

< EN- 1387

สมบัติของมอร์ตาร์ยิปซัมผสมน้ำยางธรรมชาติสำหรับงานฝ้าเพดาน Properties of Mortar Mixed with Latex for Gypsum Board Ceiling

ประชุม คำพุ่ม¹ และ กิตติพงษ์ สุวีโร²

รมโยธ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ถนนรังสิต-นครนายก ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี

จังหวัด ปทุมธานี 12110 โทร 0-2549-3417 โทรสาร 0-2549-3412 E-mail: choomy_gtc@hotmail.com

รพียสิน ทางปัญญาและถ่ายทอดเทคโนโลยี แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รังสิต-นครนายก ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 โทร 0-2549-4032 โทรสาร 0-2549-4033

E-mail: siam_macho@hotmail.com

1. บทนำ

การส่งผ่านความร้อนเข้าสู่อาคาร [1] เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักและสิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มขึ้น โดยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 1 องศาเซลเซียส จะส่งผลให้สิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มขึ้นกว่าร้อยละ 10 ของการใช้พลังงานปกติ [2] ซึ่งส่วนประกอบของอาคารที่ถือได้ว่าเป็นการส่งผ่านความร้อนมากที่สุด ก็คือ หลังคา [3] ดังนั้นบริเวณใต้หลังคาจึงต้องมีการติดตั้งแผ่นฝ้าเพดาน เพื่อลดการส่งผ่านความร้อนดังกล่าว อย่างไรก็ตามแผ่นฝ้าเพดานทั่วไปก็ยังไม่สามารถลดการส่งผ่านความร้อนได้ดีเท่าที่ควร จึงต้องมีการติดตั้งแผ่นฉนวนป้องกันความร้อนเพิ่มเติม แต่การติดตั้งแผ่นฉนวนป้องกันความร้อนเพิ่มไม่ว่าจะเป็นแผ่นฉนวนใยแก้วหุ้มพอยล์ แผ่นฉนวนโพลียูเรเทนก็ล้วนมีราคาแพง ใช้เวลาในการติดตั้งนาน และมีอายุการใช้งานค่อนข้างจำกัด ต่อมาจึงมีการพัฒนาแผ่นฝ้าเพดานให้มีฉนวนป้องกันความร้อนในตัว เช่น แผ่นฝ้าเพดานชนิดอลูมิเนียมพอยล์ และชนิดโพลียูเรเทน เป็นต้น [4] แต่ก็ยังมีราคาสูงมากขึ้นไปอีก ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนาสมบัติของแผ่นฝ้าเพดานที่ผลิตจากยิปซัมทั่วไปให้สามารถลดการส่งผ่านความร้อนได้ดีเช่นเดียวกับการติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อน ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการทดลองใช้น้ำยางธรรมชาติ (น้ำยางพารา) [5-8] เป็นวัสดุผสมเพิ่มลงในมอร์ตาร์ยิปซัม ซึ่งเป็นส่วนผสมหลักในกระบวนการผลิตแผ่นฝ้าเพดาน เพื่อให้ทราบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกล ก่อนจะนำไปผลิตเป็นแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมน้ำยางธรรมชาติต่อไป เนื่องจากงานวิจัยที่ผ่านมาเรื่องคอนกรีตบล็อกผสมน้ำยางธรรมชาติพบว่า คอนกรีตบล็อกที่ผสมน้ำยางธรรมชาติมีการดูดซึมน้ำและสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ลดลง [9] นอกจากนี้องค์ประกอบของมอร์ตาร์ยิปซัมที่ใช้ทำแผ่นฝ้าเพดานยังมีความคล้ายคลึงกับปูนซีเมนต์ [10] จึงทำให้มีความเป็นไปได้อย่างมากที่จะนำน้ำยางธรรมชาติมาผสมในแผ่นฝ้าเพดานยิปซัม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนและลดการดูดซึมน้ำเช่นเดียวกับคอนกรีตบล็อก โดยมีข้อได้เปรียบที่ราคาถูกกว่าการติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อน และการใช้แผ่นฝ้าเพดานชนิดที่มีราคาแพง

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ ทางกล และความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ของมอร์ตาร์ยิปซัมผสมน้ำยางธรรมชาติ

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ยางธรรมชาติ (น้ำยางพารา) ยิปซัม โดยกำหนดอัตราส่วนของเนื้อยางต่อกับ 0.000, 0.025, 0.050, 0.075, และ 0.100 โดยอัตราผสมยิปซัม เท่ากับ 0.50 (รวมปริมาณน้ำในน้ำยิปซัม) เปรียบเทียบความแข็งแรงของตัวอย่างที่ไม่มีประจุ ทำการหล่อมอร์ตาร์ยิปซัม บดอัดตามมาตรฐาน มอก. พบว่า เมื่อในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความหนาแน่น การหนานแรงอัด และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีความหนาแน่นแรงอัด และความต้านทานแรงดัดมีแนวโน้มว่า การผสมปริมาณน้ำยางธรรมชาติที่เหมาะสมพัฒนา แผ่นฝ้าเพดานยิปซัมให้มีสมบัติการป้องกันฉนวน กันความร้อนที่ดีต่อไป

ยางธรรมชาติ, ฉนวนความร้อน, เพดาน

The purpose of this research is to use latex from natural rubber (NR) mixed in gypsum mortar for ceiling and thermal insulation properties. The ratios (P/G) are fixed at 0.000, 0.025, 0.050, 0.075, and 0.100 by weight. Water to gypsum ratio is 0.50 (constant in latex) and mixing with natural rubber. Mortar samples are cast for testing the T S standard. From the results, it is found that the use of latex affects in decreasing of density, water absorptive strength and coefficient of thermal expansion. The compressive strength and bending strength increase. It indicates that the using of natural-rubber at some ratios can develop to the gypsum board having the good roof and thermal insulation.

Natural rubber, Thermal insulation, Ceiling

วิจัย

วยแอมโมเนียสูง ตาม มอก.980-2533 เรื่อง
13]

ัประจุ (Nonionic Surfactants) [14]
[15]

ความต้านทานแรงอัด
ความต้านทานแรงดึง
ความต้านทานแรงดัด
สัมประสิทธิ์การนำความร้อน
ละเยียดศนิยม 2 ตำแหน่ง

al testing machine (UTM)
ทานแรงดึง

ม

สมของมอร์ตาร์ยิปซัมที่ผสมน้ำยางธรรมชาติ
่วนโดยคำนึงถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่
ม และอุตสาหกรรมยางธรรมชาติ จึงกำหนด
รางที่ 1 และ 2

ของมอร์ตาร์ยิปซัมผสมน้ำยางธรรมชาติตาม
รรมฝ้าเพดานยิปซัม (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)

น้ำ+น้ำยาง	เนื้อยาง	สารลดแรงตึงผิว
0.5	0.0000	0.0000
0.5	0.0250	0.0016
0.5	0.0500	0.0033
0.5	0.0750	0.0049
0.5	0.1000	0.0065

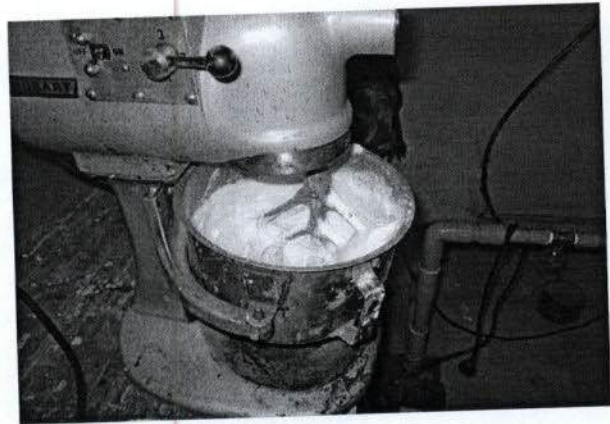
ของมอร์ตาร์ยิปซัมผสมน้ำยางธรรมชาติตาม
รรมยางธรรมชาติ (phr)

น้ำ+น้ำยาง	เนื้อยาง	สารลดแรงตึงผิว
0.50	0.00	0.00
2,000.00	100.00	6.40
1,000.00	100.00	6.60
666.67	100.00	6.53
500.00	100.00	6.50

ทดสอบ

1) ของปริมาตรทั้งหมด เข้ากับผงยิปซัมด้วย
เข้ากัน ดังรูปที่ 1
ทั้งหมดเข้ากับสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ
= 20 ของปริมาตรทั้งหมด)
ที่ผสมสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุและ
มอร์ตาร์ยิปซัมที่ผสมไว้

- 4) ผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันแล้วเทลงในแบบหล่อ ภายในเวลา
ประมาณ 5 นาที เพื่อให้ไม่ให้เกิดการแข็งตัว
- 5) ปั่นตัวอย่างที่ได้ในสภาพอากาศปกติเป็นเวลา 7 วัน, 14 วัน และ 28
วัน ตามแต่ละการทดสอบ



รูปที่ 1 การผสมผงยิปซัมเข้ากับน้ำประปาด้วยเครื่องผสมแบบอัตโนมัติ

3.4 วิธีการดำเนินงานทดสอบ

- 1) ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของมอร์ตาร์
ยิปซัมผสมน้ำยางธรรมชาติเทียบกับมอร์ตาร์ยิปซัมปกติ โดยอ้างอิง
ตามมาตรฐาน มอก.219-2524 เรื่องแผ่นยิปซัม [16] ประกอบด้วย

- 1.1) ความหนาแน่น ตาม มอก.1743-2542 [17]
- 1.2) การดูดซึมน้ำ ตาม มอก.1743-2542 [17]
- 1.3) ความต้านทานแรงอัด ตาม มอก.409-2525 [18]
- 1.4) ความต้านทานแรงดึง ตาม มอก.1738-2542 [19]
- 1.5) ความต้านทานแรงดัด ตาม มอก.1841-2542 [20]

- 2) ทำการทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของมอร์ตาร์ยิปซัมผสม
น้ำยางธรรมชาติเทียบกับมอร์ตาร์ยิปซัมปกติ ณ กรมวิทยาศาสตร์
บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 3) เก็บข้อมูล และสรุปผลจากการทดสอบทั้งหมด

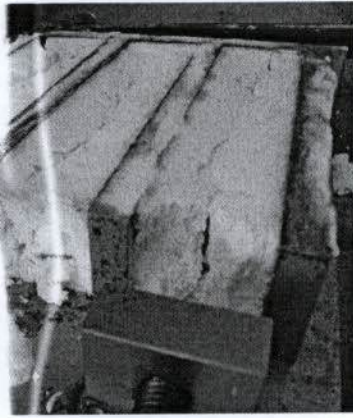
4. ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผล

4.1 การขึ้นรูปก้อนตัวอย่าง

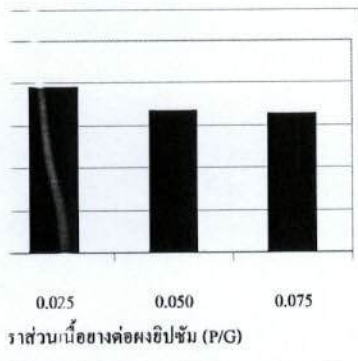
สำหรับผลจากการขึ้นรูปตัวอย่างมอร์ตาร์ยิปซัมทั้งที่ผสมและไม่
ผสมน้ำยางธรรมชาติ ทั้ง 5 อัตราส่วน เพื่อใช้ในการทดสอบสมบัติทาง
กายภาพและทางกล พบว่า มีเพียงตัวอย่างมอร์ตาร์ยิปซัมอัตราส่วนเนื้อ
ยางต่อผงยิปซัม (P/G) เท่ากับ 0.100 เท่านั้น ที่ไม่สามารถทำการขึ้นรูป
ได้ เนื่องจากมีอาการหดตัวคายน้ำอย่างรุนแรง ดังรูปที่ 2

4.2 ความหนาแน่น

ผลการทดสอบความหนาแน่นของมอร์ตาร์ยิปซัมทั้งที่ผสมและไม่
ผสมน้ำยางธรรมชาติมีดังรูปที่ 3



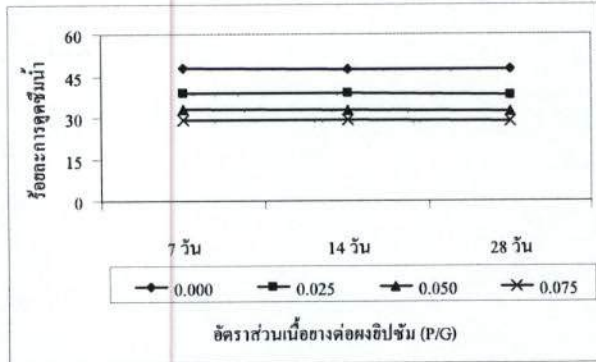
รูปที่ 3 มอร์ตาร์ยิปซัมที่มีอัตราส่วนเนื้อยางต่อ
กากับ 0.100



รูปที่ 4 การดูดซึมน้ำของมอร์ตาร์ยิปซัมทั้งที่ผสมและไม่ผสมน้ำยาง
ธรรมชาติในอัตราส่วนต่างๆ

รูปที่ 4 พบว่า มอร์ตาร์ยิปซัมที่ผสมน้ำยางธรรมชาติมีแนวโน้มการดูดซึมน้ำที่ต่ำกว่ามอร์ตาร์ยิปซัมที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ โดยอัตราส่วนเนื้อยางต่อผงยิปซัม (P/G) เท่ากับ 0.075 มีการดูดซึมน้ำต่ำที่สุด รองลงมา คือ 0.050, 0.025 และอัตราส่วนที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ ตามลำดับ เนื่องจากแผ่นฟิล์มที่กระจายตัวอยู่ตามช่องว่างของมอร์ตาร์ยิปซัมมีสมบัติทึบน้ำ [23] หรือก็คือ น้ำไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปได้ ดังนั้นมอร์ตาร์ยิปซัมที่มีน้ำยางธรรมชาติ จึงมีการดูดซึมน้ำที่ต่ำกว่ามอร์ตาร์ยิปซัมทั่วไป

รูปที่ 5 ความต้านทานแรงอัดของมอร์ตาร์ยิปซัมทั้งที่ผสมและไม่ผสม
น้ำยางธรรมชาติในอัตราส่วนต่างๆ

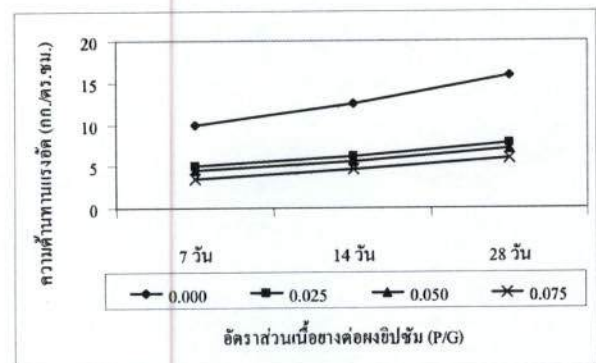


รูปที่ 5 ความต้านทานแรงอัดของมอร์ตาร์ยิปซัมทั้งที่ผสมและไม่ผสมน้ำยาง
ธรรมชาติในอัตราส่วนต่างๆ

รูปที่ 5 พบว่า ความต้านทานแรงอัดของมอร์ตาร์ยิปซัมที่มีการผสมน้ำยางธรรมชาตินั้น มีค่าที่ต่ำกว่ามอร์ตาร์ยิปซัมที่ไม่มีการผสมน้ำยางธรรมชาติอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากอนุภาคของน้ำยางธรรมชาติที่ทำปฏิกิริยากับยิปซัมกลายเป็นแผ่นฟิล์มนั้น มีความยืดหยุ่นค่อนข้างสูง [24-25] รวมทั้งช่องว่างภายในที่เกิดจากสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ และการไม่เข้ากันของอนุภาคของน้ำยางธรรมชาติและผงยิปซัม จึงทำให้มอร์ตาร์ยิปซัมที่มีน้ำยางธรรมชาติมีพื้นที่ในการรับแรงอัดลดลง [25] โดยจะเห็นจากมอร์ตาร์ที่มีอัตราส่วนเนื้อยางต่อผงยิปซัม (P/G) เท่ากับ 0.075 เป็นอัตราส่วนที่มีค่ากำลังอัดต่ำที่สุด รองลงมา คือ 0.050, 0.025

4.4 ความต้านทานแรงอัด

สำหรับการทดสอบกำลังอัดของมอร์ตาร์ยิปซัมที่มีและไม่มีน้ำยางธรรมชาติเป็นส่วนผสมนั้น สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 5



รูปที่ 6 ความต้านทานแรงอัดของมอร์ตาร์ยิปซัมทั้งที่ผสมและไม่ผสมน้ำยาง
ธรรมชาติในอัตราส่วนต่างๆ

รูปที่ 6 พบว่า ความต้านทานแรงอัดของมอร์ตาร์ยิปซัมที่มีการผสมน้ำยางธรรมชาตินั้น มีค่าที่ต่ำกว่ามอร์ตาร์ยิปซัมที่ไม่มีการผสมน้ำยางธรรมชาติอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากอนุภาคของน้ำยางธรรมชาติที่ทำปฏิกิริยากับยิปซัมกลายเป็นแผ่นฟิล์มนั้น มีความยืดหยุ่นค่อนข้างสูง [24-25] รวมทั้งช่องว่างภายในที่เกิดจากสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ และการไม่เข้ากันของอนุภาคของน้ำยางธรรมชาติและผงยิปซัม จึงทำให้มอร์ตาร์ยิปซัมที่มีน้ำยางธรรมชาติมีพื้นที่ในการรับแรงอัดลดลง [25] โดยจะเห็นจากมอร์ตาร์ที่มีอัตราส่วนเนื้อยางต่อผงยิปซัม (P/G) เท่ากับ 0.075 เป็นอัตราส่วนที่มีค่ากำลังอัดต่ำที่สุด รองลงมา คือ 0.050, 0.025

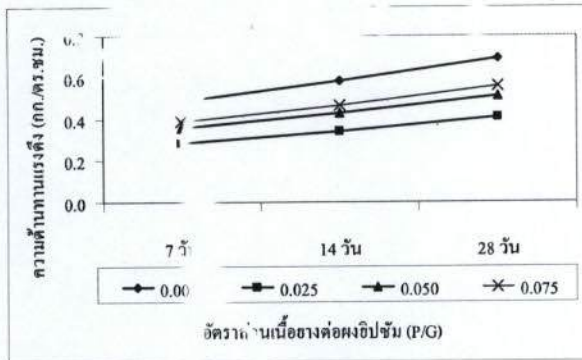
และอัตรา
ตามลำดับ

ผสมน้ำยางธรรมชาติมีกำลังอัดสูงที่สุด

4.5 ความดัน

ผลการ
ไม่มีน้ำยางธ

แรงดึงของมอร์ตาร์ยิปซัมที่มีและ
ที่ 6



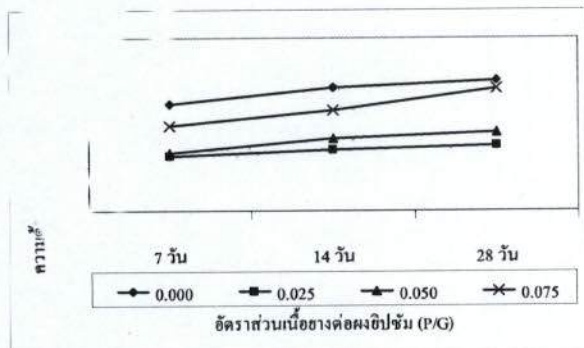
รูปที่ 6 ความต้านทานแรงดึงของมอร์ตาร์ยิปซัมทั้งที่ผสมและไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติในอัตราส่วนต่างๆ

รูปที่ 6 พบว่า การผสม น้ำยางธรรมชาติลงในมอร์ตาร์ยิปซัมนั้น มีให้ความต้านทานแรงดึงลดลง โดยมอร์ตาร์ยิปซัมที่ไม่มีน้ำยางธรรมชาติเป็นส่วนประกอบมีความต้านทานแรงดึงสูงที่สุด รองลงมาคือมอร์ตาร์ยิปซัมที่มีอัตราส่วนน้ำยางต่อผงยิปซัม (P/G) เท่ากับ 0.075, และ 0.025 ตามลำดับ แสดงว่า แม้การผสมน้ำยางธรรมชาติลงในมอร์ตาร์ยิปซัม จะทำให้ความต้านทานแรงดึงลดลง แต่ก็มีแนวโน้มเพิ่มเป็นเฉพาะอนุภาคของน้ำยางธรรมชาติที่รวมตัวเป็นแผ่นฟิล์มที่ยึดจับและเหนียว [25] กว่ายิปซัมทั่วไป จึงทำให้แนวโน้มความต้านทานแรงดึงเพิ่มขึ้นได้

7

4.6 ความต้านทานแรงดึง

ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงของมอร์ตาร์ยิปซัมที่ผสมน้ำยางธรรมชาติในอัตราส่วนต่างๆ มีดังรูปที่ 7

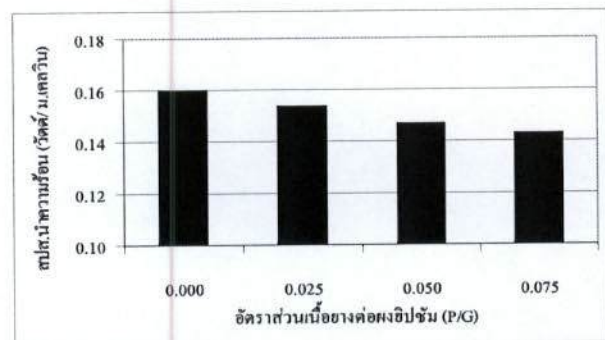


รูปที่ 7 ความต้านทานแรงดึงของมอร์ตาร์ยิปซัมทั้งที่ผสมและไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติในอัตราส่วนต่างๆ

รูปที่ 7 พบว่า ความต้านทานแรงดึงของมอร์ตาร์ยิปซัมที่มีการผสมน้ำยางธรรมชาติ จะมีค่าต่ำกว่ามอร์ตาร์ยิปซัมที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ แต่ก็มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ตามปริมาณน้ำยางธรรมชาติที่เพิ่มสูงขึ้น เช่นเดียวกับผลการทดสอบความต้านทานแรงดึง ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากพฤติกรรมของความต้านทานแรงดึงจะประกอบไปด้วยพฤติกรรมการรับแรงอัดและการรับแรงดึงร่วมกัน ดังนั้นความต้านทานแรงดึงที่ได้ จึงมีแนวโน้มใกล้เคียงกับความต้านทานแรงอัดและความต้านทานแรงดึง [21-22]

4.7 สมบัติการนำความร้อน

การทดสอบเพื่อหาค่าสมบัติการนำความร้อนของมอร์ตาร์ยิปซัมทั้งที่ผสมและไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติในอัตราส่วนต่างๆ สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 สมบัติการนำความร้อนของมอร์ตาร์ยิปซัมทั้งที่ผสมและไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติในอัตราส่วนต่างๆ

รูปที่ 8 พบว่า การผสมน้ำยางธรรมชาติลงในมอร์ตาร์ยิปซัมนั้น จะส่งผลให้แผ่นฝ้าดังกล่าวมีสมบัติการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีขึ้น โดยอัตราส่วนน้ำยางต่อผงยิปซัม (P/G) เท่ากับ 0.075 มีสมบัติการนำความร้อนต่ำที่สุด รองลงมาคือ 0.050, 0.025 และอัตราส่วนที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ ตามลำดับ เนื่องจากอนุภาคของน้ำยางธรรมชาติเป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำ และมีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน เกิดการจับตัวและแทรกเป็นแผ่นฟิล์มอยู่ภายในมอร์ตาร์ยิปซัม [21 - 22] ประกอบกับช่องว่างหรือฟองอากาศภายในมอร์ตาร์ยิปซัมที่เกิดจากการผสมกันระหว่างผงยิปซัมกับน้ำยางธรรมชาติ และสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ เหล่านี้ล้วนเป็นผลให้มอร์ตาร์ยิปซัมมีความฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีขึ้นได้

5. สรุปผล

จากผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลของมอร์ตาร์ยิปซัมผสมน้ำยางธรรมชาติ สรุปได้ว่า น้ำยางธรรมชาติหรือน้ำยางพาราสามารถพัฒนาสมบัติทางกายภาพและทางกลบางประการที่ดีขึ้น ได้แก่ ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ ความต้านทานแรงดึง ความต้านทานแรงอัด และสมบัติการนำความร้อน แต่ก็ทำให้ความต้านทานแรงอัดลดลง ทั้งนี้ก็เป็นผลมาจากการปฏิกิริยาระหว่างน้ำยางธรรมชาติและผงยิปซัมกลายเป็นแผ่นฟิล์มที่มีความหนาแน่นต่ำที่บดน้ำ เหนียว ยึดหยุ่นตัวสูง และมีสมบัติการนำความร้อนที่ต่ำ

ดังนั้นน้ำยางธรรมชาติหรือน้ำยางพาราถือได้ว่าเป็นวัสดุหนึ่งที่มีแนวโน้มในการใช้เป็นวัสดุผสมเพิ่มของมอร์ตาร์อิพซัม เพื่อพัฒนาสมบัติในด้านความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ด้านน้ำหนักที่เบา และด้านความทนทาน อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังมีปัญหาในด้านของปริมาณน้ำยางธรรมชาติที่ไม่สามารถผสมลงในมอร์ตาร์อิพซัมได้มากเท่าที่ควร เนื่องจากจะเกิดการหดตัวคายน้อยอย่างรุนแรง ซึ่งในการพัฒนาต่อไป ควรทำการเสริมมอร์ตาร์อิพซัมด้วยวัสดุจำพวกเส้นใย ทั้งนี้ก็เพื่อช่วยลดการหดตัวคายน้อยของมอร์ตาร์อิพซัม อันจะส่งผลต่อสมบัติของแผ่นฝ้าเพดานอิพซัมที่จะผลิตเป็นอุตสาหกรรมในอนาคตได้อีกด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนบางส่วนจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ภายใต้แผนเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) ปีงบประมาณ 2550 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] วินัย วีระพัฒนานนท์, 2537. คู่มือปฏิบัติการ เรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect). กรุงเทพฯ: บริษัท ส่องสยาม จำกัด.
- [2] เฉลิมเดช เฉลิมลาภอักษร, 2546. คู่มือสารานุกรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน เรื่องการประหยัดพลังงานในบ้าน. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- [3] ทัด ลัจจะวาท, 2545. ก่อสร้างอาคารบรรยายด้วยภาพ. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- [4] ธนิต จินดาวงศ์, 2540. หนังสือชุดสื่อสาระสถาปัตยกรรมและเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [5] วราภรณ์ ขจรไชยกูล, 2549. ยางธรรมชาติ : การผลิตและการใช้งาน. 1,500 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซีโน ดีไซน์.
- [6] วราภรณ์ ขจรไชยกูล, 2544. อุตสาหกรรมการผลิตยางธรรมชาติ. เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตร "Process and cleaner Technology in the Rubber Industry". สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.
- [7] Blow, C.M. and Hepburn C., 1982. Rubber Technology and Manufacture. Second Edition. Butterworth Scientific.
- [8] Lecture Note for Diploma of Natural Rubber Processing, 1979. Rubber Research institute of Malaysia. Kuala Lumpur.
- [9] ประชุม คำพูน, 2550. การศึกษาการใช้ยางธรรมชาติผสมเพิ่มในคอนกรีตบล็อก. วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา. ปีที่ 18. ฉบับที่ 1.
- [10] ดิเรก ยิ่งสุขผล, ชีระวัฒน์ ภูอากาศ และบุญชนะ ทวีรัตน์, 2549. การใช้น้ำยางพาราปรับปรุงสมบัติด้านรับกำลังอัดและการเป็นฉนวนกันความร้อนของคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ ออบไอ น้ำ. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [11] สมอ., 2533. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเรื่องยางขึ้นธรรมชาติ มอก.980-2533. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [12] วราภรณ์ ขจรไชยกูล และคณะ, 2544. วิธีการทดสอบน้ำยางขึ้น. เอกสารวิชาการเลขที่ 2/2544. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.
- [13] Muniandy, Em.V., 1998. "Concentrate Production, Factory Operation and Maintenance" in Latex Concentrate & Pre-vulcanised latex. Training Manual. Malaysian Rubber Board. Malaysia.
- [14] Ohama, Y., 1987. Principle of Latex Modification and Some Typical Properties of Latex-Modified Mortars and Concretes. ACI Materials Journal, Title No. 84-M45.
- [15] สิทธิชัย ศิริพันธุ์, พัทธชัย บุญนุ่น, กิจฉัตร โลหะ และ อนุรักษ์ กำเนิดว่า, 2548. การใช้น้ำยางธรรมชาติเพื่อพัฒนาคอนกรีต. การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 10. โรงแรมแอมบาสซาเตอร์ ซิตี้ จอมเทียน พัทยา จ.ชลบุรี.
- [16] สมอ., 2524. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเรื่องแผ่นอิพซัม มอก. 219-2524. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [17] สมอ., 2542. มวลผสมหยาบสำหรับคอนกรีต - การหาความหนาแน่นของวัสดุและการดูดซึมน้ำ-วิธีความสมดุลของความดันน้ำ มอก.1743-2542. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [18] สมอ., 2525. วิธีทดสอบความต้านแรงอัดของแท่งคอนกรีต มอก. 409-2525. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [19] สมอ., 2542. คอนกรีต-การหาความต้านแรงดึงแยกของชั้นทดสอบ มอก.1738-2542. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [20] สมอ., 2542. คอนกรีต-การหาความต้านแรงดัดของชั้นทดสอบ มอก.1841-2542. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [21] ประชุม คำพูน, 2550. การศึกษามอร์ตาร์ผสมน้ำยางขึ้นแบบแอมโมเนียปานกลาง. การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 3. โรงแรมลองบีช การ์เดน โฮเทล แอนด์ สปา. ชลบุรี.
- [22] Khamput, P. and Wanthong, P., 2008. A Study of Mortar mixing with Medium Ammonia Concentrated Latex. The 2nd Technology and Innovation for Sustainable Development Conference (TISD 2008). Khon Kaen. Thailand.
- [23] Blackley, D.C., 1997. Polymer Latices Science and Technology Volume 2 Types of Latices. Chapman & Hall.
- [24] เสาวรณีย์ ช่วยจุลจิตร์, 2548. เทคโนโลยีของยาง. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวัสดุศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [25] เสาวณีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี และ อนุวัตร วอลี, 2549. การศึกษาเบื้องต้นการประยุกต์ใช้น้ำยางธรรมชาติในงานก่อสร้าง. วิจัยยางพาราเพื่ออนาคตที่ยั่งยืน.