RMUTSV
SK074885
19786

รายงานการวิจัย

อิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าวกันความร้อน

Soil Cement Brick Composites Rice Straw Thermal Resistance

จรูญ เจริญเนตรกุล Charoon Charoennetkul
อัมพร หมัดแสละ Amporm Madsala

661
อ173
2554

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
งบประมาณรายได้ประจำปี พ.ศ. 2554

อิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าวกันความร้อน

จรูญ เจริญเนตรกุล[1] และ อัมพร หมัดแสละ[2]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำฟางข้าวมาผสมเพิ่มในการผลิตอิฐบล็อกประสาน โดยนำฟางข้าวที่ผ่านการอบและย่อยละเอียดให้มีขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร มาแทนที่ดินลูกรังบางส่วนในอัตราร้อยละ 2 4 6 8 และ 10 โดยน้ำหนัก บ่มในอากาศ 28 วัน นำมาทดสอบกำลังอัด การดูดซึมน้ำ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน และทดสอบการป้องกันความร้อน จากการศึกษาพบว่าอิฐบล็อกประสานทุกอัตราส่วนผสมมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.602/2548 ชนิดไม่รับน้ำหนัก การเพิ่มปริมาณของฟางข้าวในส่วนผสมจะทำให้อิฐบล็อกประสานมีการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น การป้องกันความร้อนสูงขึ้น จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าการนำฟางข้าวมาผสมเพิ่มในการผลิตอิฐบล็อกประสาน ทดแทนดินลูกรังบางส่วนสามารถนำไปใช้ได้ และอิฐบล็อกประสานจะมีความสามารถในการป้องกันความร้อนได้ดีขึ้น

คำสำคัญ: กำลังอัด การดูดซึมน้ำ การกันความร้อน ฟางข้าว

---

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.เมือง จ.สงขลา

[2]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.เมือง จ.สงขลา

Soil Cement Brick Composites Rice Straw Thermal Resistance

Charoon Charoennetkul[1] and Amporm Madsala[2]

Abstract

This study aims to study the possibility of bringing a mixture of rice straw in the manufacture of brick. The process was grinding by heating and until the sire of rice straw was smaller than 2 mm. The rice straw was used to replace the lateritc soil at the ratios of 2, 4, 6, 8 and 10 by weight. The soil cement brick composites rice straw was cured in the air for 28 days. Then it was tested to determine the compression strength, water absorption according to the community product standards. After that the product was tested to determined thermal resistance. The study found that every ration passed the average compression strength of community product standards 602/2548 on non-weight resistance type. The increasing of rice straw composites resulted in the brick's force decreased whereas the water absorption as well as the heat prevention. It could be concluded that the rice straw composites to produce the brick could be applicable and be able to increase heat prevention.

Keywords: Coconut wood, Approximation of mechanical property, Intensity of wood color

---

[1]Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla

[2]Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าว สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับการปรึกษาจาก รองศาสตราจารย์มนัส อนุศิริ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ ขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ในการใช้ห้องปฏิบัติการทดสอบวัสดุทางวิศวกรรม ตลอดจนอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิศวกรรมโยธาทุกท่านที่ให้กำลังใจ และคำปรึกษาต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนวิจัยงบประมาณรายได้ พ.ศ. 2554 จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

คณะผู้จัดทำ

12 มี.ค. 2555

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	**ข**
กิตติกรรมประกาศ	**ง**
สารบัญ	**จ**
สารบัญตาราง	**ช**
สารบัญภาพ	**ซ**
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	**ญ**
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขต	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**5**
2.1 อิฐบล็อกประสาน	5
2.2 ฟางข้าว	13
2.3 ฉนวนกันความร้อน	15
2.4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3 วิธีการศึกษา	**18**
3.1 การเก็บและเตรียมวัสดุ	18
3.2 ทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมของวัสดุ	19
3.3 ออกแบบอัตราส่วนผสมอิฐบล็อกประสาน	20
3.4 ออกแบบรูปทรงของอิฐบล็อกประสาน	20
3.5 วิเคราะห์ขบวนการผลิตอิฐบล็อกประสาน	21
3.6 ทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของอิฐบล็อกประสาน	23
3.7 ทดสอบการกันความร้อน	27
3.8 วิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าวในการนำไปใช้จริง	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลและการวิเคราะห์ผล	**29**
4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุ	29
4.2 อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของอิฐบล็อกประสาน	34
4.3 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน	35
4.4 กำลังอัดของบล็อกประสาน	36
4.5 กำลังอัดของอิฐบล็อกประสานก่อสูง 5 ชั้น	37
4.6 ผลการทดสอบการกันความร้อน	38
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	**40**
5.1 สรุปผลการศึกษา	40
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการศึกษาไปใช้งานจริง	40
5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับประเด็นที่จะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติม	41
บรรณานุกรม	**42**
ภาคผนวก ก	
ผลการทดสอบ และรูปการทดลอง	43
ภาคผนวก ข	
มาตรฐานอ้างอิง อิฐบล็อกประสาน	54
ภาคผนวก ค	
บทความเรื่องอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าวกันความร้อน	74
ประวัติผู้ทำวิจัย	**82**

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่		หน้า
1.1	สถิติปริมาณฟางข้าวนาปรังเป็นรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2544 – 2549	1
2.1	ข้อกำหนดของการดูดกลืนน้ำ	12
3.1	อัตราส่วนผสมของอิฐบล็อกประสาน โดยน้ำหนัก	20
4.1	ผลการทดสอบ Atterberg limit	29
4.2	ผลการทดสอบการหาขนาดคละของดินลูกรัง	31
4.3	ผลการทดสอบการหาความถ่วงจำเพาะของดินลูกรัง	32
4.4	ผลการทดสอบทางเคมีของฟางข้าว	33
4.5	อัตราส่วนผสมของอิฐบล็อกประสาน โดยน้ำหนัก	34
4.6	การดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าว	35
4.7	ผลการทดสอบกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน	36
4.8	ผลการทดสอบกำลังอัดของบล็อกประสานก่อสูง 5 ก้อน	37
4.9	ผลการทดสอบการกันความร้อนของบล็อกประสาน	38
ก. 1	รายละเอียดของผลการทดสอบหาขนาดส่วนคละของดินลูกรัง	44
ก. 2	รายละเอียดผลการทดสอบหาถ่วงจำเพาะของดินลูกรัง	44
ก. 3	ผลการทดสอบหาความหนาแน่นและความชื้นของดินลูกรัง	45
ก. 4	ผลการทดสอบหาค่า LL และ PI ของดินลูกรัง	46
ก. 5	แสดงผลการทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสานส่วนผสมของ อิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าวอายุการบ่มที่ 28 วัน	48
ก. 6	แสดงผลการทดสอบหาค่ากำลังอัดอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าว อายุการบ่มที่ 28 วัน	49
ข. 1	การดูดกลืนน้ำ	56

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ฟางข้าวในนา	2
1.2	การเผาฟางข้าวทิ้งในนา	2
2.1	การกองเก็บอิฐบล็อกประสาน	6
2.2	บ้านชั้นเดียวที่ใช้บล็อกประสาน	6
2.3	บ้านสองชั้นที่ใช้บล็อกประสาน	7
2.4	ดินลูกรัง	9
2.5	การกระจายตัวของดินลูกรัง	10
3.1	ฟางข้าว	18
3.2	อิฐบล็อกประสานที่ใช้ในการศึกษา	21
3.3	เครื่องอัดขึ้นรูปอิฐบล็อกประสาน	21
3.4	เครื่องผสม	22
3.5	เครื่องบดดินลูกรัง	22
3.6	เครื่องชั่งความละเอียด 0.01 g	23
3.7	เครื่องทดสอบ Universal testing machine	24
3.8	การทดสอบกำลังอัดก่อ 5 ชั้น	25
3.9	การทดสอบการดูดซึมน้ำ	27
3.10	การทดสอบการกันความร้อน	28
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์น้ำกับจำนวนครั้งที่เคาะ	30
4.2	ความสัมพันธ์ระหว่าง ตะแกรงร่อนกับเปอร์เซ็นต์ผ่าน	31
4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซึมน้ำกับปริมาณฟางข้างของอิฐบล็อกประสาน	35
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของบล็อกประสานกับปริมาณฟางข้าง	36
4.5	ลักษณะการวิบัติของอิฐบล็อกประสานเมื่อรับแรงอัด	37
4.6	ลักษณะการวิบัติของอิฐบล็อกประสานก่อ 5 ชั้น เมื่อรับแรงอัด	38
ก. 1	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแห้งกับความชื้นในดินลูกรัง	46

สารบัญรูป (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ก. 2	ความสัมพันธ์ระหว่าง Water Content กับจำนวนครั้งที่เคาะ	47
ก. 3	วัสดุที่เตรียมสำหรับการศึกษา	49
ก. 4	การเก็บตัวอย่างอิฐบล็อกประสาน	50
ก. 5	การแช่ตัวอย่างอิฐบล็อกประสานในน้ำ	50
ก. 6	การทดสอบแรงอัด	51
ก. 7	ลักษณะการวิบัติของตัวอย่างทดสอบ	52
ก. 8	การทดสอบแรงอัดก่อขึ้น 5 ชั้น	53
ก. 9	การทดสอบแรงอัดก่อขึ้น 5 ชั้น ก่อนการวิบัติ	53

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

g	กรัม
kg	กิโลกรัม
ksc	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
cm	เซนติเมตร
kJ	กิโลจูล
kcal	กิโลแคลอรี

บทที่ 1

บทนำ

บทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของการวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากข้อมูลสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ [1] ประเทศไทยถือเป็นศูนย์กลางปลูกข้าวของโลก จากข้อมูลสถิติพบว่าในปี 2552 มีเนื้อที่ปลูกข้าว 71,542,522 ไร่ ให้ผลผลิต 31,508,364 ตัน ส่งผลให้มีปริมาณของฟางข้าวจำนวนมาก

จากตารางที่ 1.1 จะเห็นได้ว่าสถิติของปริมาณฟางข้าวนาปรังในประเทศไทยมีจำนวนมหาศาลและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะจังหวัดสุพรรณบุรีสามารถผลิตได้ 750,241 ตันในปี 2549

ตารางที่ 1.1 สถิติปริมาณฟางข้าวนาปรังเป็นรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2544 – 2549

จังหวัด	ปริมาณฟางข้าว (ตัน)					
	2544	2545	2546	2547	2548	2549
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
รวมทั้งประเทศ	5,563,882	5,345,985	6,069,173	5,955,982	5,704,686	6,337,784
สุพรรณบุรี	593,846	618,209	650,241	660,870	737,274	750,241
นครสวรรค์	436,190	327,746	466,147	434,077	414,592	459,900
พิจิตร	434,435	362,024	467,172	368,017	415,437	433,798
พิษณุโลก	327,164	333,212	394,014	360,099	350,876	398,303
กำแพงเพชร	313,852	274,997	319,582	293,626	288,547	307,284
ชัยนาท	300,953	375,462	396,281	379,262	355,621	392,490
พระนครศรีอยุธยา	302,561	339,444	342,380	355,191	319,029	379,009
อ่างทอง	191,316	178,130	215,863	197,674	176,790	216,101
ปทุมธานี	178,111	229,967	157,192	167,661	132,868	188,745

ภาพที่ 1.1 ฟางข้าวในนา

ฟางข้าวซึ่งมีจำนวนมากดังตารางที่ 1.1 ที่ผ่านมาฟางข้าวมักจะถูกเผาทิ้งเป็นการทำลายสิ่งแวดล้อมและสร้างมลภาวะดังภาพที่ 1.2

ภาพที่ 1.2 การเผาฟางข้าวทิ้งในนา

อิฐบล็อกประสานคือวัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรู และเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้างโดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือ วัสดุเหลือทิ้งต่างๆ ที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม อัด

เป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่มให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 10 วัน จะได้คอนกรีตบล็อกที่มีความแข็งแกร่ง มีรูปร่างลักษณะพิเศษ ที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่างๆ

วรธรรม อุ่นจิตติชัย [2] ฟางข้าวที่ถูกตัดทิ้งจัดเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ปราศจากคุณค่า แต่จากการศึกษาศักยภาพทางวิชาการแล้ว "ฟางข้าว" มีความเป็นไปได้ที่จะสามารถพัฒนาเป็นฉนวนความร้อน เพื่อทดแทนฉนวนใยแก้วและแผ่นโฟมที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ วัสดุฉนวนความร้อนกำลังเป็นที่นิยมและแพร่หลายมากในปัจจุบัน มีการใช้มากทั้งในโรงงาน งานก่อสร้างอาคารและบ้านพักอาศัย แต่ส่วนใหญ่จะใช้ฉนวนใยแก้ว และแผ่นโฟม โดยเฉพาะอย่างยิ่งฉนวนใยแก้วที่ต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศ จากสถิติในปี 2543 ไทยมีการนำเข้าฉนวนใยแก้วสูงถึง 45,149,891 บาท ทำให้เสียดุลการค้า นอกจากนั้น ฉนวนความร้อนเหล่านี้ ยังผลิตจากวัสดุสังเคราะห์ ซึ่งมักประสบปัญหาและคำถามเกี่ยวกับความปลอดภัยต่อสุขภาพเมื่อนำมาใช้งาน

การพัฒนาฉนวนความร้อนที่อาศัยเส้นใยจากพืชที่หาได้จากธรรมชาติ ย่อมส่งผลดีทั้งช่วยลดปัญหาการขาดดุลการค้า และปัญหาด้านสุขภาพ ซึ่ง "ฟางข้าว" จัดเป็นฉนวนความร้อนที่ดีอย่างหนึ่ง และจากการทดสอบค่าการนำความร้อนของฟางข้าวแห้งที่นำมาอัดจนมีความหนาแน่นประมาณ 80 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.05-0.07 W/mK ในขณะที่ฉนวนใยแก้ว มีค่าการนำความร้อนประมาณ 0.03-0.04 W/mK ขึ้นอยู่กับชนิด และความหนาแน่นของฉนวน

คณะผู้วิจัยมองเห็นว่าหากนำฟางข้างมาเป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐบล็อกประสานจะทำให้อิฐบล็อกผสานมีคุณสมบัติเชิงกลที่เพียงพอ และยังมีความสามารถพิเศษคือป้องกันความร้อนได้ดีกว่าอิฐบล็อกผสานที่ผลิตกันอยู่ทั่วไป และเป็นการนำวัสดุที่เหลือจากการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์หลากหลายมากยิ่งขึ้นลดการเผาทิ้งของฟางข้าวเป็นการลดปัญหาภาวะโลกร้อนอีกทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำฟางข้าวมาผสมในการผลิตอิฐบล็อกประสาน
2) เพื่อศึกษาการกันความร้อนของอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าว
3) เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอิฐบล็อกประสาน

1.3 ขอบเขต

ศึกษาอัตราส่วนผสมของการทำบล็อกผสาน โดยใช้วัสดุเช่นดินลูกรัง ฟางข้าวใช้วัสดุที่ได้จากบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย โดยทำการทดสอบจำนวน 30 ตัวอย่าง ทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบวัสดุวิศวกรรมของอเมริกา (ASTM) และตรวจสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน (มผช.602/2547)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับด้านผลวิจัย

1) ได้อัตราส่วนผสมบล็อกประสาน
2) นำวัสดุที่เหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
3) ประชาชนสามารถผลิตบล็อกประสานใช้เองได้

1.4.2 หน่วยงานที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1) ประชาชนทั่วไป
2) ผู้ประกอบการธุรกิจโรงอิฐและวัสดุก่อสร้าง
3) ผู้ประกอบการธุรกิจก่อสร้าง

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นหัวใจสำคัญที่จะใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจในการเลือกวิธีการและระเบียบวิธีการวิจัยที่ดีโดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังนี้

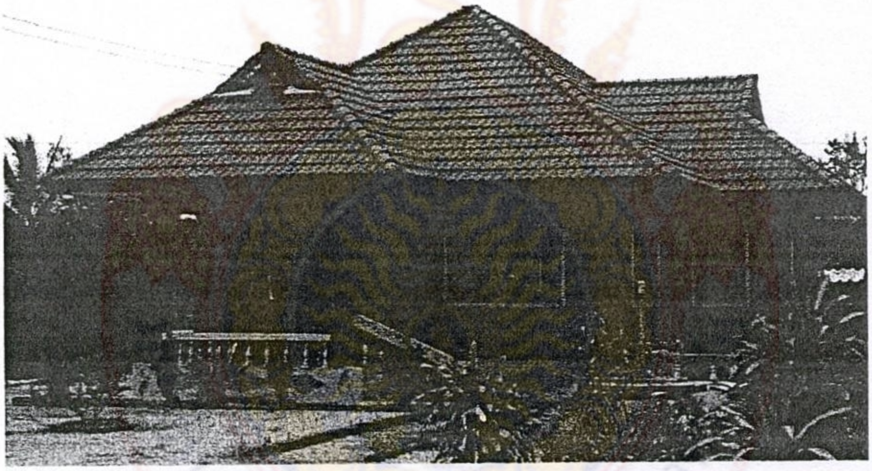
2.1 อิฐบล็อกประสาน

อิฐบล็อกประสานถือเป็นวัสดุก่อสร้างที่ได้รับความนิยาเป็นอย่างมาก เน้นการนำวัสดุท้องถิ่นมาใช้ในการผลิต สิ่งที่ควรรู้ที่สำคัญในการศึกษาในหัวข้อที่เกี่ยวกับอิฐบล็อกประสานมีดังนี้

2.1.1 ความหมายของอิฐบล็อกประสาน

อิฐบล็อกประสานคือ วัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรู และเดือยบนตัวบล็อกดังตัวอย่างรูปที่ 2.1 เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่ม ให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 10 วัน จะได้คอนกรีตบล็อกที่มีความแข็งแกร่ง มีรูปลักษณะพิเศษ ที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ ดังรูปที่ 2.2 และ 2.3 หรือก่อเป็นถังเก็บน้ำได้อย่างรวดเร็ว สวยงาม และประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไป บางครั้งจะนำไปใช้ในการจัดส่วนชั่วคราวเพื่อการเป็น สระน้ำสำหรับการเลี้ยงปลาสวยงาม ซึ่งได้รับความนิยมอย่างมาก ความแข็งแรงของบล็อกประสานขึ้นอยู่กับปริมาณของซีเมนต์ คุณภาพของมวลรวม ขนาดคละของมวลรวม คุณภาพของมวลรวมดีทำให้อิฐบล็อกประสานมีกำลังอัดที่สูง เนื่องจากอนุภาคของมวลรวม ความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสานสูงก็จะมีแนวโน้มให้กำลังอัดสูง ในส่วนของปูนซีเมนต์มีความสำคัญมากหารใช้ปริมาณของปูนซีเมนต์มากขึ้นจะทำให้อิฐบล็อกประสานมีกำลังอัดที่สูงขึ้น แต่ต้นทุนในการผลิตอิฐบล็อกประสานก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย

รูปที่ 2.1 การกองเก็บอิฐบล็อกประสาน



รูปที่ 2.2 บ้านชั้นเดียวที่ใช้บล็อกประสาน [2]

รูปที่ 2.3 บ้านสองชั้นที่ใช้บล็อกประสาน [2]

2.1.2 วัสดุที่ใช้ในการผลิตบล็อกประสาน

วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมอิฐบล็อกประสาน มีดังนี้

2.1.2.1 ปูนซีเมนต์ หมายถึง สารประกอบที่มีลักษณะเป็นผง บดละเอียดซึ่งเมื่อได้ผสมกับน้ำตามอัตราส่วนที่พอดีแล้วทิ้งไว้ระยะหนึ่งจะแข็งตัว โดยมนุษย์ในสมัยโบราณได้ค้นพบว่าเมื่อเอาหินบางชนิดมาทำการเผาจนสลายเป็นผงแล้วบดให้ละเอียดแล้วนำมาผสมน้ำทิ้งไว้ชั่วเวลาหนึ่ง ก็จะได้ผลผลิตที่แข็งเป็นก้อนเปรียมเสมือนหิน เป็นรูปร่างตามต้องการปูนซีเมนต์ ในปัจจุบันปูนซีเมนต์ทำจากวัตถุดิบที่มีธาตุอะลูมินั่ม หรือซิลิก้า ซึ่งได้แก่ ดินดำ ดินขาว หรือ ศิลาแลง ซึ่งมีธาตุเหล็กมาผสมเข้าด้วยกัน ปูนซีเมนต์ที่ผลิตในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะผลิตตามมาตรฐานของอเมริกา (ASTM C. 150) และของอังกฤษ (British Standard ; B.S.) ซึ่งตามมาตรฐาน มอก. 15 ของไทยได้แบ่งปูนซีเมนต์ออกเป็น 5 ประเภท คือ

1) ประเภท 1 (Normal Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา เหมาะกับงานก่อสร้างคอนกรีตทั่วๆ ไปที่ไม่ต้องการคุณสมบัติพิเศษเพิ่มเติม เช่น คาน เสา พื้น ถนน ค.ส.ล. เป็นต้น แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องสัมผัสกับเกลือซัลเฟตผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่มีจำหน่ายได้แก่ ตราช้าง เพชร(เม็ดเดียว) พญานาคเขียว TPI (แดง) ภูเขา และดาวเทียม

2) ประเภท 2 (Modified Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ดัดแปลงเพื่อให้สามารถต้านทานเกลือซัลเฟตได้ปานกลาง และจะเกิดความร้อนปานกลางในช่วง

หล่อ เหมาะกับงานโครงสร้างขนาดใหญ่ เช่น ตอม่อ สะพาน ท่าเทียบเรือ เขื่อนเป็นต้น ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่เคยมีจำหน่ายได้แก่ ตราพญานาคเจ็ดเศียร (ปัจจุบันเลิกผลิตแล้ว)

3) ประเภท 3 (High-early Strength Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ที่สามารถให้กำลังได้รวดเร็วในเวลาอันสั้น หลังจากเทแล้วสามารถใช้งานได้ภายใน 3-7 วัน เหมาะกับงานที่เร่งด่วน เช่น คอนกรีตอัดแรง เสาเข็ม พื้นถนนที่จราจรคับคั่ง เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่มีจำหน่ายได้แก่ ตราเอราวัณ สามเพชร TPI (ดำ) และพญานาคแดง

4) ประเภท 4 (Low-heat Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดพิเศษที่มีอัตราความร้อนต่ำกำลังของคอนกรีตจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ซึ่งส่งผลดีทำให้การขยายตัวน้อยช่วยลดการแตกร้าว เหมาะกับงานสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ในประเทศไทยยังไม่มีการผลิตจำหน่าย

5) ประเภท 5 (Sulfate-resistant Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ที่ทนต่อเกลือซัลเฟตได้สูงเหมาะกับงานก่อสร้างบริเวณดินเค็ม หรือใกล้กับทะเล ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่มีจำหน่ายได้แก่ ตราปลาฉลาม TPI(ฟ้า) และตราช้างฟ้า(ปัจจุบันเลิกผลิตแล้ว) นอกจากปูนซีเมนต์ทั้ง 5 ประเภทแล้ว ยังมีปูนซีเมนต์ที่ผลิตขึ้นมาโดยดัดแปลงเพื่อให้เหมาะกับงาน และราคาถูกลง ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปได้แก่

- ปูนซีเมนต์ผสม(Mixed Cement)เป็นการนำปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ผสมกับทรายหรือหินบดละเอียด ประมาณ25-30% ซึ่งทำให้ง่ายต่อการใช้งาน ลดการแตกร้าว เหมาะกับงานก่ออิฐ ฉาบปูน ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่มีจำหน่ายได้แก่ตราเสืองูเห่า นกอินทรีย์ TPI(เขียว)
- ปูนซีเมนต์ขาว(White Portland Cement)เป็นปูนซีเมนต์ที่มีส่วนผสมหลัก คือ หินปูนและวัตถุดิบอื่นๆที่มีปริมาณของแร่เหล็กน้อยกว่า 1% ลักษณะของผงสีปูนที่ได้จะเป็นสีขาว สามารถผสมกับสีฝุ่นเพื่อทำให้เป็นปูนซีเมนต์สีต่างๆ ตามต้องการ จึงนิยมใช้ในงานตกแต่งต่าง ๆ เพื่อความสวยงาม ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่ผลิตในประเทศไทย ได้แก่ ตราช้างเผือก ตราเสือเผือกและ ตรามังกร

ปูนซีเมนต์สำหรับงานบล็อกประสาน คือประเภท 1 (Normal Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา

2.1.2.2 ดินลูกรัง (Skeletal soils) หมายถึงดินที่มีชั้นลูกรัง หรือเศษหินกรวดเกิดขึ้นเป็นชั้นที่หนาและแน่น จนเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของพืช และพบในความลึก 50 cm จากผิวดินบน โดยปกติชั้นลูกรังที่กล่าวนี้จะประกอบกอบด้วยลูกรัง เศษหิน หรือ กรวดไม่ต่ำกว่า 35 % โดยปริมาตร จากผลการสำรวจดินระดับจังหวัดของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่ามีดินลูกรัง

และดินตื้นในประเทศไทยประมาณ 52 ล้านไร่ และเกิดขึ้นในสภาพพื้นที่ 2 ลักษณะคือ ในพื้นที่ราบเรียบและค่อนข้างราบเรียบของลานตะพักลำน้ำขั้นต่ำ (Low terrace) และขั้นกลาง (Middle terrace) ดินลูกรังในสภาพพื้นที่ส่วนนี้จะเกิดขึ้นเป็นชั้นหนา 40-80 cm ภายใต้ชั้นลูกรังลงไปมักเป็นชั้นดินเหนียวส่วนดินลูกรังอีกพวกหนึ่งจะเกิดในสภาพที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่น พื้นที่มีระดับสูงกว่าและมีชั้นลุกรังหนากว่าด้วย ดินลูกรังในพื้นที่ดังกล่าวนี้เกิดจากการสลายตัวของหินแล้วกลายสภาพมาเป็นลูกรังอยู่กับที่ ส่วนใหญ่เกิดจากหินดินดานและหินทรายละเอียดกล่าวโดยทั่วไป ดินลูกรังและดินตื้นเป็นดินที่มีศักยภาพในการเกษตรต่ำ เพราะดินชั้นล่างแน่นทึบ เกิดปัญหาการไชชอนของระบบราก การระบายน้ำไม่ดี การอุ้มน้ำต่ำ ความอุดมสมบูรณ์ต่ำมีการชะล้างพังทลายของดินสูง เป็นดินที่ไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจต่าง ๆ

รูปที่ 2.4 ดินลูกรัง

ดินลูกรังนี้สามารถแบ่งได้ 2 ประเภทตามวิธีการเกิดดังนี้

1) Primary lateritic soils หมายถึง ดินลูกรังซึ่งมีเหล็กเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ และเกิดอยู่กับที่เหนือหินเดิม เหล็กที่เป็นส่วนประกอบได้จากธาตุพวกเฟอร์โรแมกนีเซียมที่มีอยู่ในหินชั้นล่างๆลงไป และเคลื่อนขึ้นมาสะสมมากขึ้นในชั้นดิน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินในแต่ละฤดู น้ำฝนซึ่งมีออกซิเจนและกรดอินทรีย์ต่างๆ ละลายอยู่จะออกซิไดซ์ธาตุพวกเฟอร์โร-แมกนีเซียมในดินเป็นเหล็กออกไซด์ ซึ่งมีสีแดง การเกิดดินลูกรังประเภทนี้ในประเทศไทยมักเกิดเป็นชั้นๆ จากผิวดินจนถึงชั้นของหินเดิม ขีดจำกัดเตอร์เบอร์ก จะมีค่าต่ำสุดที่ชั้นดินลูกรังและเพิ่มมากขึ้นตามความลึกจนถึงชั้นหินเดิมที่ผุพัง โดยปกติส่วนในสุดของเม็ดดินลูกรังเป็นเหล็กไฮ-ดรอกไซด์ที่อ่อน ผิวนอกเป็นเหล็กออกไซด์ที่แข็งกว่าความหนาของเหล็กออกไซด์จะมากหรือน้อยขึ้นกับสภาพแวดล้อม

2) Secondary lateritic soils หมายถึง ดินลูกรังที่เกิดขึ้นโดยการเคลื่อนย้ายมาจากหินเดิม น้ำใต้ดินที่ไหลผ่าน จะทำให้ออกไซด์ที่อยู่ในดินแข็งตัวขึ้นและออกไซด์เหล็กในบริเวณนั้นด้วย ดินลูกรังประเภทนี้โดยทั่วไปจะไม่แบ่งชั้น เหล็กออกไซด์สีแดงที่เกิดขึ้นจะมีปริมาณต่างๆกัน ขึ้นกับสภาพแวดล้อมต่างๆ และสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของชั้นดินที่ทับถม เหล็กออกไซด์ในดินลูกรังประเภทนี้กระจัดกระจายมากกว่าดินลูกรังประเภทแรก มักเกิดล้อมรอบกรวดหรือชิ้นส่วนของหินที่แตกหัก ทำให้ดินลูกรังประเภทนี้ขนาดเม็ดใหญ่ มีความแข็งที่แตกต่างกันปรากฏชั้นของเฮมาไทต์, ลิโมไนต์ และดินเหนียวเด่นชัดกว่าดินลูกรังประเภทแรก นอกจากนี้จะปรากฏขึ้นระหว่างดินลูกรังกับหินเดิมค่อนข้างชัดเจน ขีดจำกัดเตอร์เบอร์กของดินลูกรังประเภทนี้มีค่าต่ำกว่าประเภทแรก

3) ดินที่มีขนาดคละดี คือจะมีสัดส่วนของดินขนาดเม็ดใหญ่ ขนาดเม็ดกลาง และขนาดเม็ดเล็ก ปนกันอยู่อย่างเหมาะสมเม็ดดินที่มีขนาดเล็กก็จะเข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างเม็ดใหญ่ทำให้เกิดความแน่น และความแข็งแรงตามมา ลองเปรียบเทียบง่ายๆกับการนำลูกปืนมาวางเรียง ในกล่อง จะเห็นได้ว่า จะมีช่องว่างระหว่างเม็ดลูกปืนอยู่มาก แต่ถ้าเราหาลูกปืนซึ่งมีขนาดเล็กๆเพิ่มลงไป ช่องว่างก็จะลดลงเนื่องจากลูกปืนเม็ดเล็กจะเข้าไปแทรกอยู่ระหว่างลูกปืนเม็ดใหญ่

รูปที่ 2.5 การกระจายตัวของดินลูกรัง

จากด้านซ้ายเปรียบคือดินที่การกระจายตัวไม่ดี ด้านขวาคือดินที่มีเม็ดดินขนาดต่างๆ กันปนอยู่ ช่องว่างในรูปด้านขวาจะมีน้อยกว่ามากซึ่งผลคือกำลังก็จะสูงกว่าด้วย

2.1.2.3 น้ำ ที่ใช้ในการผสมดินซีเมนต์ต้องเป็นน้ำสะอาด ปราศจากสารเจือปนหรือสารอินทรีย์ต่างๆ ไม่มีความเป็นกรดหรือด่าง หรือคราบน้ำมัน ดังนั้นถ้าไม่แน่ใจก็ใช้น้ำสะอาดที่ใช้ดื่มได้ เพราะว่าน้ำจะเป็นตัวเข้าไปทำปฏิกิริยากับซีเมนต์โดยตรง ดังนั้นถ้าในน้ำมีสารอินทรีย์หรือมีสภาพเป็นกรด ด่าง ก็จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้ไม่เต็มที่ ทำให้ได้กำลังไม่สูงมากเท่าที่ต้องการ

บล็อกที่ผลิตออกมาก็จะไม่ได้มาตรฐาน น้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญควรสะอาดใส ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และสามารถดื่มได้ หรือถ้าไม่สามารถดื่มได้ก็ควรมีคุณสมบัติผ่านข้อกำหนด นอกจากนี้น้ำจะต้องไม่มีสิ่งเจือปนต่างๆ ที่ส่งผลเสีย โดยปกติน้ำประปาที่มีคุณสมบัติเหมาะแก่การบริโภคจะสามารถใช้ผสมได้ น้ำที่มีคอลไรด์ เช่น น้ำทะเล น้ำเค็ม และน้ำกร่อย ไม่เหมาะกับการผสม ปริมาณน้ำที่เหมาะสมในส่วนผสมนอกจากจะมีผลต่อความแข็งแรงและความคงทน

2.1.3 ส่วนผสมของบล็อกประสาน

ส่วนผสมของบล็อกประสานที่เหมาะสมควร ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ส่วนใหญ่มีอัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ต่อมวลรวมประมาณ 1 : 6 ถึง 1 : 7 โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของมวลรวมเป็นหลัก

2.1.4 มาตรฐานของอิฐบล็อกประสาน

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน หมายถึง อิฐบล็อกที่ได้จากการนำดินลูกรัง ผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม อาจผสมวัสดุอื่นๆ เช่น หินฝุ่น ทราย กวนให้เข้ากัน เทลงในแบบพิมพ์ที่มีการออกแบบให้มีรูร่อง และเดือย อัดเป็นก้อน ข้อกำหนดที่สำคัญสรุปได้ดังนี้

1) อิฐบล็อกประสาน ชนิดรับน้ำหนัก หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อเพื่อรับน้ำหนักโครงสร้างอาคาร ได้เช่น ก่อเสา ก่อผนัง

2) อิฐบล็อกประสาน ชนิดไม่รับน้ำหนัก หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อผนังกั้นห้องหรือก่อส่วนอื่นภายในอาคารที่ไม่ใช่ส่วนที่ต้องรับน้ำหนักโครงสร้างอาคาร

3) คุณลักษณะที่ต้องการตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ลักษณะทั่วไปคือ ต้องไม่มีรอยแตกหรือร้าว อาจบิ่นได้เล็กน้อย มิติ ต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยแต่ละมิติมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 2 มิลลิเมตร ความต้านแรงอัด ชนิดรับน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 7 เมกะพาสคัล ชนิดไม่รับน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 2.5 เมกะพาสคัล การดูดกลืนน้ำ (เฉพาะชนิดรับน้ำหนัก) ต้องเป็นไปตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อกำหนดของการดูดกลืนน้ำ

น้ำหนักอิฐบล็อกประสานเมื่ออบแห้ง กิโลกรัม	การดูดกลืนน้ำสูงสุด เฉลี่ยจากอิฐบล็อกประสาน ๕ 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

4) การบรรจุ หากมีการบรรจุ ให้บรรจุอิฐบล็อกประสานในภาชนะบรรจุที่สามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอิฐบล็อกประสานได้

5) เครื่องหมายและฉลาก ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุอิฐบล็อกประสาน อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- ชื่อผลิตภัณฑ์
- มิติ
- เดือน ปีที่ทำ
- ข้อแนะนำในการใช้และการดูแลรักษา
- ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนใน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

6) การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน รุ่น ในที่นี้ หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

- การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป มิติ การบรรจุและเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3 ข้อ 4 และข้อ 5 จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

• การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความต้านแรงอัด ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบแล้ว จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ

7) จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบการดูดกลืนน้ำ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตาม ตารางที่ 2.8 จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

เกณฑ์ตัดสินตัวอย่างอิฐบล็อกประสานต้องเป็นไปตามนี้ ทุกข้อ จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8) การทดสอบ

• การทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

• การทดสอบมิติให้ใช้เครื่องวัดที่เหมาะสม

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

2.2 ฟางข้าว

ฟางข้าวที่เป็นเศษเหลือจากการนวดข้าว เกษตรกรจะนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมายหลายอย่าง เช่น เป็นอาหารให้กับโค กระบือ ใช้ในงานอุตสาหกรรมทำกระดาษ เป็นวัสดุคลุมดินในแปลงผัก ทำโครงพวงหรีดดอกไม้ แต่ประโยชน์ต่างๆ เหล่านี้ ผู้ที่นำไปใช้ประโยชน์จริงๆ มีไม่มากเท่ากับการให้มันถูกเผาทำลาย

2.2.1 คุณสมบัติ

- ผลพลอยได้จากการปลูกข้าว มีมากหลังฤดูเก็บเกี่ยวข้าว เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโค-กระบือในช่วงแล้ง
- มีคุณค่างทางอาหารต่ำ มีโปรตีน เยื่อใย และค่าโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (TDN) ประมาณ 2.76%, 36.17% และ 45% ของวัตถุแห้งตามลำดับ
- อัตราการย่อยได้ต่ำ ทำให้ฟางอยู่ในกระเพาะนาน สัตว์จึงได้รับโภชนะต่าง ๆ น้อย ถ้าให้สัตว์กินฟางอย่างเดียวนาน ๆ จะทำให้น้ำหนักตัวลด

2.2.2 ข้อจำกัดและข้อแนะนำการใช้

- ฟางใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง และควรใช้ร่วมกับอาหารข้น หรือเสริมด้วยใบพืชตระกูลถั่วโปรตีนสูง

- การปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าว เพื่อให้สัตว์ได้รับประโยชน์เพิ่มขึ้น ได้แก่ การทำฟางหมักยูเรีย และฟางปรุงแต่งสด โดยใช้สารละลายยูเรีย-กากน้ำตาล ราดฟางให้ทั่ว

- การใช้ฟางหมักเลี้ยงโค-กระบือ สามารถใช้ในสภาพเปียกหรือแห้งก็ได้ ฟางหมักที่เปิดจากกอง ใหม่ ๆ มีกลิ่นฉุนของแอมโมเนีย ควรทิ้งไว้สักพัก (ประมาณ 2 ชั่วโมง) ก่อนให้สัตว์กิน ถ้าใช้ฟางหมักยูเรีย เป็นอาหารหยาบอย่างเดียว ควรเสริมอาหารข้น เพื่อให้เกิดแหล่งพลังงานในการสังเคราะห์โปรตีนของ จุลินทรีย์ และควรมีน้ำสะอาดให้โค-กระบือกินตลอดเวลา

2.2.3 ประโยชน์จากฟางข้าง

1) เป็นหัวปุ๋ย ฟางอุดมสมบูรณ์ไปด้วยแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส และไนโตรเจน ฯลฯ ถ้าหากนำฟางไปคลุมดินจะทำให้พืชผักเจริญเติบโต แข็งแรง ทนต่อศัตรูพืชได้อย่างดี

2) ฟางช่วยปรับโครงสร้างของดิน ที่เป็นกรดหรือเป็นด่างให้เกิดความสมดุลในตัวมันเองดินที่เป็นกรด (Acid Soils) หมายถึงดินที่มีค่า PH ต่ำกว่า 7.0 ดินที่เป็นด่าง (Alkaline Soils) หมายถึงดินที่มีค่า PH สูงกว่า 7.0 ไม่ว่าดินจะเป็นกรดหรือเป็นด่าง ถ้าหากเอาฟางไปคลุมดินไว้ สิ่งเหล่านี้จะค่อย ๆ หายไปเองทันที ช่วยรักษาหน้าดินตามธรรมชาติของดิน ถ้าหากไม่มีอะไรปกคลุมหรือกั้นเอาไว้ หน้าของดินจะเสื่อมสลายและสูญเสียไปกับสายลมน้ำและแสงแดดซึ่งจำทำให้ดินเป็นดินด้านอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าหากเรานำฟางไปคลุมดินไว้จะทำให้เกิดชั้นหน้าดินอีกทีหนึ่ง ช่วยคลุมหญ้าและวัชพืชต่างๆ เมื่อเรานำฟางไปคลุมหญ้าและวัชพืชหนาพอสมควร โดยไม่ให้อากาศหรือแสงแดดส่องถึงพื้นดินจะทำให้หญ้าและวัชพืชเน่าเป็นปุ๋ยหมักตามธรรมชาติอย่างดี หลังจากนั้นเราก็จะสามารถแหวกฟางออกปลูกพืชผักต่างๆ ได้โดยไม่ต้องออกแรงมากนักฟางรักษาความชื้นให้แก่ดินเป็นการสร้างดินให้มีชีวิต

3) สร้างระบบนิเวศ ถ้าหากทำกสิกรรมที่ใช้ฟางเป็นหลัก จะทำให้ประหยัดน้ำมากขึ้น ช่วยให้เกิด วัฏจักรชีวิตของสัตว์ที่มีประโยชน์ต่อดิน ตามธรรมชาติดินที่ว่างเปล่าหรือดินโล้นจะเป็นดินป่วย ดินดาน ใช้เป็นวัสดุการเกษตร เช่น ปุ๋ย ใช้ปรับปรุงดิน

4) ใช้ทำกระดาษ

5) ใช้ทำผลิตภัณฑ์เครื่องจักสาน

6) ใช้ผลิตสารให้ความหวาน ไซลิทอล (Xylitol)

7) ใช้ผลิตแอลกอฮอล์เพื่อเป็นพลังงานทดแทน

2.3 ฉนวนกันความร้อน

ฉนวนกันความร้อนโดยทั่วไปหมายถึงวัตถุหรือวัสดุที่มีความสามารถในการสกัดกั้นความร้อนไม่ให้ส่งผ่านจากด้านใด ด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้ง่าย โดยธรรมชาติแล้ว ความร้อนจะเคลื่อนที่จากที่อุณหภูมิสูง ไปยังที่ที่มีอุณหภูมิต่ำเสมอ การส่งผ่านความร้อนจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งของวัสดุใดๆ หรือการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) ระหว่างวัตถุสามารถเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออุณหภูมิของวัตถุทั้งสองมีความแตกต่างกันซึ่งลักษณะการถ่ายเทความร้อนนั้นมี 3 วิธีโดยอาจเกิดขึ้นจากวิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายๆ วิธีพร้อมกันได้แก่

1) การนำความร้อน (Conduction) คือ ปรากฏการณ์ที่พลังงานความร้อนถ่ายเทภายในวัตถุหนึ่ง ๆ หรือระหว่างวัตถุสองชิ้นที่สัมผัสกันโดยมีทิศทางของการเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าโดยที่ตัวกลางไม่มีการเคลื่อนที่

2) การพาความร้อน (Convection) คือ การถ่ายโอนความร้อนที่เกิดจากที่สารใดสารหนึ่งได้รับความร้อนแล้วความหนาแน่นของอนุภาคน้อยลงขยายตัวลอยตัวสูงขึ้น พร้อมทั้งพาความร้อนไปด้วยขณะเดียวกันส่วนอื่นที่ยังไม่ได้รับความร้อนยังมีความหนาแน่นของอนุภาค มากกว่าจะเคลื่อนมาแทนที่เป็นแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนสสารนั้นได้รับความร้อนทั่วกันจึงเรียกว่า "การพาความร้อน"

3) การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) คือ การถ่ายโอนความร้อนที่เกิดจากแหล่งความร้อนหนึ่งไปยังสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง เรียกว่า การแผ่รังสีความร้อน

2.3.1 การเลือกใช้ฉนวน

การเลือกใช้ฉนวนกันความร้อนเป็นสิ่งที่จะช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานต้องเลือกให้เหมาะมีหลักควรพิจารณาดังนี้

1) ช่วงอุณหภูมิใช้งาน ที่ฉนวนใช้ได้โดยไม่เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ

2) ค่าการนำความร้อน ค่าที่ต่ำกว่าจะลดการสูญเสียพลังงานได้ดีกว่า

3) กำลังการอัดบีบ ควรเลือกฉนวนที่ไม่เสียรูปทรงมาก โดยเปรียบเทียบจากปริมาณการเสียรูปทรงของฉนวนต่างๆ ที่ค่าเดียวกันว่ารับกำลังการอัดบีบได้เท่าไร

4) ความทนทานต่อการติดไฟ

5) โครงสร้างเซลล์ ซึ่งจะเป็นสิ่งกำหนดว่าฉนวนจะดูดซับความชื้นยากง่ายเพียงไร

6) รูปแบบของฉนวน ความหนาและรูปทรงของฉนวนจะเป็นตัวกำหนดได้ว่าฉนวนนั้นมีความเหมาะสมในการนำมาใช้งานหรือไม่

2.3.2 คุณสมบัติของวัสดุกันความร้อน

คุณสมบัติที่ดีของวัสดุความเป็นฉนวนกันความร้อนมีดังนี้

1) น้ำหนักเบา และมีค่าความหนาแน่นน้อย

2) มีค่าการนำความร้อนต่ำ คือการให้ความร้อนไหลผ่านฉนวนได้ยาก

3) มีความคงทนต่อแรงอัดและแรงดึงได้เป็นอย่างดี

4) มีอัตราการดูดซับความชื้นที่ต่ำ

5) มีความสามารถต้านทานการกัดกร่อนได้ดี

6) เปลี่ยนรูปได้ยาก และมีความคงตัวสูง

7) มีความทนต่อการติดไฟได้ดี

8) สามารถใช้ได้กับอุณหภูมิที่กว้างหรือทุกระดับได้

9) ติดตั้งง่ายและสะดวก

2.3.3 ประโยชน์จากฉนวนกันความร้อน

ประโยชน์ที่ได้รับจากการติดตั้งฉนวนกันความร้อน

1) สามารถลดความร้อนหรือลดอุณหภูมิภายในอาคารลง

2) สามารถลดค่าใช้จ่ายในเรื่องค่ากระแสไฟฟ้าลงได้อย่างมากต่อปี ถ้ามีการติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อนหรือฉนวนป้องกันร้อน

2.4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Bouchicha, M.;Aouissi [3] ประสิทธิภาพของก้อนดิฐรับแรงที่ทำจากดินเหนียวผสมฟางข้าว พบว่าการใส่ฟางลงไปในอิฐดินดิบสามารถเพิ่มความแข็งแรง และลดการหดตัวของอิฐดินดิบ ถ้าสรุปง่าย ๆ จากงานวิจัยนี้ก็คือ ถ้าดินหนัก 10 กิโลกรัม เราควรใส่ฟางประมาณ 1.5 ขีด ถ้าใส่เกินนั้นอาจจะทำให้อิฐอ่อนแอลง

Kumar, Arvind and Walia, Singh Baljit [4] วิจัยเรื่องกำลังรับแรงอัดของก้อนอิฐที่มีมีส่วนผสมของเส้นใย พบว่าสัดส่วนของทรายก็มีผลต่อการรับแรงอัด คือเมื่อปริมาณทรายเพิ่มมากขึ้น ความสามารถในการรับแรงอัดก็เพิ่มขึ้น โดยสามารถเพิ่มได้ถึง 1.25 - 1.46 เท่า เมื่อเทียบกับอิฐ

ที่ไม่ได้ผสมทราย แต่ไม่ควรผสมทรายเกิดร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก คือถ้าดินหนัก 10 กิโลกรัม ไม่ควรใส่ทรายเกิน 1 กิโลกรัม

วรธรรม อุ่นจิตติชัย [5] มีความเป็นไปได้ที่จะสามารถ พัฒนาเป็นฉนวนความร้อน เพื่อทดแทนฉนวนใยแก้วและแผ่นโฟมที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ วัสดุฉนวนความร้อนกำลังเป็นที่นิยมและแพร่หลายมากในปัจจุบัน มีการใช้มากทั้งในโรงงาน งานก่อสร้างอาคารและบ้านพักอาศัย แต่ส่วนใหญ่จะใช้ฉนวนใยแก้ว และแผ่นโฟม โดยเฉพาะอย่างยิ่งฉนวนใยแก้วที่ต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศ จากสถิติในปี 2543 ไทยมีการนำเข้าฉนวนใยแก้วสูงถึง 45,149,891 บาท ทำให้เสียดุลการค้า นอกจากนั้น ฉนวนความร้อนเหล่านี้ ยังผลิตจากวัสดุสังเคราะห์ ซึ่งมักประสบปัญหาและคำถามเกี่ยวกับความปลอดภัยต่อสุขภาพเมื่อนำมาใช้งาน การพัฒนาฉนวนความร้อนที่อาศัยเส้นใยจากพืชที่หาได้จากธรรม ชาติ ย่อมส่งผลดีทั้งช่วยลดปัญหาการขาดดุลการค้า และปัญหาด้านสุขภาพ ซึ่ง “ฟางข้าว” จัดเป็นฉนวนความร้อนที่ดีอย่างหนึ่ง และจากการทดสอบค่าการนำความร้อนของฟางข้าวแห้งที่นำมาอัดจนมีความหนาแน่นประมาณ 80 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.05-0.07 W/mK ในขณะที่ฉนวนใยแก้ว มีค่าการนำความร้อนประมาณ 0.03-0.04 W/mK ขึ้นอยู่กับชนิด และความหนาแน่นของฉนวน ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่า จากการเปรียบเทียบค่าการนำความร้อนระหว่าง ฟางข้าว และ ฉนวนใยแก้ว มีความเป็นไปได้อย่างยิ่งที่จะ นำฟางข้าวมาผลิตเป็นฉนวนความร้อนที่ดีได้ในอนาคต เนื่องจากมีคุณ สมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงความร้อนที่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น มีความหนาแน่นต่ำ สามารถม้วน งอ หรือพับได้ และ มีความแข็งแกร่ง นอกจากนี้ ใยฉนวนความร้อนที่ผลิตได้จะมีค่าการนำความร้อนต่ำสามารถใช้ทดแทนฉนวนความร้อนที่ทำจากใยแก้ว และโฟมเป็นอย่างดี

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

บทนี้จะกล่าวถึงระเบียบและวิธีการศึกษา การเก็บและเตรียมตัวอย่างไม้ในการทดสอบ วิธีการทดสอบโดยย่อ ขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการทดสอบ

3.1 การเก็บและเตรียมวัสดุ

3.1.1 ปูนซีเมนต์

ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 (Normal Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา เหมาะกับงานก่อสร้างคอนกรีตทั่ว ๆ ไปที่ไม่ต้องการคุณสมบัติพิเศษเพิ่มเติม เช่น คาน เสา พื้น ถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นต้น

3.1.2 ดินลูกรังใช้ดินจากบ่อดินในพื้นที่ อ.ตะกั่วป่า จ.พังงา

ดินลูกรังใช้ดินจากบ่อดินในพื้นที่ อ.ตะกั่วป่า จ.พังงา นำมาผึ่งแดดให้แห้ง แล้วร่อนผ่านตะแกร่งเบอร์ 4 แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 110 ±5 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 24 ชั่วโมง

3.1.3 ฟางข้าว

ฟางข้าวนำมาย่อยผ่านตะแกรงเบอร์ 20 แล้วเขาเตาอบใช้อุณหภูมิ 110 ±5 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 24 ชั่วโมง เมื่อครบให้นำตัวอย่างขยี้ให้เป็นผง แล้วร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 10 อีกครั้ง ค้างตะแกรงเบอร์ 40 ได้ฟางข้าวดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 ฟางข้าว

3.2 ทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมของวัสดุ

3.2.1 ทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมของดินลูกรัง

นำดินลูกรังตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้น เพื่อสามารถนำไปวิเคราะห์ข้อมูลและผลกระทบต่าง ๆ โดยนำดินลูกรังที่เตรียมไว้ไปทดสอบคุณสมบัติพื้นฐาน ซึ่งมีการทดสอบดังนี้

1) ขีดจำกัดอัตเตอร์เบิร์ก (Atterberg's Limits) เป็นการทดสอบตามมาตรฐานASTM D 4318 เพื่อศึกษา หาคุณสมบัติ ดินเม็ดละเอียด และค่าขีดจำกัดอัตเตอร์เบิร์ก

2) การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน เป็นการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM Standard for Soil Test D854-06 Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer

3) การทดสอบหาค่าขนาดคละ (Sieve Analysis) เป็นการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM Standard for Soil Test D422-63(2002) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils

4) การทดสอบบดอัดดิน (Compaction Test) ในการทดสอบการบดอัดดิน จะต้องทดลองบดอัดตัวอย่างดินด้วยวิธีการตามมาตรฐาน (ASTM D698) ที่ปริมาณความชื้นต่าง ๆ กันประมาณ 4-5 ค่า คำนวณความชื้นและความหนาแน่นแห้งของดินในการบดอัดตัวอย่างดินแต่ละครั้ง แล้วพล็อตเส้นโค้งเรียบผ่านจุดที่ได้จากการทดลอง เพื่อหาความหนาแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) และความชื้นที่เหมาะสม (Optimum Water Content)

3.2.2 ทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของฟางข้าว

เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของฟางข้าว การทดสอบจะได้ค่าองค์ประกอบและคุณสมบัติทางเคมีของฟางข้าว จะได้ค่าความร้อนต่ำ (Low Heating Value, LHV) เป็นค่าพลังงานที่สามารถนำมาใช้ได้จริงจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งได้หักพลังงานส่วนหนึ่งที่ต้องใช้ในการระเหยน้ำที่สะสมอยู่ในชีวมวลออกไประหว่างการเผาไหม้ โดยทั่วไปจะมีหน่วยเป็น กิโลจูล (kJ) ต่อกิโลกรัมชีวมวล (kg) หรือ กิโลแคลอรี (kcal) ต่อกิโลกรัมชีวมวล (kg) ค่าความร้อนสูง (High Heating Value, HHV) เป็นค่าพลังงานทั้งหมดที่ได้จากการเผาไหม้ชีวมวล มีหน่วยเป็น kJ/kg หรือ kcal/kg และค่าคุณสมบัติทางเคมีอื่น ๆ

3.3 ออกแบบอัตราส่วนผสมอิฐบล็อกประสาน

การออกแบบอัตราส่วนผสมของอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าว การแทนที่ดินลูกรังที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20 ค้างตะแกรงเบอร์ 40 ด้วยฟางข้าวที่ร้อย 2 4 6 8 และ 10 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนผสมของก้อนตัวอย่าง 1: 5 นั้นคือ ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ต่อดินลูกรัง 4 ส่วน

การผลิตอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าว แทนที่ดินลูกรังที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 20 ค้างเบอร์ 40 ด้วยฟางข้าว ร้อยละ 2 4 6 8 และ10โดยน้ำหนัก อัตราส่วนผสมเป็นตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนผสมของอิฐบล็อกประสาน โดยน้ำหนัก

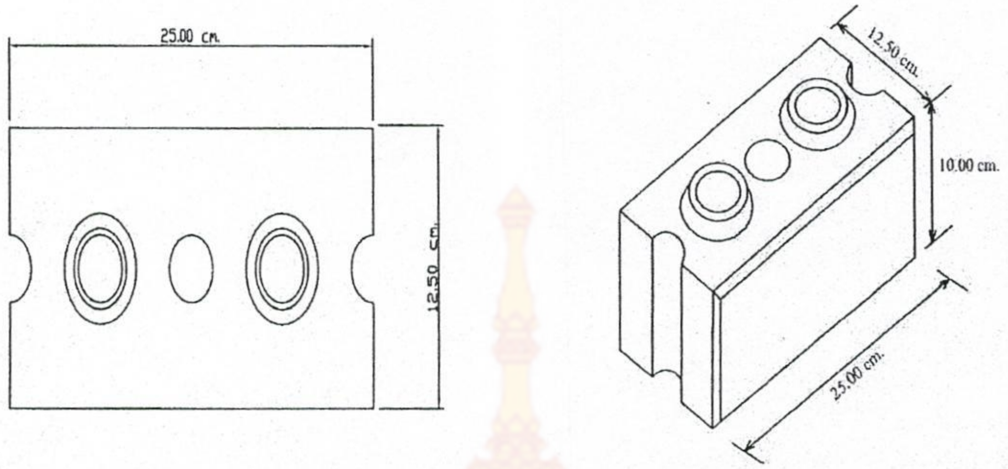
ตัวอย่าง	ปริมาณวัสดุ(โดยน้ำหนัก)			
	ฟางข้าง (gm)	ซีเมนต์ (gm)	ดินลูกรัง (gm)	น้ำ (ml)
BP0	-	1,000	3,750	250
BP2	40	1,000	3,710	250
BP4	80	1,000	3,670	250
BP6	121	1,000	3,629	250
BP8	161	1,000	3,589	250
BP10	201	1,000	3,549	250

หมายเหตุ BP 0 คืออิฐบล็อกประสานที่ใช้ดินลูกรังล้วน

BP 10 คืออิฐบล็อกประสานที่ใช้ฟางข้าวแทนที่ดินลูกรังร้อยละ 10

3.4 ออกแบบรูปทรงของอิฐบล็อกประสาน

การศึกษาครั้งนี้ใช้หลักเกณฑ์เดียวกับการผลิตอิฐในท้องตลาดที่ใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพในการทำอิฐบล็อกประสานเพื่อให้ค่าที่ได้มีความแน่นอนและยอมรับได้ โดยเลือกรูปแบบของตัวอย่างรูปทรงบล็อกตรงหรือทรงสี่เหลี่ยมใช้สำหรับก่อสร้างอาคารขนาด 12.5×25×10 cm.



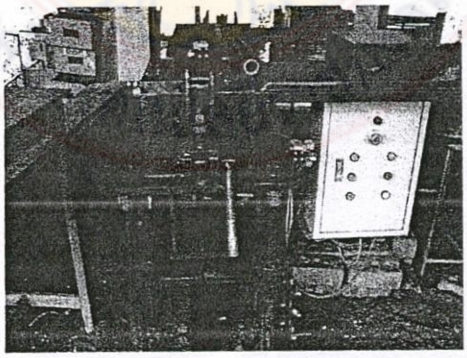
ภาพที่ 3.2 อิฐบล็อกประสานที่ใช้ในการศึกษา

3.5 วิเคราะห์ขบวนการผลิตอิฐบล็อกประสาน

การวิเคราะห์ขั้นตอนการอิฐบล็อกประสานใช้วิธีศึกษาจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ และจากผู้ประกอบการที่มีอยู่ในท้องถิ่นซึ่งมีความรู้และประสบการณ์อยู่แล้ว มาประยุกต์ให้เหมาะสมกับวัสดุที่นำมาศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเป็นการต่อยอดภูมิความรู้ที่มีอยู่เดิม แต่จะมุ่งเน้นในด้านวัสดุที่นำมาเสริมเพื่อเพิ่มมูลค่าของอิฐบล็อกประสาน

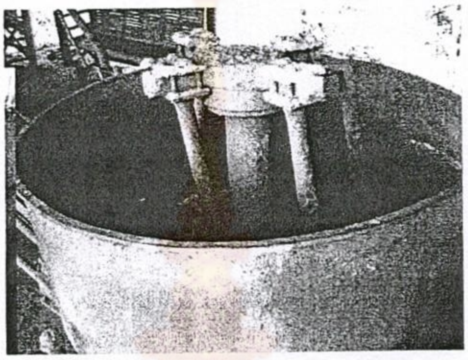
3.5.1 เครื่องมือที่ใช้

1) เครื่องอัดขึ้นรูปอิฐบล็อกประสาน เป็นเครื่องอัดด้วยระบบไฮดรอลิค กำลังการผลิต 500 – 1000 ก้อนต่อวัน กดได้ครั้งละ 2 ก้อน



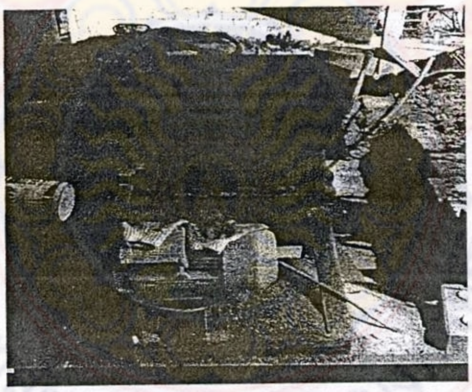
ภาพที่ 3.3 เครื่องอัดขึ้นรูปอิฐบล็อกประสาน

2) เครื่องผสม ใช้ผสมวัตถุดิบให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวก่อนจะนำมาเข้าเครื่องอัดขึ้นรูปเป็นอิฐบล็อกประสาน



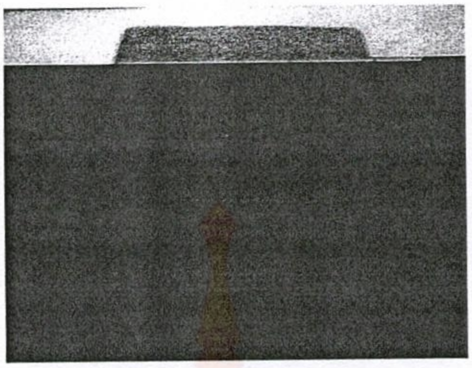
ภาพที่ 3.4 เครื่องผสม

3) เครื่องบดดินลูกรัง ใช้บดดินลูกรังให้มีขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ได้เพื่อให้เนื้อดินมีความละเอียดทั้งก้อน



ภาพที่ 3.5 เครื่องบดดินลูกรัง

4) เครื่องชั่ง ใช้ในการชั่งวัสดุให้มีน้ำหนักตามอัตราส่วนที่ต้องการความละเอียด 0.01 g



ภาพที่ 3.6 เครื่องชั่งความละเอียด 0.01 g

3.5.2 การผลิตอิฐบล็อกประสาน

ขั้นตอนในการผลิตอิฐบล็อกประสานมีขั้นตอนที่พอสรุปได้ดังนี้

1) เตรียมดินลูกรังที่บดกับเครื่องบด ขนาดผ่านตะแกรง ทรายละเอียด และขี้เถ้าใยปาล์ม ใส่ในเครื่องผสม ตามอัตราส่วนที่ต้องการ แล้วเติมน้ำ ไม่ควรให้เหลวจนเกินไปเพราะจะทำให้การขึ้นรูปยาก

2) เมื่อผสมเข้ากันดี นำวัสดุที่ได้เข้าเครื่องอัดอิฐบล็อกประสาน

3) เมื่อได้อิฐครบตามอัตราส่วนและจำนวนครบแล้วควรบ่ม ให้อิฐมีความชื้นตลอดเวลาเป็นเวลา 3 วัน ก่อนทำการขนย้ายได้

4) ทำการย้ายอิฐมาไว้ในที่ร่มให้แห้งเป็นเวลา 28 วันก่อนนำไปทดสอบต่อไป

3.6 ทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของอิฐบล็อกประสาน

ในการทดสอบจะมุ่งเน้นตรวจสอบคุณสมบัติของอิฐบล็อกประสานเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.602/2547) โดยดำเนินการทดสอบดังต่อไปนี้

3.6.1 ทดสอบความสามารถรับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน

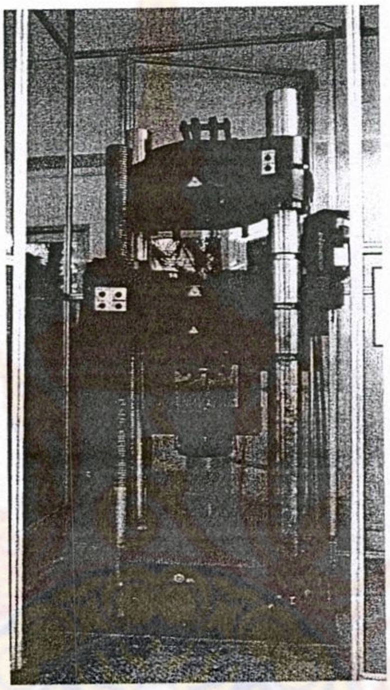
ในส่วนของการทดสอบกำลังของอิฐบล็อกประสานได้ทำการทดสอบ 2 วิธีการคือ

1) การทดสอบกำลังอัด (Compressive Strength) ของก้อนตัวอย่างอิฐบล็อกประสานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.602/2547)

2) การทดสอบกำลังอัด (Compressive Strength) ของก้อนตัวอย่างอิฐบล็อกประสานก่อสูง5 ชั้น มีอุปกรณ์การทดสอบ และวิธีการดังนี้

อุปกรณ์การทดสอบ

- เครื่อง Universal testing machine
- เครื่องมือชั่ง
- เครื่องมือวัดความยาวหรือไม้บรรทัดเหล็ก
- เกรียงเหล็ก และแผ่นรองพื้นให้เรียบ (สำหรับจัดวางและปรับแต่งตัวอย่าง)



ภาพที่ 3.7 เครื่องทดสอบ Universal testing machine

วิธีทดสอบ

• นำอิฐตัวอย่างที่ต้องการทดสอบแช่น้ำให้อยู่ในสภาพชื้น เพื่อป้องกันอิฐดูดน้ำจากปูนก่อ

• ผสมปูนมอร์ต้าให้พอเหมาะ

• นำปูนก่อละเลงบนแผ่นเรียบซึ่งวางอยู่ในระดับนอน นำอิฐแผ่นที่หนึ่งกดทางด้านแบนลงบนปูนก่อให้ได้ระดับ โดยมีความหนาระหว่างแผ่นอิฐกับแผ่นรองเรียบประมาณ 5 ม.ม. และตัดปูนปลาสเตอร์ที่ล้นเกินขอบอิฐออกโดยรอบ

• ละเลงปูนก่อลงบนแผ่นอิฐนี้แล้วนำอิฐแผ่นที่สองกดทับลงไปให้ได้ระดับ โดยให้มีความหนาของปูนระหว่างแผ่นอิฐประมาณ 5 ม.ม. เช่นกัน และ หยอดปูนในรูของอิฐจนเต็ม

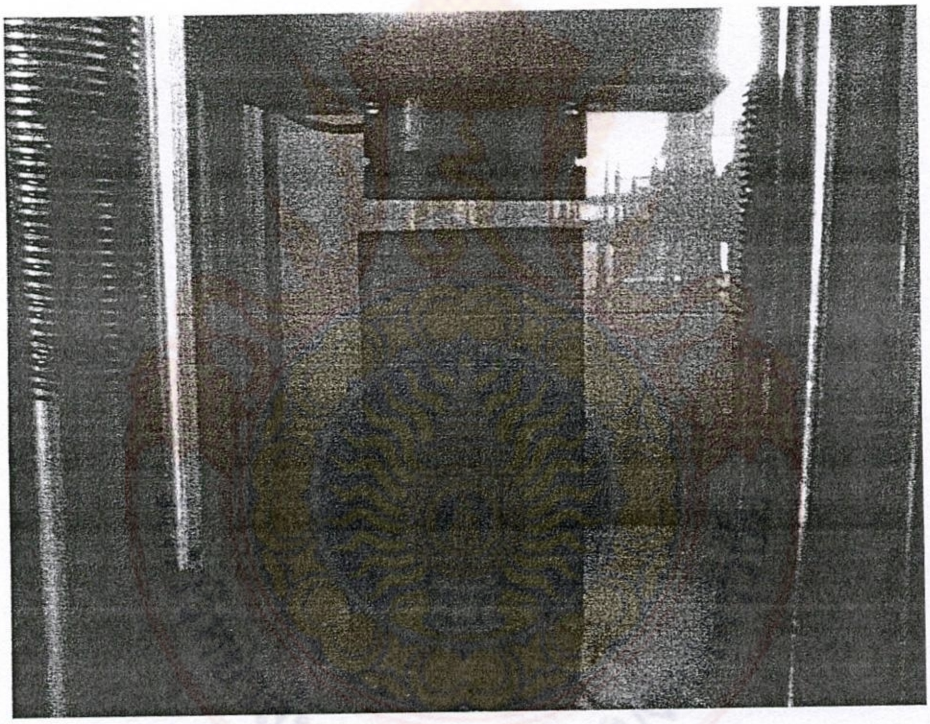
• ทำลักษณะเช่นเดียวกันจนครบ 5 ก้อน โดยให้อิฐที่จะทำการทดสอบวางอยู่ในแนวเดียวกัน ก้อนบนสุดตัดปุ้มออก และ อุดร่องด้านข้างให้เรียบ ทิ้งไว้ให้แห้ง 24 ชั่วโมง

• นำอิฐที่ก่อไว้แห้งดีแล้วมาวัดความสูง ขนาด น้ำหนัก

• ทำตารางบนอิฐเป็นตารางขนาด 1''x 1''ด้วยปากกาเมจิกเพื่อบอกตำแหน่งรอยแตกที่เกิด

• นำก้อนตัวอย่างเข้าเครื่อง Universal testing machine เซตตำแหน่ง และ ค่าบนเครื่องก่อน

• เมื่อกดอิฐจนแตกแล้วใช้ปากกาเมจิกเขียนเส้นรอยที่แตก เพื่อสรุปพฤติกรรม และจดค่ากำลังสูงสุด



ภาพที่ 3.8 การทดสอบกำลังอัดก่อ 5 ชั้น

3.6.3 ทดสอบหาการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน

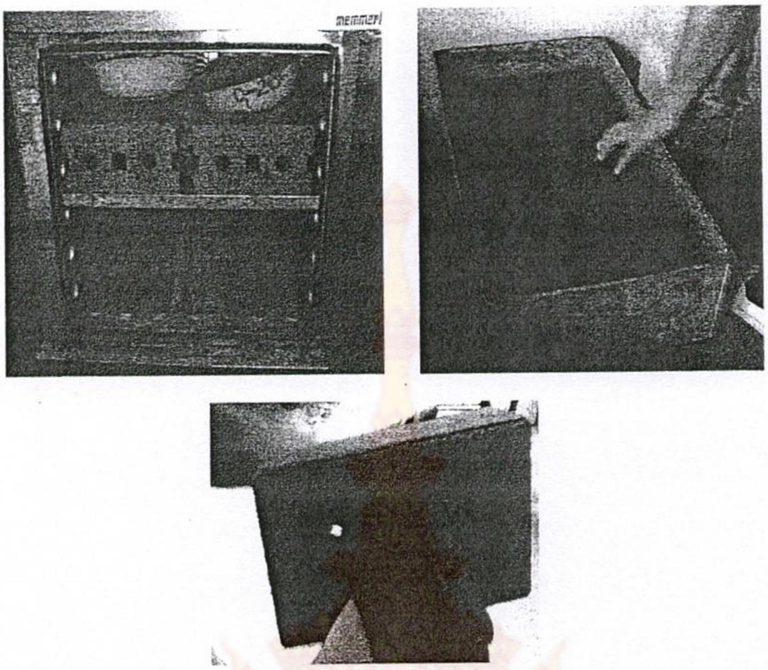
การทดสอบการดูดซึมน้ำ (Water absorption) ของก้อนตัวอย่างอิฐบล็อกประสาน

เครื่องมือและอุปกรณ์การาทดลอง

- เครื่องมือชั่งที่สามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม
- เครื่องมือวัด อาทิ ตลับเมตร ไม้บรรทัดเหล็ก
- ตู้อบไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้ 110 องศาเซนเซียน
- ภาชนะที่สามารถบ่มตัวอย่าง
- ผ้าเนื้อนุ่มซับน้ำ (ควรเป็นผ้าขนหนู)

วิธีทดสอบ

- คัดเลือกขนาดตัวอย่างที่ใช้ทดสอบจำนวนตัวอย่างละ 3 ก้อน โดยเลือกขนาดก้อนที่สมบูรณ์มากที่สุด
- วัดขนาด และชั่งตัวอย่างพร้อมทำสัญญาลักษณ์ หรือหมายเลขไว้ในแต่ละชุดต่อตัวอย่างเพื่อป้องกันข้อมูลคลาดเคลื่อน
- นำตัวอย่าง เข้าตู้อบไฟฟ้าปรับอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำออกมาชั่งน้ำหนักในแต่ละก้อนตัวอย่าง เป็นWs
- นำตัวอย่างมาแช่ในภาชนะที่มีน้ำ โดยแช่ให้ท่วมก้อนอิฐทุกกอ้นตัวอย่าง แช่ทิ้งไว้ 1/2 ชั่วโมง
- นำตัวอย่างที่แช่ ขึ้นจากน้ำ นำผ้าขนหนูซับน้ำในแต่ละก้อนตัวอย่างให้แห้งซึ่งอยู่ในลักษณะอิ่มตัวผิวแห้ง แล้วนำมาชั่งในแล้วเสร็จภายใน 5 นาทีหลังจากที่ซับน้ำแล้วบันทึกค่า
- นำอิฐแช่ต่อไปอีก 24 ชั่วโมง นำผ้าขนหนูซับน้ำในแต่ละก้อนตัวอย่างให้แห้งซึ่งอยู่ในลักษณะอิ่มตัวผิวแห้ง แล้วนำมาชั่งในแล้วเสร็จภายใน 5 นาทีหลังจากที่ซับน้ำแล้วเสร็จ และบันทึกค่า



ภาพที่ 3.9 การทดสอบการดูดซึมน้ำ

3.7 ทดสอบการกันความร้อน

การทดสอบการกันความร้อนทำได้โดยวิธีการดังนี้

1) ก่ออิฐบล็อกประสานเป็นกล่อง 4 เหลี่ยม 2 ช่อง แบบปิด ดังภาพที่ 3.10

2) นำอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าวที่ต้องการทดสอบการกันความร้อนไปเสริมในช่องกลางเพื่อเป็นผนังกั้น

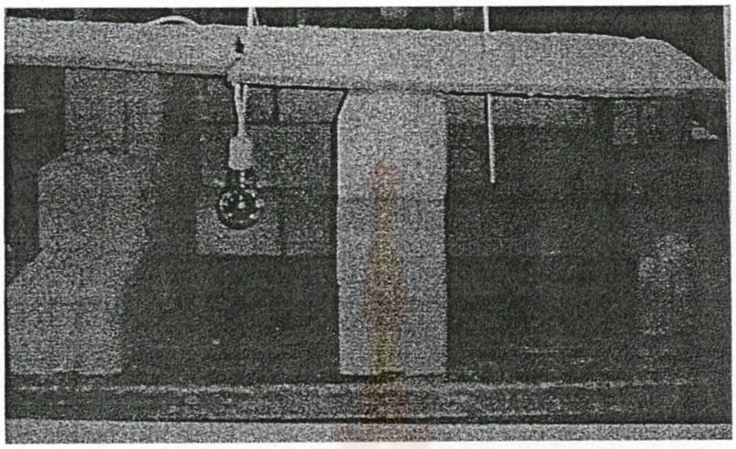
3) นำหลอดไฟที่ให้ความร้อนมาอยู่ด้านใดด้านหนึ่งเพื่อให้ความร้อน เป็นด้านรับความร้อนของผนัง แล้วนำเทอร์โมมิเตอร์มาติดตั้งเพื่อวัดอุณหภูมิ

4) นำเทอร์โมมิเตอร์มาติดตั้งเพื่อวัดอุณหภูมิ อีกด้านหนึ่ง อุณหภูมิที่วัดได้เป็นด้านหลบความร้อน

5) การวัดอุณหภูมิต้องมีการให้ความร้อนจนอุณหภูมิคงที่ทั้งสองด้าน ใช้เวลาประมาณ 30 นาที

6) เปลี่ยนอิฐบล็อกประสานก้อนตัวอย่างอัตราส่วนผสมอื่น ๆ แล้วทำการทดลองจากขั้นตอนที่ 2 เพื่อได้ค่าอุณหภูมิด้านรับความร้อน และด้านหลบความร้อน

7) นำค่าที่ได้มาทำการวิเคราะห์การกันความร้อนของอิฐบล็อกประสานและวิเคราะห์ผลกระทบจากการแทนที่ฟางข้าวแทนดินลูกรังบางส่วนแต่ละอัตราส่วนผสม



ภาพที่ 3.10 การทดสอบการกันความร้อน

3.8 วิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าวในการนำไปใช้จริง

3.8.1 ข้อดีด้านการกันความร้อน

1) น้ำหนักเบา และมีค่าความหนาแน่นน้อย
2) มีค่าการนำความร้อนต่ำ คือการให้ความร้อนไหลผ่านฉนวนได้ยาก
3) มีความคงทนต่อแรงอัดและ แรงดึงได้เป็นอย่างดี
4) มีอัตราการดูดซับความชื้นที่ต่ำ
5) มีความสามารถต้านทานการกัดกร่อนได้ดี
6) เปลี่ยนรูปได้ยาก และมีความคงตัวสูง
7) มีความทนต่อการติดไฟได้ดี
8) สามารถใช้ได้กับอุณหภูมิที่กว้างหรือทุกระดับได้
9) ติดตั้งง่ายและสะดวก

3.8.2 ข้อดีด้านคุณสมบัติทางกลศาสตร์

1) ความสามารถทางด้านกำลังอัด
2) การดูดซึมน้ำ

บทที่ 4

ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

บทนี้จะกล่าวถึง ผลการศึกษาที่ได้จากการทดสอบทางวิศวกรรม และการวิเคราะห์ผล โดยมุ่นเน้นเพื่อนำไปสู่การนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง และการกันความร้อนของบล็อกประสานที่เป็นผลกระทบจากการใส่ฟางข้าวเพิ่มเข้าไป

4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุ

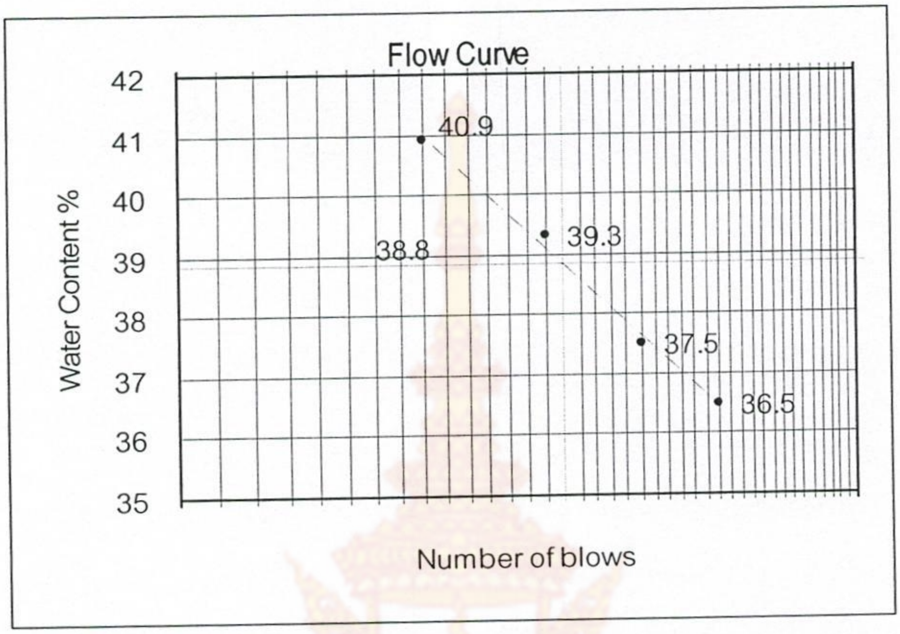
จากการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุที่นำมาผลิตเป็นบล็อกประสานได้ผลการทดสอบดังนี้

4.1.1 ดินลูกรัง

จากการทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรม คือ การทดสอบ Atterberg limit การทดสอบหาขนาดคละ ความถ่วงจำเพาะ และการดูดซึมน้ำของดินลูกรังได้ผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบ Atterberg limit

TEST	LIQUID LIMIT				PLASTIC LIMIT	
Trail	1	5	6	4	5	6
Can No.	19	15	42	25	15	42
No. Of blows	18	24	30	36	-	-
Wet. Soil + can	32.39	26.54	26.89	31.5	26.54	26.89
Dry. Soil + can	26.47	23.83	24.11	26.29	23.83	24.11
Mass Of Water	5.92	2.71	2.78	5.21	2.71	2.78
Mass Of can	11.99	11.91	12.14	12.00	11.91	12.14
Mass Of Dry Soil	14.48	11.92	11.97	14.29	11.92	11.97
Water content	40.9	22.7	23.2	36.5	22.7	23.2
	L.L.= 38.8%				P.L.=23%	
	P.I.= L.L.-P.L. = 15.8%					



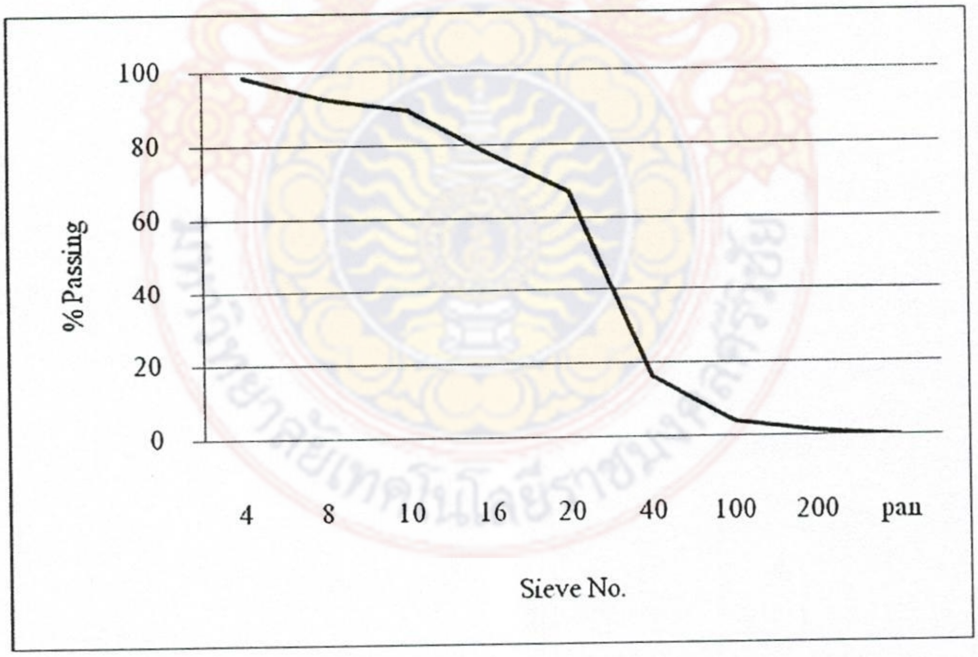
ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์น้ำกับจำนวนครั้งที่เคาะ

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1 พบว่า ดินลูกรังมีค่า L.L. เท่ากับ ร้อยละ 38.8 ค่า P.L. เท่ากับ ร้อยละ 23 และค่า P.I. เท่ากับ ร้อยละ 15.8 จากค่าที่ได้แสดงให้เห็นว่าดินลูกรังที่นำมาทดสอบ มีค่าความสามารถที่จะเปลี่ยนเป็นของเหลวค่อนข้างสูง นั่นคือหากมีการผสมน้ำในปริมาณมากจะทำให้ดินลูกรังชนิดนี้ไม่สามารถขึ้นรูปได้

การทดสอบคุณสมบัติมวลรวมดินลูกรัง ในด้านการหาขนาดคละเพื่อเป็นการทดสอบความหนาแน่นเมื่อทำการอัดขึ้นรูป ถ้าดินมีขนาดคละที่ดีช่องว่างก็จะน้อยลงส่งผลให้ดินมีความหนาแน่นมากขึ้นตามไปด้วย ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการหาขนาดคละของดินลูกรัง

Sieve No.	Wt.of sieve (gm.)	Wt.of soil + sieve (gm.)	Wt.of Retained (gm.)	%Retained	Cumulative %Retained	%Passing
4	722.18	731.28	9.10	1.82	1.82	98.18
8	472.30	500.70	18.40	5.68	7.50	92.50
10	468.70	484.95	16.25	3.25	10.75	89.25
16	552.30	611.10	58.80	11.76	22.50	77.50
20	541.65	595.35	53.70	10.74	33.24	66.76
40	566.12	817.57	251.45	50.29	83.53	16.47
100	533.44	595.54	62.10	12.42	95.95	4.05
200	294.06	307.36	13.30	2.66	98.61	1.39
pan	283.20	290.25	7.05	1.41	100	0.00
∑			500.15			



ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตะแกรงร่อนกับเปอร์เซ็นต์ผ่าน

จากตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2 พบว่า ดินลูกรังชนิดนี้มีขนาดคละไม่ดีเท่าที่ควร มีความเป็นส่วนละเอียดอยู่มาก ซึ่งสอดคล้องกับค่า Atterberg limit ที่เมื่อดินลูกรังมีการผสมน้ำมากไปจะทำให้อิฐขึ้นรูปไม่ได้ ทั้งนี้ก็มาจากขนาดคละที่มีส่วนละเอียดมากนั่นเอง

การทดสอบคุณสมบัติมวลรวมดินลูกรัง ในด้านการหาค่าความถ่วงจำเพาะ เพื่อเป็นการวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน น้ำหนัก ค่าการดูดกลืนน้ำของดินลูกรัง ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการหาความถ่วงจำเพาะของดินลูกรัง

Test No.		1	2	3	Average
น้ำหนักดิน	B	450.00	453.25	456.55	
น้ำหนักขวด+ดิน+น้ำ	C	981.93	986.80	990.40	
อุณหภูมิ		30	32	31	
น้ำหนักดินแห้ง	A	445.04	449.25	452.42	
น้ำหนักขวด + น้ำ	D	693.40	696.00	697.50	
Bulk Specifice Gravity (A/(B+D-C))		2.76	2.77	2.76	2.76
Bulk Specifice Gravity (B/(B+D-C))		2.79	2.79	2.79	2.79
Apparent Specifice Gravity (A/(D+A-C))		2.84	2.83	2.84	2.84
Percent Absurption (B-A)(100/A)		1.11	0.89	0.91	0.97

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ดินลูกรังประเภทนี้โดยทั่วไปจะไม่แบ่งชั้น เหล็กออกไซด์สีแดงที่เกิดขึ้นจะมีปริมาณต่างๆ กันขึ้นกับสภาพแวดล้อมต่างๆ และสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของชั้นดินที่ทับถม ดินลูกรังชนิดนี้มีค่าความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 2.84 และค่าการดูดซึมน้ำ เท่ากับ 0.97

4.1.2 ฟางข้าว

จากตัวอย่างฟางข้าวดังภาพที่ 3.1 นำมาทดสอบทางเคมีได้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบทางเคมีของฟางข้าว

Proximate analysis		
Moisture,	%	10.00
Ash,	%	10.39
Volatile Matter.	%	60.70
Fixed Carbon,	%	18.90
Ultimate Analysis		
Carbon,	%	38.17
Hydrogen,	%	5.02
Oxygen,	%	35.28
Nitrogen,	%	0.58
Sulfur,	%	0.09
Chlorine,	%	Na
Ash,	%	10.39
Moisture,	%	10.00
Other Characteristics		
Bulk Density ,	kg/m^3	125
Higher heating value ,	kJ/kg	13,650
Lower heating value ,	kJ/kg	12,330

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ฟางข้าวมีค่าความร้อนต่ำ มีค่าเท่ากับ 12,330 kJ/kg เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่าสามารถนำมาค่าความร้อนดังกล่านำมาใช้ได้จริงจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง

4.2 อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของอิฐบล็อกประสาน

การผลิตอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าว แทนที่ดินลูกรังที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 20 ค้างเบอร์ 40 ด้วยฟางข้าว ร้อยละ 2 4 6 8 และ 10 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนผสมเป็นตามตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 อัตราส่วนผสมของอิฐบล็อกประสาน โดยน้ำหนัก

ตัวอย่าง	ปริมาณวัสดุ(โดยน้ำหนัก)			
	ฟางข้าง (gm)	ซีเมนต์ (gm)	ดินลูกรัง (gm)	น้ำ (ml))
BP0	-	1,000	3,750	250
BP2	40	1,000	3,710	250
BP4	80	1,000	3,670	250
BP6	121	1,000	3,629	250
BP8	161	1,000	3,589	250
BP10	201	1,000	3,549	250

หมายเหตุ BP 0 คืออิฐบล็อกประสานที่ใช้ดินลูกรังล้วนเป็นวัสดุมวลรวม
BP 10 คืออิฐบล็อกประสานที่ใช้ฟางข้าวแทนที่ดินลูกรังร้อยละ 10

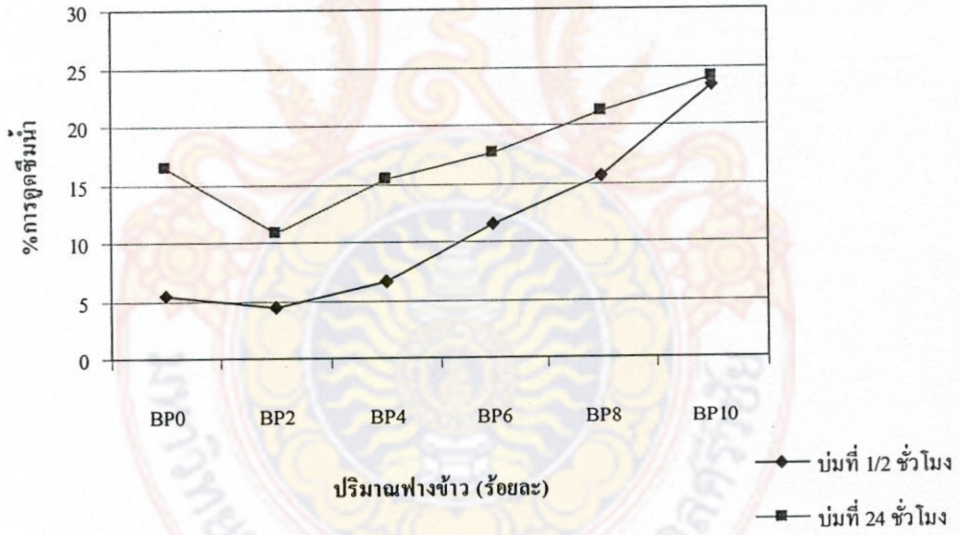
จากตารางที่ 4.5 การแทนที่ดินลูกรังร้อยละ 2 4 6 8 10 เพื่อศึกษาผลกระทบของค่ากำลังอัด การดูดซึมน้ำ หน่วยน้ำหนัก และการกันความร้อน จะเห็นว่าควบคุมการใช้ซีเมนต์ น้ำ ให้คงที่ในส่วนของตัวอย่าง BP 0 คืออิฐบล็อกประสานที่ใช้ดินลูกรังล้วนเป็นวัสดุมวลรวมเป็นตัวอย่างควบคุมเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบดังกล่าว

4.3 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน

จากผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.6

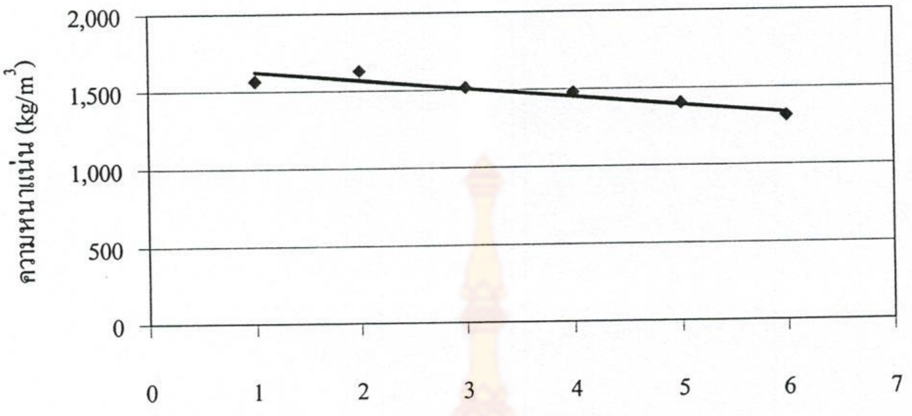
ตารางที่ 4.6 ค่าการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าว

ตัวอย่าง	%การดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน		ความหนาแน่น
	การบ่มที่ ½ ชั่วโมง	การบ่มที่ 24ชั่วโมง	kg/m^3
BP0	5.5	16.51	1,563
BP2	4.46	10.79	1,627
BP4	6.63	15.38	1,514
BP6	11.55	17.55	1,470
BP8	15.61	21.15	1,398
BP10	23.39	24.04	1,312



ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซึมน้ำกับปริมาณฟางข้างของอิฐบล็อกประสาน

จากตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.3 พบว่าการเพิ่มปริมาณของฟางข้าวจะทำให้การดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสานสูงขึ้นด้วย การแทนที่ดินลูกรังด้วยฟางข้าวร้อยละ 2 แนวโน้มที่จะทำให้การดูดซึมน้ำมีค่าใกล้เคียงกับการตัวอย่างควบคุมเนื่องจากการแทนที่ร้อยละ 2 เป็นการผสมที่ทำให้ช่องว่างของมวลของอิฐบล็อกมีความแน่นที่ดีขึ้น โดยดูได้จากความหนาแน่นของอิฐบล็อกก็มีแนวโน้มสูงขึ้นจากตัวอย่างควบคุมตามภาพที่ 4.4 และจะส่งผลให้ความสามารถในการรับแรงอัดก็จะสูงขึ้นด้วย ดังตารางที่ 4.7



ภาพที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของบล็อกประสานกับปริมาณฟางข้าง

จากภาพที่ 4.4 พบว่าการเพิ่มปริมาณของฟางข้าวจะทำให้ความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสานลดลง

4.4 กำลังอัดของบล็อกประสาน

จากผลการทดสอบกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน

ตัวอย่าง	กำลังอัด (ksc)
BP0	44.27
BP2	50.98
BP4	48.99
BP6	51.71
BP8	45.63
BP10	40.81

จากตารางที่ 4.7 พบว่าการแทนที่ฟางข้าวที่ ร้อยละ 2 จะทำให้กำลังอัดของอิฐบล็อกประสานสูงกว่าตัวอย่างควบคุม เหตุผลเพราะการนำฟางข้าวแทนที่ดินลูกรังในอัตราส่วนร้อยละ 2 จะทำให้อิฐบล็อกประสานมีอัตราส่วนคละที่ดีขึ้นอีกทั้งเส้นใยจากฟางข้าวยังเป็นตัวจับยึดให้องค์ประกอบของอิฐบล็อกประสานกันมากขึ้น และพบว่าเมื่อเติมฟางข้าวร้อยละ 10 จะทำให้อิฐบล็อกประสานมีแนวโน้มกำลังอัดลดลงและต่ำกว่ากำลังอัดของอิฐบล็อกประสานที่ไม่เติมฟางข้าว และเมื่อเปรียบ

กับค่ากำลังอัดของอิฐบล็อกประสานตามมาตรฐาน มผช.779/2548 ชนิดไม่รับน้ำหนัก กำหนดให้ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร พบว่าทุกอัตราส่วนผสมผ่านเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว แต่มีกำลังอัดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานชนิดรับน้ำหนัก โดยกำหนดค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 77 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ภาพที่ 4.5 ลักษณะการวิบัติของอิฐบล็อกประสานเมื่อรับแรงอัด

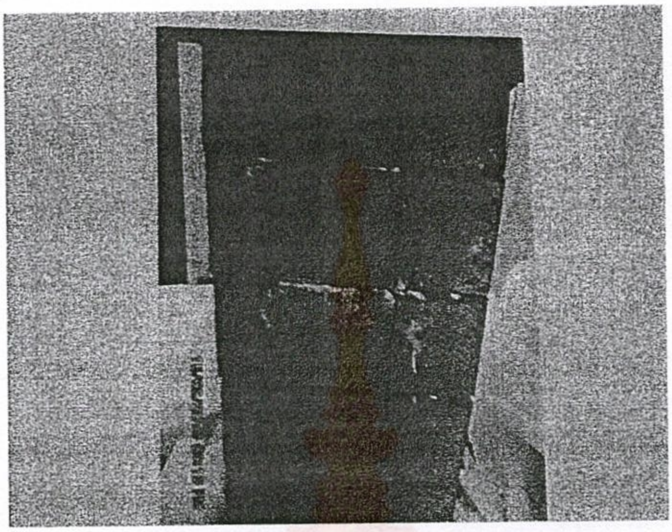
4.5 กำลังอัดของอิฐบล็อกประสานก่อสูง 5 ชั้น

ผลการทดสอบกำลังอัดของอิฐบล็อกประสานก่อสูง 5 ชั้น ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบกำลังอัดของบล็อกประสานก่อสูง 5 ก้อน

ตัวอย่าง	กำลังอัด (ksc)
BP0	25.80
BP2	37.50
BP4	17.74
BP6	18.45
BP8	12.67
BP10	12.24

จากตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าการแทนที่ฟางข้าวร้อยละ 2 จะทำให้กำลังอัดก่อสูง 5 ก้อนของบล็อกประสานสูงกว่าที่ไม่เติมฟางข้าว



ภาพที่ 4.6 ลักษณะการวิบัติของอิฐบล็อกประสานก่อ 5 ชั้น เมื่อรับแรงอัด

4.6 ผลการทดสอบการกันความร้อน

ผลการทดสอบการกันความร้อน ได้แสดงผลดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการกันความร้อนของบล็อกประสาน

ตัวอย่าง	อุณหภูมิก่อนทดสอบ (C°)	เวลาที่ให้ความร้อน (hr.)	อุณหภูมิหลังจากให้ความร้อน (C°)		ร้อยละความต่าง
			ด้านรับ	ด้านหลบ	
BP0	26	1	76.5	32.0	58.17
BP2	28	1	76.5	31.5	58.82
BP4	26	1	76.5	30.0	60.78
BP6	28	1	76.5	29.0	62.09
BP8	29	1	76.5	28.0	63.40
BP10	29	1	76.5	27.5	64.05

จากตารางที่ 4.9 พบว่าการเพิ่มปริมาณของฟางข้าวจะทำให้บล็อกประสานมีความสามารถในการกันความร้อนได้ดีขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติอื่นๆ ประกอบคือกำลังอัด การดูดซึมน้ำ และขั้นตอนในการผลิตอิฐบล็อกประสาน จึงแนะนำให้ใช้อัตราส่วนการใช้ฟางข้าวร้อยละ 2-8 ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน

บทที่ 5
สรุป

บทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการศึกษาทั้งหมดของโครงการและข้อเสนอแนะสำหรับงานนำผลการศึกษาไปใช้กับงานจริงและข้อเสนอแนะสำหรับประเด็นที่จะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมที่เกี่ยวกับการนำไม้มะพร้าวไปใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาในครั้งนี้ สรุปได้ดังนี้

1) ฟางข้าวสามารถนำมาผสมในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้

2) อิฐบล็อกประสานแทนที่ดินลูกรังด้วยฟางข้าวร้อยละ 2 4 6 8 และ 10 มีค่ากำลังอัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.602/2547 ชนิดไม่รับน้ำหนัก

3) การเพิ่มปริมาณของฟางข้าวจะทำให้หน่วยน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานลดลง การดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้น

4) การเพิ่มปริมาณของฟางข้าวจะทำให้อิฐบล็อกประสานมีความต้านทานความร้อนได้ดีขึ้น

5) การแทนที่ดินลูกรังไม่เกินร้อยละ 2 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการศึกษาไปใช้งานจริง

การนำไปสู่การใช้งานให้มีความคุ้มค่ามากที่สุด ควรนำอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าวไปใช้กับงานที่ไม่ใช้รับน้ำหนักโดยตรง เพราะการผสมฟางข้าวแทนที่ดินลูกรังสูงกว่าร้อยละ 2 จะทำให้กำลังอัดลดลง และการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น การนำไปใช้งานที่เหมาะสมที่สุดคือผนังอาคารที่ไม่รับน้ำหนักซึ่งจะมีข้อดีคือความสามารถในการกันความร้อนได้ดี มีน้ำหนักเบา ส่วนที่ต้องระวังในการนำไปใช้งานคือการดูดซึมน้ำที่มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณฟางข้าว สามารถแก้ปัญหาได้โดยการทาสีกันความดูดซึมจะลดการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน และยังเพิ่มความสวยงาม อัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำไปใช้งานมากที่สุดคือการแทนที่ที่ดินลูกรังสูงกว่าร้อยละ 2 เพราะเป็นอัตราส่วนที่ได้อิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าวที่มีกำลังอัดที่สูงกว่าตัวอย่างควบคุม มีการดูดซึมน้ำที่ไม่สูง และมีการกันความร้อนที่ดีกว่าตัวอย่างควบคุม

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับประเด็นที่จะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติม

สำหรับการศึกษาที่ควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อการนำไปสู่การประยุกต์การใช้งานดีขึ้น

1) ศึกษาการกันไฟ และประเมินอายุการใช้งาน
2) ความคุ้มค่าสำหรับการผลิตในเชิงพาณิชย์
3) ศึกษาการกันไฟ และประเมินอายุการใช้งาน
4) การศึกษาวิเคราะห์เพื่อหาข้อดี และข้อด้อยของอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าวมากขึ้น

บรรณานุกรม

[1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.oae.go.th (15 มิถุนายน 2554)

[2] วรธรรม อุ่นจิตติชัย, เส้นทางของเศษฟางข้าววัสดุทดแทนไม้ที่มีอนาคต [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.nicaonline.com (5 สิงหาคม 2554)

[2] Bouchicha, M.;Aouissi, F. and Kenai, S. "Performance of Composite Soil Reinforced with bare straw." Civil Engineering Department, Cement & Concrete Composites 27(2005): pp. 617 - 620.

[3] Kumar, Arvind and Walia, Singh Baljit. "Compressive Strength of Fiber Reinforced Highly Compressible Clay." Construction and Building Materials 20(2006): pp. 1063 - 1068

[4] Bouguerra, A; Ledhem, A.; De Barquin, F.; Dheilly, R.M. and Que'neudec, M. WEffect of Microstructure on the Mechanical and Thermal Properties of Lightweight Concrete Prepared From Clay, Cement, and Wood Aggregates." Cement and Concrete Research 28(1998): pp. 1179 - 1190

ภาคผนวก ก

ผลการทดสอบ และภาพการทดลอง

ตารางที่ ก.1 รายละเอียดของผลการทดสอบหาขนาดส่วนคละของดินลูกรัง

Dry Wt or Sample = 1000 gm

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการหาขนาดคละของดินลูกรัง

Sieve No.	Wt.of sieve (gm.)	Wt.of soil + sieve (gm.)	Wt.of Retained (gm.)	%Retained	Cumulative %Retained	%Passing
4	722.18	731.28	9.10	1.82	1.82	98.18
8	472.30	500.70	18.40	5.68	7.50	92.50
10	468.70	484.95	16.25	3.25	10.75	89.25
16	552.30	611.10	58.80	11.76	22.50	77.50
20	541.65	595.35	53.70	10.74	33.24	66.76
40	566.12	817.57	251.45	50.29	83.53	16.47
100	533.44	595.54	62.10	12.42	95.95	4.05
200	294.06	307.36	13.30	2.66	98.61	1.39
pan	283.20	290.25	7.05	1.41	100	0.00
$\sum$			500.15			

ตารางที่ ก.2 รายละเอียดผลการทดสอบหาถ่วงจำเพาะของดินลูกรัง

Specific Gravity (G.s)

Test No.	1	2	3	เฉลี่ย
น้ำหนัก ดิน (Sat.Surf.Dry) (B)	445.50	448.80	450.60	
น้ำหนักขวด + ดิน + น้ำ (C)	980.43	984.20	987.30	
อุณหภูมิ	30	31	30	
น้ำหนักถ้วย + ดินแห้ง	741.56	746.41	750.10	
น้ำหนักดินแห้ง	443.54	446.65	448.32	
น้ำหนักขวด + น้ำ	691.90	693.40	694.40	
Bulk Specific Gravity A/(A+D-C)	2.83	2.83	2.84	2.83
Bulk Specific Gravity B/(B+D-C)	2.84	2.84	2.85	2.84
Apparent Specific Gravity , A/(D+A-C)	2.86	2.87	2.88	2.87
Percent Absorption , (B-A) (100/A)	0.44	0.48	0.50	0.47

ตารางที่ ก.3 ผลการทดสอบหาความหนาแน่นและความชื้นของดินลูกรัง

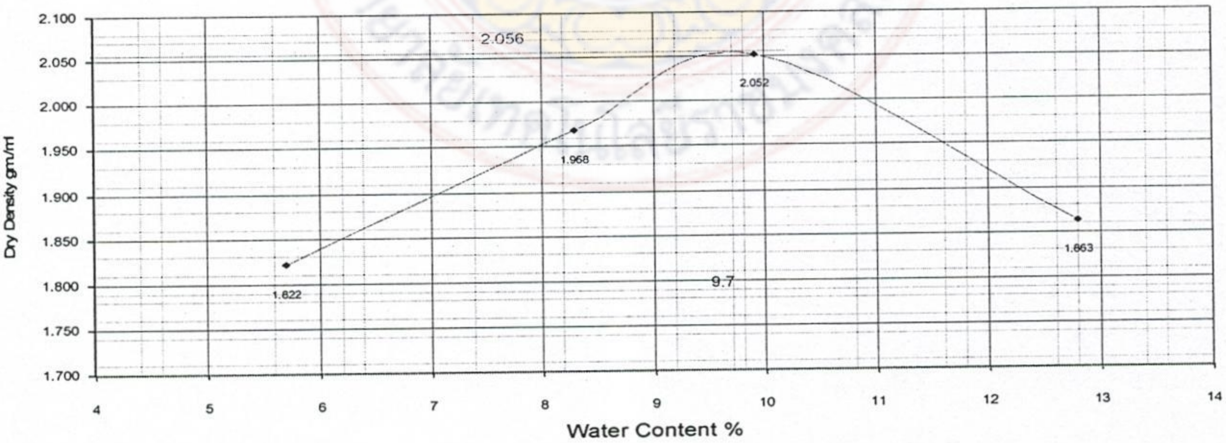
DENSITY					
Trial (water added)	%	4	6	8	10
Mass Mold+Soil	(Kg.)	6.24	6.43	6.55	6.40
Mass Mold	(Kg.)	4.42	4.42	4.42	4.42
Mass Soil	(Kg.)	1.81	2.00	2.12	1.97
Wet Density	(gm./ml.)	1.92	2.13	2.25	2.10
Dry Density	(gm./ml.)	1.82	1.96	2.05	1.86

WATER CONTENT					
Can No.		20	25	7	16
Mass Can+Wet Soil	(gm.)	35.76	34.37	39.26	39.68
Mass Can+Dry Soil	(gm.)	34.70	32.96	37.15	37.00
Mass. Water	(gm.)	1.10	1.40	2.10	2.70
Mass. Can	(gm.)	16.10	16.10	15.90	16.00
Mass Dry Soil	(gm.)	18.70	16.90	21.30	21.00
Water content	(%)	5.70	8.30	9.90	12.80

100 % Mod. Comp. ……………………………………………………= 2.05 gm./ml.

95 % Mod. Comp…. ……………………………………………………= 1.94 gm./ml.

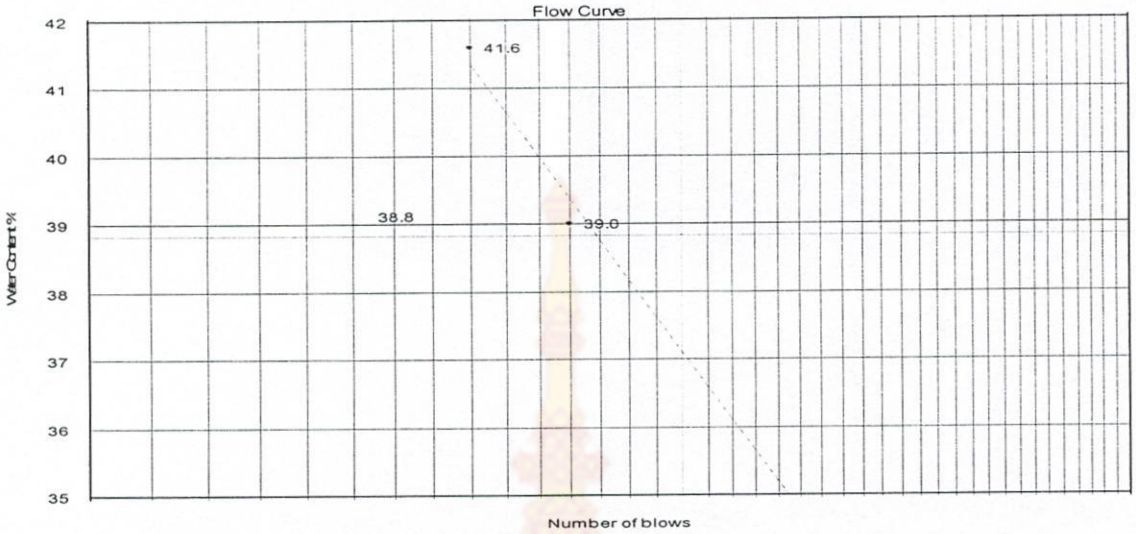
O.M.C. ……………………………………………………= 9.70 %



ภาพที่ ก.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแห้งกับความชื้นในดินลูกรัง

ตารางที่ ก.4 ผลการทดสอบหาค่า LL และ PI ของดินลูกรัง

No	1	2	3	4
Wet Soil + Can	41.02	37.50	24.30	24.65
Dry Soil + Can	38.00	35.15	22.00	22.05
Can	28.55	28.15	16.10	15.80
Dry Soil	9.45	6.50	5.90	6.25
Of Moisture	3.02	2.35	2.30	2.60
Water Content %	31.96	36.15	38.98	41.60
No.of Blows	35	32 หรือ 35	21	18
No	1	2	3	4
Wet Soil + Can	31.73	30.90	19.70	18.40
Dry Soil + Can	31.21	30.60	19.28	18.05
Can	28.55	28.65	16.10	15.80
Dry Soil	2.66	1.95	3.18	2.25
Of Moisture	0.52	0.30	0.42	0.35
Water Content %	19.54	15.38	13.20	15.55
Averavge Water content	Pl = 15.8 %			



ภาพที่ ก.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง Water Content กับจำนวนครั้งที่เคาะ

ตารางที่ ก.5 แสดงผลการทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสานส่วนผสมของอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าวอายุการบ่มที่ 28 วัน

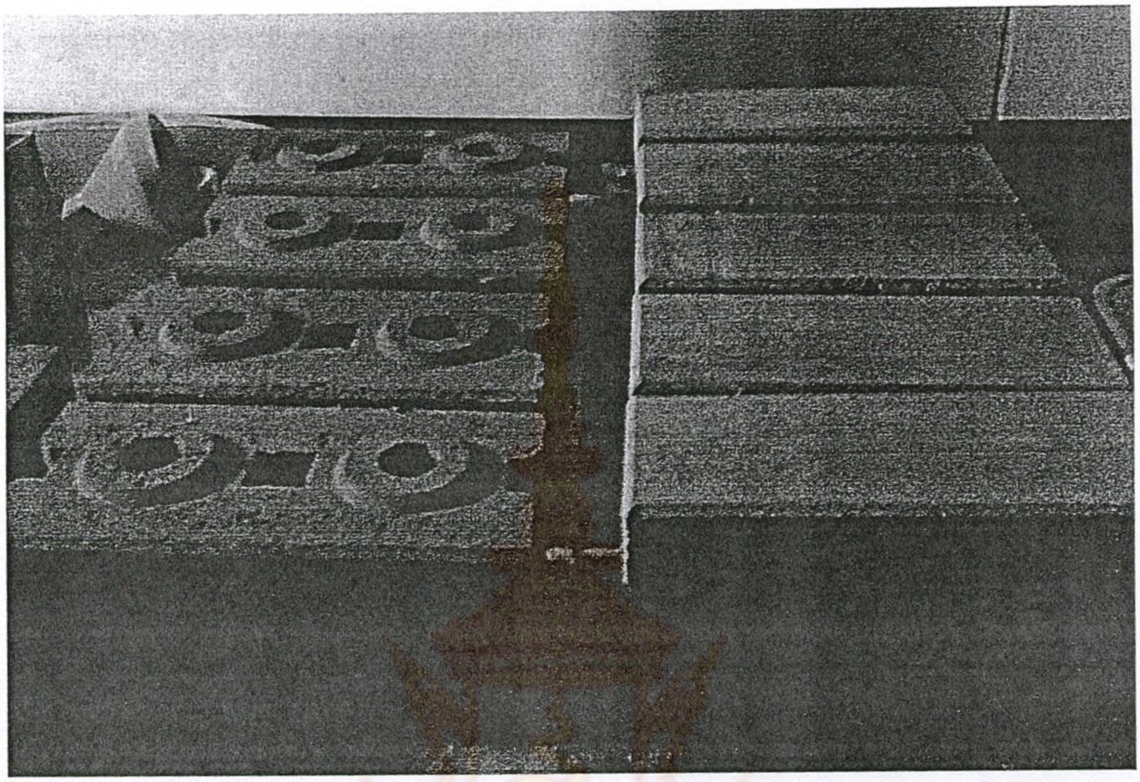
	ก้อนตัวอย่าง					10%					20%				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Ws	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.70	4.80	4.80	4.70	4.60	4.90	5.20	5.00	4.90	4.90
After½hr (kg)	4.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.30	5.40	5.40	5.20	5.20	5.50	5.90	6.60	5.60	5.60
After24 hr (kg)	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.30	5.50	5.50	5.30	5.50	5.60	5.90	5.60	5.60	5.60
% After ½ hr	11.30	11.90	11.90	11.57	12.06	12.60	12.00	12.90	12.65	13.87	12.50	12.40	13.60	12.70	12.76
ค่าเฉลี่ย	11.86					12.66					12.83				
% After 24 hr	12.60	12.70	12.90	12.28	12.68	13.60	13.10	13.30	12.76	13.97	13.40	13.50	13.40	13.44	13.56
ค่าเฉลี่ย	12.65					13.36					13.47				
	30%					40%					50%				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Ws	4.70	4.90	4.70	4.70	4.90	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.60	4.80	4.70	4.70	4.70
After ½ hr(kg)	5.30	5.40	5.30	5.30	5.50	5.70	5.60	5.70	5.70	5.60	5.30	5.50	5.50	5.30	5.40
After24 hr(kg)	5.30	5.60	5.40	5.30	5.60	5.80	5.700	5.70	5.80	5.70	5.70	5.30	5.50	5.50	5.50
% After ½ hr	13.60	13.70	13.80	12.71	13.18	13.90	12.70	14.00	14.08	12.64	14.60	14.50	15.70	13.91	14.59
ค่าเฉลี่ย	13.43					13.48					14.69				
% After 24 hr	14.40	13.80	14.8	13.57	14.07	15.30	14.70	15.2	15.57	14.60	14.80	16.10	17.20	18.31	16.92
ค่าเฉลี่ย	14.17					15.09					16.70				

ตารางที่ ก.6 แสดงผลการทดสอบหาค่ากำลังอัดอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าว อายุการบ่มที่ 28 วัน

ตัวอย่าง	กำลังอัด(MPa)					
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5	ค่าเฉลี่ย
BP 0	8.71	6.77	7.57	7.63	7.67	7.67
BP 10	7.61	8.25	6.77	7.26	6.40	7.26
BP 20	7.84	5.53	7.58	7.09	7.74	7.16
BP 30	6.16	5.66	6.61	7.08	6.93	6.49
BP 40	5.16	4.83	6.30	5.798	5.63	5.54
BP 50	4.13	5.35	5.97	5.79	6.27	5.50

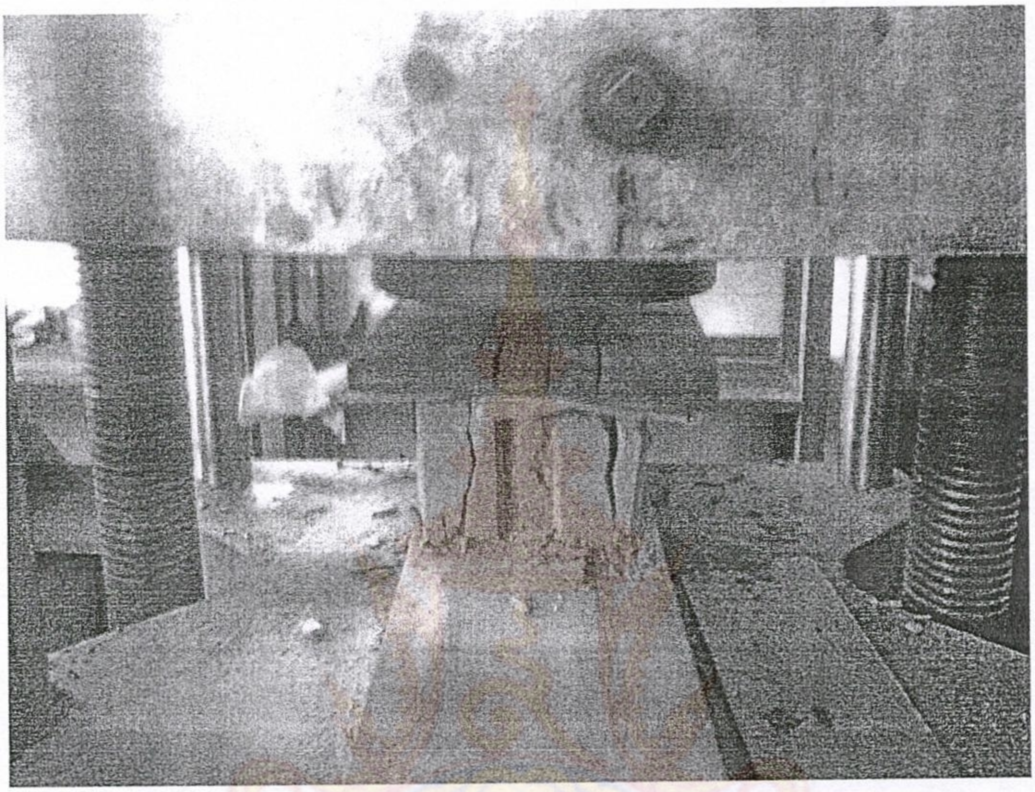
BP = อิฐบล็อกประสานที่แทนด้วยเถ้าใยปาล์มน้ำมันเป็นเปอร์เซ็นต์

ภาพที่ ก.3 วัสดุที่เตรียมสำหรับการศึกษา

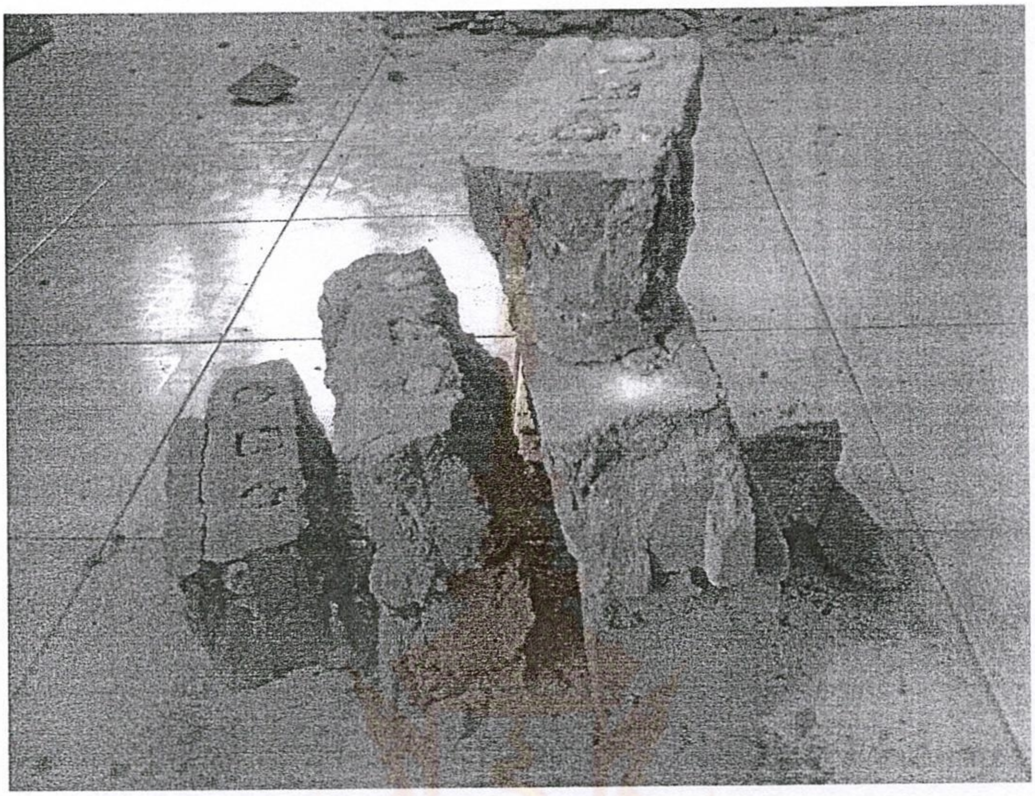


ภาพที่ ก.4 การเก็บตัวอย่างอิฐบล็อกประสาน

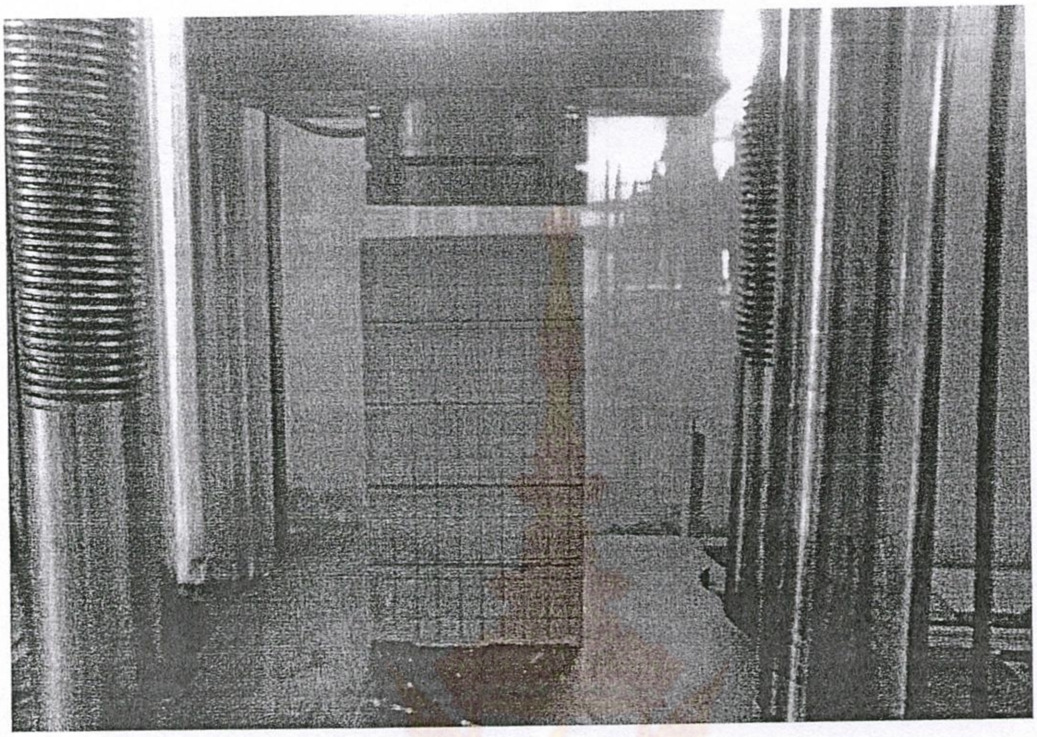
ภาพที่ ก.5 การแช่ตัวอย่างอิฐบล็อกประสานในน้ำ



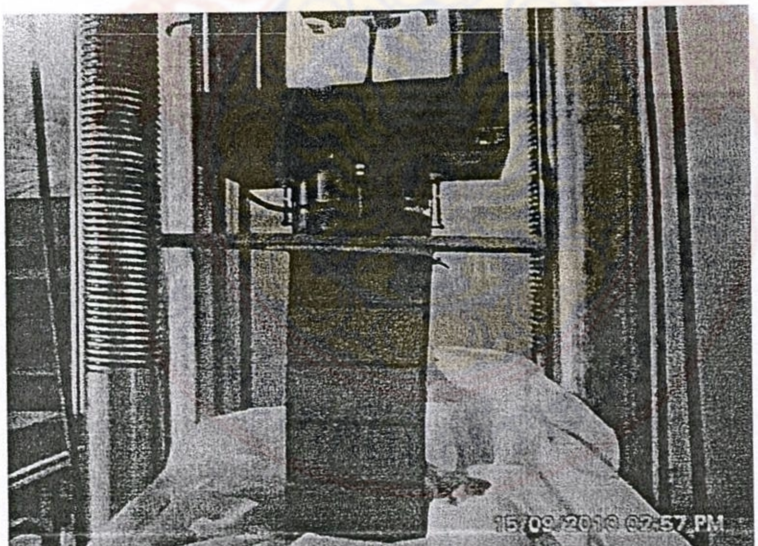
ภาพที่ ก.6 การทดสอบแรงอัด



ภาพที่ ก.7 ลักษณะการวิบัติของตัวอย่างทดสอบ



ภาพที่ ก.8 การทดสอบแรงอัดก่อขึ้น 5 ชั้น



ภาพที่ ก.9 การทดสอบแรงอัดก่อขึ้น 5 ชั้น ก่อนการวิบัติ

ภาคผนวก ข

มาตรฐานอ้างอิง อิฐบล็อกประสาน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน (มผช.602/2547)

1. ขอบข่าย

1) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะอิฐบล็อกประสานที่มีดินลูกรังและปูนซีเมนต์เป็นส่วนประกอบหลัก

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

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

2) อิฐบล็อกประสาน ชนิดรับน้ำหนัก หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อเพื่อรับน้ำหนักโครงสร้างอาคาร ได้เช่น ก่อเสา ก่อผนัง

3) อิฐบล็อกประสาน ชนิดไม่รับน้ำหนัก หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อผนังกั้นห้องหรือก่อส่วนอื่นภายในอาคารที่ไม่ใช่ส่วนที่ต้องรับน้ำหนักโครงสร้างอาคาร

3. ชนิด

1) อิฐบล็อกประสาน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- ชนิดรับน้ำหนัก
- ชนิดไม่รับน้ำหนัก

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

1) ลักษณะทั่วไป ต้องไม่มีรอยแตกหรือร้าว อาจบิ่นได้เล็กน้อย

2) มิติ ต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยแต่ละมิติมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 5 มิลลิเมตร

3) ความต้านแรงอัด

- ชนิดรับน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 7.0 เมกะพาสคัล
- ชนิดไม่รับน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 2.5 เมกะพาสคัล

4) การดูดกลืนน้ำ (เฉพาะชนิดรับน้ำหนัก) ต้องเป็นไปตามตารางที่ ข.1

ตาราง ข.1 การดูดกลืนน้ำ

น้ำหนักอิฐบล็อกประสานเมื่ออบแห้ง 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

5. การบรรจุ

1) หากมีการบรรจุ ให้บรรจุอิฐบล็อกประสานในภาชนะบรรจุที่สามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอิฐบล็อกประสานได้

6. เครื่องหมายและฉลาก

1) ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุอิฐบล็อกประสาน อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- ชื่อผลิตภัณฑ์
- มิติ
- เดือน ปีที่ทำ
- ข้อแนะนำในการใช้และการดูแลรักษา
- ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนใน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

1) รุ่น ในที่นี้ หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

2) การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

• การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป มิติ การบรรจุและเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4(1) ข้อ 4(2) ข้อ 5 และข้อ 6 จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

• การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความต้านแรงอัด ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 6 แล้ว จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4 (3) จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 7 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบการดูดกลืนน้ำ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4(4) จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

• เกณฑ์ตัดสินตัวอย่างอิฐบล็อกประสานต้องเป็นไปตามข้อ 7

• ทุกข้อ จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

1) การทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

2) การทดสอบมิติให้ใช้เครื่องวัดที่เหมาะสม

3) การทดสอบความต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ ให้ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก.57 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก. 58

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 57 – 2530

คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก

STANDARD FOR HOLLOW LOAD–BEARING CONCRETE MASONRY UNITS

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม UDC 691.327-478:69.022 ISBN 974-811-70-9

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก

มอก. 57 – 2530

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 105 ตอนที่ 8
วันที่ 14 มกราคม พุทธศักราช 2531

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 1618 (พ.ศ. 2533)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก (แก้ไขครั้งที่ 1)

โดยที่เป็นการสมควรแก้ไขเพิ่มเติมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก. 57–2530

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศแก้ไขเพิ่มเติมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก. 57–2530 ท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1294 (พ.ศ. 2530) ลงวันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ. 2530 ดังต่อไปนี้

1. ให้แก้หมายเลขมาตรฐานเลขที่ “มอก. 57–2530” เป็น “มอก. 57–2533”
2. ให้ยกเลิกความในข้อ 1.1 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ประเภท ชั้นคุณภาพและสัญลักษณ์ ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน วัสดุ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก”

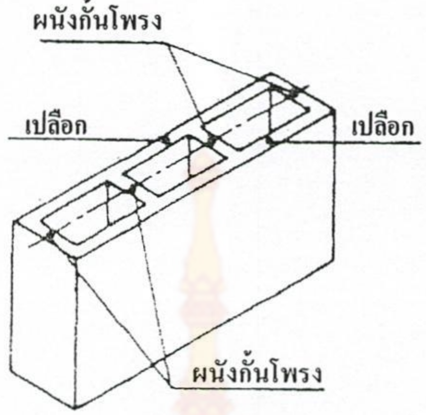
3. ให้ยกเลิกความในข้อ 2.2 ข้อ 2.3 และข้อ 2.4 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“2.2 คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก หมายถึง คอนกรีตบล็อกที่ใช้สำหรับก่อสร้างผนังที่ออกแบบให้รับน้ำหนักบรรทุกและน้ำหนักตัวเอง ประกอบด้วยเปลือก (face–shell) และผนังกั้นโพรง (web) ดังรูปที่ 1

2.3 เปลือก หมายถึง ผนังของคอนกรีตบล็อก ซึ่งเชื่อมต่อด้วยผนังกั้นโพรง ดังแสดงในรูปที่ 1

2.4 ผนังกั้นโพรง หมายถึง ผนังซึ่งเชื่อมต่อเปลือกทั้ง 2 ข้างของคอนกรีตบล็อก ดังแสดงในรูปที่ 1”

4. ให้เพิ่มรูปต่อไปนี้เป็นรูปที่ 1



รูปที่ 1 คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก
(ข้อ 2.2 ข้อ 2.3 และข้อ 2.4)

5. ให้ยกเลิกความในข้อ 3. และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"3. ประเภท ชั้นคุณภาพและสัญลักษณ์

3.1 คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1.1 ประเภท 1 คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักที่ควบคุมความชื้น ใช้สัญลักษณ์ 1

3.1.2 ประเภท 2 คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักที่ไม่ควบคุมความชื้น ใช้สัญลักษณ์ 2"

3.2 คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักแต่ละประเภท แบ่งออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพ คือ

3.1.1 ชั้นคุณภาพ ก ใช้สำหรับกำแพงภายนอกทั้งต่ำกว่าและเหนือระดับดิน โดยไม่ต้องมีการป้องกันผิวแต่อย่างใด ใช้สัญลักษณ์ ก.

3.1.2 ชั้นคุณภาพ ข ใช้สำหรับกำแพงภายนอกทั้งต่ำกว่าและเหนือระดับดิน โดยต้องมีการป้องกันผิว ใช้สัญลักษณ์ ข

3.2.3 ชั้นคุณภาพ ค ใช้สำหรับกำแพงภายนอกเหนือระดับดิน โดยต้องมีการป้องกันความเสียหายเนื่องจากลมฟ้าอากาศและใช้ทั่วไปสำหรับกำแพงภายใน ใช้สัญลักษณ์ ค"

6. ให้แก้ความจาก "รูปที่ 1" เป็น "รูปที่ 2" ทุกแห่ง

7. ให้ยกเลิกความในข้อ 6.2 และข้อ 6.3 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"6.2 ความต้านแรงอัดและการดูดกลืนน้ำของคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก
ต้องเป็นไปตามตารางที่ 3
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 109

6.3 ปริมาณความชื้น (เฉพาะคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักประเภท 1)
ต้องเป็นไปตามตารางที่ 4"

8. ให้ยกเลิกชื่อตารางที่ 4 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"ตารางที่ 4 ความชื้น (เฉพาะคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักประเภท 1)"

9. ให้ยกเลิกความในหมายเหตุ 1) ท้ายตารางที่ 4 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"หมายเหตุ 1) ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบการหดแห้งของคอนกรีตบล็อก (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม ASTM C 426)"

10. ให้ยกเลิกความในข้อ 7.1 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"7.1 ที่คอนกรีตบล็อกน้ำหนักทุกก้อน อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) สัญลักษณ์แสดงประเภทและชั้นคุณภาพ

ตัวอย่าง คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักประเภท 1 ชั้นคุณภาพ ก ใช้สัญลักษณ์เป็น 1–ก

(2) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น"

11. ให้ยกเลิกความในข้อ 8.2 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"8.2 การชักตัวอย่างเพื่อการทดสอบ ให้กระทำ ณ สถานที่ผลิต และต้องให้เวลาสำหรับการทดสอบจนครบทุกรายการอย่างน้อย 10 วัน"

12. ให้ยกเลิกความในข้อ 8.3.1 และข้อ 8.3.2 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"8.3.1 การชักตัวอย่าง

ให้เป็นไปตาม มอก. 109 โดยคัดตัวอย่างที่บกพร่องเนื่องจากการขนส่งออกเสียก่อน แล้วจึงชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันมาทำเป็นตัวอย่างทดสอบ

8.3.2 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักต้องเป็นไปตามข้อ 4. และข้อ 6. ทุกข้อ จึงจะถือว่าคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ในกรณีที่มีตัวอย่างใดไม่เป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 6.1 ข้อ 6.2 หรือข้อ 6.3 รายการใดรายการหนึ่งให้ชักตัวอย่างจากรุ่นเดียวกันจำนวน 2 เท่าของชุดตัวอย่าง มาทดสอบซ้ำในรายการนั้นผลการทดสอบซ้ำตัวอย่างทุกชุดต้องเป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 6.1 ข้อ 6.2 หรือข้อ 6.3 แล้วแต่กรณี จึงจะถือว่าคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ยกเว้นรายการความต้านแรงอัด ตัวอย่างต้องมีความต้านแรงอัดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 ของเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 3 จึงจะยอมให้ทดสอบซ้ำในรายการ ความต้านแรงอัดได้"

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด 270 วัน นับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2533

พลตำรวจเอก ประมาณ อดิเรกสาร

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 107 ตอนที่ 119
วันที่ 10 กรกฎาคม พุทธศักราช 2533

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ประเภทและชั้นคุณภาพ ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน วัสดุ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 คอนกรีตบล็อก (hollow concrete block or hollow concrete masonry unit) หมายถึง ก้อนคอนกรีตทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ และวัสดุผสมที่เหมาะสมชนิดต่าง ๆ และจะมีสารอื่นผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ได้ สำหรับก่อผนังหรือกำแพง มีรูหรือโพรงขนาดใหญ่ทะลุตลอดก้อน และมีพื้นที่หน้าตัดสุทธิที่ระนาบขนานกับผิวธารน้อยกว่าร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัดรวมที่ระนาบเดียวกัน

2.2 คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก (hollow load–bearing concrete masonry unit) หมายถึง คอนกรีตบล็อกใช้สำหรับผนังที่ออกแบบให้รับน้ำหนักบรรทุกและน้ำหนักตัวเอง

2.3 เปลือก (face–shell) หมายถึง ผนังด้านนอกของคอนกรีตบล็อก

2.4 ผนังกั้นโพรง (web) หมายถึง ผนังภายในซึ่งแบ่งโพรงในคอนกรีตบล็อก

3. ประเภทและชั้นคุณภาพ

3.1 ประเภท

คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก ซึ่งทำขึ้นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1.1 ประเภทควบคุมความชื้น

3.1.2 ประเภทไม่ควบคุมความชื้น

3.2 ชั้นคุณภาพ

คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักแต่ละประเภท แบ่งออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพ คือ

3.2.1 ชั้นคุณภาพ ก ใช้สำหรับกำแพงภายนอกทั้งต่ำกว่าและเหนือระดับดิน โดยไม่มีการป้องกันผิวแต่อย่างใด เช่น ใช้ในกรณีซึ่งการรั่วซึมจากน้ำใต้ดินหรือฝน ไม่ทำความเสียหายต่องานนั้น

3.2.2 ชั้นคุณภาพ ข ใช้สำหรับกำแพงภายนอกทั้งต่ำกว่าและเหนือระดับดิน แต่มีการป้องกันผิว

3.2.3 ชั้นคุณภาพ ค ใช้ทั่วไปสำหรับกำแพงภายใน และกำแพงภายนอกเหนือระดับดิน ที่มีการป้องกันความเสียหายเนื่องจากดินฟ้าอากาศ

4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

4.1 ความหนาของเปลือกและผนังกั้นโพรงต้องเป็นไปตามตารางที่ 1

หมายเหตุ *คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักที่ออกแบบพิเศษให้มีโลหะทนต่อการกัดกร่อนเพื่อยึดระหว่างเปลือกของก้อน อาจอนุญาตให้ทำได้ ในเมื่อการทดสอบแสดงว่าโลหะยึดนั้นมีสภาพโครงสร้างเทียบเท่ากับผนังกั้นโพรงคอนกรีตในทางความยึดตัวแข็งกำลังและการยึดกับผนังกั้นโพรง*

4.2 ขนาดของคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก

ให้มีขนาดดังแสดงในรูปที่ 1 และตารางที่ 2 โดยจะมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 2 มิลลิเมตร

ตารางที่ 1 ความหนาของเปลือกและผนังกั้นโพรง

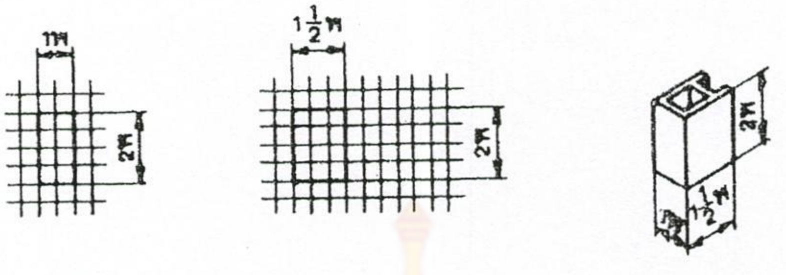
(ข้อ 4.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนาระบุของก้อน	ความหนาของเปลือกต่ำสุด [1)]	ความหนาของผนังกั้นโพรง [2)]	
		ผนังกั้นโพรงต่ำสุด [1)]	ความหนาของผนังกั้นโพรงเทียบเท่าต่ำสุดต่อความยาว 1 เมตร
90	19	19	135
140	25	25	185
190	31	25	185

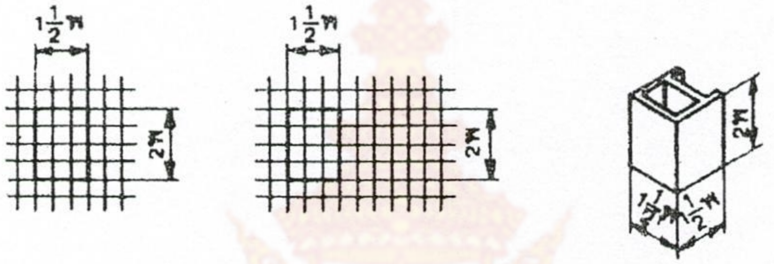
หมายเหตุ [1)] *เฉลี่ยจากการวัด 5 ก้อน โดยวัดจากส่วนที่บางที่สุดเมื่อวัดตามวิธีที่กำหนด ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อ ซึ่งทำด้วยคอนกรีต มาตรฐานเลขที่ มอก. 109*

[2)] *ผลรวมจากการวัดความหนาของผนังกั้นโพรงทั้งหมดในก้อน คูณด้วย 1 000 หารด้วยความยาวของคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก เป็นมิลลิเมตร*



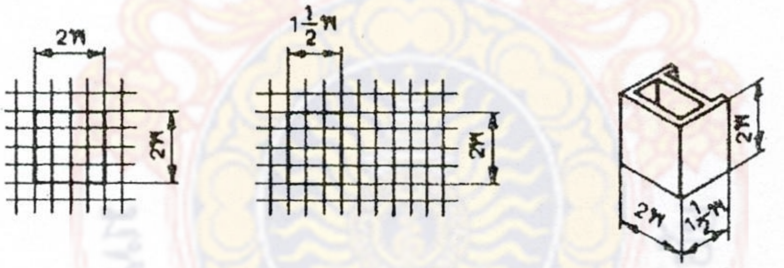
มิติพิกัด $1 \times 2 \times 1^{1}/_{2}$

ขนาดที่ทำ 90 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 140 มิลลิเมตร



มิติพิกัด $1^{1}/_{2} \times 2 \times 1^{1}/_{2}$

ขนาดที่ทำ 140 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 140 มิลลิเมตร

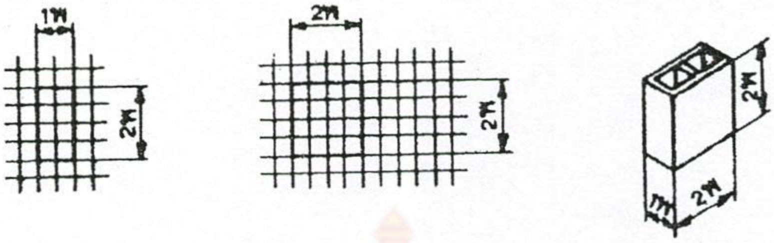


มิติพิกัด $2 \times 2 \times 1^{1}/_{2}$

ขนาดที่ทำ 190 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 140 มิลลิเมตร

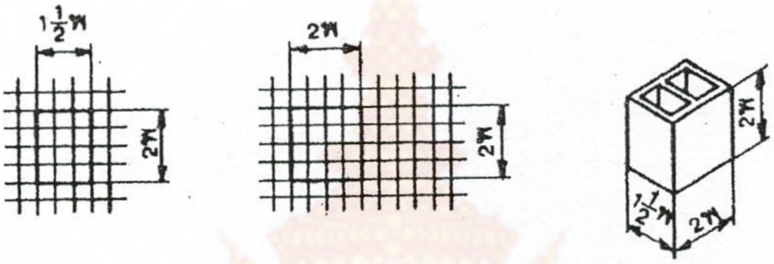
รูปที่ 1 ขนาดของคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก

(ข้อ 4.2)



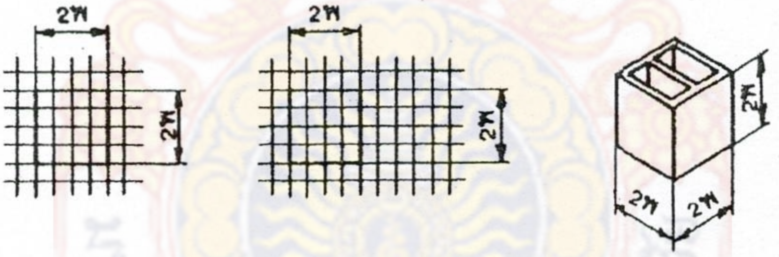
มิติพิกัด $1 \times 2 \times 2$

ขนาดที่ทำ 90 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร



มิติพิกัด $1^{1}/_{2} \times 2 \times 2$

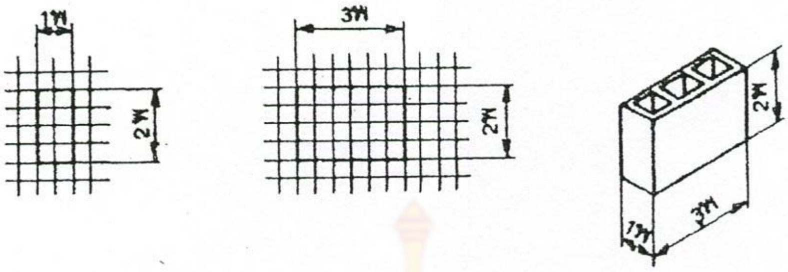
ขนาดที่ทำ 140 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร



มิติพิกัด $2 \times 2 \times 2$

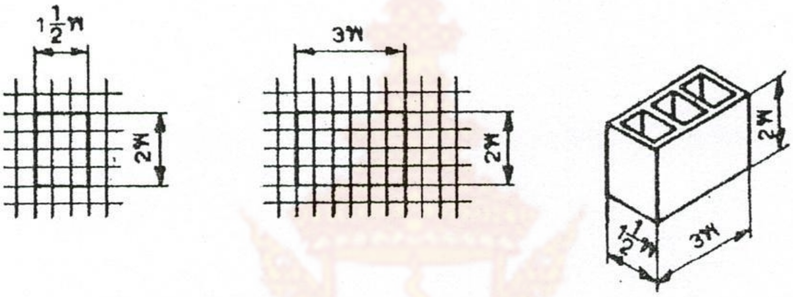
ขนาดที่ทำ 190 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร

รูปที่ 1 ขนาดของคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก (ต่อ)



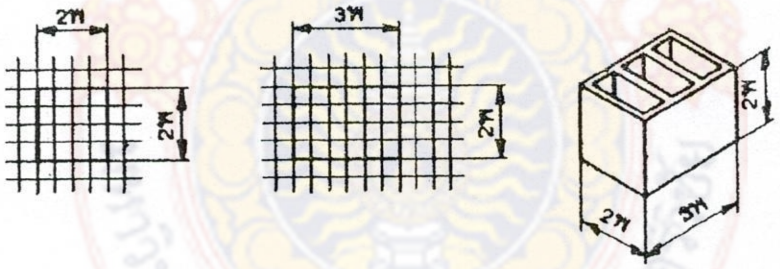
มิติพิกัด 1 × 2 × 3

ขนาดที่ทำ 90 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 290 มิลลิเมตร



มิติพิกัด $1^1/_2$ × 2 × 3

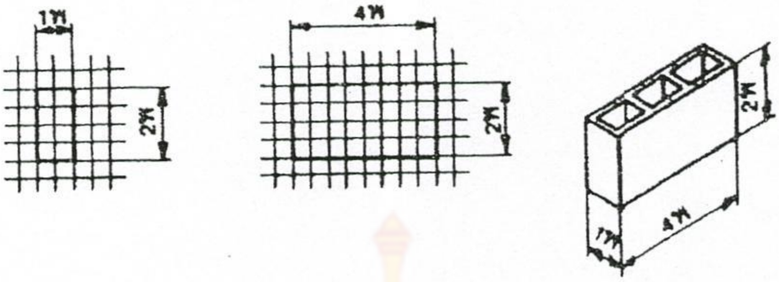
ขนาดที่ทำ 140 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 290 มิลลิเมตร



มิติพิกัด 2 × 2 × 3

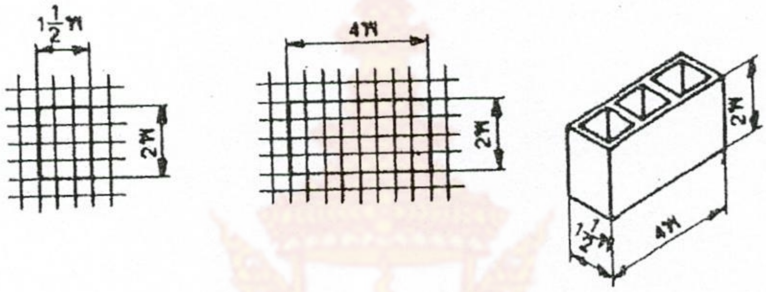
ขนาดที่ทำ 190 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 290 มิลลิเมตร

รูปที่ 1 ขนาดของคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก (ต่อ)



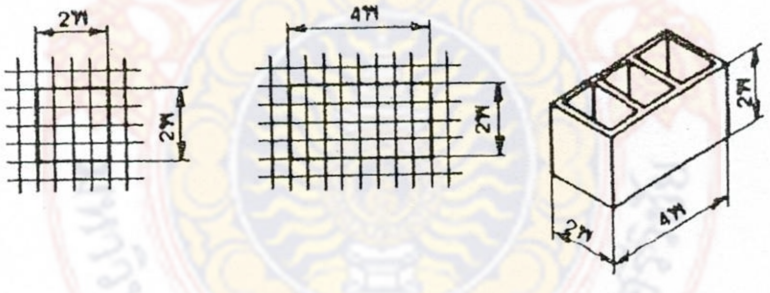
มิติพิกัด $1 \times 2 \times 4$

ขนาดที่ทำ 90 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 390 มิลลิเมตร



มิติพิกัด $1^{1}/_{2} \times 2 \times 4$

ขนาดที่ทำ 140 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 390 มิลลิเมตร



มิติพิกัด $2 \times 2 \times 4$

ขนาดที่ทำ 190 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 390 มิลลิเมตร

รูปที่ 1 ขนาดของคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก (ต่อ)

ตารางที่ 2 ขนาดของคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก
(ข้อ 4.2)

มิติพิกัด หนา × สูง × ยาว พ	ขนาดที่ทำ หนา × สูง × ยาว มิลลิเมตร × มิลลิเมตร × มิลลิเมตร
$1 \times 2 \times 1^{1}/_{2}$	90 × 190 × 140
$1^{1}/_{2} \times 2 \times 1^{1}/_{2}$	140 × 190 × 140
$2 \times 2 \times 1^{1}/_{2}$	190 × 190 × 140
1 × 2 × 2	90 × 190 × 190
$1^{1}/_{2} \times 2 \times 2$	140 × 190 × 190
2 × 2 × 2	190 × 190 × 190
1 × 2 × 3	90 × 190 × 290
$1^{1}/_{2} \times 2 \times 3$	140 × 190 × 290
2 × 2 × 3	190 × 190 × 290
1 × 2 × 4	90 × 190 × 390
$1^{1}/_{2} \times 2 \times 4$	140 × 190 × 390
2 × 2 × 4	190 × 190 × 390

หมายเหตุ *ขนาดของคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักที่กำหนดนี้ เป็นขนาดที่ออกแบบเพื่อให้เป็นไปตามระบบการประสานงานทางพิกัด ในการก่อสร้างอาคาร ซึ่งได้กำหนดหน่วยพิกัดมูลฐาน พ ให้เท่ากับ 100 มิลลิเมตร และกำหนดความหนาของปูนก่อในรอยต่อมาตรฐาน เท่ากับ 10 มิลลิเมตร*

5. วัสดุ

5.1 ปูนซีเมนต์ ให้ใช้อย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

5.1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

ควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ มาตรฐานเลขที่ มอก. 15 เล่ม 1

5.1.2 ปูนซีเมนต์ผสม

ควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ผสม มาตรฐานเลขที่ มอก. 80

5.2 มวลผสมคอนกรีต

ควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มวลผสมคอนกรีตมาตรฐานเลขที่ มอก. 566 ยกเว้นเกณฑ์กำหนดการคัดขนาดมวลผสมคอนกรีต

5.3 ส่วนผสมอื่น ๆ

ตัวทำฟองอากาศ สี สารกันน้ำ ฯลฯ ที่นำมาใช้ ควรเป็นสารที่เหมาะสมสำหรับใช้กับคอนกรีต และควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 ลักษณะทั่วไป

6.1.1 คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักทุกก้อน ต้องแข็งแรง ปราศจากรอยแตกร้าวหรือส่วนเสียอื่นใดอันเป็นอุปสรรคต่อการก่อคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักอย่างถูกต้อง หรือทำให้สิ่งก่อสร้างเสียกำลังหรือความคงทนถาวร รอยร้าวเล็กน้อยที่มักเกิดขึ้นในกรรมวิธีผลิตตามปกติ หรือรอยปริเล็กน้อยเนื่องจากวิธีการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งอย่างธรรมดา จะต้องไม่เป็นสาเหตุอ้างในการไม่ยอมรับ

6.1.2 คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก ซึ่งต้องการฉาบปูนหรือแต่งปูน ต้องมีผิวหน้าหยาบพอควรแก่การจับยึดของปูนฉาบ หรือปูนแต่งได้อย่างดี

6.1.3 คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก ซึ่งต้องการก่อแบบผิวเผย ด้านผิวเผยจะต้องไม่มีรอยบิ่น รอยร้าว หรือตำหนิอื่น ๆ ถ้าในการสั่งคราวหนึ่งมีก้อนซึ่งมีรอยบิ่นเล็กน้อยที่ยาวมากกว่า 25 มิลลิเมตร เป็นจำนวนไม่มากกว่าร้อยละ 5 จะต้องไม่ถือเป็นสาเหตุในการไม่ยอมรับ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6.2 ความต้านแรงอัดและการดูดกลืนน้ำของคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักเมื่อส่งถึงที่ก่อสร้าง ต้องเป็นไปตามตารางที่ 3

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 109

6.3 ปริมาณความชื้น (เฉพาะคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักประเภทควบคุมความชื้น)
เมื่อส่งถึงที่ก่อสร้าง ต้องเป็นไปตามตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ความต้านแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ

(ข้อ 6.2)

	ความต้านแรงอัด ต่ำสุด เมกะพาสคัล				การดูดกลืนน้ำ สูงสุด เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร					
ชั้นคุณภาพ [1]	เฉลี่ยจากพื้นที่รวม		เฉลี่ยจากพื้นที่สุทธิ		น้ำหนักคอนกรีตเมื่ออบแห้ง กิโลกรัมค่อลูกบาศก์เมตร					
	เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน	คอนกรีตบล็อกแต่ละก้อน	เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน	คอนกรีตบล็อกแต่ละก้อน	1 680 และน้อยกว่า	1 681 ถึง 1 760	1 761 ถึง 1 840	1 841 ถึง 1 920	1 921 ถึง 2 000	มากกว่า 2 000
ก	7	5.5	14	11	240	224	208	192	176	160
ข	7	5.5	–	–	288	272	256	240	224	208
ค	5	4	–	–	–	–	–	–	–	–

หมายเหตุ [1] *ดูวัตถุประสงค์ในการใช้คอนกรีตบล็อกชั้นคุณภาพต่าง ๆ ตามภาคผนวก ก.*

ตารางที่ 4 ความชื้น (เฉพาะคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักประเภทควบคุมความชื้น)

(ข้อ 6.3)

การหดตัวทางยาว [1] ร้อยละ	ความชื้น สูงสุด ร้อยละของการดูดกลืนน้ำทั้งหมด (เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน)		
	ความชื้นสัมพัทธ์รายปีเฉลี่ย ร้อยละ [2]		
	น้อยกว่า 50	50 ถึง 75	มากกว่า 75
0.03 และน้อยกว่า	35	40	45
มากกว่า 0.03 ถึง 0.045	30	35	40
มากกว่า 0.045	20	30	35

หมายเหตุ [1] *ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบการหดแห้งของคอนกรีตบล็อก (ในกรณีที่ยังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม ASTM C 426) และทดสอบก่อนกำหนดจำหน่ายไม่เกิน 12 เดือน*

[2] *อาศัยสถิติตามประกาศของกรมอุตุนิยมวิทยา สำหรับสถานีที่ใกล้แหล่งผลิตมากที่สุด*

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักทุกก้อน อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ประเภท

(2) ชั้นคุณภาพ

(3) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้า

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักประเภท ชั้นคุณภาพและขนาดเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

8.2 การชักตัวอย่างเพื่อการทดสอบ ให้กระทำ ณ สถานที่ผลิต และต้องให้เวลาอย่างน้อย 10 วัน เพื่อทดสอบให้เสร็จ

8.3 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

8.3.1 การชักตัวอย่าง

ให้เป็นไปตาม มอก. 109

8.3.2 เกณฑ์ตัดสิน

ในกรณีที่ทดสอบแล้วไม่ผ่าน อาจคัดบางส่วนออก แล้วเลือกชักตัวอย่างใหม่จากส่วนที่เหลือเพื่อทดสอบใหม่ ถ้าตัวอย่างจากชุดที่สองนี้ทดสอบแล้วไม่ผ่านอีก ให้ถือว่าคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักทั้งรุ่นไม่เป็นไปตามมาตรฐานนี้

ภาคผนวก ก.

วัตถุประสงค์ในการใช้คอนกรีตบล็อกชั้นคุณภาพต่างๆ

ลักษณะของกำแพง	ป้องกันผิว	ไม่ป้องกันผิว
กำแพงฐานราก และ กำแพงขั้นฐาน	ชั้นคุณภาพ ก และ ชั้นคุณภาพ ข	ชั้นคุณภาพ ก [1)]
กำแพงภายนอก (เหนือระดับดิน)	ทุกชั้นคุณภาพ	ชั้นคุณภาพ ก [1)]
กำแพงภายใน	ทุกชั้นคุณภาพ	ทุกชั้นคุณภาพ

หมายเหตุ *[1)] ควรทาผิวด้านนอกของกำแพงด้วยน้ำยากันซึม*

ภาคผนวก ค

บทความเรื่องอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าว

อิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าว

Soil Cement Brick Composites Rice Straw

จรูญ เจริญเนตรกุล (Charoon Charoennatkul)[1]

ณัฐพล แก้วทอง (Natapon Kaewthong)[2]

[1]*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย: Charoon2515@gmail.com*

[2]*อาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย: Natapon.rmutsv@hotmail.co.th*

บทคัดย่อ : การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำฟางข้าวมาผสมเพิ่มในการผลิตอิฐบล็อกประสาน โดยนำฟางข้าวที่ผ่านการอบและย่อยละเอียดให้มีขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร มาแทนที่ดินลูกรังบางส่วนในอัตราร้อยละ 2 4 6 8 และ 10 โดยน้ำหนัก บ่มในอากาศ 28 วัน นำมาทดสอบกำลังอัด การดูดซึมน้ำ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน และทดสอบการป้องกันความร้อน จากการศึกษาพบว่าอิฐบล็อกประสานทุกอัตราส่วนผสมมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.602/2548 ชนิดไม่รับน้ำหนัก การเพิ่มปริมาณของฟางข้าวในส่วนผสมจะทำให้อิฐบล็อกประสานมีการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น การป้องกันความร้อนสูงขึ้น จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าการนำฟางข้าวมาผสมเพิ่มในการผลิตอิฐบล็อกประสาน ทดแทนดินลูกรังบางส่วนสามารถนำไปใช้ได้และอิฐบล็อกประสานจะมีความสามารถในการป้องกันความร้อนได้ดีขึ้น

ABSTRACT : This study aims to study the possibility of bringing a mixture of rice straw in the manufacture of brick. The process was grinding by heating and until the sire of rice straw was smaller than 2 mm. The rice straw was used to replace the lateritc soil at the ratios of 2, 4, 6, 8 and 10 by weight. The soil cement brick composites rice straw was cured in the air for 28 days. Then it was tested to determine the compression strength, water absorption according to the community product standards. After that the product was tested to determined thermal resistance. The study found that every ration passed the average compression strength of community product standards 602/2548 on non-weight resistance type. The increasing of rice straw composites resulted in the brick's force decreased whereas the water absorption as well as the heat prevention. It could be concluded that the rice straw composites to produce the brick could be applicable and be able to increase heat prevention.

KEYWORDS: Compression Strength, Absorption of Water, Thermal Resistance

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากข้อมูลสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ [1] ประเทศไทยถือเป็นศูนย์กลางปลูกข้าวของโลก จากข้อมูลสถิติพบว่าในปี 2552 มีเนื้อที่ปลูกข้าว 71,542,522 ไร่ ให้ผลผลิต 31,508,364 ตัน ส่งผลให้มีปริมาณของฟางข้าวจำนวนมาก

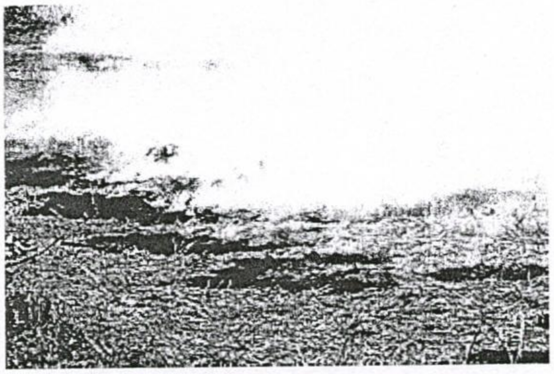
จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าสถิติของปริมาณฟางข้าวนาปรังในประเทศไทยมีจำนวนมหาศาล และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะจังหวัดสุพรรณบุรีสามารถผลิตได้ 750,241 ตันในปี 2549

ตารางที่ 1 แสดงสถิติปริมาณฟางข้าวนาปรังเป็นรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2544 – 2549

จังหวัด	ปริมาณฟางข้าว (ตัน)					
	2544	2545	2546	2547	2548	2549
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
รวมทั้งประเทศ	5,563,882	5,345,985	6,069,173	5,955,982	5,704,686	6,337,784
สุพรรณบุรี	593,846	618,209	650,241	660,870	737,274	750,241
นครสวรรค์	436,190	327,746	466,147	434,077	414,592	459,900
พิจิตร	434,435	362,024	467,172	368,017	415,437	433,798
พิษณุโลก	327,164	333,212	394,014	360,099	350,876	398,303
กำแพงเพชร	313,852	274,997	319,582	293,626	288,547	307,284
ชัยนาท	300,953	375,462	396,281	379,262	355,621	392,490
พระนครศรีอยุธยา	302,561	339,444	342,380	355,191	319,029	379,009
อ่างทอง	191,316	178,130	215,863	197,674	176,790	216,101
ปทุมธานี	178,111	229,967	157,192	167,661	132,868	188,745

รูปที่ 1 ฟางข้าวในนา

ฟางข้าวซึ่งมีจำนวนมากดังตารางที่ 1 ที่ผ่านมาฟางข้าวมักจะถูกเผาทิ้งเป็นการทำลายสิ่งแวดล้อมและสร้างมลภาวะ



รูปที่ 2 การเผาฟางข้าวทิ้งในนา

อิฐบล็อกประสานคือวัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรู และเดือยบนตัวบล็อกเพื่อให้สะดวกในการก่อสร้างโดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ ที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่มให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 10 วัน จะได้คอนกรีตบล็อกที่มีความแข็งแกร่ง มีรูปร่างลักษณะพิเศษ ที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่างๆ

วรธรรม อุ่นจิตติชัย [2] ฟางข้าวที่ถูกตัดทิ้งจัดเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ปราศจากคุณค่า แต่จากการศึกษาศักยภาพทางวิชาการแล้ว "ฟางข้าว" มีความเป็นไปได้ที่จะสามารถพัฒนาเป็นฉนวนความร้อน เพื่อทดแทนฉนวนใยแก้วและแผ่นโฟมที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ วัสดุฉนวนความร้อนกำลังเป็นที่นิยมและแพร่หลายมากในปัจจุบัน มีการใช้มากทั้งในโรงงาน งานก่อสร้างอาคารและบ้านพักอาศัย แต่ส่วนใหญ่จะใช้ฉนวนใยแก้ว และแผ่นโฟม โดยเฉพาะอย่างยิ่งฉนวนใยแก้วที่ต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศ จากสถิติในปี 2543 ไทยมีการนำเข้าฉนวนใยแก้วสูงถึง 45,149,891 บาท ทำ

ให้เสียดุลการค้า นอกจากนั้น ฉนวนความร้อนเหล่านี้ ยังผลิตจากวัสดุสังเคราะห์ ซึ่งมักประสบปัญหาและคำถามเกี่ยวกับความปลอดภัยต่อสุขภาพเมื่อนำมาใช้งาน

การพัฒนาฉนวนความร้อนที่อาศัยเส้นใยจากพืชที่หาได้จากธรรมชาติ ย่อมส่งผลดีทั้งช่วยลดปัญหาการขาดดุลการค้า และปัญหาด้านสุขภาพ ซึ่ง "ฟางข้าว" จัดเป็นฉนวนความร้อนที่ดีอย่างหนึ่ง และจากการทดสอบค่าการนำความร้อนของฟางข้าวแห้งที่นำมาอัดจนมีความหนาแน่นประมาณ 80 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.05-0.07 W/mK ในขณะที่ฉนวนใยแก้วมีค่าการนำความร้อนประมาณ 0.03-0.04 W/mK ขึ้นอยู่กับชนิด และความหนาแน่นของฉนวน

คณะผู้วิจัยมองเห็นว่าหากนำฟางข้างมาเป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐบล็อกประสานจะทำให้อิฐบล็อกผสานมีคุณสมบัติเชิงกลที่เพียงพอ และยังมีความสามารถพิเศษคือป้องกันความร้อนได้ดีกว่าอิฐบล็อกผสานที่ผลิตกันอยู่ทั่วไป และเป็นการนำวัสดุที่เหลือจากการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์หลากหลายมากยิ่งขึ้นลดการเผาทิ้งของฟางข้าวเป็นการลดปัญหาภาวะโลกร้อนอีกทางหนึ่ง

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำฟางข้าวมาผสมในการผลิตอิฐบล็อกประสาน

2.2 เพื่อศึกษาการกันความร้อนของอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าว

2.3 เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอิฐบล็อกประสาน

3. การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

Bouchicha, M.; Aouissi [3] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพของก้อนอิฐรับแรงที่ทำจากดินเหนียวผสมฟางข้าวพบว่าการใส่ฟางลงไปในอิฐดินดิบสามารถเพิ่มความแข็งแรง และลดการหดตัวของอิฐดินดิบ สรุปได้ว่าจากงานวิจัยนี้ก็คือ ถ้าดินหนัก 10 กิโลกรัม เราควรใส่ฟางประมาณ 1.5 ขีด ถ้าใส่เกินนั้นอาจจะทำให้อิฐอ่อนแอลง

Kumar, Arvind and Walia, Singh Baljit [4] ศึกษากำลังรับแรงอัดของก้อนอิฐที่มีส่วนผสมของเส้นใย พบว่าสัดส่วนของทรายก็มีผลต่อการรับแรงอัด คือเมื่อปริมาณทรายเพิ่มมากขึ้น ความสามารถในการรับแรงอัดก็เพิ่มขึ้น โดยสามารถเพิ่มได้ถึง 1.25 - 1.46 เท่า เมื่อเทียบกับอิฐที่ไม่ได้ผสมทราย แต่ไม่ควรผสมทรายเกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก คือถ้าดินหนัก 10 กิโลกรัม ไม่ควรใส่ทรายเกิน 1 กิโลกรัม

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 การเก็บและเตรียมวัสดุ

4.1.1 ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

4.1.2 ดินลูกรังใช้ดินจากบ่อดินในพื้นที่ อ.ตะกั่วป่า จ.พังงา

4.1.3 นำฟางข้าวมาย่อยผ่านตะแกรงเบอร์ 20 แล้วเขาเตาอบใช้อุณหภูมิ 110 ±5 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 24 ชั่วโมง เมื่อครบให้นำตัวอย่างขยี้ให้เป็นผง แล้วร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 10 อีกครั้ง ค้างตะแกรงเบอร์ 40 ได้ฟางข้าวดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 ฟางข้าว

4.2 ทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมของวัสดุ

4.2.1 ทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมของดินลูกรัง

4.2.2 ทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของฟางข้าว

4.3 ออกแบบอัตราส่วนผสมอิฐบล็อกประสาน

4.4 ออกแบบรูปทรงของอิฐบล็อกประสาน

4.5 วิเคราะห์ขบวนการผลิตอิฐบล็อกประสาน

4.6 ทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของอิฐบล็อกประสาน

4.6.1 ทดสอบความสามารถรับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน

4.6.3 ทดสอบหาการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน

4.7 วิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าวในการนำไปใช้จริง

5. ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล

5.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุ

จากการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุที่นำมาผลิตเป็นบล็อกประสานได้ผลการทดสอบดังนี้

5.1.1 ดินลูกรัง

มีค่าความถ่วงจำเพาะ = 2.82

P.L. = 23% , L.L. = 38.8%, P.I. = 15.8 %

5.1.2 ฟางข้าว

จากตัวอย่างฟางข้าวดังรูปที่ 3 นำมาทดสอบทางเคมีได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบทางเคมีของฟางข้าว

Proximate analysis		
Moisture,	%	10.00
Ash,	%	10.39
Volatile Matter.	%	60.70
Fixed Carbon,	%	18.90
Ultimate Analysis		
Carbon,	%	38.17

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบทางเคมีของฟางข้าว (ต่อ)

Hydrogen,	%	5.02
Oxygen,	%	35.28
Nitrogen,	%	0.58
Sulfur,	%	0.09
Chlorine,	%	Na
Ash,	%	10.39
Moisture,	%	10.00
Other Characteristics		
Bulk Density ,	kg/m^3	125
Higher heating value ,	kJ/kg	13,650
Lower heating value ,	kJ/kg	12,330

5.2 อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของอิฐบล็อกประสาน

การผลิตอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าว แทนที่ดินลูกรังที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 20 ค้างเบอร์ 40 ด้วยฟางข้าวร้อยละ 2 4 6 8 และ10โดยน้ำหนัก อัตราส่วนผสมเป็นตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อัตราส่วนผสมของอิฐบล็อกประสานโดยน้ำหนัก

ตัวอย่าง	ปริมาณวัสดุ(โดยน้ำหนัก)			
	ฟางข้าง (กรัม)	ซีเมนต์ (กรัม)	ดินลูกรัง (กรัม)	น้ำ (มิลลิลิตร))
BP0	-	1,000	3,750	250
BP2	40	1,000	3,710	250
BP4	80	1,000	3,670	250
BP6	121	1,000	3,629	250
BP8	161	1,000	3,589	250
BP10	201	1,000	3,549	250

หมายเหตุ BP 0 คืออิฐบล็อกประสานที่ใช้ดินลูกรังล้วน

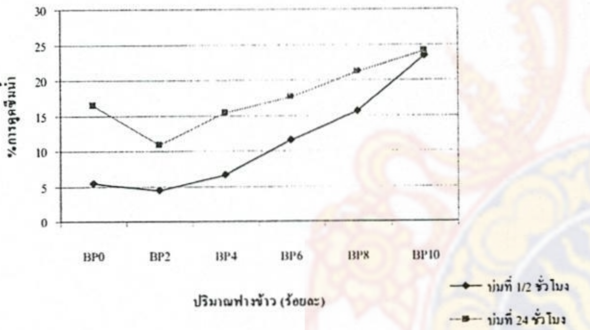
BP 10 คืออิฐบล็อกประสานที่ใช้ฟางข้าวแทนที่ดินลูกรังร้อยละ 10

5.3 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน

จากผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4

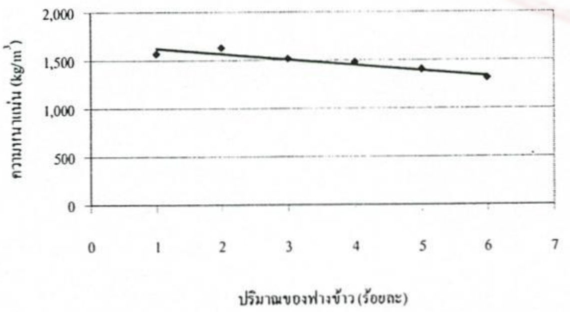
ตารางที่ 4 ค่าการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าว

ตัวอย่าง	%การดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน		ความหนาแน่น kg/m^3
	การบ่มที่ ½ ชั่วโมง	การบ่มที่ 24 ชั่วโมง	
BP0	5.5	16.51	1,563
BP2	4.46	10.79	1,627
BP4	6.63	15.38	1,514
BP6	11.55	17.55	1,470
BP8	15.61	21.15	1,398
BP10	23.39	24.04	1,312



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซึมน้ำกับปริมาณฟางข้างของอิฐบล็อกประสาน

จากตารางที่ 4 และรูปที่ 4 พบว่าการเพิ่มปริมาณของฟางข้าวจะทำให้การดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสานสูงขึ้นด้วย



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของบล็อกประสานกับปริมาณฟางข้าง

จากรูปที่ 5 พบว่าการเพิ่มปริมาณของฟางข้าวจะทำให้ความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสานลดลง

5.4 กำลังอัดของบล็อกประสาน

จากผลการทดสอบกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน

ตัวอย่าง	กำลังอัด (ksc)
BP0	44.27
BP2	50.98
BP4	48.99
BP6	51.71
BP8	45.63
BP10	40.81

จากตารางที่ 5 พบว่าการแทนที่ฟางข้าวที่ ร้อยละ 2 จะทำให้กำลังอัดของอิฐบล็อกประสานสูงกว่าที่ไม่เติมฟางข้าว เหตุผลเพราะการนำฟางข้าวแทนที่ดินลูกรังในอัตราส่วนร้อยละ 2 จะทำให้อิฐบล็อกประสานมีอัตราส่วนคละที่ดีขึ้นอีกทั้งเส้นใยจากฟางข้าวยังเป็นตัวจับยึดให้องค์ประกอบของอิฐบล็อกประสานกันมากขึ้น และพบว่าเมื่อเติมฟางข้าวร้อยละ 10 จะทำให้อิฐบล็อกประสานมีแนวโน้มกำลังอัดลดลงและต่ำกว่ากำลังอัดของอิฐบล็อกประสานที่ไม่เติมฟางข้าว และเมื่อเปรียบกับค่ากำลังอัดของอิฐบล็อกประสานตามมาตรฐาน มผช.779/2548 ชนิดไม่รับน้ำหนัก กำหนดให้ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร พบว่าทุกอัตราส่วนผสมผ่านเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว แต่มีกำลังอัดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานชนิดรับน้ำหนัก โดยกำหนดค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 77 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

5.5 กำลังอัดของอิฐบล็อกประสานก่อสูง 5 ชั้น

ผลการทดสอบกำลังอัดของอิฐบล็อกประสานก่อสูง 5 ชั้น ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบกำลังอัดของบล็อกประสานก่อสูง 5 ก้อน

ตัวอย่าง	กำลังอัด (ksc)
BP0	25.80
BP2	37.50
BP4	17.74
BP6	18.45
BP8	12.67
BP10	12.24

จากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่าการแทนที่ฟางข้าวร้อยละ 2 จะทำให้กำลังอัดก่อสูง 5 ก้อนของบล็อกประสานสูงกว่าที่ไม่เติมฟางข้าว

5.6 ผลการทดสอบการกันความร้อน

ผลการทดสอบการกันความร้อน ได้แสดงผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบการกันความร้อนของบล็อกประสาน

ตัวอย่าง	อุณหภูมิก่อนทดสอบ (C°)	เวลาที่ให้ความร้อน (hr.)	อุณหภูมิหลังจากให้ความร้อน (C°)		ร้อยละความต่าง
			ด้านรับ	ด้านหลบ	
BP0	26	1	76.5	32.0	58.17
BP2	28	1	76.5	31.5	58.82
BP4	26	1	76.5	30.0	60.78
BP6	28	1	76.5	29.0	62.09
BP8	29	1	76.5	28.0	63.40
BP10	29	1	76.5	27.5	64.05

จากตารางที่ 7 พบว่าการเพิ่มปริมาณของฟางข้าวจะทำให้บล็อกประสานมีความสามารถในการกันความร้อนได้ดีขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติอื่นๆ ประกอบคือกำลังอัด การดูดซึมน้ำ และขั้นตอนในการผลิตอิฐบล็อกประสาน จึงแนะนำให้ใช้อัตราส่วนการใช้ฟางข้าวร้อยละ 2-8 ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน

6. สรุป

จากการศึกษาในครั้งนี้ สรุปได้ดังนี้

1) ฟางข้าวสามารถนำมาผสมในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้

2) อิฐบล็อกประสานแทนที่ดินลูกรังด้วยฟางข้าวร้อยละ 2 4 6 8 และ 10 มีค่ากำลังอัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.779/2548 ชนิดไม่รับน้ำหนัก

3) การเพิ่มปริมาณของฟางข้าวจะทำให้หน่วยน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานลดลง การดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้น

4) การเพิ่มปริมาณของฟางข้าวจะทำให้อิฐบล็อกประสานมีความต้านทานความร้อนได้ดีขึ้น

7. ข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษาที่ควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อการนำไปสู่การประยุกต์การใช้งานดีขึ้น

1) ศึกษาการกันไฟ และประเมินอายุการใช้งาน

2) ความคุ้มค่าสำหรับการผลิตในเชิงพาณิชย์

3) ศึกษาการกันไฟ และประเมินอายุการใช้งาน

4) การศึกษาวิเคราะห์เพื่อหาข้อดี และข้อด้อยของอิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าวมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาในครั้งนี้ได้รับทุนเงินงบประมาณประเภทรายได้จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย และขอขอบคุณ คณะนักศึกษา หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ที่ช่วยกันเก็บตัวอย่าง และทดสอบวัสดุ สุดท้ายขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างมากในการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.oae.go.th (15 มิถุนายน 2554)

[2] วรธรรม อุ่นจิตติชัย, **เส้นทางของเศษฟางข้าววัสดุทดแทนไม้ที่มีอนาคต** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.nicaonline.com (5 สิงหาคม 2554)

[3] Bouchicha, M.;Aouissi, F. and Kenai, S. "Performance of Composite Soil Reinforced with bare straw." Civil Engineering Department, Cement & Concrete Composites 27(2005): pp. 617 - 620.

[4] Kumar, Arvind and Walia, Singh Baljit. "Compressive Strength of Fiber Reinforced Highly Compressible Clay." Construction and Building Materials 20(2006): pp. 1063 - 1068

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรูญ เจริญเนตรกุล

วัน เดือน ปีเกิด 23 พฤศจิกายน 2515

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษา ประโยคมัธยมตอนต้น
โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช พ.ศ. 2527

ระดับ ประกาศนียบัตร -ปวช. สาขาวิชาช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ พ.ศ.2531
-ปวส. สาขาวิชาช่างก่อสร้าง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
วิทยาเขตภาคใต้ สงขลา พ.ศ.2534

ระดับปริญญาตรี -ครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2537
-วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2544

ระดับปริญญาโท -วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
(โครงสร้าง)มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ประวัติการทำงาน -ช่างโยธา สุขาภิบาลสทิงพระ อ.สทิงพระ จ.สงขลา พ.ศ. 2533
-หัวหน้าแผนกวิชาช่างก่อสร้าง คณะวิชาโยธา
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้ พ.ศ. 2544-2546
-หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย พ.ศ. 2547-2550
-ผู้ช่วยคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย พ.ศ. 2550-2551
-หัวหน้าสาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย พ.ศ. 2551-2554

-รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย พ.ศ. 2554- ปัจจุบัน
-กรรมการสภาคณาจารย์และข้าราชการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
-กรรมการสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
-สามัญวิศวกรโยธา
-สามัญสมาชิกวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
ในพระบรมชูปถัมภ์
-สมาชิกสมาคมนักวิจัยในความอุปถัมภ์ของสภาวิจัยแห่งชาติ
-กรรมการกลางการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ
ครั้งที่ 12, 13, 14
-พยานผู้เชี่ยวชาญ ศาลปกครองจังหวัดสงขลา
-กรรมการสภาวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ผลงานวิจัยที่ได้จัดตีพิมพ์ระดับชาติ

1) จรูญ เจริญเนตรกุล และ สมเกียรติ รุ่งทองใบสุรีย์, 2545, “ **เปรียบเทียบการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตแบบไม่ทำลายโดยวิธีค้อนยิงคอนกรีตและวิธีวัดความเร็วคลื่นอัลตราโซนิค** ” การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาของประเทศไทย ครั้งที่ 3, หน้า 313-314

2) จรูญ เจริญเนตรกุล และ สมเกียรติ รุ่งทองใบสุรีย์, 2545, “ **ความคงทนของท่าเทียบเรือคอนกรีตเสริมเหล็ก** ” การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาของประเทศไทย ครั้งที่ 3, หน้า 317-318

3) สมเกียรติ รุ่งทองใบสุรีย์ และ จรูญ เจริญเนตรกุล, 2545, “ **การกัดกร่อนของท่าเทียบเรือคอนกรีตเสริมเหล็ก** ” การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8, หน้า STR233-238

4) สมเกียรติ รุ่งทองใบสุรีย์ และ จรูญ เจริญเนตรกุล, 2545, “ **ผลกระทบกำลังอัด ณ ตำแหน่งต่างๆบนแผ่นพื้นและคานคอนกรีตด้วยการทดสอบแบบไม่ทำลาย** ” การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8, หน้า STR227-232

5) จรูญ เจริญเนตรกุล, 2546, “ **การศึกษากำลังอัดของมอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าขี้เลื่อยไม้ยางพารา** ” การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 9, หน้า MAT 19-24

6) สมมาตร์ สวัสดิ์ จรูญ เจริญเนตรกุลและสราวุธ จริตงาม, 2548, “ **การนำดินเหนียวผสมกับดินลูกรังเพื่อใช้เป็นวัสดุถมคันทาง** ” การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 10, หน้า GTM 207-211

7) จรูญ เจริญเนตรกุล, 2550, " **สมบัติเชิงกลของไม้ปาล์มน้ำมัน** " การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 12, หน้า M AT 23-28

8) จรูญ เจริญเนตรกุล. 2552. "**ความเป็นไปได้ในการนำไม้ปาล์มน้ำมันมาใช้ในงานวิศวกรรม**" การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 14 เทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาไทยกับยุคโลกาภิวัฒน์ ระหว่างวันที่ 13-14 พฤษภาคม 2552. นครราชสีมา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 2552 : SAR 2231-2236.

9) จรูญ เจริญเนตรกุล. 2554. "**คอนกรีตบล็อกผสมกะลาปาล์ม**" การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 16 วิศวกรรมโยธากับการเผชิญวิกฤตปัญหาโลก ระหว่างวันที่ 18-20 พฤษภาคม 2554. ชลบุรี : มหาวิทยาลัยมหิดล 2554 : MAT 186

10) จรูญ เจริญเนตรกุล. 2552. "**คอนกรีตผสมเศษหัวเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงเป็นมวลรวมหยาบ**" การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 20-22 ตุลาคม 2552. นครราชสีมา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 2552 : MAT 28-33.

11) จรูญ เจริญเนตรกุล และพรนรายณ์ บุญราศรี. 2553. "**พฤติกรรมเชิงกลศาสตร์ของคอนกรีตผสมผิวถนนแอสฟัลต์เก่าเป็นมวลรวมหยาบ**". การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 6 ระหว่างวันที่ 20-22 ตุลาคม 2553. เพชรบุรี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2553 MAT 105-110

12) จรูญ เจริญเนตรกุล. 2553. "**ฝาผนังไม้ไผ่กันความร้อนจากยางพาราและขี้เลื่อย**" การประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายอุดมศึกษาทั่วประเทศประจำปี 2553 ระหว่างวันที่ 26-28 พฤษภาคม 2553. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2553 : หน้า 357-361.

13) จรูญ เจริญเนตรกุล. 2554. "**อิฐบล็อกประสานผสมตะกอนประปา**" การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 9 ระหว่างวันที่ 2-3 พฤษภาคม 2554. ภูเก็ต : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ : หน้า 7-11

14) จรูญ เจริญเนตรกุล และถาวร เกื้อสกุล. 2554. "**การประมาณค่ากลสมบัติของไม้มะพร้าว**" การประชุมวิชาการ ปี 2554 สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ร่วมกับมหาวิทยาลัยขอนแก่น อนาคตชนบทไทย : ฐานรากที่มั่นคงเพื่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน ระหว่างวันที่ 27-29 มกราคม 2554. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2554 : 553-558.

15) จรูญ เจริญเนตรกุล. 2551. "**แรงลมในเขตพื้นที่ชายฝั่งอำเภอเมืองสงขลา**" การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลวิชาการ ครั้งที่ 1 ถ่ายทอดงานวิจัยสู่สังคม เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ระหว่างวันที่ 27-29 สิงหาคม 2551. ตรัง : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 2551 : 811-824.

16) ณัฐพล แก้วทอง และจรูญ เจริญเนตรกุล. 2553. **"การศึกษาความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนเทียบกับอุณหภูมิของพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา"** การประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายอุดมศึกษาทั่วประเทศประจำปี 2553 ระหว่างวันที่ 26-28 พฤษภาคม พ.ศ. 2553. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2553 : 362-366.

17) จรูญ เจริญเนตรกุล. 2554. **"อิฐบล็อกประสานผสมฟางข้าว"**. การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 7 ระหว่างวันที่ 20-22 ตุลาคม 2554. ระยอง : มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 2554 MAT 105-110

18) จรูญ เจริญเนตรกุล. 2554. **"โคมไฟสนามจากไม้ปาล์มน้ำมัน"** การประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายอุดมศึกษาทั่วประเทศประจำปี 2554 ระหว่างวันที่ 26-28 พฤษภาคม 2554. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิน 2554 : หน้า 357-361.

19) จรูญ เจริญเนตรกุล. 2554. **"ไม้เทียมจากมอร์ต้าผสมขี้เลื่อยไม้"** การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลวิชาการ ครั้งที่ 3 การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในยุคเศรษกิจสร้างสรรค์ ระหว่างวันที่ 24-26 พฤศจิกายน 2553. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 2553 : 12-16.

20) จรูญ เจริญเนตรกุล. 2554. **"แผ่นผนังมอร์ต้าเสริมฟางข้าว"** การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลวิชาการ ครั้งที่ 4 ระหว่างวันที่ 14-16 ธันวาคม 2554. ชลบุรี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก 2554

21) จรูญ เจริญเนตรกุล. 2555. **"อิฐบล็อกประสานผสมกะลาปาล์มน้ำมัน"** การประชุมวิชาการ ปี 2555 สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ร่วมกับมหาวิทยาลัยขอนแก่น ชุมชนท้องถิ่น : ฐานรากพัฒนาเศรษฐกิจอาเซียน ระหว่างวันที่ 16-19 กุมภาพันธ์ 2555. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2555

รางวัลที่ได้รับ

1) การนำเสนอผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ การประชุมวิชาการระดับชาติ เครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ประจำปี 2553 หัวข้อ การพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากด้วยแนวคิดเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์

2) รางวัลครูดีเด่น ประจำปี 2554 โครงการเฉลิมพระเกียรติ 84 พรรษา " 16 มกราคม บูชาครูแห่งแผ่นดิน" มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

1. ชื่อ-สกุล นายอัมพร **นามสกุล** หมัดแสละ

Mr. Anporn Madsala

2. เลขประจำตัวประชาชน 3901100821518

3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานราชการ

4. หน่วยงานและที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ต. บ่อยาง อ. เมือง
จ. สงขลา 90000
โทรศัพท์ 0-7431-6260, 0-7431-6261 โทรสาร 0-7432-4245
โทรศัพท์ติดตามตัว 08-6959-4109
E-mail : *Cvilpop@Gmail.com*

5. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2544 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา วิชาเอก วิศวกรรมโยธา จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ประเทศไทย

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาวิชาทางด้านการทดสอบและวัสดุวิศวกรรม

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 ผู้ร่วมวิจัยโครงการวิจัย

7.1.1 การนำไม้ปาล์มน้ำมันมาใช้ในงานวิศวกรรม

7.1.2 การประมาณค่าคุณสมบัติเชิงกลของไม้มะพร้าว

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

การนำไม้ปาล์มน้ำมันมาใช้ในงานวิศวกรรม