่เกินร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก หรือทดสอบเบื้องต้นโดยนำดินใส่ขวดครึ่งหนึ่ง เติมน้ำแล้วเขย่าให้เข้ากัน เมื่อหยุดเขย่า สังเกตส่วนที่ตกตะกอนทันทีแล้วขีดเส้นไว้รอจนตกตะกอนทั้งหมดจนน้ำใส แล้ววัดตะกอนฝุ่นไม่ควรเกินร้อยละ 15 โดยปริมาตร ถ้าวัตถุดิบมีมวลหยาบผสมอยู่มากสามารถใช้เครื่องบดร่อนจะทำให้ผิวบล็อกเรียบขึ้น ส่วนปูนซีเมนต์สำหรับงานบล็อกประสาน คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์(ปูนโครงสร้าง) จะให้ก้อนบล็อกประสานมีความแข็งแกร่งทนการกัดกร่อนของน้ำได้ดี การใช้ปูนซีเมนต์ผสม (ปูนก่อฉาบ) คุณภาพจะต่ำกว่าทำให้ต้องใช้ปริมาณปูนมากขึ้น เพื่อให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ต้นทุนสูงขึ้น

โดยส่วนผสมของบล็อกประสานที่เหมาะสมควรทำการทดลองในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีอัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ต่อมวลรวมประมาณ 1:6 ถึง 1:7 โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของมวลรวมเป็นหลัก(พงศ์ภูมิ ศรชมแก้ว, 2555)

1) ดินลูกรัง

ดินลูกรัง (lateritic soils) หมายถึง ดินสีแดงที่มีออกไซด์ของเหล็กและอลูมินัมในปริมาณที่สูงอันเป็นผลมาจากการเกิดกระบวนการ (laterization) ดินดังกล่าวมีคุณสมบัติที่แข็งตัวได้เอง (self-Hardening) และมีเม็ดลูกรังหรือเม็ดกรวดประเภท ศิลาแลงหรือ หินกรวดทรายขาวผสมปนอยู่

ศิลาแลง (laterite rock) หมายถึง ลูกรังที่เกิดการแข็งตัวอย่างสมบูรณ์ของหินมากกว่าดิน เช่น หิน ศิลาแลง

หินกรวดทรายขาว (laterite gravel) หมายถึง ลูกรังที่มีลักษณะคล้าย ศิลาแลงแต่เป็นเม็ดแข็ง ขนาดเม็ด หยาบ ไม่ได้มีการรวมตัวเป็นก้อนอย่าง ศิลาแลง

ประเทศไทยมีอากาศแบบร้อนชื้น โดยมีฤดูร้อนและฤดูฝนสลับกันเป็นระยะเวลายาวนาน สภาพภูมิอากาศเช่นนี้เหมาะแก่การก่อกำเนิดดินลูกรังเป็นอย่างยิ่ง ในประเทศไทยจะพบดินลูกรังมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือภาคตะวันออกและภาคเหนือ หินต้นกำเนิดดินลูกรังส่วนใหญ่เป็นหินทราย หินบะซอลท์และหินดินดาน ในประเทศไทยได้มีการวิจัยลักษณะการเกิดและคุณสมบัติ

ของดินลูกรังมาบ้างพอสมควรซึ่งประเทศไทยจะพบดินลูกรังมากกว่าหินลูกรัง ดินลูกรังที่พบมักจะพบในลักษณะของกรวด ทราย ดินตะกอน และดินเหนียวที่มีออกไซด์ของเหล็กปนอยู่ในปริมาณสูง ลูกรังที่จับเกาะกันเป็นก้อนใหญ่ไม่ค่อยพบบ่อยนักดินลูกรังที่ใช้ในการก่อสร้างทางหลวงมักจะได้จากการขุดและการดันผสมกองเป็น คลังสินค้า (stockpile) อันประกอบไปด้วยดินตะกอนและดินเหนียวที่มีเหล็กออกไซด์ปริมาณสูงผสมรวมอยู่กับเม็ดลูกรังซึ่งมีความแข็งต่างกัน ดินลูกรังที่เกิดขึ้นเป็นก้อนใหญ่หรือเป็นพืดแข็งติดต่อกันจะไม่นำมาใช้ในงานก่อสร้างทางหลวงสภาวะที่เหมาะสมที่จะก่อให้เกิดดินลูกรังในประเทศไทยได้แก่ สภาวะแร่เหล็กหรืออลูมินัมที่สะสมในปริมาณสูงอย่างน้อยร้อยละ1-2 สภาวะที่ดินมีการระบายน้ำดีสภาวะที่มีออกซิเจนในน้ำใต้ดินสูงและสภาวะที่สิ่งแวดล้อมมีภาวะเป็นกรดรวมทั้งสภาวะที่ภูมิประเทศมีความเหมาะสมที่จะก่อให้เกิดการชะล้างในดินได้ดีความแข็งแรงของเม็ดดินลูกรังอาจจะเพิ่มขึ้นได้ภายหลังการขุด การที่ดินลูกรังได้ตากแดดจะทำให้ดินลูกรังเกิดปฏิกิริยาเคมีกับออกซิเจนในอากาศวงจรเปียกสลับกับแห้งจะช่วยให้ออกซิเจนแทรกซึมเข้าไปในเม็ดลูกรังและเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องอันทำให้ดินลูกรังแข็งแรงมากยิ่งขึ้นดินลูกรังถือว่าเป็นวัสดุที่จะนำมาใช้ในการสร้างทางได้ถ้าหากมีการกำหนดมาตรฐานและขีดจำกัดอันจะทำให้สามารถใช้ดินลูกรังเป็นวัสดุก่อสร้างชั้นรองพื้นทางและผิวทางชั่วคราวได้อย่างเหมาะสมดินลูกรังในประเทศไทยมีปริมาณเหล็กออกไซด์และอลูมินัมค่อนข้างสูง ดังแสดงใน**ตารางที่ 1**

ตารางที่ 1 ปริมาณซิลิกาและเซสควิออกไซด์ของดินลูกรังในประเทศไทย

ลักษณะดินและหิน	SiO_2(%)	Fe_2O_3(%)	Al_2O_3(%)	SiO_2/R_2O_3
ดินทราย (sandy soil)	47.0	30.1	12.7	3.2
บะซอลต์ร็อคคันทรี (basaltic country eock)	23.6	39.9	21.8	0.9
วัสดุต้นกำเนิดส่วนผสม (material origins ingredients)	31.3	40.0	17.7	1.4
วัสดุอื่นๆ	37.9	40.0	11.9	2.1

ที่มา: นิโรจน์ เงินพรหม และ สำเริง รักซ้อน(2555)

2) หินฝุ่น

หินฝุ่น คือ หินปูนบดหยาบๆ เป็นผลพลอยได้จากการโม่หินปูน มีองค์ประกอบหลากหลายขึ้นอยู่กับแหล่งของหินว่ามีสิ่งเจือปนมากน้อยเท่าใด ในการศึกษาตัวอย่างหินฝุ่นจากโรงโม่หิน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา พบว่ามีองค์ประกอบสำคัญ คือ แคลเซียมประมาณ 30–

35% แมกนีเซียมประมาณ 3–5% และธาตุอื่นๆปะปนในปริมาณเล็กน้อย ได้แก่ ฟอสฟอรัส กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี

3) ทราย

ทราย (sand) เป็นหินแข็งที่แตกแยกออกมาจากก้อนหินใหญ่ โดยทรายจะแยกตัวออกมาได้เองตามธรรมชาติ ทรายมีขนาดระหว่าง 1/12 นิ้วถึง 1/400 นิ้ว ถ้ามีขนาดเล็กกว่านี้จะมีสภาพเป็นฝุ่นทราย จะประกอบด้วยแร่ควอตซ์หรือหินบะซอลต์ ทรายแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ทรายบกและทรายแม่น้ำ

4) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของประเทศไทย แบ่งปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เป็น 5 ประเภท คือ

4.1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (normal portland cement) ใช้สำหรับลักษณะงานธรรมดาที่ไม่ต้องการคุณภาพพิเศษได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตราช้าง ตราพญานาคสีเขียว และตราเพชรเม็ดเดียว

4.2) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ดัดแปลง(modifird portland cement) สำหรับใช้ในการทำคอนกรีตที่ต้องการลดอุณหภูมิเนื่องจากสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูง งานคอนกรีตเหลาหรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกิดความร้อนและทนซัลเฟตได้ปานกลาง เช่น งานสร้างเขื่อนคอนกรีต กำแพงดินหนาๆ หรือท่อคอนกรีตขนาดใหญ่ๆ ตอหม้อ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราพญานาคเจ็ดเศียร

4.3) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่มีความแข็งแรงสูง (high-early-strength-portland Cement) ปูนซีเมนต์ให้กำลังสูงในระยะแรก มีเนื้อเป็นผงละเอียดกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา มีประโยชน์สำหรับคอนกรีตที่จะต้องใช้งานเร็วหรือรื้อแบบได้เร็วเช่น เสาเข็มคอนกรีต ถนน พื้น และคานที่ต้องถอนแบบเร็ว เป็นต้น ได้แก่ ปูนตราเอราวัณ ตราพญานาคสีแดง และตราสามเพชร

4.4) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดเกิดความร้อนต่ำ (low-heat portland cement) สามารถลดปริมาณความร้อนเนื่องจากการรวมตัวของปูนซีเมนต์กับน้ำซึ่งจะสามารถลดการขยายตัวและหดตัวของคอนกรีตภายหลังการแข็งตัว ใช้มากในงานก่อสร้างเขื่อนเนื่องจากอุณหภูมิของคอนกรีตต่ำกว่างานชนิดอื่นไม่เหมาะสำหรับงานโครงสร้างทั่วไปเพราะแข็งตัวช้า

4.5) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ชนิดทนซัตเฟตได้สูง (sulfate-resistant portland cement) ใช้ในบริเวณที่น้ำหรือดินมีค่าความด่างสูง มีระยะการแข็งตัวช้า และมีการกระทำของซัลเฟตอย่างรุนแรง ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราปลาฉลาม

ซีเมนต์ประกอบด้วยสารประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 4 ชนิด คือ CaO, SiO_2, Al_2O_3 และ Fe_2O_3ในสัดส่วนที่พอเหมาะ แต่เนื่องจากไม่สามารถหาวัตถุดิบที่มีสารประกอบดังกล่าวใน

สัดส่วนที่เหมาะสมได้ จึงจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบมากกว่าหนึ่งชนิด มาผสมรวมกันในปริมาณที่ต่างกันเพื่อให้ได้สัดส่วนรวมของออกไซด์ตามที่ต้องการ

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

ชื่อของสารประกอบ	ส่วนประกอบทางเคมี	ชื่อย่อ
ไตรแคลเซียมซิลิเกต	$3CaO\bullet SiO_2$	C_3S
ไดแคลเซียมซิลิกา	$2CaO\bullet SiO_2$	C_2S
ไตรแคลเซียมอะลูมิเนต	$3CaO\bullet Al_2O_3$	C_3A
เตตตราแคลเซียมอะลูมิโนเฟอไรต์	$4CaO\bullet Al_2O_3\bullet Fe_2O_3$	C_4AF

หมายเหตุ: C_3S = ทำให้ปูนซีเมนต์มีกำลังรับแรงได้เร็วภายใน 14 วัน

C_2S = ทำให้ปูนซีเมนต์มีกำลังรับแรงได้ช้า ความร้อนเกิดบ่อยขึ้น

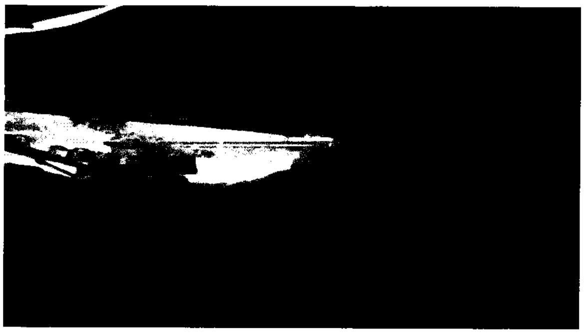
C_3A = ทำให้ปูนซีเมนต์เกิดปฏิกิริยาเริ่มแข็งตัวเกิดความร้อนสูง มีกำลังรับแรงเร็ว

C_4AF= ทำให้ปูนซีเมนต์มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเติมเข้าไปเพื่อลดความร้อนเกิดขึ้น

13.4 การผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

สำหรับขั้นตอนการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักประกอบด้วยการเตรียมดิน การผสม การอัดขึ้นรูป การผึ่ง และบ่ม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) การเตรียมดิน ถ้าดินมีความชื้นมากควรนำไปตากให้แห้งและกองเก็บวัตถุดิบในที่ร่มให้มากเพียงพอที่จะทำการผลิตตลอดเวลา หากดินเป็นก้อนหรือมีมวลหยาบน้อยควรร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2–4 มิลลิเมตร ไม่ควรใช้ตาละเอียดมากเกินไปเพราะจะทำให้ได้แต่เนื้อฝุ่นดินทำให้ก้อนอิฐบล็อกไม่มีความแข็งแรง ถ้าเนื้อดินมีก้อนใหญ่หรือมวลหยาบมากควรใช้เครื่องบดร่อน แล้วกองเก็บในที่ร่มเพื่อรอผลิต **(ภาพที่ 5)**

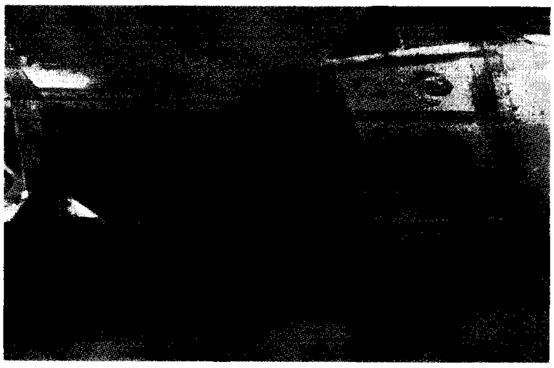


ภาพที่ 5 การเตรียมดินสำหรับการผสมวัสดุ

2) การผสม ควรผสมดินแห้งหรือมวลรวมกับปูนซีเมนต์ให้เข้ากันก่อน แล้วค่อยๆ เติมน้ำโดยใช้ฝักบัวหรือหัวฉีดพ่นให้เป็นละอองกว้าง น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำสะอาด ใช้ผสมหลังจากผสมดินลูกรัง และปูนซีเมนต์เข้ากันแล้วในปริมาณที่พอเหมาะ โดยใช้ปริมาณน้ำที่ดีที่สุด**ภาพที่ 6**

ภาพที่ 6 การผสมวัสดุผลิตอิฐบล็อกด้วยเครื่องโม่ผสมอัตโนมัติ

3) การอัดขึ้นรูป โดยตวงวัดหน่วยเป็นน้ำหนัก เติมส่วนผสมลงในแบบอัดโดยใช้น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถทำงานได้สะดวก ควรใช้ส่วนผสมให้หมดภายใน 30 นาทีหลังจากผสมน้ำ เพื่อป้องกันปูนก่อตัวก่อนอัดขึ้นรูป**(ภาพที่ 7 และภาพที่ 8)**

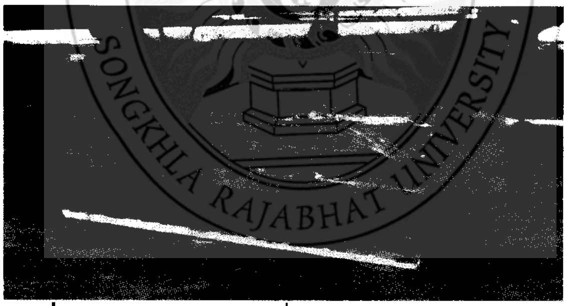


ภาพที่ 7 การอัดอิฐด้วยเครื่องไฮดรอลิก

ภาพที่ 8 อิฐบล็อกประสานที่อัดเสร็จแล้ว

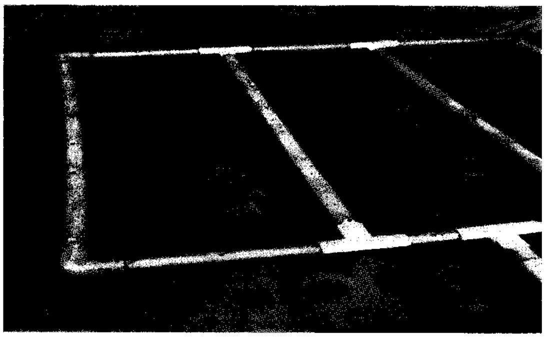
4) บล็อกประสานที่อัดเป็นก้อนแล้วควรผึ่งในที่ร่มอย่างน้อย1 วันจึงเริ่มบ่มจนอายุครบ 7 วัน

5) ตัวอย่างการบ่มหลังจากนำบล็อกออกจากเครื่องอัดแล้วนำมาจัดเรียงในที่ร่มจนมีอายุครบ 1 วัน เริ่มบ่มโดยการรดน้ำด้วยฝักบัวหรือฉีดพ่นเป็นละอองให้ชุ่มแล้วคลุมด้วยผ้าพลาสติกไม่ให้ไอน้ำระเหยออก ทิ้งไว้จนมีอายุครบ 7 วันจนมีความแข็งแรงพร้อมส่งออกจำหน่ายหรือใช้งานได้ ไม่ควรเคลื่อนย้ายก่อนกำหนดเพราะจะทำให้ก้อนบิ่น หรือเกิดการแตกร้าวได้ง่าย การบ่มไม่ควรให้น้ำมากเกินเพราะอาจทำให้มีปัญหาคราบขาวได้ ควรบ่มด้วยปริมาณน้ำที่น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพียงแค่ให้มีความชื้นก็เพียงพอ(**ภาพที่ 9 และ ภาพที่ 10**)



SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาพที่ 9 ตัวอย่างการห่อเพื่อใช้บ่มอิฐบล็อกประสาน



ภาพที่ 10 การบ่มอิฐบล็อกประสาน

13.5 การขึ้นรูปอิฐบล็อกประสาน

เทคนิคการวิเคราะห์อัตราส่วนผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่ใช้ในการศึกษาคือ ปูนซีเมนต์ : ทราย : ดินลูกรัง 1 : 1.5 : 4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 (อัตราส่วนตามคำแนะนำของร้านหาดใหญ่แซนบล็อกผู้ผลิตอิฐบล็อกผสานชนิดไม่รับน้ำหนัก) แล้วออกแบบส่วนผสมโดนแทนที่ดินลูกรังด้วยกากชา 7 สูตร ประกอบไปด้วยอัตราส่วนการทดลอง 100 : 0 (ชุดควบคุม) 95:5 A1) 90:10 (A2) 85:15 (A3) 80:20 (A4) 75:25 (A5) 70:30 (A6) ดังต่อไปนี้

1) สูตร A0 อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์: ทราย: ดินลูกรัง 1:1.5:4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 จะมีอัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดิน:กากชา 100:0 ปริมาณที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานต่อ 1 ก้อนทั้งหมด 5,200 กรัมจะต้องใส่วัสดุดังนี้ ปูนซีเมนต์ 743 กรัมทรายละเอียด 1114 กรัม ดินลูกรัง 3343 กรัมต่อกากชา 0 กรัม

2) สูตร A1 อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์: ทราย: ดินลูกรัง 1:1.5:4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 จะมีอัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดิน:กากชา 100:5 ปริมาณที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานต่อ 1 ก้อนทั้งหมด 5,200 กรัมจะต้องใส่วัสดุดังนี้ ปูนซีเมนต์ 743 กรัมทรายละเอียด 1114 กรัม ดินลูกรัง 3176 กรัมต่อกากชา 167 กรัม

3) สูตร A2 อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์: ทราย: ดินลูกรัง 1:1.5:4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 จะมีอัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดิน:กากชา 100:10 ปริมาณที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานต่อ 1 ก้อนทั้งหมด 5,200 กรัมจะต้องใส่วัสดุดังนี้ ปูนซีเมนต์ 743 กรัมทรายละเอียด 1114 กรัม ดินลูกรัง 3009 กรัมต่อกากชา 334 กรัม

4) สูตร A3 อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์: ทราย: ดินลูกรัง 1:1.5:4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 จะมีอัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดิน:กากชา 100:15 ปริมาณที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานต่อ 1 ก้อนทั้งหมด 5,200 กรัมจะต้องใส่วัสดุดังนี้ ปูนซีเมนต์ 743 กรัมทรายละเอียด 1114 กรัม ดินลูกรัง 2842 กรัมต่อกากชา 501 กรัม

5) สูตร A4 อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์: ทราย: ดินลูกรัง 1:1.5:4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 จะมีอัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดิน:กากชา 100:20 ปริมาณที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานต่อ 1 ก้อนทั้งหมด 5,200 กรัมจะต้องใส่วัสดุดังนี้ ปูนซีเมนต์ 743 กรัมทรายละเอียด 1114 กรัม ดินลูกรัง 2675 กรัมต่อกากชา 668 กรัม

6) สูตร A5 อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์: ทราย: ดินลูกรัง 1:1.5:4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 จะมีอัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดิน:กากชา 100:25 ปริมาณที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อก

ประสานต่อ 1 ก้อนทั้งหมด 5,200 กรัมจะต้องใส่วัสดุดังนี้ ปูนซีเมนต์ 743 กรัมทรายละเอียด 1114 กรัม ดินลูกรัง 2508 กรัมต่อกากชา 835 กรัม

7) สูตร A6 อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์: ทราย: ดินลูกรัง 1:1.5:4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 จะมีอัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดิน:กากชา 100:30 ปริมาณที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานต่อ 1 ก้อนทั้งหมด 5,200 กรัมจะต้องใส่วัสดุดังนี้ ปูนซีเมนต์ 743 กรัมทรายละเอียด 1114 กรัม ดินลูกรัง 2340 กรัมต่อกากชา 1003 กรัม

13.6 ค่ามาตรฐานอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักใช้ก่อสร้างในส่วนภายในหรือ ภายนอกอาคารที่ไม่ใช้ส่วนที่ต้องรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรู และเดือยบนตัวบล็อกเพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม

1) ลักษณะทั่วไปของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักทุกก้อนต้องแข็งแรง ปราศจากรอยแตกร้าว หรือส่วนเสียอื่นใดอันเป็นอุปสรรคต่อการก่ออิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักอย่างถูกต้องหรือทำให้สิ่งก่อสร้างเสียกำลังหรือความคงทนถาวร รอยร้าวเล็กน้อยที่มักจะเกิดขึ้นในกรรมวิธีผลิตตามปกติ หรือรอยปริเล็กน้อย เนื่องจากวิธีการขนย้ายหรือขนส่งอย่างธรรมดา จะต้องไม่เป็นสาเหตุอ้างในการไม่ยอมรับ

ก) อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักซึ่งต้องการก่อแบบผิวเผย จะต้องไม่มีรอยบิ่น รอยร้าว หรือตำหนิอื่นๆ

ข) มิติต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยแต่ละมิติมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 0.2 ซม.

2) ความต้านทานแรงอัดของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก เมื่อส่งถึงที่ก่อสร้าง ดังแสดงใน**ตารางที่ 3** การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 อิฐบล็อกประสานไม่รับน้ำหนัก

ตารางที่ 3 ค่ามาตรฐานความต้านทานแรงอัด

ความต้านทานแรงอัดต่ำสุด (เมกะพาสคัส)เฉลี่ยจากพื้นที่รวม	
เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก	คอนกรีตบล็อกแต่ละก้อน
2.5	2.0

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547

3) การดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักการดูดกลืนน้ำ เฉพาะอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักประเภทควบคุมการดูดกลืนน้ำเมื่อถึงที่ก่อสร้าง**ดังแสดงตารางที่ 4**

ตารางที่ 4 ค่ามาตรฐานการดูดกลืนน้ำ

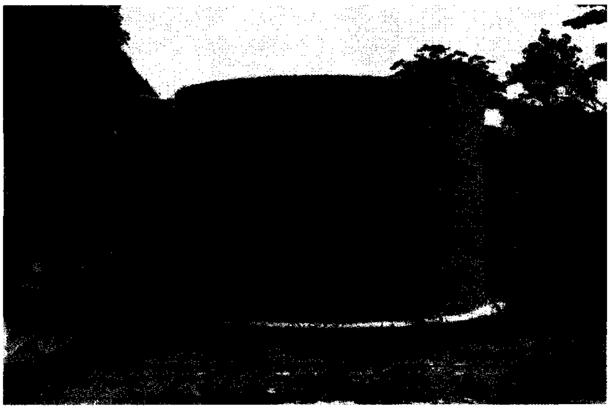
น้ำหนักอิฐบล็อกประสาน เมื่ออบแห้ง (กิโลกรัม)	**การดูดกลืนน้ำสูงสุด เฉลี่ยจากอิฐบล็อกประสาน5 ก้อน (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)**
1680 และ น้อยกว่า	288
1681 ถึง 1760	272
1761 ถึง 1840	256
1841 ถึง 1920	240
1921 ถึง 2000	224
มากกว่า 2000	208

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547

4) การเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักค่ามาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงไม่เกินร้อยละ 0.045

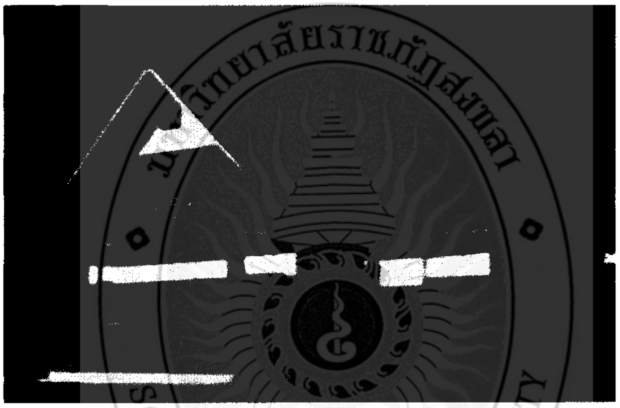
13.7 การนำไปใช้ประโยชน์จากบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

อิฐบล็อกประสาน คือ วัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรู และเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆที่มีความเหมาะสมนำมาผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่ม ให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 10 วัน จะได้อิฐบล็อกประสานที่มีความแข็งแกร่ง มีรูปลักษณะพิเศษ ที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่างๆ หรือก่อเป็นถังเก็บน้ำได้อย่างรวดเร็ว สวยงามและประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไปดังแสดงใน**ดังภาพที่ 11 และ ภาพที่ 12**



ภาพที่ 11 ถังน้ำอิฐบล็อกประสาน

ที่มา(ภาพ) : นิโรจน์ เงินพรหม และ สำเริง รักซ้อน (2555)



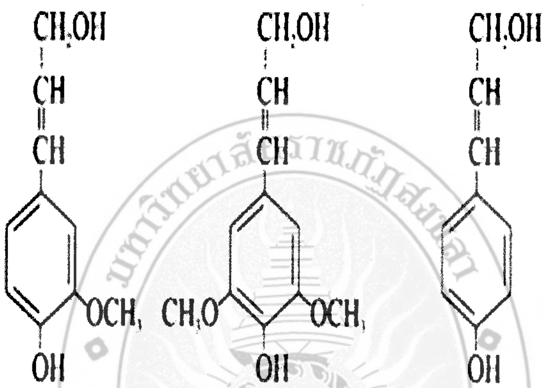
ภาพที่ 12 ตัวอย่างอาคารอิฐบล็อกประสาน

ที่มา(ภาพ) : นิโรจน์ เงินพรหม และ สำเริง รักซ้อน (2555)

อิฐบล็อกที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างที่พักอาศัยนั้น ได้ผลดีคือมีความคงทนถาวร สวยงาม และราคาถูก มีความเหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบัน ก่อสร้างง่าย รวดเร็ว ประหยัดต้นทุน และค่าแรง โดยไม่จำเป็นต้องใช้แบบเสา วงกบ ไม้แบบ และการฉาบปูนทำเป็นชิ้นส่วนได้ แยกสร้างเป็นส่วนๆ ได้ เช่น บันได คาน พื้น เสา กำแพง เป็นต้น สามารถสร้างแบบชั่วคราวและถาวรได้ อิฐบล็อกประสานมีการระบายหรือถ่ายเทอากาศ ทำให้ประหยัดพลังงานได้ ใช้เหล็ก ปูนซีเมนต์ ไม้ สี เป็นส่วนประกอบน้อยกว่า ทำให้ประหยัดมากขึ้น (ประหยัดปูนซีเมนต์ได้ 30-50%) มีความสวยงามตามธรรมชาติ โดยไม่ต้องทาสี ช่วยอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมใช้ทดแทนไม้ได้ โดยลดการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อนำมาใช้บล็อกดินซีเมนต์

13.8 ลิกนิน

ลิกนินเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเชิงซ้อนมีน้ำหนักโมเลกุลสูงและเกิดขึ้นเอง ตามธรรมชาติ มักพบอยู่รวมกับเซลลูโลส โครงสร้างของลิกนินประกอบด้วยสารอะลิฟาติก และอะโรมาติกอยู่รวมกันสารอะโรมาติกในโครงสร้างของลิกนินจะทำให้ลิกนินมีเสถียรภาพสูง ไม่ละลายน้ำ นอกจากนี้ลินินยังเป็นส่วนสำคัญที่ทำหน้าที่ยึดเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้พืชที่มีปริมาณลิกนินอยู่มากมีความแข็งแรง ทนทานต่อดินฟ้าอากาศสูงมากด้วย เมื่อพืชตายลิกนินจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์ลิกเนสหรือลิกนินเนส ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่สำคัญในรา



ภาพที่ 14 หน่วยที่ซ้ำกันในโครงสร้างของลิกนิก

ที่มา : พโรจน์ พงศ์ศุภสมิทธิ์ (2540)

13.9 ชาและกากชา

ชาเป็นพืชตระกูลคาเมลเลีย (camellira) มีชื่อทางพฤกษศาตร์ว่า camellira Sinensis sp. มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศอินเดียและจีน ซึ่งมีสรรพคุณในทางการแพทย์ (Heiss and Heiss ,2011) และเริ่มเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในช่วงศตวรรษที่ 16 โดยนักบวชและพ่อค้าชาวโปรตุเกสในประเทศจีน (Weinberg and Bealer,2001) การดื่มชาเป็นที่นิยมในประเทศอังกฤษในช่วงศตวรรษที่ 17 ซึ่งอังกฤษเป็นผู้นำชาเข้าสู่ตลาดอินเดียเพื่อแข่งขันกับสิ้นค้าผูกขาดจากจีน (Sen, 2004) ชามีลักษณะเป็นไม้พุ่ม ใบแหลมสีเขียวดอกสีขาว มีกลิ่นหอม ชาโดยทั่วไปมี 2 สายพันธุ์ หลักๆคือ ชาอัสสัม และชาจีน ซึ่งจะมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่แตกต่างกัน ชาอัสสัมจะให้รสชาติที่เข้มข้นกว่า ในขณะที่ขาจีนจะให้กลิ่นที่หอมกว่า (The Refresher Co. Ltd.2009) ชานั้นสามารถแบ่งได้ 6 กลุ่มตามกระบวนการผลิต ได้แก่ ชาขาว ชาเหลือง ชาเขียว ชาอู่หลง ชาดำ (ชาแดง) และชาผ่านการหมัก (ชาวจีนเรียกว่าชาดำ) (ลานนาทอล์ค,2556) ทั้งนี้ชาแต่ละประเภทนั้นล้วน

แต่เป็นชาจีนและอาจมาจากต้นเดียวกัน เพียงแต่แตกต่างที่กระบวกการผลิต ทำให้มีสี มีกลิ่นและรสชาติที่ต่างกันไป (บริษัทเหยาเหยาที 2556)

1) องค์ประกอบทางเคมีของชาและกากชา

ชาและกากชามีองค์ประกอบทางอินทรีย์ (Organic Matter) กว่า 450 ชนิด และยังพบสารอนินทรีย์ (Inorganic Mater) ไม่น้อยกว่า 15 ชนิด ทั้งนี้องค์ประกอบทางเคมีของชาและกากชาอาจมากน้อยแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ สภาพพื้นที่ปลูก สภาพภูมิประเทศ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน น้ำ การดูแลรักษาใบชา รวมถึงการผ่านกระบวนการผลิตต่างๆ ด้วยเช่นกัน (OK nation,2013) จากการศึกษาของไพโรจน์ พงศ์ศุภสมิทธิ์ (2540) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของกากชา กากบชามีองค์ประกอบต่าง ดังนี้

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบของกากชาสดและกากชาแห้ง

สาร	**กากใบชาสดที่ความชื้น 70-80%**	**กากใบชาแห้งที่ความชื้น 30%**
เซลลูโลส	37.2	37.2
ลิกนิน	14.7	14.7
โปรตีน	17	16
แป้ง	1.5	0.25
สานแทนนิน	25	13
คาเฟอิน	4	4
กรดอะมิโน (ละลาย)	8	9
แร่ธาตุ	3-4	3-4
เถ้าถ่าน	5.5	5.5

ที่มา : ไพโรจน์ พงศ์ศุภสมิทธิ์ (2540)

2) ผลิตภัณฑ์จากชา

2.1) ชา หมายถึง ใบ ยอด และก้านที่ยังอ่อนอยู่ของต้นชาสกุล

2.2) ชาใบ หรือชาจีน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนที่เป็นใบอ่อน ยอดอ่อนที่ใบยังไม่คลี่ และก้านใบที่ยังอ่อนอยู่ของต้นชาสกุล ซึ่งนำมาผึ่งให้อ่อนตัว อบหรือคั่วพอหมาด บดคลึงให้ม้วนตัว แล้วทำให้แห้งโดยการอบหรือคั่ว

2.3) ชาผง หรือชาฝรั่ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนที่เป็นใบอ่อน ยอดอ่อนที่ใบยังไม่คลี่ และก้านใบที่ยังไม่อ่อนอยู่ต้นชาสกุล ซึ่งนำมาผึ่งให้อ่อนตัว นวดจนฉีกขาด และม้วนตัว และการหมักให้เกินกลิ่น และรสเฉพาะ แล้วอบให้แห้ง

2.4) ชาขาว เป็นการนำชาอ่อนของต้นชา กับใบชาอ่อนหลายๆ ชนิดมาผสมกัน แล้วกังความร้อน (ไฟ) ให้แห้งสนิท

2.5) ชาผงสำเร็จรูป หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากของเหลวซึ่งสกัดมาจากชา เช่น ชาเขียวและชาขาว เป็นต้น และนำมาให้เป็นกระจายตัวได้ง่ายเพื่อใช้เป็นเครื่องดื่มได้ทันที

2.6) ชาปรุงสำเร็จ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากชามาปรุงแต่งรสพร้อมบริโภคและบรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ไม่ว่าจะเป็นชนิดเหลวหรือแห้ง

ผลผลิตชาของโลกเป็นชาดำหรือชาฝรั่ง(Black Tea) ประมาณ 70% อีก 30% เป็นชาใบซึ่งรวมถึงชาจีนและชาเขียว (Green Tea) โดยประมาณในช่วงปี ค.ศ. 1995-1998 มีผลผลิตชาโดยเฉลี่ย 2.6 ล้านตันต่อปี จากปริมาณพื้นที่ปลูกรวม 15.6 ล้านไร่ ใน30 ประเทศ โดยประเทศจีนมีพื้นที่ปลูกชามากที่สุด (6.87 ล้านไร่) แต่มีผลผลิตรวม 580,000 ตันต่อปี จึงมีผลผลิตเป็นอับดับสองรองจากอินเดีย ซึ่งมีผลผลิต 755,000 ตันต่อปี จากพื้นที่ปลูก 2,65 ล้านไร่ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อินโดนีเซียเป็นประเทศผู้ผลิตสำคัญที่สุด มีพื้นที่ปลูกเป็นแปลงขนาดใหญ่ 500,000 ไร่ และเกษตรกรรายย่อย 312,500 ไร่ ซึ่งประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกชาประมาณ 62,500 ไร่ (นิรนาม.2546)

ในการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก เมื่อพิจารณาด้านองค์ประกอบทางเคมีของกากชาข้างต้นแสดง ให้เห็นว่ากากชามีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำมาผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก เนื่องจากกากชามีองค์ประกอบ ของเซลลูโลสและลิกนินใกล้เคียงกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรชนิดอื่นที่มีการนามาใช้เป็นวัตถุดิบ เช่น ชานอ้อยซึ่งมีเซลลูโลส 46 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 23 เปอร์เซ็นต์ (kollmann et al., 1975) อีกทั้งการเลือกใช้กากชามาเป็นวัตถุดิบในการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักนั้นมีข้อดีอยู่หลายด้านด้วยกัน

13.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัย	ผลการศึกษา
อัจจิมา ไชยศิริและคณ (2558)	การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันทดแทนดินลูกรังในการทำอิฐบล็อกประสาน โดยศึกษาร้อยละการทดแทนดินลูกรังด้วยเส้นใยปาล์มน้ำมัน มีทั้งหมด 7 ชุดการทดลอง ได้แก่ ร้อยละการทดแทน 0 5 10 15 20 25 และ 30 ตามลำดับ โดยทำการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่ได้ การเปลี่ยนแปลงขนาด น้ำหนัก ความหนาแน่น การดูดกลืนน้ำและการรับแรงอัด ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 ชนิดไม่รับน้ำหนัก พบว่า 5 ชุดการทดลองที่ผ่านมาตรฐาน คือ ร้อยละการทดแทน 0 5 10 15 และ 20 ตามลำดับ โดยพบว่าร้อยละการทดแทนที่ดีที่สุดคือร้อยละ 20ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้นพบว่าร้อยละการทดแทน 20 มีต้นทุนการผลิตต่ำสุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.17 บาท/ก้อน เมื่อเปรียบเทียบกับอิฐบล็อกประสานแบบไม่รองรับน้ำหนักตามท้องตลาดพบว่ามีค่า 7 บาท/ก้อน ซึ่งอิฐบล็อกประสานจากเส้นใยปาล์มน้ำมันมีค่าราถูกกว่า 83 สต./ก้อน จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาผลิตเป็นอิฐบล็อกประสานเพื่อการพาณิชย์
นายจักรพันธุ์ วงษ์พา (2553)	ศึกษาการเตรียมอิฐบล็อกมวลเบาจากแกลบ จากการศึกษาพบว่าอิฐบล็อกที่มีอายุการบ่ม 28 วัน จะมีค่าความต้านการอัดเฉลี่ยมากที่สุด ถึงแม้ว่าอิฐบล็อกประสานที่แทนทีวัสดุผสมด้วยแกลบ 75 % ที่เตรียมได้จะมีค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยต่ำกว่าอิฐบล็อกมวลเบาสำหรับก่อสร้างซึ่งมีค่าต้านการอัดต่ำสุดเท่ากับ 100 kg/cm2 แต่ยังคงผ่านเกณฑ์มาตรฐานค่าความต้านการอัดต่ำสุดของอิฐบล็อกมวลเบาสำหรับงานฉนวนความร้อนซึ่งเท่ากับ 10 kg/cm2 ตามมาตรฐาน ACL.DESIGNATION:213 R-87 อิฐบล็อกมวลเบาผสมแกลบจึงน่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างสำหรับงานฉนวนความร้อนและงานก่อสร้างที่ไม่ต้องการรับน้ำหนักสูงได้

ตารางที่ 6.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ผู้วิจัย	ผลการศึกษา
ศักดิ์สิทธิ์ และคณะ (2550)	การศึกษาอัตราส่วนในการทำคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักที่มีส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ปอร์ตแลน ทราย และเส้นใยมะพร้าว การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุสำหรับคอนกรีตบล็อก ชนิดไม่รับน้ำหนักที่มีส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทรายและเส้นใยมะพร้าว มีอัตราส่วนที่จะใช้ในการทดสอบคือการนำเส้นใยมะพร้าวมาผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ และทราย เพื่อมาผลิตคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักในอัตราส่วนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 3 ของน้ำหนักทรายมีสูตรในการทดลองจำนวน 12 สูตร แต่ละสูตร แต่ละสูตรจะทำการผลิตคอนกรีตบล็อกขนาด 70x190x390 มม. จำนวนสูตรละ 25 ก้อน รวม 300 ก้อน แล้วนำไปเทียบเคียงคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 58-2533 และคุณสมบัติการเป็นฉนวนความร้อน ผลการทดสอบ พบว่าอัตราส่วนที่ดีที่สุดได้แก่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ร้อยละ 25 ของมวลรวม ทรายร้อยละ 52.50 ของมวลรวม เส้นใยมะพร้าวร้อยละ 22.50 ของมวลรวม และใช้น้ำร้อยละ 15 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์โดยมีคุณสมบัติทางกายภาพด้านลักษณะทั่วไปด้านความหนาของเปลือกขนาด โดยอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเลื่อนได้ไม่เกิน2 มม ด้านความแข็งแรงผ่านเกณฑ์มาตรฐานค่าความต้านทานแรงอัดเฉลี่ย 5 ก้อน มีค่า 2.65 เมกะพาสคัล และร้อยละการดูดซึมอยู่ที่ร้อยละ 14 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคือต้องน้อยกว่าร้อยละ 25 และค่า

14 วิธีการวิจัย

14.1 วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุ

1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1
2) ดินลูกรังบดละเอียด
3) กากชาเขียว
4) น้ำสะอาด
5) ทรายละเอียด

อุปกรณ์

1) เครื่องชั่งน้ำหนัก ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
2) เครื่องอัดอิฐบล็อกประสาน
3) อ่างน้ำ
4) เครื่องทดสอบความต้านแรงอัด
5) ตู้อบอากาศร้อน
6) เครื่องผสมดิน
7) ตะแกรงร่อน ขนาด 2 มิลลิเมตร
8) ผ้าซับน้ำ

14.2 วิธีการทดลอง

1 การเตรียมกากชาเขียว

นำกากชาเขียวที่เตรียมไว้มาอบที่อุณหภูมิ 110 c เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้น หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็น และนำมาชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วนทดแทนที่กำหนด

2 การกำหนดอัตราส่วนผสมอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

อัตราส่วนผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่ใช้ในการศึกษาคือ ปูนซีเมนต์ : ทราย : ดินลูกรัง 1 : 1.5 : 4.5 หรือปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 (อัตราส่วนตามคำแนะนำของร้านหาดใหญ่แซนบล็อกผู้ผลิตอิฐบล็อกผสานชนิดไม่รับน้ำหนัก) แล้วออกแบบส่วนผสมโดนแทนที่ดินลูกรังด้วยกากชา 7 สูตร ประกอบไปด้วยอัตราส่วนการทดลอง 100:0 (ชุดควบคุม) 95:5 (A1) 90:10 (A2) 85:15 (A3) 80:20 (A4) 75:25 (A5) 70:30 (A6) (ดังแสดงในตารางที่ 7)

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ตารางที่ 7 อัตราส่วนกากชาในการทำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำ

สูตร	อัตราส่วนผสม (ปูนซีเมนต์:ดิน)	อัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดิน (ดิน:กากชา)	ปริมาณที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน ต่อ 1 ก้อน			
			ปูนซีเมนต์(g)	ทราย(g)	ดิน(g)	กากชา(g)
A0	1:6	100:0	743	1114	3343	0
A1	1:6	95:5	743	1114	3176	167
A2	1:6	90:10	743	1114	3009	334
A3	1:6	85:15	743	1114	2842	501
A4	1:6	80:20	743	1114	2675	668
A5	1:6	75:25	743	1114	2508	835
A6	1:6	70:30	743	1114	2340	1003

หมายเหตุ: การผสมน้ำจะพิจารณาจากลักษณะของส่วนผสมทดสอบโดยกำส่วนผสมที่กวนแล้วจะมีลักษณะเป็นก้อนและกำไม่ติดมือ

3 การขึ้นรูปและการบ่มอิฐบล็อกประสาน

3.1) เตรียมส่วนผสมตามอัตราส่วนผสมเพื่อทดแทนดิน ดังแสดงในตารางที่ 3.4-1 (ตัวอย่างเช่น ต้องการผสมร้อยละการทดแทน 5 ทั้งหมด 5,200 กรม จะต้องใส่วัสดุดังนี้ ดินลูกรัง 3,176 กรัม กากชาเขียว 167 กรัม ทรายละเอียด 1114 กรัม ปูนซีเมนต์ 743 กรัม) ยกเว้นน้ำใส่ลงในเครื่องผสมคอนกรีตแล้วผสมคลุกเคล้าเข้ากันในร้อยละการทดแทนอื่นก็ทำเหมือนกัน

3.2) ใส่น้ำที่เตรียมไว้ลงไปในเครื่องคอนกรีต การใส่น้ำควรน้ำลงไปที่ละนิด โดยทำการหยุดเครื่องผสม ทำการเคาะ ดินลูกรัง กากชาเขียว ทรายละเอียด ปูนซีเมนต์ที่เกาะตามข้างเครื่องผสมกรีนกรีตออกบ่อยๆ เติมน้ำจนครบ โดยปริมาณน้ำที่ใช้ประมาณ20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมวนรวมทั้งหมด จากนั้นทำการหมุนเครื่องผสมคอนกรีตเป็นเวลา 7-10 นาที

3.3) นำส่วนผสมที่ผสมจนเข้ากันดีแล้วไปอัดในเครื่องอัดอิฐบล็อกประสานแบบไฮดรอลิกโดยใช้บล็อกของอิฐขนาด 12.5×25×10 เซนติเมตร แต่ละก้อนใส่ส่วนผสมให้เท่าๆกัน โดยใส่จนเต็มแม่พิมพ์แล้วทำการอัดแบบอัตโนมัติ

3.4) ก่อนที่จะใส่ส่วนผสมลงในเครื่องอัดอิฐบล็อกประสานควรทาน้ำมันก่อน เพื่อไม่ให้ส่วนผสมติดกับเครื่องอัดอิฐบล็อกประสานและป้องกันการสึกหรอของเครื่องอัดอิฐบล็อกประสาน

3.5) เมื่อทำการอัดเสร็จแล้วให้ยกอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่ได้ออกจากเครื่องอัดอิฐบล็อกประสานและนำไปวางให้เป็นระเบียบเรียบร้อย

3.6) นำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่ได้จากข้อที่ 5 มาทำการบ่มเป็นเวลา 7 วันโดยปกคลุมผิวมิให้ถูกแดดหรือลมร้อน และมิให้ถูกรบกวนหรือสะเทือน เพื่อให้อิฐบล็อกประสานมีคุณสมบัติในการรับแรงและความทนทานตามความต้องการห้ามนำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักจากกากชาไปตากแดด เนื่องจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่เกิดขึ้นจะไม่สมบูรณ์ และมีผลต่อกำลังต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสาน หลังจากนั้นเมื่ออายุครบ 7 วันก็นำอิฐบล็อกประสานไปทำการทดสอบประสิทธิภาพ

4 ขั้นตอนการทดสอบคุณสมบัติของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

1) ทดสอบลักษณะทั่วไป ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547)

วัดขนาดอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักขนาดเต็มก้อน 12.5 x 25 x 10 ซ.ม. โดยแต่ละก้อนมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน±2มิลลิเมตร

2) ทดสอบกำลังต้านแรงอัด ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547)

2.1 วัดขนาดอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักกากชาเป็นมิลลิเมตร (กว้างx ยาวxหนา) แล้วชั่งน้ำหนักโดยอ่านค่าละเอียดถึง 0.5 กรัม

2.2 นำเข้าเครื่องทดสอบเพื่อหาค่ากำลังต้านแรงอัด โดยใช้อัตราการเพิ่มแรงอัดประมาณ 100 กก./ตร.ซม. จนกระทั่งอิฐพังทลายแล้วบันทึกค่าแรงอัดสูงสุด

2.3 คำนวณค่ากำลังต้านแรงอัดโดยสูตรคำนวณ

$$\text{ค่าความต้านการอัด} = \frac{\text{แรงอัดสูงสุดเมื่อชิ้นทดสอบแตก}}{\text{พื้นที่หน้าตัดชิ้นทดสอบ}} kg/cm^2$$

3) ทดสอบการดูดกลืนน้ำ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602/2547)

3.1 นำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักกากชาเขียวที่เตรียมไว้ทดสอบมาวัดขนาด (กว้าง x ยาว x หนา) ของก้อนตัวอย่าง

3.2 นำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักกากชาเขียวที่ทำการทดสอบไปแช่ให้จมอยู่ในน้ำ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.3 จากนั้นนำอิฐบล็อกขึ้นมา ทิ้งไว้ให้ระบายน้ำออกเป็นเวลา 1 นาที ใช้ผ้าซับหยดน้ำบนผิวอิฐบล็อกที่มองเห็นด้วยตาเปล่าทีละก้อน แล้วทำการชั่งน้ำหนักทันที

3.4 จดบันทึกค่าน้ำหนักของอิฐ

3.5 หลังจากการอิ่มน้ำ นำอิฐไปอบตู้อบที่อุณหภูมิ 110 ถึง 115 องศาเซลเซียสโดยใช้เวลา 24 ชั่วโมงปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง 2 ชั่วโมง

3.6 ชั่งน้ำหนักทีละก้อน โดยอ่านค่าละเอียดถึง 0.1 กรัมแล้วจดบันทึกค่าน้ำหนักอิฐ

3.7 คำนวณหาปริมาณการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักโดยใช้สูตร

$$\text{ค่าการดูดกลืนน้ำ} = \frac{\text{มวลชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ} - \text{มวลชิ้นทดสอบหลังอบ}}{\text{ปริมาตรชิ้นทดสอบ}} kg/cm^3$$

4) ทดสอบการเปลี่ยนแปลงความยาวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(มอก. 1505-2541)

4.1 นำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่ทำการทดลองที่เตรียมไว้ทดสอบวัดขนาด (กว้าง x ยาว x หนา) ของก้อนตัวอย่าง

4.2 นำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่ทำการทดลองเข้าตู้อบโดยใช้เวลาในการอบ 24 ชั่วโมงจากนั้นทิ้งให้เย็น

4.3 ชั่งมวลและวัดความยาวของชิ้นทดสอบถือเป็นมวลในสภาพแห้งทีละก้อน

4.4 นำอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่ทำการทดลองไปแช่ในน้ำโดยผิวบนของชิ้นทดสอบอยู่ต่ำกว่าผิวน้ำ 3 เซนติเมตรเป็นเวลา 3 วัน

4.5 เก็บรักษาที่ห้องหรือภาชนะปิด ชั่งมวลและวัดความยาวทุกวัน จนความยาวเข้าสู่สภาวะสมดุล

4.6 คำนวณหาค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงความยาวโดยใช้สูตร

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

5) ทดสอบน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักผสมกากชาเขียว

พารามิเตอร์นี้ไม่มีในมาตรฐาน แต่ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญ เพราะกากชามีความเป็นไปได้ที่จะทำให้น้ำหนักของอิฐบล็อกประสานลดลง เนื่องจากอิฐบล็อกประสานมีข้อด้อย

คือ มีน้ำหนักมาก และการใช้กากชาเขียว ซึ่งมีน้ำหนักเบา อาจช่วยลดข้อด้อยของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักนี้ได้นำอิฐบล็อกประสานเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 ถึง 115 องศาเซียลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงจากนั้น ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และชั่งน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานทีละก้อน

14.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1 การวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ค่าเฉลี่ยค่าความแปรปรวน เพื่อนำเสนอผลการศึกษา

2 การวิเคราะห์โดยใช้สถิติแบบอ้างอิงด้วยสถิติแบบ T- Test เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักที่ผสมกากชากับอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักชุดควบคุม

3 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้นจะใช้ศึกษาจากค่าวัสดุและค่าดำเนินการ เพื่อเปรียบเทียบราคาของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักกากชากับราคาอิฐบล็อกประสานที่ขายในร้านวัสดุก่อสร้าง

15 ระยะดำเนินการ

ระยะการดำเนินการวิจัยเรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เถ้าลอยจากไม้ยางพาราทดแทนดินสำหรับอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก มีระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 8 ระยะเวลาในการดำเนินงานตลอดโครงการ

การดำเนินการ	พ.ศ. 2560						พ.ศ. 2561										
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
1.การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	
2.การสอบโครงร้าง			△														
3 การทำการทดสอบ																	
3.1 การเตรียมกากชาเขียว			▬	▬													
3.2 การขึ้นรูอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก					▬												
3.3 การทดสอบสมบัติของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก							▬										
4. การวิเคราะห์ข้อมูล								▬									
5. การสอบรายงานความก้าวหน้า									△								
6. สรุปและอภิปรายผลการศึกษา										▬	▬	▬					
7. การจัดทำเล่มรายงานวิจัย												▬	▬	▬			
8. การสอบวิจัยฉบับสมบูรณ์															△		
9. แก้ไขเล่มรายงานวิจัย																▬	
10. ส่งเล่มรายงาวิจัยฉบับสมบูรณ์																	▬

16 งบประมาณในการวิจัย

ตารางที่ 9 งบประมาณในการทำวิจัย

รายการ	งบประมาณตลอดโครงการ
- ค่าถ่ายเอกสาร	1,000
- ค่ายานพาหนะ	2,000
- ค่าอุปกรณ์	1,000
- ค่าการขึ้นของอิฐ	1,560
รวม	5,560

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

ภาพประกอบการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ข
ภาพประกอบการวิจัย

1) การเตรียมกากชาเขียว

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาพที่ ผข-1 การเตรียมกากชา

2) การชั่งอัตราส่วน

ภาพที่ ผข-2 การเตรียมส่วนผสมตามอัตราส่วนการทดแทนที่กำหนด

3) การขึ้นรูปอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

ภาพที่ ผข-3 การขึ้นรูปและการอัดอิฐบล็อกประสาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

4) การบ่มอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

ภาพที่ ผข-4 การบ่มอิฐบล็อกประสาน

5) **การทดสอบสมบัติอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก**

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาพที่ ผข-5การทดสอบคุณสมบัติของอิฐบล็อกประสาน

ภาคผนวก ค

พารามิเตอร์และค่ามาตรฐาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

พารามิเตอร์และค่ามาตรฐาน

พารามิเตอร์	ชุดควบคุม	อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักผสมกากชาเขียว						มผช.602/2547 และ มอก. 1505-2541 (เฉพาะการเปลี่ยนแปลงความยาว)
		สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	
ลักษณะทั่วไป (กว้างxยาวxสูง)	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10	คลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน±มิลลิเมตร
การต้านแรงอัด (MPa)	6.59	6.41	5.02	4.69	4.01	2.43	1.77	≥ 2.5 เมกะพาสคัล (Mpa)
การดูดกลืนน้ำ (kg/m³)	128	138	149	160	176	192	229	≤ 208 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m³)
การเปลี่ยนแปลงความยาว (ร้อยละ)	0.0010	0.0010	0.0010	0.0023	0.0030	0.0030	0.0036	≤ 0.05 ร้อยละ
น้ำหนัก (kg)	5.20	5.19	5.16	5.14	5.12	5.08	5.00	-

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน

มผช.๖๐๒/๒๕๔๗

ภาคผนวก ง
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน
มผช.๖๐๒/๒๕๔๗

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะอิฐบล็อกประสานที่มีดินลูกรังและปูนซีเมนต์เป็นส่วนประกอบหลัก

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ อิฐบล็อกประสาน หมายถึง อิฐบล็อกที่ได้จากการนำดินลูกรัง ผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม อาจผสมวัสดุอื่นๆ เช่น หินฝุ่น ทราย กวนให้เข้ากัน เทลงในแบบพิมพ์ที่มีการออกแบบให้มีรูร่อง และเดือย อัดเป็นก้อน แล้วบ่มให้แข็งตัว

๒.๒ อิฐบล็อกประสาน ชนิดรับน้ำหนัก หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อเพื่อรับน้ำหนักโครงสร้างอาคารได้เช่น ก่อเสา ก่อผนัง

๒.๓ อิฐบล็อกประสาน ชนิดไม่รับน้ำหนัก หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อผนังกั้นห้องหรือก่อส่วนอื่นภายในอาคารที่ไม่ใช่ส่วนที่ต้องรับน้ำหนักโครงสร้างอาคาร

๓. ชนิด

๓.๑ อิฐบล็อกประสาน แบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ

๓.๑.๑ ชนิดรับน้ำหนัก

๓.๑.๒ ชนิดไม่รับน้ำหนัก

๔. คุณลักษณะที่ต้องการ

๔.๑ ลักษณะทั่วไป

ต้องไม่มีรอยแตกหรือร้าว อาจบิ่นได้เล็กน้อย

๔.๒ มิติ

ต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยแต่ละมิติมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± ๐.๒ ซม.

๔.๓ ความต้านแรงอัด

๔.๓.๑ ชนิดรับน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า ๗.๐ เมกะพาสคัล

๔.๓.๒ ชนิดไม่รับน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า ๒.๕ เมกะพาสคัล

๔.๔ การดูดกลืนน้ำ (เฉพาะชนิดรับน้ำหนัก)

ต้องเป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ การดูดกลืนน้ำ

(ข้อ ๔.๔)

น้ำหนักอิฐบล็อกเมื่ออบแห้ง kg	การดูดกลืนน้ำสูงสุด เฉลี่ยจากอิฐบล็อกประสาน ๕ ก้อน kg/m^3
๑ ๖๘๐ และ น้อยกว่า	๒๘๘
๑ ๖๘๑ ถึง ๑ ๗๖๐	๒๗๒
๑ ๗๖๑ถึง ๑ ๘๔๐	๒๕๖
๑ ๘๔๑ถึง ๑ ๙๒๐	๒๔๐
๑ ๙๒๑ถึง ๒ ๐๐๐	๒๒๔
มากกว่า ๒ ๐๐๐	๒๐๘

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

๕. การบรรจุ

๕.๑ หากมีการบรรจุ ให้บรรจุอิฐบล็อกประสานในภาชนะบรรจุที่สามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอิฐบล็อกประสานได้

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุอิฐบล็อกประสาน อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อผลิตภัณฑ์

(๒) มิติ

(๓) เดือน ปีที่ทำ

(๔) ข้อแนะนำในการใช้และการดูแลรักษา

(๕) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนใน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป มิติ การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๕ ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๔.๑ ข้อ ๔.๒ ข้อ ๕ และข้อ ๖ จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความต้านแรงอัด ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๗.๒.๑ แล้ว จำนวน ๕ ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๔.๓ จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบการดูดกลืนน้ำ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๕ ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๔.๔ จึงถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างอิฐบล็อกประสานต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ และข้อ ๗.๒.๓ ทุกข้อ จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

๘.๒ การทดสอบมิติให้ใช้เครื่องวัดที่เหมาะสม

๘.๓ การทดสอบความต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ ให้ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก. ๕๗ และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก.๕๘

ภาคผนวก จ

ผลการทดสอบคุณสมบัติของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

ภาคผนวก จ
ผลการทดสอบคุณสมบัติของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

1. การทดสอบสมบัติอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

ตารางที่ ผจ-1 ผลการศึกษาลักษณะทั่วไปของอิฐบล็อกประสานไม่รับน้ำหนัก

สูตร	ครั้งที่	ลักษณะทั่วไปของอิฐบล็อกประสาน ชนิดไม่รับน้ำหนัก ที่อายุการบ่ม 28 วัน (cm)		
A0	1	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10
A1	1	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10
	2	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10
A2	1	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10
	2	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10
A3	1	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10
	2	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10
A4	1	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10
	2	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10
A5	1	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10
	2	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10
A6	1	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10
	2	12.5x25x10	12.5x25x10	12.5x25x10

ตารางที่ ผจ-2 ผลการศึกษาความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

สูตร	ครั้งที่	ความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสาน ชนิดไม่รับน้ำหนัก ที่อายุการบ่ม 28 วัน (MPa)		
A0	1	6.699	6.721	6.359
A1	1	6.734	6.439	6.488
	2	6.539	5.621	6.62
A2	1	5.763	4.296	5.056
	2	5.0	5.061	4.977
A3	1	4.66	4.749	4.788
	2	5.07	4.764	4.119
A4	1	4.305	3.772	4.234
	2	4.332	4.133	3.337
A5	1	2.474	2.177	2.702
	2	2.222	2.628	2.417
A6	1	1.765	1.806	1.938
	2	1.7	1.954	1.414

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ ผจ-3 ผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

สูตร	ครั้งที่	การดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน ชนิดไม่รับน้ำหนัก ที่ 24 ชั่วโมง (kg/m^3)		
A0	1	128	128	128
A1	1	128	128	160
	2	128	128	160
A2	1	128	192	64
	2	192	96	224
A3	1	192	96	192
	2	192	160	128
A4	1	192	192	192
	2	192	128	160
A5	1	192	192	128
	2	256	192	192
A6	1	160	192	256
	2	224	160	224

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ ผจ-4 ผลการทดสอบการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

สูตร	ครั้งที่	การทดสอบการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกประสาน ชนิดไม่รับน้ำหนัก (cm)		
A0	1	0.001	0.001	0.001
A1	1	0.001	0.001	0.001
	2	0.001	0.001	0.001
A2	1	0.001	0.001	0.001
	2	0.001	0.001	0.001
A3	1	0.001	0.001	0.002
	2	0.002	0.002	0.002
A4	1	0.003	0.003	0.003
	2	0.003	0.003	0.003
A5	1	0.003	0.003	0.003
	2	0.003	0.003	0.003
A6	1	0.003	0.004	0.004
	2	0.003	0.004	0.003

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ ผจ-5 ผลการศึกษาน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานชนิดมารับน้ำหนัก

สูตร	การทดสอบน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก ที่อายุการบ่ม 28 วัน (kg/m^3)		
A0	5.18	5.20	5.22
A1	5.18	5.18	5.20
A2	5.16	5.16	5.17
A3	5.14	5.15	5.13
A4	5.11	5.12	5.12
A5	5.10	5.1	5.05
A6	5.05	4.95	5.00

ภาคผนวก ฉ

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักด้วยสถิติแบบ Independent-Sample T Test

ภาคผนวก ฉ
ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักด้วยสถิติแบบ Independent-Sample T Test

สถิติ SPSS ของกำลังต้านแรงอัดของอิฐโดยใช้ Independent-Sample T Test

	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A0	1	0.481	0.001*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
A1	-	1	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
A2	-	-	1	0.175	0.002*	0.000*	0.000*
A3	-	-	-	1	0.008	0.000*	0.000*
A4	-	-	-	-	1	0.000*	0.000*
A5	-	-	-	-	-	1	0.000*
A6	-	-	-	-	-	-	1

หมายเหตุ* มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญที่ระดับสถิติ $p<0.05$

สถิติ SPSS ของการดูดกลืนน้ำของอิฐโดยใช้ Independent-Sample T Test

	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A0	1	0.175	0.444	0.111	0.007*	0.033*	0.005*
A1	-	1	0.703	0.260	0.016*	0.014*	0.008*
A2	-	-	1	0.734	0.372	0.193	0.108
A3	-	-	-	1	0.438	0.201	0.092
A4	-	-	-	-	1	0.438	0.196
A5	-	-	-	-	-	1	0.651
A6	-	-	-	-	-	-	1

หมายเหตุ* มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญที่ระดับสถิติ $p<0.05$

สถิติ SPSS ของการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐโดยใช้ Independent-Sample T Test

	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A0	1	0.00*	0.000*	0.025*	0.000*	0.000*	0.000*
A1	-	1	1.000	0.025*	0.000*	0.000*	0.000*
A2	-	-	1	0.025*	0.000*	0.000*	0.000*
A3	-	-	-	1	0.001*	0.001*	0.000*
A4	-	-	-	-	1	1.000	0.076
A5	-	-	-	-	-	1	0.076
A6	-	-	-	-	-	-	1

หมายเหตุ* มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญที่ระดับสถิติ p<0.05

สถิติ SPSS ของน้ำหนักอิฐโดยใช้ Independent-Sample T Test

	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A0	1	0.374	0.038*	0.01*	0.002*	0.005*	0.003*
A1	-	1	0.035*	0.006*	0.001*	0.005*	0.003*
A2	-	-	1	0.025*	0.001*	0.036*	0.005*
A3	-	-	-	1	0.025*	0.033*	0.009*
A4	-	-	-	-	1	0.179*	0.016*
A5	-	-	-	-	-	1	0.067*
A6	-	-	-	-	-	-	1

หมายเหตุ* มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญที่ระดับสถิติ p<0.05

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ช

เรื่อง ประวัติของผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ช
เรื่อง ประวัติของผู้วิจัย

ชื่อผู้ทำวิจัย	นางสาวกันติมา หมัดหมัน
วันเดือนปีเกิด	24 ธันวาคม 2537
ที่อยู่	36 หมู่ 5 ตำบลฉาง อำเภอนาทวี จังหวัดสงขา 90160
ประวัติการศึกษานักศึกษา	โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ชื่อผู้ทำวิจัย	นางสาวนูรีฮัน บาซอ
วันเดือนปีเกิด	15 ธันวาคม 2537
ที่อยู่	45 หมู่ที่ 2 ตำบลธารน้ำทิพย์ อำเภอเบตง จังหวัดยะลา 95110
ประวัติการศึกษานักศึกษา	โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา