การเปรียบเทียบกำลังอัดอิฐดินประสานโดยใช้ค่ากำลังอัดแกนเดียว*

สุวัฒนา นิคม สุภาพ บุญเรือง*** และ เอกลักษณ์ กาญจนเพ็ญ*****

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์งานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดของอิฐดินประสานกับกำลังอัดแกนเดียวของอิฐดินประสาน โดยอัตราส่วนผสมในการผลิตอิฐดินประสานจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ต่อดินลูกรังต่อทรายเป็น 10: 45: 45 โดยน้ำหนัก ดินลูกรังที่ใช้มาจากสามแหล่ง มาหล่อเป็นก้อนทดสอบขนาด 25 x 1.25 x 1.25 เซนติเมตร ใช้ปริมาณน้ำที่ค่าความชื้นเหมาะสม(OMC) บ่มอิฐดินประสาน 7,14 และ 28 วันก่อนการทดสอบ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่ากำลังอัดของอิฐดินประสานเพิ่มขึ้นตามกำลังอัดแกนเดียวของอิฐดินประสาน ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นประโยชน์สำหรับการวางแผนในอนาคตสำหรับการผลิตอิฐ

คำสำคัญ: กำลังอัด กำลังอัดแกนเดียว อิฐ

---

* ส่วนหนึ่งของงานวิจัยคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

** อาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

*** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

**** อาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

A Comparison of the Compressive Strength of Bricks Using Unconfined Compressive Strength*

Suwattana Nikhom** Supab Burnueang*** and Ekkalak Kanchanapen****

Abstract

The object of research is to comparison the relationship between the compressive strength of bricks and the unconfined compressive strength of brick. The ratio of Portland Cement to fine laterite to sand was 10: 45: 45 by weight. Late rite was obtained from three sources. And test lumps of 25 x 1.25 x 1.25 centimeters were molded using water to the Optimum Moisture Content (OMC). The lumps were kept for 7,14 and 28 days before testing. Test results showed that the compressive strength of the bricks increased with the unconfined compressive strength value of brick. The data collected was analyzed and the information gained from the study will be useful for future planning for produced brick.

Key words: Compressive Strength, Unconfined Compressive Strength, Brick

* Part of research of Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University.

** Faculty Member, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University.

*** Assistant Professor, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University.

**** Faculty Member, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University.

บทนำ

ในอดีตที่ผ่านมาในงานก่อสร้างทั่วไปนิยมนำอิฐมอญมาใช้ในการก่อสร้างผนัง เพราะอิฐมอญมีน้ำหนักเบาและแข็งแรง แต่ขั้นตอนการผลิตอิฐมอญมีความยุ่งยาก เพราะ ต้องนำดินเหนียวผสมกับแกลบและน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม นำไปขึ้นรูปแล้วผึ่งให้แห้งแล้วจึงนำไปเผาที่อุณหภูมิประมาณ 800 องศาเซลเซียสจนอิฐสุกเปลี่ยนเป็นสีแดง จะเห็นได้ว่าการผลิตอิฐมอญต้องใช้เชื้อเพลิงปริมาณสูงจึงไม่เหมาะกับสภาวะโลกร้อน จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันได้มีการนำวัสดุอื่นๆมาทดแทนอิฐมอญได้แก่ ผนังยิปซัมบอร์ด อิฐมวลเบา อิฐบล็อกและอิฐดินประสานเป็นต้น

อิฐดินประสานเป็นวัสดุหนึ่งที่ได้ริเริ่มนำมาในงานก่อสร้างโดยมีจุดเด่นได้แก่ อิฐดินประสานมีความสวยงามและลดขั้นตอนในการฉาบปูนเรียบ อีกทั้งมีความแข็งแรงกว่าอิฐมอญ ระบบการก่อสร้างด้วยอิฐดินประสานเป็นระบบการก่อสร้างแบบผนังรับน้ำหนักทำให้การก่อสร้างเป็นไปด้วยความรวดเร็ว สามารถประยุกต์เป็นโครงสร้างรับน้ำหนักได้ การก่อสร้างไม่ต้องใช้แรงงานที่มีฝีมือมากนักในการก่ออิฐดินประสาน

ในการผลิตอิฐดินประสาน จะใช้ดินลูกรังผสมทรายละเอียดและใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัตถุดิบหลัก โดยมีน้ำเป็นวัสดุประสานขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดซินวาแรมเพื่อให้ได้อิฐที่มีขนาดและรูปทรงตามที่ต้องการโดยทั่วไปการเลือกดินลูกรังที่ใช้เป็นมวลรวมหลักในการผลิตอิฐดินประสาน ดินลูกรังที่นำมาใช้จะต้องมีขนาดเม็ดดินเล็กกว่าตระแกรงเบอร์ 4 มีการกระจายตัวของเม็ดดินที่ดี ทำให้ลดช่องว่างในอิฐดินประสาน มีความหนาแน่นและกำลังสูง แต่ในความเป็นจริงแล้วการพิจารณากระจายตัวของเม็ดดินเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอในการใช้พิจารณาเลือกดินลูกรังจากแหล่งต่างๆงานวิจัยนี้จึงประยุกต์วิธีการพิจารณาเลือกดินลูกรังซึ่งเป็นวัตถุดิบหลัก โดยพิจารณาจากค่ากำลังอัดแกนเดียวของอิฐดินประสานที่บดอัดแบบมาตรฐาน ทดลองเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ากำลังอัดอิฐดินประสาน โดยกำหนดอัตราส่วน ดินลูกรัง: ทรายละเอียด: ปูนซีเมนต์ 45:45: 10 ตามลำดับซึ่งเป็นสัดส่วนที่นิยมใช้ในปัจจุบัน โดยทุกตัวอย่างใช้อัตราส่วนน้ำที่ความชื้นเหมาะสม (OMC) เพื่อให้อิฐดินประสานมีความหนาแน่นสูงสุด แล้วหล่อเป็นก้อนทดสอบขนาด 25x 12.5 x 12.5 เซนติเมตร แล้วนำไปบ่มที่ 7 วัน 14 วัน และ 28 วัน เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของกำลังอัด

วัตถุประสงค์

1.ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดินลูกรังแต่ละชนิดที่นำมาใช้ผลิตอิฐดินประสาน

2.ศึกษาคุณสมบัติทางกลของอิฐดินประสาน ได้แก่ ค่ากำลังอัดแกนเดียวและค่ากำลังอัดอิฐดินประสาน

3. ศึกษาแนวทางการคัดเลือกดินลูกรังที่จะใช้เป็นมวลรวมหลักในการผลิตอิฐดินประสานจากบ่อดินลูกรังตัวอย่าง

วิธีการวิจัย

1. การศึกษาในครั้งนี้จะเก็บตัวอย่างดินลูกรังที่บริเวณพื้นที่ จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 3 แหล่ง โดยดินลูกรังแหล่งที่ 1 ,ดินลูกรังแหล่งที่ 2 และดินลูกรังแหล่งที่ 3 ใช้สัญลักษณ์ S1, S2 และ S3 ตามลำดับ

2. ศึกษาสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมของดินลูกรังดังนี้

- การหาค่าความถ่วงจำเพาะ
- การทดลองหาขนาดมวลคละของดินโดยผ่านร่อนตะแกรง
- การหาค่า Optimum Moisture Content โดยวิธี Compaction Test บดอัดแบบมาตรฐาน
- ทดสอบกำลังแกนเดียวโดยบดอัดแบบมาตรฐานและใช้อัตราส่วนน้ำที่ OMC
- ทดสอบค่า CBR โดยบดอัดแบบมาตรฐานและใช้อัตราส่วนน้ำที่ OMC

3. การศึกษาในครั้งนี้จะคัดเลือกทรายแม่น้ำซึ่งเป็นทรายละเอียดโดยจะทำการทดสอบสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมก่อนนำมาใช้เป็นมวลรวมดังนี้

- การหาค่าความถ่วงจำเพาะ
- การทดลองหาขนาดมวลคละของดินโดยผ่านร่อนตะแกรง

ซึ่งจากการทดสอบทรายตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีค่าความถ่วงจำเพาะ 2.48 และมีค่าโมดูลัสความละเอียด 2.6 ซึ่งถือว่าทรายมีขนาดคละดีเหมาะสมจะนำมาใช้เป็นมวลรวม

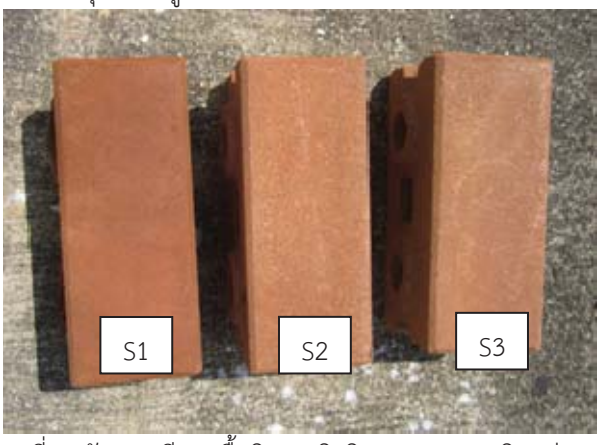
4. หล่ออิฐดินประสานขนาด 25x 12.5 x 12.5 เซนติเมตร เพื่อทดสอบกำลังอัดที่อายุการบ่ม 28 วัน

ผลการวิจัย

1.การทดสอบค่าความถ่วงจำเพาะ

ค่าความถ่วงจำเพาะของแหล่งดิน S1, S2 และ S3 มีค่า 2.11, 2.36 และ 2.42 ตามลำดับ โดยดินลูกรัง S1 เป็นดินลูกรังที่มีเม็ดละเอียดสีน้ำตาลเข้มลักษณะคล้าย

ศิลาแรงซึ่งเป็นดินลูกรังที่นิยมนำมาใช้ทำอิฐดินประสาน กลับมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำสุด ส่วน S2 และ S3 เป็นดินลูกรังที่ใช้ในงานดินถมทั่วไปมีสีน้ำตาลแดงดินมีเม็ดหยาบ เมื่อเปรียบเทียบสีและผิวของอิฐดินประสานพบว่า อิฐดินประสานที่ผลิตจากแหล่งดิน S1 มีสีน้ำตาลเข้มและผิวเรียบตามคุณสมบัติของดินลูกรังที่เป็นมวลรวม ส่วนอิฐดินประสานที่ผลิตจากแหล่งดิน S1 และ S2 มีสีน้ำตาลและผิวขรุขระ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะสีและพื้นผิวของอิฐดินประสานจากดินแต่ละแหล่ง

2.การทดสอบ Optimum Moisture Content (OMC)

ผลจากการทดสอบค่า OMC ของแหล่งดิน S1, S2 และ S3 มีค่า 18.2%, 15.1% และ 12.8% ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 เมื่อนำค่า OMC เปรียบเทียบกับค่าความถ่วงจำเพาะของดินลูกรังทั้ง 3 แหล่งพบว่าค่าความถ่วงจำเพาะแปรผันตามค่า OMC แสดงว่าดินลูกรังจากแหล่งที่ 1 มีความละเอียดสูงที่สุดจึงใช้ปริมาณน้ำในการบดอัดแบบมาตรฐานมากเพื่อให้ดินลูกรังมีค่าความหนาแน่นสูงสุด ส่วนดิน S2 และ S3 มีความละเอียดน้อยกว่าจึงมีค่า OMC ลดลงตามลำดับ

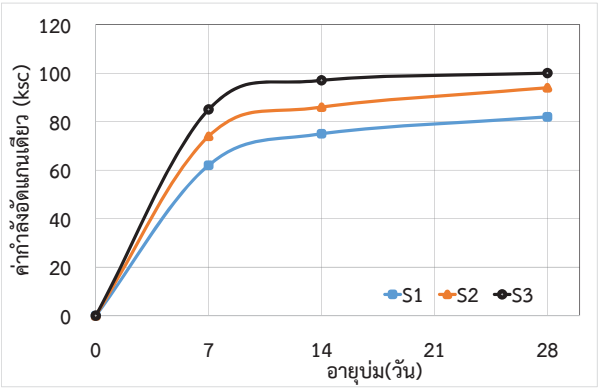
ตารางที่ 1 ค่าความถ่วงจำเพาะและค่า OMC ของดิน

แหล่งดิน	ค่าความถ่วงจำเพาะ	(OMC)
S1	2.11	18.2 %
S2	2.36	15.1 %
S3	2.42	12.8 %

3.การทดสอบค่ากำลังอัดแกนเดียวอิฐดินประสาน

ในการทดสอบกำลังอัดแกนเดียวอิฐดินประสานจะหล่อตัวอย่างและบดอัดแบบมาตรฐานในกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.80 cm สูง 8.41 cm สำหรับนำไปทดสอบค่ากำลังอัดแกน ปริมาตรเท่ากับ 96.4 cm3 ตามมาตรฐาน ASTM D 698 โดยใช้ Mini Compactor โดยมีน้ำหนักเหล็กกระทุ้ง (Hammer) 0.97 kg, ความสูงระยะยก 7.5 cm, จำนวนชั้นในการกระทุ้ง 4 ชั้น จำนวนครั้งที่กระทุ้งในแต่ละชั้น 20 ครั้ง/ชั้น ปริมาตรของ Mold และพลังงานในการบดอัด เท่ากับ 6 kg.cm/cm3 ดังรูปที่ 2 โดยค่าเปรียบเทียบพลังงานของการบดอัดแบบมาตรฐาน (Standard Proctor) กับพลังงานที่ได้จากการบดอัดโดยใช้ Mini Compactor การเตรียมตัวอย่างทุกตัวอย่างได้รับพลังงานในการบดอัดเท่ากัน ในการเตรียมตัวอย่างจะใช้ปริมาณน้ำที่จุด OMC ของดินลูกรังแต่ละแหล่ง ซึ่งหลังจากทำการผสมน้ำแล้วต้องทำการบดอัดให้เสร็จทั้งสามตัวอย่างภายใน 15 นาทีเพื่อป้องกันปูนซีเมนต์แข็งตัว โดยตัวอย่างที่เตรียมเสร็จแล้วนำไปผึ่งในที่ร่มเป็นเวลา 1 วันแล้วนำไปบ่มชื้นที่ 7 วัน 14วัน และ 28 วันโดยการห่อด้วยพลาสติกใส ก่อนจะนำไปทดสอบค่ากำลังอัดแกนเดียวต่อไป

รูปที่ 2 Mini Compactor ที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่าง



รูปที่ 3 ค่ากำลังอัดแกนเดียวอิฐดินประสานที่อายุบ่ม 7, 14 และ 28 วัน

ผลการทดสอบค่ากำลังอัดแกนเดียวอิฐดินประสานพบว่าที่อายุบ่ม 28 วัน อิฐดินประสานมีค่ากำลังอัดแกนเดียวอิฐสูงสุด โดยอิฐดินประสานที่ผลิตจากดิน

ลูกรัง S1, S2 และ S3 มีค่ากำลังอัด 82, 94 และ 100 ksc ตามลำดับดังตารางที่ 2 พบว่าค่ากำลังอัดแกนเดียวแปรตามอายุบ่มที่เพิ่มขึ้น สังเกตได้จากแนวโน้มค่ากำลังอัดแกนเดียวอิฐดินประสานที่อายุบ่ม 7 วันมีค่าต่ำสุดและที่อายุบ่ม 28 วัน ค่าสูงสุดในทุกส่วนผสมดังรูปที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบแนวโน้มค่ากำลังอัดแกนเดียว กับค่าความถ่วงจำเพาะของแหล่งดิน S1, S2 และ S3 พบว่า การเพิ่มขึ้นของค่ากำลังอัดแกนเดียวแปรผันกับค่าความถ่วงจำเพาะของดินโดยสังเกตจากดินที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำกำลังอัดจะน้อยและดินที่มีความถ่วงจำเพาะสูงกำลังอัดแกนดียวจะสูงเช่นกัน ซึ่งค่ากำลังอัดแกนเดียวที่สูงขึ้นอาจเกิดจากดินลูกรังที่มีความถ่วงจำเพาะสูง โครงสร้างเม็ดดินมีความแข็งแรงสามารถรับกำลังได้ดี หรือดินลูกรังที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐดินประสานมีค่า OMC ต่ำ ทำให้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ต่ำส่งผลให้กำลังอัดแกนเดียวสูงขึ้น

ตารางที่ 2 ค่ากำลังอัดแกนเดียวอิฐดินประสานที่อายุบ่ม 7 วัน 14 วัน และ 28 วัน

แหล่งดิน	กำลังอัดแกนเดียวอิฐดินประสาน(ksc)		
	บ่ม 7 วัน	บ่ม 14 วัน	บ่ม 28 วัน
S1	62	75	82
S2	74	86	94
S3	85	97	100

4. การทดสอบกำลังอัดอิฐดินประสาน

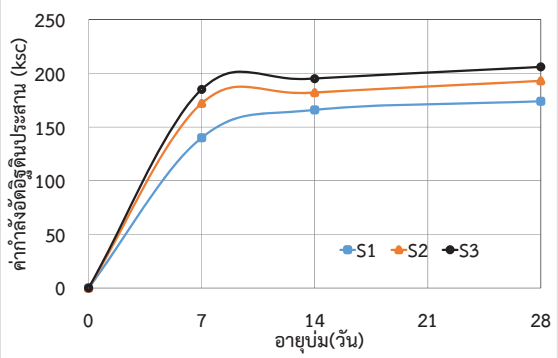
กำลังอัดอิฐดินประสานมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุบ่มที่เพิ่มขึ้นเหมือนคอนกรีตทั่วไป พบว่าที่อายุบ่ม 28 วัน อิฐดินประสานมีค่ากำลังอัดอิฐสูงสุดโดยอิฐดินประสานที่ผลิตจากดินลูกรัง S1, S2 และ S3 มีค่ากำลังอัด 174, 193 และ 206 ksc ตามลำดับดังตารางที่ 3 โดยแนวโน้มดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 4 โดยกำลังอัดอิฐดินประสานจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 7 วันแรก แต่หลังจากนั้นแล้วกำลังอัดเพิ่มขึ้นน้อยมากเพราะอัตราส่วนน้ำที่ใช้ผสมในการผลิตอิฐดินประสานอยู่ระหว่าง 12.8 % – 18.2 % หรืออาจกล่าวว่าในการอัดอิฐดินประสานจำเป็นต้องใช้ปริมาณน้ำจำนวนน้อยเพื่อใช้ได้ความหนาแน่นอิฐดินประสานสูงสูด ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ไม่มีน้ำในการบ่มอย่างเพียงพอในอิฐดินประสานหลังจากที่อายุบ่ม 7 วันกำลังอัดจึงมีการพัฒนาต่ำ

ตารางที่ 3 ค่ากำลังอัดอิฐดินประสานที่อายุบ่ม 7 วัน 14 วัน และ 28 วัน

แหล่งดิน	กำลังอัดอิฐดินประสาน(ksc)		
	บ่ม 7 วัน	บ่ม 14 วัน	บ่ม 28 วัน
S1	140	166	174
S2	172	182	193
S3	185	195	206

5. เปรียบเทียบกำลังอัดอิฐดินประสานกับค่ากำลังอัดแกนเดียว

จากการเปรียบเทียบกำลังอัดอิฐดินประสานกับค่ากำลังอัดแกนเดียวอิฐดินประสานพบว่าค่ากำลังอัดอิฐดินประสานกับค่ากำลังอัดแกนเดียวมีแนวโน้มหรือพฤติกรรมเหมือนกัน โดยค่ากำลังทั้งสองจะเพิ่มขึ้นตามปัจจัยต่างๆ ได้แก่ อายุบ่ม ค่า OMC และ ความถ่วงจำเพาะเม็ดดิน แต่ไม่สามารถทำนายผลค่ากำลังอัดอิฐดินประสานจากค่ากำลังอัดแกนเดียวได้เพราะความแปรปรวนจากวิธีทดสอบกำลังอัดที่แตกต่างกันได้แก่ รูปทรงของชิ้นงานที่จะทดสอบกำลังอัด เครื่องมือที่ใช้ทดสอบกำลังอัดและพลังที่ใช้ในการบดอัด



รูปที่ 4 ค่ากำลังอัดอิฐดินประสานที่อายุบ่ม 7,14 และ 28 วัน

อภิปรายผลการวิจัย

การหาค่ากำลังอัดอิฐดินประสานจากการสร้างสมการความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างค่ากำลังอัดแกนเดียวหรือค่าความถ่วงจำเพาะเพราะความแปรปรวนจากกระบวนการทดสอบ แต่สามารถพิจารณาแนวโน้มของกำลังอัดอิฐดินประสานเพื่อใช้ประกอบการเลือกแหล่งดินลูกรังเพื่อให้ได้กำลังอัดอิฐดินประสานสูงสุด โดยพิจารณาจากค่ากำลังอัดแกนเดียวอิฐดินประสานซึ่งจะแปรผันโดยตรงกับค่ากำลังอัดอิฐดินประสาน หรืออาจกล่าวได้ว่าถ้ากำลังอัดแกนเดียวของดินลูกรังมีค่าสูงเมื่อนำดินมาผลิตอิฐดินประสานก็ส่งผลให้อิฐมีกำลังอัดสูงเช่นกัน

ข้อเสนอแนะ

การทดลองในครั้งนี้ศึกษาเฉพาะสมบัติทางกลของดินลูกรัง แต่ในความเป็นจริงดินลูกรังที่มีความแปรปรวนของเม็ดดินโดยธรรมชาติต่างกับวัสดุอื่นที่ใช้เป็นส่วนประกอบได่แก่ทรายและปูนซีเมนต์ ควรทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของดินลูกรังว่ามีผลกระทบต่อกำลังอัดอิฐดินประสานอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

ชัยชาญ โชติถนอม คำภีร์ จิตชัยภูมิ และเรืองรุชดิ์ ธีระโรจน์. (2550). คอนกรีตปล็อกมวลเบาผสมเถ้าแกลบและเถ้าชานอ้อย. ใน *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 12.หน้า 242-246*.

ดนุพล ตันนโยภาส (2552) แนะนำศิลาวรรณนา ปรับปรุงครั้งที่ 2 ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 321 หน้า

ดนุพล ตันนโยภาส, มนูญ มาศนิยม และ สุทธิชัย เหล่าปรีชากุล (2547) อิทธิพลของเถ้าเชื้อเพลิงกะลาปาล์มน้ำมันที่มีผลกระทบต่อกำลังและความคงทนของมอร์ต้าร์. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 3. 8-9 ธันวาคม

ดิษฐพร แก้วมุนีโชค, ดนุพล ตันนโยภาส และ พิพัฒน์ ทองฉิม (2551).การปรับปรุงสมบัติของดินเหนียวปากพนังด้วยเถ้าของเสียจากอุตสาหกรรมเกษตร. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ครั้งที่ 6 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 8 - 9 พฤษภาคม 2551.หน้า182-187 .

พรนรายณ์ บุญราศรี และ ดนุพล ตันนโยภาส (2551). การปรับปรุงคุณภาพของคอนกรีตมวลรวมจากกะลาปาล์มน้ำมันด้วยเถ้าแกลบที่มีต่อสมบัติทางกายภาพและเชิงกล. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 6. 8-9 พฤษภาคม

ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. http://enghome.eng.psu.ac.th/ mne. เมื่อ14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551

สมบูรณ์ คงสมศักดิ์ศิริ (2549). อิฐมวลเบาผสมโฟม. สำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. http://www.kmutnb.ac.th เมื่อวันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ. 2551

สมิตร ส่งพิริยะกิจ และปริญญา จินดาประเสริฐ (2549). การผลิตอิฐมวลเบาจากวัสดุรีไซเคิล. การประชุมวิชาการทางเทคโนโลยี และนวัตกรรมสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 25-26 มกราคม พ.ศ.2549. หน้า 586-589