



การใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์
บล็อกประสานลดอุณหภูมิจากเศษหินพัมมิช
Community Technology for Development Temperature Reduction
Interlocking Block Product by Pumice Rock Fragments

ธันท์ ศัลยวุฒิ
ประชุม คำพุทธ
สัจจะชาญ พรัตน์มะลิ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2559
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง ใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน
ลดอุณหภูมิจากเศษหินพัมมิช

ผู้วิจัย ชันท์ ศัลยวุฒิ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร. พระนคร
ประชุม คำพุด คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร. ธัญบุรี
สัจจะชาญ พรัดมะลิ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร. พระนคร

พ.ศ. 2559

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการใช้เศษหินพัมมิชพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน สำหรับชุมชน กำหนดอัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1: ทราย: หินฝุ่น: เศษหินพัมมิช: น้ำประปา รวมทั้งสิ้น 5 อัตราส่วน ทำการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 602-2547) เรื่องอิฐบล็อกประสานผลการทดสอบพบว่า บล็อกประสานที่มีปริมาณเศษหินพัมมิชมาก มีความต้านทานแรงอัด และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำกว่าบล็อกประสานที่มีปริมาณเศษหินพัมมิชน้อย ส่วนการดูดซึมน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อบล็อกประสานมีปริมาณเศษหินพัมมิชมาก โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมและมีการใช้เศษหินพัมมิชมากที่สุด คือ อัตราส่วนที่มีปริมาณปูนซีเมนต์ต่อหินฝุ่นต่อหินพัมมิชต่อน้ำ อยู่ในช่วง 10: 6.4 : 0.6 : 0.45 ถึง 10: 6.1 : 0.9 : 0.45 โดยน้ำหนัก

คำสำคัญ : หินพัมมิช; บล็อกประสาน; วัสดุก่อสร้าง; อาคาร



Title	Community Technology for Development Temperature Reduction Interlocking Block Product by Pumice Rock Fragments	
Researcher	Thanan Sanyawuth	Faculty of Engineering, RMUTP
	Prachoom Khamput	Faculty of Engineering, RMUTT
	Sajjachan Pradmali	Faculty of Engineering, RMUTP
Year	2016	

Abstract

This research aims to study how to use stones Pumice Products is interlocking block for community development. The mixture ratios of Portland cement type1: sand: quarry dust: pumice rock fragments: water that there are 5 ratios. The products were tested by the community TCPS 602-2547 (2004) (Thai): interlocking block. The results showed that interlocking block of stone pumice much, a compressive strength and thermal conductivity under a block of stone pumice less. The water absorption is increased, When a block of stone pumice much. The optimum ratio and the use of waste rock Pumice highest ratio of cement to stone dust on the stone Pumice water in a 10: 6.4: 0.6: 0.45 to 10: 6.1: 0.9. 0.45 by weight.

Key Words : Pumice; Interlocking Block; Construction Materials; Building

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยประเภทงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2559 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และ ความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของผู้รับทุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

คณะผู้วิจัย



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎี	4
2.2 สมมติฐาน	9
2.3 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	9
2.4 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	11
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	12
3.1 วัสดุที่ใช้ในการทำวิจัย	12
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	12
3.3 เตรียมวัสดุในการทำวิจัย	13
3.4 ออกแบบอัตราส่วนผสมที่ใช้ในการทำวิจัย	14
3.5 การผสมบล็อกระสาน	14
3.6 การบ่มบล็อกระสาน	14
3.7 การทดสอบบล็อกระสาน	14
3.8 วิเคราะห์ผลการทดสอบ	14
3.9 สรุปผลการดำเนินงาน	14
3.10 เขียนบทความวิจัยเพื่อเผยแพร่	14
3.11 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์	14
3.12 รูป ตาราง ประกอบการวิจัยดำเนินการวิจัย	15

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	49
4.1 เตรียมวัสดุรวม	49
4.2 ลักษณะทั่วไป ความหนาแน่น และการดูดซึมน้ำ	52
4.3 ความต้านทานแรงอัด	55
4.4 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของบล็อกประสาน	56
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	57
5.1 สรุปผล	57
5.2 ข้อเสนอแนะ	57
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน	
อิฐบล็อกประสานประวัติผู้วิจัย	

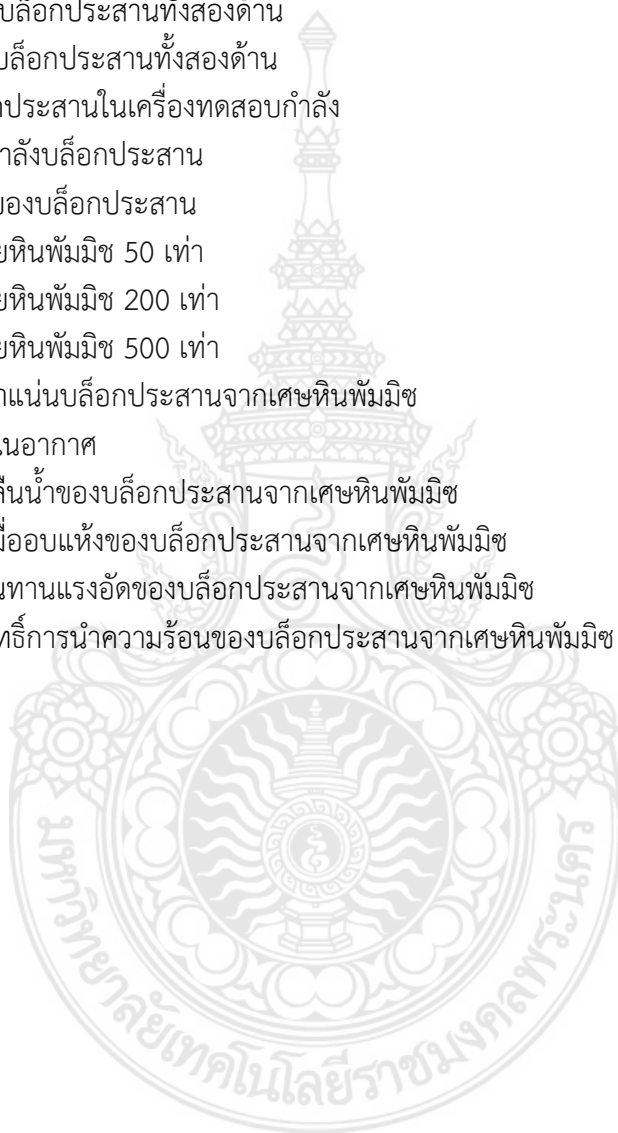


สารบัญญรูป

รูปที่		หน้า
1	บล็อกประสานแบบตรงขนาด 10x12.5x 25 ซม. ³	4
2	บล็อกประสานแบบโค้งขนาด 10x15x30 ซม. ³	5
3	ลักษณะของหินพื้มมิช	8
4	เครื่องทดสอบบดเนกประสงค์	12
5	เครื่องผสมคอนกรีต	12
6	เตาอบ	13
7	แบบหล่ออิฐบล็อกประสาน	13
8	เครื่องตีมวลรวม	15
9	การชั่งน้ำหนักส่วนผสมบล็อกประสาน	16
10	การเทส่วนผสมหินฝุ่นลงเครื่องผสมบล็อกประสาน	17
11	การเทส่วนผสมหินพื้มมิชลงเครื่องผสมบล็อกประสาน	18
12	การเทส่วนผสมซีเมนต์ลงเครื่องผสมบล็อกประสาน	19
13	การผสมส่วนผสมซีเมนต์ หินฝุ่น หินพื้มมิช ในเครื่องผสมบล็อกประสาน	20
14	การเติมน้ำในส่วนผสม ซีเมนต์ หินฝุ่น หินพื้มมิช ในเครื่องผสมบล็อกประสาน	21
15	การผสมส่วนผสม น้ำ ซีเมนต์ หินฝุ่น หินพื้มมิช ในเครื่องผสมบล็อกประสาน	22
16	ส่วนผสมสำหรับนำไปอัดบล็อกประสาน	23
17	เทส่วนผสมลงแบบอัดบล็อกประสาน	24
18	ปรับปริมาณส่วนผสมในแบบอัดบล็อกประสาน	25
19	อัดส่วนผสมในแบบบล็อกประสาน	26
20	ดันบล็อกประสานขึ้นจากแบบ	27
21	ตรวจสอบรูปทรงบล็อกประสาน	28
22	บล็อกประสานที่อัดเป็นก้อนแล้ว	29
23	รดน้ำเพื่อทำการการบ่ม	30
24	วางบนแผ่นพลาสติกสำหรับการบ่ม	31
25	ท่อแผ่นพลาสติกสำหรับการบ่ม	32
26	ทำการการบ่ม 7-28 วัน	33
27	ใส่บล็อกประสานในน้ำสำหรับทดสอบการดูดน้ำและหดตัว	34
28	ทิ้งบล็อกประสานในน้ำจนอิ่มตัว เพื่อทดสอบการดูดน้ำและหดตัว	35
29	นำบล็อกประสานอบจนแห้ง เพื่อทดสอบการดูดน้ำและหดตัว	36
30	กำหนดน้ำหนักสำหรับแคปหน้าบล็อกประสาน	37
31	เผากำมะถันสำหรับแคปหน้าบล็อกประสาน	38
32	เผากำมะถันสำหรับแคปหน้าบล็อกประสาน ให้ละลาย	39
33	แผ่นรองกำมะถันสำหรับแคปหน้าบล็อกประสาน	40

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
34	ซีโลมน้ำมันบนแผ่นรองก้ำมะถันสำหรับแคปหน้าบล็อกประสาน	41
35	เทน้ำก้ำมะถันบนแผ่นรองสำหรับแคปหน้าบล็อกประสาน	42
36	วางบล็อกประสานบนแผ่นรองสำหรับแคปหน้า	43
37	แคปหน้าบล็อกประสานทั้งสองด้าน	44
38	แต่งหน้าบล็อกประสานทั้งสองด้าน	45
39	วางบล็อกประสานในเครื่องทดสอบก้ำ	46
40	ทดสอบก้ำบล็อกประสาน	47
41	การวัดของบล็อกประสาน	48
42	ภาพขยายหินพัมมิช 50 เท่า	50
43	ภาพขยายหินพัมมิช 200 เท่า	51
44	ภาพขยายหินพัมมิช 500 เท่า	52
45	ความหนาแน่นบล็อกประสานจากเศษหินพัมมิช	53
46	ความชื้นในอากาศ	53
47	การดูดกลืนน้ำของบล็อกประสานจากเศษหินพัมมิช	54
48	น้ำหนักเมื่ออบแห้งของบล็อกประสานจากเศษหินพัมมิช	54
49	ความต้านทานแรงอัดของบล็อกประสานจากเศษหินพัมมิช	55
50	สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของบล็อกประสานจากเศษหินพัมมิช	56



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน	6
2	องค์ประกอบทางเคมีของหินพัมมิชโดยทั่วไป	8
3	กำหนดอัตราส่วน ปูนซีเมนต์:หินฝุ่น:หินพัมมิช	15
4	โมดูลัสความละเอียดและความกว้างจำเพาะ	49
5	ลักษณะทั่วไปของบล็อกประสานจากเศษหินพัมมิช	53



บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

หินพัมมิช (Pumice stone หรือ Pinatubo stones) หินพัมมิส หรือ พูไมส์ เป็น วัตถุติดภายในประเทศ เป็น หินภูเขาไฟ พัมมิช” (Pumice) ลักษณะเป็นหินมีเส้นใย และ ช่องว่าง จำนวนมาก ซึ่งเกิดจากการถูกรีดขณะที่เป็น ของเหลว และ เคลื่อนตัดผ่านปล่องภูเขาไฟ ซึ่งช่องว่าง นั้นก็คือ รูพรุน ของโพรงก๊าซต่างๆ และ ไอน้ำ ที่หนีหายไป โดยส่วน ที่เป็นเส้นใยก็คือ เนื้อหินซึ่ง ประกอบขึ้นด้วยแก้วภูเขาไฟ ที่ยังปรากฏมีรูเป็นท่อขนาดจิ๋วอยู่ภายในเนื้ออีก ทางด้านการใช้งานของ หินพัมมิชนั้น มีในอุตสาหกรรมฟอกเสื้อผ้า และกางเกงยีนส์, อุตสาหกรรมเพาะปลูก และไม้ดอก ไม้ประดับ ใช้เป็นวัสดุปลูกได้เป็นอย่างดี, วัสดุสำหรับเตาอย่าง เตาเผาหรือบาร์บีคิว,สามารถใช้เป็นวัสดุ เพิ่มความร้อนและเก็บกักความร้อนและที่สำคัญหินพัมมิสหรือพูไมส์เป็นที่นิยมอย่างมากในวงการ การเลี้ยงปลาสวยงาม เนื่องจากมีคุณสมบัติมีรูพรุนจำนวนมาก (ซึ่งเป็นที่อยู่ของแบคทีเรียที่ช่วยใน การย่อยสลายของเสียในตู้ปลาได้เป็นอย่างดี) น้ำหนักเบาไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมี และราคาถูกด้วย มีฤทธิ์ทำให้น้ำเป็นกรดอ่อนๆ (Acid) โดยระดับ pH ของตู้ที่ใช้พัมมิสเป็นสับเตรทจะอยู่ประมาณ 5.0 – 6.0 เหมาะกับการเลี้ยงปลาที่ต้องการ pH ต่ำๆ นิดๆ หินพัมมิสมีหลายขนาดให้เลือกใช้โดยส่วน ใหญ่ ขนาดต่อก่อนจะอยู่ที่ 1.5-2.5 เซนติเมตร สีสนจะออกโทนเหลือง น้ำตาล หรือขาวขุ่นๆ และที่ สำคัญเป็นมิตรกับสภาวะแวดล้อม

การก่อสร้างเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และมีประเภทของวัสดุมากมายหลายชนิด โดยบล็อกประสาน (Interlocking Block) เป็นหนึ่งในวัสดุก่อสร้างที่ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากถูก พัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อก ทำให้สะดวกในการก่อสร้าง เน้นการใช้วัตถุติดในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำ ในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่ม ให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 10 วัน ได้บล็อกประสานที่มีความแข็งแรง มีรูลักษณะพิเศษ สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ หรือก่อเป็นถังเก็บน้ำได้อย่างรวดเร็ว สวยงาม และประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไป (สมอ., 2547)

ปัญหาของบล็อกประสานและบล็อกปูพื้นที่สำคัญ คือ มีน้ำหนักมาก ในขณะที่บล็อก ประสานมีความแข็งแรงที่ไม่มากนัก จากผลของคุณภาพของมวลรวมและมีดินเป็นส่วนประกอบมาก ทั้งปริมาณวัสดุประสานน้อยและยึดเฉพาะจุดสัมผัส และจะส่งถ่ายกำลังไปสู่อนุภาคของมวลดินแทน จึงมีส่วนของอนุภาคที่ไม่ยึดติดกันมาก ถ้าดินหรือหินที่มีขนาดละเอียดดี และมีอนุภาคที่แข็งแรง ก็จะ ทำให้ความสามารถในการรับกำลังอัดของบล็อกประสานสูงขึ้น คล้ายกับหลักการของดินซีเมนต์ (Soil Cement) ได้ และหากสามารถพัฒนาให้น้ำหนักของบล็อกประสานน้อยลงได้ ก็จะช่วยให้เกิดความ สะดวกในการขนส่งมากยิ่งขึ้น

การทำเหมืองหินพัมมิช เมื่อผ่านกระบวนการบดย่อยหินเพื่อการคัดขนาด จะเหลือ เป็น หินเม็ดละเอียด หรือหินฝุ่น ที่ชาวบ้านเชื่อกันว่าไม่แข็งแรง และไม่สามารถที่จะใช้งานก่อสร้างได้ แม้กระทั่งอิฐบล็อกประสาน ประชากรในพื้นที่ของแหล่งเหมืองหิน ยังต้องสั่งซื้อวัสดุจากจังหวัดในเขต ภาคกลาง เพื่อนำมาก่อสร้างบ้านพักอาศัยในพื้นที่ การนำวัตถุดิบจากภายนอกพื้นที่มาใช้แทนวัตถุดิบ

ที่มีอยู่แล้วในพื้นที่ เพียงเพราะไม่มั่นใจหรือไม่ทราบ ว่า ทรัพยากรในท้องถิ่นนั้นมีศักยภาพเพียงใด ย่อมเป็นการสูญเสียโอกาส ในการเพิ่มมูลค่าให้กับทรัพยากร ภายในท้องถิ่นให้กับชุมชนอย่างน่าเสียดาย ดังนั้นโครงการวิจัยเพื่อศึกษา ถึงการใช้เศษหินพัมมิชมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน น้ำหนักเบา จึงเป็นการตอบสนองความต้องการของชุมชนภายในพื้นที่ ที่เป็นเหมือนหินพัมมิช อีกทั้งชุมชนในพื้นที่ เหมือนหินพัมมิชของจังหวัดอื่น ๆ ซึ่งเมื่อดำเนินการวิจัยสำเร็จแล้ว จะทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ ชุมชนท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องและสนใจ สามารถพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ของชุมชน โดยยึดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งวัสดุก่อสร้างจากแหล่งอื่น และสร้างรายได้ให้กับประชากร ในพื้นที่อย่างยั่งยืนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตบล็อกประสานมวลเบาผสมเศษหินพัมมิช
- 1.2.2 เพื่อทราบอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการผลิตบล็อกประสานผสมเศษหินพัมมิช เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน
- 1.2.3 เพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของผลิตภัณฑ์บล็อกประสานมวลเบาผสมเศษหินพัมมิช
- 1.2.4 เพื่อทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์บล็อกประสานมวลเบาผสมเศษหินพัมมิชสู่ชุมชนท้องถิ่น

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1.3.1 ทำการวิจัยบล็อกประสานมวลเบาจากเศษหินพัมมิชจังหวัดบุรีรัมย์
- 1.3.2 ทำการอัดตัวอย่างบล็อกประสานขนาด 10 x 10 x 20 ลบ.ซม. โดยเครื่องอัดแบบกึ่งไฮดรอลิก
- 1.3.3 ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเศษหินพัมมิช ตามมาตรฐาน ASTM
- 1.3.4 ทำการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของเศษหินพัมมิชโดยส่งตัวอย่างทดสอบด้วยวิธี XRF
- 1.3.5 ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกลของบล็อกประสานตามมาตรฐาน มอก. และ ASTM
- 1.3.6 ทำการทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของบล็อกประสานตามมาตรฐาน ASTM
- 1.3.7 ทำการผลิตและทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์บล็อกประสานจากเศษหินพัมมิช
- 1.3.8 ทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์บล็อกประสานจากเศษหินพัมมิช

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ด้านวิชาการ
 - 1) สามารถเผยแพร่บทความวิจัยในวารสารวิชาการภายในประเทศหรือต่างประเทศ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 บทความ
 - 2) สามารถเผยแพร่บทความวิจัยในงานประชุมสัมมนาวิชาการภายในประเทศหรือต่างประเทศ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เรื่อง
 - 3) เข้าร่วมจัดนิทรรศการในงานที่เกี่ยวข้องกับด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 4) จัดสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร เรื่อง “ผลิตภัณฑ์บล็อกประสานจากเศษหินพัมมิช”

1.4.2 ด้านนโยบาย

1) ช่วยเป็นข้อมูลในการเสนอนโยบายการพัฒนาชุมชนขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่นภายในพื้นที่แหล่งเมืองหินพิมายได้

2) สามารถนำเสนอเป็นแผนพัฒนาการใช้ทรัพยากรของจังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดใกล้เคียงได้

3) ส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นของกลุ่มชุมชนในพื้นที่ได้ในอนาคต

1.4.3 ด้านเศรษฐกิจ/พาณิชย์

1) เพิ่มรายได้ให้กับชุมชนท้องถิ่นภายในพื้นที่แหล่งเมืองหินพิมาย

2) ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างจากแหล่งอื่น

3) ส่งเสริมให้เป็นผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชน และเป็นแนวทางในการนำไปขยายผลสู่เชิงพาณิชย์

1.4.4 ด้านสังคมและชุมชน

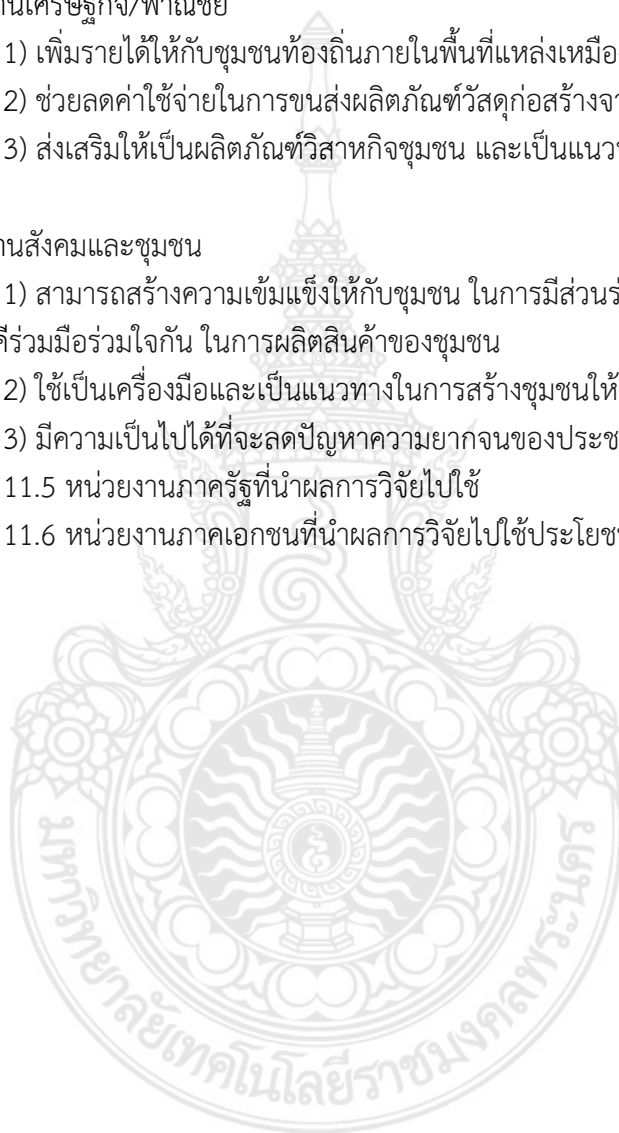
1) สามารถสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชน ในการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและสร้างความสามัคคีร่วมมือร่วมใจกัน ในการผลิตสินค้าของชุมชน

2) ใช้เป็นเครื่องมือและเป็นแนวทางในการสร้างชุมชนให้เป็นชุมชนที่มีสังคมสันติสุข

3) มีความเป็นไปได้ที่จะลดปัญหาความยากจนของประชากรในชุมชน

11.5 หน่วยงานภาครัฐที่นำผลการวิจัยไปใช้

11.6 หน่วยงานภาคเอกชนที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ ผลิตและจำหน่ายวัสดุก่อสร้างทั่วไป



บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

2.1.1 ทฤษฎี

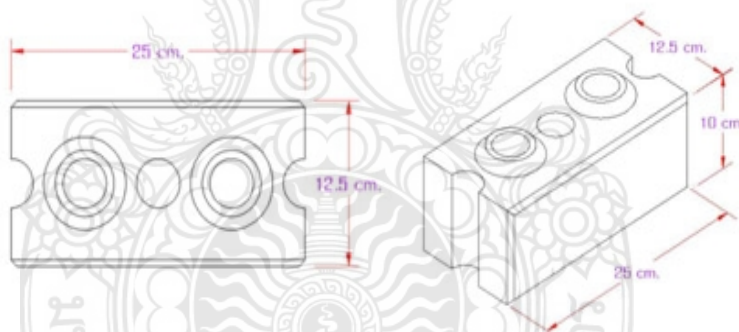
2.1.1.1 บล็อกประสาน (Interlocking Block)

บล็อกประสานคือ วัสดุที่รับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นการใช้วัสดุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่นทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่ม ให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 10 วัน จะได้คอนกรีตบล็อกที่มีความแข็งแรง มีรูปลักษณะพิเศษ ที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ หรือก่อเป็นถังเก็บน้ำได้อย่างรวดเร็ว สวยงาม และประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไป (สมอ., 2547)

2.1.1.2 ประเภทของบล็อกประสาน

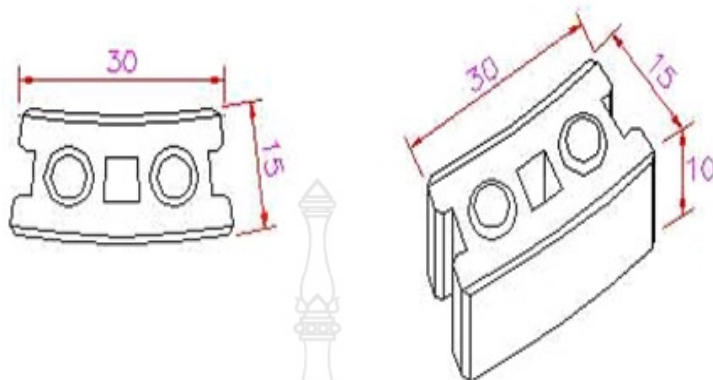
บล็อกประสานแบ่งการใช้งานเป็น 2 ประเภท เพื่อให้เหมาะกับการใช้งาน ดังนี้

- 1) บล็อกตรงหรือทรงสี่เหลี่ยมใช้สำหรับก่อสร้างอาคาร



รูปที่ 1 บล็อกประสานแบบตรงขนาด 10x12.5x 25 ซม.³

2) บล็อกโคงใช้สำหรับก่อสร้างถังเก็บน้ำ



รูปที่ 2 บล็อกประสานแบบโคงขนาด 10x15x30 ซม.³

2.1.1.3 การผลิตบล็อกประสานให้ได้คุณภาพ

ความแข็งแรงของบล็อกประสานนั้น หลักการคล้าย ๆ กับการรับกำลังอัดของดินซีเมนต์ (Soil Cement) โดยความสามารถในการรับกำลังอัดจะขึ้นอยู่กับ คุณภาพของมวลรวมขนาดละเอียด และปริมาณปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ถึงแม้ว่าบล็อกประสานจะถูกอัดด้วยเครื่องจักรที่มีกำลังสูง แต่ก็ยังคงมีช่องว่างระหว่างอนุภาคอยู่ และการเชื่อมประสานของปูนซีเมนต์ไม่ได้เติมเต็มช่องว่างระหว่างมวลดิน เช่น คอนกรีต แต่จะเกิดการเชื่อมประสานที่จุดสัมผัส และจะส่งถ่ายกำลังไปสู่อนุภาคของมวลดิน ดังนั้นถ้าเรามีดินที่มีขนาดละเอียดดี และมีอนุภาคที่แข็งแรง รวมถึงการผสมปูนซีเมนต์ให้เข้ากันอย่างทั่วถึงในปริมาณที่พอดี ก็จะทำให้ความสามารถในการรับกำลังอัดของบล็อกประสานสูงขึ้น

2.1.1.4 มาตรฐานบล็อกประสาน

มาตรฐานของบล็อกประสาน หรืออิฐบล็อกประสาน ในปัจจุบันเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.602-2547) เรื่องอิฐบล็อกประสาน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) ขอบข่าย ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะอิฐบล็อกประสานที่มีดินลูกรังและปูนซีเมนต์เป็นส่วนประกอบหลัก

2) บทนิยาม ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1) อิฐบล็อกประสาน หมายถึง อิฐบล็อกที่ได้จากการนำดินลูกรัง ผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม อาจผสมวัสดุอื่น ๆ เช่น หินฝุ่น ทราย กวนให้เข้ากัน เทลงในแบบพิมพ์ที่มีการออกแบบให้มีรูร่อง และเดือย อัดเป็นก้อน แล้วบ่มให้แข็งตัว

2.2) อิฐบล็อกประสาน ชนิดรับน้ำหนัก หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อเพื่อรับน้ำหนักโครงสร้างอาคารได้ เช่น ก่อเสา ก่อผนัง

2.3) อิฐบล็อกประสาน ชนิดไม่รับน้ำหนัก หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อผนังกันห้องหรือก่อส่วนอื่นภายในอาคารที่ไม่ใช่ส่วนที่ต้องรับน้ำหนักโครงสร้างอาคาร

3) ชนิดของอิฐบล็อกประสาน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- 3.1) ชนิดรับน้ำหนัก
- 3.2) ชนิดไม่รับน้ำหนัก
- 4) คุณลักษณะที่ต้องการ
 - 4.1) ลักษณะทั่วไป ต้องไม่มีรอยแตกหรือร้าว อาจบิ่นได้เล็กน้อย
 - 4.2) มิติ ต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยแต่ละมิติมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 2 มิลลิเมตร
 - 4.3) ความต้านแรงอัด
 - 4.3.1) ชนิดรับน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 7.0 เมกะพาสคัล
 - 4.3.2) ชนิดไม่รับน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 2.5 เมกะพาสคัล
 - 4.4) การดुकกลืนน้ำ (เฉพาะชนิดรับน้ำหนัก) ต้องเป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การดุกกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน

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

- 5) การบรรจุ
 - 5.1) หากมีการบรรจุ ให้บรรจุอิฐบล็อกประสานในภาชนะบรรจุที่สามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอิฐบล็อกประสานได้
- 6) เครื่องหมายและฉลาก
 - 6.1) ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุอิฐบล็อกประสาน อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียด ต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
 - (1) ชื่อผลิตภัณฑ์
 - (2) มิติ
 - (3) เดือน ปีที่ทำ
 - (4) ข้อเสนอแนะในการใช้และการดูแลรักษา
 - (5) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7) การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1) รุ่น ในที่นี้ หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

7.2) การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไป

7.2.1) การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป มิติ การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.1) ข้อ 4.2) ข้อ 5) และข้อ 6) จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2) การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความต้านแรงอัด ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบ ตามข้อ 6.2.1) แล้ว จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.3) จึงจะถือว่า อิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3) การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบการดูดกลืนน้ำ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.4) จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3) เกณฑ์ตัดสิน ตัวอย่างอิฐบล็อกประสานต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 และข้อ 7.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่า อิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8) การทดสอบ

8.1) การทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

8.2) การทดสอบมิติ ให้ใช้เครื่องวัดที่เหมาะสม

8.3) การทดสอบความต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ

ให้ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักมาตรฐานเลขที่ มอก.57 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักมาตรฐานเลขที่ มอก.58

2.1.1.5 หินพัมมิช (Pumice)

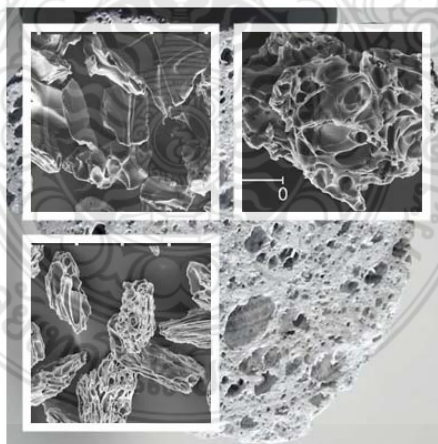
เป็นหินภูเขาไฟที่มีรูพรุนเป็นจำนวนมาก มีน้ำหนักเบามาก มีลักษณะขรุขระ มีความเหนียวแน่นเมื่อผสมกับกรวดและทราย รูพรุนในเนื้อหินพัมมิชทำให้สามารถลอยน้ำได้ มีอนุภาคเส้นผ่านสูงถึง 65 มม. แต่อนุภาคช่วง 1-16 มม. มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง หินพัมมิชสามารถจัดเป็นวัสดุพอซโซลานได้เนื่องจากมีซิลิกาและอลูมินาเป็นจำนวนมากดังตารางที่ 1

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของหินพัมมิชโดยทั่วไป (دنุพล, 2552)

องค์ประกอบทางเคมี	สูตรทางเคมี	ปริมาณร้อยละ
ซิลิกา	SiO ₂	55
อะลูมินา	Al ₂ O ₃	22
แอลคาไลน์	K ₂ O+Na ₂ O	12
เหล็กออกไซด์	Fe ₂ O ₃	3
ปูนขาว	CaO	2
แมกนีเซียม	MgO	1
ไททาเนีย	TiO ₂	0.5

หินพัมมิชพบส่วนมากบริเวณภูเขาไฟโดยเฉพาะบริเวณเชิงเขาในทิศทางเดียวกับลมพัด โดยส่วนใหญ่การทับถมแบบหลวมๆ มีความหนาประมาณ 50-300 เซนติเมตร ความหนาของหินพัมมิชลดลงเมื่อระยะห่างออกไปจากศูนย์กลางการระเบิด ขนาดอนุภาคหินพัมมิชที่เป็นผงอยู่ในช่วง 0-2 มม. ททราย 2-8 มม. และกรวด 8-65 มม. มีรูพรุนมากถึงร้อยละ 85 ซึ่งในร้อยละ 85 จะเป็นปริมาตรอากาศ และอีกร้อยละ 15 เป็นของแข็ง การที่หินพัมมิชมีรูพรุนสูง ทำให้มีสมบัติความเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดีและมีน้ำหนักเบามาก (دنุพล, 2553)

หินพัมมิช มีคุณสมบัติที่ดีเยี่ยมในการใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง อันได้แก่ มีน้ำหนักเบา ราคาไม่แพง ทนความร้อนได้ดี มีความทนทาน ใช้งานง่าย ดูดซับเสียงได้ดี เป็นฉนวนป้องกันความร้อน ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ลักษณะของหินพัมมิช

หินพัมมิชไม่ควรนำไปใช้งานในงานก่อสร้างประเภทต่อไปนี้ เช่น ฐานราก ใช้เป็นส่วนประกอบในส่วนที่สัมผัสน้ำ ใช้เป็นส่วนประกอบในส่วนที่การจราจรหนาแน่น เช่น บันได พื้น เป็นต้น ในปัจจุบันหินพัมมิชถูกนำไปใช้เป็นจำนวนมาก ซึ่งปริมาณหินพัมมิชที่ใช้อยู่ทั่วโลกประมาณ 17.5 ล้านเมตริกตันต่อปี ปี 2005 เฉพาะประเทศอิตาลีประเทศเดียวใช้ประมาณ 4.6 ล้านเมตริกตัน

ต่อปี ประเทศที่มีการใช้หินพัมมิชในปริมาณมาก เช่น ซิลี เอกวาดอร์ เอธิโอเปีย ฝรั่งเศส เยอรมนี กรีซ สเปน ตุรกี และอเมริกา โดยใช้หินพัมมิชเป็นมวลรวมเพื่อผลิตคอนกรีตมวลเบาและคอนกรีตโครงสร้าง ในประเทศเยอรมนีใช้หินพัมมิชในคอนกรีตมวลเบา ประมาณร้อยละ 3 ของคอนกรีตมวลเบาที่ใช้มากถึงร้อยละ 70

แหล่งหินพัมมิชในประเทศไทยพบมากในแหล่งเดียวกับหินเพอร์ไลต์ ซึ่งมีอยู่ตามแนวรอยตะเข็บของภูเขาไฟเก่าเป็นส่วนใหญ่ เช่น แถวลำน้ำรายณ์ อำเภอชัยบาดาล สระโบสถ์ โคกเจริญ จังหวัดลพบุรี และนครนายก นอกจากนี้ยังพบในภาคอีสานตอนใต้ เช่น บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ พบปะปนกับหินตะกอนภูเขาไฟ และหินบะซอลต์

2.2 สมมุติฐาน

2.2.1 เศษหินพัมมิช สามารถนำมาใช้เป็นมวลรวมในผลิตภัณฑ์บล็อกประสานทดแทน หินปูนหรือดินลูกรังได้ เมื่อทำการออกแบบส่วนผสมให้เหมาะสมกับการอัดขึ้นรูป

2.2.2 ผลิตภัณฑ์บล็อกประสานจากเศษหินพัมมิช สามารถมีสมบัติทางกายภาพและ สมบัติทางกล ผ่านตามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

2.2.3 ผลิตภัณฑ์บล็อกประสานจากเศษหินพัมมิช สามารถนำไปใช้งาน ได้จริง และพัฒนา ส่งเสริมให้เป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนท้องถิ่นได้

2.3 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเกี่ยวกับการนำวัสดุต่าง ๆ มาเป็นมวลรวมในอิฐบล็อกประสานที่ผ่านมาสามารถสรุปได้ ดังนี้

- วุฒินัย กกกำแหง และ นรา รัตนวงศ์ (2551) ได้ศึกษาความสามารถในการรับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสานที่ผลิตจากหน้าดินจากเหมืองดินขาว หน้าดินขาวเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตดินขาวเพื่ออุตสาหกรรม ซึ่งมีจำนวนมาก และเป็นปัญหาในการกำจัดของเหมืองแร่ขอบเขตของงานวิจัย จะใช้หน้าดินขาวจากเหมืองแร่ Mineral Resources Development จังหวัดระนอง เป็นวัตถุดิบในการผลิตอิฐบล็อกประสาน ผสมวัตถุดิบที่อัตราส่วน หน้าดินต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:5, 1:7 และ 1:9 โดยน้ำหนัก ทดสอบกำลังอัดที่อายุการบ่มด้วยความชื้น 3, 7, 14 และ 28 วัน เพื่อศึกษาพฤติกรรมการรับกำลังอัดที่ระยะเวลาต่าง ๆ ผลการวิจัยพบว่าบล็อกประสานที่ผลิตได้จากหน้าดินขาวมีค่าความสามารถในการรับกำลังอัดสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ จากการวิจัยสรุปได้ว่าหน้าดินขาวสามารถนำมาใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้เป็นอย่างดี จึงนับได้ว่าเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งมาสร้างมูลค่าเพิ่ม และเป็นการลดวัสดุ เหลือทิ้งที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

- จรุงญ เจริญเนตรกุล (2555) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกะลาปาล์มมาแทนที่ทรายบางส่วน เพื่อผลิตเป็นอิฐบล็อกประสานผสมกะลาปาล์ม และเปรียบเทียบคุณสมบัติกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 การแทนที่ทรายด้วยกะลาปาล์ม ในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 และ 80 โดยน้ำหนัก มวลรวมที่ใช้ในการผลิตคือ ดินลูกรัง ปูนซีเมนต์ ทราย และกะลาปาล์ม บ่มในอากาศ 28 วัน นำมาทดสอบค่าการดูดกลืนน้ำ และทดสอบค่าการรับกำลังอัด จากผลการศึกษา พบว่า ค่าการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมกะลาปาล์มนั้น จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณ

กะลาปาล์มที่เป็นส่วนผสมในตัวอิฐ ทั้งนี้เนื่องจากกะลาปาล์มที่ผสมลงไปจะเป็นสิ่งที่ทำให้อิฐบล็อกประสานดูดกลืนน้ำมากขึ้น ในด้านของค่ากำลังอัดของอิฐบล็อกประสานผสมกะลาปาล์ม พบว่า ได้ค่ากำลังอัดในแต่ละอัตราส่วนผสม ดังนี้ 50.23, 46.65, 45.01, 43.71, 43.06, 29.82, 24.99 และ 22.98 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ จากค่าที่ได้แสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการผสมกะลาปาล์มลงในอิฐบล็อกประสานในอัตราส่วนผสมร้อยละที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับก็จะทำให้ความสามารถในการรับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสานผสมกะลาปาล์มนั้น ก็จะลดน้อยลงไปตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มมากขึ้น เมื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 ชนิดไม่รับน้ำหนักพบว่า มีเพียงอัตราส่วนผสมร้อยละ 70 และร้อยละ 80 เท่านั้นที่มีค่าการรับกำลังอัดไม่ผ่านเกณฑ์ มาตรฐาน

- ยูวดี หิรัญ, วัจนวงศ์ กรีพละ และก้องรัฐ นกแก้ว (2554) ได้ศึกษาเบื้องต้นที่นำเอาดินลูกรังบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร มาผลิตบล็อกประสานพบว่า มีค่ากำลังรับแรงอัดและค่าการดูดกลืนน้ำเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 57-2530 แต่ลักษณะของผิวบล็อกดินซีเมนต์ไม่เรียบ เนื่องจากดินลูกรังสกลนครมีความเป็นพลาสติกสูง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของบล็อกประสานที่ทำจากดินลูกรังสกลนครด้วยทรายซีเมนต์ (ทรายถมที่) โดยการแทนที่ดินลูกรังสกลนครด้วยทรายซีเมนต์ในอัตราส่วนดินลูกรังสกลนครต่อทรายซีเมนต์ดังนี้ คือ 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 จากการศึกษาพบว่าความเรียบของผิวบล็อกประสานจะเพิ่มตามปริมาณทรายที่มากขึ้น โดยดินลูกรังสกลนครต่อทรายซีเมนต์เท่ากับ 70:30 เป็นอัตราส่วนที่ให้ค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุดและค่าการดูดกลืนน้ำเป็นไปตามมาตรฐาน

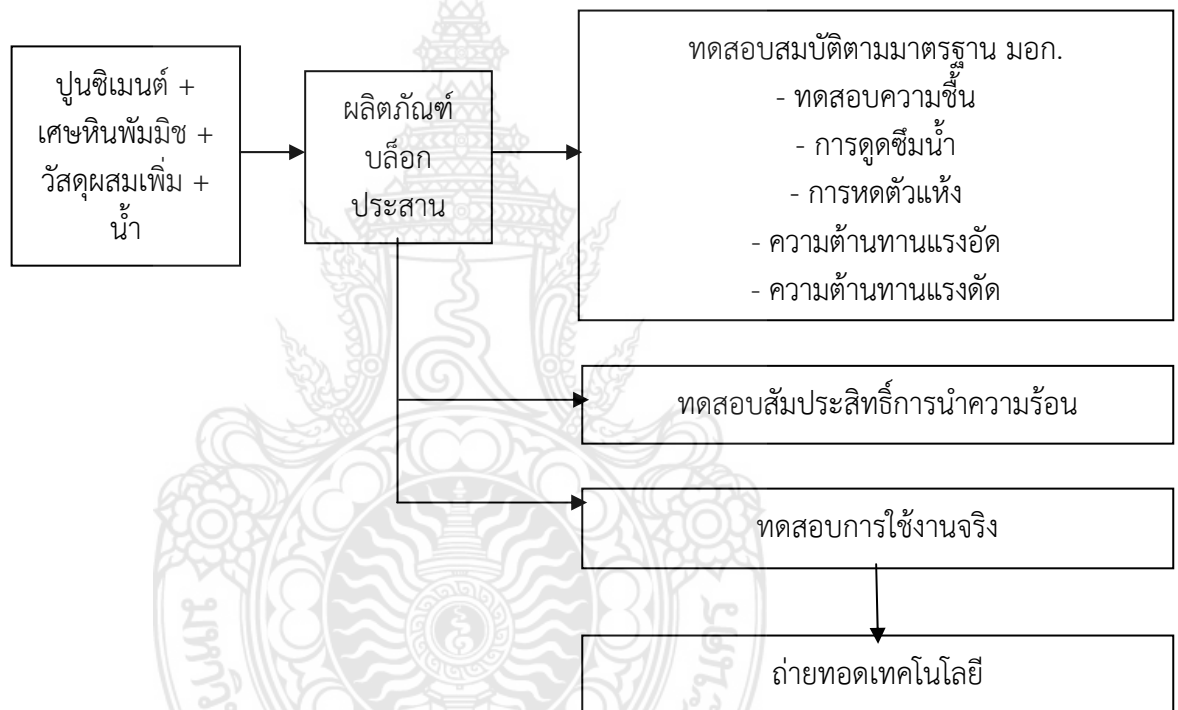
- ชูชัย สุจิรวกุล และพินัยศักดิ์ พรหมศร (2553) ได้พัฒนาบล็อกซีเมนต์ประสาน ที่ใช้ซีเมนต์และเถ้าจาก แกลบดำ แกลบขาว หรือชานอ้อย เป็นวัสดุผสมหลัก อัตราส่วนของปูนซีเมนต์ที่ใช้คงที่ทุกอัตราส่วน เท่ากับ 1 อัตราส่วนของทรายที่ใช้เท่ากับ 0, 1 และ 2 อัตราส่วนของเถ้าแกลบดำ เถ้าแกลบขาว หรือเถ้าชานอ้อย เท่ากับ 1, 2, 3, 4 และ 5 โดยน้ำหนัก ตัวอย่างทั้งหมดได้ทำการบ่มที่อายุ 7 วัน ในอุณหภูมิปกติ ผลการวิจัยพบว่า การเพิ่มปริมาณของเถ้าจะส่งผลกระทบต่อการใช้ปริมาณน้ำในการ ขึ้นรูปมากขึ้นและยังส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของบล็อกซีเมนต์ประสาน คือ ความหนาแน่นลดลง การดูด กลืนน้ำเพิ่มขึ้น และกำลังรับแรงอัดลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า การเพิ่มปริมาณทรายมีผลทำให้ ความหนาแน่น ของบล็อกซีเมนต์ประสานเพิ่มขึ้น การดูดกลืนน้ำ ลดลง และกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้น สรุปได้ว่า เถ้าแกลบดำ และเถ้าชานอ้อย สามารถที่จะนำมาใช้ในการผลิตบล็อกซีเมนต์ประสานชนิดรับน้ำหนักได้ ส่วนเถ้าแกลบขาวไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ผลิตบล็อกซีเมนต์ประสาน แต่สามารถนำไป พัฒนาเพื่อผลิตบล็อกมวลเบาชนิดไม่รับน้ำหนัก ได้ดีกว่า

- รุติพงษ์ ชลธารกัมปนาท และคณะ (2554) ได้ศึกษาอิทธิพลของซีเมนต์ที่มีผลต่อคุณสมบัติของอิฐบล็อกประสาน โดยส่วนผสมที่แตกต่างกันออกไป โดยเพิ่มอัตราส่วนผสมของซีเมนต์ต่อมวลรวม จาก 1:3 ถึง 1:11 โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ คงที่เท่ากับ 0.103 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นอิฐบล็อกประสาน 2 ร่อง ชนิด 3 รูเสียบ ขนาด 25 x 12.5 x 10 เซนติเมตร บ่มด้วยความชื้นที่อายุ 7, 14 และ 28 วัน แล้วจึงทำการทดสอบกำลังรับแรงอัดและ การดูดซึมน้ำ จากผลการศึกษาพบว่า อิฐบล็อกประสานที่มีค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุดคือ อัตราส่วนที่ 1:3 มีค่ากำลังรับแรงอัดเท่ากับ 204 กก./ตร.ซม. และมีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดเท่ากับ 10.77 % แต่จะใช้ซีเมนต์ในการผลิตมาก และมีค่าใช้จ่ายสูง และอัตราส่วน 1:7 เป็นอัตราส่วนที่ผ่านมาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 57-2553 และมีราคาประหยัดที่สุดในการผลิต ค่ากำลังรับแรงอัด มีค่าเท่ากับ 91 กก./ตร.ซม. และมีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 14.94

จากการศึกษาที่ผ่านมา เห็นได้ว่า หินพัมมิชนั้นได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในงานวัสดุก่อสร้างอย่างมาก แต่สำหรับการนำหินพัมมิชที่มีอยู่ในประเทศไทย มาใช้ประโยชน์จริงในบล็อกประสาน ยังไม่มีผู้ใดศึกษา อย่างไรก็ตามผลการศึกษาที่ผ่านมา ทำให้มั่นใจได้ว่า การใช้เศษหินพัมมิชสำหรับทำผลิตภัณฑ์บล็อกประสานน้ำหนักเบา มีความเป็นไปได้สูงที่จะสำเร็จ และสามารถนำมาถ่ายทอดให้กลับกลุ่มชุมชนในพื้นที่ สำหรับพัฒนาเป็นวิสาหกิจชุมชน เพื่อเพิ่มรายได้ให้กับหินปูนยิปซัมที่เหลือทิ้งจากเหมืองหินต่อไป

2.4 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



ปัจจุบันชุมชนในพื้นที่แหล่งเหมืองหินพัมมิช ยังต้องซื้อผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างชนิดต่าง ๆ เพื่อทำการก่อสร้างอาคารบ้านเรือนจากจังหวัดอื่น ซึ่งทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งเป็นอย่างมาก และเมื่อพิจารณาจากฝุ่นหินพัมมิชที่เหลือทิ้งเป็นปริมาณมากแล้ว หากนำมาพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์บล็อกประสานมวลเบาเพื่อใช้ภายในพื้นที่ชุมชนได้นั้น นอกจากจะเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีมากมายในพื้นที่ให้เกิดประโยชน์แล้ว ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งวัสดุและช่วยสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนได้

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการทดลอง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและทำการทดสอบใน (ดำเนินการออกแบบส่วนผสม ทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกล) ทำการทดสอบการนำผลิตภัณฑ์ ไปใช้งานในสภาพจริง โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทำวิจัย

- 1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ในการทำวิจัยใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1
- 2) เศษหินพัมมิช จากเหมืองหินจังหวัดบุรีรัมย์
- 3) น้ำ ในการทำวิจัยนี้ใช้น้ำประปา

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

- 1) อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ Sieve Analysis of Aggregate 1 ชุด
- 2) เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal Testing Machine) 2 เครื่อง



รูปที่ 4 เครื่องทดสอบอเนกประสงค์

- 3) เครื่องผสมคอนกรีต 1 เครื่อง



รูปที่ 5 เครื่องผสมคอนกรีต

- 4) ชุดอุปกรณ์การทดสอบความหนาแน่นและการดูดซึมน้ำ 1 ชุด
- 5) ชุดคอมพิวเตอร์ประมวลผล 1 เครื่อง
- 6) เครื่องทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 1 เครื่อง
- 7) ชุดอุปกรณ์เครื่องแก้วสำหรับตวงส่วนประสม 1 ชุด
- 8) เครื่องมือชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัลความละเอียด 0.05 กรัม 1 เครื่อง
- 9) เตาอบ (Oven) 1 เครื่อง



รูปที่ 6 เตาอบ

- 10) แบบหล่ออิฐบล็อกประสานขนาด 10 x 10 x 20 ลบ.ซม.



รูปที่ 7 แบบหล่ออิฐบล็อกประสาน

- 11) เครื่องทดสอบองค์ประกอบทางเคมี (XRF) 1 เครื่อง

3.3 เตรียมวัสดุในการทำวิจัย นำกากเศษหินพัมมิช มาล้างทำความสะอาด บดย่อย เพิ่มเติมทดสอบสมบัติทางกายภาพเพื่อหาองค์ประกอบทางเคมีของเศษหินพัมมิช ได้ทำการทดสอบโดยใช้เครื่องทดสอบองค์ประกอบทางเคมี (XRF) ยิ่งผ่านตัวอย่างเศษหินพัมมิช แล้วอ่านค่าปริมาณองค์ประกอบทางเคมี และนำไปส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) เพื่อตรวจสอบดูโครงสร้างของเศษหินภูเขาไฟ

3.4 ออกแบบอัตราส่วนผสมที่ใช้ในการทำวิจัย โดยการทดลอง ผสมอัตราส่วนของ บล็อกประสาน ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดแล้วทำการปรับส่วนผสมให้เศษหินพัมมิชไปแทนที่ ปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์ และ มวลรวมที่ละน้อย เพื่อให้สามารถนำไปทดสอบแล้วได้แนวโน้มผลการ ทดสอบ สมบัติทางกล ตามต้องการ

3.5 การผสมบล็อกประสาน ในการผสมควรผสมเศษหินพัมมิชกับปูนซีเมนต์ให้เข้า กันก่อน แล้วค่อย ๆ เติมน้ำโดยใช้ฝักบัว หรือหัวฉีดพ่นให้เป็นละอองกว้าง น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำสะอาด หลังจากผสมเศษหินพัมมิชและปูนซีเมนต์เข้ากันแล้วในปริมาณที่พอเหมาะ โดยใช้ปริมาณน้ำที่ดีที่สุด ในการผสมนั้นขณะที่ทำการผสมควรหยุดเครื่องเพื่อเกลี่ยคอนกรีตที่ติดอยู่ข้างเครื่องผสมออก แล้วทำ การเดินเครื่องผสมต่อ จากนั้นนำเศษหินพัมมิชกับปูนซีเมนต์ที่ผสมเข้าด้วยกันแล้วนำเข้าเครื่องทันที เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ บล็อกประสานที่อัดเป็นก้อนแล้ว ควรกองเก็บและบ่มในที่ร่ม

3.6 การบ่มบล็อกประสาน นำบล็อกประสานออกจากเครื่องอัดแล้วนำมาจัดเรียงใน ที่ร่มจนมีอายุครบ 1 วัน เริ่มบ่มโดยการรดน้ำด้วยฝักบัวหรือฉีดพ่นเป็นละอองให้ชุ่ม แล้วคลุมด้วยผ้า พลาสติกไม่ให้ไอน้ำระเหยออก ทิ้งไว้อีก 7 วันเพื่อความแข็งแรง พร้อมส่งออกจำหน่ายหรือใช้งานได้ ไม่ควรเคลื่อนย้ายก่อนกำหนดเพราะจะทำให้ก้อนบิ่น หรือเกิดการแตกร้าวได้ง่าย การบ่มไม่ควรให้น้ำ มากเกินเพราะอาจทำให้มีปัญหาคราบขาวได้ ควรบ่มด้วยปริมาณน้ำที่น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ คือ เพียงแค่ให้ความชื้นก็เพียงพอ

3.7 การทดสอบบล็อกประสาน นำบล็อกประสานที่บ่มในอากาศแล้วมาทำการวัด ขนาด และชั่งน้ำหนัก การวิจัยแบ่งอายุของบล็อกประสานออกเป็น 3 ช่วงอายุ คือ 7 วัน 14 วัน และ 28 วัน

3.7.1 การทดสอบความชื้นและการดูดซึมน้ำของบล็อกประสาน ตามมาตรฐาน มอก.109-2517 ที่อายุ 28 วัน

3.7.2 การทดสอบกำลังอัดและกำลังตัดของบล็อกประสาน ตามมาตรฐาน ASTM C 62-69 ที่อายุ 7 วัน 14 วัน และ 28 วัน

3.7.3 การทดสอบการหดตัวแบบแห้งของบล็อกประสาน ตามมาตรฐาน มอก. 110- 2517 ที่อายุ 28 วัน

3.7.4 การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของบล็อกประสาน ตามมาตรฐาน ASTM C 177-97 ที่อายุ 28 วัน

3.8 วิเคราะห์ผลการทดสอบ และจัดทำให้อยู่ในรูปของกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าต่าง ๆ ทั้งกราฟเส้น และแผนภูมิแท่ง เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.9 สรุปผลการดำเนินงาน ยื่นคำขอจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา

3.10 เขียนบทความวิจัยเพื่อเผยแพร่ และจัดการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับชุมชน

3.11 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ และทำการปิดโครงการวิจัย

3.12 รูป ตาราง ประกอบการวิธีดำเนินการวิจัย

นำกากเศษหินพัมมิช มาล้างทำความสะอาด บดย่อย เพิ่มเติม โดยใช้เครื่องตีมวลรวมดังรูปที่ เพื่อปรับขนาด



รูปที่ 8 เครื่องตีมวลรวม

วัตถุประสงค์สำหรับการขึ้นรูป ได้แก่ ปูนซีเมนต์:หินฝุ่น:หินพัมมิช โดยการผสมบล็อก ประสาน กำหนดอัตราส่วน ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 กำหนดอัตราส่วน ปูนซีเมนต์:หินฝุ่น:หินพัมมิช

อัตราส่วน				
อัตราส่วน	ปูนซีเมนต์	หินฝุ่น	หินพัมมิช	น้ำ
normal	1000 กรัม	7000 กรัม	0	450 กรัม
P 300	1000 กรัม	6700 กรัม	300 กรัม	450 กรัม
P 600	1000 กรัม	6400 กรัม	600 กรัม	450 กรัม
P 900	1000 กรัม	6100 กรัม	900 กรัม	450 กรัม
P 1200	1000 กรัม	5800 กรัม	1200 กรัม	450 กรัม
P 1500	1000 กรัม	5500 กรัม	1500 กรัม	450 กรัม



รูปที่ 9 การชั่งน้ำหนักส่วนผสมลือกประสาน





รูปที่ 10 การเทส่วนผสมหินปูนลงเครื่องผสมบดอัดประสาน





รูปที่ 11 การเทส่วนผสมหินพัมมิชลงเครื่องผสมบล็อกประสาน





รูปที่ 12 การเทส่วนผสมซีเมนต์ลงเครื่องผสมบล็อกประสาน





รูปที่ 13 การผสมส่วนผสมซีเมนต์ หินฝุ่น หินพั้มมิช ในเครื่องผสมบล็อกประสาน





รูปที่ 14 การเติมน้ำในส่วนผสม ซีเมนต์ หินฝุ่น หินพั้มมิช ในเครื่องผสมบล็อกประสาน





รูปที่ 15 การผสมส่วนผสม น้ำ ซีเมนต์ หินฝุ่น หินพั้มมิช ในเครื่องผสมบล็อกประสาน





รูปที่ 16 ส่วนผสมสำหรับนำไปอัดบล็อกประสาน





รูปที่ 17 เทส่วนผสมแบบอัดบล็อกประสาน





รูปที่ 18 ปรับปริมาณส่วนผสมในแบบอัดบล็อกประสาน





รูปที่ 19 อัดส่วนผสมในแบบบล็อกประสาน





รูปที่ 20 ดันบล็อกประสานขึ้นจากแบบ





รูปที่ 21 ตรวจสอบรูปทรงบล็อกประสาน





รูปที่ 22 บล็อกประสานที่อัดเป็นก้อนแล้ว





รูปที่ 23 รดน้ำเพื่อทำการการบ่ม





รูปที่ 24 วางบนแผ่นพลาสติกสำหรับการบ่ม





รูปที่ 25 ห่อแผ่นพลาสติกสำหรับการบ่ม





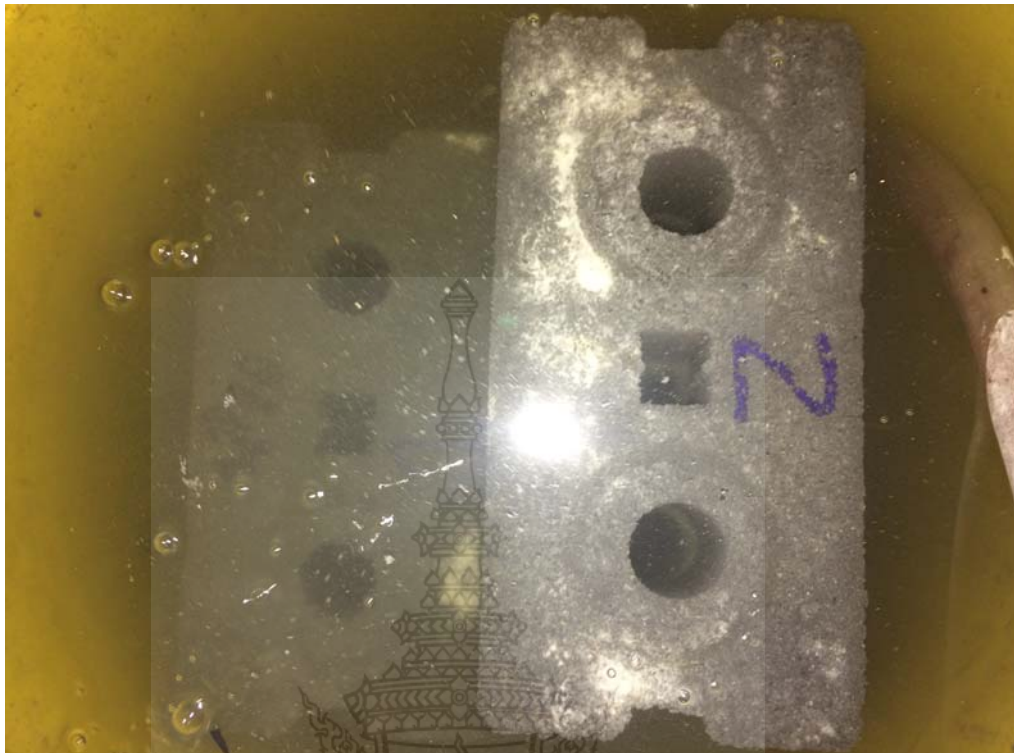
รูปที่ 26 ทำการบ่ม 7-28 วัน





รูปที่ 27 ใส่บล็อกประสานในน้ำสำหรับทดสอบการดูดน้ำและหดตัว





รูปที่ 28 ที่งบล็อกประสานในน้ำจันอิมตัว เพื่อทดสอบการดูดน้ำและหดตัว





รูปที่ 29 นำบล็อกประสานอบจนแห้ง เพื่อทดสอบการดูดน้ำและหดตัว





รูปที่ 30 กำมะถันสำหรับแคปหน้าบล็อกประสาน





รูปที่ 31 เผือกำมะถันสำหรับแคปหน้าบล็อกประสาน





รูปที่ 32 เผือกำมะถันสำหรับแคปหน้าบล็อกประสาน ให้ละลาย





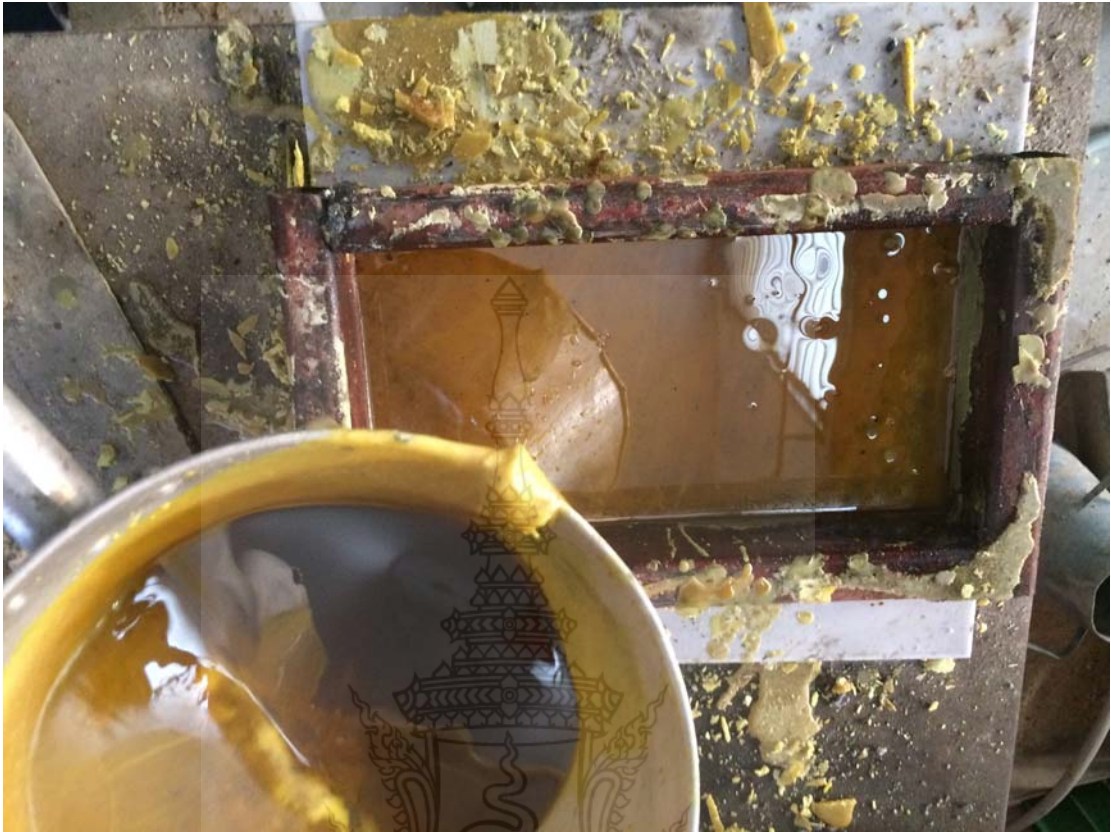
รูปที่ 33 แผ่นรองกำมะถันสำหรับแคปหน้าบล็อกประสาน





รูปที่ 34 ซิลิโคนน้ำมันบนแผ่นรองก้ำมะถันสำหรับแคปหน้าบล็อกประสาน





รูปที่ 35 เทน้ำกำมะถันบนแผ่นรองสำหรับแคปหน้าบล็อกประสาน





รูปที่ 36 วางบล็อกประสานบนแผ่นรองสำหรับแคปหน้า





รูปที่ 37 แคปหน้าบล็อกประสานทั้งสองด้าน





รูปที่ 38 แต่งหน้าบล็อกประสานทั้งสองด้าน





รูปที่ 39 วางบล็อกประสานในเครื่องทดสอบกำลัง





รูปที่ 40 ทดสอบกำลังบดอัดประสาน





รูปที่ 41 การวิบัติของบล็อกประสาน



บทที่ 4 ผลการวิจัย

จากผลการดำเนินงานของโครงการ “การใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บล็อกประสานลดอุณหภูมิจากเศษหินพัมมิช ” สามารถสรุปได้ ดังต่อไปนี้

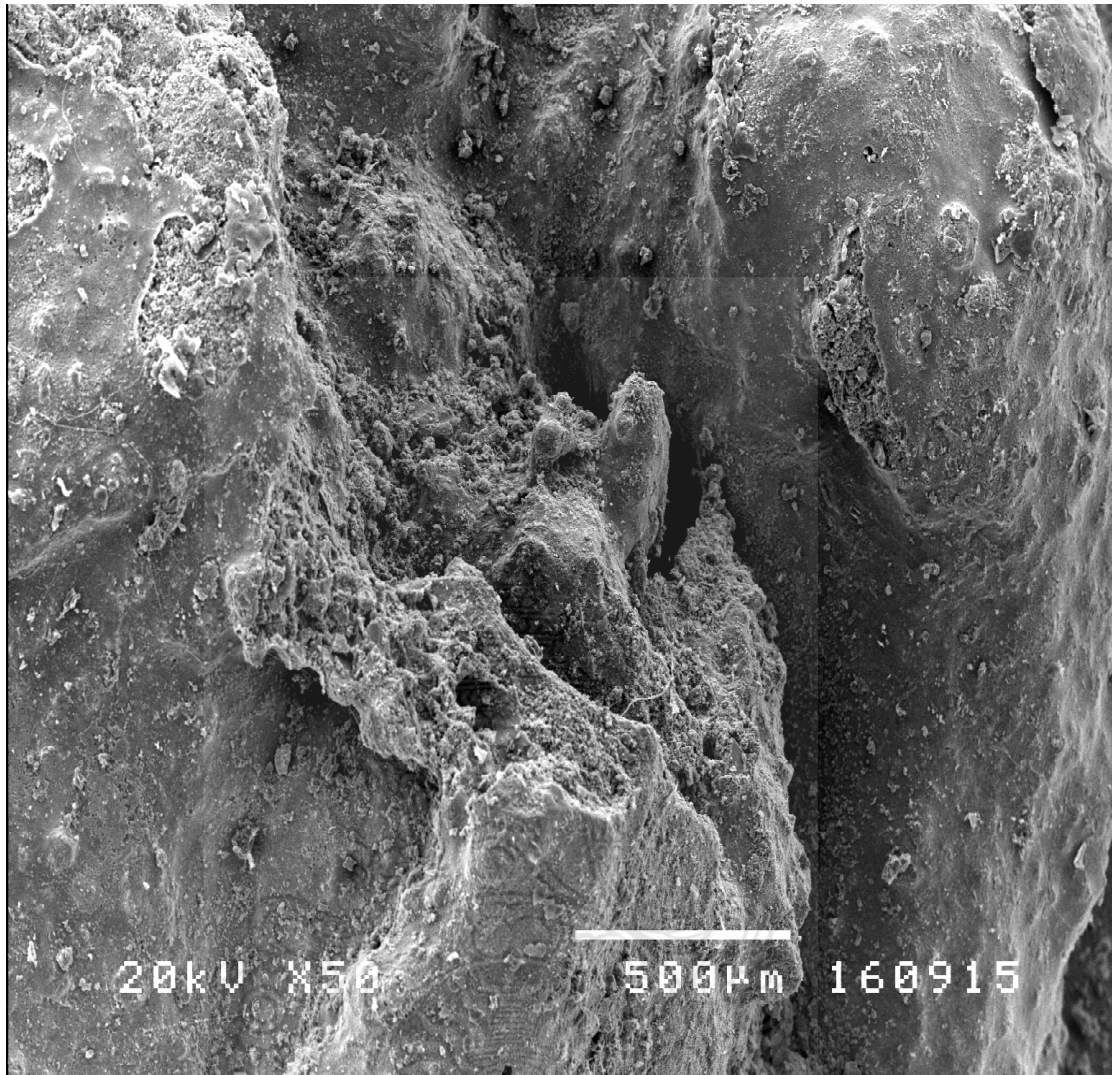
4.1 เตรียมวัสดุมวลรวม

จากค่าโมดูลัสความละเอียดและความถ่วงจำเพาะของมวลรวม สามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 4

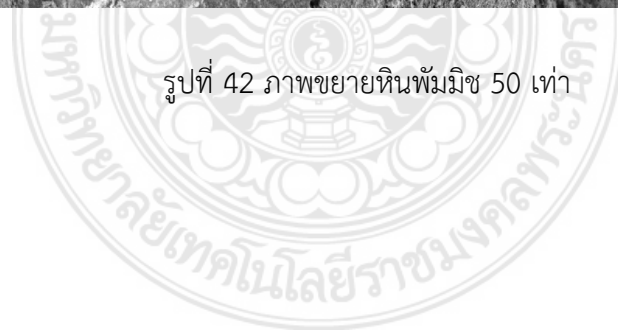
ตารางที่ 4 : โมดูลัสความละเอียดและความถ่วงจำเพาะ

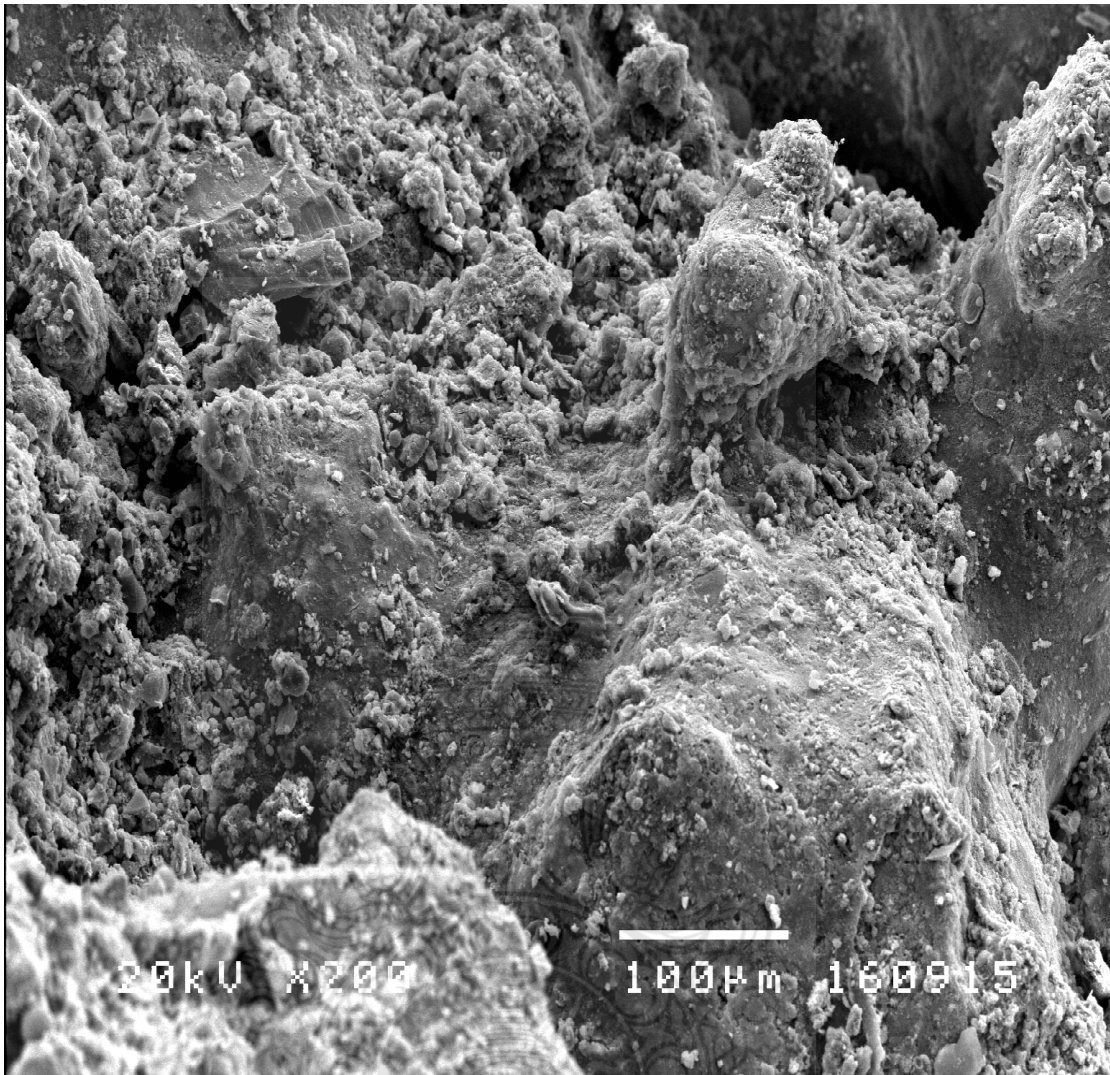
มวลรวม	โมดูลัสความละเอียด	ความถ่วงจำเพาะ
หินฝุ่น	5.46	2.71
หินพัมมิช	5.89	0.69

จากตารางที่ 4 พบว่าหินพัมมิชเป็นหินที่มีขนาดใหญ่กว่าหินฝุ่นเล็กน้อย เมื่อนำมาแทนที่หินฝุ่นในมวลรวมของบล็อกประสาน จะไม่สามารถช่วยให้ขนาดคละของส่วนผสมดีขึ้นหรือมีเนื้อที่แน่นมากขึ้นได้ และด้วยค่าความถ่วงจำเพาะของหินพัมมิชที่ต่ำกว่าหินฝุ่นอย่างมาก จึงทำให้ตัวอย่างบล็อกประสานจากงานวิจัยมีน้ำหนักเบา และความพรุนภายในก้อนเพิ่มมากขึ้น [11] ดังลักษณะภาพถ่ายขยายของเศษหินพัมมิชที่แสดงในรูปที่ 42 ถึง 44 พบว่ามีรูพรุนกระจายอยู่ทั่วไป



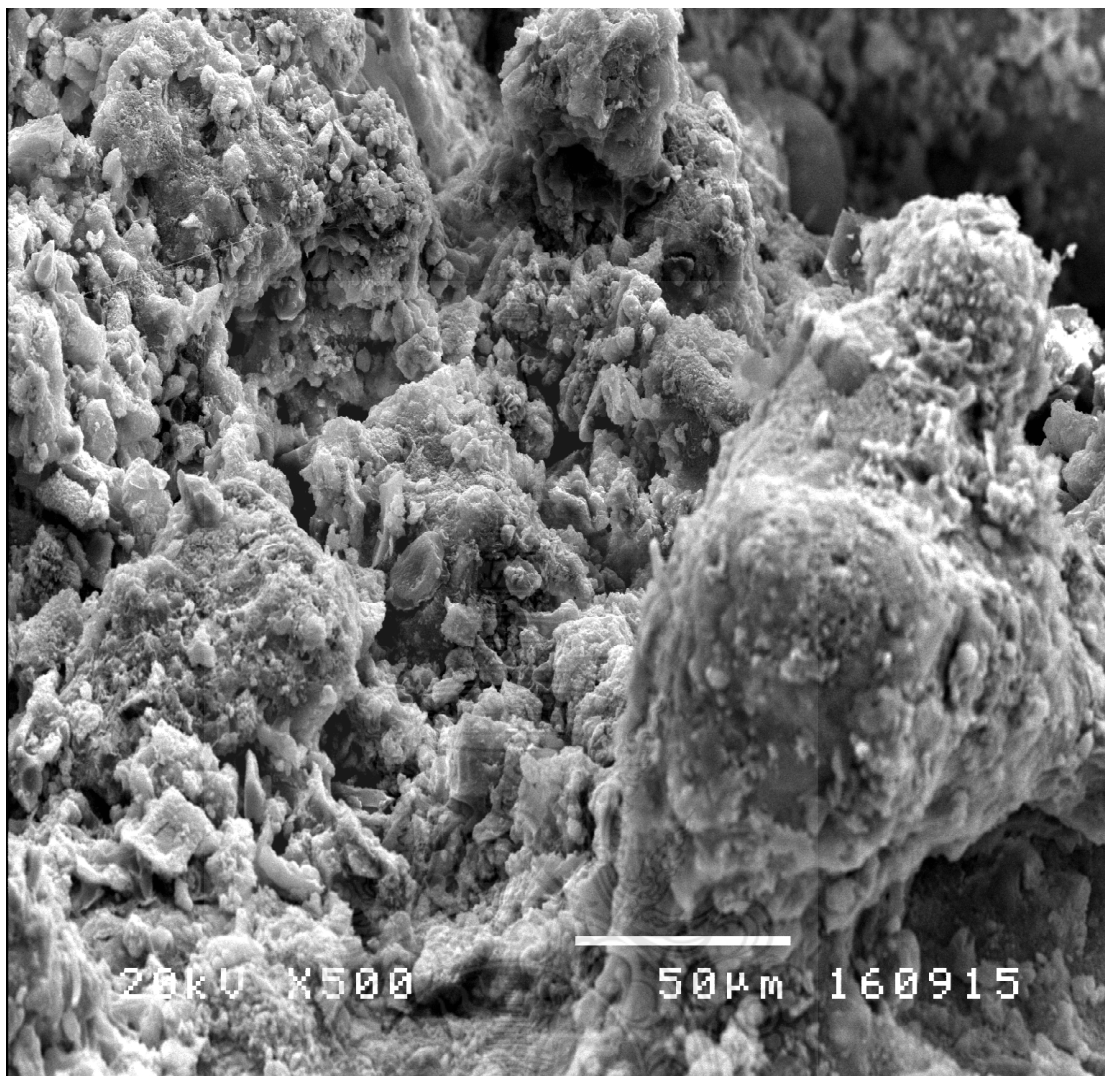
รูปที่ 42 ภาพขยายหินพัมมิช 50 เท่า





รูปที่ 43 ภาพขยายหินพัมมิช 200 เท่า





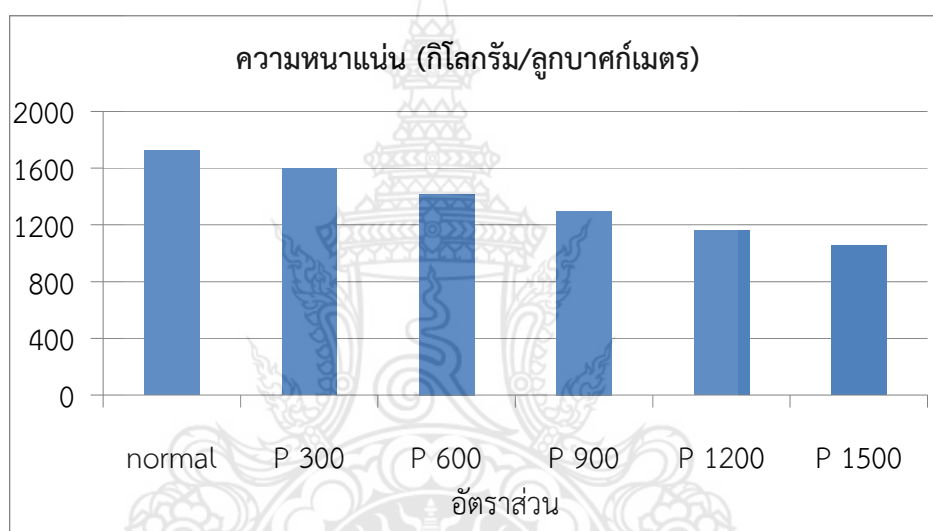
รูปที่ 44 ภาพขยายหินพัมมิช 500 เท่า

4.2 ลักษณะทั่วไป ความหนาแน่น และการดูดซึมน้ำ

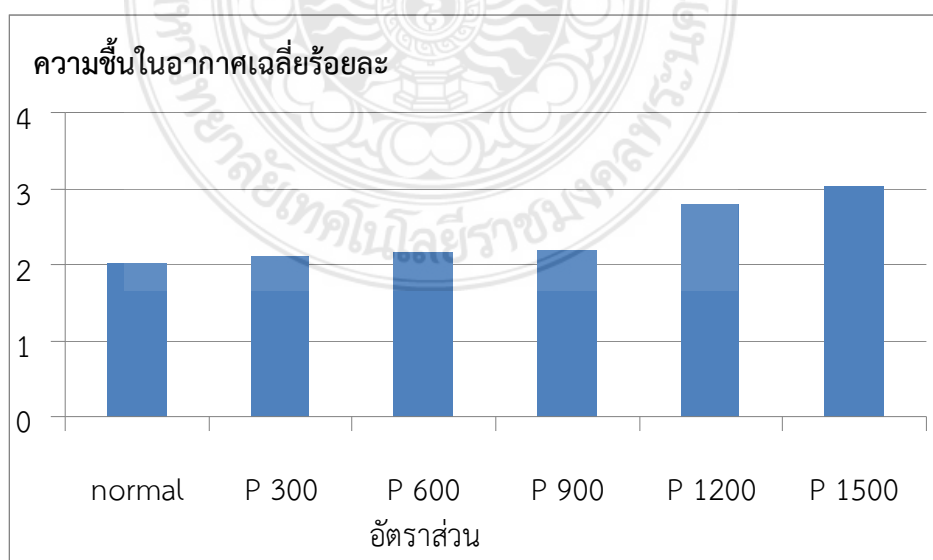
ลักษณะทั่วไปของบล็อกประสานในทุกอัตราส่วนผสม ได้แก่ ความเรียบของผิวหน้า ความได้ฉากของขอบมุม และความสมบูรณ์ของบล็อกปูพื้น ตามมาตรฐาน มผช. 602 - 2547 เรื่องอิฐบล็อกประสาน แสดงในตารางที่ 5 และความหนาแน่นในรูปที่ 45

ตารางที่ 5 : ลักษณะทั่วไปของบล็อกประสานจากเศษหินพัมมิช

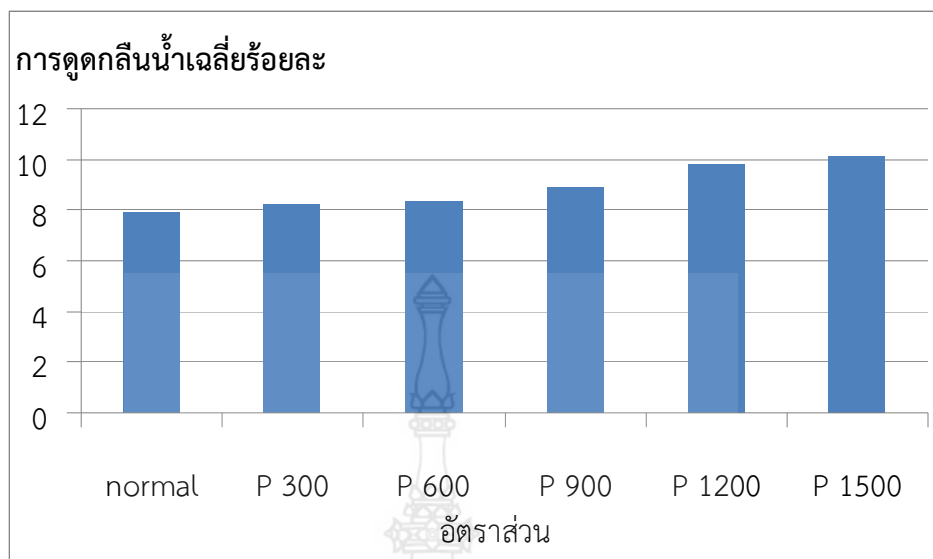
อัตราส่วน	ลักษณะทั่วไป	มิติ
normal	ปกติ	ไม่คลาดเคลื่อน
P 300	ปกติ	ไม่คลาดเคลื่อน
P 600	ปกติ	ไม่คลาดเคลื่อน
P 900	ปกติ	ไม่คลาดเคลื่อน
P 1200	ปกติ	ไม่คลาดเคลื่อน
P 1500	ปกติ	ไม่คลาดเคลื่อน



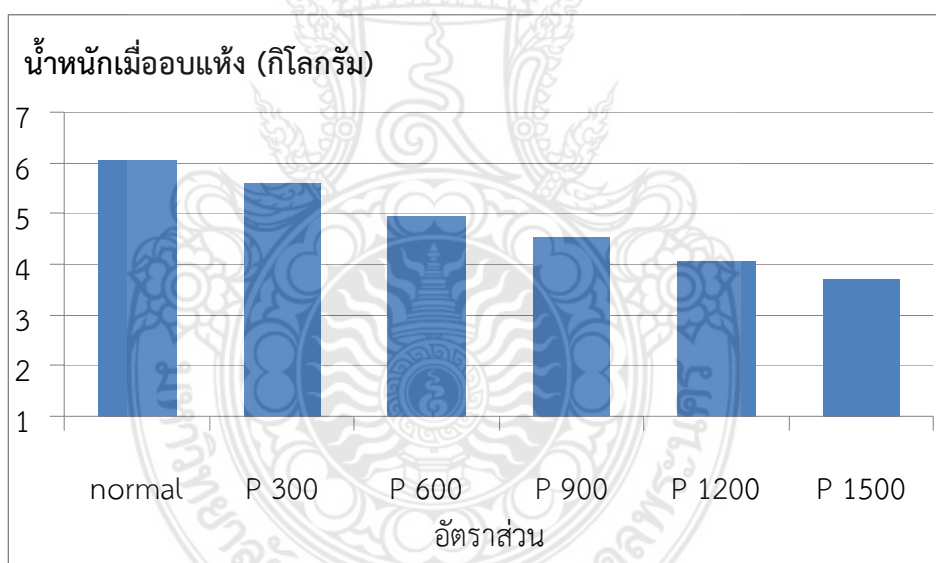
รูปที่ 45 ความหนาแน่นบล็อกประสานจากเศษหินพัมมิช



รูปที่ 46 ความชื้นในอากาศ



รูปที่ 47 การดูดกลืนน้ำของบล็อกประสานจากเศษหินพัมมิช



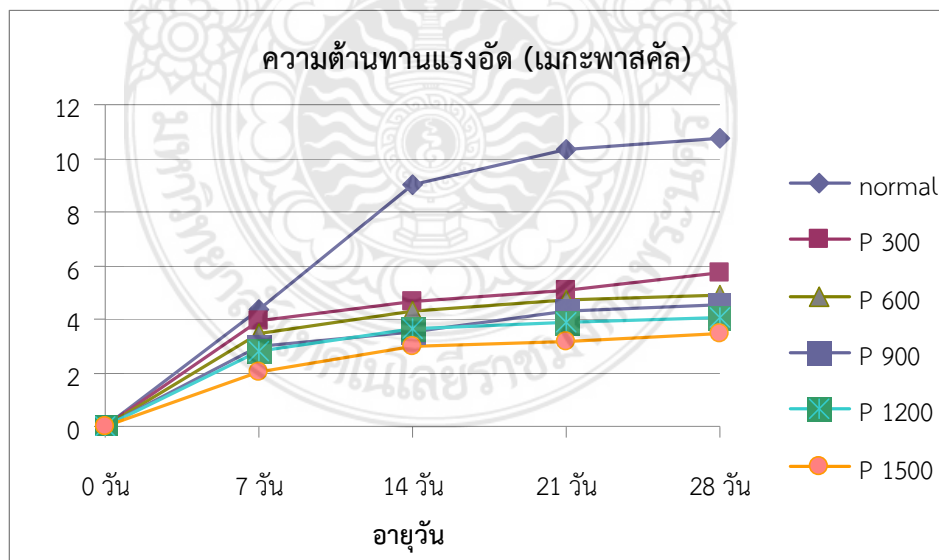
รูปที่ 48 น้ำหนักเมื่ออบแห้งของบล็อกประสานจากเศษหินพัมมิช

จากตารางที่ 5 พบว่าบล็อกประสานจากเศษหินพัมมิชทุกอัตราส่วน สามารถขึ้นรูปตามที่ต้องการได้ทั้งหมด แต่จากการตรวจพินิจลักษณะโดยทั่วไป พบว่าอัตราส่วนที่มีปริมาณเศษหินพัมมิชมาก ตั้งแต่อัตราส่วน P 900 ขึ้นไป ถึง P 1500 มีการบิ่นของขอบได้ง่าย จึงไม่เหมาะกับการนำไปใช้งานจริง ส่วนด้านความหนาแน่นนั้น หินพัมมิชที่นำมาผสมมีค่าโมดูลัสความละเอียด เท่ากับ 5.89 ถือว่าเป็นมวลรวมที่มีความละเอียดใกล้เคียงกับหินฝุ่นหินปูน ซึ่งมีค่าโมดูลัสความละเอียดอยู่ที่ประมาณ 5.46– 5.6 และในส่วนของคุณสมบัติของเศษหินพัมมิช พบว่าเศษหินพัมมิชมีความ

ถ่วงจำเพาะต่ำเพียง 0.69 ซึ่งต่ำกว่าหินปูนที่มีความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 2.60 – 2.80 [5] ทำให้บล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเศษหินพัมมิชมีแนวโน้มของน้ำหนักที่เบากว่าบล็อกประสานทั่วไปซึ่งใช้หินปูนเป็นส่วนผสม ทั้งนี้ผลการทดสอบความหนาแน่นพบว่า บล็อกประสานที่มีปริมาณเศษหินพัมมิชมากจะมีความหนาแน่นที่ต่ำ ส่วนที่มีปริมาณเศษหินพัมมิชน้อยจะมีความหนาแน่นที่สูง โดยอัตราส่วน P 300 เป็นอัตราส่วนที่มีปริมาณเศษหินพัมมิชน้อยที่สุด มีค่าความหนาแน่นสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน P 650, P 900, P 1200, และ P 15000 เป็นอัตราส่วนที่มีความหนาแน่นต่ำที่สุด ตามลำดับ เป็นผลมาจากขนาดคละ การยึดเกาะและแทรกตัวของปูนซีเมนต์ รวมทั้งการเรียงตัวของส่วนผสม [7] โดยอัตราส่วนที่มีปริมาณมวลรวมหรือเศษหินพัมมิชค่อนข้างมาก ส่งผลให้การเรียงตัวของส่วนผสมไม่ค่อยดีนักเมื่อทำการขึ้นรูป เนื่องจากขนาดของเศษหินพัมมิชที่นำมาผสมมีขนาดใกล้เคียงกัน จึงมีช่องว่างภายในบล็อกประสานมาก ทำให้ความหนาแน่นลดลงดังกล่าว ส่วนด้านการดูดกลืนน้ำเฉลี่ยที่อัตราส่วนต่าง ๆ พบว่า เมื่อผสมเศษหินพัมมิชในปริมาณที่มากขึ้น ส่งผลให้การดูดกลืนน้ำมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากช่องว่างหรือโพรงของบล็อกประสาน [7] โดยที่น้ำจะซึมเข้าไปในเนื้อของบล็อกประสานผ่านทางช่องว่างดังกล่าว จากการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนน้ำ ตามมาตรฐาน มผช. 602 – 2547 ที่กำหนดให้การดูดกลืนน้ำเฉลี่ยต้องไม่เกินร้อยละ 10 พบว่าการดูดกลืนน้ำเฉลี่ยของบล็อกปูพื้นทุกอัตราส่วนมีค่าไม่เกินมาตรฐาน มีแต่ P 1500 เกินเพียง 0.112

4.3 ความต้านทานแรงอัด

การทดสอบความต้านทานแรงอัดของบล็อกประสานจากเศษหินพัมมิช ที่อายุการบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 48

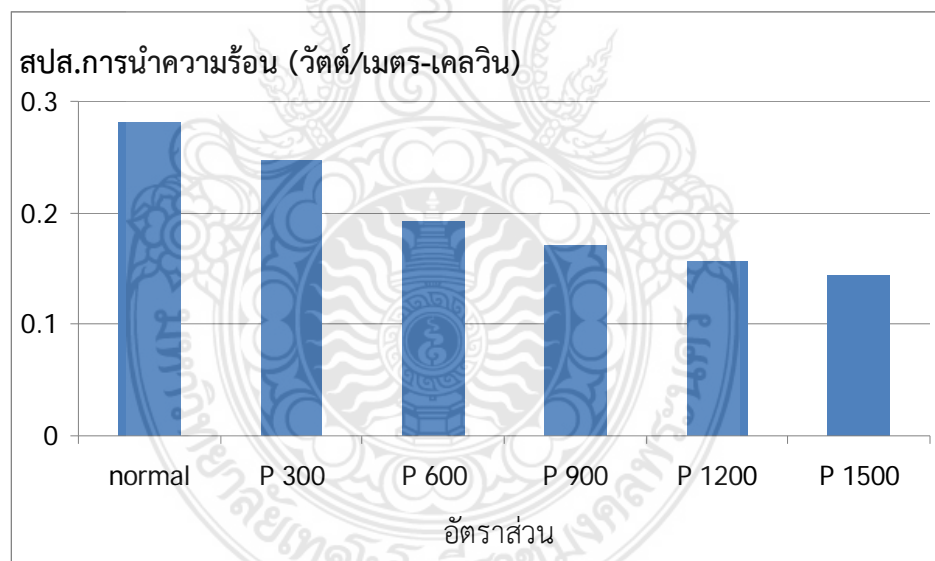


รูปที่ 48 ความต้านทานแรงอัดตามขวางของบล็อกปูพื้น

จากรูปที่ 48 พบว่า ความต้านทานแรงอัดของบล็อกประสานจากเศษหินพัมมิชที่มีปริมาณมวลรวมจากเศษหินพัมมิชน้อยที่สุด มีค่าความต้านทานแรงดัดตามขวางสูงที่สุด และมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณหินพัมมิชเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากลักษณะเนื้อหินพัมมิชที่นำมาผสมมีความพรุนสูง ทำให้มีพื้นที่รับแรงต่ำ เมื่อผสมหินพัมมิชในปริมาณมาก จึงมีพื้นที่รับแรงดัดลดลง และความต้านทานแรงดัดตามขวางมีค่าลดลง [6, 11, 18] เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มผช. 602 – 2547 ที่กำหนดให้ความต้านทานแรงอัดบล็อกประสานต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 2.5 เมกะพาสคัล เห็นได้ว่า อัตราส่วนที่มีปริมาณเศษหินพัมมิชมากที่สุดที่ P 1500 ที่อายุการบ่ม 14 วัน สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานได้ โดยมีค่าเท่ากับ 2.9 เมกะพาสคัล

4.4 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของบล็อกประสาน

การทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของบล็อกประสานจากเศษหินพัมมิชเปรียบเทียบกับบล็อกประสานทั่วไป ผลการทดสอบที่ อัตราส่วนเศษหินพัมมิชเพิ่มขึ้น จะมีค่าการนำความร้อนลดลง ดังแสดงในรูปที่ 49 จะช่วยลดความรู้สึกร้อนจากการสัมผัสพื้นผิวของบล็อกประสานและประหยัดพลังงานในอุปกรณ์ปรับอากาศ



รูปที่ 49 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของบล็อกประสานจากเศษหินพัมมิช

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากผลการวิจัยการศึกษาใช้เศษหินพัมมิชเป็นมวลรวมในการผลิตบล็อกประสาน โดยใช้เทคโนโลยีระดับชุมชนในการผลิตนั้น พบว่าเศษหินพัมมิชสามารถนำมาเป็นมวลรวมน้ำหนักเบาทดแทนหินฝุ่นหินปูนบางส่วนสำหรับผลิตบล็อกประสานได้ดี โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมและมีการใช้เศษหินพัมมิชมากที่สุด คือ อัตราส่วนที่มีปริมาณปูนซีเมนต์ต่อหินฝุ่นต่อหินพัมมิชต่อน้ำ อยู่ในช่วง 10: 6.4 : 0.6 : 0.45 ถึง 10: 6.1 : 0.9 : 0.45 โดยน้ำหนัก ซึ่งอัตราส่วนดังกล่าวมีสมบัติผ่านตามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.602-2547) เรื่องอิฐบล็อกประสานกำหนด และจากแนวโน้มของผลการทดสอบทั้งหมด พบว่าปริมาณเศษหินพัมมิชที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้การดูดกลืนน้ำเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ความต้านทานแรงดัดตามขวางลดลง และการนำความร้อนลดลง

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษาใช้เศษหินพัมมิชเป็นมวลรวมในการผลิตบล็อกปูพื้น ต่อไปนั้น ควรสนับสนุนให้มีการนำองค์ความรู้ที่ได้ ไปพัฒนาต่อยอดในงานอื่นเพิ่มเติม เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์จากเศษหินพัมมิช ซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างคุ้มค่ามากยิ่งขึ้น



บรรณานุกรม

- [1] จรุงญ เจริญเนตรกุล, 2555. **อิฐบล็อกประสานผสมกะลาปาล์ม**. การประชุมวิชาการการพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน ประจำปี 2555, ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 16-19 กุมภาพันธ์ 2555. หน้า 467-474.
- [2] ชูชัย สุจิรวงศ์ และพินัยศักดิ์ พรหมศรี, 2553. **บล็อกซีเมนต์ประสานที่ใช้เถ้าแกลบดำ เถ้าแกลบขาว หรือเถ้าขานอ้อยเป็นส่วนผสม**. การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 6, ณ โรงแรมแกรนด์ แปซิฟิก ซอฟเฟอร์ริ่ง รีสอร์ท แอนด์ สปา, เพชรบุรี. 20-22 ตุลาคม 2553. หน้า 419-426.
- [3] ฐิติพงษ์ ชลธารักษ์ปนาท, ชูเกียรติ นิรา, พุทธิจี จันทเขตร, ราตรี สีสมบัติ, สมชายันคร วรายุทธ, สีนาด โกศลานันท์ และวราเชษฐ ป้อมเชียงพิณ, 2554. **การศึกษาอิทธิพลของซีเมนต์ที่มีผลต่อคุณสมบัติของอิฐบล็อกประสาน**. ปรินญาณินพนธ์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และอัญมณีศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- [4] ดนุพล ตันนโยภาส, 2552. **วิทยาแร่**. พิมพ์ครั้งที่ 2, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [5] ดนุพล ตันนโยภาส, 2553. **แร่และหิน**. พิมพ์ครั้งที่ 2, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [6] ประชุม คำพุ่ม และกิตติพงษ์ สุวิโร, 2557. "การใช้เศษหินภูเขาไฟสำหรับพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อก". การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19, ณ โรงแรมพูลแมน
- [7] ปริญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2555. **ปูนซีเมนต์ ปอชโซลาน และคอนกรีต**. พิมพ์ครั้งที่ 7, สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย (ส.ค.ท.), หน้า 2.
- [8] ยุวดี หิรัญ, วัจนวงศ์ กริพละ และก้องรัฐ นกแก้ว, 2554. **การปรับปรุงคุณภาพบล็อกประสานที่ทำจากดินลูกรังสกลนครด้วยทรายซีเมนต์**. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 16, ณ โรงแรมเดอะชายน์, พัทยา, ชลบุรี. 18-20 พฤษภาคม 2554. MAT032. 10 หน้า.
- [9] วุฒินัย กกก้าแหง และ นรา รัตนวงศ์, 2551. **บล็อกประสานจากหน้าดินขาว**. การประชุมวิชาการ วิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 13, ณ โรงแรม จอมเทียนปาล์มบีช, พัทยา, ชลบุรี. 14-16 พฤษภาคม 2551. MAT021.
- [10] อาปีเต็ง ฮาวา. 2551. "สมบัติของคอนกรีตมวลเบาหินพิมพ์ผสมเถ้าลอยไม้ยางพาราและเถ้าแกลบ". วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [11] วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี, 2555. **หินภูเขาไฟ**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก www.wikipedia.org/wiki/. 15 สิงหาคม 2555.
- [12] ศูนย์เทคโนโลยีบล็อกประสาน, www.technologyblockprasan.com/webboard/, [Online], Available : URL [30 มิถุนายน 2553].
- [13] Abdel-Hameed, S.A.M. and Bakr, I.M. 2007. Effect of alumina on ceramic properties of cordierite glass-ceramic from basalt rock. **Journal of the European Ceramic Society**. 27(2-3), 1893-1897.
- [14] American Society for Testing and Materials, 2001, **Standard Classification of Soil and Soil-Aggregate Mixture for Highway Construction Purpose, ASTM D3282**, Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia.
- [15] El-Alfi, E.A., Othman, A.G. and Elwan, M.M. 1999. Physico-mechanical properties of basalt-clay bricks. **Industrial Ceramics**. 19(3), 145-150.
- [16] El-Alfi, E.A., Radwan, A.M. and Ali, M.H. 2004. Physico-mechanical properties of basalt bricks. **International Ceramic Review**. 53(3), 178-181.
- [17] El-Mahllawy, M.S. 2008. Characteristics of acid resisting bricks made from quarry residues and waste steel slag. **Construction and Building Materials**. 22(8), 1887-1896.

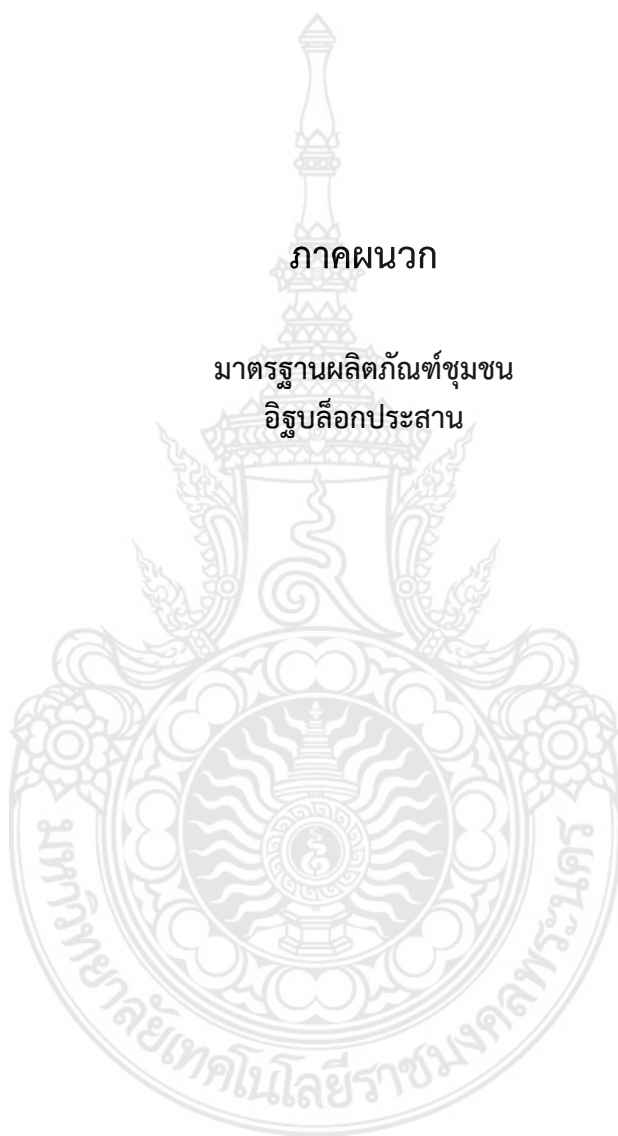
- [18] Hossain, K.M.A., 2004. Potential use of volcanic pumice as a construction material. *Journal of materials in Civil Engineering*. 16(6) : 573-577.
- [19] Karamanov, A., Ergul, S., Akyildiz, M. and Pelino, M. 2007. Sinter-crystallization of a glass obtained from basaltic tuffs. *Journal of Non-Crystalline Solids*. 354(2-9), 290-295.
- [20] Yilmaz, S., Ozkan, O.T. and Gunay, V. 1996. Crystallization kinetics of basalt glass. *Ceramics International*. 22(6), 477-481.
- [21] Youssef, N.F., Osman, T.A. and El-Shimy, E. 2004. Utilization of granite-basalt fine quarry waste in a ceramic floor tile mixture. *Journal Silicate Industries*. 69(1-2), 7-13.



ภาคผนวก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

อิฐบล็อกประสาน



BLANK PAGE



มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน อิฐบล็อกประสาน

๑. ขอบข่าย

- ๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะอิฐบล็อกประสานที่มีดินลูกรังและปูนซีเมนต์เป็นส่วนประกอบหลัก

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

- ๒.๑ อิฐบล็อกประสาน หมายถึง อิฐบล็อกที่ได้จากการนำดินลูกรัง ผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม อาจผสมวัสดุอื่นๆ เช่น หินฝุ่น ททราย กวนให้เข้ากัน เทลงในแบบพิมพ์ที่มีการออกแบบให้มีรูร่อง และเดือยอัดเป็นก้อน แล้วบ่มให้แข็งตัว
- ๒.๒ อิฐบล็อกประสาน ชนิดรับน้ำหนัก หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อสร้างอาคารได้ เช่น ก่อเสา ก่อผนัง
- ๒.๓ อิฐบล็อกประสาน ชนิดไม่รับน้ำหนัก หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อผนังกันห้องหรือก่อส่วนอื่นภายในอาคารที่ไม่ใช้ส่วนที่ต้องรับน้ำหนักโครงสร้างอาคาร

๓. ชนิด

- ๓.๑ อิฐบล็อกประสาน แบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ
- ๓.๑.๑ ชนิดรับน้ำหนัก
- ๓.๑.๒ ชนิดไม่รับน้ำหนัก

๔. คุณลักษณะที่ต้องการ

- ๔.๑ ลักษณะทั่วไป
- ต้องไม่มีรอยแตกหรือร้าว อาจบิ่นได้เล็กน้อย
- ๔.๒ มิติ
- ต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยแต่ละมิติมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 2 มิลลิเมตร

๔.๓ ความต้านแรงอัด

๔.๓.๑ ชนิดรับน้ำหนัก

ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า ๗.๐ เมกะพาสคัล

๔.๓.๒ ชนิดไม่รับน้ำหนัก

ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า ๒.๕ เมกะพาสคัล

๔.๔ การดุดกลินน้ำ (เฉพาะชนิดรับน้ำหนัก)

ต้องเป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ การดุดกลินน้ำ

(ข้อ ๔.๔)

น้ำหนักอิฐบล็อกประสานเมื่ออบแห้ง กิโลกรัม	การดุดกลินน้ำสูงสุด เฉลี่ยจากอิฐบล็อกประสาน ๕ ก้อน กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
๑ ๖๘๐ และ น้อยกว่า	๒๘๘
๑ ๖๘๑ ถึง ๑ ๗๖๐	๒๗๒
๑ ๗๖๑ ถึง ๑ ๘๔๐	๒๕๖
๑ ๘๔๑ ถึง ๑ ๙๒๐	๒๔๐
๑ ๙๒๑ ถึง ๒ ๐๐๐	๒๒๔
มากกว่า ๒ ๐๐๐	๒๐๘

๕. การบรรจุ

๕.๑ หากมีการบรรจุ ให้บรรจุอิฐบล็อกประสานในภาชนะบรรจุที่สามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอิฐบล็อกประสานได้

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุอิฐบล็อกประสาน อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้อย่างชัดเจน ชัดเจน

(๑) ชื่อผลิตภัณฑ์

(๒) มิติ

(๓) เดือน ปีที่ทำ

(๔) ชื่อแนะนำในการใช้และการดูแลรักษา

(๕) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนใน
ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- ๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- ๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้
- ๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป มิติ การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๕ ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๔.๑ ข้อ ๔.๒ ข้อ ๕. และข้อ ๖. จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความต้านแรงอัด ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๖.๒.๑ แล้ว จำนวน ๕ ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๔.๓ จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบการดูดกลืนน้ำ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๕ ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๔.๔ จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน
ตัวอย่างอิฐบล็อกประสานต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ และข้อ ๗.๒.๓ ทุกข้อ จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

- ๘.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ตรวจพินิจ
- ๘.๒ การทดสอบมิติ ให้ใช้เครื่องวัดที่เหมาะสม
- ๘.๓ การทดสอบความต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ ให้ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก. ๕๗ และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก. ๕๘

ประวัติผู้วิจัย



หัวหน้าโครงการวิจัย

- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายธนนท์ ศัลยวุฒิ
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Thanan Sanyawuth
- เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3120100xxxxx
- ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
- หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์
อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิระ เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
โทรศัพท์..0816595411 E-mail: tanant10@hotmail.com
- ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	ปริญญา	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันฯ
ตรี	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	สถาปัตยกรรม	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
โท	สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต	นวัตกรรมอาคาร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ผู้ร่วมโครงการวิจัย

- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายประจุม คำพุด
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Prachoom Khamput
- เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 7201 00xxx xx x
- ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
ผู้อำนวยการ หน่วยจัดการทรัพย์สินทางปัญญาฯ แห่ง มทร.
หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ ไปรษณีย์
อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ถ.รังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110
โทรศัพท์ 0-2549-3417 โทรสาร 0-2549-3412
E-mail: prachoom.k@en.rmutt.ac.th, choomy_gtc@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	ปริญญา	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันฯ	ประเทศ
2540	ตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	โยธา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-พระจอมเกล้าธนบุรี	ไทย
2544	โท	วิศวกรรมศาสตร-มหาบัณฑิต	โยธา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-พระจอมเกล้าธนบุรี	ไทย

- สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
 - 6.1 การทดสอบวัสดุและคุณสมบัติของวัสดุ
 - 6.2 คอนกรีตและวัสดุทดแทนคอนกรีต
 - 6.3 การอนุรักษ์พลังงาน และการสร้างมูลค่าเพิ่ม
 - 6.4 การบริหารโครงการ และพัฒนาโครงการ
 - 6.5 สิ่งประดิษฐ์ ออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์
- ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย
 - 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย
การพัฒนาวัสดุและสิ่งแวดล้อมอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2552

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

ลำดับที่	ปี งบประมาณ	ชื่อเรื่อง	สถานภาพ	หน่วยงาน
1	2552	การพัฒนาอิฐรูปพื้นภายนอกอาคารเพื่อลดอุณหภูมิ	หัวหน้าโครงการ	สกอ. (เชิงพาณิชย์)
2	2553	การศึกษาการป้องกันสารพิษจากบ่อฝังกลบขยะซีเมนต์ น้ำใต้ดินโดยใช้น้ำยางธรรมชาติ	หัวหน้าโครงการ	สกอ. (ภาคกลาง ตอนบน)
3	2554	โครงการผลิตอิฐบล็อกประสานจากกากดินขาว	หัวหน้าโครงการ	สวทช. (iTAP)
4	2554	โครงการบ้านสำเร็จรูปทรงโดมสำหรับผู้ประสบภัย	หัวหน้าโครงการ	สวทช. (iTAP)
5	2555	การใช้อย่างธรรมชาติสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์พารา ซิง เกอร์รูป	หัวหน้าโครงการ	งปม.แผ่นดิน มทร.ธัญบุรี
6	2555	การพัฒนาบ้านสำเร็จรูปทรงโดมสำหรับผู้ประสบภัย	หัวหน้าโครงการ	สกอ. (SP2)
7	2555	ผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปมวลเบาผสม หิน ฝุ่น	หัวหน้าโครงการ	สกอ. (SP2)

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

1. Rungthongbaisuree, S., Khamput, P., and Ketratanaborvorn, T. : ***Causes of Damage of Electric Tower in Thailand***; Proc. of Second Asia/Pacific Conference on Durability of Building Systems : Harmonised Standards and Evaluation, Vol. 1, Bandung, Indonesia, July, 2000, pp. 16-1 ~ 16-9.
2. Rungthongbaisuree, S., and Khamput, P. : ***Methods for Maintenance of Transmission Towers***; Proc. of the Fourth Regional Symposium on Infrastructure Development in Civil Engineering (RSID4), Bangkok, Thailand, April, 2003, pp. A2-45 ~ A2-54.
3. Khamput, P. : ***A Study of Compressive Strength of Concrete used Quarry Dust to Replace Sand***; Technology and Innovation for Sustainable Development Conference (TISD2006), Khon Kaen, Thailand, January 25-26, 2006, pp. 108-110.
4. Boksuwan, A., and Khamput, P. : ***A Study of Mixing Natural Rubber in Concrete Block for Developing Strength and Thermal Insulation Properties***; The 3rd International Symposium on Sustainable Energy System, Kyoto, Japan, August 30-September 1, 2006, pp. 212. (Poster Presentation)

5. Pradmali, S., and Khamput, P. : ***Regional Analysis of Load Duration Curve for Upper Ping River Basin***; 3rd APHW Conference “Wise Water Resource Management towards Sustainable Growth and Poverty Reduction”, Bangkok, Thailand, October 16-18, 2006, pp. 393. @
6. Khamput, P. : ***Using Latex from Para-Rubber for Developing Strength and Thermal Insulation Properties of Concrete Block***; Asian Symposium on Materials and Processing 2006 (ASMP 2006), Bangkok, Thailand, November 9-10, 2006, pp. 23.
7. Malai, A., and Khamput, P. : ***Development of Rubber Natural Concrete Block for Thermal Insulation and Energy Saving Purpose***; The 2nd Joint International Conference on “Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)”, Bangkok, Thailand, November 21-23, 2006, pp. 1009-1014.
8. Khamput, P. : ***A Study of Using Natural Rubber Mixed in Moderate Lightweight Concrete***; Asian Workshop on Polymer Processing 2006 (AWPP 2006), Bangkok, Thailand, December 6-8, 2006, pp. 257-260.
9. Khamput, P. and Wanthong, P. : ***Using Para-Rubber Mixed in Moderate Lightweight Concrete***; International Conference on Mining, Materials, and Petroleum Engineering: The Frontiers of Technology (ICFT-2007), Phuket, Thailand, May 10-12, 2007, pp. 23.
10. Khamput, P. : ***A Study of Properties of Composite Boards Made from Coir Fiber and Polyethylene***; The 2nd International Conference on Advances in Petrochemicals and Polymers (ICAPP 2007), Bangkok, Thailand, June 25-28, 2007, pp. 329. (Poster Presentation)
11. Khamput, P., Ruayruay, E. and Wanthong, P. : ***A Study of Properties of Composite Boards Made from Coir Fiber and Polyethylene***; Asian-Pacific Regional Conference on Practical Environmental Technology (APRC 2007), Khon Kaen, Thailand, August 1-2, 2007, pp. 70.
12. Khamput, P., Wanthong, P. and Kumnuantip, Ch. : ***A Study of Para-Rubber Plate as Load-Transfer Material in Compression Test of Concrete Specimens***; International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology (ICEAST 2007), The Swissôtel Le Concorde, Bangkok, Thailand, November 21-23, 2007, pp. 448-451.
13. Khamput, P. : ***Compressive Strength of Mortars Mixing with Fly Ash and Crushed Dust***; International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology (ICEAST 2007), The Swissôtel Le Concorde, Bangkok, Thailand, November 21-23, 2007, pp. 452-455.

14. Lawsuriyonta, M., Kumput, P., Rasilamlert, M. and Yamchaiya, P. : ***A Study of Forming Materials from Coir Mixing with Natural Rubber;*** Eco-Energy and Materials Science and Engineering Symposium (5th EMSES 2007), Asia Pattaya Hotel, Pattaya, Thailand, November 21-24, 2007, pp. 178-180. (Poster Presentation)
15. Khamput, P. and Wanthong, P. : ***Composite Material from High Density Polyethylene and Coconut Coir Powder;*** Eco-Energy and Materials Science and Engineering Symposium (5th EMSES 2007), Asia Pattaya Hotel, Pattaya, Thailand, November 21-24, 2007, pp. 191-194. (Poster Presentation)
16. Khamput, P. and Wanthong, P. : ***A Study of Properties of Lightweight Mortar Mixing with Low Ammonia Concentrated Latex from Natural Rubber;*** The Second GMSARN International Conference 2007 on Sustainable Development: Challenges and Opportunities for the Greater Mekong Subregion, Ambassador City Jomtien Hotel, Pattaya, Thailand, December 12-14, 2007, ME-07.
17. Khamput, P. and Wanthong, P. : ***A Study of Mortar mixing with Medium Ammonia Concentrated Latex;*** The 2nd Technology and Innovation for Sustainable Development Conference (TISD 2008), Khon Kaen, Thailand, January 28-29, 2008, pp. 134-138.
18. Khamput, P. : ***Strength Properties of Adobe Mixing with Rice Husk Ash;*** ASEAN COST+3: New Energy Forum for Sustainable Environment (NEFSE), Kyoto, Japan, May 25-27, 2008, pp. 57-58.
19. Khamput, P. and Suweero, K. : ***Properties of Lightweight Mortar Mixing with Low Ammonia Concentrated Latex from Natural Rubber;*** Eco-Energy and Materials Science and Engineering Symposium (7th EMSES 2009), Chiang Mai, Thailand, November 19-22, 2009, p. 60. (Poster Presentation)
20. Khamput, P. and Suweero, K. : ***A Study of Compressive Strength of Concrete used Dolomite to Replace Sand;*** The 5th PSU-UNS International Conference on Engineering and Technology (ICET-2011), Merlin Beach Resort Hotel, Triratng Beach, Phuket, Thailand, May 2-3, 2011, p. 100.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย คนที่ 2

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายสัจจะชาญ พัดมะลิ
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Sajjachan Pradmali
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 8412 00xxx xx x
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
กระทรวงศึกษาธิการ เลขที่ 1381 ถ.พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ จ.กรุงเทพฯ
10800
e-mail: sajachan@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา
วศ.บ. วิศวกรรมโยธา
วศ.ม. วิศวกรรมโยธา
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
สิ่งประดิษฐ์ คอนกรีตและวัสดุทดแทนคอนกรีต การอนุรักษ์พลังงาน และการสร้าง
มูลค่าเพิ่ม การบริหารโครงการ และพัฒนาโครงการ
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ
สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยใน
แต่ละข้อเสนอการวิจัย
 - 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย
 - 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย
 - 1) การใช้ดินขาวผสม เส้นใยมะพร้าว ฟางข้าวและแกลบเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันความ
ร้อนในผนังคอนกรีตบล็อก(หัวหน้าโครงการ), ปีงบประมาณ2552
 - 2) การใช้ดินขาวผสม กากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพดและเส้นใยจากเปลือกทุเรียนเพิ่ม
ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนและลดน้ำหนักในผนังคอนกรีตบล็อก (ผู้ร่วมวิจัย),
ปีงบประมาณ2554
 - 3) การพัฒนาวัสดุอาคารจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อการประหยัดพลังงานและลด
การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร (ผู้ร่วมวิจัย), ปีงบประมาณ2554
 - 4) การใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพดและเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ใน
แผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง (ผู้ร่วมวิจัย), ปีงบประมาณ2554
 - 7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1
เรื่อง) งานวิจัยที่เผยแพร่(วารสาร รายงานการประชุมวิชาการ)