

สมบัติเชิงกลของซีเมนต์เพสต์เสริมเส้นใยตาลโตนด

Mechanical Properties of Cement Paste Reinforced with Palmyra Fiber

นันทชัย ชูศิลป์^{1/}, ชนาภัทร คุ่มภักย์^{1/}, ชาญณรงค์ ศรีแปดก^{1/}และวิไล สิตพงษ์^{1/}
Nuntachai Chusilp^{1/}, Chanapat Khumpai^{1/}, Channarong Sriplak^{1/}and Wilai Sitapong^{1/}

Abstract: This research aims to study the possibility of using cement paste reinforced with Palmyra fiber to improve the engineering properties of cement paste. The cement pastes were reinforced with Palmyra fiber at 2, 4, 6 and 8 cm long for replacing at 10, 20 and 30% by weight of cement. The water cement ratio (W/C) of 0.44 was used for all mixes contained in the mould size 100x100x100 mm for compressive strength and density tests at the curing age of 7, 14 and 28 days. The cement paste was reinforced with Palmyra fiber at 35 cm long for replacing at 10, 20 and 30% by weight of cement. The water cement ratio (W/C) of 0.44 was used for all mixes contained in the mould size 400x100x20 mm for flexural strength and density test. All of the data were compared with pure cement paste. The results showed that, the increase in length and content of Palmyra fiber, when it was reinforced in cement paste, causes the compressive strength and density to decrease respectively by 35.3% and 5%. On the contrary, the increase of Palmyra fiber, when it was reinforced in cement paste, causes flexural strength to increase by 38.9%. Because the Palmyra fiber acts as bonding material, the cement paste reinforced with Palmyra fiber can be ductile material when it is cracked. In addition, it was found that the long curing age of cement paste increased its compressive strength and density.

Keywords: Palmyra fiber, cement paste, compressive strength, flexural strength, density

^{1/}ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จ.สงขลา 90000

^{1/}Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla 90000, Thailand

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยตาลโตนดมาเสริมกำลังให้กับซีเมนต์เพสต์ เพื่อให้ซีเมนต์เพสต์มีคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมดีขึ้น โดยใช้ก้อนตัวอย่างขนาด 100x100x100 มิลลิเมตร นำมาเสริมเส้นใยตาลโตนดที่มีความยาว 2, 4, 6 และ 8 เซนติเมตร เสริมกับซีเมนต์เพสต์ที่อัตราร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (w/c) เท่ากับ 0.44 คงที่ทุกส่วนผสม เพื่อให้ทดสอบกำลังรับแรงอัด และความหนาแน่นที่อายุการบ่ม 7, 14 และ 28 วัน และใช้ก้อนตัวอย่างขนาด 400x100x20 มิลลิเมตร นำมาเสริมเส้นใยตาลโตนดที่มีความยาว 35 เซนติเมตร เสริมกับซีเมนต์เพสต์ในอัตราร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (w/c) เท่ากับ 0.44 คงที่ทุกส่วนผสม เพื่อให้ทดสอบแรงดัด และความหนาแน่นของซีเมนต์เพสต์เสริมเส้นใยตาลโตนด โดยผลทั้งหมดจะถูกเปรียบเทียบกับซีเมนต์เพสต์ล้วน ผลการศึกษาพบว่า ความยาวและปริมาณของเส้นใยที่เสริมในซีเมนต์เพสต์ในปริมาณที่มากขึ้น ส่งผลให้กำลังรับแรงอัด และความหนาแน่นของซีเมนต์เพสต์เสริมเส้นใยตาลโตนดมีค่ากำลังรับแรงอัดที่ลดลง และค่าความหนาแน่นที่ลดน้อยลงด้วย โดยกำลังรับแรงอัดลดลงในอัตราร้อยละ 35.3 และความหนาแน่นลดลงในอัตราร้อยละ 5 แต่ในทางตรงกันข้ามซีเมนต์เพสต์ที่เสริมเส้นใยตาลโตนดในปริมาณที่มากขึ้น ส่งผลให้ค่ากำลังรับแรงดัดมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยกำลังรับแรงดัดเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 38.9 เนื่องจากเส้นใยตาลโตนดเป็นวัสดุที่ช่วยในการยึดเกาะ ทำให้ซีเมนต์เพสต์ผสมใยตาลไม่แยกขาดออกจากกัน ในขณะที่ซีเมนต์เพสต์นั้นเกิดการแตกร้าว นอกจากนี้ พบว่าอายุการบ่มที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อการรับกำลังอัด และความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นด้วย

คำสำคัญ: เส้นใยตาลโตนด ซีเมนต์เพสต์ กำลังรับแรงอัด กำลังรับแรงดัด ความหนาแน่น

คำนำ

ตาล หรือตาลโตนด (Asian Palmyra palm, Toddy palm, Sugar palm, Cambodian palm) เป็นพันธุ์ไม้พวกปาล์ม ซึ่งมีลำต้นสูงถึง 40 เมตร และโตวัดเส้นผ่าศูนย์กลางได้ประมาณ 60 เซนติเมตร ลำต้นมีลักษณะเป็นเสี้ยนสีดำแข็งมาก แต่ใ้กลางลำต้นอ่อนบริเวณโคนต้นจะมีรากเป็นกลุ่มใหญ่ ใบมีลักษณะเหมือนพัดขนาดใหญ่ กว้างประมาณ 1-1.5 เมตร (ภาพที่ 1A)

และมีก้านเป็นทางยาวประมาณ 1-2 เมตร (สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี, 2552) ที่ขอบของทางของก้านทั้งสองข้าง มีหนามเหมือนฟันเลื่อยสีดำแข็ง (ภาพที่ 1B) และเส้นใยที่กาบทางตาลโตนด มีความเหนียวมากเมื่อนำมาใช้รับแรงดึง ในอดีตใช้ทำเชือกเพื่อใช้ลากจูงเรือ วัว ควาย แต่ปัจจุบันใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องจักรสาน (ภาพที่ 1C) โดยมีเครื่องแยกเส้นใยตาลโตนดทำให้การผลิตเส้นใยจากก้านตาลโตนดทำได้ง่ายขึ้น ดังงานวิจัยของพิทยาและคณะ (2553)



1A) Palmyra plant



1B) Palmyra branch



1C) Productions from Palmyra fiber

Figure 1 Palmyra plant and Palmyra fiber products

ปูนซีเมนต์ เป็นวัสดุที่มีความสำคัญมากอย่างหนึ่งในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ใช้เป็นตัวยึดประสานวัสดุให้เป็นเนื้อเดียวกัน หากนำปูนซีเมนต์ผสมกับน้ำ จะได้ผลิตภัณฑ์เรียกว่าซีเมนต์เพสต์ ซึ่งมีความสามารถในการรับแรงอัดได้ดี แต่มีความสามารถในการรับแรงดึงได้ต่ำส่งผลให้ซีเมนต์เพสต์มีคุณสมบัติเปราะความเหนียวต่ำ จากคุณสมบัติดังกล่าวการนำซีเมนต์เพสต์มาสร้างเป็นแผ่นบางจึงมีข้อจำกัดเนื่องจากมีโอกาสแตกหักได้ง่าย มีงานวิจัยหลายงานพยายามศึกษาการเพิ่มความเหนียวให้กับซีเมนต์เพสต์ มอร์ตาร์ และคอนกรีตโดยใช้เส้นใยเพื่อเสริมกำลังและเพิ่มความเหนียว โดยเฉพาะการเสริมด้วยเส้นใยจากธรรมชาติ เช่นงานวิจัยของ Oraimi และ Seibi (1995), Coutts (2005), Reis (2006), Majid และคณะ (2012), Metra และ Tschegg (2013) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Kriker และคณะ (2005) ที่ใช้เส้นใยปาล์มเพื่อเสริมในคอนกรีต ซึ่งช่วยพัฒนากำลังรับแรงดึงได้เพิ่มขึ้นเช่นกัน

จากรายงานข้างต้น จึงมีแนวคิดในการพัฒนาซีเมนต์เพสต์ให้มีความสามารถในการรับแรงอัดให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน และแรงดึงที่มากขึ้นกว่าเดิม โดยการนำเส้นใยตาลโดนดซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติ หาได้ง่ายในท้องถิ่น มีราคาถูก ตลอดจนเส้นใยมีความเหนียว และมีความสามารถในการรับแรงดึงได้ดีระดับหนึ่ง โดยนำเส้นใยตาลโดนดมาเสริมในซีเมนต์เพสต์ เพื่อให้ซีเมนต์เพสต์มีความสามารถในการรับแรงดึงที่เพิ่มขึ้น และมีน้ำหนักเบา เพื่อเป็นทางเลือกในการพัฒนางานวัสดุเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างและใช้ในการตกแต่งอาคาร ซึ่งกลุ่มวัสดุก่อสร้างเหล่านี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเป็นหลัก ดังเช่น คอนกรีตพูนที่ใช้กะลาปาล์ม น้ำมันเป็นส่วนผสม นันทชัย (2556) และจีโอโพลิเมอร์ซึ่งเป็นคอนกรีตที่ไม่ใช้ปูนซีเมนต์ในส่วนผสมในการทำคอนกรีต Chindaprasirt และคณะ (2011)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยตาลโดนดมาเสริมกับซีเมนต์เพสต์ เพื่อให้ซีเมนต์เพสต์มีคุณสมบัติทางวิศวกรรมที่ดี

2. เพื่อศึกษาสมบัติของซีเมนต์เพสต์ กับซีเมนต์เพสต์เสริมด้วยเส้นใยตาลโดนด ในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1
2. เส้นใยตาลโดนดที่มีความยาว 2, 4, 6 และ 8 เซนติเมตร เพื่อทดสอบกำลังอัดและความหนาแน่น และความยาว 8 เซนติเมตร เพื่อทดสอบกำลังดัด
3. น้ำสะอาดที่ไม่มีวัสดุอื่นเจือปน ไม่มีสีและกลิ่น

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดทดสอบความชื้นเหลวของซีเมนต์เพสต์ (vicat apparatus)
2. ชุดทดสอบโต๊ะการไหล (flow table test)
3. เครื่องผสมตัวอย่าง (mixer)
4. เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (universal testing machine)

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การออกแบบส่วนผสม ทำการออกแบบส่วนผสมสำหรับแบบหล่อขนาด 100x100x100 มิลลิเมตร เพื่อทดสอบกำลังอัด และความหนาแน่น และทำการออกแบบส่วนผสมสำหรับแบบหล่อขนาด 400x100x20 มิลลิเมตร เพื่อทดสอบกำลังดัด และความหนาแน่น ปริมาณวัสดุที่ใช้ในการผลิตซีเมนต์เพสต์เสริมใยตาลโดนด แสดงในตารางที่ 1

3.2 การผลิตซีเมนต์เพสต์เสริมเส้นใยตาลโดนด

1. เตรียมเส้นใยตาลโดนดที่ผ่านการตัดให้ได้ขนาดตามที่ได้ออกแบบเอาไว้
2. นำเส้นใยตาลโดนด ซีเมนต์ และน้ำตามอัตราส่วนที่ออกแบบไว้ ใส่ในเครื่องผสม
3. เมื่อผสมเข้ากันดี นำวัสดุที่ผสมได้มาใส่ในแบบหล่อที่เตรียมเอาไว้ แต่งผิวหน้า ตั้งไว้เป็นเวลา 1 วัน ก่อนถอดแบบ
4. บ่มซีเมนต์เพสต์เสริมเส้นใยตาลโดนดโดยการนำไปแช่น้ำ เป็นเวลา 7, 14 และ 28 วัน

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดสอบสมบัติทั่วไปของซีเมนต์เพสต์ และเส้นใยตาลโตนด

จากการทดสอบค่าความถ่วงจำเพาะของเส้นใยตาลโตนด การดูดซึมน้ำของเส้นใยตาลโตนด การหาค่าความชื้นเหลือของซีเมนต์ และอัตราการไหลแผ่ ได้ผลการทดสอบดังนี้

ผลการทดสอบความถ่วงจำเพาะของเส้นใยตาลโตนด พบว่า เส้นใยตาลโตนดมีค่าความถ่วงจำเพาะ 0.64 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความถ่วงจำเพาะของเส้นใยไมโครไฟเบอร์ ซึ่งมีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.19 และเส้นใยของผักตบชวา ดังงานวิจัยของ บวรและคณะ (2555) ซึ่งมีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 0.42 พบว่า เส้นใยตาลโตนดมีค่าความถ่วงจำเพาะที่น้อยกว่าเส้นใยไมโครไฟเบอร์ แต่มีค่าความถ่วงจำเพาะที่มากกว่าเส้นใยของผักตบชวา

ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของเส้นใยตาลโตนด โดยทดสอบสอดคล้องกับมาตรฐาน ASTM C 128 ได้ผลดังตารางที่ 2 พบว่า เส้นใยตาลโตนด มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำที่ 1/2 ชั่วโมง เท่ากับ 8.59 และร้อยละการดูดซึมน้ำที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 13.24 จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า เส้นใยตาลโตนดมีค่าการดูดซึมน้ำที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากเส้นใยตาลโตนดเป็นวัสดุจากธรรมชาติ

ผลการทดสอบการหาค่าชื้นเหลือของซีเมนต์ โดยทดสอบสอดคล้องกับมาตรฐาน ASTM C 191 ซึ่งค่า Normal consistency ของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 โดยใช้เครื่องทดสอบไวแคต ดังภาพที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 24-28 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำกับปูนซีเมนต์ เพื่อให้เข็มไวแคตจมลงไป 10 มิลลิเมตร ซึ่งผลการทดสอบพบว่าเมื่อน้ำหนักของปูนซีเมนต์เท่ากับ 500 กรัม ต้องใช้ปริมาณน้ำร้อยละ 30.65 หรือ 153.3 มิลลิตร จึงจะทำให้เข็มจมลงไปได้ 10 มิลลิเมตร และมีค่าความชื้นเหลือปกติของปูนซีเมนต์ที่ได้จากการทดสอบครั้งนี้ (Normal consistency) คือ ร้อยละ 30.65

ผลการทดสอบการไหลแผ่ของซีเมนต์เพสต์พบว่าเมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่ใช้ ร้อยละการไหลแผ่ ก็จะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของศักดิ์ สิทธิและคณะ (2550) การหาอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ที่เหมาะสมคือการเลือกร้อยละการไหลแผ่ที่ 110 จะได้ค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.44

ผลการทดสอบคุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์เสริมเส้นใยตาลโตนด

การทดสอบคุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์เสริมเส้นใยตาลโตนดประกอบด้วย การทดสอบกำลังรับแรงอัด การทดสอบกำลังรับแรงดึง และความหนาแน่นของซีเมนต์เพสต์เสริมเส้นใยตาลโตนด แสดงในตารางที่ 3

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมกับความหนาแน่นที่อายุการบ่มต่างๆ

จากการทดสอบความหนาแน่นของซีเมนต์เพสต์เสริมเส้นใยตาลที่ความยาว 2 และ 8 เซนติเมตร ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 2 พบว่า ที่อายุการบ่ม 7, 14 และ 28 วัน ความหนาแน่นของซีเมนต์เพสต์เสริมเส้นใยตาลมีค่าสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้น เนื่องจากซีเมนต์เพสต์มีการพัฒนาโครงสร้างภายในให้มีความทึบมากขึ้นตามระยะเวลา และเมื่อมีการเสริมเส้นใยตาลโตนดในซีเมนต์เพสต์ในปริมาณที่มากขึ้น จะส่งผลให้ค่าความหนาแน่นมีแนวโน้มที่ลดน้อยลงตามไปด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของบุรฉัตรและวินัย (2554ก) เช่น P-8-30 มีความหนาแน่นลดลงถึงร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับซีเมนต์เพสต์ที่ไม่ได้เสริมเส้นใยตาลโตนด และพบว่าซีเมนต์เพสต์ที่ไม่ได้เสริมเส้นใยตาลโตนด จะมีค่าความหนาแน่นมากกว่าซีเมนต์เพสต์ที่เสริมเส้นใยตาลโตนด ในทุกอัตราส่วนผสม

Table 1 Mix proportions of cement paste reinforced with Palmyra fiber

| Test sample | Cement (g) | w/c | Palmyra fiber (g) |
|-------------|------------|------|-------------------|
| Control | 9,000 | 0.44 | - |
| P-2-10 | 9,000 | 0.44 | 90 |
| P-2-20 | 9,000 | 0.44 | 180 |
| P-2-30 | 9,000 | 0.44 | 270 |
| P-4-10 | 9,000 | 0.44 | 90 |
| P-4-20 | 9,000 | 0.44 | 180 |
| P-4-30 | 9,000 | 0.44 | 270 |
| P-6-10 | 9,000 | 0.44 | 90 |
| P-6-20 | 9,000 | 0.44 | 180 |
| P-6-30 | 9,000 | 0.44 | 270 |
| P-8-10 | 9,000 | 0.44 | 90 |
| P-8-20 | 9,000 | 0.44 | 180 |
| P-8-30 | 9,000 | 0.44 | 270 |
| P-35-10 | 9,000 | 0.44 | 90 |
| P-35-20 | 9,000 | 0.44 | 180 |
| P-35-30 | 9,000 | 0.44 | 270 |

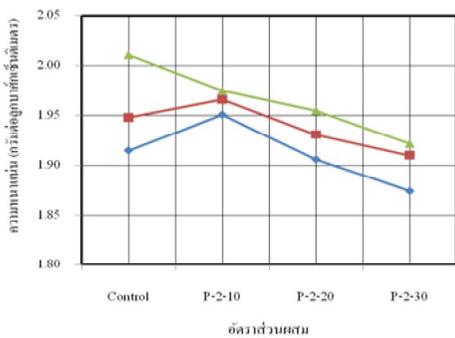
Remarks: X-Y-Z as Cement paste – Length of Palmyra fiber (cm) – Palmyra fiber content (g)

Table 2 Specific gravity and water absorption of Palmyra fiber

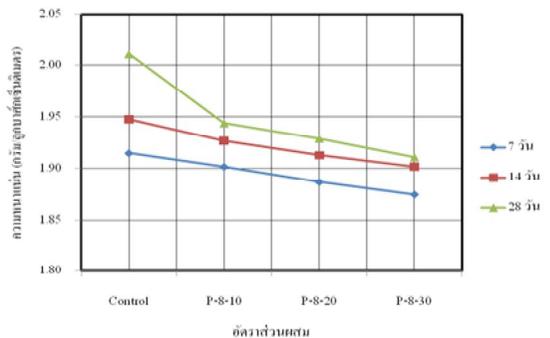
| Types of tests | Test results |
|-------------------------------|--------------|
| Specific gravity | 0.64 |
| Water absorption ½ hours (%) | 8.59 |
| Water absorption 24 hours (%) | 13.24 |

Table 3 Compressive strength unit weight and flexural strength of cement paste reinforced with Palmyra fiber

| Test sample | Compressive strength (28 days) | | | | | |
|-------------|--------------------------------|------|---------------------|------|----------------------|-----|
| | Kg / cm ² | % | g / cm ³ | % | Kg / cm ² | % |
| Control | 329 | 100 | 2.011 | 100 | - | - |
| P-2-10 | 309 | 93.9 | 1.975 | 98.2 | - | - |
| P-2-20 | 251 | 76.3 | 1.955 | 97.2 | - | - |
| P-2-30 | 232 | 70.5 | 1.922 | 95.6 | - | - |
| P-4-10 | 301 | 91.5 | 1.967 | 97.8 | - | - |
| P-4-20 | 240 | 72.9 | 1.958 | 97.4 | - | - |
| P-4-30 | 239 | 72.6 | 1.931 | 96.0 | - | - |
| P-6-10 | 288 | 87.5 | 1.952 | 97.1 | - | - |
| P-6-20 | 240 | 72.9 | 1.933 | 96.1 | - | - |
| P-6-30 | 233 | 70.8 | 1.929 | 95.9 | - | - |
| P-8-10 | 278 | 84.5 | 1.944 | 96.7 | - | - |
| P-8-20 | 247 | 75.1 | 1.929 | 95.9 | - | - |
| P-8-30 | 213 | 64.7 | 1.911 | 95.0 | - | - |
| Control | - | - | - | - | 9 | 100 |
| P-35-10 | - | - | - | - | 36 | 400 |
| P-35-20 | - | - | - | - | 41 | 456 |
| P-35-30 | - | - | - | - | 44 | 489 |



2A) Fiber at 2 cm of length



2B) Fiber at 8 cm of length

Figure 2 Relationship between the unit weight and percentage replacement of Palmyra fiber at 2 and 8 cm of lengths

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอัตราส่วนผสมที่อายุการบ่มต่างๆ

การทดสอบและการวิบัติของก้อนซีเมนต์เพสต์เสริมเส้นใยตาลโดนดภายใต้การทดสอบกำลังรับแรงอัด

และแรงดัด แสดงในภาพที่ 3-6 และความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอัตราส่วนผสมที่อายุการบ่มต่างๆ แสดงในภาพที่ 7



Figure 3 Compressive strength testing



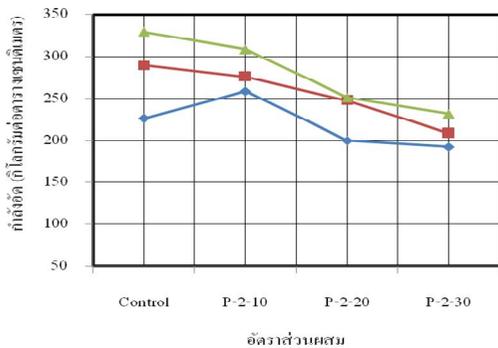
Figure 4 Flexural strength testing



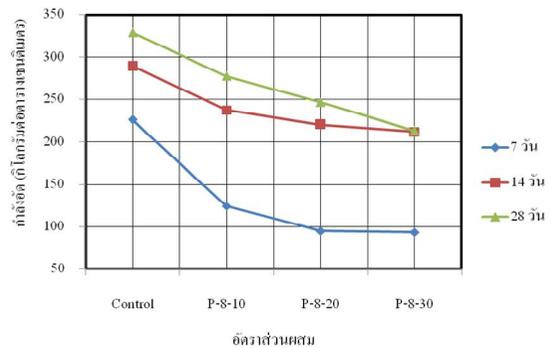
Figure 5 Failure of sample under the compressive strength



Figure 6 Failure of sample under the flexural strength



7A) Palmyra at 2 cm of length



7B) Palmyra at 8 cm of length

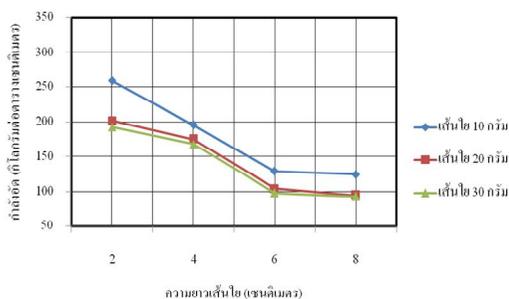
Figure 7 Relationship between the compressive strength and percentage replacement of Palmyra fiber at 2 and 8 cm lengths

จากการทดสอบกำลังอัดของซีเมนต์เพสต์เสริมเส้นใยตาลโตนดที่มีความยาว 2, 4, 6 และ 8 เซนติเมตร ดังภาพที่ 7 พบว่า ที่อายุการบ่ม 7, 14 และ 28 วัน กำลังรับแรงอัดของซีเมนต์เพสต์ที่เสริมเส้นใยตาลมีความสามารถในการรับแรงอัดสูงขึ้นตามอายุที่มากขึ้น เมื่อมีการเสริมใยตาลโตนดในซีเมนต์เพสต์ในปริมาณที่มากขึ้น จะส่งผลให้ค่ากำลังอัดมีแนวโน้มที่ลดน้อยลงตามไปด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของบูรจักร และวินัย (2554ข) เช่น ตัวอย่าง P-8-30 ซึ่งเป็นซีเมนต์เพสต์ที่เสริมเส้นใยตาลยาว 8 เซนติเมตร ในอัตราร้อยละ 30 มีกำลังอัดลดลงในอัตราร้อยละ 35.3 เมื่อเปรียบเทียบกับซีเมนต์เพสต์ที่ไม่ได้เสริมเส้นใยตาลโตนด ที่อายุบ่ม 28 วัน ขณะที่อายุบ่มที่ 7 วัน มีกำลังอัดลดลงในอัตราร้อยละ 59 ทั้งนี้เนื่องจากเส้นใยตาลโตนดมีลักษณะเป็นเส้นยาวซึ่งมีสมบัติในการรับแรงอัดได้น้อย จึงทำให้กำลังรับแรงอัดของซีเมนต์เพสต์ที่เสริมเส้นใยตาลโตนดมีกำลังอัดที่ลดลงด้วย ขณะเดียวกันซีเมนต์เพสต์ที่มีอายุน้อย (7 วัน) จะมีความสามารถในการรับกำลังอัดที่ต่ำเมื่อใช้ปริมาณเส้นใย

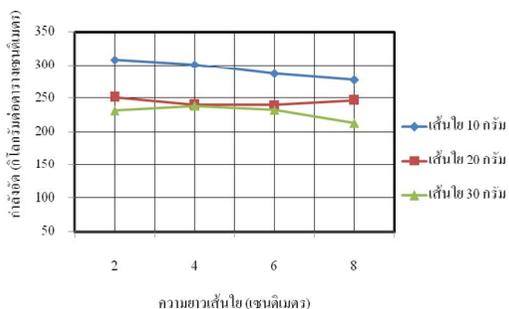
ที่มากขึ้นก็ยิ่งส่งผลให้กำลังรับแรงอัดมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วขณะที่ซีเมนต์เพสต์ที่มีอายุมากขึ้น (28 วัน) จะมีความสามารถในการรับกำลังอัดที่สูงระดับหนึ่งทำให้การเพิ่มปริมาณเส้นใยตาลจะส่งผลให้กำลังรับแรงอัดลดลงน้อยกว่าซีเมนต์เพสต์ที่มีอายุน้อย

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับความยาวของเส้นใยตาลโตนด

จากผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับความยาวของเส้นใยตาลโตนด ที่ความยาว 2 4 6 และ 8 เซนติเมตร ที่อายุการบ่มที่ 7 และ 28 วัน ดังภาพที่ 8 พบว่า การเสริมเส้นใยตาลในปริมาณที่มากขึ้น โดยใช้เส้นใยตาลยาว 2, 4, 6 และ 8 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่ากำลังอัดมีแนวโน้มที่ลดน้อยลงตามปริมาณและความยาวของเส้นใยตาลที่เพิ่มขึ้น โดยการเสริมเส้นใยตาลโตนดที่อัตราร้อยละ 10 จะมีค่ากำลังอัดมากกว่าการผสมเส้นใยตาลที่อัตราร้อยละ 20 และ 30 อย่างชัดเจน



8A) Curing of 7 days



8B) Curing of 28 days

Figure 8 Relationship between the compressive strength and the length of Palmyra fiber at 7 and 28 days of curing

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับความยาวของเส้นใยตาลโตนด

จากผลการทดสอบค่าความหนาแน่นกับความยาวเส้นใยตาล ที่ความยาว 2, 4, 6 และ 8 เซนติเมตร ที่อายุการบ่มที่ 28 วัน ตามลำดับ ดังภาพที่ 9 พบว่าการเสริมเส้นใยตาลในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลให้ค่าความหนาแน่นน้อยลง โดยซีเมนต์เพสต์ที่เสริมเส้นใยตาลยาว 4 และ 6 เซนติเมตร มีค่าความหนาแน่นที่มากกว่า

ซีเมนต์เพสต์เสริมเส้นใยตาลยาว 8 เซนติเมตร เมื่อใช้ในอัตราร้อยละ 30 ขณะที่ซีเมนต์เพสต์ที่ใช้เส้นใยตาลร้อยละ 10 การใช้เส้นใยตาลยาว 8 เซนติเมตรให้ความหนาแน่นน้อยที่สุด เมื่อใช้ในอัตรา ร้อยละ 10 และ 20 ตามลำดับ

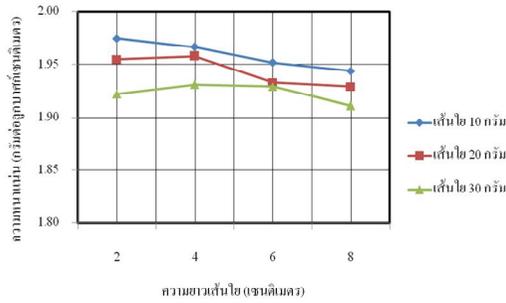
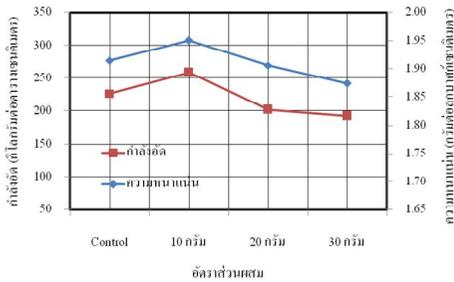


Figure 9 Relationship between the unit weight and the length of Palmyra fiber at 28 days of curing days

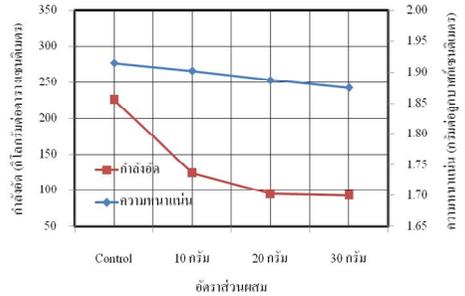
ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับกำลังอัดที่อายุการบ่มต่างๆ

จากผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับกำลังอัด ที่ขนาดความยาวเส้นใย 2 และ 8 เซนติเมตร อายุการบ่มที่ 7 และ 28 วัน ได้ผลการทดสอบ

ดังภาพที่ 10 และ 11 พบว่า ค่าความหนาแน่นแปรผันตรงกับค่ากำลังอัด กล่าวคือ เมื่อค่าความหนาแน่นมาก ค่ากำลังอัดก็จะมากขึ้นตามไปด้วย ในขณะที่เดียวกัน หากค่าความหนาแน่นมีค่าน้อยลง ค่ากำลังอัดก็จะน้อยลงเช่นเดียวกัน

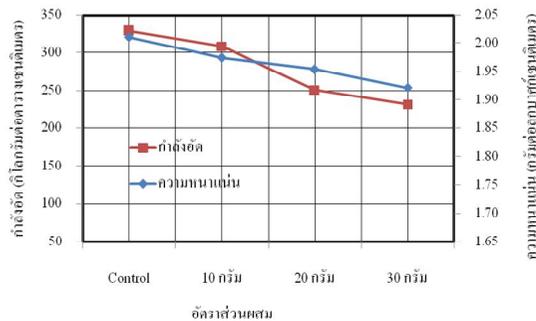


10A) Palmyra at 2 cm of length

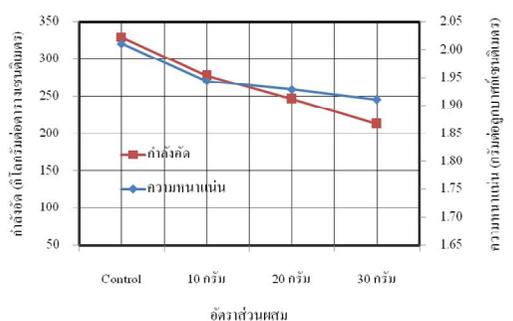


10B) Palmyra at 8 cm of length

Figure 10 Relationship between the unit weight and compressive strength of the 2 and 8 cm Palmyra fiber length at 7 days of curing



11A) Palmyra at 2 cm of length

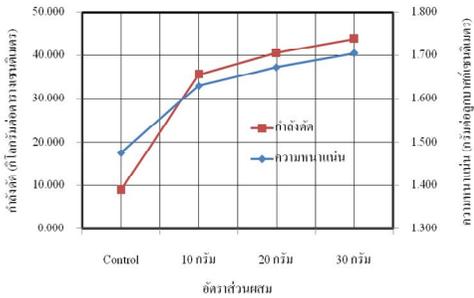


11B) Palmyra at 8 cm of length

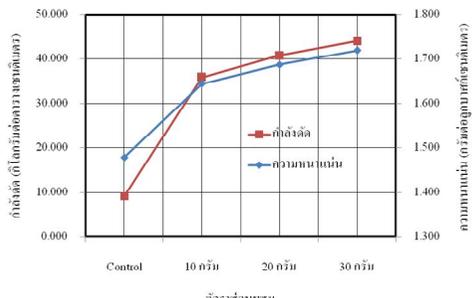
Figure 11 Relationship between the unit weight and compressive strength of the 2 and 8 cm palmyra fiber length at 28 days of curing

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับความหนาแน่น
ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับความหนาแน่น

ในแต่ละอัตราส่วนผสม ที่อายุการบ่ม 7 และ 28 วัน
 ดังแสดงในภาพที่ 12 ได้ผลการทดสอบดังนี้



12A) Curing of 7 days



12B) Curing of 28 days

Figure 12 Relationship between the unit weight and flexural strength at 7 and 28 days of curing

จากความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังอัดกับค่าความหนาแน่น ในแต่ละอัตราส่วนผสม ที่อายุการบ่ม 7 และ 28 วัน พบว่า เส้นใยตาลเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อค่ากำลังอัด และค่าความหนาแน่น กล่าวคือ เมื่อมีการเสริมเส้นใยตาลในซีเมนต์เฟสท์จะส่งผลให้ค่าความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันก็ส่งผลให้ค่าการรับกำลังอัดมากขึ้นด้วยเช่นกัน โดยกำลังรับแรงอัดมีค่าเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 38.9 เมื่อเทียบกับซีเมนต์เฟสท์ที่ไม่เสริมเส้นใยตาลโดนด

สรุป

1. ค่าอัตราการดูดซึมน้ำของเส้นใยตาลที่ 1/2 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง เท่ากับร้อยละ 8.59 และ 13.24 ตามลำดับความถ่วงจำเพาะของเส้นใยตาล เท่ากับ 0.64 ค่าความชื้นเหลวปกติของซีเมนต์ที่ใช้ มีค่าเท่ากับร้อยละ 30.65 พบว่า ค่าความชื้นเหลวปกติอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานซึ่งมีค่าระหว่างร้อยละ 24-33
2. ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดความหนาแน่นกับความยาวของเส้นใยตาลความยาว 2, 4, 6 และ 8 เซนติเมตร ที่อายุการบ่มที่ 7, 14 และ 28 วัน ตามลำดับ พบว่า หากมีการเสริมเส้นใยตาลในปริมาณที่มากขึ้น ที่ความยาวเส้นใยตาล 2, 4, 6 และ 8 เซนติเมตรตามลำดับค่ากำลังอัดมีแนวโน้มที่ลดน้อยลงตามปริมาณ

และความยาวของเส้นใยตาลที่เพิ่มขึ้น (ร้อยละ 35.3 สำหรับ P-8-30) ส่วนค่าความหนาแน่นของซีเมนต์เฟสท์เสริมเส้นใยตาลแปรผันตามค่ากำลังอัด กล่าวคือ หากค่าความหนาแน่นมีค่าน้อย ค่ากำลังอัดก็จะน้อยลงเช่นกัน

3. ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัด ความหนาแน่นกับอายุการบ่ม ที่อายุการบ่ม 7, 14 และ 28 วัน พบว่า เมื่อมีการเสริมเส้นใยตาลในอัตราร้อยละที่มากขึ้น จะส่งผลให้ค่าการรับกำลังอัดมากขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเส้นใยตาลเป็นวัสดุที่ช่วยยึดเกาะ ทำให้ซีเมนต์เฟสท์เสริมเส้นใยตาลไม่ขาดออกจากกัน ในขณะที่ซีเมนต์เฟสท์อาจเกิดการแตกร้าวขึ้นแล้วก็ตาม ส่วนค่าความหนาแน่นของซีเมนต์เฟสท์เสริมเส้นใยตาล เมื่อใช้ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าความหนาแน่นลดน้อยลง แต่ส่งผลให้ค่าการรับกำลังอัดมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบุคลากรและเจ้าหน้าที่ สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือทุก ๆ ด้าน ตลอดระยะเวลาในการจัดทำโครงการนี้

เอกสารอ้างอิง

- นันทชัย ชูศิลป์. 2556. หน่วยน้ำหนักและกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตพูนผสมกะลาปาล์มน้ำมัน. วารสารพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต 1: 97-106.
- บวร อิศรางกูร ณ อยุธยา ปรีดา จันทพงษ์ และโยธิน อึ้งกุล. 2555. การศึกษาคุณสมบัติทางกลของคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำผสมเส้นใยไมโครไฟเบอร์. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 21: 226–271.
- บวร อิศรางกูร ณ อยุธยา ปรีดา จันทพงษ์ และโยธิน อึ้งกุล. 2555. การศึกษาคุณสมบัติทางกลของคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำแบบผสมเส้นใยของผักตบชวา. วิศวกรรมลาดกระบัง 29(1): 43-48.
- บุรฉัตร ฉัตรวีระ และวินัย หอมศรีประเสริฐ. 2554. การศึกษาถึงพฤติกรรมของซีเมนต์เพสต์ผสมวัสดุปอชโกลานจำพวกเถาถอยและเถาเกลบในรูปแบบการทดสอบด้วยพลังงานไมโครเวฟ. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 34(3): 299-315.
- บุรฉัตร ฉัตรวีระ และวินัย หอมศรีประเสริฐ. 2554. การศึกษาความสามารถในการรับแรงอัดและความทนทานของซีเมนต์เพสต์ผสมเถาเกลบและเถาถอย. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 34(3): 279-298.
- พิทยา อัมพนพรัตน์ ศุภเวทย์ สงคง และวิฑูร อินทมนต์. 2553. การถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องแยกเส้นใยตาลโดนดสู่ชุมชน. จุลสารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช. นครศรีธรรมราช.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี. 2552. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของตาลโดนด. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.phetchaburi.doae.go.th/tan_phet/tan2.htm (5 กรกฎาคม 2555).
- ศักดิ์ สิทธิศรีแสง อุบวิทย์ สุวคันธกุล และสุดใจ เหง้าสีไพร. 2550. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุสำหรับคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก. วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา 1(1): 77-87.
- Al-Oraimi S.K., Seibi A.C., 1995, Mechanical characterisation and impact behaviour of concrete reinforced with natural fibers, Composite Structures, 32: 165-171
- Chindaprasirt P., Chareerat T., Hatanaka S., 2011, T. High-Strength Geopolymer Using Fine High-Calcium Fly Ash, Journal of Materials in Civil Engineering, 2011, 23(3): 264-270
- Coutts Robert S.P., 2005, A review of Australian research into natural fibre cement composites, Cement and Concrete Composites, 27: 518-526
- Kriker A., Debicki G., Bali A., Khenfer M.M., Chabannet M., 2005, Mechanical properties of date palm fibres and concrete reinforced with date palm fibres in hot-dry climate, Cement and Concrete Composites, 27: 554-564
- Majid Ali, Anthony Liu, Hou Sou, Nawawi Chouw, 2012, Mechanical and dynamic properties of coconut fibre reinforced concrete Construction and Building Materials, 30: 814-825
- Metra. I., Tschegg. E.K., 2013, Fracture energy of natural fibre reinforced concrete, Construction and Building Materials, 40: 991-997
- Reis J.M.L., 2006, Fracture and flexural characterization of natural fiber-reinforced polymer concrete Construction and Building Materials, 20: 673-678