

การนำผลงานวิจัยทางด้านผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างมาใช้ประโยชน์ทางวิศวกรรมโยธา กรณีศึกษา การก่อสร้างอาคารพอเพียง อเนกประสงค์

THE USE OF RESEARCH RESULTS IN BUILDING MATERIALS FOR CIVIL ENGINEERING'S PURPOSES: A CASE STUDY CONSTRUCTION OF A MULTI-PURPOSE SUFFICIENCY

อาทร ชูพลัสต์ย์¹, ณรงค์ กุหลาบ¹, ลัดคนทีน อรุณพูลทรัพย์², ณัฐพรหม วาโยวันรัตน์², ศิรายุ บั้วง² และ อนาวิล เขียวยา^{2*}

¹ อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ จ.นครปฐม

² นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ จ.นครปฐม

96 หมู่. 3 ถนนพุทธมณฑล สาย 5 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170. เบอร์โทรศัพท์ : 02-441-6000

*Corresponding author address: arthorn.chu@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการนำผลงานวิจัยทางด้านผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างมาใช้ประโยชน์ทางด้านวิศวกรรมโยธา โดยได้ดำเนินการ ก่อสร้างอาคารพอเพียงอเนกประสงค์ ขนาด 4.00 x 6.00 เมตร ที่ใช้ผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างหลัก จากผลการศึกษาวิจัยของนักศึกษาที่ผ่านมา จำนวน 5 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ มอร์ตาร์ที่ผสมจากฝุ่นหินแกรนิต อิฐมอดูยดินเหนียวผสมเส้นใยผักตบชวาแห้งบดละเอียด บล็อกประสานจากฝุ่นหินแกรนิต กระเบื้องซีเมนต์ปูพื้นพิมพ์ลายจากฝุ่นหินแกรนิตเหลือทิ้ง และแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากเส้นใยทะเลลายปาล์มเปลา โดยพิจารณาเลือกใช้อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงาน 7 ขั้นตอน ได้แก่ การสำรวจพื้นที่สำหรับการก่อสร้าง การออกแบบอาคารพอเพียงอเนกประสงค์ การเขียนแบบด้วยโปรแกรม AutoCAD 2020 และSketchUp 2020 การประมาณราคาก่อสร้าง การผลิตผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างชนิดต่าง ๆ สำหรับนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารพอเพียงอเนกประสงค์ โดยผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างที่ผลิตขึ้นนั้น ผ่านการทดสอบคุณภาพตามมาตรฐานของแต่ละผลิตภัณฑ์ สามารถนำไปใช้ในการก่อสร้างในโครงสร้างส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ได้เป็นอย่างดี และการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของอาคารพอเพียงอเนกประสงค์ ที่ได้ก่อสร้างขึ้นโดยใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างรวมทั้งหมด 14 วัน มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างทั้งหมดเพียง 41,557 บาท เนื่องจากผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างหลัก ที่ใช้ในการก่อสร้าง สามารถผลิตขึ้นได้ด้วยตนเอง โดยวัสดุที่ใช้สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างแต่ละชนิด นั้นเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายโดยทั่วไป และที่เป็นวัสดุเหลือทิ้ง มีขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: มอร์ตาร์, บล็อกประสาน, อิฐมอดูย, กระเบื้องปูพื้นพิมพ์ลาย, แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์

Abstract

In this project, research results in building materials were used in civil engineering by building the multi-purpose sufficiency building with 4.00 x 6.00 meters, using the main building material products. based on the previous research results, five products consisted of granite dust mortar, clay brick mixed with finely ground water hyacinth fiber, interlocking blocks from granite dust, printed cement tiles from granite residue, and cement fiberboard from bare palm bunch fibers. By considering the use of the most suitable mixed ratio There were seven phases of implementation: construction site survey, multi-purpose sufficiency building design, drawing with AutoCAD 2020 and SketchUp 2020, and construction cost estimation, production of various building materials products for constructing the multi-purpose sufficiency building. All used building material products passed the quality testing according to the standards of each product. They could be well used in the construction of various parts of the building. Also, the inspection and debugging of the multi-purpose sufficiency building spent 14 days. Lastly, the total construction cost was only 41,557 baht, because the main construction products that used in the Construction can be produced manually. Materials that used for the manufacture of each type of building material products. It is an easy to find and waste material. There is a simple production process. Make save and reduce costs as well

Keywords: Mortar, Interlocking block, Brick, Printed concrete tiles, cement fiberboard

1. บทนำ

งานวิจัยทางด้านวิศวกรรมศาสตร์เป็นการศึกษาและพัฒนาในด้านต่าง ๆ โดยสามารถนำผลงานวิจัยที่มีคุณภาพไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในเชิงวิชาการและเชิงพาณิชย์ตลอดจนนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาของชุมชนและสังคมได้ โดยในส่วนของสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ พื้นที่ศาลายา ได้มีงานวิจัยในลักษณะการนำวัสดุเหลือทิ้งประเภทต่าง ๆ ในภาคอุตสาหกรรมและภาคเกษตรกรรมมาใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างต้นทุ่นต่ำ โดยมีขั้นตอนการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนแต่จากที่ผ่านมามีการนำผลงานวิจัยด้านผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างไปใช้ประโยชน์ในเชิงวิศวกรรม เชิงพาณิชย์ และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมน้อยมาก ในบางผลงานวิจัยไม่ได้มีการนำไปใช้ประโยชน์ใดๆ เลย โดยวัสดุที่ใช้สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างนั้นเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายตามท้องถิ่นหลายๆ พื้นที่ ซึ่งถ้าสามารถนำผลงานวิจัยด้านผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างรูปแบบต่าง ๆ มาต่อยอดและนำไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างได้จริงจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลงานวิจัยได้เป็นอย่างดี และเห็นเป็นรูปธรรมได้อย่างชัดเจน

จากปัญหาและเหตุผลดังกล่าว ผู้จัดทำการศึกษาวิจัยจึงมีแนวความคิดในการจัดทำโครงการ “การนำผลงานวิจัยทางด้านผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างมาใช้ประโยชน์ทางวิศวกรรมโยธา กรณีศึกษา การก่อสร้างอาคารพอเพียงอเนกประสงค์” โดยการนำผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างที่เกิดจากงานวิจัยที่ผ่านมานำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในเชิงวิศวกรรมที่หลากหลายและได้ตัวอย่างสิ่งก่อสร้างต้นแบบที่ใช้ผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างหลัก จากผลการศึกษาวิจัยด้านผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างในรูปแบบต่างๆ

2. วัตถุประสงค์

- 2.1. เพื่อนำผลงานวิจัยด้านผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างรูปแบบต่างๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในเชิงวิศวกรรม อย่างเป็นรูปธรรม
- 2.2. เพื่อให้ได้ตัวอย่างสิ่งก่อสร้างต้นแบบที่ใช้ผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างหลัก จากผลจากการศึกษาวิจัย

3. ขั้นตอนและผลการศึกษาวิจัย

การนำผลงานวิจัยทางด้านผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างมาใช้ประโยชน์ทางวิศวกรรมโยธา กรณีศึกษา การก่อสร้างอาคารพอเพียงอเนกประสงค์ มีขั้นตอนการดำเนินงาน และผลการศึกษาวิจัยดังต่อไปนี้

3.1. ผลการสำรวจพื้นที่สำหรับการก่อสร้างอาคาร

ดำเนินการสำรวจพื้นที่สำหรับการก่อสร้างอาคารพอเพียงอเนกประสงค์ ณ บริเวณพื้นที่ว่างของชุมชน หมู่ 3 ตำบลขุนแก้ว

อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม พบว่าลักษณะพื้นที่มีลักษณะเป็นชายธง มีแนวเขตติดต่อกับพื้นที่ที่ดินข้างเคียง 2 ด้าน ดินเดิมมีสภาพแข็งและมีหินกรวด ทำการวัดขนาดพื้นที่ในเบื้องต้น พบว่าพื้นที่มีขนาด 6.00 x 9.80 เมตร โดยในบริเวณพื้นที่สำหรับการก่อสร้าง มีต้นไม้ใบทรงโค้งล้อมสภาพ ขนาด 4.00 x 8.00 เมตร ที่ต้องทำการรื้อถอนและมีต้นไม้ ตอไม้ ที่ต้องตัดและขุดออก จึงทำการรื้อถอนต้นไม้ใบทรงโค้งและตัดต้นไม้ ขุดตอไม้ ทั้งหมดที่อยู่ในบริเวณพื้นที่สำหรับการก่อสร้าง ทำการรวมผังบริเวณในเบื้องต้น โดยเนื้อพื้นที่โดยรอบด้านละ 1 เมตร

3.2. ผลการออกแบบอาคารพอเพียงอเนกประสงค์

3.2.1. การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้าง

ในการออกแบบอาคารพอเพียงอเนกประสงค์ ที่ใช้ผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างหลัก จากผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา จำนวน 5 งานวิจัย โดยพิจารณาเลือกใช้อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด และกำหนดชนิดผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างที่ใช้ในการก่อสร้างส่วนต่างๆ ของอาคารแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดและขนาดผลิตภัณฑ์

ชื่อผลิตภัณฑ์	อัตราส่วนผสม	การนำไปใช้งานก่อสร้างอาคาร
มอร์ตาร์ที่ผสมจากฝุ่นหินแกรนิต [1]	1 : 2.75	กอบลือกประสานและอิฐมอดู
อิฐมอดูดินเหนียวผสมเส้นใยผักตบชวาแห้งบดละเอียด [2]	4 : 1	ก้อม้านั่ง
บล็อกประสานจากฝุ่นหินแกรนิต [3]	1 : 5	ก้อเสา
กระเบื้องซีเมนต์ปูพื้นพิมพ์ลายจากฝุ่นหินแกรนิต [4]	1 : 2	คอนกรีตพิมพ์ลาย
แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากเส้นใยทะเลหลายปาล์มเปล่า [5]	94 : 6	ทำพื้นม้านั่ง

อาคารพอเพียงอเนกประสงค์ มีการใช้งานสำหรับการจอดรถยนต์ และเป็นที่พักเก็บเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ ซึ่งมีน้ำหนักบรรทุกมาก ซึ่งถ้าหากใช้กระเบื้องซีเมนต์ปูพื้นพิมพ์ลายจากฝุ่นหินแกรนิตเหลือทิ้ง [4] ที่ใช้ปูเป็นพื้นผิวของอาคาร อาจทำให้เกิดการแตกร้าวชำรุดได้ง่าย ทางผู้จัดทำจึงปรับเปลี่ยนวิธีการก่อสร้างโดยใช้วัสดุหลัก และอัตราส่วนผสมจากผลงานวิจัยในการก่อสร้างทำผิวพื้นของอาคารด้วยวิธีคอนกรีตพิมพ์ลาย

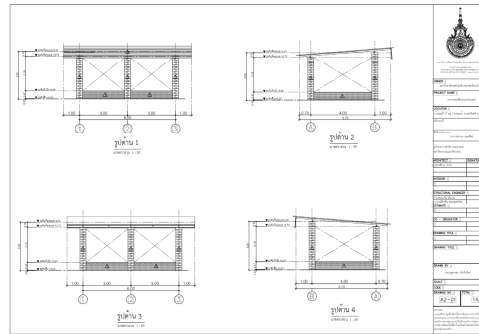
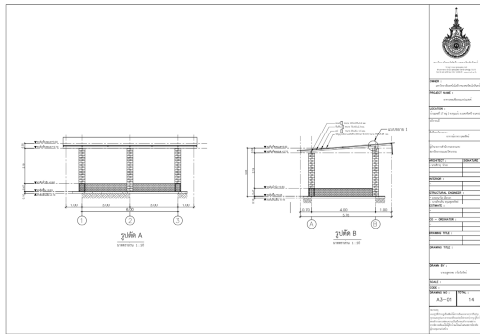
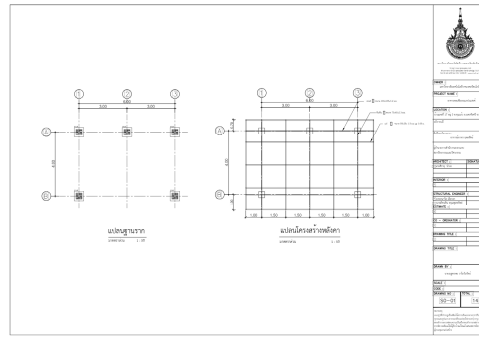
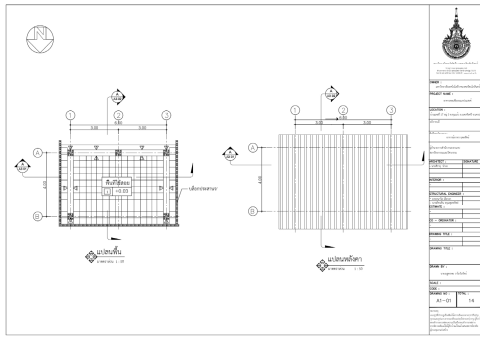
3.2.2. การออกแบบโครงสร้างอาคาร

ในการออกแบบอาคารพอเพียงอเนกประสงค์ได้กำหนดขนาด

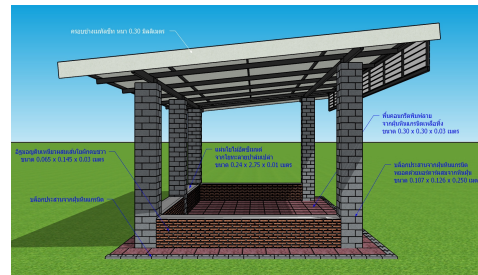
อาคาร เท่ากับ 4.00 x 6.00 เมตร โดยทำการออกแบบโครงสร้าง หลังคาเหล็กกรุปพรรณ ด้วยโปรแกรม Multiframe 4D และ ออกแบบโครงสร้างอาคารพ่ียงอนกประสงค์ ด้วยวิธีหน่วยแรง ใช้งานตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) [6] โดยมีผลการออกแบบโครงสร้างอาคาร ดังรูปที่ 1

3.3. ผลการเขียนแบบอาคารพ่ียงอนกประสงค์

ในการเขียนแบบอาคารพ่ียงอนกประสงค์ได้ใช้ โปรแกรม AutoCAD 2020 2 มิติ โดยมีรายละเอียดของแบบก่อสร้างที่สำคัญ โดยสรุป แสดงดังรูปที่ 1 และมีตัวอย่างภาพรวมอาคารด้วย โปรแกรม SketchUp 2020 3 มิติ แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 ตัวอย่างแบบก่อสร้างอาคาร



รูปที่ 2 ตัวอย่างภาพรวมอาคาร

3.4. ผลการประมาณราคาก่อสร้างอาคาร

ทำการประมาณราคาก่อสร้างอาคารพ่ียงอนกประสงค์จาก แบบก่อสร้าง ในส่วนของจำนวนผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้าง ปริมาณวัสดุ ที่ใช้ในการผลิตแต่ละผลงานวิจัย และราคาค่าวัสดุก่อสร้างต่างๆ ตลอดจนค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารพ่ียงอนกประสงค์ ขนาด 4.00 x 6.00 เมตร ที่มีพื้นที่ใช้สอย 24 ตาราง เมตร โดยมีผลการประมาณราคาในส่วนของจำนวนผลิตภัณฑ์วัสดุ

ก่อสร้างสำหรับการทดสอบและก่อสร้าง โดยสรุป แสดงดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 จำนวนผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างสำหรับการทดสอบ

ชื่อผลิตภัณฑ์	ปริมาณ	หน่วย
มอร์ตาร์ที่ผสมจากฝุ่นหินแกรนิต [1]	5	ก้อน
อิฐมอดูตินเหนียวผสมเส้นใยผักตบชวา แห้งบดละเอียด [2]	20	ก้อน
บล็อกประสานจากฝุ่นหินแกรนิต [3]	20	ก้อน
กระเบื้องซีเมนต์ปูพื้นพิมพ์ลาย จากฝุ่นหินแกรนิต [4]	30	ลบ.ม.
แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ จากเส้นใยทะเลลายปาล์มเปล่า [5]	2	แผ่น



รูปที่ 3 ลักษณะของผลิตภัณฑ์มอร์ตาร์ที่ผสมจากฝุ่นหินแกรนิต [1]

ตารางที่ 3 จำนวนผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างสำหรับการก่อสร้าง

ชื่อผลิตภัณฑ์	ปริมาณ	หน่วย
มอร์ตาร์ที่ผสมจากฝุ่นหินแกรนิต [1]	0.5	ลบ.ม.
อิฐมอดูตินเหนียวผสมเส้นใยผักตบชวา แห้งบดละเอียด [2]	1,600	ก้อน
บล็อกประสานจากฝุ่นหินแกรนิต [3]	600	ก้อน
กระเบื้องซีเมนต์ปูพื้นพิมพ์ลาย จากฝุ่นหินแกรนิต [4]	1	ลบ.ม.
แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ จากเส้นใยทะเลลายปาล์มเปล่า [5]	13	แผ่น



รูปที่ 4 ทดสอบกำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์จากฝุ่นหินแกรนิต [1]

3.5. ผลการผลิตผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างและผลการตรวจสอบ คุณภาพวัสดุก่อสร้าง

วัสดุหลักที่ใช้ในการผลิตมีผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐาน ของวัสดุที่ได้มาตรฐานเมื่อนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างชนิดต่าง ๆ มีผลการตรวจสอบคุณภาพวัสดุก่อสร้าง ผ่านมาตรฐานตรวจสอบคุณภาพวัสดุก่อสร้างของแต่ละชนิด โดยมีลักษณะของผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างแต่ละชนิด และผลการตรวจสอบคุณภาพวัสดุก่อสร้าง ตามมาตรฐานคุณภาพวัสดุแต่ละชนิด โดยสรุปดังต่อไปนี้

3.5.1. มอร์ตาร์ที่ผสมจากฝุ่นหินแกรนิต [1] สำหรับก่อ บล็อกประสานและอิฐมอดู 5 x 5 x 5 ซม.

ได้ค่าการดูดซึมน้ำ เฉลี่ย 10.12 % และได้ค่าความต้านทานกำลังอัด เฉลี่ย 145.23 กก./ตร.ซม. โดยทดสอบตามมาตรฐาน การทดสอบกำลังอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ ASTM C109 [7] โดยมีลักษณะของผลิตภัณฑ์แสดงดังรูปที่ 3 และตัวอย่างวิธีการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4

3.5.2. อิฐมอดูตินเหนียวผสมเส้นใยผักตบชวา แห้ง บดละเอียด [2] 6.5 x 14 x 3.5 ซม.

ได้ค่าการดูดซึมน้ำ เฉลี่ย 19.99 % และค่าความต้านทานกำลังอัด เฉลี่ย 73.00 กก./ตร.ซม. ผ่านมาตรฐาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐมอดู (มพช.601-2547) [8] ได้กำหนดค่าการดูดซึมน้ำ ไม่เกิน 25 % ค่ากำลังรับแรงอัด ไม่น้อยกว่า 70 กก./ตร.ซม. โดยมีลักษณะของผลิตภัณฑ์แสดงดังรูปที่ 5 และตัวอย่างวิธีการทดสอบแสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 5 ลักษณะของผลิตภัณฑ์อิฐมอดูตินเหนียวผสมเส้นใยผักตบชวาแห้งบดละเอียด [2]



รูปที่ 6 ทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอญดินเหนียวผสมเส้นใยผักตบชวาแห้งบดละเอียด [2]

3.5.3. บล็อกประสานจากฝุ่นหินแกรนิต [3] 12.5 x 25 x 10.5 ซม.

ได้ค่าการดูดซึมน้ำ เฉลี่ย 131 กก./ลบ.ม. และค่าความต้านทานกำลังอัด เฉลี่ย 91.56 กก./ตร.ซม. ผ่านมาตรฐาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน (มผช.602-2547) [9] ได้กำหนดค่าการดูดซึมน้ำ ไม่เกิน 288 กก./ลบ.ม. ค่ากำลังรับแรงอัดชนิดรับน้ำหนัก ไม่น้อยกว่า 71.36 กก./ตร.ซม. โดยมีลักษณะของผลิตภัณฑ์แสดงดังรูปที่ 7 และตัวอย่างวิธีการทดสอบแสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 7 ลักษณะของผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสานจากฝุ่นหินแกรนิต [3]



รูปที่ 8 ทดสอบการกำลังรับแรงอัดของผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสานจากฝุ่นหินแกรนิต [3]

3.5.4. กระเบื้องซีเมนต์ปูพื้นพิมพ์ลายจากฝุ่นหินแกรนิต [4] 40 x 40 x 3 ซม.

ได้ค่าการดูดซึมน้ำ เฉลี่ย 7.97 % ค่าความต้านทานแรงดัดตามขวาง (สภาพแห้ง) เฉลี่ย 52.20 กก./ตร.ซม. และค่าความต้านทานแรงดัดตามขวาง (สภาพเปียก) เฉลี่ย 31.24 กก./ตร.ซม. ผ่านมาตรฐาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องซีเมนต์ปูพื้น (มอก.826-2531) [10] ได้กำหนดค่าความต้านทานแรงดัดตามขวาง (สภาพแห้ง) ไม่น้อยกว่า 50 กก./ตร.ซม. ความต้านทานแรงดัดตามขวาง (สภาพเปียก) ไม่น้อยกว่า 30 กก./ตร.ซม. โดยมีลักษณะของผลิตภัณฑ์แสดงดังรูปที่ 9 และตัวอย่างวิธีการทดสอบแสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 9 ลักษณะของผลิตภัณฑ์กระเบื้องซีเมนต์ปูพื้นพิมพ์ลายจากฝุ่นหินแกรนิต [4]



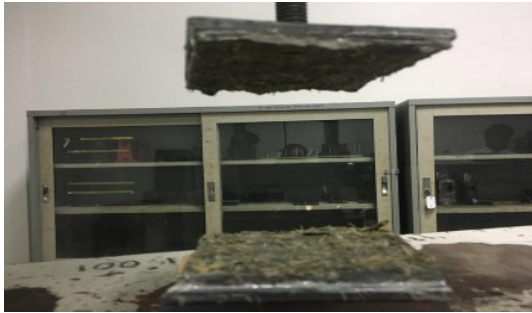
รูปที่ 10 ทดสอบลักษณะทั่วไปและมิติของผลิตภัณฑ์กระเบื้องซีเมนต์ปูพื้นพิมพ์ลายจากฝุ่นหินแกรนิต [4]

3.5.5. แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากเส้นใยทะเลลายปาล์มเปล่า [5] 40 x 120 x 1 ซม.

ได้ค่าการดูดซึมน้ำ เฉลี่ย 15.63 % ค่าความต้านทานแรงดึง เฉลี่ย 6.39 กก./ตร.ซม. และค่าความต้านทานแรงดัดเฉลี่ย 98.145 กก./ตร.ซม. ผ่านมาตรฐาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง (มอก.878-2537) [11] ได้กำหนดค่าความต้านทานแรงดึงต้องมากกว่า 4.905กก./ตร.ซม. ค่าความต้านทานแรงดัด ไม่น้อยกว่า 88.29 กก./ตร.ซม. โดยมีลักษณะของผลิตภัณฑ์แสดงดังรูปที่ 11 และตัวอย่างวิธีการทดสอบแสดงดังรูปที่ 12



รูปที่ 11 ลักษณะของผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ จากเส้นใยทะเลสาบปาล์มเปล่า [5]



รูปที่ 12 การทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ จากเส้นใยทะเลสาบปาล์มเปล่า [5]

3.6. ผลการก่อสร้างอาคารพ่เพียงเนกประสงค์

จากแบบก่อสร้างอาคารพ่เพียงเนกประสงค์ที่ได้จัดทำขึ้นตลอดจนผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างแต่ละชนิดที่ผลิตขึ้นตามจำนวนสำหรับใช้ในการก่อสร้างซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพของมาตรฐานผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด นำมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้างหลักสำหรับการก่อสร้าง ซึ่งมีขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพ่เพียงเนกประสงค์ตามลำดับขั้นตอนการก่อสร้างโดยสรุปแสดงดังรูปที่ 13 ถึงรูปที่ 23



รูปที่ 13 การวางผังอาคาร



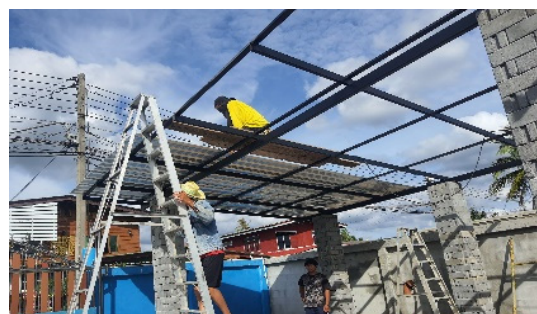
รูปที่ 14 การก่อสร้างฐานรากแผ่



รูปที่ 15 การก่อสร้างเสา ด้วยผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสานจากฝุ่นหินแกรนิต [3]



รูปที่ 16 การก่อเสาอิฐบล็อกประสานด้วยมอร์ตาร์ที่ผสมจากฝุ่นหินแกรนิต [1]



รูปที่ 17 การก่อสร้างหลังคาอาคารพ่เพียงเนกประสงค์



รูปที่ 18 การก่อสร้างพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก



รูปที่ 22 การติดตั้งระบบแสงสว่าง



รูปที่ 19 การทำผิวพื้นอาคารจากมอร์ตาร์ฝุ่นหินแกรนิต ด้วยวิธีคอนกรีตพิมพ์ลาย [4]



รูปที่ 23 การติดตั้งป้ายชื่ออาคาร



รูปที่ 20 การก่อม้านั่ง ด้วยอิฐมอญดินเหนียวผสมเส้นใย ผักตบชวาแห้งบดละเอียด [2]

3.7. ผลการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของอาคารพอเพียงอเนกประสงค์ ที่ได้ก่อสร้างขึ้น

หลังจากดำเนินการก่อสร้างอาคารพอเพียงอเนกประสงค์ โดยใช้ผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างจากผลงานวิจัย จำนวน 5 งานวิจัย แล้วเสร็จเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทำการตรวจสอบข้อบกพร่องของอาคารที่ได้ก่อสร้างขึ้น พบว่ามีข้อบกพร่องในส่วนต่างๆ ของอาคารโดยรวม 2 จุดหลัก จึงได้ดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่ตรวจสอบพบ โดยมีข้อบกพร่องและวิธีการแก้ไขข้อบกพร่องของอาคารพอเพียงอเนกประสงค์ โดยสรุปดังต่อไปนี้



รูปที่ 21 การติดตั้งพื้นม้านั่ง ด้วยผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม่อัดซีเมนต์จากเส้นใยทะเลลายปาล์มเปล่า [5]

3.7.1. แก้ไขเสาอิฐบล็อกประสานจากฝุ่นหินแกรนิต [2]

การตรวจสอบเสาอิฐบล็อกประสานจากฝุ่นหินแกรนิต พบว่ามีรอยเอี่ยมของมอร์ตาร์ที่ใช้หยอดเสา และบล็อกประสานจากฝุ่นหินแกรนิต มีรอยบิ่นเป็นรูโพรง เนื่องจากการขนย้าย จึงทำการแก้ไขโดยการขัดแต่งรอยเอี่ยมของมอร์ตาร์ ที่เสาอิฐบล็อกประสานออก และฉาบแต่ง โดยใช้อัตราส่วน 2.5 : 1 (สกิมโค้ทปูนฉาบบาง : น้ำ) ทิ้งให้แห้ง 1 วัน แล้วทาน้ำยาเคลือบเงา กันซึมนี้ จำนวน 2 รอบ เพื่อป้องกันน้ำและเชื้อราและเพิ่มความสวยงามให้กับเสาอิฐบล็อกประสานของอาคาร



รูปที่ 24 การแก้ไขข้อบกพร่องของเสาอิฐบล็อกประสานจากฝุ่นหินแกรนิต [2]

3.7.2. แก้ไขผิวพื้นอาคารคอนกรีตพิมพ์ลายจากมอร์ตาร์ฝุ่นหินแกรนิต [4]

การตรวจสอบพบว่าพื้นผิวคอนกรีตพิมพ์ลาย จากฝุ่นหินแกรนิต มีความขึ้นตค่างที่พื้นผิว เนื่องจากทาน้ำยาเคลือบเงา ขณะที่พื้นคอนกรีตพิมพ์ลายยังไม่แห้งสนิท จึงทำการแก้ไขโดยการลอกน้ำยาเคลือบเงา ด้วยน้ำยาลอกสีพื้น และขัดล้างทำความสะอาด ทิ้งให้แห้ง 2 วัน จนผิวพื้นไม่มีความขึ้นตค่างแล้ว ทำการทาน้ำยาเคลือบเงา กันซีมน้ำ รอบที่ 1 ทิ้งให้แห้ง 4 ชั่วโมง และทารอบที่ 2 ทิ้งให้แห้ง 1 วัน ตามคำแนะนำของผลิตภัณฑ์น้ำยาเคลือบเงา โดยมีลักษณะของอาคารพวยงเนกประสงค์ที่แล้วเสร็จสมบูรณ์พร้อมสำหรับการใช้งานแสดงดังรูปที่ 25 26



รูปที่ 25 การแก้ไขข้อบกพร่องของผิวพื้นอาคารคอนกรีตพิมพ์ลายจากมอร์ตาร์ฝุ่นหินแกรนิต [4]



รูปที่ 26 ลักษณะของอาคารพวยงเนกประสงค์ที่แล้วเสร็จสมบูรณ์

4. สรุปผลการศึกษาวิจัย

จากผลงานการก่อสร้างอาคารพวยงเนกประสงค์ ที่ใช้ผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างหลัก จากผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา ที่ได้ก่อสร้างขึ้น โดยใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างรวมทั้งหมด 14 วัน ซึ่งถ้าก่อสร้างอาคารพวยงเนกประสงค์ โดยใช้ผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างที่หาซื้อได้ในท้องตลาดทั่วไป จะมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างทั้งหมด 65,792 บาท (ไม่รวมค่าแรง) และถ้าก่อสร้างอาคารพวยงเนกประสงค์โดยใช้ผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างที่ผลิตขึ้นเอง จะมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างทั้งหมดเพียง 41,566 บาท (ไม่รวมค่าแรง) ซึ่งจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้ถึง 24,226 บาท โดยมีรายละเอียดการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างอาคารพวยงเนกประสงค์

รายการ	ผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างที่ผลิตขึ้นเอง		ผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างทั่วไป
	ผลิตขึ้นเอง	ซื้อ	ซื้อ
ผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างชนิดต่างๆ	8,374 (ค่าวัสดุ)	-	32,600
งานโครงสร้าง	-	-	9,898
งานโครงสร้างเหล็ก	-	9,898	6,825
งานวัสดุผนังหลังคาและระแนงบังแดด	-	6,825	13,808
งานระบบแสงสว่าง	-	13,808	2,005
วัสดุอุปกรณ์อื่นๆ	-	2,005	656
รวม	41,566		65,792

จากการที่ได้นำผลงานวิจัยด้านผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างรูปแบบต่างๆ มาใช้ในการก่อสร้างอาคารพวยงเนกประสงค์ ทำให้เกิดประโยชน์ในเชิงวิศวกรรม อย่างเป็นรูปธรรม ช่วยลดต้นทุนในการก่อสร้างได้เป็นอย่างดี จนได้ตัวอย่างสิ่งก่อสร้างต้นแบบมาตรฐาน ที่ใช้ผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างหลักที่ผลิตขึ้นเองเป็นการต่อยอด จากผลการศึกษาวิจัยด้านผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างที่ผ่านมา ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลงานวิจัยด้านผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างทางวิศวกรรมโยธาให้เกิดประโยชน์สูงสุด ตลอดจนแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาด้านทักษะวิชาชีพ ที่เกิดจากการปฏิบัติงานจริงของนักศึกษา

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณห้องปฏิบัติการที่ได้ใช้ในการทดสอบผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้าง ของสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พื้นที่ศาลายา และชุมชน หมู่ 3 ตำบลขุนแก้ว อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ที่ให้คณะผู้จัดทำงานวิจัยได้ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างอาคารพวยงเนกประสงค์

6. การอ้างอิง

- [1] จิตต์โสภิณ วงษ์ทองดีและคณะ (2560), การศึกษากำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ที่ผสมจากหินฝุ่น สำหรับงานก่อสร้างถนน, ปรินญาณีพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
- [2] เชิดเกียรติ ฝ้ายขาวและคณะ (2560), การพัฒนาผลิตภัณฑ์อิฐมอญดินเหนียวผสมเส้นใยผักตบชวาแห้งบดละเอียด, ปรินญาณีพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
- [3] จีรพงศ์ สุขสอนและคณะ (2561), บล็อกประสานจากฝุ่นหินแกรนิต, ปรินญาณีพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
- [4] ธนรัฐ ช่อเกตุและคณะ, (2561), กระเบื้องซีเมนต์ปูพื้นพิมพ์ลายจากฝุ่นหินแกรนิตเหลือทิ้ง, ปรินญาณีพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
- [5] ณัฐพล โพธิ์ทองและคณะ (2562), การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากเส้นใยทะเลลายปาล์มเปล่า, ปรินญาณีพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
- [6] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (2562), มาตรฐานสำหรับคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน
- [7] มาตรฐานการทดสอบกำลังอัดของมอร์ตาร์ ASTM C 109
- [8] มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐมอญ (มผช.601-2547)
- [9] มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน (มผช.826-2531)
- [10] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องซีเมนต์ปูพื้น (826-2531)
- [11] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดซีเมนต์ความหนาแน่นสูง (มอก.878-2537)