

บล็อกซีเมนต์เสริมลำไยผงสมโยพีช

Bamboo Cement Block with Agricultural Waste

ปณัดดา ปานแดง* ชานาน บุญญาพุทธิพงศ์** และ นรากร พุทธิโมษ**
Panatda Pandeang* Chumnan Boonyaputthipong** and Narakorn Puthaco**

Received : July 13, 2021

Revised : December 14, 2021

Accepted : December 30, 2021

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันวัสดุก่อสร้างอาคาร ได้รับการศึกษาวิจัยเพื่อช่วยในการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม วัสดุอ่อนนุ่ม เช่น บล็อกซีเมนต์เป็นหนึ่งในวัสดุที่ได้รับความนิยมทั้งในระดับอุตสาหกรรมและการผลิตในชุมชนที่มีความสำคัญในการเป็นผนังอาคาร บทความนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษากระบวนการผลิตบล็อกซีเมนต์ โดยการใช้ปูนซีเมนต์มาผสมกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น และไม่มีความคุณสมบัติที่น่าสนใจ คือ ลำต้นตรง ภายในเป็นช่องว่างอากาศที่สามารถเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ นำมาผลิตด้วยกระบวนการอันเรียบง่ายเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาวัสดุก่อสร้างที่ชาวบ้านในท้องถิ่นสามารถผลิตใช้เองได้ และส่งเสริมให้ใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่นแทนการกำจัดด้วยวิธีการทำลายหรือการเผา

จากการศึกษากระบวนการผลิตบล็อกซีเมนต์เสริมลำไยผงพบว่า มีขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบและส่วนผสมขององค์ประกอบต่างๆ ดังนี้ คือ มีขนาด 39x19x7 ซม. โดยอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.58-2533) โยพีชที่นำมาเป็นส่วนผสมกับซีเมนต์ เพื่อเป็นการลดน้ำหนัก เป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น ได้แก่ ขุยมะพร้าว แกลบ ฟางข้าว จะช่วยให้น้ำหนักของบล็อกซีเมนต์เสริมลำไยผงที่ใช้ส่วนผสมโดยปริมาตร ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน : ทรายหยาบ 2 ส่วน : โยพีช 1 ส่วน มีค่าน้ำหนักต่อก้อน 7.36 กก. สามารถลดลงได้ 25% ต่อก้อนโดยประมาณ อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดสอบ โดยเฉลี่ยมีความใกล้เคียงกันทุกกล่อง เนื่องจากเมื่อนำโยพีชผสมกับซีเมนต์เป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้มีการเปลี่ยนคุณสมบัติของมวลน้อยมาก ในด้านความชื้นสัมพัทธ์พบว่า ซีเมนต์ผสมแกลบมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุด และซีเมนต์ผสมฟางข้าวกลับมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำที่สุดเมื่อนำมาเปรียบเทียบในช่วงเวลาเดียวกัน เนื่องจากแกลบสามารถกักเก็บความชื้นในวัสดุได้มากกว่าวัสดุอื่นๆ ในขณะที่ฟางข้าวเมื่อผสมกับซีเมนต์จะมีความชื้นน้อยกว่าและมีค่าใกล้เคียงกับซีเมนต์ที่ไม่ได้ผสมโยพีช ผลที่ได้จากการวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นแนวทางการวิจัย หรือการประกอบการตัดสินใจในเปรียบเทียบการเลือกใช้โยพีช และลำไยผง เพื่อนำไปพัฒนาในด้านอุตสาหกรรมต่อไป

* นักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

** อาจารย์ประจำหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

* Faculty of Architecture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

** Faculty of Architecture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

Corresponding author E-mail: modpanatda@kkumail.com

Abstract

Building construction materials have been currently studied for the purpose of energy and environment conservation. With important role of building wall, cement block is one type of wall materials that is widely used in industrial sector and production in communities. This research aimed to study cement block production with agricultural waste easily found in community. Bamboo is a material with important characteristics because it has straight trunk and inside its trunk has space that can be thermal insulation. In producing cement blocks, they were made as a guideline for developing construction materials that could be locally produced and to promote local people to manage the agricultural waste properly instead of burning it.

The research results revealed the development process of model and component mixture as follows. The block size was 39x19x7 cm based on Thai Industrial Standard (TIS 58-2533). Agricultural waste mixed with cement were coconut coir dust, rice husk, and rice straw, which helped bamboo cement block with a mixture of 1 part cement, 2 part coarse sand, and 1 part agricultural waste get 7.36 kg density per block; approximately decreased by 25% per each. The air temperature was the same in all modeled boxes. Because agricultural waste was homogeneously blended with cement, mass property changed very little. Bamboo cement block with rice husk had the highest relative humidity while one with rice straw became the lowest when comparing in the same period because the husk rice could absorb more moisture, but cement mixed with rice straw absorbed lower and its value was close to unmixed cement. The result of this research can be used as a guideline for future studies and making decisions on applying agricultural waste and bamboo in industrial development in the future.

คำสำคัญ: บล็อกซีเมนต์, ลำไยไฟ, วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

Keywords: Cement Block, Bamboo, Agricultural Waste

ความเป็นมา

ปัจจุบันสภาพแวดล้อมของโลกถูกทำลายโดยการก่อสร้างทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งได้ก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อน และมลภาวะทางอากาศอย่างที่เราเห็นได้จากปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (ฝุ่น P.M. 2.5) ปัญหาภัยพิบัติทางธรรมชาติ และอื่นๆ วัสดุก่อสร้างอาคารจึงเป็นส่วนหนึ่งที่เกิดจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม ซึ่งใช้พลังงานและทรัพยากรธรรมชาติตั้งแต่กระบวนการผลิต (กลุ่มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ร่วมกับ กลุ่มอากาศ เสียง และความสั่นสะเทือน ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2562) ไปจนถึงการขนส่ง ดังนั้นการส่งเสริมให้เกิดอาคารที่ใช้วัสดุที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น และวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่างๆ โดยการผลิตอันเรียบง่ายจึงมีความสำคัญมากขึ้นตามลำดับ ผนังอาคารนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการสร้างพื้นที่ใช้งานและอยู่อาศัย เนื่องจากผนังอาคารเป็นส่วนที่ทำหน้าที่แยกพื้นที่ภายในอาคารออกจากสภาพแวดล้อมภายนอก ในอดีตอาคารในประเทศไทยใช้ไม้เป็นวัสดุหลักที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นและมีน้ำหนักเบา เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ ในเวลาต่อมาอิทธิพลในการก่อสร้างจาก จีน เวียดนาม และประเทศทางตะวันตก รวมทั้งสถาปัตยกรรม

สมัยใหม่ ทำให้เกิดการใช้อิฐบล็อก และวัสดุที่มีน้ำหนักมาใช้น้อยขึ้น เพื่อตอบสนองต่อความแข็งแรงทนทาน ให้มีการใช้อาคารได้ยาวนานขึ้น ทำให้ได้รับความนิยม

ไม้ไผ่ถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาคารหลายส่วน และเป็นโครงสร้างหลักสำหรับอาคารที่มีลักษณะการใช้งานชั่วคราว อย่างไรก็ตามไม้ไผ่ไม่สามารถปลูกในภูมิอากาศในประเทศไทยได้เป็นอย่างดี ดังจะเห็นในงานก่อสร้างอาคารขนาดเล็ก เช่น บ้าน หรือกระท่อม เป็นการสร้างเรือนด้วยไม้ไผ่ทั้งหลังหรือเพียงบางส่วน พื้น ผนัง โครงสร้างอาคาร เสา คาน หรือฐานราก (ทรงเกียรติ เทียธิทรัพย์, 2545) ไม้ไผ่ได้มีการศึกษาการใช้เสริมความแข็งแรงให้กับคอนกรีตแทนเหล็กเสริมคอนกรีต นอกเหนือจากการใช้งานประดับตกแต่ง ในรูปแบบของริ้วรอย งานตกแต่งภายใน หรือบ้านขนาดเล็ก ทำให้ปัจจุบันเริ่มมีการปลูก จัดหา หรือปลูกเพื่อการซื้อ-ขาย อีกทั้งคุณสมบัติที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งของไม้ไผ่ ก็คือ มีลำต้นที่ตรงและมีภายในเป็นช่องว่างอากาศที่สามารถนำมาเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้

ในขณะเดียวกันประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประเทศไทยนับเป็นประเทศเกษตรกรรมที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก ประชาชนมากกว่าร้อยละ 50 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ผลพลอยได้ที่สำคัญนอกเหนือจากผลผลิตการเกษตร คือ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมาก ในปัจจุบันปัญหามลพิษทางธรรมชาติในชีวิตประจำวันมีเพิ่มมากขึ้น ส่วนใหญ่เกิดจากการกำจัดด้วยวิธีการเผา ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศและเกิดไฟไหม้ลุกลาม (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554) คุณสมบัติของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรนี้สามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของซีเมนต์ได้

งานศึกษานี้จึงเป็นการพัฒนาบล็อกซีเมนต์ ที่เป็นที่ยอมรับในชุมชนสำหรับการสร้างอาคารที่มีต้นทุนต่ำด้วยการผสมผสานกับไม้ไผ่และวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เพื่อเป็นการพัฒนาวัสดุก่อสร้างราคาถูก สำหรับชุมชนที่ชาวบ้านสามารถผลิตเองได้โดยง่ายส่งเสริมให้ใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่นแทนการกำจัดด้วยวิธีการทำลายหรือการเผา

การใช้ลำไม้ไผ่สำหรับบล็อกซีเมนต์

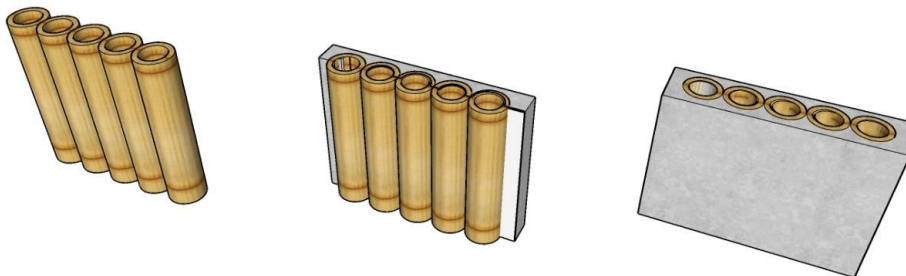
การใช้บล็อกซีเมนต์ สำหรับเป็นผนังก่อในการก่อสร้างบ้านได้รับความนิยมอย่างมาก โดยเฉพาะบ้านในชนบทหรือในชุมชนแออัด เนื่องจากมีราคาไม่แพง มีความแข็งแรง ทนทาน ก่อสร้างได้ง่ายและรวดเร็ว บล็อกซีเมนต์ที่นิยมใช้ทั่วไปเป็นชนิดไม่รับน้ำหนัก ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ และวัสดุผสมอื่นๆ ใช้สำหรับการก่อผนังที่ออกแบบให้ไม่รับน้ำหนักบรรทุกใดๆ นอกจากน้ำหนักของวัสดุเอง มีช่องว่างตลอดความกว้างของก้อน

ด้วยข้อจำกัดของบล็อกซีเมนต์ที่ผลิตในท้องตลาดในเรื่องของวัสดุผสม การผลิตที่รวดเร็ว และราคาถูก ทำให้ยังขาดการพัฒนาคุณสมบัติในด้านต่างๆ รวมทั้งการหาแนวทางในการผสมผสานวัสดุที่มีในท้องถิ่น หรือวัสดุเหลือใช้ เพื่อให้บล็อกซีเมนต์ในทางเลือกที่หลากหลาย งานวิจัยของ ดร.โสภณ วิศิษฐ์ศักดิ์ นางสาวริษา สายะพันธ์ และศ.ดร.โจเซฟ เคดารี จากภาควิชาวิศวกรรมอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้พัฒนาเอาลำไม้ไผ่มาช่วยเสริมการรับแรงตามแนวตั้ง และช่วยลดน้ำหนัก รวมทั้งการนำฟางข้าวมาผสมซีเมนต์ขาวเพื่อเป็นวัสดุหลักของบล็อกซีเมนต์ ทำให้เป็นการลดปริมาณการใช้ปูนซีเมนต์และทราย สามารถใช้ก่อสร้างผนังอาคารทั้งภายในและภายนอก มีลักษณะของพื้นผิวสวยงามตามธรรมชาติคล้ายหินอ่อน สามารถโชว์พื้นผิวโดยไม่จำเป็นต้องฉาบปูน ทาสี และมีคุณสมบัติช่วยในการลดความร้อนเข้าสู่อาคาร (ริษา สายะพันธ์, 2558)

ไม้ไผ่ถูกนำมาใช้สำหรับการก่อสร้างตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน ในอดีตไม้ไผ่ถูกใช้เป็นตัวโครงสร้างหลักและองค์ประกอบรอง เช่น ราวระเบียง ลำไม้ไผ่มีลักษณะเป็นท่อนกลมสามารถประยุกต์ใช้สำหรับการก่อสร้าง หรือวัสดุประกอบอาคารได้หลายรูปแบบ การนำมาใช้เพื่อเป็นช่องว่างภายในบล็อกซีเมนต์ เช่น การวิจัยข้างต้น นับเป็นแนวทาง

ที่เหมาะสมกับการใช้เป็นผนังอาคารในสองประเด็น คือ การลดน้ำหนักผนัง และการมีช่องว่างอากาศภายใน ทำให้การกันความร้อนเข้าสู่อาคารมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น (กานต์ คำแก้ว, 2546)

การศึกษานี้มุ่งเน้นการพัฒนาการผลิตอย่างง่าย ที่ชาวบ้านในท้องถิ่นหรือชุมชนสามารถผลิตเองได้ จึงได้ทำการทดลองผลิตต้นแบบเบื้องต้นในขนาด $30 \times 30 \times 10$ เซนติเมตร เป็นลำดับแรก โดยพิจารณาจากขนาดไม้ไผ่สีสุกที่หาได้ในพื้นที่ ชายในขนาดความยาว 6.00 เมตร สามารถนำมาตัดขนาด 30 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร แบ่งท่อนโดยไม่เหลือเศษ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 การขึ้นรูปบล็อกซีเมนต์ล้าไม้ไผ่

การทดลองผลิตต้นแบบเบื้องต้นนี้ ใช้ส่วนผสมซีเมนต์ที่ ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ต่อ หทรายหยาบ 3 ส่วน และน้ำ เพื่อเว้นระยะให้พื้นที่ซีเมนต์ประสานทำให้ได้จำนวนล้าไม้ไผ่ 4 ท่อนต่อบล็อก ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 บล็อกซีเมนต์ล้าไม้ไผ่ขนาด $30 \times 30 \times 10$ เซนติเมตร

ซีเมนต์ผสมใยพืชเพื่อการลดน้ำหนักบล็อกซีเมนต์

จากการทดลองขึ้นรูปบล็อกซีเมนต์ผสมล้าไม้ โดยใช้ขนาด $30 \times 30 \times 10$ เซนติเมตร เมื่อนำมาชั่งน้ำหนักได้ 17.30 กิโลกรัม มีผลให้ชิ้นงานต้นแบบมีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักมากเกินไปหากนำมาใช้งาน ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ จึงหาแนวทางในการลดน้ำหนักในสองแนวทาง คือ

1. ลดขนาดบล็อก

การลดขนาดบล็อกซีเมนต์ โดยปรับเปลี่ยนให้เป็นขนาด 39x19x7 เซนติเมตร อ้างอิงจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.58-2533) โดยลดลดความยาวของลำไม้ไผ่และขึ้นรูป (ภาพที่ 3) พบว่า โดยการใส่ลำไม้ไผ่ไว้กลางบล็อกซีเมนต์ จำนวน 4 ท่อน ด้วยความยาว 15 เซนติเมตร ทำให้น้ำหนักของบล็อกซีเมนต์ลดลงจาก 17.30 กิโลกรัม เหลือเป็น 8.47 กิโลกรัม ต่อ ก้อน



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบบล็อกซีเมนต์เสริมลำไม้ไผ่ ขนาด 30x30x10 เซนติเมตร (ซ้าย) และ ขนาด 39x19x7 เซนติเมตร (ขวา)

2. ผสมไผ่ขี้เหลื่อใช้จากการเกษตร

จากการศึกษาเบื้องต้น พบว่า ไผ่ขี้เหลื่อใช้ทางการเกษตร ถูกนำมาทดลองผสมกับซีเมนต์ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการรับแรง หรือ ต้านทานความร้อน ในการศึกษาครั้งนี้ ได้นำไผ่ขี้เหลื่อใช้ทางการเกษตรที่ได้ในพื้นที่มาทดลองผสมซีเมนต์ เพื่อวัตถุประสงค์ในการลดน้ำหนักให้บล็อกซีเมนต์ เป็นประการหลัก โดยไผ่ขี้เหลื่อที่นำมาทดลองได้แก่ ขุยมะพร้าว แกลบ ฟางข้าว และใบอ้อย (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 แสดงวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (ก) ขุยมะพร้าว (ข) แกลบ (ค) ฟางข้าว และ (ง) ใบอ้อย

โดยนำใยพืชน้ำมาบั่นย่อย ก่อนนำมาเป็นวัสดุผสมกับปูนซีเมนต์ และทรายหยาบเพื่อขึ้นรูปบล็อกซีเมนต์ต่อไป ในขั้นตอนแรกได้ทดลองออกแบบส่วนผสม ระหว่างปูนซีเมนต์ ทรายหยาบ และใยพืชน้ำ อันได้แก่ ขุยมะพร้าว แกลบ ฟางข้าว และใบอ้อยแห้ง แล้วหล่อขึ้นรูปลูกบาศก์ ขนาด 15x15x15 เซนติเมตร และ รูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร เพื่อทดสอบการจับตัวของส่วนผสม และทดสอบความแตกต่างของน้ำหนัก ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงแบบหล่อรูปลูกบาศก์ และ แบบหล่อรูปทรงกระบอกของซีเมนต์ผสมใยพืชน้ำ

ในขั้นตอนนี้ สามารถสรุปผลการศึกษาได้ว่า การจับตัวกันเป็นก้อนของปูนซีเมนต์กับใยพืชน้ำ ในชิ้นงานต้นแบบของขุยมะพร้าว แกลบ และ ฟางข้าว เกิดการดูดซึมน้ำและจับตัวกันเป็นก้อนได้ดี ในขณะที่ใบอ้อยบั่นมีปัญหาในการผสมผสานกับเนื้อซีเมนต์ อันเนื่องจากผิวของใบอ้อยมีลักษณะมันดูดซึมน้ำได้น้อยกว่าวัสดุอื่นๆ ส่งผลให้มีการยึดเกาะตัวกันยากที่สุด จะไม่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาในขั้นตอนต่อไป

ในการเปรียบเทียบน้ำหนักของชิ้นงานต้นแบบ ในส่วนผสมโดยปริมาตรปูนซีเมนต์ : ทราย : ใยพืชน้ำ ที่สัดส่วน 1 : 2 : 1 ตามลำดับ พบว่าทั้งชิ้นงานต้นแบบรูปทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง ขนาด 10 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร และชิ้นงานต้นแบบรูปลูกบาศก์ ขนาด 15x15x15 เซนติเมตร จะมีน้ำหนักลดลงจากต้นแบบรูปหล่อปูนซีเมนต์ โดยส่วนผสมฟางข้าว จะยังมีน้ำหนักที่มากกว่าส่วนผสมอื่น ในขณะที่แกลบ ใบอ้อยและขุยมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่ใกล้เคียงกัน ตามตารางที่ 1

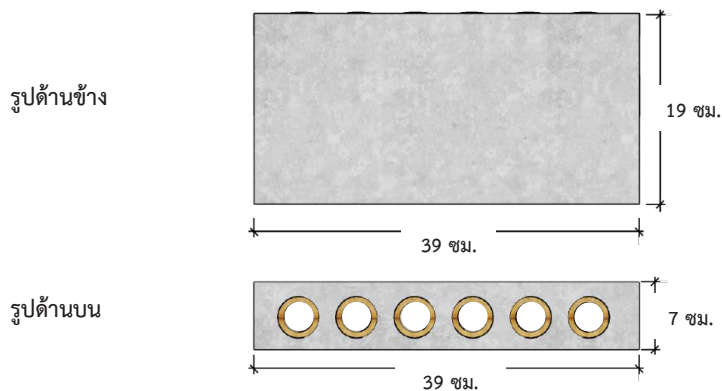
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบน้ำหนักชิ้นงานต้นแบบที่ได้จากการผสมปูนซีเมนต์กับใยพืชน้ำ

ลำดับ	ชนิดของใยพืชน้ำ	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	
		ขนาด Ø10 ซม.	ขนาด 15x15x15 ซม.
1	ซีเมนต์	1.70	6.70
2	ขุยมะพร้าว	1.10	4.80
3	แกลบ	1.30	4.90
4	ฟางข้าว	1.60	5.20
5	ใบอ้อย	1.20	4.30

ดังนั้น ต้นแบบปูนซีเมนต์ผสมใยพืชที่จะนำไปพัฒนาเพื่อการศึกษาในขั้นตอนต่อไป จึงได้ตัด ใบบ้อออก ทำให้มีต้นแบบปูนซีเมนต์ผสมใยพืช สามชนิดได้แก่ ขุยมะพร้าว แกลบ และ ฟางข้าว

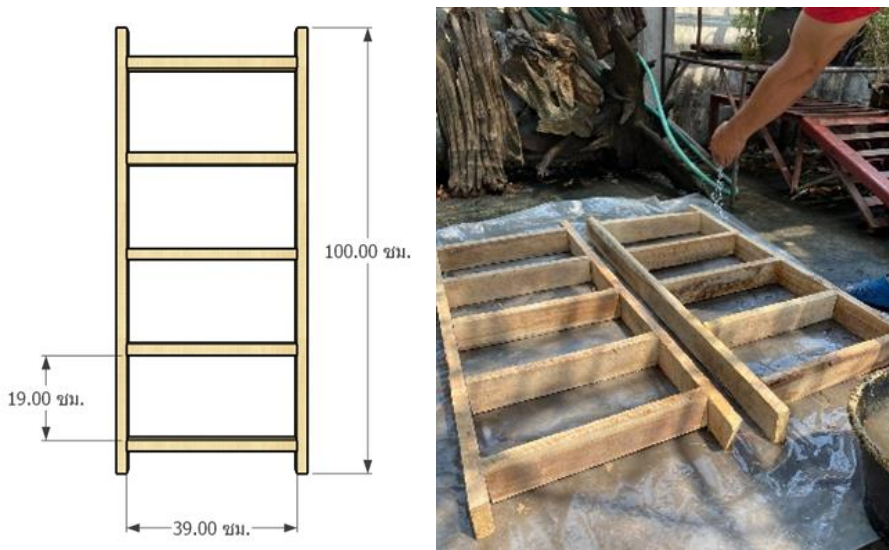
การขึ้นรูปบล็อกซีเมนต์เสริมลำไม้ไผ่ผสมใยพืช

แนวความคิดในการสร้างต้นแบบบล็อกซีเมนต์เสริมลำไม้ไผ่ผสมใยพืช ซึ่งใช้ขุยมะพร้าว แกลบ และ ฟางข้าว เป็นส่วนผสม เริ่มจากการกำหนดขนาดบล็อก ให้มีขนาด หนา 7 เซนติเมตร สูง 19 เซนติเมตร ยาว 39 เซนติเมตร ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.58-2533) จากนั้นออกแบบให้มีลำไม้ไผ่อยู่กลาง ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงแบบบล็อกซีเมนต์เสริมลำไม้ไผ่ผสมใยพืช

หลังจากนั้นได้จัดทำแบบหล่อที่เหมาะสมกับการดำเนินการที่ไม่ซับซ้อน สามารถทำได้ในชุมชน โดยใช้ ไม้เนื้ออ่อน หรือเศษไม้เหลือใช้ที่หาได้มาประยุกต์ใช้ แล้วดำเนินการขึ้นรูป ดังภาพที่ 7-8

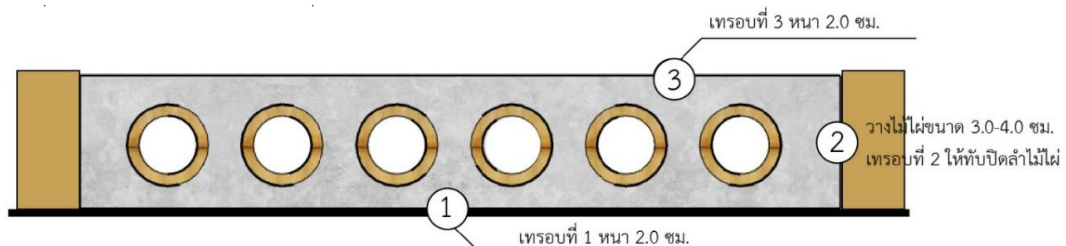


ภาพที่ 7 แสดงแบบสำหรับการหล่อบล็อกซีเมนต์เสริมลำไม้ไผ่ผสมใยพืช



ภาพที่ 8 แสดงการขึ้นรูปบล็อกซีเมนต์เสริมล้าไม้ไฟผสมใยพืชทุกชนิดพร้อมกันทั้งหมด

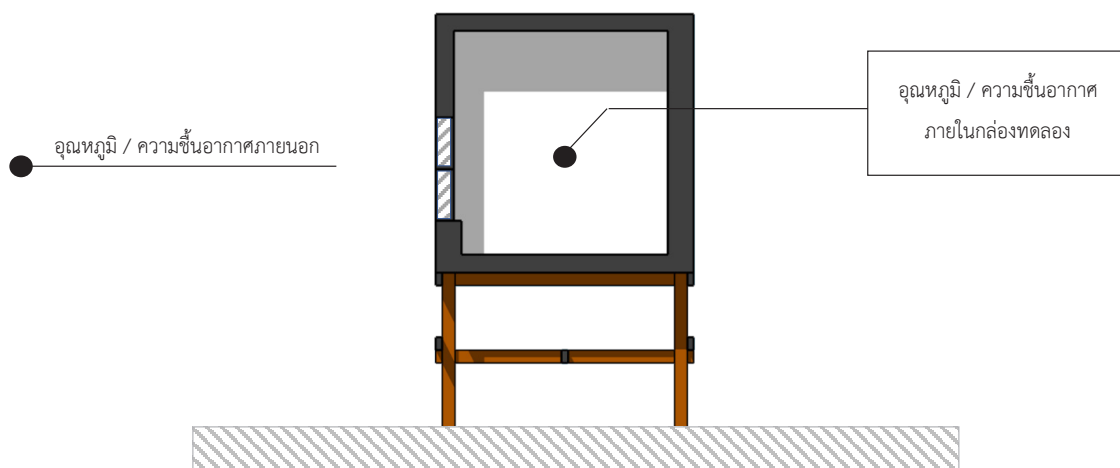
ในขั้นตอนนี้พบว่า ในการขึ้นรูปบล็อกซีเมนต์ผสมใยพืชเมื่อเสริมล้าไม้ไฟ จะทำให้การเทส่วนผสมในลงแบบ หล่อลอยตัวขึ้น เนื่องจากไม้ไฟมีช่องว่างอากาศภายในและมีน้ำหนักเบากว่ามวลของซีเมนต์ผสมใยพืช จึงต้องแก้ปัญหา ด้วยการแบ่งการเทส่วนผสมออกเป็น 3 ครั้ง เทรอบที่ 1 เทหนา 2.0 ซม. จากนั้นวางไม้ไฟขนาด 3.0-4.0 เซนติเมตร ห่าง 2.0-3.0 เซนติเมตร เพื่อให้ไม้ปูนห่อหุ้มล้าไม้ไฟ และกดทับด้วยวัสดุที่มีน้ำหนัก พร้อมทั้งเทรอบที่ 2 แล้วจึงค่อย เทรอบที่ 3 ตามลำดับในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 แสดงรูปตัดของลำดับการเทส่วนผสมลงในแบบหล่อบล็อกซีเมนต์เสริมล้าไม้ไฟ

การทดสอบการถ่ายเทความร้อนของบล็อกซีเมนต์เสริมล้าไม้ไฟผสมใยพืช

แนวความคิดในการสร้างต้นแบบบล็อกซีเมนต์เสริมล้าไม้ไฟผสมใยพืช เพื่อเป็นทางเลือกของวัสดุผนังอาคาร ของผู้มีรายได้น้อย ประเด็นการศึกษาหนึ่งที่ได้ทำการทดลองคือการทดสอบประสิทธิภาพการลดการถ่ายเทความร้อน และความชื้นที่เข้าสู่ตัวอาคาร โดยวิเคราะห์ผลจากการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง อุณหภูมิและความชื้นของ อากาศภายนอก และ อุณหภูมิและความชื้นกลางกล่องทดลอง ดังมีการใช้กล่องทดลองตาม ภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ของกล่องทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น คือ USB Data Logger ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DL-TH-USB (ภาพที่ 11) โดยก่อนการทดลองได้ทำการสอบเทียบเครื่องมือวัด (Calibration) เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือ



ภาพที่ 11 แสดงเครื่องมือ USB Data Logger ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DL-TH-USB

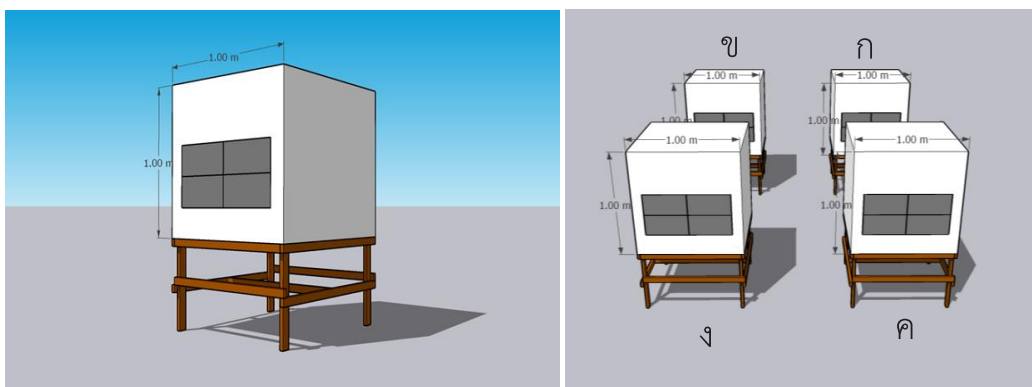
ในขั้นตอนการเตรียมสถานที่ทดลอง เนื่องจากกล่องทดสอบมีขนาดใหญ่ และจำเป็นต้องวัดอุณหภูมิพร้อมกันทั้ง 4 กล่อง จึงต้องการพื้นที่วางกล่องทดสอบให้เงาไม่กระทบกัน และต้องใช้เครื่องมือ USB Data Logger ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DL-TH-USB ของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น จึงจำเป็นต้องทำการทดลองบนชั้นดาดฟ้า อาคาร สนพ. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นสถานที่ทดสอบ ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 แสดงชั้นดาดฟ้า อาคาร สนพ. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การเตรียมกล่องทดลอง

- เตรียมกล่องทดลองที่มีผนังทุกด้านทำจากโฟมโพลีสไตรีน 4 นิ้ว ยึดติดด้วยกาวลาเท็กซ์ อุดรอยรั่วด้วยซิลิโคนทั้งภายในและภายนอก จำนวน 4 กล่องทดลอง
- กล่องทดลองมีขนาด $1.00 \times 1.00 \times 1.00$ เมตร ตัวฐานรองกล่องทดลองมีขนาด $0.80 \times 0.80 \times 0.80$ เมตร ทำจากวัสดุเหล็กกล่อง ขนาด 1.0×1.0 นิ้ว
- เจาะช่องขนาด 40×80 เซนติเมตร ใส่ชิ้นงาน 4 ก้อน บริเวณด้านข้างของกล่องทดลอง โดยให้ช่องใส่ชิ้นงานเรียงอยู่กึ่งกลางของกล่อง (ภาพที่ 13 (ซ้าย))
- วางกล่องทดลองทั้ง 4 กล่อง ให้มีระยะห่างกัน 2.00 เมตร โดยหันหน้าไปทางทิศใต้ (ภาพที่ 13 (ขวา)) จัดวางตามลำดับดังนี้



ภาพที่ 13 แสดงรูปแบบการวางชิ้นงาน และการวางกล่องทดสอบในประสิทธิภาพการลดความร้อนก่อนเข้าสู่ภายในอาคารโดยใช้กล่องทดสอบ



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 14 แสดงการจัดวางชิ้นงานลงในกล่องทดสอบ (ก) บล็อกซีเมนต์เสริมลำไม้ไผ่ (ข) บล็อกซีเมนต์เสริมลำไม้ไผ่ผสมขุยมะพร้าว (ค) บล็อกซีเมนต์เสริมลำไม้ไผ่ผสมแกลบ และ (ง) บล็อกซีเมนต์เสริมลำไม้ไผ่ผสมฟางข้าว

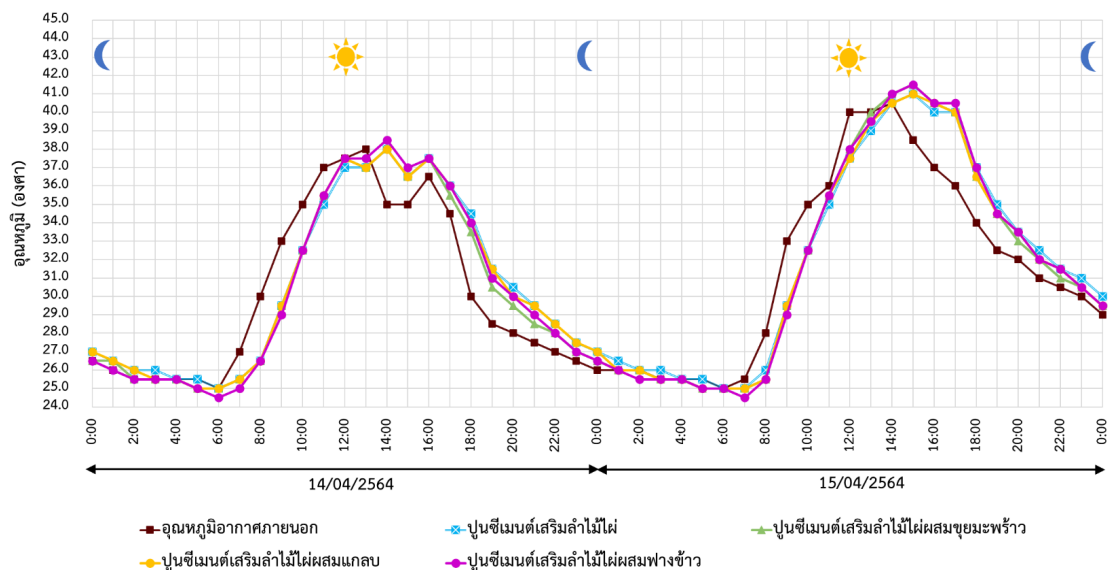
การเก็บข้อมูล

- ทำการบันทึกข้อมูล ตั้งค่าความถี่ในการบันทึก ทุกๆ 5 นาที ยาวนาน 48 ชั่วโมง เริ่มทำการบันทึกในวันที่ 13 เมษายน พ.ศ.2564 เวลา 8.00 นาฬิกา ถึง วันที่ 16 เมษายน พ.ศ.2564 เวลา 18.00 นาฬิกา รวมเป็นเวลา 4 วัน
- การติดตั้งเครื่องมือ USB Data Logger ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DL-TH-USB ไว้บริเวณกลางกล่อง และกลางชิ้นงานที่ต้องการทดสอบ โดยไม่ให้เครื่องมือโดนแสงแดดโดยตรง (ภาพที่ 15)

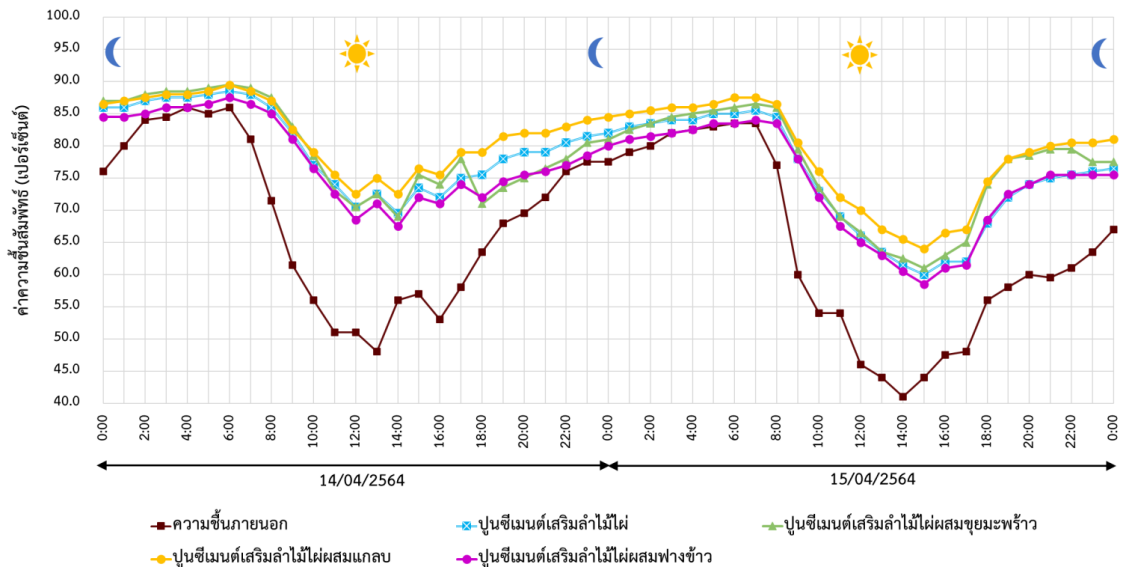


ภาพที่ 15 แสดงการวางเครื่องมือ USB Data Logger ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DL-TH-USB
(ก) การติดตั้งในกล่องทดสอบ (ข) การติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจวัดอากาศภายนอก

จากการทดลอง สามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิภายในกล่องทดลอง ของบล็อกซีเมนต์เสริมล้าไม้ไฟผสมใยพืชมีความใกล้เคียงกันทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน และมีอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิภายนอกในช่วงเวลาที่ความร้อนจากดวงอาทิตย์เริ่มสะสมในวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่นำเข้ามาผสม (ภาพที่ 16) ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ ในภาพรวมพบว่า บล็อกซีเมนต์เสริมล้าไม้ไฟผสมแกลบ มีความชื้นสัมพัทธ์สูงที่สุดในขณะที่บล็อกซีเมนต์เสริมล้าไม้ไฟผสมฟางข้าวมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดทั้งกลางวันและกลางคืน แสดงให้เห็นว่า แกลบ มีการกักเก็บความชื้นไว้ในวัสดุมากกว่าใยพืชชนิดอื่น (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 16 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง



ภาพที่ 17 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลอง

สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักในการสร้างทางเลือกในการผลิตบล็อกซีเมนต์สำหรับก่อกำแพงสำหรับท้องถิ่น โดยการนำเอาวัสดุที่ได้ในพื้นที่และได้รับความสนใจในการนำมาใช้ในการก่อสร้างในชุมชนน้อยลงอันได้แก่ ลำไ้ผ่ มาใช้เพื่อเป็นแกนกลาง ซึ่งทำหน้าที่เป็นช่องว่างภายในบล็อกอันจะเป็นการกันความร้อนจากภายนอกได้ในระดับหนึ่ง เป็นตัวเสริมความแข็งแรงของวัสดุ และยังจะเป็นการส่งเสริมการใช้ไม้ไผ่ซึ่งเป็นพืชที่สามารถปลูกทดแทนได้ง่ายเพิ่มมากขึ้น ส่วนโยพืชที่ทำได้ง่ายในพื้นที่ถูกนำมาเป็นส่วนผสมในเนื้อปูนซีเมนต์เพื่อลดน้ำหนักของบล็อกซีเมนต์ ได้แก่ ขุยมะพร้าว แกลบ ฟางข้าว และใบอ้อย จากการทดลองเบื้องต้นพบว่า สามารถลดน้ำหนักลงได้ 25% ต่อก่อน โดยประมาณ ทั้งนี้ใบอ้อยมีความมันของผิวมากทำให้การจับตัวของซีเมนต์เป็นไปได้อย่างยาก จึงถูกตัดออกไปในขั้นตอนนี้

การผลิตบล็อกซีเมนต์เสริมลำไ้ผ่ผสมโยพืช ใช้กระบวนการและแบบหล่อที่สามารถสร้างเองได้และมีราคาถูก ต้นแบบบล็อกซีเมนต์เสริมลำไ้ผ่ผสมโยพืชจากขุยมะพร้าว แกลบ และฟางข้าว ถูกนำมาทดลองประสิทธิภาพการลดการถ่ายเทความร้อนและความชื้นที่เข้าสู่ตัวอาคารซึ่งพบว่า ประสิทธิภาพของการส่งผ่านบล็อกซีเมนต์เสริมลำไ้ผ่ผสมโยพืชมีความใกล้เคียงกันทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน ในขณะที่ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ บล็อกซีเมนต์เสริมลำไ้ผ่ผสมแกลบมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงที่สุดในขณะที่บล็อกซีเมนต์เสริมลำไ้ผ่ผสมฟางข้าวมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำที่สุดทั้งกลางวันและกลางคืน

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบ ขนาด ชนิดของใยพืช การใช้ล้าไม้ไฟ น้ำหนัก และราคา ของบล็อกซีเมนต์เสริมล้าไม้ไฟผสมใยพืช

ขนาดชิ้นงาน ต้นแบบ(ซม.)	วัสดุเหลือทิ้ง ทางการเกษตร	ขนาดล้าไม้ไฟ (ซม.)	จำนวนที่ใช้ (ท่อน)	น้ำหนักเฉลี่ย (กิโลกรัม)	ราคา (บาท)
39x19x7	ไม่ผสม	15	6	8.47	12.99
	ขุยมะพร้าว			6.32	11.89
	แกลบ			7.11	11.39
	ฟางข้าว			7.36	11.14

จากการเปรียบเทียบโดยใช้ประเด็นในการพิจารณา ได้แก่ ขนาด น้ำหนัก ต้นทุนการผลิต อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ พบว่า บล็อกซีเมนต์เสริมล้าไม้ไฟ มีความเหมาะสมที่สุดในการกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร และผลจากการประเมินความเหมาะสมด้านอื่นๆ เช่น ขนาด น้ำหนัก และราคา บล็อกซีเมนต์เสริมล้าไม้ไฟผสมฟางข้าว มีผลการทดสอบที่เหมาะสม ที่จะนำไปผลิตในเชิงการใช้งานจริง เนื่องจากมีขนาดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.58-2533) ใช้ส่วนผสมปูนซีเมนต์โดยปริมาตร ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน : ทรายหยาบ 2 ส่วน : ฟางข้าว 1 ส่วน มีค่าน้ำหนักต่อก่อน 7.36 กก. และต้นทุนในการผลิตต่อก่อน 11.14 บาท มีอุณหภูมิความร้อนต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก 1.12 และมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่างจากอากาศภายนอก ในช่วงเวลากลางวัน (7.00-18.00 น.) เฉลี่ยต่ำที่สุด 18.50% ที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 63.00%

ในการศึกษานี้เป็นแนวทางในการพัฒนาวัสดุผนังอาคารที่สำหรับชุมชนโดยการพึ่งพาวัสดุที่มีและเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อเป็นการลดการผลิตวัสดุอาคารจากโรงงานอุตสาหกรรม ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และนำไปสู่การเสริมประสิทธิภาพของผนังอาคารต่อไปได้ ทั้งนี้ยังต้องการการศึกษาวิจัยในประเด็นที่เกี่ยวข้องอีกหลายประการ เช่น การรับแรงของวัสดุ ส่วนผสมของปูนซีเมนต์กับใยพืช หรือการวัสดุเหลือใช้อื่นมาเป็นส่วนผสม เป็นต้น

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ปรับการใช้งานวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรให้เหมาะสมตามท้องถิ่นในแต่ละพื้นที่ เนื่องจากผลการทดลองมีความใกล้เคียงกันทั้งในเรื่องอุณหภูมิ และความชื้น
2. ควรจะมีการทดสอบการรับแรง ที่นำไปสู่การรับรองมาตรฐานวัสดุอาคารเพื่อการก่อสร้างต่อไป
3. ควรนำบล็อกคอนกรีต มีคุณสมบัติและขนาดที่ใกล้เคียงกันกับบล็อกที่ผลิตมาทำการทดลองเปรียบเทียบทั้งในเรื่องอุณหภูมิ และความชื้น เพื่อให้เห็นถึงคุณประโยชน์ที่ชัดเจนขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2533). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก (มอก. 58-2533)**, กรุงเทพฯ.
- นิรุช สุขสมเชตร. (2540). **คอนกรีตผสมใยมะพร้าว**. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ทรงเกียรติ เทียรทิพย์. (2545). **เทคนิคการก่อสร้างอาคารด้วยไม้ไฟ การออกแบบและสร้างอาคารตัวอย่าง ณ พื้นที่โครงการพัฒนาตอตุ้ง อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย**. (สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต),

- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สิริพร วาสนาประเสริฐ. (2550). การพัฒนาผนังซีเมนต์เส้นใยพืช สำหรับอาคารไม่ปรับอากาศ. มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.
- สิทธิชัย พริยคุณธร. (2551). คอนกรีตมวลเบา. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- สมชาย ไสวดี. (2554). การถ่ายเทความร้อนผนังวัสดุผนังอาคารที่ปรับปรุงโดยการติดตั้งฉนวนสัมพันธ์กับการระบายอากาศด้วยวิธีการธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- คำชาย พันทองศรี. (2557). การพัฒนาบล็อกปูนซีเมนต์ขาวผสมฟางข้าวเสริมไม้ไผ่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. (2554). แบบสรุปย่อการวิจัย โครงการศึกษาแนวทางบริหารจัดการเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงและลดการเกิดหมอกควัน. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- วริษา สายะพันธ์. (2558). การเพิ่มประสิทธิภาพบล็อกซีเมนต์ขาวผสมฟางข้าวเสริมไม้ไผ่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2563). สถิติการเกษตร ของประเทศไทย ปี 2562. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- พิพัฒน์พล ภูมิทอง. (2560). การเพิ่มคุณสมบัติการป้องกันความร้อนของบล็อกนาโนคอนกรีตด้วยการเพิ่มวัสดุทางเลือก. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- กลุ่มสำรวจทรัพยากรป่าไม้ ส่วนสำรวจและวิเคราะห์ทรัพยากรป่าไม้ สำนักฟื้นฟูและพัฒนาพื้นที่อนุรักษ์. (2555). การสำรวจไม้ไผ่ของประเทศไทย. กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

