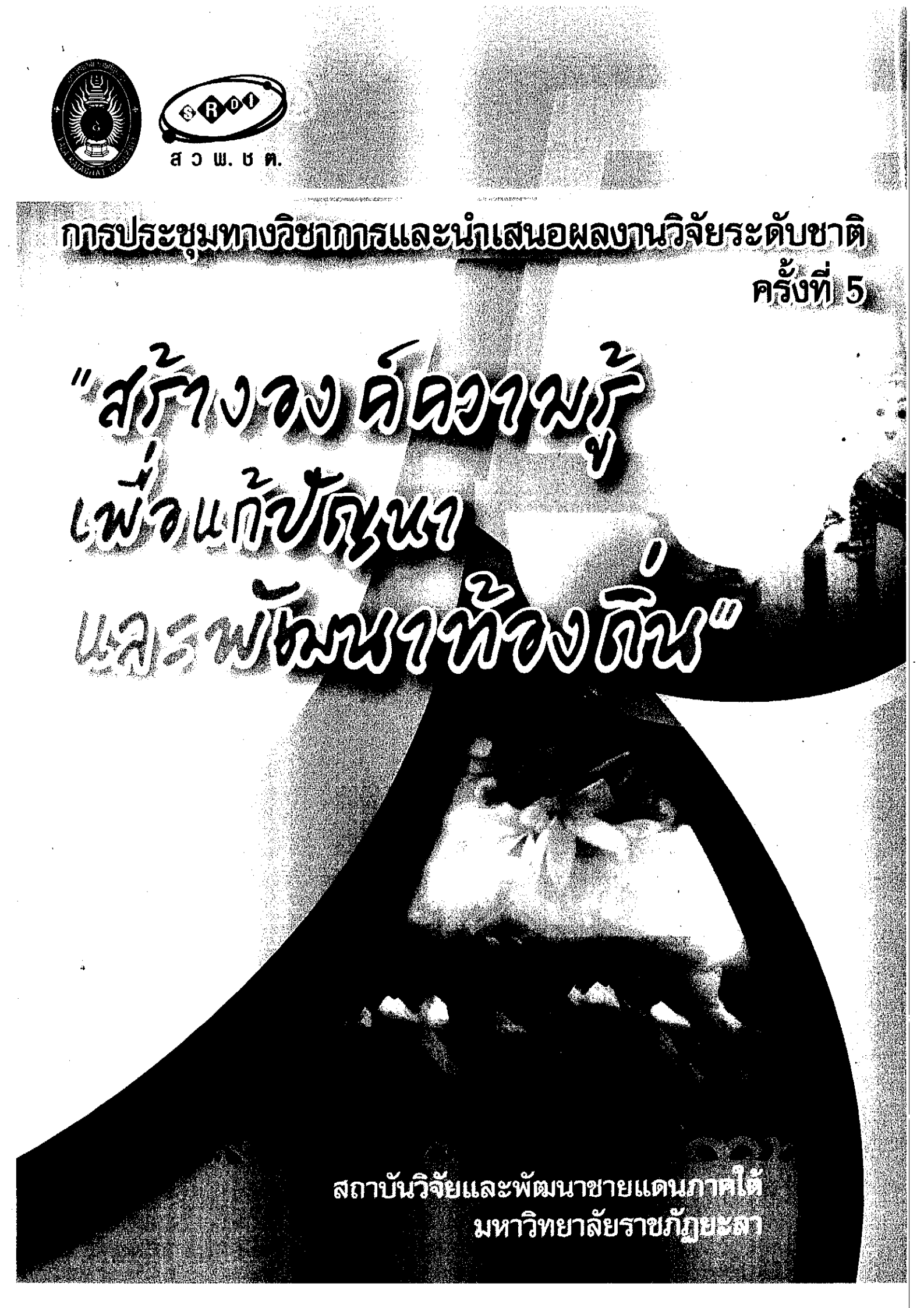


สวพ.ชต.

การประชุมทางวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 5

"สร้างองค์ความรู้ เพื่อแก้ปัญหา และพัฒนาท้องถิ่น"

สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนภาคใต้
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

สมบัติความเป็นฉนวนของอิฐที่มีส่วนผสมของขี้ยางธรรมชาติ

อาบีดีน ดะแซสาเมาะ* ซอฟะ สะนิ** รูซนา เวาะผา** และ ฮายานา กามา**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติความเป็นฉนวนของอิฐที่มีส่วนผสมของขี้ยางธรรมชาติ โดยมีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 หินทราย หินเกร็ด และขี้ยางธรรมชาติ ศึกษาผลของการแทนที่หินเกร็ดและทรายด้วยขี้ยางธรรมชาติที่มีต่อสมบัติความเป็นฉนวนของอิฐ ทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติต้านทานทางเสียง สมบัติต้านทานทางความร้อนและสมบัติทางกล จากการวิจัยพบว่าขี้ยางธรรมชาติที่เติมมีผลต่อความหนาแน่น และอัตราการดูดซึมน้ำ อิฐมีค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียง จัดเป็นวัสดุดูดซับเสียง ดูดซับเสียงได้ดีที่ความถี่ต่ำ อิฐมีสมบัติต้านทานความร้อนต่ำและมีสมบัติต้านทานทางกลที่ดี

คำสำคัญ : อิฐ สมบัติทางฉนวน ขี้ยางธรรมชาติ

* อาจารย์ สาขาฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
** นักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

Insulating Properties of Crumb Rubber-Mixed Concrete Brick

Abedeen Dasaesamoh* Safa Sani Rusna Wohpha** and Hayana Kana****

Abstract

This research project aimed to study the effect of natural crumb rubber on insulating properties of brick which Portland cement type 1, sand, gravel and crumb rubber were used as a mixture. The effect of the replacement of sand and stone with crumb rubber on physical properties, sound insulating properties, thermal insulating properties and mechanical properties were investigated. The crumb rubbers effected both density and water absorption of the brick. The results from Noise Reduction Coefficient revealed that the brick was an effective sound insulator as well as highly mechanical resistantance. However, it had a low thermal resistance.

Keywords : Brick, Insulating properties, Crumb rubber

* Lecturer, Dept. of Science, Fac. of Science and Technology Yala Rajabhat University, Yala

** Undergraduate Student, Dept. of Science, Fac. of Science and Technology Yala Rajabhat University, Yala

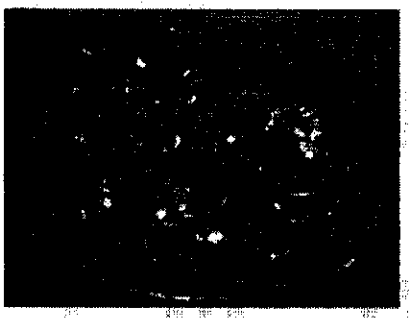
บทนำ

การก่อสร้างที่อยู่อาศัยในปัจจุบันให้ความสนใจกับการออกแบบและเลือกวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง ให้มีความสอดคล้องกับสภาวะแวดล้อม ที่มีการเปลี่ยนแปลง สามารถป้องกันมลภาวะจากสิ่งแวดล้อม ก่อนเข้าสู่ที่อยู่อาศัย โดยวัสดุที่นำมาประกอบอาคารควรมีสมบัติ คือ 1) ต้านทานความร้อน (thermal resistivity) สูง หรือมีค่าการนำความร้อนที่ต่ำ ลดปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคาร 2)ป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอกทั้งที่เกิดเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากมลภาวะแวดล้อม 3)ความแข็งแรงทางกล (mechanical strength) ทนต่อการกระแทกจากภายนอก (1)

ขี้ยางพารา (ขี้ยางธรรมชาติ) เป็นวัสดุเหลือใช้ ที่มีน้ำหนักเบา มีความยืดหยุ่นสูง มีค่าความจุความร้อนที่ต่ำ อีกทั้งเป็นวัสดุไม่อันตราย หรือเกิดมลภาวะไม่เป็นฝุ่นและไม่มีสารพิษจึงปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัยเมื่อนำไปออกแบบเป็นวัสดุสำหรับที่อยู่อาศัย (2) จึงมีความน่าสนใจในการนำขี้ยางธรรมชาติมาเป็นวัสดุ แทนมวลรวม ใช้ในการสร้างอิฐ เพื่อเป็นแนวทางในการหาวัสดุที่มีสมบัติความเป็นฉนวน อีกทั้งเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยเน้นศึกษาสมบัติความเป็นฉนวน ทั้งในด้านเสียง ด้านความร้อน และด้านเชิงกล

วิธีการ

วัสดุผสมของอิฐในการวิจัยนี้ประกอบด้วย ขี้ยางธรรมชาติขนาด 0.5อ0.5 cm2 (ภาพที่ 1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ทราย หินเกร็ด (ขนาด 3/8 นิ้ว) และน้ำสะอาด ออกแบบสัดส่วนในการทำอิฐโดยลดสัดส่วนของมวลรวม (หินเกร็ดและทราย) ลงและแทนที่ด้วยขี้ยางธรรมชาติในสัดส่วนร้อยละ 10 15 และ 20 โดยน้ำหนัก กำหนดอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (W/C Ratio) เท่ากับ 0.20 โดยน้ำหนัก คงที่ทุกสัดส่วนของการวิจัย ซึ่งมีสัดส่วนการผสมแสดงดังตารางที่ 1 เตรียมอิฐให้มี 2 รูปทรง ได้แก่ รูปทรงลูกบาศก์ขนาด 10อ10อ10 cm3 สำหรับการทดสอบ สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางกล และรูปทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 cm ความหนา 1 cm. สำหรับการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง จากนั้นบ่มชื้นอิฐเป็นเวลา 28 วัน



ภาพที่ 1 ขี้ยางขนาด 0.5 X 0.5 cm^2

ตารางที่ 1 สัดส่วนของส่วนผสมในการทำอิฐ

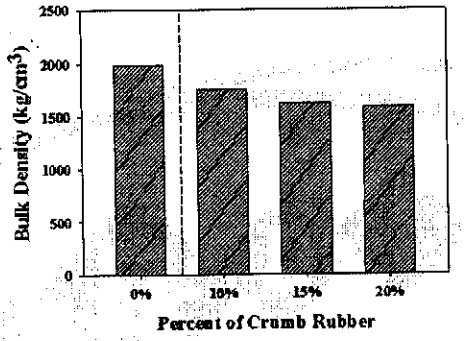
ร้อยละการแทนที่ขี้ยางธรรมชาติ	ทราย:หินเกร็ด (2:1)	ปูนซีเมนต์	ขี้ยางธรรมชาติ
10	27:13	50	10
15	23:12	50	15
20	20:10	50	20

ทดสอบสมบัติทางกายภายของอิฐ (ความหนาแน่น และอัตราการดูดกลืนน้ำ) ที่ผ่านการบ่ม ตามมาตรฐานการทดสอบ มอก. 1505-2541 (3) ทดสอบสมบัติด้านทานทางเสียง โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงด้วยเทคนิคของท่อคลื่นนิ่งตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM C384-03 ที่พัฒนาโดย อาบีดีน และคณะ (4) ทดสอบที่ความถี่ 250 500 1,000 และ 2,000 Hz เปรียบเทียบความสามารถในการลดทอนเสียงของอิฐ ด้วยค่าสัมประสิทธิ์การลดระดับความดังของเสียง (Noise Reduction Coefficient, NRC) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่ความถี่ 250 500 1,000 และ 2,000 Hz ทดสอบสมบัติด้านทานความร้อน โดยทำการวัดค่าการนำความร้อนของอิฐ ด้วยเทคนิค Thermal Constant Analysis (TCA) ด้วยเครื่อง Hot Disk Thermal Constant Analyzer (Hot Disk AB) ทดสอบ ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

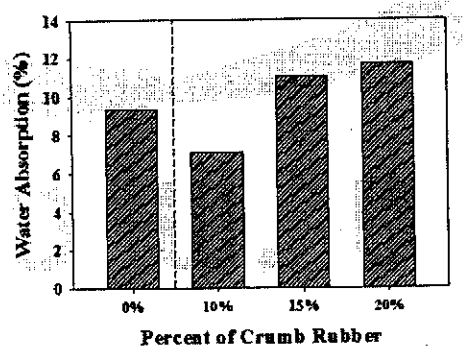
สมบัติทางความร้อนของวัสดุ หน่วยปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีการวิเคราะห์ทดสอบสอบวัสดุ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ และจากค่าการนำความร้อนคำนวณค่าต้านทานความร้อน (thermal resistance) ซึ่งเป็นส่วนกลับของค่าการนำความร้อน สำหรับ สมบัติต้านทานด้านกล ทดสอบกำลังอัด ตามมาตรฐาน มอก. 1505-2541(3) และสมบัติการต้านแรงกระแทก ซึ่งเป็นการทดสอบเพื่อหาพลังงานกระแทกสูงสุดที่อิฐสามารถรับได้ ทดสอบโดยวางก้อนอิฐไว้กับพื้นที่เรียบสม่ำเสมอผิวไม่ขรุขระ นำท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว วางบนก้อนอิฐให้ท่อ PVC อยู่ตรงกึ่งกลางเพื่อทำให้ลูกเหล็กตกลงกึ่งกลางของก้อนอิฐ จากนั้นปล่อยลูกบอลเหล็กมวล 7.50 kg ที่ความสูงเริ่มต้น 15.00 cm ปรับระยะการปล่อยครั้งละ 1.25 cm ทดสอบจนกว่าก้อนอิฐเริ่มแตกร้าว คำนวณค่าพลังงานศักย์ โดยใช้ค่าระยะสูงสุดที่ทำให้อิฐแตกร้าว และมวลของลูกเหล็ก คำนวณหาพลังงานศักย์สูงสุดที่ได้อิฐรับได้ (5)

ผล

จากการเตรียมอิฐที่มีส่วนผสมของเศษยางธรรมชาติ เมื่อนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติต้านทานทางเสียง สมบัติทางความร้อนและ สมบัติต้านทานทางกล ได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้



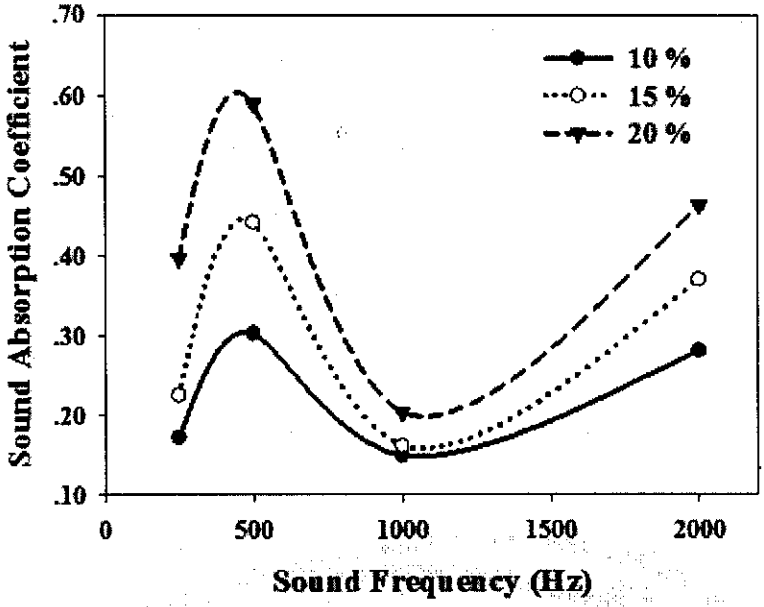
ภาพที่ 2 ความหนาแน่น



ภาพที่ 3 ร้อยละการดูดซึมน้ำ

ภาพที่ 2 - 3 แสดงสมบัติทางกายภาพของอิฐ ซึ่งพบว่า ความหนาแน่นของอิฐ มีค่าลดลงเมื่อสัดส่วนในการแทนที่ของขี้ยางธรรมชาติเพิ่มขึ้นโดยมีค่า 1,756 1,624 1,586 kg/m3 สำหรับร้อยละการแทนที่ขี้ยาง 10 15 และ 20 ตามลำดับ และมีร้อยละการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนในการเติมเศษขี้ยางธรรมชาติ โดยทุกสัดส่วนของการแทนที่มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำที่น้อยกว่าค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก 1505-2541) คือไม่เกินร้อยละ 20 (3)

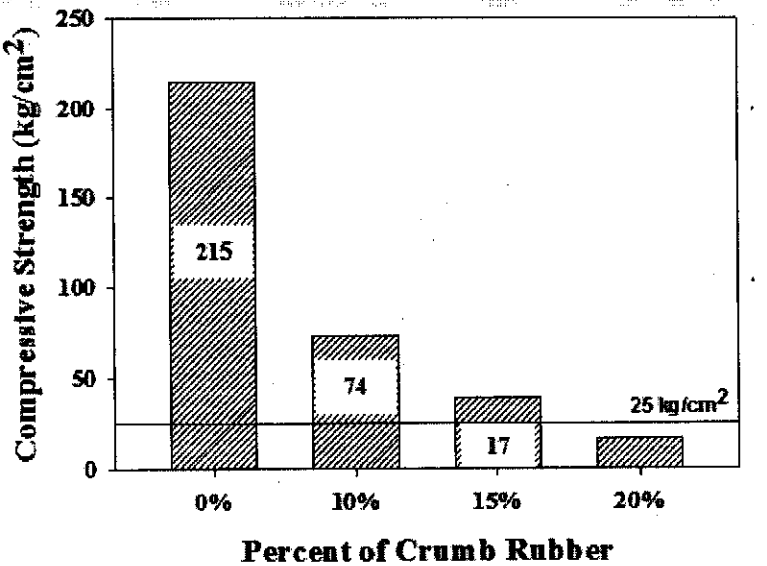
สำหรับสมบัติต้านทานทางเสียงซึ่งพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของอิฐ (ภาพที่ 4) ช่วงความถี่เสียง 250 - 2,000 Hz พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงมีการเปลี่ยนแปลงตามความถี่ลักษณะเดียวกัน ซึ่งต่างจากอิฐที่ไม่มีส่วนผสมของเศษยางที่มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงคงที่ (2)โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงสูงสุดที่ความถี่ 500 Hz เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่ความถี่ 250 500 1,000 และ 2,000 Hz คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียงของอิฐ (NRC) ได้ค่าเท่ากับ 0.23 0.30 และ 0.41 สำหรับ อิฐที่มีร้อยละการแทนที่ขี้ยางธรรมชาติ 10 15 และ 20 ตามลำดับ



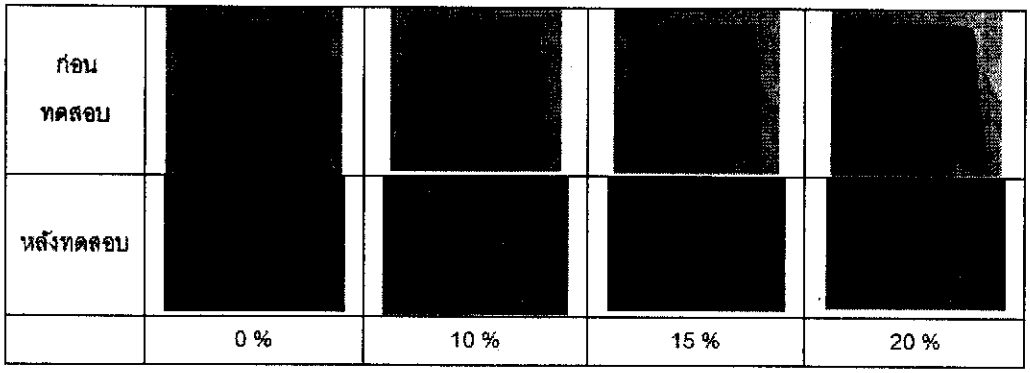
ภาพที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่ขึ้นกับความถี่

จากการทดสอบสมบัติด้านทานทางความร้อนได้ค่าการนำความร้อน เท่ากับ 0.91 0.75 และ 0.67 W/mK สำหรับอิฐที่มีร้อยละการแทนที่ 10 20 และ 30 ตามลำดับ และตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด ค่าการนำความร้อนที่เหมาะสมสำหรับฉนวนทางความร้อนอยู่ในช่วง 0.303-0.476 W/mK ซึ่งจากการทดสอบ พบว่า อิฐมีค่าการนำความร้อนมากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และเมื่อพิจารณาถึงค่าความต้านทานความร้อน ซึ่งเป็นส่วนกลับของค่าการนำความร้อน มีค่า 1.09 1.83 และ 1.49 mK/W อิฐที่มีร้อยละการแทนที่ 10 20 และ 30 ตามลำดับ

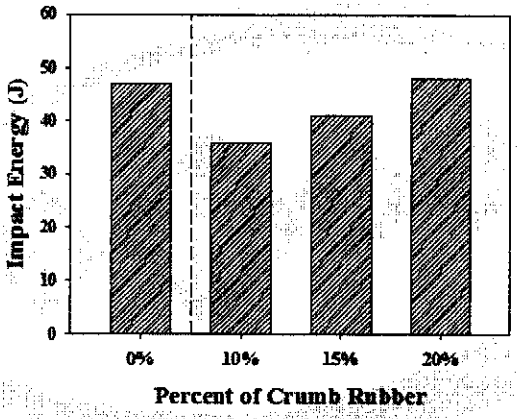
สำหรับกำลังอัดของอิฐ(ภาพที่ 5) พบว่า มีค่าลดลงตามการเพิ่มขึ้นของมวลที่ใช้ในการแทนที่เมื่อมีเติมขี้ยางธรรมชาติ โดยกำลังอัดมีค่าลดลง 66% 82% และ 92% สำหรับอิฐที่มีร้อยละการแทนที่ขี้ยางธรรมชาติ 10 15 และ 20 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่ากำลังอัดกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก 58-2530 ซึ่งกำหนดค่ากำลังอัดไว้ไม่น้อยกว่า 25 kg/cm3 (6) พบว่า อิฐที่มีส่วนผสมของเศษขี้ยางร้อยละ 20 มีค่ากำลังอัดน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐาน



ภาพที่ 5 กำลังอัด



ภาพที่ 6 ลักษณะการแตกร้าวของอิฐหลังการทดสอบสมบัติต้านแรงกระแทก



ภาพที่ 7 พลังงานกระแทก

เมื่อพิจารณาสมบัติต้านแรงกระแทกของอิฐโดยพิจารณาจากพลังงานศักย์สูงสุดที่อิฐเกิดรอยร้าวครั้งแรก บ่งบอกถึงความสามารถในการรับแรงแบบฉับพลัน (shock load) (5) ดังภาพที่ 7 พบว่า พลังงานสูงสุดที่อิฐสามารถต้านทานได้ เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของขี้ยางธรรมชาติ โดยลักษณะการแตกร้าวมีลักษณะที่เนื้ออิฐเกาะกันมากขึ้น (ภาพที่ 6) เมื่อร้อยละของการแทนที่ขี้ยางธรรมชาติเพิ่มขึ้นและสมบัติต้านแรงกระแทกมีแนวโน้มที่สูงขึ้นตามสัดส่วนของขี้ยางธรรมชาติ

วิจารณ์

จากผลการศึกษาสมบัติความเป็นฉนวนของอิฐ ที่มีร้อยละการแทนที่หินเกร็ดและทรายด้วยขี้ยางธรรมชาติในสัดส่วนร้อยละ 10 15 และ 20 โดยน้ำหนัก พบว่า ขี้ยางธรรมชาติที่เติมมีผลต่อความหนาแน่น และอัตราการดูดซึมน้ำสอดคล้องกับงานวิจัยของ ดนุพล และวันชัย (7) ทั้งนี้เนื่องจากการเติมขี้ยางธรรมชาติทำให้เกิดความพรุนภายในเกิดช่องว่างภายในทำให้อิฐมีน้ำหนักเบา อีกทั้งช่องว่างภายในทำให้เกิดการเก็บกักน้ำไว้ ทำให้อิฐดูดซึมน้ำได้ดี (8) อิฐมีค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียงอยู่ในช่วง 0.4 1.0 จัดเป็นวัสดุดูดซับเสียง (Acoustic) (2) สามารถลดทอนพลังงานเสียงจากสิ่งแวดล้อมได้ดี โดยเฉพาะการดูดซับเสียงที่ความถี่ต่ำ (500 Hz) และการเติมขี้ยางธรรมชาติทำให้สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงมีค่าลดลงเนื่องมาจากความหนาแน่นของอิฐลดลงความสามารถในการดูดซับเสียงเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาสมบัติต้านทานทางความร้อนซึ่งได้แก่ ค่าการนำความร้อน และค่าต้านทานความร้อน อิฐมีสมบัติต้านทานความร้อนต่ำ และสำหรับสมบัติต้านทานทางกลอิฐมีสมบัติต้านทานทางกลที่ดี ทั้งกำลังอัด และสมบัติต้านทานแรงกระแทก โดยสมบัติต้านทานของอิฐ ได้รับอิทธิพลมากจากเศษขี้ยางพาราธรรมชาติที่เติม ที่มีความยืดหยุ่น แต่การเติมเศษขี้ยางธรรมชาติทำให้ความสามารถในการยึดเหนี่ยว

ระหว่างโมเลกุลของปูนซีเมนต์ลดน้อยลงและพื้นผิวของมวลรวม (ยางธรรมชาติ) มีความสำคัญสำหรับการยึดเหนี่ยว (bond) ระหว่างมวลรวมและซีเมนต์ ลดการยึดเหนี่ยวระหว่างมวลรวมและปูนซีเมนต์ ทำให้กำลังของคอนกรีตลดลง (9) ซึ่งการวิจัยสรุปได้ว่า อิฐที่มีส่วนผสมของยางธรรมชาติ เหมาะสมในการใช้งานอิฐที่ต้องการรับแรงกระแทกสูง สามารถดูดซับเสียงได้ดี เช่น แผงกั้นบริเวณทางด่วนกับที่อยู่อาศัย ที่กำบังด้านการทหาร ผนังกันเสียง เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการวิจัย (บกศ.) ประจำปี 2553 คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

1. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน : การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างที่มีคุณสมบัติความเป็นฉนวน 10 ชนิด. เอกสารเผยแพร่ แนวทางการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน , 63 หน้า
2. Han, Z., Kombe, T. and Thong-on, N. : Crumb rubber blends in noise absorption study. Materials and structure. 41; p 38-390. 2008.
3. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ มอก. 1505-2541. กรุงเทพมหานคร. 2542
4. อาบีดีน ดะแซสาเมาะ ไลลา ดะดุนะ และ สูฮัยลา สือแม : สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุปูพื้น. การประชุมวิชาการระดับชาติเพื่อนำเสนอผลงานวิจัย ประจำปี 2553. 3 กรกฎาคม 2553มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
5. รัฐวุฒิ รู้แทนคุณ : ความต้านแรงกระแทกของอิฐดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา. ว. วิชาการ APHEIT JOURNAL 13(1): 25-34, 2549.
6. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก. 58-2530. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร. 2530.
7. ดนุพล ตันนโยภาส และ วันชัย แก้วไฝ : การพัฒนาคอนกรีตมวลรวมเศษยางธรรมชาติเติมด้วยเถ้าแกลบขาว. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 20 , 21-22 พฤษภาคม 2552, 555-560.
8. Sukontasukkul, P. and Wiwatpattanapong, S. : Lightweight Concrete Mixed with Superfine Crumb Rubber Powder Part 1 : Insulation Properties. The Journal of KMUTNB., Vol 19(3) : p297-305. 2009.
9. ปริญญา จินดาประเสริฐ และ ชัย จาตุรพิทักษ์กุล : ปูนซีเมนต์ ปอซโซลาน และคอนกรีต. สมาคมคอนกรีตไทย, กรุงเทพมหานคร. 381 หน้า, 2551.