การใช้ประโยชน์จากกระเบื้องเหลือทิ้งสำหรับผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสานน้ำหนักเบาเพื่อส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน

Utilization of Ceramic Tile Waste for Light Weight Interlocking Brick Product to Promote Community Enterprise

อดิศร จรัลวรกูลวงศ์[1] ผกามาศ ชูสิทธิ์[2] วันรักษ์ ศรีสังข์[3] และนิลมิต นิลาศ[4]
Adisorn Jarunvorakunvong[1] Pakamas Choosit[2] Wanrak Srisung[3] and Nilamit Nilas[4]

[1] อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
E-mail: adisorn.ja@rmutp.ac.th

[2-3] อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
E-mail: pakamas.c@rmutp.ac.th, wanrak.s@rmutp.ac.th

[4] อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
E-mail: nilamit.n@rmutp.ac.th

Received: 19 ก.ย. 64 Revised: 11 ต.ค. 64 Accepted: 21 ธ.ค. 64

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อคุณศึกษาสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติความเป็นฉนวนความร้อนของอิฐบล็อกประสานผสมผงกระเบื้องเหลือทิ้ง คุณสมบัติทางกล การกำหนดอัตราส่วนของกระเบื้องเหลือทิ้ง ทรายละเอียด ปูนซีเมนต์ ปูนขาว น้ำประปา โดยให้ทรายละเอียด ปูนขาว น้ำประปา มีสัดส่วนคงที่คือ 0.3 : 0.1 : 0.4 ด้วยการใช้องค์ประกอบของกระเบื้องเหลือทิ้ง 0, 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 โดยน้ำหนัก ซึ่งมวลรวมได้ถูกประกอบขึ้นรูป โดยใช้เครื่องอัดอิฐบล็อกประสานขึ้นรูปตัวอย่างและทดสอบสมบัติมาตรฐาน มผช. 602-2547

โดยอัตราส่วนปูนซีเมนต์ผสมกระเบื้องเหลือทิ้งมีอัตราส่วน 0.2 0.4 0.6 โดยน้ำหนักตามคุณสมบัติที่ผ่านตามมาตรฐาน คือ สูตร B20-B80 นั้น ที่ อัตราส่วน 0.6 หรือสูตร B60 เหมาะสมที่สุดในกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งปริมาณกระเบื้องเหลือทิ้งที่เหมาะสมสามารถลดความหนาแน่น การดูดกลืนน้ำและการรับแรงอัดของอิฐบล็อกประสานผสมกระเบื้องเหลือทิ้งอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐาน

คำสำคัญ : น้ำหนักเบา อิฐบล็อกประสาน กระเบื้องเหลือทิ้ง

Abstract

The objective of research is to study physical and thermal insulated properties of light-weight cement interlocking brick that mixed with particle tile waste with mechanical properties. The aggregation ratios of Kaolin powder with find sand and sanitary water at fixed volumes as 0.3:0.1:0.4 mixed to cement and the particle tile waste as 0, 0.2, 0.4, 0.6 and 0.8 by weighted. All mixed materials to press by the manual compression molding machine (CINVA-Ram) and test properties based-on TIS No. 602-2547.

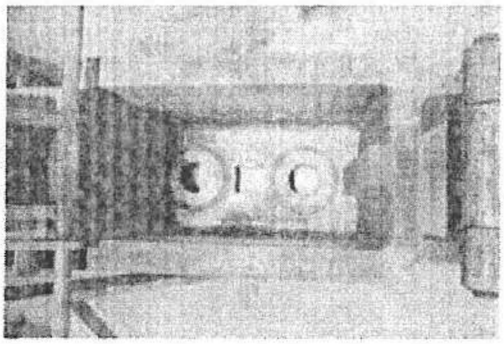
For the ratios of cement mixed with the tile waste powder 0.2, 0.4 and 0.6 by weighted on TIS standard as B20-B80 formulas those 0.6 of B60 is good suitable from the samples. Although the tile waste powder volume can reduce density, assimilation, and compression pressure of the interlocking blocks in TIS standard.

Keywords : Light Weighted, Interlocking Bricks, Tile Wastes

1. บทนำ

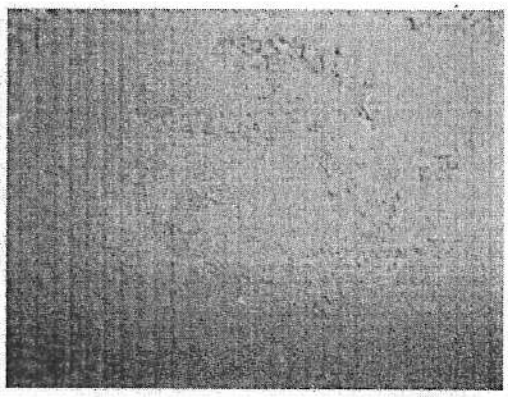
ในอุตสาหกรรมเซรามิกการผลิตจะใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก เป็นอุตสาหกรรมที่สนองนโยบายของรัฐในการสร้างงานและกระจายรายได้ไปสู่ภูมิภาค อีกทั้งอุตสาหกรรมนี้ที่ใช้วัตถุดิบในประเทศเป็นส่วนใหญ่ จึงนับว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญอุตสาหกรรมหนึ่ง อุตสาหกรรมเซรามิกเป็นอุตสาหกรรมที่มีผลิตภัณฑ์มากมายหลายชนิด และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมเซรามิกจะนำไปใช้เป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานของอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น อุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมไฟฟ้า อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมยานยนต์สำหรับผู้บริโภค ตลอดจนอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ในปี พ.ศ.2552 อุตสาหกรรมเซรามิกมีมูลค่ารวมกว่า 25,000 ล้านบาท [1] ซึ่งประเภทของอุตสาหกรรมเซรามิกที่แพร่หลายอยู่ในชุมชนท้องถิ่น คือ อุตสาหกรรมเซรามิกแบบดินเผา ซึ่งมีผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้แก่ อ่างล้างหน้า โถปัสสาวะแบบไม่กักน้ำ กระเบื้องปูพื้น โอ่งเก็บน้ำ กระถางต้นไม้ ตลอดจนอิฐก่อสร้างสามัญหรืออิฐมอญ ปัญหาที่สำคัญของอุตสาหกรรมนี้ คือ เศษกระเบื้องเหลือทิ้ง ทั้งจากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมและการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง โดยทั่วไปจะใช้วิธีการกำจัดด้วยการฝังกลบหรือนำไปถมที่ดิน เนื่องจากเป็นวัสดุที่ยากต่อการนำไปรีไซเคิล และหากนำไปรีไซเคิลก็ต้องใช้พลังงานสูง เพราะจะต้องทำการบดให้กระเบื้องเหลือทิ้งดังกล่าวเป็นอนุภาคขนาดเล็กมาก ๆ แต่ด้วยคุณสมบัติของเซรามิกที่มีคุณสมบัติมีความแข็งสูง (Hardness) มีความต้านทานต่อแรงกดได้ดี (Compressive Strength) เป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric) เป็นฉนวนความร้อน (Thermal insulation) จุดหลอมเหลวสูงทนการกัดกร่อนจากสารเคมีได้ดีและมีน้ำหนักเบา (Light-weight) [2] ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีของวัสดุที่จะนำมาใช้เป็นผนังอาคารและโครงสร้าง

อิฐบล็อกประสาน เป็นวัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทรายหรือวัสดุเหลือทิ้งต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่มให้บล็อกแข็งตัว จะได้คอนกรีตบล็อกที่มีความแข็งแกร่ง มีรูปลักษณะพิเศษที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ หรือก่อเป็นถังเก็บน้ำได้อย่างรวดเร็ว สวยงาม และประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไปบล็อกประสาน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน [3] เรื่องอิฐบล็อกประสานแบ่งการใช้งานเป็น 2 ประเภท เพื่อให้เหมาะกับการใช้งาน คือ บล็อกตรงหรือทรงสี่เหลี่ยมใช้สำหรับก่อสร้างอาคารและบล็อกโค้งใช้สำหรับก่อสร้างถังเก็บน้ำ [3] จากลักษณะของอิฐบล็อกประสาน ซึ่งสามารถก่อได้โดยไม่ต้องทำการฉาบผิวและอาจไม่ต้องใช้ปูนซีเมนต์ดังกล่าว ทำให้วัสดุก่อสร้างชนิดนี้ ได้รับความนิยมทั้งในการก่อสร้างและการตกแต่งอาคาร สวนหย่อมและโครงสร้างต่าง ๆ โดยเฉพาะในงานก่อสร้างอาคารที่ต้องการการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม นอกจากนี้อิฐบล็อกประสานยังเป็นวัสดุก่อสร้างที่สามารถอัดขึ้นรูปได้ด้วยเครื่องอัดด้วยแรงคนแบบมือโยก ดังภาพที่ 1 ซึ่งไม่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าทำให้วิสาหกิจชุมชนขนาดเล็กสามารถผลิตและขึ้นรูปวัสดุก่อสร้างชนิดนี้ได้เอง



ภาพที่ 1 เครื่องอัดอิฐบล็อกประสานทรงสี่เหลี่ยมใช้แรงคนแบบมือโยก

เศษกระเบื้องดินเผาหรือเศษกระเบื้องเซรามิกแบบดินเผาเป็นเศษเซรามิกชนิดหนึ่งที่มีปริมาณมากที่สุดและมีความเป็นได้สูงที่จะนำมาใช้เป็นมวลรวมในอิฐบล็อกประสาน ภาพที่ 2 เนื่องจากการที่สีของเนื้อเศษเซรามิกส่วนใหญ่ที่ค่อนข้างส้มถึงแดง ทำให้เมื่อผสมในอิฐบล็อกประสานแล้ว จะได้เนื้ออิฐบล็อกที่สีส้มถึงแดงตามไปด้วย นอกจากนี้ เศษกระเบื้องเซรามิกแบบดินเผาขณะแตกหรือถูกบดหยาบนั้น จะให้เนื้อหรืออนุภาคที่มีขนาดเล็กมากกว่าเซรามิกแบบพอร์ซเลน และสามารถบดทำให้ละเอียดได้ง่ายกว่ามาก [2] ทั้งนี้ผู้ผลิตเซรามิก หรือ วิสาหกิจชุมชนที่อยู่ในบริเวณที่มีโรงงานเซรามิกนี้ตั้งอยู่ (มีกระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ) จะสามารถใช้เศษเซรามิกแบบดินเผานี้ สำหรับทดแทนดินลูกรังในการผลิตอิฐบล็อกประสาน ซึ่งเป็นดินที่หาได้เฉพาะบางพื้นที่ได้ นอกจากนี้การพัฒนาอิฐบล็อกประสานผสมกระเบื้องเหลือทิ้ง ยังมีความมุ่งหมายในการพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์ให้สามารถใช้งานได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสานสำหรับก่อสร้างถังกักเก็บน้ำหรืออิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก ซึ่งต้องการค่าความต้านทานแรงอัดที่สูงและค่าการดูดกลืนน้ำที่ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับอิฐบล็อกประสานทั่วไป การพัฒนาอิฐบล็อกประสานมวลเบาผสมกระเบื้องเหลือทิ้งชนิดไม่รับน้ำหนัก



ภาพที่ 2 *ผงกระเบื้องบดละเอียดเพื่อใช้เป็นส่วนผสม*

จากปัญหาของกระเบื้องเหลือทิ้งของโรงงานและวิสาหกิจชุมชนทั่วประเทศและลักษณะเฉพาะตัวของอิฐบล็อกประสานที่สามารถอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรขนาดเล็ก (CINVA-Ram) ได้โดยไม่ต้องใช้ไฟฟ้านั้น โครงการ "การใช้ประโยชน์จากกระเบื้องเหลือทิ้งสำหรับผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสานน้ำหนักเบาเพื่อส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน" จึงเกิดขึ้นเพื่อเป็นการแก้ไขปัญหากระเบื้องเซรามิกดินเผาเหลือทิ้งที่ยากต่อการนำเข้ากระบวนการผลิตใหม่มาประยุกต์ใช้เป็นมวลรวมที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสาน โดยคาดว่าผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสานดังกล่าว จะมีน้ำหนักเบา แข็งแรง คงทน เป็นฉนวนป้องกันความร้อน มีต้นทุนการผลิตต่ำและใช้งานได้หลากหลาย รวมทั้งจะเป็นที่ต้องการของชุมชนทั่วประเทศ ซึ่งมีความต้องการวัสดุก่อสร้างมากขึ้นทุกปี โดยเฉพาะวัสดุก่อสร้างที่ช่วยประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสานมวลเบาผสมเศษกระเบื้องเหลือทิ้งสำหรับส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน

2.2 เพื่อเพิ่มมูลค่าและส่งเสริมให้มีการนำเศษกระเบื้องเหลือทิ้งไปใช้เป็นมวลรวมน้ำหนักเบาในการผลิตภัณฑ์ประสานมวลเบา

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมการวัสดุในการวิจัย ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 กระเบื้องดินเผาเหลือทิ้งบดและเอียดขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 และเบอร์ 10 น้ำประปา น้ำมันเครื่อง เครื่องผสม ตะแกรงร่อน เครื่องชั่งน้ำหนัก ชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่นและการดูดกลืนน้ำ เครื่องอัดอิฐบล็อกประสานสองรูใช้แรงคนแบบมือโยก (CINVA-Ram) เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (UTM) เครื่องทดสอบสภาพการนำความร้อน กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM)

3.2 การออกแบบส่วนผสม โดยใช้แนวทางของอิฐบล็อกประสานทั่วไป [5] ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ น้ำประปา ดินลูกรังสำหรับอ้างอิง โดยเปลี่ยนใช้ผงกระเบื้องเหลือทิ้งทดแทนตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนของคอนกรีตบล็อกผสมผงกระเบื้องเหลือทิ้งโดยน้ำหนัก

อัตราส่วน	ปูนซีเมนต์	เศษกระเบื้อง	ทรายละเอียด	ปูนขาว	น้ำประปา
B00	1.00	0	0.3	0.1	0.4
B20	1.00	0.2	0.3	0.1	0.4
B40	1.00	0.4	0.3	0.1	0.4
B60	1.00	0.6	0.3	0.1	0.4
B80	1.00	0.8	0.3	0.1	0.4

3.3 การขึ้นรูปตัวอย่างทำการขึ้นรูปชิ้นตัวอย่างการทดสอบทั้งหมดตามมาตรฐาน มผช.602-2547 เรื่องอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก [4] ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1) ร่อนเศษกระเบื้องให้มีขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ตะแกรงเบอร์ 10

2) ชั่งส่วนผสมของอิฐบล็อกประสานผสมผงกระเบื้องตามอัตราส่วนที่แสดงไว้ในตารางที่ 1

3) ผสมปูนซีเมนต์และผงกระเบื้องที่ผ่านการร่อนแล้วให้เข้ากัน โดยใช้เครื่องผสมคอนกรีต

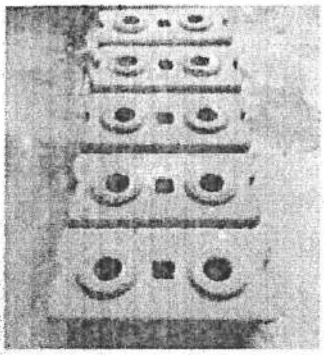
4) แบ่งน้ำประปาออกเป็น 2 ส่วน จากนั้นเติมน้ำประปาส่วนที่ 1 ลงในส่วนผสมแล้วผสมให้ส่วนผสมเข้ากัน

5) ทยอยเทปูนขาวลงในส่วนผสมพร้อมกับทยอยเติมน้ำประปาส่วนที่ 2 และผสมจนส่วนผสมเข้ากันทั้งหมด

6) นำส่วนผสมที่ผสมเข้ากันดีแล้ว ไปเทใส่ในแบบของเครื่องอัดอิฐบล็อกประสานแบบมือโยกจนเต็ม

7) ได้อิฐบล็อกประสานผสมเศษกระเบื้องที่มีรูปทรงและขนาดตามแบบ

8) ภายหลังจากก้อนอิฐบล็อกประสานแข็งตัวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ให้นำอิฐบล็อกประสานที่ได้ไปกองบ่มในที่ร่มตามระยะเวลาที่ต้องการ 7, 14, 21 และ 28 วัน ดังภาพที่ 3 แล้วจึงนำอิฐบล็อกประสานผสมผงกระเบื้องเหลือทิ้งไปทำการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ต่อไป



ภาพที่ 3 อิฐบล็อกประสานผสมผงกระเบื้องเหลือทิ้งอัดขึ้นรูปเพื่อนำไปทดสอบ

4. ผลการวิจัย

ผลการทดสอบหาองค์ประกอบทางเคมีของผงกระเบื้องเหลือทิ้งโดยใช้เครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนต์ (XRF) สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2

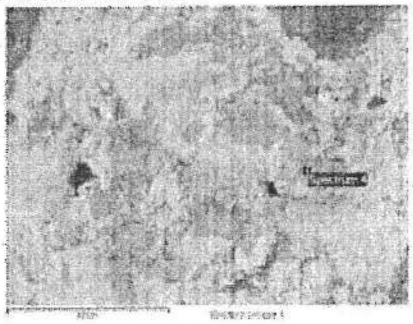
ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของผงกระเบื้องดินเผาเหลือทิ้งจากการทดสอบด้วยเครื่อง XRF

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ
SiO_2	46.14
MgO	16.2
Al_2O_3	14.6
Fe_2O_3	12.3
CaO	0.55
K_2O	0.54
Na_2O	0.42
ZnO	0.32
MnO	0.24

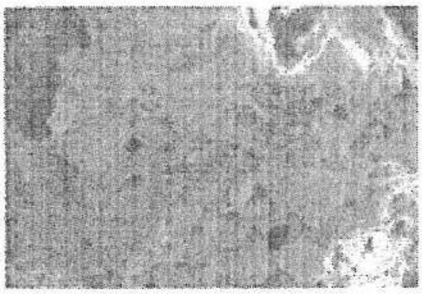
จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ผงเซรามิกมีองค์ประกอบทางเคมีหลัก 3 ลำดับแรก ประกอบด้วย ซิลิก้าหรือซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2) มากที่สุด ร้อยละ 46.14 รองลงมาคือแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) ร้อยละ 16.2 อลูมินาหรืออลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) ร้อยละ 14.6 องค์ประกอบทางเคมีดังกล่าวมีผลต่อคุณสมบัติด้านความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าว โดยเฉพาะซิลิก้า (SiO_2) และอลูมินา (Al_2O_3) ซึ่งเป็นวัสดุที่สามารถทำปฏิกิริยาปอซโซลานิก (Pozzolanic Reaction) กับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) ในปูนซีเมนต์ได้ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากการทำปฏิกิริยาไฮเดรชั่น

ของไตรแคลเซียมซิลิเกตและไดแคลเซียมซิลิเกตโดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาปอซโซลานิกของซิลิคอนไดออกไซด์ จะได้แคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (C-S-H) ส่วนอลูมิเนียมออกไซด์ จะได้แคลเซียมอลูมิเนตไฮเดรต ($C_3A_2H_3$) [4] ซึ่งแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (C-S-H) และแคลเซียมอลูมิเนตไฮเดรต ($C_3A_2H_3$) ที่ได้เพิ่มเติมจากปฏิกิริยาปอซโซลานิก จะช่วยพัฒนาคุณสมบัติด้านความต้านทานแรงอัดให้กับผลิตภัณฑ์จำพวกคอนกรีตหรือคอนกรีตบล็อกประสานผสมผงกระเบื้องเหลือทิ้งได้ อย่างไรก็ตามวัสดุปอซโซลานที่เหมาะสำหรับทำปฏิกิริยาปอซโซลานิกตามมาตรฐาน ASTM C 618 (ASTM, 2014) [5] ต้องเป็นวัสดุที่มีความละเอียดมาก (ผ่านตะแกรงเบอร์ 325) แต่สำหรับเศษเซรามิกที่นำมาใช้ในโครงการนี้จะมีขนาดปะปนกันโดยทั้งหมดจะเป็นเศษเซรามิกที่มีขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ซึ่งใหญ่กว่าที่มาตรฐานกำหนด แต่ด้วยลักษณะของเศษเซรามิกส่วนใหญ่จะมีขนาดค่อนข้างใหญ่ หากทำการแยกให้มีเฉพาะขนาดเล็ก จะทำให้ไม่สามารถนำกระเบื้องเหลือทิ้งทั้งหมดมาใช้ประโยชน์ได้ (ปริมาณกระเบื้องเหลือทิ้งที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 325) มีเพียงร้อยละ 5.61 ของปริมาณผงกระเบื้องเหลือทิ้งที่จะใช้ทั้งหมด)

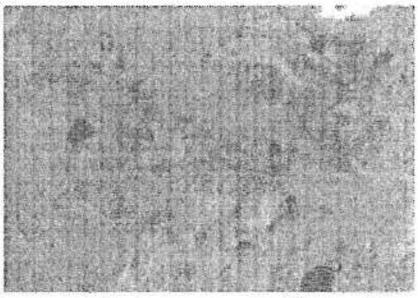
4.2 ภาพขยายของอิฐบล็อกประสานลักษณะผงกระเบื้องและอิฐบล็อกประสานผสมผงกระเบื้องจากภาพขยายของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) แสดงดังภาพที่ 4 ภาพที่ 5 และภาพที่ 6 ตามลำดับ



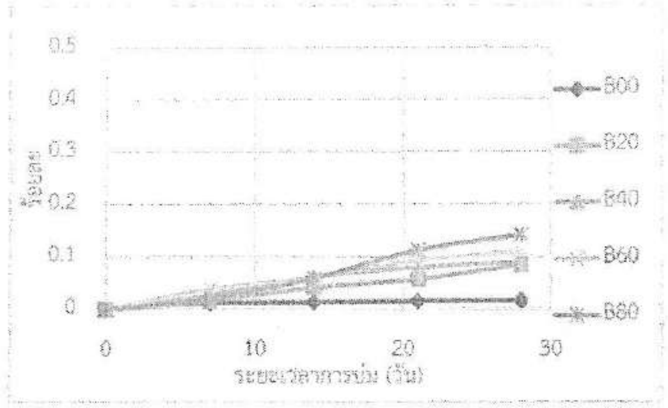
ภาพที่ 4 *ภาพขยายอิฐบล็อกประสานน้ำหนักเบาผสมผงกระเบื้องเหลือทิ้งด้วยกล้อง SEM*



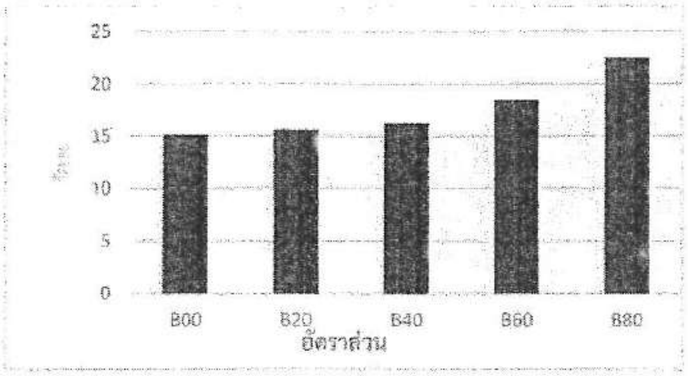
ภาพที่ 5 *ภาพขยายอิฐบล็อกระสานน้ำหนักเบาผสมผงกระเบื้องด้วยกล้อง SEM ขยายที่ 50 เท่า*



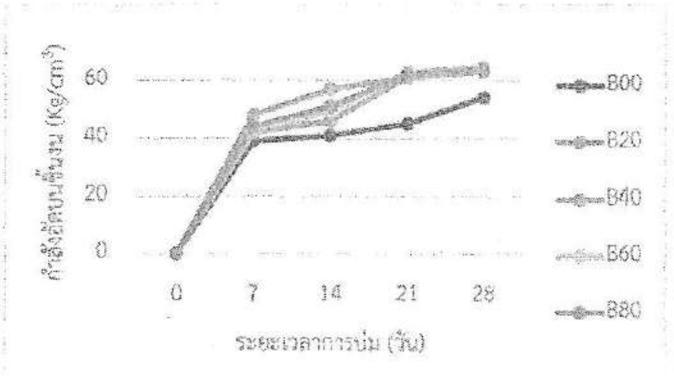
ภาพที่ 6 *ภาพขยายอิฐบล็อกประสานน้ำหนักเบาผสมผงกระเบื้องด้วยกล้อง SEM ที่กำลังขยาย 100 เท่า*



ภาพที่ 9 ร้อยละของการหดตัวอิฐบล็อกประสานผสมผงกระเบื้องเหลือทิ้ง



ภาพที่ 10 *การดูดกลืนน้ำอิฐบล็อกประสานผสมผงกระเบื้องเหลือทิ้ง*



ภาพที่ 11 *ค่าแรงอัดอิฐบล็อกประสานผสมผงกระเบื้องเหลือทิ้ง*

จากการทดสอบพบว่าวัสดุทั้งหมดทำตามสัดส่วนในตารางโดยน้ำหนักมีผลผ่านเกณฑ์ในทุกสัดส่วนผสมในตารางกรณีลักษณะทั่วไปและมิติของอิฐบล็อกประสานผสมผงกระเบื้องเหลือทิ้ง ส่วนการดูดซึมน้ำพบว่า การผสมในปริมาณที่ไม่มาก มีส่วนทำให้การดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมผงกระเบื้องเหลือทิ้งลดลงที่ B00 มีอัตราร้อยละการดูดน้ำต่ำกว่า B20 และในระหว่าง B20-B60 การดูดซึมน้ำก็ยังอยู่ต่ำกว่ามาตรฐาน ปริมาณความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสานลดลง ทั้งนี้สืบเนื่องจากเมื่อมีการแทนที่ส่วนผสมของผงกระเบื้องเหลือทิ้งเพิ่มขึ้น

ความต้านทานแรงอัดภาพที่ 11 พบว่า การผสมในปริมาณมากขึ้นทำให้การต้านทานแรงอัดลดลง จากกราฟเห็นได้ว่าที่อายุบ่ม 28 วันเมื่อเทียบกับมาตรฐาน มผช.602-2547 ที่ต้านแรงอัดไม่ต่ำกว่า 2.5 MPa เห็นได้ว่าที่อัตราส่วนสูตร B60 เป็นปริมาณมากสุดที่แทนที่ได้เพราะยังมีความต้านแรงอัดสูงกว่ามาตรฐาน

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การใช้ประโยชน์จากกระเบื้องเหลือทิ้งสำหรับผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสานน้ำหนักเบาเพื่อส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนมีผลดำเนินงานสรุปได้ดังนี้

1) กระบวนการผลิตอิฐบล็อกประสานผสมกระเบื้องเหลือทิ้งมีความใกล้เคียงกับกระบวนการผลิตอิฐบล็อกประสานทั่วไปสามารถใช้เครื่องอัดใช้แรงคนแบบมือโยกได้ (CINVA-Ram) ในการขึ้นรูปอิฐบล็อก

2) วัสดุที่นำมาแทนที่ มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพคุณสมบัติทางกล โดยมีผลดีคือความหนาแน่นหรือน้ำหนักของอิฐบล็อกประสานที่ผสมกระเบื้องเหลือทิ้งมีความเบาลง

3) อัตราส่วนที่เหมาะสมสามารถใช้อัตราส่วน B60 ที่ยังคงสมบัติต่าง ๆ ผ่านตามมาตรฐาน มผช.602-2557

4) เทคโนโลยีการผลิตอิฐบล็อกประสาน สามารถเผยแพร่ไปสู่กลุ่มเป้าหมายได้ทั่วไป ทั้งนี้ถ้าในพื้นที่มีวัสดุเหลือทิ้งอื่น ๆ อาจนำมาประยุกต์ใช้ในการผสมส่วนผสมเพื่อทำอิฐบล็อกประสานได้

ข้อเสนอแนะ

สามารถปรับปรุงและทดลองเพิ่มเติมในกรณีที่นำวิธี

1) ควรทดลองกับส่วนผสมอื่น ๆ ที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งร่วมกับปูนซีเมนต์ในการพัฒนาวัสดุ

2) เนื่องจากกระเบื้องเหลือทิ้งจากหลายแหล่งอุตสาหกรรมมีคุณสมบัติบางประการที่แตกต่างกันควรทำการศึกษาข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิและทำบันทึกไว้เพื่อใช้งาน

3) ควรมีการทดลองกับสารเพิ่มเติมที่สามารถช่วยให้คุณสมบัติทางกลมีศักยภาพเพิ่มขึ้น โดยใช้กระเบื้องเหลือทิ้งได้เพิ่มขึ้นกว่า B60 เพื่อลดของเหลือทิ้ง

เอกสารอ้างอิง

[1] มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. (2555). คู่มือ Lean Management for Environment สำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก. มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. กรุงเทพมหานคร.

[2] สถาบันวิจัยสังคม. (2545). โครงการจัดทำแผนแม่บทอุตสาหกรรมรายสาขา (สาขาเซรามิกและแก้ว) รายงานการศึกษาฉบับสมบูรณ์. สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

[3] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.). (2547). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.602 เรื่องอิฐบล็อกประสาน. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร.

[4] ชัย จาตุรพิทักษ์กุลและวีรชาติ ตั้งจิรภัทร. (2555). การใช้ประโยชน์จากเถ้าและวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อเป็นวัสดุในงานคอนกรีต พิมพ์ครั้งที่ 2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ

[5] American Society for Testing and Materials (ASTM). (2014). Annual book of ASTM standards. ASTM. Philadelphia.

[6] วุฒินัย กกกำแหงและนรา รัตนวงศ์. (2551). บล็อกประสานจากหน้าดินขาว. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 13. ระหว่างวันที่ 14-16 พฤษภาคม 2551. ณ โรงแรมจอมเทียนปาล์มบีช พัทยา. ชลบุรี.