

สมบัติทางกลของคอนกรีตมวลเบาผสมเถ้าปาล์มเสริมกำลังด้วย
เส้นใยทะเลลายปาล์มโดยวิธีการบ่มไอน้ำ

Mechanical Properties of Lightweight Concrete Mixed with Palm
Ash Reinforced with Palm Bunch Fibers
by Steam Curing Method.

พีระพงษ์ เพ็ชรพันธุ์^{1*} และ อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ²

^{1,2}สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

*E-mail: phiraphong.phat@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกลของคอนกรีตมวลเบา มีการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าปาล์ม อัตราส่วนร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 และทรายด้วยเส้นใยทะเลลายปาล์ม อัตราส่วนร้อยละ 0, 2, 4, 6, และ 8 ตามลำดับ ทำการบ่ม 2 วิธี คือ การบ่มน้ำปกติ และการบ่มไอน้ำ ที่อายุ 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน ผลการศึกษา พบว่า การแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าปาล์มร้อยละ 5 และ 10 ส่งผลให้ค่ากำลังอัดสูงสุดโดยวิธีการบ่มแบบปกติและการบ่มแบบไอน้ำ การแทนที่ทรายด้วยเส้นใยทะเลลายปาล์ม ในอัตราส่วนร้อยละ 2 และ 4 ส่งผลให้ค่ากำลังอัดสูงสุด ส่วนความสามารถในการรับกำลังดึงขึ้นอยู่กับการเพิ่มขึ้นของเส้นใยปาล์มที่มีการแทนที่ทรายในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น อัตราส่วนร้อยละ 8 ของการแทนที่ทรายก็ส่งผลให้ค่าการรับกำลังดึงสูงสุด การเปรียบเทียบการพัฒนาการกำลังอัดจากการบ่มทั้ง 2 แบบ การบ่มแบบไอน้ำส่งผลให้ค่าการรับกำลังอัดเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 12 การทดสอบตัวอย่างคอนกรีตมวลเบา ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 1505-2541 ทุกอัตราส่วน จัดอยู่ในชั้นคุณภาพ 4 ชนิด 0.70 และ AAC-WHF มีคุณสมบัติเป็นวัสดุของอาคารสีเขียว และเป็นคอนกรีตมวลเบาชนิดนำมาเป็นโครงสร้าง

คำสำคัญ: คอนกรีตมวลเบา อบไอน้ำ ทะลายปาล์ม คุณสมบัติเชิงกล

* Corresponding author, e-mail: phiraphong.phat@rmutr.ac.th

Abstract

This research aims to study of mechanical properties of lightweight concrete. Cement is replaced with palm ash. Percentage 5, 10, 15 and 20. Replace sand with palm fiber. The percentage 0, 2, 4, 6, and 8 percent, respectively. Concrete curing 2 solutions is normal watering and steam curing at ages 3, 7, 14, 21, and 28 days. The study indicated that cement is replaced with palm ash percentage 5 and 10. This results in the highest compressive strength. The method of normal curing and steam curing. Replacement of sand with palm fiber At 2% and 4%. This results in the highest compressive strength. Pulling capacity depends on the increase of palm fiber that replaces sand in increasing ratio. The 8 percent sand replacement ratio results in the highest tensile strength. Comparison of compressive strength development from both curing. Steam curing resulted in an increase in compressive strength of 12 percent. Testing of aerated concrete according to TIS 1505-2541. All ratios are classified in 4 quality classes 0.70 and AAC-WHF. All ratios are classified in 4 quality classes 0.70 and AAC-WHF. Attribute is the material of green building and lightweight concrete type a structure.

Keywords: Concrete, Steam curing, Palm fibers, Mechanical

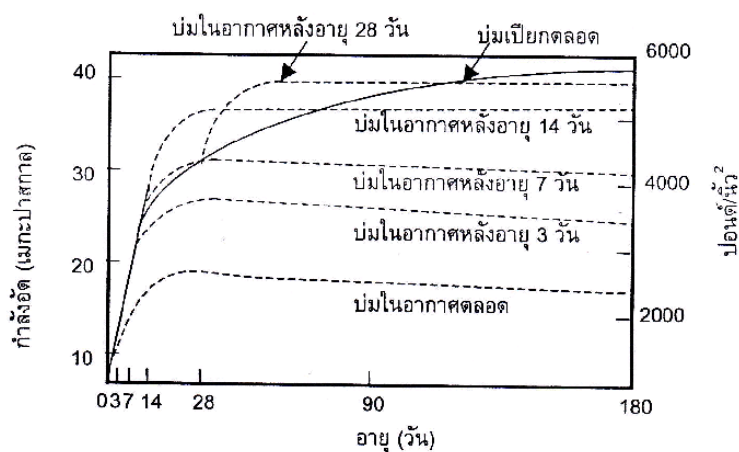
1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในปัจจุบันนิยมใช้คอนกรีตมวลเบาเนื่องจากส่งผลต่อน้ำหนักของโครงสร้างอาคาร กล่าวคือ พบว่า มีการเลือกใช้คอนกรีตมวลเบาหลายแบบ เช่น การอบด้วยไอน้ำความดันสูง [1] ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เพื่อให้มวลของคอนกรีตมีน้ำหนักเบา ช่วยลดน้ำหนักของโครงสร้าง ช่วยลดราคาในการก่อสร้างและยังให้ประโยชน์ในการเป็นฉนวนกันความร้อน

นักวิจัยพยายามศึกษาวัสดุเสริมกำลังคอนกรีต เช่น การใช้เส้นใยจากพืช [2, 3] มาเป็นส่วนผสมเพื่อเสริมกำลังให้กับวัสดุก่อสร้าง เส้นใยธรรมชาติจึงถูกสนใจนำมาใช้ในการผลิตคอนกรีตมวลเบา เนื่องจากเส้นใยธรรมชาติมีศักยภาพในการนำมาพัฒนาต่อไปเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานได้ดี ไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อม และมีกระบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อนมากนัก สาเหตุที่เลือกใช้วัสดุจำพวกเส้นใยปาล์มน้ำมัน เพราะมีผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าเส้นใยจากปาล์มเป็นเส้นใยที่แข็งแรง [4] สามารถเสริมกำลังให้กับคอนกรีตมวลเบา และเส้นใยจากปาล์มน้ำมัน [5] จัดได้ว่าเป็นส่วนผสมประเภทน้ำหนักเบา ด้วยคุณสมบัติของเส้นใยพืชที่เป็นลักษณะเฉพาะ ไม่เหมือนเส้นใยประเภทอื่น ๆ คือ มีความแข็งแรงด้านกำลัง โดยเฉพาะการรับแรงดึง ทำให้เพิ่มความแข็งแรงในการรับแรงดึงกับคอนกรีตซึ่งมีคุณสมบัติด้านนี้น้อย และมีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อน ระยะเวลาในการบ่ม การบ่มคอนกรีตส่งผลให้ปฏิกิริยาไฮเดรชันของปูนซีเมนต์เกิดได้ต่อเนื่อง [5]

ปฏิกิริยาไฮเดรชันส่งผลให้โครงสร้างของเนื้อซีเมนต์มีความแน่นขึ้น และคอนกรีตจะมีความแข็งแรงในรูปที่ 1 แสดงถึงกำลังอัดของคอนกรีตที่อายุการบ่มต่างๆ [7] การบ่มเปียกตลอดเวลาให้กำลังอัดของ

คอนกรีตสูงสุด ขณะที่การบ่มในอากาศทำให้การเพิ่มกำลังของคอนกรีตเป็นไปอย่างช้า และมีค่าต่ำกว่ากรณี ที่บ่มเปียกมาก อิทธิพลของการบ่มคอนกรีตมีผลมากในคอนกรีต เช่น คอนกรีตที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากน้ำ ระเหยออกได้ง่าย นอกจากนี้คอนกรีตที่ผสมวัสดุปอซโซลาน เช่น เถ้าถ่านหิน และตะกรันเตาถลุงเหล็ก ต้องการการบ่มที่อายุนานขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากปฏิกิริยาปอซโซลานเกิดได้ช้า นอกจากนั้นปฏิกิริยาไฮเดรชัน ระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำของซีเมนต์เพสต์จะลดลงตามอายุการบ่มที่เพิ่มขึ้นแต่ยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง [7, 8]



รูปที่ 1 กำลังอัดของคอนกรีตที่ $W/C = 0.5$ และการบ่มต่างกัน [7, 8]

นอกจากนั้น คอนกรีตเกิดการหดตัวแห้ง(drying Shrinkage) [7, 8] และการคืบ(Creep)ในคอนกรีต จนทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มาจากคอนกรีตเกิดความแตกร้าวและเสียหายได้เมื่อนำมาใช้งานส่วนของความชื้นและความร้อนที่ได้จากไอน้ำที่ใช้สามารถกำหนดแรงดันที่กระทำต่อพื้นผิวผลิตภัณฑ์เพื่อให้ความร้อนและความชื้นสามารถแทรกซึมเข้าไปทำปฏิกิริยาไฮเดรชันหรือปฏิกิริยาทางเคมีต่าง ๆ กับผลิตภัณฑ์ได้ เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น

บทความนี้มีจุดประสงค์ที่จะศึกษาสมบัติทางกลของคอนกรีตมวลเบาผสมเถ้าปาล์มเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะเลลายปาล์มโดยวิธีการบ่มไอน้ำ และทฤษฎีที่ใช้ในการเร่งการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของคอนกรีตที่ผสมเถ้าปาล์มโดย วิธีการบ่มไอน้ำแรงดันต่ำ เพื่อลดระยะเวลาในการบ่มและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานผลิตภัณฑ์ รวมถึงความคงทนของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมาจากคอนกรีตที่ผสมเถ้าปาล์ม

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกลของคอนกรีตมวลเบาผสมเถ้าปาล์มน้ำมันเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะเลลายปาล์มโดยวิธีการบ่มไอน้ำ ได้แก่ ความต้านทานแรงอัด ความต้านทานแรงดัด ของคอนกรีตมวลเบา

2.2 เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาในการบ่มคอนกรีตในด้านการพัฒนาคุณสมบัติทางกลของคอนกรีตมวลเบา

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

3.1 ศึกษาปริมาณอัตราส่วนที่เหมาะสมของการผสมเถ้าปาล์มในคอนกรีตมวลเบาโดยใช้เถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนร้อยละของน้ำหนัก 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 และใช้เส้นใยทะเลลายปาล์มแทนที่ทรายอัตราส่วนร้อยละของน้ำหนัก 2, 4, 6, 8 และ 10,

3.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกลของคอนกรีตที่ผสมเถ้าปาล์มในคอนกรีตโดยใช้เถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนร้อยละของน้ำหนัก 0, 5, 10, 15, และ 20 และใช้เส้นใยทะเลลายปาล์มแทนที่ทรายอัตราส่วนร้อยละของน้ำหนัก 2, 4, 6 และ 8 โดยวิธีการบ่มปกติเปรียบเทียบกับวิธีการบ่มไอน้ำแรงดันต่ำ

3.3 ศึกษาถึงระยะเวลาในการบ่มไอน้ำแรงดันต่ำที่ส่งผลในการพัฒนากำลังอัดคอนกรีต ที่อายุคอนกรีต 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน

4. คอนกรีตมวลเบา

การใช้คอนกรีตมวลรวมเบาสามารถลดต้นทุนในงานก่อสร้างได้ ไม่ว่าจะเป็นคอนกรีตบล็อกมวลเบาหรือคอนกรีตมวลเบาในงานโครงสร้าง ในขณะที่คอนกรีตมวลเบา [6] ในงานโครงสร้างอาจมีราคาต่อลูกบาศก์ที่สูงกว่าคอนกรีตธรรมดาทั่วไป แต่อาจทำให้โครงสร้างมีราคาน้อยกว่า โดยสามารถลดน้ำหนักบรรทุกตายตัวและประหยัดราคาค่าก่อสร้างฐานรากของอาคาร ซึ่งเป็นเหตุผลพื้นฐานสำหรับการพิจารณาการใช้คอนกรีตมวลเบาในงานก่อสร้าง ส่วนในเรื่องของศักยภาพในการทำงานนั้นจะขึ้นอยู่กับกระเอาใจใส่ดูแลอย่างถูกต้องและเหมาะสม ระหว่างราคาของคอนกรีตต่อปริมาตร หน่วยน้ำหนักและคุณสมบัติของโครงสร้างเอง คอนกรีตทั่วไปอาจจะมีราคาต่อปริมาตรค่อนข้างต่ำกว่าคอนกรีตมวลเบาแต่จะส่งผลให้ขนาดหน้าตัดของโครงสร้างใหญ่ขึ้น เพราะฉะนั้นอาจมีความต้องการสิ่งทีนอกเหนือจากคอนกรีต และเหล็กเสริมคอนกรีต ปกติคอนกรีตมวลเบาอาจจะมีราคาต่อลูกบาศก์สูงแต่จะมีน้ำหนักเบา จึงสามารถลดน้ำหนักบรรทุกตายตัว ลดขนาดพื้นที่หน้าตัดลดปริมาณการใช้เหล็กเสริม ราคาค่าแรงและไม้แบบ ซึ่งเป็นการลดราคาค่าก่อสร้างได้

การแบ่งชนิดคอนกรีตมวลเบา ตามสมบัติความต้านทานแรงอัด และความหนาแน่นเชิงปริมาตรความสัมพันธ์กันตามตารางดังนี้ [9]

ตารางที่ 1 การจำแนกชนิดของคอนกรีตมวลเบา

ชนิดของคอนกรีตมวลเบา	ค่าต้านทานแรงอัด (kg/cm ²)	ค่าน้ำหนัก (kg/m ³)
ชนิดทำเป็นฉนวน	7 - 70	315 - 1,100
ชนิดทำเป็นโครงสร้าง	≥ 170	1,400 - 1,800
ชนิดกึ่งมวลเบา	≥ 220	1,800 - 2,050

5. เส้นใยทะเลลายปาล์ม

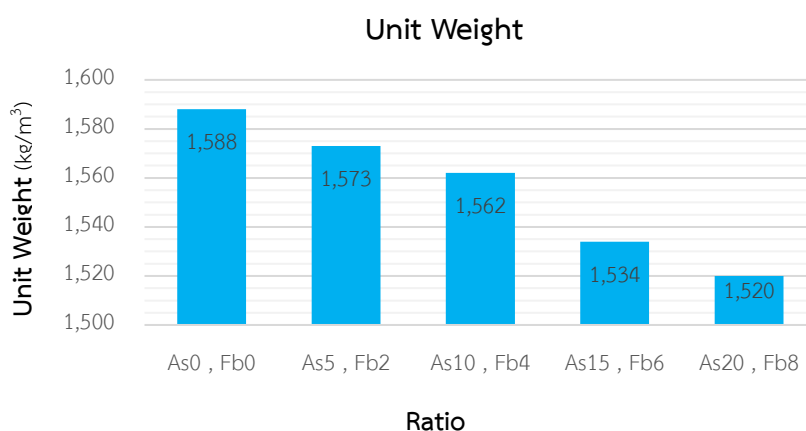
สมบัติทางกายภาพของเส้นใยทะเลลายปาล์ม แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติเส้นใยทะเลลายปาล์ม

Physical composition	Before fiber pretreatment
	Palm fiber (%)
Ash Content	6.99
Dissolving alcohol -benzene	11.10
Dissolving hot water	8.22
1% NaOH	44.20
Lignin	24.50
Holocellulose	47.70
cellulose	44.23

6. ผลทดสอบสมบัติทางกลของคอนกรีตมวลเบา

6.1 การทดสอบหาค่าหน่วยน้ำหนักเฉลี่ยของคอนกรีตมวลเบา



รูปที่ 2 แสดงผลการทดสอบหาค่าหน่วยน้ำหนักเฉลี่ยของตัวอย่างคอนกรีตมวลเบา

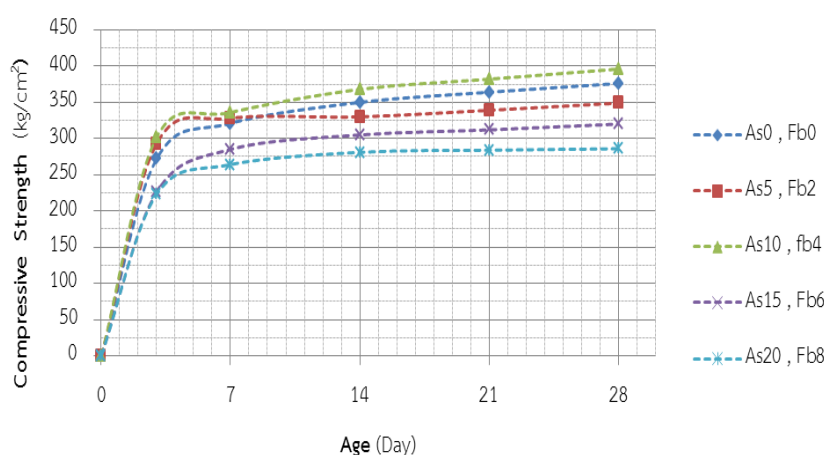
ผลการทดสอบหาค่าหน่วยน้ำหนักของตัวอย่างคอนกรีตมวลเบาที่ได้ทำการวิจัยในครั้งนี้ทั้งหมด พบว่าตัวอย่างคอนกรีตมีค่าหน่วยน้ำหนัก อยู่ที่ 1,500 – 1,600 kg/m³ ซึ่งจัดได้ว่าคอนกรีตมวลเบาที่ได้ผลิตขึ้นจัดอยู่ในกลุ่มคอนกรีตมวลเบาชนิดทำเป็นโครงสร้างได้ [9]

6.2 การทดสอบการต้านทานกำลังอัดของคอนกรีตมวลเบา

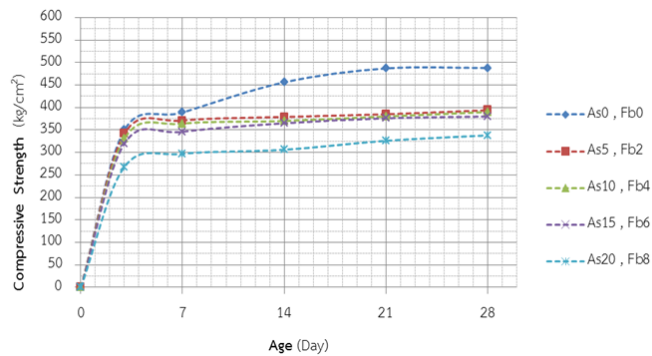
การพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตมวลเบาโดยการนำเถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์และใช้เส้นใยทะเลลายปาล์มแทนที่ทราย โดยวิธีการบ่มปกติและวิธีการบ่มไอน้ำแสดงในรูปที่ 3 และ 4 จากการทดสอบการต้านทานกำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตมวลเบา พบว่าเมื่อมีการนำเถ้าปาล์มน้ำมันเข้ามาแทนที่ปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนัก และใช้เส้นใยทะเลลายปาล์มแทนที่ทรายอัตราส่วน

ร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 โดยวิธีการบ่มน้ำปกติ อัตราส่วนการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 และการแทนที่ทรายด้วยเส้นใยทะเลลายปาล์มร้อยละ 4 จะส่งผลให้เกิดค่ากำลังอัด ที่อายุ 28 วัน สูงที่สุด เนื่องจากอัตราส่วนเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทดแทนปูนซีเมนต์ หรือเกิดการแทรกตัวของเถ้าปาล์มน้ำมันระหว่างเม็ดปูนซีเมนต์ และการแทนที่ทรายด้วยเส้นใยทะเลลายปาล์มร้อยละ 4 เป็นอัตราส่วนที่เกิดการยึดเกาะระหว่างซีเมนต์เพสต์กับเส้นใยที่เหมาะสมที่สุด เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของซีเถ้าปาล์มน้ำมันและเส้นใยทะเลลายปาล์มเข้าไปอีก จะส่งผลให้ค่ากำลังอัดของคอนกรีตมวลเบาลดลงตามลำดับ และส่งผลลดลงมากกว่าค่ากำลังอัดที่ได้ออกแบบส่วนผสมไว้ในตอนต้นที่ 350 kg/cm^2

นอกจากนั้น ผลการทดสอบการต้านทานกำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตมวลเบา ยังพบอีกว่า เมื่อมีการนำเถ้าปาล์มน้ำมันเข้ามาแทนที่ปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนักและใช้เส้นใยทะเลลายปาล์มแทนที่ทรายอัตราส่วนร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 โดยวิธีการบ่มไอน้ำ อัตราส่วนการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 5 และการแทนที่ทรายด้วยเส้นใยทะเลลายปาล์มร้อยละ 2 จะส่งผลให้เกิดค่ากำลังอัด ที่อายุ 28 วัน สูงที่สุด เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของซีเถ้าปาล์มน้ำมันและเส้นใยทะเลลายปาล์มเข้าไปอีก จะส่งผลให้ค่ากำลังอัดของคอนกรีตมวลเบาลดลงตามลำดับ แต่ผลยังมากกว่าค่ากำลังอัดคอนกรีตมวลเบาที่ได้ ออกแบบไว้ในตอนต้น ที่ 350 kg/cm^2 ซึ่งวิธีการบ่มไอน้ำสามารถส่งผลให้ค่ากำลังอัดคอนกรีตมวลเบาเพิ่มมากขึ้น [1] ถึงอัตราส่วนการใช้เถ้าปาล์มน้ำมันเข้ามาแทนที่ปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนร้อยละ 15 และใช้เส้นใยทะเลลายปาล์มแทนที่ทรายอัตราส่วนร้อยละ 6 ถ้าเพิ่มอัตราส่วนการผสมไม่ว่าจะเป็นเถ้าปาล์มน้ำมัน และเส้นใยทะเลลายปาล์มมากไปกว่านี้ จะส่งผลให้กำลังอัดของคอนกรีตลดลงจากค่ากำลังอัดที่ได้ออกแบบส่วนผสมไว้ในตอนต้นที่ 350 kg/cm^2 วิธีการบ่มไอน้ำ อาจเป็นสาเหตุให้เส้นใยทะเลลายปาล์มเกิดการบวมตัว เนื่องจากความร้อนของไอน้ำ เมื่อเส้นใยเกิดการบวมตัวหรือการขยายตัว จะเป็นสาเหตุให้ชิ้นส่วนของคอนกรีตเกิดการแตกร้าวได้ ส่งผลให้ค่ากำลังอัดของคอนกรีตลดลงมากขึ้น ตามการเพิ่มปริมาณของเส้นใยทะเลลายปาล์ม



รูปที่ 3 แสดงการพัฒนา กำลังอัดของคอนกรีตมวลเบาโดยการนำเถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ และใช้เส้นใยทะเลลายปาล์มแทนที่ทราย โดยวิธีการบ่มปกติ

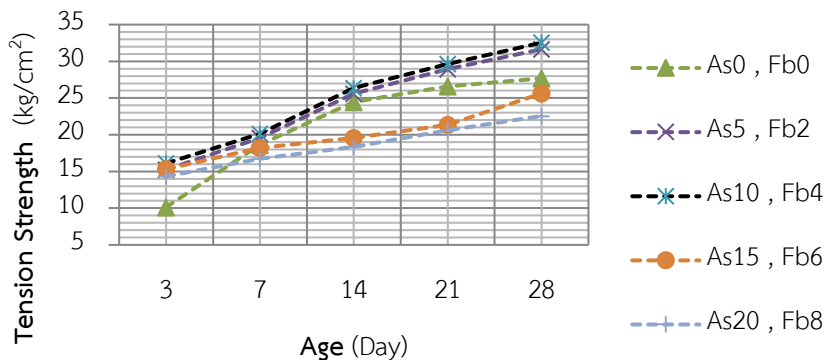


รูปที่ 4 แสดงการพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตมวลเบาโดยการนำเถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ และใช้เส้นใยทะเลลายปาล์มแทนที่ทราย โดยวิธีการบ่มไอน้ำ

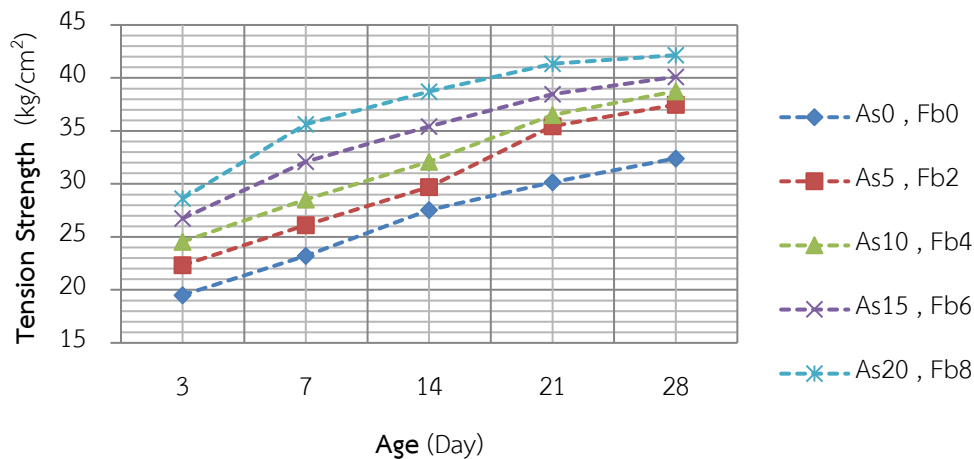
6.3 การทดสอบการต้านทานกำลังดึงของคอนกรีตมวลเบา

ผลการทดสอบการต้านทานกำลังดึงของคอนกรีตมวลเบาโดยวิธีการบ่มปกติและไอน้ำ แสดงในรูปที่ 5 และ 6 ซึ่งผลทดสอบพบว่า การต้านทานกำลังดึงของตัวอย่างคอนกรีตมวลเบาที่ได้ทำการวิจัย พบว่า เมื่อมีการนำเถ้าปาล์มน้ำมันเข้ามาแทนที่ปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนัก และใช้เส้นใยทะเลลายปาล์มแทนที่ทรายอัตราส่วนร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 โดยวิธีการบ่มน้ำปกติ อัตราส่วนการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 และการแทนที่ทรายด้วยเส้นใยทะเลลายปาล์มร้อยละ 4 จะส่งผลให้เกิดค่ากำลังอัด ที่อายุ 28 วันสูงที่สุด เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของซีเถ้าปาล์มน้ำมันและเส้นใยทะเลลายปาล์มเข้าไปอีก จะส่งผลให้ค่ากำลังดึงของคอนกรีตมวลเบาลดลงตามลำดับ

จากการทดสอบการต้านทานกำลังดึงของตัวอย่างคอนกรีตมวลเบาที่ได้ทำการวิจัย พบว่า เมื่อมีการนำเถ้าปาล์มน้ำมันเข้ามาแทนที่ปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนัก และใช้เส้นใยทะเลลายปาล์มแทนที่ทรายอัตราส่วนร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 โดยวิธีการบ่มไอน้ำ อัตราส่วนการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 20 และการแทนที่ทรายด้วยเส้นใยทะเลลายปาล์มร้อยละ 8 จะส่งผลให้เกิดค่ากำลังอัด ที่อายุ 28 วันสูงที่สุด เมื่อมีการเพิ่มอัตราส่วนของซีเถ้าปาล์มน้ำมันและเส้นใยทะเลลายปาล์มเข้าไปในคอนกรีตมวลเบา และนำคอนกรีตมวลเบาขึ้นไปบ่มด้วยวิธีไอน้ำ จะพบว่าค่าการรับกำลังดึงของคอนกรีตมวลเบาจะเพิ่มขึ้น [1] ตามลำดับ การเพิ่มของอัตราส่วนของซีเถ้าปาล์มน้ำมันและเส้นใยทะเลลายปาล์ม



รูปที่ 5 แสดงการพัฒนากำลังดึงของคอนกรีตมวลเบาโดยการนำเถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ และใช้เส้นใยทะเลลายปาล์มแทนที่ทราย โดยวิธีการบ่มปกติ



รูปที่ 6 แสดงการพัฒนา กำลังดึงของคอนกรีตมวลเบาโดยการนำเอ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ และใช้เส้นใยทะเลลายปาล์มแทนที่ทราย โดยวิธีการบ่มไอน้ำ

7. สรุปผลการทดสอบ

ในโครงการวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษาการทดสอบหาค่าหน่วยน้ำหนัก การทดสอบการต้านทานกำลังอัด และการทดสอบการต้านทานกำลังดึงของคอนกรีตมวลเบา โดยวิธีบ่มน้ำปกติและวิธีการบ่มไอน้ำ ที่อายุการบ่ม 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน โดยการนำเอ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนัก และใช้เส้นใยทะเลลายปาล์มแทนที่ทรายอัตราส่วนร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

การพัฒนา กำลังอัดของคอนกรีตโดยวิธีการบ่มแบบน้ำปกติจะมีการพัฒนา ค่ากำลังอัดในช่วงต้นค่อนข้างมาก คือ การพัฒนาในช่วง 3-7 วันแรกจะมีการพัฒนา กำลังอัดค่อนข้างรวดเร็ว และหลังจากนั้นจะมีการเพิ่มขึ้นของค่ากำลังอัดเป็นลำดับแต่ค่อนข้างช้า และจะได้กำลังอัดตามที่ได้ออกแบบไว้ในวันที่ 14 ของการบ่มเป็นต้นไป จากการศึกษาการพัฒนา กำลังอัดของคอนกรีตโดยวิธีการบ่มแบบไอน้ำจะมีการพัฒนา ค่ากำลังอัดในช่วงต้นค่อนข้างมาก คือ คอนกรีตมวลเบาจะมีการพัฒนา กำลังอัดในช่วงต้นเป็นอย่างมาก 3-7 วันแรกส่งผลให้ค่ากำลังอัดได้ถึงจุดที่ได้ทำการออกแบบไว้ และจะเริ่มได้ค่ากำลังตามที่ออกแบบไว้เมื่อได้อายุ 14 วันขึ้นไป และกำลังของคอนกรีตก็ยังสามารถพัฒนาไปได้อีกเมื่อถึงอายุ 28 วัน ทำให้ทราบถึงวิธีการบ่มแบบไอน้ำจะทำให้ค่ากำลังอัดของคอนกรีตพัฒนาได้มากกว่าการบ่มแบบน้ำปกติโดยเฉลี่ยที่ร้อยละ 12

8. กิตติกรรมประกาศ

บทความฉบับนี้สำเร็จลุล่วงบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ได้ด้วยดีนั้น ขอขอบพระคุณ สำนักงานวิจัยแห่งชาติที่พิจารณาอนุมัติการจัดทำโครงการวิจัย เรื่อง การศึกษาสมบัติทางกลของคอนกรีตมวลเบาผสมเอ้าปาล์มเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะเลลายปาล์มโดยวิธีการบ่มไอน้ำ และขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

ราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย รวมถึงสำนักงานวิจัยและพัฒนา และได้รับการอำนวยความสะดวกในด้านสถานที่และอุปกรณ์ในการจัดทำวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Mengyuan Li, Qiang Wang, and Jun Yang. (2017). Advances in Materials Science and Engineering Article ID 9863219, 1-11.
- [2] มาลินี ชัยศุกกิจสินธุ์ และคณะ. (2540). บทบาทของเส้นใยธรรมชาติต่อสมบัติของแผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโพลีเอสเตอร์กับเส้นใย. วารสารสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- [3] ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และอัญชิสา สันติจิต. (2556). คุณสมบัติของวัสดุไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติจากเส้นใยมะพร้าวและเส้นใยปาล์มเพื่อผลิตวัสดุก่อสร้าง. บทความวิชาการ Properties of natural cement materials_Anchisa. JAS 9 (1) 2012.
- [4] Gritsada Sua-iam and Natt Makul. (2016). Use of palm fiber as a reinforced fiber for improving the bending strength of lightweight foam concrete. Research and Development journal. 29-36.
- [5] ชีรพงษ์ จันทร์หอม. (2551). กระบวนการไร้ของเสียในอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมันปาล์ม. บทความวิชาการ วารสารหาดใหญ่วิชาการ ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2551.
- [5] Zainab Hashim AbbasHassen Shaker Majdi (2017) Study of heat of hydration of Portland cement used in Iraq Case Studies in Construction Materials. 7, 154-162.
- [6] Wenhui Zhao, Qian Su, Feng Han, Wubin Wang (2020) Study on the Heat of Hydration and Strength Development of Cast-In-Situ Foamed Concrete Advances in Materials Science and Engineering Volume 2020, Article ID 9061819, 1-12.
- [7] ปรีญา จินดาประเสริฐ และชัยจาตุรพิทักษ์กุล. (2547). ปูนซีเมนต์ ปอชโซลาน และคอนกรีต. กรุงเทพมหานคร: สมาคมคอนกรีตไทย.
- [8] ชัย จาตุพิทักษ์กุล. (2547). ปูนซีเมนต์ปอร์ตโซลาน และ คอนกรีต. สมาคมคอนกรีตไทย.
- [9] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2541). ชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2411 (พ.ศ. 2541) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (มอก.1505-2541).