

ผลของอัตราส่วนพลาสติกพอลิโพรไพลีนในอิฐมวลเบาต่อค่าความแข็งแรง
อัดและสภาพนำความร้อน

**EFFECTS OF POLYPROPYLENE PLASTIC RATIO IN
AUTOCLAVED AERATED CONCRETE ON COMPRESSIVE STRENGTH
AND THERMAL CONDUCTIVITY**

นวรรตน์ นิธิสุวรรณรักษา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

Navarat Nitisuwanluksa

Mechanical Engineering, Chiang Mai University

239 Hauey Kaew Road, Tumbon Suthep, Amphur Muang, Chiang Mai 50200

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาความเป็นไปได้ในการแทนที่ทรายด้วยพลาสติกพอลิโพรไพลีนในการผลิตอิฐมวลเบา โดยอัตราส่วนพลาสติกมาแทนที่ทรายในปริมาณร้อยละ 0, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25 และ 1.50 โดยน้ำหนัก ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการแทนที่พลาสติกที่เพิ่มขึ้น ค่าความแข็งแรงอัด ความหนาแน่น และอัตราการดูดซึมน้ำจะมีค่าลดลง โดยอิฐมวลเบาที่มีการแทนที่ทรายด้วยพลาสติกในปริมาณร้อยละ 1.50 โดยน้ำหนัก มีค่าความแข็งแรงอัด 13.68 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ความหนาแน่น 1.51 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร อัตราการดูดซึมน้ำเท่ากับ 274.98 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมากกว่าคอนกรีตมวลเบาแบบปกติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน ถือว่าผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1505-2541 การเทียบต้นทุนของการนำพลาสติกมาใช้ในการหาปริมาณต่อตารางเมตรพบว่า การแทนที่ทรายด้วยพลาสติกสามารถประหยัดต้นทุนการผลิตได้

คำสำคัญ: อิฐมวลเบา, พลาสติกพอลิโพรไพลีน, กำลังอัด

ABSTRACT

This research investigated possibility for replaced sand using polypropylene plastic in the production of Autoclaved Aerated Concrete. The ratio of plastic replaced sand is between 0,

0.50, 0.75, 1, 1.25 and 1.50 %wt. Experimental results showed that the ratio of replaced plastic increased, the compressive strength, the bulk density and the water absorption rate decreased. The Autoclaved Aerated Concrete containing plastic 1.50 %wt. had the compressive strength 13.68 N/mm^2 the bulk density 1.51 kg/dm^3 and the water absorption rate 274.98 kg/m^3 . The coefficient of thermal conductivity is slightly larger than that of normal Autoclaved Aerated Concrete at the age of 28 days of incubation, considered by the industrial Standard TIS 1505-2541. The comparison of capital cost of the plastic per square meter is cheaper and economized than sand.

KEYWORDS: Autoclaved Aerated Concrete, Polypropylene Plastic, Compressive Strength

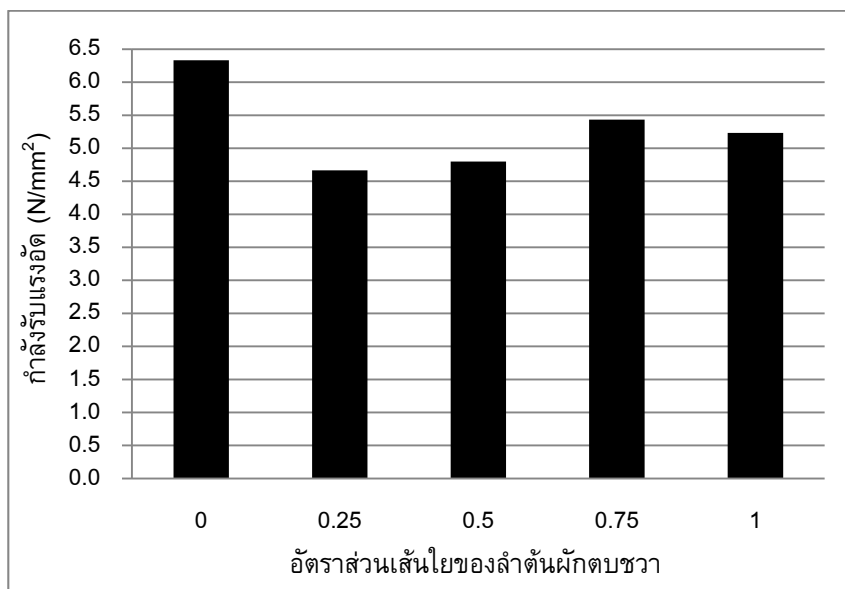
1. บทนำ

อิฐ (Brick) เป็นวัสดุที่ใช้ในงานก่อสร้างมาอย่างยาวนานหลายพันปีมาแล้ว โดยที่ประเทศอียิปต์เป็นประเทศแรกที่ใช้อิฐในงานก่อสร้าง อิฐในสมัยโบราณจะถูกผลิตขึ้นจากดินเหนียว และจะทำการขึ้นรูปด้วยมือ โดยอิฐที่นิยมนำมาใช้งานคือ อิฐมอญ ที่เรียกอิฐชนิดนี้ว่าอิฐมอญก็เนื่องมาจากชาวมอญเป็นผู้มีความสามารถในการผลิตอิฐ จึงเรียกตามชื่อชาติที่มีความสามารถในการผลิตในยุคนั้น อิฐมอญหรืออิฐดินเผา คืออิฐที่ทำจากดินเหนียวผสมกับแกลบหรือวัสดุอื่นผสมน้ำ นวดเคล้าให้เข้าจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้วจึงเทใส่เข้าแม่พิมพ์ โดยโรยเอาแกลบบนลานดินภายในแม่พิมพ์ก่อน เพื่อป้องกันไม่ให้ดินผสมติดกับแม่พิมพ์ ปาดให้เรียบ ตัดทำเป็นแผ่น ผึ่งให้แห้งหรือพอบแห้ง แล้วเอาเข้าเตาเผาจนสุก ต่อมาได้มีการพัฒนาคุณสมบัติของอิฐมอญให้ดียิ่งขึ้น จนกลายมาเป็นอิฐมวลเบาในปัจจุบัน อิฐมวลเบาเป็นวัสดุที่ผลิตขึ้นจาก ทราย ซีเมนต์ ปูนขาว ยิปซัม โดยลักษณะของอิฐมวลเบาคือมีฟองอากาศอยู่ภายในจึงทำให้มีน้ำหนักเบา มีอัตราการดูดซึมน้ำน้อยกว่าอิฐมอญถึง 4 เท่า เป็นฉนวนความร้อน ไม่สะสมความร้อน ทนไฟได้นาน 4 ชั่วโมง กันเสียงได้ดี เมื่อฉาบจะมีอัตราการแตกร้าวน้อยกว่าการก่ออิฐมอญฉาบปูนเนื่องจากอิฐมวลเบาที่มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับปูนฉาบมากกว่าอิฐมอญ และเนื่องจากในปัจจุบันมีการใช้งานถุงพลาสติกกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งทำให้ถุงพลาสติกเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายทั่วทุกภาคของประเทศไทย โดยที่ถุงพลาสติกมักเป็นวัสดุที่ไม่ได้นิยมนำกลับมาใช้ใหม่ จึงส่งผลให้ถุงพลาสติกเป็นวัสดุเหลือใช้ที่ใช้เวลาในการย่อยสลายสูง โดยที่กรมส่งเสริมคุณภาพและสิ่งแวดล้อม [1] ได้ทำการสำรวจพบว่า ในหนึ่งวัน คนหนึ่งคนใช้ถุงพลาสติกประมาณ 8 ใบ เมื่อเทียบกับจำนวนประชากรของประเทศไทยที่มีจำนวนประชากรกว่า 60 ล้านคน ทุกวันนี้ประเทศไทยมีปริมาณขยะถึงประมาณ 64 ล้านตัน เป็นพลาสติกถึงร้อยละ 20 และได้มีงานวิจัยของนพดล สหชัยเสรี [2] ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้พลาสติกเอทิลีนโวนิลแอลกอฮอล์แทนที่ทรายในการผลิตอิฐมวลเบา ในอัตราส่วนร้อยละ 0, 10, 20, และ 25 โดยน้ำหนัก ผลการศึกษาค่าความแข็งแรงอัดและค่าความหนาแน่นมีค่าที่ลดลง ส่วนค่าอัตราการดูดซึมน้ำ

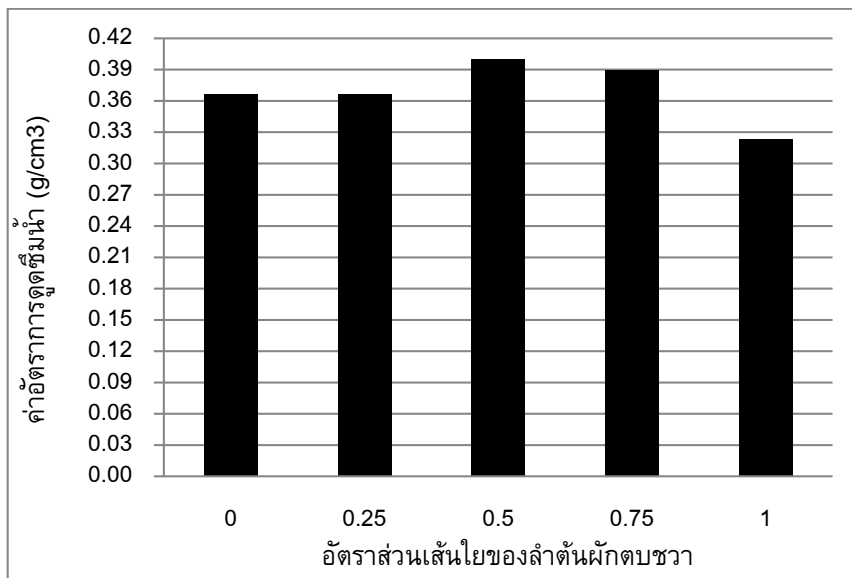
น้ำมีค่ามีเพิ่มขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้ถุงพลาสติกพอลิโพรไพลีนเพียงหนึ่งชนิดมาทดแทนวัสดุดั้งเดิมในอิฐมวลเบาคือทราย เนื่องจากข้อดีของพลาสติกคือ ทนความร้อนได้ดี มีความหนาแน่นต่ำ ข้อเสียมีค่าความแข็งแรงอัดต่ำ ส่วนข้อดีของทราย ทนความร้อนได้ดี ข้อเสียของทรายมีความหนาแน่นสูง งานวิจัยนี้จึงเลือกพลาสติกมาใช้เป็นวัสดุที่จะนำมาแทนที่ทรายเพราะพลาสติกมีข้อดีในด้านของค่าความหนาแน่นที่ต่ำกว่าทรายและการเลือกพลาสติกยังเป็นการประหยัดต้นทุนในการผลิตอิฐมวลเบา และแก้ไขปัญหาปริมาณขยะเหลือใช้จากภาคอุตสาหกรรมและภาคครัวเรือน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลของส่วนผสมของเส้นใยเสริมแรงจากผักตบชวาแทนทรายในคอนกรีตมวลเบาที่มีต่อสมบัติทางกล โดยทดสอบที่สัดส่วนของเส้นใยผักตบชวาแทนที่ทรายร้อยละ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 โดยน้ำหนัก ซึ่งบรร อิศรางกูร [3] พบว่าสมบัติเชิงกลในด้านความแข็งแรงอัดที่สัดส่วนของเส้นใยผักตบชวาแทนที่ทรายร้อยละ 7.5 โดยน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 1 เป็นค่าที่ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตาม มอก. 1505-2541 คือมีค่าความแข็งแรงอัดไม่ต่ำกว่า 2 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ด้านการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบาพบว่า จะมีค่าแปรผันตามอัตราส่วนผสมของผักตบชวาที่มากขึ้นจนถึงค่าอัตราส่วนผสมที่ร้อยละ 0.5 แล้วจึงมีค่าการดูดซึมน้ำที่ลดลงลงมา ดังแสดงในรูปที่ 2

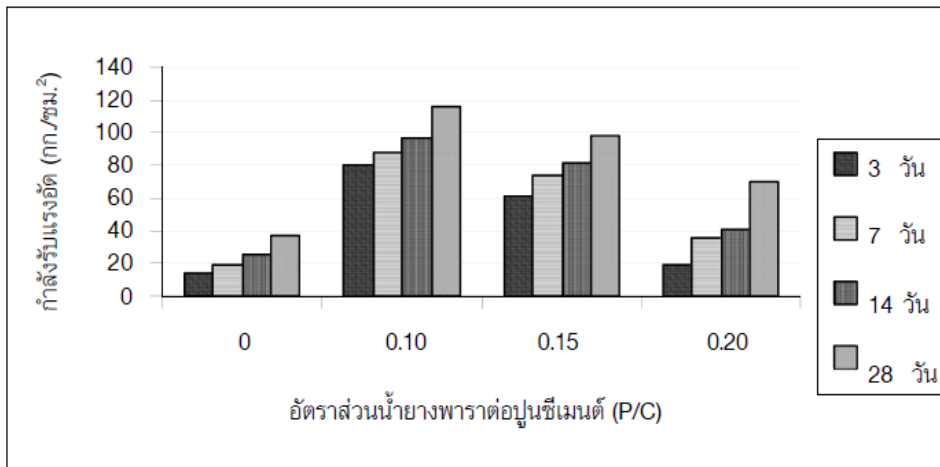


รูปที่ 1 ค่าความแข็งแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำที่มีส่วนเส้นใยของลำต้นผักตบชวา ร้อยละ 0, 0.25, 0.5, 0.75, และ 1.0 โดยน้ำหนัก [3]



รูปที่ 2 ค่าอัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำที่มีส่วนเส้นใยของลำต้นผักตบชวา ร้อยละ 0, 0.25, 0.5, 0.75, และ 1.0 โดยน้ำหนัก [3]

การศึกษาผลของส่วนผสมของน้ำยางพาราแทนปูนซีเมนต์ในคอนกรีตมวลเบาที่มีต่อสมบัติทางกล โดยประชุม คำพุด [4] พบว่าที่อัตราส่วนผสมของน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0, 0.10, 0.15 และ 0.20 โดยน้ำหนัก การทดสอบจะทำการเก็บข้อมูลของอิฐมวลเบาที่อายุ 3, 7, 14, 28 วัน ค่าความแข็งแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาจะแปรผกผันกับอัตราส่วนของน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ ดังแสดงในรูปที่ 3 ในขณะที่ค่ากำลังอัดของคอนกรีตจะแปรผันตรงกับอัตราส่วนของน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ โดยที่เมื่อผสมน้ำยางพารามากขึ้นค่าความแข็งแรงอัดจะลดลงแต่ค่ากำลังอัดจะเพิ่มขึ้น ค่าความหนาแน่นจะแปรผกผันกับอัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ ค่าการดูดกลืนน้ำจะแปรผันตรงกับอัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ และค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนจะมีค่ามากกว่าคอนกรีตมวลเบาแบบปกติอยู่เล็กน้อย โดยปริมาณน้ำยางพาราที่เหมาะสมที่สุดในงานวิจัยนี้คือ การใช้อัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ 0.10 โดยน้ำหนัก เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วน้ำยางพาราสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุผสมเพิ่มในการผลิตคอนกรีตมวลเบาที่สามารถรับค่าความแข็งแรงอัดได้และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ดี

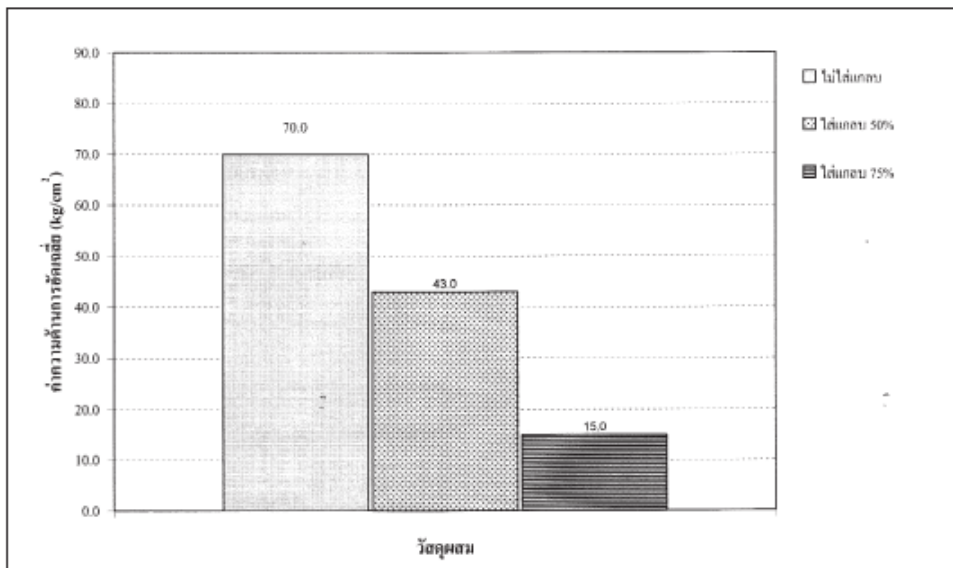


รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดและอัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ ร้อยละ 0, 0.10, 0.15 และ 0.20 โดยน้ำหนัก [4]

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอิฐมวลเบาที่มีอัตราส่วนผสมของแกลบที่ร้อยละ 0, 50 และ 75 โดยน้ำหนัก โดยในงานวิจัยนี้จะนำแกลบเข้าไปแทนที่ส่วนผสมดั้งเดิมทั้งหมดในการผลิตอิฐมวลเบา ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยภานุ คณะทอง [5] พบว่าค่าความแข็งแรงอัดของอิฐมวลเบาจะมีค่าที่แปรผกผันกับอัตราส่วนผสมของแกลบที่ร้อยละ 0, 50 และ 75 โดยน้ำหนักในอิฐมวลเบา คือค่าความแข็งแรงอัดจะลดลงตามอัตราส่วนผสมของแกลบในอิฐมวลเบาที่เพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4 ถึงแม้ว่าค่าความแข็งแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมของแกลบที่ร้อยละ 75 จะมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 15 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แต่ก็ยังผ่านค่ามาตรฐาน ACI.DESIGNATION : 213R-87 ที่ค่า 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 1 สูตรที่ใช้เตรียมอิฐบล็อก เพื่อศึกษาอิทธิพลของการแทนที่วัสดุผสมด้วยแกลบ [5]

สูตร	ส่วนผสม	สูตรผสมโดยปริมาตร (ปูน : วัสดุผสม)	สัดส่วนการผสม (%)			
			ปูน	วัสดุผสม	แกลบ	น้ำ
A	หินคลุก + แกลบ 0 %	1 ต่อ 5	15.0	75.0	0	10.0
B	หินคลุก + แกลบ 50 %	1 ต่อ 5	15.0	37.5	37.5	10.0
C	หินคลุก + แกลบ 75 %	1 ต่อ 5	15.0	18.8	56.3	10.0



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานอัดเฉลี่ยกับปริมาณการแทนที่วัสดุผสมด้วยกลบที่ปริมาณร้อยละ 0, 50 และ 75 โดยน้ำหนัก [5]

การเลือกศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องนี้ เนื่องจากงานวิจัยของ บวร อิศรางกูร [3] เป็นการใช้ ผักตบชามาแทนที่ทรายคล้ายกับในงานวิจัย ส่วนงานวิจัยของประชุม คำพูน [4] และ งานวิจัยของ ภาณุ คณะง [5] จะเป็นการศึกษาการเลือกใช้วัสดุมาใช้แทนที่ส่วนผสมเดิม อย่างการเลือกใช้ยางพาราในงานวิจัย เพราะยางพารามีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำและยังต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพารา [4] ส่วนการเลือกใช้กลบในงานวิจัยเพราะกลบมีน้ำหนักที่เบา [5] และจากงานวิจัยที่ผ่านมาทำให้ทราบถึงแนวทางการวิจัยและแนวโน้มของผลการวิจัยที่เกิดขึ้น ในงานวิจัยที่ผ่านมาจะมีการนำวัสดุเข้าไปแทนที่ส่วนผสมของอิฐมวลเบาอยู่ 2 รูปแบบ คือ 1) การนำวัสดุเข้าไปแทนที่ส่วนผสมเพียงหนึ่งชนิด [3, 4] 2) การนำวัสดุเข้าไปแทนที่ส่วนผสมอิฐมวลเบาทุกชนิด [5] ส่วนแนวโน้มผลการทดสอบที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะออกมาในลักษณะนี้ คือ เมื่อมีการนำวัสดุต่าง ๆ เข้าไปแทนที่ส่วนผสมของอิฐมวลเบา ค่าความแข็งแรงอัดและค่าความหนาแน่นจะมีค่าที่ลดต่ำลงตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มมากขึ้นของวัสดุที่เข้าไปแทนที่ ค่าอัตราการดูดซึมน้ำและค่าการนำความร้อนจะมีค่าที่ไม่แน่นอนจะขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาแทนที่ว่ามีประสิทธิภาพในการดูดซึมน้ำและค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมากน้อยเพียงใด และในด้านอายุการบ่มอิฐมวลเบาจากข้อมูลทางด้านวิศวกรรมได้ระบุไว้ว่าอายุการบ่มของอิฐมวลเบาที่ 28 วัน ถือเป็นจำนวนวันในการบ่มที่ส่งผลให้อิฐมวลเบามีประสิทธิภาพเต็มที่

3. ทฤษฎีที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ความหนาแน่น (density) เป็นสมบัติเฉพาะของสารแต่ละชนิดและเป็นปริมาณที่บอกค่ามวลของสารในหนึ่งหน่วยปริมาตร เป็นการวัดมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ยิ่งวัตถุมีความหนาแน่นมากขึ้น มวลต่อหน่วยปริมาตรก็ยิ่งมากขึ้น ค่าความหนาแน่นสามารถหาได้จากสมการที่ (1)

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

โดยที่ ρ คือ ความหนาแน่นของวัตถุ (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร)

M คือ มวลรวมของวัตถุ (กิโลกรัม)

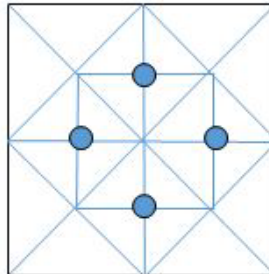
V คือ ปริมาตรรวมของวัตถุ (ลูกบาศก์เดซิเมตร)

อัตราการดูดซึมน้ำ (water absorption rate) จะทำการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำในอิฐมวลเบาที่ขนาด ความกว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 10×10×10 เซนติเมตร โดยจะทำการอบอิฐมวลเบาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง แล้วนำไปแช่ในน้ำสะอาดให้ท่วมเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงนำมาชั่งน้ำหนักหาค่าการดูดซึมน้ำ

กำลังอัดหรือค่าความแข็งแรงอัด (compressive strength) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญมากที่สุดของอิฐมวลเบา โดยที่ค่าความแข็งแรงอัดของอิฐมวลเบานี้จะขึ้นอยู่กับส่วนผสม อายุการบ่มและอื่น ๆ โดยปกติผู้ออกแบบจะกำหนดค่าความแข็งแรงอัดของคอนกรีตสำหรับงานก่อสร้างจริงให้สูงกว่าค่าความแข็งแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการคำนวณออกแบบประมาณ 15-25% เนื่องจากค่าความแข็งแรงอัดของคอนกรีตในที่ก่อสร้างย่อมต่ำกว่าค่าความแข็งแรงอัดของตัวอย่างที่นำมาทดสอบ โดยจะทำการทดสอบอิฐมวลเบาที่ขนาด กว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 10×10×10 เซนติเมตร โดยการกดขึ้นทดสอบในแนวตั้งฉากของชิ้นทดสอบจนได้ค่าความแข็งแรงอัดสูงสุดเมื่อขึ้นทดสอบแตกเสียหาย

ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity) เป็นค่าที่แสดงถึงการนำความร้อนได้ดีหรือไม่ จะเป็นลักษณะเฉพาะตัวของวัตถุแต่ละชนิด โดยทิศทางของการเคลื่อนที่ของพลังงานความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า วิธีการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน คือ จะนำอิฐมวลเบาเข้าเครื่องทดสอบที่มีฉนวนล้อมรอบเพื่อเป็นการควบคุมอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมระหว่างการทดสอบ จากนั้นจะทำการควบคุมอุณหภูมิที่พื้นผิวของผนังอิฐมวลเบาเพียงด้านเดียวให้มีอุณหภูมิคงที่ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส โดยจะทำการวัดอุณหภูมิที่ผนังอิฐมวลเบาทั้งสองด้าน ด้านละ 4 จุด แสดงในรูปที่ 5 เพื่อหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่เกิดขึ้น และจะให้

พลังงานความร้อนแก่อิฐมวลเบาจนกระทั่งผลต่างของอุณหภูมิพื้นผิวทั้งสองด้านไม่มีการเปลี่ยนแปลงแล้ว ก็จะนำค่าอุณหภูมิพื้นผิวของผนังทั้ง 2 ด้านมาคำนวณตามสมการที่ (2) เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่เกิดขึ้น



รูปที่ 5 แสดงจุดที่ทำการวัดอุณหภูมิของอิฐมวลเบา

$$k = \frac{QL}{A(T_1 - T_2)} \quad (2)$$

โดยที่ Q = อัตราการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำความร้อน (วัตต์)
 A = พื้นที่ผิววัสดุ (ตารางเมตร)
 T_1 = อุณหภูมิที่ผิวของวัสดุด้านร้อน (เคลวิน)
 T_2 = อุณหภูมิที่ผิวของวัสดุด้านเย็น (เคลวิน)
 L = ความหนาของวัสดุ (เมตร)
 k = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน)

4. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของส่วนผสมพลาสติกที่มีต่อค่าความแข็งแรงอัด ค่าความหนาแน่น ค่าการดูดซึมน้ำ และค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนในอิฐมวลเบา

5. วิธีดำเนินการวิจัย

วางแผนการวิจัย โดยจะทำการทดสอบอิฐมวลเบาที่จะอ้างอิงอัตราส่วนผสมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ ทรายละเอียดร้อยละ 50 ปูนซีเมนต์ร้อยละ 30 ปูนขาวร้อยละ 10 และยิปซัมร้อยละ 10 การทดสอบจะใช้อัตราส่วนผสมของพลาสติกในการแทนที่ทรายที่ร้อยละ 0, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25 และ 1.50 โดยน้ำหนัก จะใช้ถุงพลาสติกพอลิโพรไพลีนมาตัดเป็นแผ่นขนาดไม่เกิน 1×1 เซนติเมตร ทดสอบอัตราส่วนละ 3 ชิ้นทดสอบ เพื่อหาแนวโน้มที่จะเกิดขึ้น ในขั้นตอนการผลิตอิฐมวลเบา จะผลิตโดย

การนำ ปูนซีเมนต์ ปูนขาว ยิปซัม ทรายละเอียด พลาสติก น้ำ มาผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันจึงเทลงแม่พิมพ์ ทิ้งไว้ 1 วัน จึงนำออกจากแม่พิมพ์ พักไว้จนกว่าจะครบกำหนดอายุการบ่มที่ 14 และ 28 วัน จึงเริ่มทำการทดสอบอิฐมวลเบาดังที่แสดงในรูปที่ 6 โดยการหาค่าความแข็งแรงอัด อัตราการดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น และค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ทำการเก็บข้อมูลจากการทดสอบที่อายุการบ่ม 14 และ 28 วัน วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าอัตราส่วนผสมของพลาสติกที่เหมาะสมที่จะใช้ในการผลิตอิฐมวลเบา โดยจะทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐาน 1505-2541 [6]



(ก) ขณะทดสอบอิฐมวลเบา



(ข) อิฐมวลเบาหลังการทดสอบ

รูปที่ 6 การทดสอบอิฐมวลเบา

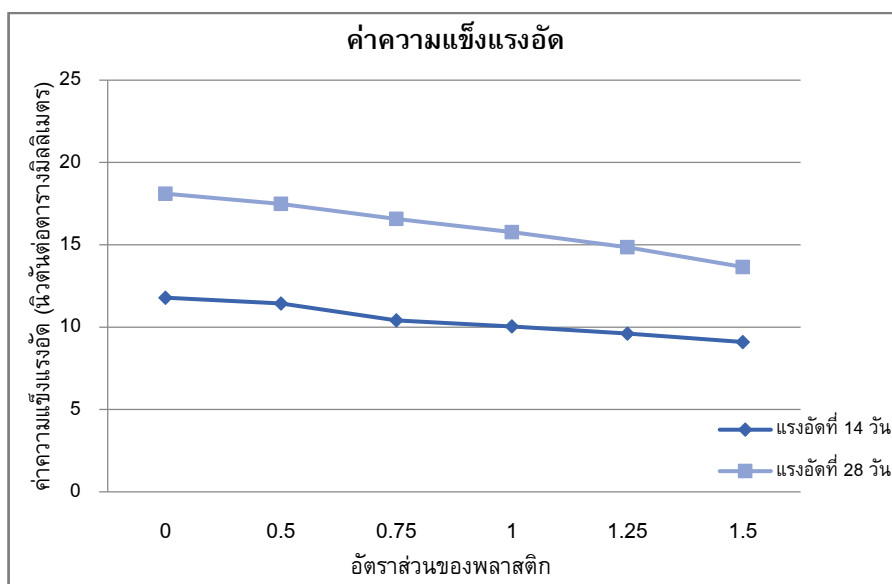
6. ขอบเขตการศึกษา

6.1. ขนาดของอิฐมวลเบาที่ศึกษาค่าความแข็งแรงอัด ค่าการดูดซึมน้ำ ค่าความหนาแน่น มีขนาดกว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 10×10×10 เซนติเมตร

6.2. ขนาดของอิฐมวลเบาที่ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน มีขนาด กว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 30×30×4 เซนติเมตร

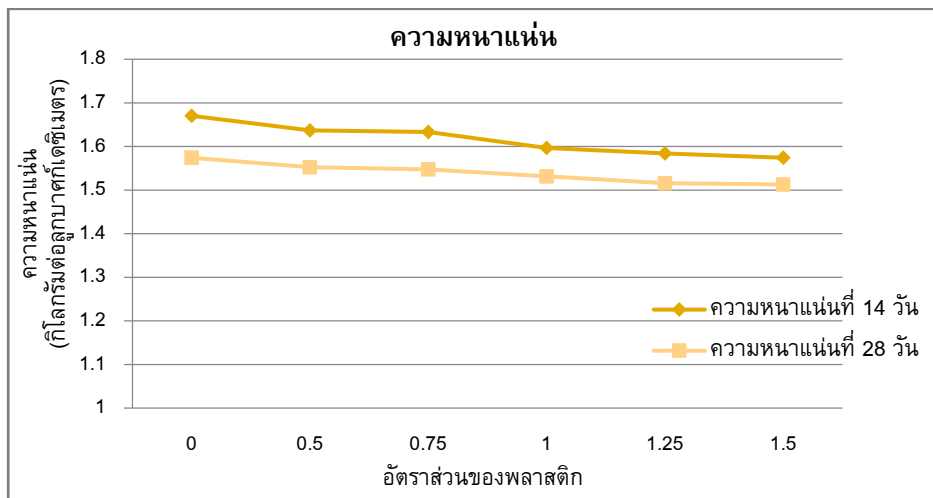
7. ผลการวิจัย

ค่าความแข็งแรงอัดที่เกิดขึ้นจะแปรผกผันกับอัตราส่วนของพลาสติกที่เพิ่มขึ้น คือ เมื่อค่าอัตราส่วนผสมของพลาสติกยิ่งเพิ่มมากขึ้นค่าความต้านทานกำลังอัดก็ยิ่งลดลงตามไปด้วย ดังรูปที่ 7 จากรูปยังพบว่าค่าความแข็งแรงอัดจะแปรผันตรงกับอายุการบ่มอิฐมวลเบา เมื่ออิฐมวลเบามีอายุการบ่มมากขึ้นก็จะส่งผลให้ค่าความแข็งแรงอัดของอิฐมวลเบาสูงขึ้น โดยค่าความแข็งแรงอัดของอิฐมวลเบาที่มีพลาสติกแทนที่ทรายที่ร้อยละ 1.50 โดยน้ำหนัก ที่ 28 วัน จะมีค่าที่ต่ำกว่าอิฐมวลเบาที่ไม่ผสมพลาสติกที่ 28 วัน ถึง 23.81 เปอร์เซ็นต์



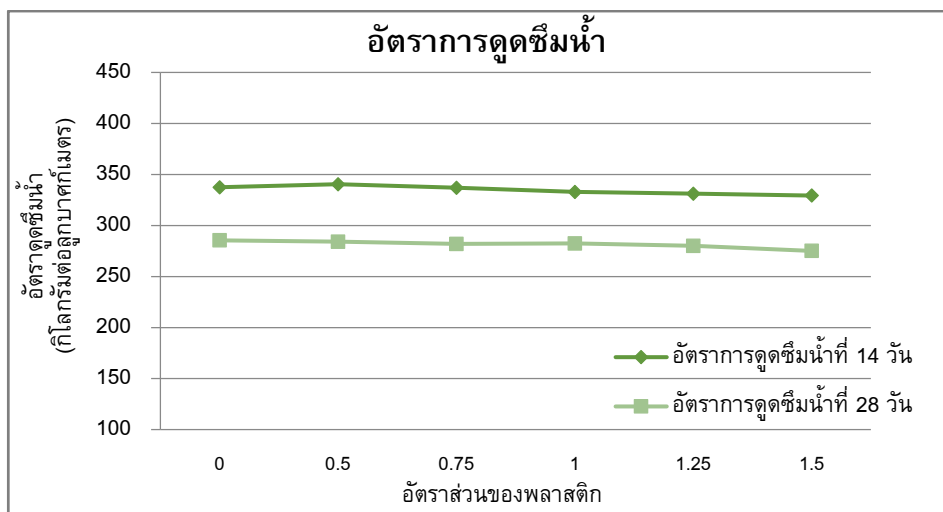
รูปที่ 7 ค่าความแข็งแรงอัดในอิฐมวลเบาต่ออัตราส่วนพลาสติกที่แทนที่ทรายที่ร้อยละ 0, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25 และ 1.50 โดยน้ำหนัก ที่ 14 และ 28 วัน

ส่วนค่าความหนาแน่นจะแปรผกผันกับอัตราส่วนของพลาสติกที่เพิ่มขึ้น คือ เมื่อค่าอัตราส่วนผสมของพลาสติกยิ่งเพิ่มมากขึ้นค่าความหนาแน่นก็ยิ่งลดลงตามไปด้วย ดังรูปที่ 8 จะเห็นถึงความแตกต่างของค่าความหนาแน่นที่เกิดขึ้น เนื่องจากอายุการบ่มที่เปลี่ยนแปลงไป ที่อายุการบ่มที่เพิ่มขึ้น ค่าความหนาแน่นจะลดต่ำลง โดยค่าความหนาแน่นของอิฐมวลเบาที่มีพลาสติกแทนที่ทรายที่ร้อยละ 1.50 โดยน้ำหนัก ที่ 28 วัน จะมีค่าที่ต่ำกว่าอิฐมวลเบาที่ไม่ผสมพลาสติกที่ 28 วัน อยู่ 3.94 เปอร์เซ็นต์



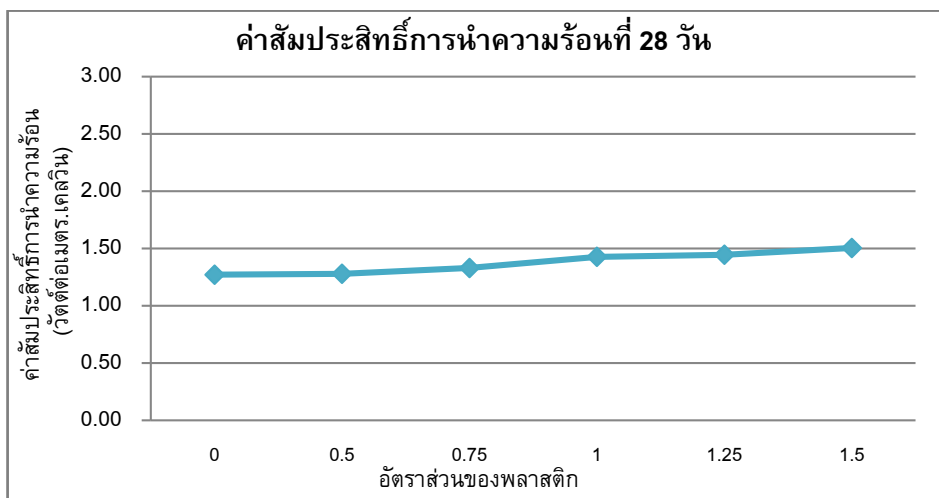
รูปที่ 8 ความหนาแน่นในอิฐมวลเบาต่ออัตราส่วนพลาสติกที่แทนที่ทรายที่ร้อยละ 0, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25 และ 1.50 โดยน้ำหนัก ที่ 14 และ 28 วัน

และค่าอัตราการดูดซึมน้ำของอิฐมวลเบาที่มีการแทนที่ทรายด้วยพลาสติกจะมีค่าอัตราการดูดซึมน้ำที่ไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิมมากนัก โดยอิฐมวลเบาที่แทนที่ทรายด้วยพลาสติกที่ร้อยละ 1.50 โดยน้ำหนัก ที่ 28 วัน จะมีค่าอัตราการดูดซึมน้ำ 274.98 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าที่ลดลงจากอิฐมวลเบาที่ไม่มีการแทนที่ด้วยพลาสติกที่ 28 วัน เพียง 4.21 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่ออิฐมวลเบาที่มีอายุการบ่มมากขึ้นก็จะส่งผลให้ค่าอัตราการดูดซึมน้ำลดต่ำลง



รูปที่ 9 อัตราการดูดซึมน้ำในอิฐมวลเบาต่ออัตราส่วนพลาสติกที่แทนที่ทรายที่ร้อยละ 0, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25 และ 1.50 โดยน้ำหนัก ที่ 14 และ 28 วัน

และจากการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของอิฐมวลเบาที่แทนที่ทรายด้วยพลาสติก ทั้ง 6 อัตราส่วนผสม ทำการทดสอบที่อายุการบ่ม 28 วัน พบว่าค่าการนำความร้อนจะมีค่าที่แปรผันตามอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นของพลาสติกที่เข้าไปแทนที่ทรายในอิฐมวลเบา ซึ่งค่าที่ได้จากการทดสอบจะอยู่ในช่วงที่มีค่าไม่เกิน 1.6 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน ดังแสดงในรูปที่ 10 แสดงให้เห็นว่าอิฐมวลเบาที่มีการผสมพลาสติกเข้าไปร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนัก จะมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนสูงขึ้นเมื่อเทียบกับอิฐมวลเบาที่ไม่ได้มีการผสมพลาสติกถึง 18.41 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 10 ค่าการนำความร้อนต่ออัตราส่วนพลาสติกที่แทนที่ทรายที่ร้อยละ 0, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25 และ 1.50 โดยน้ำหนัก ที่ 28 วัน

8. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกลของอิฐมวลเบาที่มีส่วนผสมของพลาสติกพอลิโพรไพลีนที่นำมาแทนทรายร้อยละ 0.50, 0.75, 1.00, 1.25 และ 1.50 โดยน้ำหนัก ซึ่งจะนำค่าจากการทดสอบเหล่านี้ไปเปรียบเทียบกับคุณสมบัติทางกลของอิฐมวลเบาที่ไม่ได้มีส่วนผสมของพลาสติก พบว่าอัตราส่วนของพลาสติกในการแทนที่ทรายร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนัก ที่อายุการบ่ม 28 วัน เป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดในงานวิจัยครั้งนี้ เนื่องจาก มีค่าความแข็งแรงอัด 13.68 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าค่าความแข็งแรงอัดอิฐมวลเบาที่ไม่ได้มีส่วนผสมของพลาสติก แต่การแทนที่ทรายด้วยพลาสติกนั้นยังส่งผลช่วยให้ ค่าความหนาแน่น และอัตราการดูดซึมน้ำ ลดต่ำลงจากเดิม ส่วนการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนถึงจะมีค่าที่สูงขึ้นจากเดิม 18.41 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำค่าจากการทดสอบอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนพลาสติกในการแทนที่ทรายร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนัก ไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1505-2541 [6] ที่ต้องมีค่า

ความแข็งแรงอัดไม่ต่ำกว่า 2 นิวตันต่อตารางเมตร ก็ถือว่าผ่านมาตรฐาน ถึงอิฐมวลเบาที่มีอัตราส่วนของพลาสติกในการแทนที่ทรายร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนัก จะมีค่าความแข็งแรงอัดที่ลดจากเดิม แต่คุณสมบัติในด้านอื่นๆ มีค่าที่ดีขึ้น และในส่วนของต้นทุนการผลิตนั้นที่ปริมาตรอิฐมวลเบาขนาด 0.001 ลูกบาศก์เมตรที่ใช้พลาสติกเป็นส่วนผสมร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนัก จะมีราคาถูกกว่าอิฐมวลเบาที่ไม่ได้มีการแทนที่ด้วยพลาสติกเป็นจำนวนเงินประมาณเท่ากับ 0.023 บาท เนื่องจากพลาสติกประเภทพอลิโพรไพลีนเป็นวัสดุที่เมื่อนำมาใช้งานแล้วไม่นำมาใช้งานซ้ำ จึงถือว่าการผลิตอิฐมวลเบาที่มีพลาสติกเข้าไปผสมไม่เพียงแต่ลดต้นทุนเท่านั้นยังเป็นการลดขยะเหลือใช้จากภาคอุตสาหกรรมและภาคครัวเรือน

9. ข้อเสนอแนะ

ในการทำวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาถึงคุณสมบัติของอิฐมวลเบาเพียงบางส่วนเท่านั้น ควรจะมีการศึกษาวิจัยในด้านอื่น ๆ เพิ่มเติมอีก เช่น ความทนทานต่อการกัดกร่อนของกรด อายุการใช้งาน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นผลงานระหว่างที่ศึกษาอยู่ที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และขอขอบคุณทางบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการทำวิจัยครั้งนี้

References

- [1] Department of Environmental Quality Promotion. (2558). **Say No to Plastic Bags** [online]. Cited 24/09/2558. Available from: http://thainews.prd.go.th/website_th/news/news_detail/. (In Thai)
- [2] Nopado Sahachaisaeree. (2556). "Thermal Condition and Insulation Properties of Lightweight Concrete with Footwear Industrial Waste Content". **Journal of Science and Technology Mahasarakham University**. Vol. 9 Issue 1. (In Thai)
- [3] Borvorn Isrankura Na Ayutthaya. (2555). "Study of Mechanical Properties of Autoclaved Aerated Concrete Mixed with Water Hyacinth Fiber". **Ladkrabang Engineering Journal**. Vol. 29 Issue 1. (In Thai)
- [4] Prachoom Khamput. (2550). "Use of Par a-rubber to Improve Strength and Insulation Properties of Autoclaved Aerated Lightweight Concrete". **KMUTT Research and Development Journal**. Vol. 30. Issue 2. (In Thai)

- [5] Panu Kanong. (2555). "Preparation of Light Weight Brick from Rice Husk". **Journal of Science and Technology**. Vol. 16 Issue 1. (In Thai)
- [6] Thai Industrial Standards Institute. (2541). **Thai industrial standards autoclaved aerated lightweight concrete elements (TIS 1505-2541)**. (In Thai)

ประวัติผู้เขียนบทความ



นวรรตน์ นิธิสุวรรณรักษา สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่อยู่ 239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่
50200 โทรศัพท์ 0877878176 E-mail: ni.navarat@gmail.com