

## การพัฒนาอิฐบล็อกประสานโดยใช้ซีเมนต์ปาเลียมน้ำมัน

### Brick cinderblock for the development of the palmoil

ธีรยุทธ์ สุขสวัสดิ์<sup>\*</sup>, ธนาภรณ์ เมืองมุงคุณ<sup>\*\*</sup>, วรัญญ ศรีเดช<sup>\*\*\*</sup> และรอยพิมพ์ใจ เพชรกุล<sup>\*\*\*\*</sup>

Teerayut suksawat<sup>\*</sup>, Thanaporn Muangmongkul<sup>\*\*</sup>, Waranyou Sridachw<sup>\*\*\*</sup>, and Roypimjai Petchkul<sup>\*\*\*\*</sup>

#### บทคัดย่อ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีพืชเศรษฐกิจมากมายที่ทำรายได้ให้แก่เกษตรกร ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจประเภทหนึ่งที่มีมากในประเทศ เมื่อจำนวนปาล์มที่มีมาก ทำให้เศษเหลือทิ้งทางการเกษตรก็มากตามไปด้วย ซีเมนต์ปาเลียมเป็นเศษเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีมากผู้วิจัยจึงคิดนำซีเมนต์ปาเลียมมาใช้ประโยชน์โดยการทำอิฐบล็อกประสาน การผลิตอิฐบล็อกประสานจากซีเมนต์ปาเลียมสามารถลดต้นทุนในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ในอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการทำอิฐบล็อก คือ สูตรที่ 4 เพราะเมื่อดูจากการดูดซึมน้ำน้อยที่สุด และค่าการรับแรงอัดที่ดีเป็นที่น่าพอใจและสามารถใช้ประโยชน์จากซีเมนต์ปาเลียมได้

**คำสำคัญ :** อิฐบล็อกประสาน, ซีเมนต์ปาเลียมน้ำมัน

---

\* นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

\*\* อาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

\*\*\* อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

\*\*\*\* อาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

## Abstract

Thailand is an agricultural country. There are many crops that generate income to farmers, oil palm is the economic one. In many countries on the palm, making it much agricultural waste as well. Palm ash as a waste, agricultural waste, the researchers think that a lot of palm ashes to good use by making block bricks, synchronization. Brick, cinder block for the production of palm shell to reduce costs. In the manufacture of block brick, synchronization is normally produced in a ratio that is most suitable for making blocks bricks, the formula 4. Because when viewed from the water absorption and the compressive strength it was desirable and can be applied to the benefit of palm ashes.

**Keywords :** block, Brick Ashes the oil palm shell

### บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมซึ่งมีชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นจำนวนมากโดยชีวมวลจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม นับเป็นชีวมวลประเภทหนึ่ง ซึ่งมีปริมาณมากถึงประมาณปีละ 1.2 ล้านตัน หรือคิดเป็นน้ำมันดิบจำนวน 0.28 ล้านตัน ปัจจุบันพื้นที่เพาะปลูกปาล์ม น้ำมันในประเทศไทยมีพื้นที่ให้ผลผลิตประมาณ 1.4 ล้านไร่ คิดเป็นปริมาณผลผลิตประมาณ 4 ล้านตันต่อปี โดยพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ 4 จังหวัดภาคใต้ ได้แก่ กระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร และตรัง โดยทั่วไปผลผลิตปาล์มสดจากสวนปาล์มจะเข้าสู่กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มในโรงงานที่มีด้วยกัน 2 ประเภท คือ การสกัดแบบแห้งกับการสกัดแบบเปียกหรือมาตรฐานซึ่งโรงงานที่มีกระบวนการสกัดแบบเปียก จะทำการแยกเส้นใยปาล์มและกะลาปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มก่อนการสกัดจึงได้น้ำมันปาล์มที่มีความบริสุทธิ์กว่าการสกัดแบบแห้งที่สกัดทั้งผลปาล์ม (ละเอียดยูเอชไอที, 2549)

วัสดุเหลือทิ้งที่มีอยู่มาก แต่ถูกนำไปใช้ประโยชน์น้อย หรือต้องทิ้งเกือบทั้งหมด ในที่นี้

รวมถึง “แกลบ” “เปลือกไม้” และ “กากของผลปาล์ม” แต่ปัจจุบันได้นำวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้มาใช้ประโยชน์แล้วคือ นำมาทำเป็นเชื้อเพลิงสร้างพลังงานความร้อนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าที่เรียกว่า “เชื้อเพลิงชีวมวล” แต่ปัญหาที่ตามมาของการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลคือ ทำให้เกิด “เถ้า” หรือเรียกกันติดปากว่า “จีเถ้า” ซึ่งส่วนใหญ่ต้องนำไปทิ้ง หรือกำจัดที่ต้องมีค่าใช้จ่าย อีกทั้งยังอยู่ในสภาพเป็นฝุ่นผงฟุ้งกระจาย และเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมได้อีก ความสำคัญของปัญหานี้ สามารถที่จะนำเถ้าแกลบ-เปลือกไม้ และเถ้าปาล์มน้ำมันมาใช้ในงานคอนกรีตได้ ผู้จัดทำวิจัยจึงได้มีแนวความคิดที่จะนำจีเถ้ากะลาปาล์มน้ำมันมาเป็นส่วนผสมในงานคอนกรีตได้ จึงได้ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตอิฐบล็อกประสานที่จากเดิมใช้ดินลูกรัง ทรายละเอียด ปูนซีเมนต์ เป็นส่วนผสม จึงขอทดลองใช้จีเถ้ากะลาปาล์มเป็นส่วนผสม ลดปริมาณปูนซีเมนต์เพิ่มจีเถ้ากะลาปาล์มเป็นส่วนผสมด้วย

อิฐบล็อกประสานคือวัสดุรองรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรู และเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นการใช้วัสดุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง ทรายละเอียด หรือวัสดุ

เหลือทิ้งต่างๆที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสมอัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่มให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 7 วัน จะได้คอนกรีตบล็อกที่มีความแข็งแรงมีรูปลักษณะพิเศษ ที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ หรือก่อเป็นถังเก็บน้ำได้อย่างรวดเร็ว สวยงาม และประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไป (เขตสยาม สุขาทิพย์, 2545)

ความต้องการลดปริมาณปูนซีเมนต์ลงเพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน และช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ด้วย เพราะกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ต้องใช้พลังงานและความร้อนในการเผาวัตถุดิบจากปัญหาดังที่กล่าวมาข้างต้นก็ได้ศึกษาทดลอง ใช้เถ้ากะลาปาล์มน้ำมันมาใช้ในงานคอนกรีตอย่างละเอียดจนพบว่า วัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้มีคุณสมบัติเป็นตัวยึดประสานที่ดี และมีศักยภาพสูงในการนำมาใช้แทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วน เพื่อใช้ในงานคอนกรีต หากนำไปใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างทำให้สามารถลดต้นทุน (ชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2551)

คุณสมบัติของอิฐบล็อกประสาน คือ ก่อสร้างง่าย รวดเร็ว ประหยัดต้นทุน และค่าแรงโดยไม่ต้องใช้แบบเสา วงกบ ไม้แบบ และการฉาบปูนทำเป็นชิ้นส่วนได้แยกสร้างเป็นชิ้นๆ ได้ เช่น บันได คาน พื้นเสา กำแพง เป็นต้น สามารถสร้างแบบชั่วคราวและถาวรได้บล็อกมีการระบายหรือถ่ายเทอากาศ ทำให้ประหยัดพลังงานได้ใช้เหล็กปูนซีเมนต์ ไม้ สี เป็นส่วนประกอบน้อยกว่าทำให้ประหยัดมากขึ้น (ประหยัดปูนซีเมนต์ได้ 30-50%) มีความสวยงามตามธรรมชาติ โดยไม่ต้องทาสีช่วยอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยลดการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อนำมาใช้ (เครือซีเมนต์ไทย, 2548)

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยต้องการที่จะนำเถ้ากะลาปาล์มน้ำมันที่เหลือใช้กลับมาใช้ประโยชน์อีก

ครั้งหนึ่ง คือการพัฒนาผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสานจากที่ใช้ปูนซีเมนต์เป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐบล็อก โดยที่จะนำเถ้ากะลาปาล์มน้ำมันจากการเผาไหม้เป็นเชื้อเพลิงของการต้มในหม้อต้มไอน้ำแล้ว ก็จะเป็นเชื้อเพลิงที่ดี ได้มีการศึกษาถึงคุณสมบัติพบว่าเป็นตัวยึดประสานได้ดีและมีศักยภาพสูงสามารถนำมาแทนปูนซีเมนต์ได้บางส่วน และยังเป็น การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุที่เหลือใช้ได้อีกด้วย โดยที่อิฐบล็อกประสานนี้นำไปใช้ประโยชน์ ในการก่อสร้าง อาคาร บ้านเรือน สำนักงาน การจัดตกแต่งสวนหย่อมต่างๆ ได้

### สมมุติฐานการวิจัย

1. อิฐบล็อกประสานสามารถรับแรงอัดเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด
2. อิฐบล็อกประสานสามารถดูดซึมน้ำเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อลดต้นทุนการผลิตอิฐบล็อกประสานโดยใช้เถ้ากะลาปาล์มน้ำมัน
2. เพื่อทดสอบหาปริมาณอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม
3. เพื่อต้องการทดสอบ การรับแรงอัด และการดูดซึมน้ำ

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

เรื่องการผลิตอิฐบล็อกจากเถ้ากะลาปาล์ม น้ำมัน ผู้วิจัยได้ศึกษาจากทฤษฎี (สุรจิตติ ศรีกุล, 2550) ใช้ประโยชน์จากวัสดุที่เหลือของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันมาทำเป็นอิฐบล็อกนั้น ในที่นี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเศษที่เหลือจากการเผาของทะเลปาล์มน้ำมัน ผู้วิจัยคิดว่าจะสามารถนำมาเป็นส่วนผสมของการผลิตอิฐบล็อกประสานได้

### ขอบเขตของการวิจัย

1. หาอัตราส่วนผสมของซีเมนต์กะลาปาล์ม น้ำมันในการผลิตอิฐบล็อกประสาน
2. ผลิตอิฐบล็อกประสานมีขนาดกว้าง 12.5 ขาว 25 หนา 9 เซนติเมตร แบบ 2 ร่อง และ 6 ร่อง
3. ใช้ซีเมนต์กะลาปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสม เพื่อลดต้นทุน
4. ทดสอบสมบัติของอิฐบล็อกประสาน การรับแรงอัด และการดูดซึมน้ำ

### ประโยชน์ของการวิจัย

1. สามารถลดต้นทุนของปริมาณปูนซีเมนต์ ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน ได้โดยใช้ซีเมนต์กะลาปาล์มน้ำมันมาเป็นส่วนผสม
2. สามารถนำวัสดุคิบบที่เหลือใช้จากโรงงาน สกัดน้ำมันปาล์มมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้
3. สามารถเป็นข้อมูลให้กับผู้ที่สนใจที่จะ ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตอิฐบล็อกจากซีเมนต์กะลาปาล์ม น้ำมัน ได้

### นิยามศัพท์เฉพาะ

**อิฐบล็อกประสาน** หมายถึง วัสดุก่อรับน้ำหนัก ที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรู และเค็ยบนตัว บล็อกเพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นการใช้ วัสดุคิบบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง ทราย หรือวัสดุเหลือ ทิ้งต่างๆที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนด้วยเครื่อง อัดแล้วนำมาบ่ม

**ซีเมนต์กะลาปาล์มน้ำมัน** เกิดจากการเผาไหม้ ของกะลาปาล์มน้ำมัน เพื่อต้มน้ำมันหม้ออบไอน้ำ ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ซึ่งจะมีลักษณะเป็นผง สีดำ

**ดินลูกรัง** หมายถึง ดินที่ขุดมาจากผิวหน้าดิน ไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร มีลักษณะสีน้ำตาลแดง แล้วนำมาบดเข้าเครื่องบดเพื่อบดให้ละเอียด

**ปูนซีเมนต์** หมายถึง ปูนซีเมนต์ตราช้าง (ปูน โคร่งสร้าง) จะให้ก้อนบล็อกประสานมีความ แข็งแกร่งทนการกัดกร่อนของน้ำได้ดี

**น้ำยาผสมคอนกรีตประเภทลดน้ำอย่างมาก** หมายถึง เป็นน้ำยาผสมคอนกรีตที่ช่วยลดปริมาณน้ำ ที่ใช้ในการผสมคอนกรีต เป็นน้ำยาผสมคอนกรีต ประเภทซูเปอร์พลาสติกไซเซอร์

**ประสิทธิภาพ** หมายถึง กระบวนการ ดำเนินงาน โดยมีสิ่งมุ่งหวังถึงผลสำเร็จและผลสำเร็จ นั้นได้มา โดยการใช้ทรัพยากรน้อยที่สุด ประหยัด ต้นทุน ประหยัดเวลาและประหยัดแรงงาน

**การดูดซึมน้ำ** หมายถึง สามารถในการดูดซึม ปริมาณน้ำเข้าไปในผลิตภัณฑ์ ทำให้มีน้ำหนัก เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามปริมาณของน้ำที่เปลี่ยนไปใน เวลา 24 ชั่วโมง

**การรับแรงอัด** หมายถึง ความสามารถทนต่อ แรงกดดันอัดขณะที่ทำให้ขึ้นทดสอบเริ่มเสียหายจนไม่ สามารถรับแรงอัดได้ต่อไป มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อ ตารางเซนติเมตร อิฐบล็อกประสานที่ได้มาตรฐาน ต้องรับแรงอัดได้ไม่น้อย 35 กิโลกรัม ต่อตาราง เซนติเมตร

**ความเหมาะสมในการใช้งาน** หมายถึง การ พิจารณานำอิฐบล็อกประสานไปใช้งาน โดยผ่าน คุณสมบัติด้านประสิทธิภาพการรับแรงอัด การดูดซึมน้ำ และความคงทนต่อการสึกกร่อน

**คอนกรีตมวลเบา** หมายถึง คอนกรีตที่มีความ หนาแน่นน้อยกว่าคอนกรีตทั่วไป (เขตสยาม และคน อื่นๆ, 2545) ซึ่งขึ้นอยู่กับวัสดุมวลรวมที่ใช้ ที่มีมวล รวมน้ำหนักเบาเป็นวัสดุผสมแทนมวลรวมหิน

## วิธีการดำเนินการวิจัย

1. วัสดุดิบ ดินลูกรัง, ขี้เถ้ากะลาปาล์ม, ทรายละเอียด, ปูนซีเมนต์ (ตราช้าง), น้ำยาผสม คอนกรีต, และน้ำสะอาด

### 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ ต่าง ๆ

- 2.1 เครื่องอัดแบบไฮดรอลิก
- 2.2 เครื่องบดละเอียด
- 2.3 แปรงลวดทองเหลือง
- 2.4 ตะแกรงขนาด 100 – 200 เมช

(0.037 – 0.074 มิลลิเมตร)

- 2.5 ถุงมือ
- 2.6 ไม้บรรทัด / ตลับเมตร
- 2.7 เครื่องชั่ง
- 2.8 เครื่องทดสอบแรงอัด
- 2.9 อ่างสำหรับแช่อิฐ

### 3. หออัตราส่วนที่ เหมาะสม อัตราส่วน

ปูนซีเมนต์ : ดิน (ดิน+ทราย+ขี้เถ้ากะลาปาล์ม) 1:7  
1:8 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ (มผช.๖๐๒/๒๕๔๗)

- 3.1 นำดินมาผึ่งให้แห้ง นำไปร่อนหรือบด
- 3.2 ผสมปูนซีเมนต์ : ดินในอัตราส่วน 1:7 หรือ 1:8
- 3.3 พรมน้ำพอชื้นคลุกเคล้าจนทั่ว ที่ผสมน้ำยาประสาน
- 3.4 นำไปอัดด้วยเครื่องใช้แรงคน หรือเครื่องไฮดรอลิก (1,000 ปอนด์)
- 3.5 บ่มในที่ร่ม 14 วัน จึงนำไปใช้งานได้
- 3.6 ทราย 10 กิโลกรัม + ดิน 9 กิโลกรัม + ขี้เถ้ากะลาปาล์ม 12 กิโลกรัม + ปูน 3 กิโลกรัม + น้ำผสมน้ำยาประสาน 0.25 กิโลกรัม

### 4. ขั้นตอนการผลิตอิฐบล็อกประสาน

หลังจากกำหนดสัดส่วนที่เหมาะสมของดินที่จะใช้ในการทำบล็อก ในห้องปฏิบัติการได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการอัดบล็อก

4.1 ดินเป็นก้อนควรผ่านการบดก่อนนำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4 มิลลิเมตร หรือเล็กกว่า ถ้าดินมีความชื้น

4.2 ตากดินที่มีความชื้นมากให้แห้ง ก่อนนำมาผสมกับซีเมนต์เพื่อให้คลุกเคล้าได้สม่ำเสมอ

4.3 เติมน้ำ น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำสะอาดผสมน้ำยาประสาน ใช้ผสมในระหว่างการคลุกเคล้าดินและซีเมนต์ในปริมาณที่พอเหมาะ ปกติจะใช้น้ำประมาณ 10% (โดยปริมาตร)

4.4 หลังจากนั้นนำดินที่ผสมแล้วเข้าเครื่องอัด การอัดควรอัดในทันทีที่ผสมเสร็จเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ

4.5 บล็อกประสาน ที่อัดเป็นก้อนแล้วควรกองเก็บและบ่มในที่ร่ม ประมาณ 14 วัน

### 5. การทดสอบ การดูดซึมน้ำ และการรับแรงอัด

- 5.1 ทดสอบคุณสมบัติการซึมผ่านน้ำ (คุณสมบัติทางกายภาพ) สมบัติการต้านทานน้ำ (Water resistance properties) การศึกษาการต้านทานน้ำของวัสดุเชิงประกอบทำการทดสอบด้วย ASTM D570-98 โดยอ้างทางการศึกษา (Wu, 2009, Adhikary และคนอื่นๆ, 2007 และ Tserki และคนอื่นๆ, 2006)
- การดูดซึมน้ำ (Water absorption, WA) คัดแปลงจาก ASTM 330
- ตัดชิ้นตัวอย่างทดสอบให้มีความยาว 50mm ความกว้าง 50mm
  - ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างทดสอบเริ่มต้น

W<sub>0</sub>

- แฉตัวอย่างทดสอบลงในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง

- ชับน้ำส่วนเกินด้วยผ้าหรือกระดาษขังน้ำหนักของตัวอย่างเป็นเวลา 2 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง

$W_t$

- คำนวณค่าการดูดซับน้ำจากสูตร

Water absorption,  $\Delta WA$  =

$$\frac{W_1 - W_0}{W_1} \times 100$$

เมื่อ  $\Delta WA$  = Water absorption or weight gain, %

$W_1$  = Weight of wet specimen

at time, g.

$W_0$  = Weight of dry specimen, g.

## 5.2. การทดสอบการรับแรงอัด

(คุณสมบัติเชิงกล) สมบัติเชิงกล (Mechanical properties) การศึกษาสมบัติเชิงกลของวัสดุเชิงประกอบทดสอบด้วย ASTM D790 (จักรพันธ์ วงษ์พา, 2545) การทดสอบมอดูลัสการแตกร้าว (Modulus of rupture, MOR) และมอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity, MOE) (ASM D 790) ทดสอบด้วยเครื่องยี่ห้อ Lloyd รุ่น LR30KN โดยวางบน Rider ให้ระยะระหว่าง Rider ทั้งสองตัวห่างกัน 120 มิลลิเมตร ทำการทดสอบการแตกหักโดยการกดด้วยความเร็วคงที่ 10 มิลลิเมตร/นาที จนกระทั่งตัวอย่างเกิดการแตกหัก

- อ่านค่า Breaking load และบันทึกผล

- การคำนวณค่า Modulus of rupture

$$MOR = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times d^2}$$

เมื่อ MOR = Modulus of rupture, N/mm<sup>3</sup>

P = Breaking load, N

L = Span length, mm

b = Width of testing specimen, mm

d = Height of testing specimen, มิลลิเมตร

นำค่าที่อ่านได้จากเครื่องทดสอบค่าแตกหักคำนวณตามสูตรข้างต้นแล้ว บันทึกผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สูตรการคำนวณการดูดซึมผ่านน้ำ

Water absorption,  $\Delta WA$

$$= \frac{W_1 - W_0}{W_1} \times 100$$

เมื่อ  $\Delta WA$  = Water absorption or weight gain, %

$W_1$  = Weight of wet specimen

at time, g.

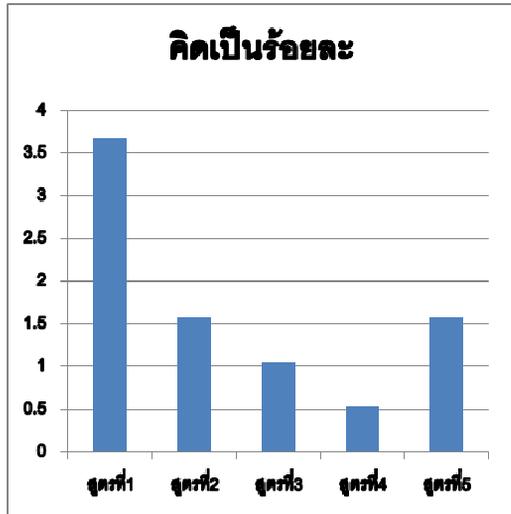
$W_0$  = Weight of dry specimen, g.

ตารางที่ 1 สูตรการคำนวณการดูดซึมผ่านน้ำ

ก่อนที่	น้ำหนัก ก่อนแช่	น้ำหนัก หลังแช่	ผล ต่าง	หมายเหตุ
1	3.8	3.6	0.2	
2	3.8	3.7	0.1	
3	3.8	3.7	0.1	
4	3.8	3.6	0.2	
5	3.8	3.7	0.1	

สูตรการทดลอง

ทราย 10 กิโลกรัม + ดิน 9 + ฐี่เดี่ยวกะลาปาล์ม 12 กิโลกรัม + ปูน 3 กิโลกรัม + น้ำผสมน้ำยาประสาน 0.25 กิโลกรัม



ภาพที่ 1 กราฟแสดงการทดสอบการซึมผ่านน้ำ

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสูตรที่ 1,2,3,4,5 มีผลการทดสอบการป้องกันซึมผ่านน้ำได้ทั้ง 5 สูตร แต่ที่ดีที่สุดคือสูตรที่ 4 สุดเพราะค่ามาตรฐานอยู่ที่ร้อยละ 0.52 %

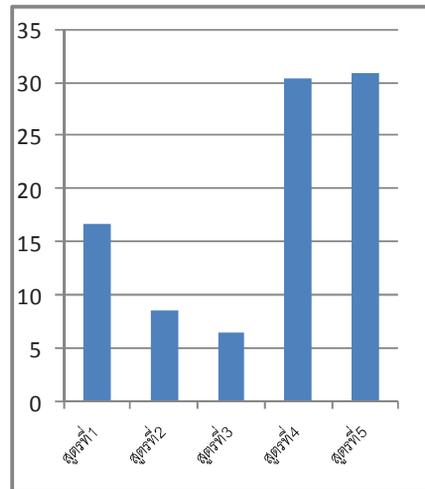
สูตรการทดสอบการรับแรงอัด

$$MOR = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times d^2}$$

เมื่อ MOR = Modulus of rupture, N/mm<sup>3</sup>

ตารางที่ 2 การทดสอบคุณสมบัติของแรงอัด

ที่	สูตรที่ 1 กก/ตร ซม.	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
1	15.5	11.3	7.4	23.7	29.2
2	12.9	7.1	5.5	24.5	22.6
3	12.7	9.6	6.2	24.7	30.2
4	12.8	7.0	6.2	29.3	35.2
5	16.7	7.6	6.7	30.3	36.8
ค่าเฉลี่ย	12.12	8.56	6.4	26.5	30.8



ภาพที่ 2 กราฟแสดงการทดสอบแรงอัด

ผลการทดลอง จากการทดลองพบว่า อิฐบล็อกประสาน มีค่าการแตกหัก ไม่ถึง 17.00 เมกะปาสคาลจะจัดอยู่ในอิฐบล็อกประสาน มวลเบาสามารถใช้งานก่อนสร้างได้ไม่เกิน 2.0 เมตร และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ประเภทอื่นได้ นำมาเป็นอิฐประดับได้

สรุปการทดลอง

การผลิตอิฐบล็อกประสานจากขี้เถ้ากะลาปาล์มสามารถลดต้นทุน อ้างอิงมาตรฐานราคาสินค้าวันที่ 1 มีนาคม 2551 จากราคา 1.096 บาทเป็น 1.066 บาท อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการทำอิฐบล็อกคือสูตรที่ 4 โดยใช้ ASTM D 790 โดยอ้างตามการศึกษา Karmarkar และคนอื่นๆ, (2007), Sanadi และคนอื่นๆ, (1997) เป็นการทดลองสูตรในการทดลองนี้เพราะเมื่อดูจากการดูดซึมผ่านน้ำน้อยที่สุดคือ ค่าการรับแรงอัดที่ 26.5 ปาสคาล คีเป็นที่น่าพอใจ

อภิปรายผล

ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน ขี้เถ้ากะลาปาล์มสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้จริง และเมื่อทดสอบหาค่าส่วนผสมในการทดลอง ต้องลดเพิ่มส่วนผสมในแต่ละตัวนั้นโดยใช้หลัก ความน่าจะเป็น

ควรทำเป็นอย่างยิ่ง แต่ผู้ทดลองไม่สามารถทำได้ มีความจำเป็นทางด้านงบประมาณในการทดลอง เพราะส่วนผสมมีมาก ต้นทุนในการทดลองก็จะเพิ่มขึ้นตามตัว ผู้วิจัยจึงขอยกตัวอย่างมา 5 สูตร แต่สูตรที่ 4 เป็นสูตรที่คิดว่าดีที่สุดแล้ว เพราะมีความแข็งแรงกว่าสูตรอื่น ๆ และประหยัดต้นทุนในการผลิตมากที่สุด ต่อมาในเรื่องของการทดสอบแรงอัด และการดูดซึมน้ำนั้น มีหลายองค์ประกอบ ที่ทำให้ส่งผลกระทบต่อ และตัวแปรตัวหนึ่งที่สำคัญมาก คือ อายุในการบ่ม มีผลต่อการรับแรงอัดและการดูดซึมน้ำเป็นอย่างมาก อายุการบ่มมากขึ้น ทำให้การรับ

แรงอัดเพิ่มมากขึ้น คุณสมบัติการดูดซึมน้ำก็จะดีขึ้นด้วย

#### ข้อเสนอแนะ

1. การทดลองในครั้งนี้ เนื่องด้วยมีปริมาณความชื้น ที่มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของอิฐ เพราะระยะเวลาในการทดลองอยู่ในช่วงหน้าฝน จากการทดลอง อายุการบ่มมีผลต่อแรงอัดในการทดลองเป็นอย่างมาก

2. ถ้ามีการทดลองหลายสูตร จะพบว่ามีส่วนผสมที่มีความแข็งแรงและลดต้นทุนได้มาก เหมาะสมต่อการทำอิฐเพื่อการค้าเพราะต้นทุนที่ต่ำ

#### เอกสารอ้างอิง

เขตสยาม สุชาติพิทย์, ธนาวุฒิ คะ โยธา และวัชรารุช ศรีพวงเพ็ด. (2545). **คอนกรีตเบา**. ขอนแก่น:

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เครื่องซีเมนต์ไทย. (2548). **ปูนซีเมนต์และการประยุกต์การใช้งาน**. กรุงเทพฯ: บริษัทปูนซีเมนต์ไทย อุตสาหกรรม จำกัด.

จักรพันธ์ วงษ์พา. (2545). **การใช้เถ้าแกลบ-เปลือกไม้เพื่อเป็นวัสดุป่อขุโชนาน**. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ชัชวาล เศรษฐบุตร. (2536). **คอนกรีตเทคโนโลยี**. กรุงเทพฯ: บริษัทผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้างจำกัด.

ชัย จาตุรพิทักษ์กุล, จักรพันธ์ วงษ์พา และสุรพันธ์ สุคันปรีย์. (2545). **การพัฒนาเถ้าแกลบเปลือกไม้เพื่อใช้ในงานคอนกรีต**. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 8.23-25 ตุลาคม

2545. โรงแรมโซฟีเทลราชา ออคิต จังหวัดขอนแก่น. หน้า MAT 163-172

ธีระพงษ์ จันทรนิคม. (2550). **ปาล์มน้ำมัน ชุดอบรมสำหรับวิทยากรปาล์มน้ำมัน**. สงขลา : สถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

