

การใช้เศษคอนกรีตมวลเบาทำอิฐสำหรับงานผนัง

Use of Lightweight Concrete Debris for Brick in Wall Works

ธรรณชนก เจริญทรัพย์ พิพัฒน์ สอนวงษ์ และ วชรินทร์ วิทยกุล

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: thanchanok_c@hotmail.com, fengpps@ku.ac.th, fengwaw@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานก่อสร้างในปัจจุบันนิยมใช้คอนกรีตมวลเบาหรืออิฐมวลเบาอย่างมาก ซึ่งในการผลิตจากโรงงาน การเก็บวัสดุ และการขนย้ายอิฐมวลเบาจะมีการชำรุดแตกหักเสียหายทำให้มีเศษแตกหักจำนวนมาก การนำไปทิ้งเป็นเศษขยะจึงไม่เป็นประโยชน์ ดังนั้นจึงได้มีการทำวิจัยนำเศษวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้กลับมาทำใหม่ โดยให้มีคุณสมบัติเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกับอิฐก่อผนังเดิม การวิจัยได้นำปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ผสมกับเศษอิฐมวลเบา ในอัตราส่วน 1:1 1:1.5 1:2 1:2.5 และ 1:3 ตามลำดับ ที่อายุการบ่ม 3, 7, 14 และ 28 วัน โดยทดสอบคุณสมบัติ 3 ด้าน ได้แก่ การต้านทานแรงอัด อัตราการดูดซึมน้ำ และการต้านทานแรงดัด ผลการศึกษาการผลิตอิฐจากปูนซีเมนต์ผสมเศษอิฐมวลเบา ที่อายุการบ่ม 28 วัน เปรียบเทียบคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 2601-2556 [1] พบว่าสำหรับการใช้งานก่อผนังภายนอกอาคาร อัตราส่วนที่เหมาะสมได้แก่ 1:1 โดยราคาถูกกว่าอิฐมวลเบาทั่วไป 30.15 บาท/ตร.ม. (ไม่รวมค่าแรงในการย่อยเศษอิฐมวลเบา) สำหรับการใช้งานก่อผนังภายในอาคาร อัตราส่วนที่เหมาะสมได้แก่ 1:2.5 โดยราคาถูกกว่าอิฐมวลเบาทั่วไป 104.12 บาท/ตร.ม. (ไม่รวมค่าแรงในการย่อยเศษอิฐมวลเบา) และเป็นการนำเศษวัสดุที่เหลือใช้กลับมาใช้ใหม่ เป็นการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด

คำสำคัญ

อิฐมวลเบา; งานก่อผนัง; เศษวัสดุเหลือใช้

Abstract

The usage of lightweight concrete has been used in many construction works. As the higher consumption of construction work, the amount of debris of lightweight concrete increases with the works due to process of production, storage, and transportation. These

broken lightweight concrete became construction wastes. Therefore, the study of reusing these debris was conducted by mixing with Type I Portland Cement in ratio 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5, and 1:3, respectively, at 3, 7, 14, and 28 days curing. The tests were carried out all the samples for compressive strength, water absorption, and flexural strength. The result indicated that lightweight concrete mixed with Portland cement at 28 days has valued in accordance to TIS 2601-2556. At ratio 1:1 of external wall works and ratio 1:2.5 of internal wall works, the price is cheaper than lightweight concrete brick \$30.15/sq. m. and \$104.12/sq. m., respectively (exclude the crushing of lightweight aggregate work). Reusing of lightweight aggregate have a significant part to environment and a great way to eliminate construction waste.

Keywords:

lightweight concrete; wall work; construction waste

1. บทนำ>>>

คอนกรีตชนิดเบาหรืออิฐมวลเบาเป็นวัสดุที่ทำขึ้นสำหรับนำมาใช้ในงานก่อสร้างประเภทต่าง ๆ เช่น ผนังโครงสร้างอาคาร สำนักงาน หรือสิ่งก่อสร้างอื่นๆ ที่ต้องการความแข็งแรง ข้อดีของการเลือกใช้อิฐมวลเบา คือ สามารถทำเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ทนทาน และราคาไม่แพงมาก จึงเป็นที่นิยมในการนำอิฐมวลเบามาใช้งานกันอย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

การก่อสร้างที่มากขึ้นเนื่องจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจทำให้มีความต้องการใช้อิฐมวลเบามากขึ้น รวมทั้งทำให้มีเศษวัสดุเหลือใช้มากขึ้นตามไปด้วย เช่น เศษคอนกรีต เศษอิฐต่างๆ จากการก่ออิฐผนังอาคาร ดังนั้นเพื่อเป็นการนำเศษวัสดุเหลือใช้ต่างๆ เหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้น แทนที่จะนำไปถมที่หรือนำไปทิ้งเป็นขยะ ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมได้ จึงได้มีการนำเศษวัสดุต่างๆ เช่น

กระดาช [2] แก้วลอยไม้ยางพาราและเก้าอี้พลาสติก [3] มาใช้ในการพัฒนาคุณสมบัติของอิฐมวลเบา ดังนั้นการวิจัยนี้ได้นำเศษอิฐมวลเบามาพัฒนาคุณสมบัติเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการทดแทนอิฐมวลหรือผนังเบาอื่นๆ เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้างและพัฒนาความต้านทานแรงอัดของอิฐมวลเบาให้สามารถรับกำลังอัดเพิ่มขึ้นตามความต้องการของการใช้งานได้ต่อไป

2. เอกสารที่เกี่ยวข้อง>>>

2.1 คอนกรีตมวลเบาหรืออิฐมวลเบา

คอนกรีตมวลเบาหรืออิฐมวลเบา (lightweight concrete) หมายถึง คอนกรีตที่มีหน่วยน้ำหนักเบากว่าคอนกรีตธรรมดา โดยปกติทั่วไปคอนกรีตธรรมดามจะมีน้ำหนักอยู่ที่ประมาณ 2,200-2,600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่คอนกรีตมวลเบามีความหนาแน่นอยู่ในช่วงระหว่าง 300-1,800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

คอนกรีตมวลเบานั้นเป็นผลิตภัณฑ์คอนกรีตซึ่งผลิตจากวัตถุดิบธรรมชาติ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย ปูนขาว ยิปซัม น้ำ และส่วนผสมพิเศษที่ทำให้ได้คอนกรีตเบา กล่าวคือ ความหนาแน่นของคอนกรีตจะลดลงเมื่อมีการแทนที่วัสดุที่เป็นของแข็งโดยให้มีโพรงของอากาศในอนุภาคมวลรวมหรือในซีเมนต์เฟลส์ ดังแสดงในภาพที่ 1 คอนกรีตมวลเบามีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีน้ำหนักเบา ทนไฟ ป้องกันความร้อน ป้องกันเสียง ตัดแต่งเข้ารูปง่ายทำงานได้รวดเร็ว พื้นที่ก่อสร้างสะอาด ใช้งานง่าย ลดระยะเวลาในการก่อสร้าง และลดต้นทุนโครงสร้าง [4]



ภาพที่ 1 อิฐมวลเบาทั่วไป

2.2 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ มีลักษณะผงละเอียดขนาดอนุภาคประมาณ 45 ไมครอนหรือผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 325 สามารถเกิดการก่อตัวเป็นรูปร่างหรือแข็งตัวได้ด้วยการทำปฏิกิริยากับน้ำ ซึ่งเรียกว่าปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Hydration Reaction) ทำให้มีคุณสมบัติในการรับแรงได้ [5]

ปูนซีเมนต์ ประเภทที่ 1 (Normal Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา เหมาะกับการก่อสร้างคอนกรีตทั่วไปที่ไม่ต้องการคุณสมบัติพิเศษเพิ่มเติม เช่น คาน เสา พื้น ถนน คสล. เป็นต้น [6] ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่มีจำหน่ายได้แก่ ตราช้าง เพชร (เม็ดเดียว) พญานาคเขียว TPI (แดง)

ที่มีค่าออกไซด์ดังแสดงในตารางที่ 1 และดังแสดงลักษณะในภาพที่ 2

ตารางที่ 1 ค่าออกไซด์ต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

ออกไซด์	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ออกไซด์หลัก	
CaO	60-67
SiO ₂	1-25
Al ₂ O ₃	3-8
Fe ₂ O ₃	0.5-0.6
ออกไซด์รอง	
MgO ₂	0.1-5.5
Na ₂ O+K ₂ O	0.5-0.3
TiO ₂	0.1-0.4
P ₂ O ₅	1-3



ภาพที่ 2 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

ความแข็งแรงของปูนซีเมนต์พิจารณาจากกำลังรับแรงของแท่งมอร์ตาร์ซึ่งเกิดจากการผสมระหว่างทรายและปูนซีเมนต์ ความแข็งแรงของปูนซีเมนต์ขึ้น

อยู่กับจำนวนและประเภทของสารประกอบที่มีอยู่ในปูนซีเมนต์และความละเอียดของผงปูนซีเมนต์

การทดสอบความแข็งแรงของปูนซีเมนต์ทำได้โดยการทดสอบหาความต้านทานแรงอัด (Compressive Strength) ตามมาตรฐานของสมาคมเพื่อการทดสอบและวัสดุของอเมริกัน (American Society for Testing and Materials: ASTM) โดยที่มอร์ต้าประกอบด้วยปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ผสมกับทราย 1 ส่วน โดยน้ำหนัก ซึ่งปริมาณน้ำที่ใช้ผสมนี้จะได้จากการทดสอบการไหลแผ่ (Flow Table Test) โดยให้ส่วนผสมอยู่ ณ สภาวะเหลว (Plastic Consistency) จากนั้นหล่อแบบและบ่มตามมาตรฐานกำหนดที่อายุ 3, 7 และ 28 วัน [7]

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย>>>

3.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเศษอิฐมวลเบา

3.2 เพื่อศึกษากำลังต้านทานแรงอัด อัตราการดูดซึมน้ำ และกำลังต้านทานแรงดัดของส่วนผสมปูนซีเมนต์และเศษอิฐมวลเบาในอัตราส่วนต่างๆ ที่กำหนด

3.3 เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปูนซีเมนต์กับเศษอิฐมวลเบา รวมทั้งค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเทียบกับอิฐมวลเบาเดิม

4. ขอบเขตการศึกษา>>>

4.1 ปูนซีเมนต์ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 ตามมาตรฐาน ASTM C150 [8]

4.2 เศษอิฐมวลเบาที่เหลือจากการใช้งานหรือที่แตกชำรุด นำมาย่อยสลายโดยวิธีบดละเอียด โดยเลือกใช้มวลรวมละเอียดที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือมีขนาด

เล็กกว่า 4.75 มิลลิเมตร แต่ค้ำบนตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 200 หรือต้องไม่เล็กกว่า 0.07 มิลลิเมตรมาเป็นอัตราส่วนผสม

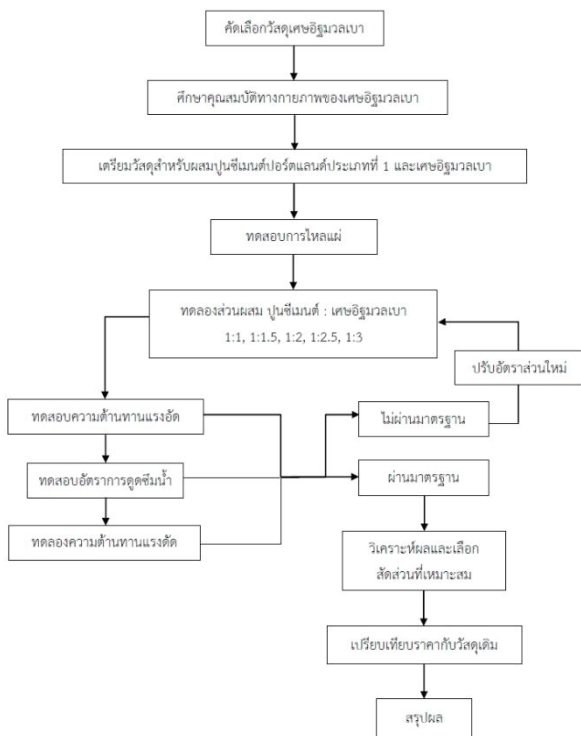
4.3 ทดสอบคุณสมบัติ 3 ด้าน ได้แก่ ทดสอบความต้านทานแรงอัด ทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ และทดสอบกำลังต้านทานแรงดัดของชิ้นตัวอย่างที่มีอัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์กับเศษอิฐมวลเบาในอัตราส่วน 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5 และ 1:3 โดยน้ำหนัก ที่อายุการบ่ม 3, 7, 14 และ 28 วัน ตามลำดับ

5. การวิธีดำเนินการวิจัย>>>

การวิจัยได้ศึกษาความต้านทานแรงอัดของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ผสมเศษอิฐมวลเบาอิฐ โดยใช้อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ : เศษอิฐมวลเบา ในอัตราส่วน 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5 และ 1:3 ผสมกับน้ำในอัตราส่วน Water Cement Ratio (W/C) ที่ได้จากการทดสอบการไหลแผ่ ตามมาตรฐาน ASTM C1437 [9] ดังแสดงในตารางที่ 2 แล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติ

ตารางที่ 2 ค่าอัตราส่วน W/C สำหรับอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน	ปูนซีเมนต์ (กรัม)	เศษอิฐมวลเบา (กรัม)	ปริมาณน้ำ (กรัม)	W/C
1:1	100	100	96	0.96
1:1.5	100	150	160	1.6
1:2	100	200	210	2.1
1:2.5	100	250	248	2.48
1:3	100	300	284	2.84



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการทดสอบ

5.1 วัสดุ

5.1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

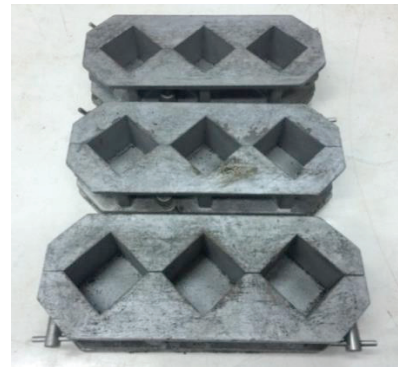
5.1.2 เศษอิฐมวลเบาผ่านตะแกรง เบอร์ 4 แต่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 200



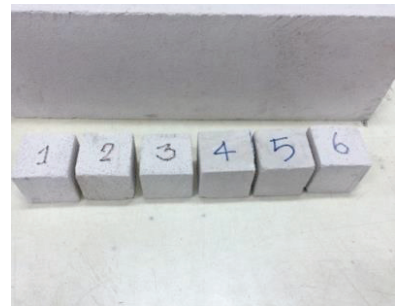
ภาพที่ 4 เศษอิฐมวลเบา

5.1.3 น้ำสะอาด

5.1.4 แบบ (Mold) ขนาด 5x5x5 ซม.3 สำหรับหล่อตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบความต้านทานแรงอัดและอัตราการดูดซึมน้ำ



ภาพที่ 5 แบบขนาด 5x5x5 ซม.3 สำหรับหล่อตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบความต้านทานแรงอัดและอัตราการดูดซึมน้ำ



ภาพที่ 6 ตัวอย่างขนาด 5x5x5 ซม.3

5.1.5 แบบขนาด 7 x 7 x 29 ซม.3 สำหรับหล่อตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบความต้านทานแรงดัด



ภาพที่ 7 แบบขนาด 7 x 7 x 29 ซม.3 สำหรับหล่อตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบความต้านทานแรงดัด



ภาพที่ 8 ตัวอย่างขนาด 7x7x29 ซม.3

5.2 การทดสอบ

5.2.1 การทดสอบความต้านทานแรงอัด (Compressive Strength) ตามมาตรฐาน ASTM C109 [10] มีวิธีดำเนินการดังนี้

1. นำตัวอย่างจำนวน 60 ก้อนวัดขนาด ความกว้าง ยาว ความสูง และชั่งน้ำหนักของตัวอย่าง แต่ละก้อนไว้ ถ้าด้านบนและล่างของก้อนตัวอย่างไม่เรียบ ให้ฝนให้เรียบและขนานกัน

2. นำตัวอย่างคอนกรีตเข้าเครื่องทดสอบ Universal Testing Machine ให้อยู่ในแนวศูนย์กลางของเครื่องทดสอบ กดในอัตราคงที่ ประมาณ 90-180 กิโลกรัมต่อวินาที จนกระทั่งก้อนทดสอบแตก โดยใช้เวลาการทดสอบประมาณ 5-10 วินาที ต่อตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 9

3. บันทึกค่าแรงอัดสูงสุดของตัวอย่าง

4. คำนวณหาความต้านทานแรงอัดสูงสุดของตัวอย่างโดยใช้สูตร

$$f = \frac{P}{A}$$

เมื่อ f = ความต้านทานแรงอัดสูงสุด (Compressive Strength) (kg./cm.^2)

P = แรงอัดสูงสุด (Total Maximum Load) (kg.)

A = พื้นที่หน้าตัดของอิฐ (Area of Load Surface) (cm.^2)

5.2.2 การทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ตามมาตรฐาน ASTM C128 [11] มีวิธีดำเนินการดังนี้

1. นำตัวอย่างที่ต้องการทดสอบจำนวน 60 ก้อน มาชั่งน้ำหนัก บนเครื่องชั่งไฟฟ้าที่มีความละเอียด 0.01 กรัม

2. นำเข้าตู้อบ ตั้งอุณหภูมิ 100 ± 5 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง บันทึกค่า

3. นำตัวอย่างที่ชั่งน้ำหนักแล้วไปแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพที่ 10 แล้วนำขึ้นจากน้ำ และเช็ดตัวอย่างด้วยผ้าที่ขึ้น เพื่อเอาน้ำส่วนเกินที่ผิวของตัวอย่างออก แล้วชั่งน้ำหนักให้เสร็จภายใน 5 นาที



ภาพที่ 10 ตัวอย่างที่แช่น้ำ 24 ชั่วโมงเพื่อหาอัตราการดูดซึมน้ำ

4. คำนวณหาอัตราการดูดซึมน้ำของตัวอย่างโดยใช้สูตร

$$W = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100$$

เมื่อ W = ค่าอัตราการดูดซึมน้ำของตัวอย่าง (Water Absorption) (ร้อยละ)

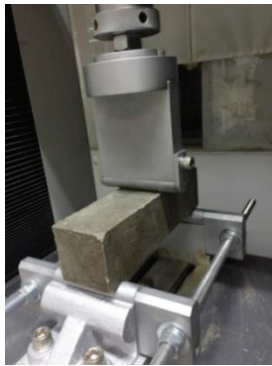
W_d = น้ำหนักตัวอย่างที่อบแห้ง (Oven Dry Weight) (กรัม)

W_s = น้ำหนักตัวอย่างหลังจากแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Saturated Surface Dry Weight) (กรัม)

5.2.3 การทดสอบแรงดัด (Flexural Strength) ตามมาตรฐาน ASTM C293 [12] มีวิธีการทดสอบดังนี้

1. นำตัวอย่างที่ต้องการทดสอบจำนวน 30 ก้อน วัดขนาดเป็นมิลลิเมตร (กว้างxยาวxหนา) และชั่งน้ำหนัก อ่านค่าละเอียดถึง 0.01 กรัม

2. ติดตั้งตัวอย่างเข้ากับเครื่องทดสอบในทิศทางที่กำหนดไว้ ตามลักษณะการทดสอบแบบ Center-point Loading ดังแสดงในภาพที่ 11 ปรับเข็มไปที่เลข 0



ภาพที่ 11 การทดสอบ Flexural Strength แบบ Center-Point Loading ของตัวอย่างอิฐจากเศษอิฐมวลเบา

3. ให้น้ำหนักกระทำอย่างสม่ำเสมอในช่วงแรก หลังจากนั้นให้เพิ่มแรงกระทำในอัตราที่อยู่ในช่วงระหว่าง 0.9-1.2 MPa/min จนกระทั่งตัวอย่างวิบัติ จดบันทึกค่าน้ำหนักสูงสุด

4. คำนวณหาค่าโมดูลัสของการแตกหักของตัวอย่างโดยใช้สูตร

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

เมื่อ R = ค่าโมดูลัสการแตกหัก (Modulus of Rupture) (kg./cm.2)

P = น้ำหนักสูงสุด (Maximum Load) (kg.)

L = ความยาวคาน (Span Length) (cm.)

b = ความกว้างเฉลี่ยของคาน (Span Breadth) (cm.)

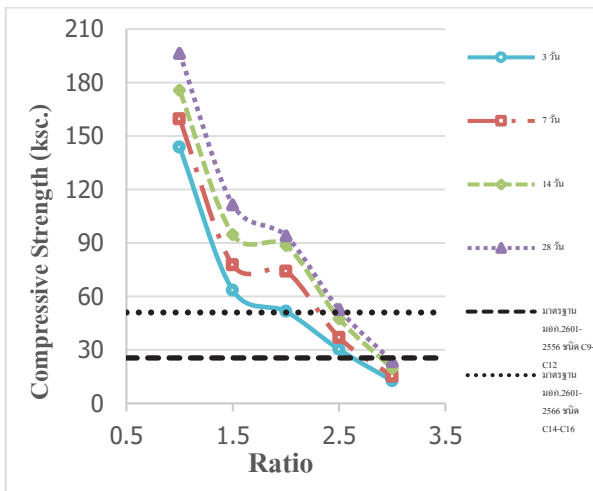
d = ความลึกเฉลี่ยของคาน (Span Depth) (cm.)

6. ผลการวิจัย>>>

การทดลองการนำปูนซีเมนต์ผสมเศษอิฐมวลเบา ในอัตราส่วนต่างๆ เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของอิฐมวลเบาตามมาตรฐาน มอก. 2601-2556 คอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ ชนิด C9-C12 และชนิด C12-C16 ดังภาพที่ 12-14

6.1 การทดสอบการต้านทานแรงอัด

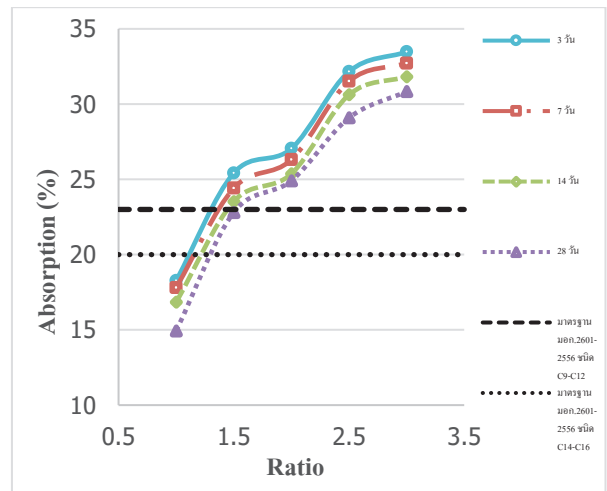
การทดสอบความต้านทานแรงอัดของตัวอย่างปูนซีเมนต์ผสมเศษอิฐมวลเบาที่อายุการบ่ม 3, 7, 14 และ 28 วัน ดังแสดงในภาพที่ 12 พบว่ามีค่าความต้านทานแรงอัดอยู่ระหว่าง 12.70-196.46 ksc. โดยที่ค่าใกล้เคียงกับอิฐมวลเบาตามมาตรฐาน มอก. 2601-2556 คอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ ชนิด C9-C12 ที่กำหนดให้ค่าความต้านทานแรงอัดไม่น้อยกว่า 25.5 ksc. คือ อัตราส่วน 1:2.5 อายุการบ่ม 3 วัน มีค่าความต้านทานแรงอัดเท่ากับ 30.26 ksc. และชนิด C12-C16 ที่กำหนดให้ค่าความต้านทานแรงอัดไม่น้อยกว่า 51.0 ksc. คือ อัตราส่วน 1:2.5 อายุการบ่ม 28 วัน ค่าความต้านทานแรงอัดเท่ากับ 52.77 ksc. ดังนั้นหากพิจารณาเฉพาะค่าความต้านทานแรงอัดแล้วผลการทดลองของปูนซีเมนต์ผสมเศษอิฐมวลเบาที่ 1:2.5 สามารถใช้ทดแทนอิฐมวลเบาของเดิมได้



ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานแรงอัดของปูนซีเมนต์ผสมเศษอิฐมวลเบากับอัตราส่วน 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5, 1:3 ที่อายุ 3, 7, 14 และ 28 วัน และมาตรฐาน มอก. 2601-2556 ชนิด C9-C12 และชนิด C14-C16

6.2 การทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ

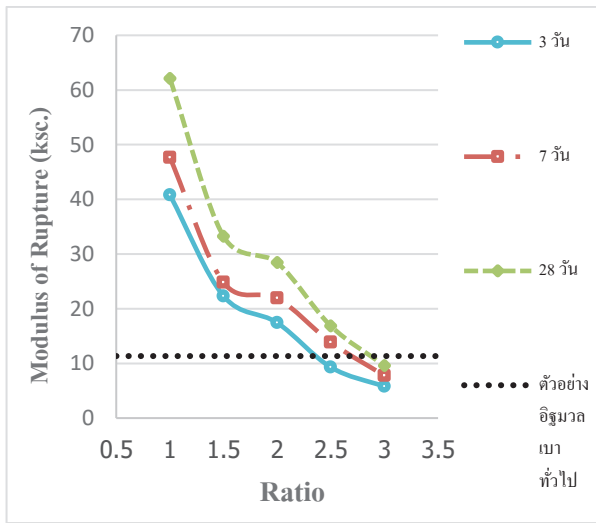
การทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำของตัวอย่างปูนซีเมนต์ผสมเศษอิฐมวลเบาที่อายุการบ่ม 3, 7, 14 และ 28 วัน ดังแสดงในภาพที่ 13 พบว่ามีอัตราการดูดซึมน้ำอยู่ระหว่าง 14.94-33.47 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ค่าใกล้เคียงกับอิฐมวลเบาตามมาตรฐาน มอก. 2601-2556 คอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ ชนิด C9-C12 ที่กำหนดให้ค่าอัตราการดูดซึมน้ำไม่มากกว่า 23 เปอร์เซ็นต์ คือ อัตราส่วน 1:1.5 อายุการบ่ม 28 วัน มีค่าอัตราการดูดซึมน้ำเท่ากับ 22.81 เปอร์เซ็นต์ และ ชนิด C12-C16 ที่กำหนดให้ค่าอัตราการดูดซึมน้ำไม่มากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ คือ อัตราส่วน 1:1 อายุการบ่ม 28 วัน มีค่าอัตราการดูดซึมน้ำเท่ากับ 14.94 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นหากพิจารณาเฉพาะค่าอัตราการดูดซึมน้ำแล้ว ผลการทดลองของปูนซีเมนต์ผสมเศษอิฐมวลเบาที่ 1:1 สามารถใช้ทดแทนอิฐมวลเบาของเดิมได้



ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึมน้ำของปูนซีเมนต์ผสมเศษอิฐมวลเบากับอัตราส่วน 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5 และ 1:3 ที่อายุ 3, 7, 14 และ 28 วัน เทียบกับมาตรฐาน มอก. 2601-2556 ชนิด C9-C12 และ ชนิด C14-C16

6.3 การทดสอบกำลังต้านทานแรงดัด

การทดสอบกำลังต้านทานแรงดัดของตัวอย่างปูนซีเมนต์ผสมเศษอิฐมวลเบาที่อายุการบ่ม 3, 7 และ 28 วัน ดังแสดงในภาพที่ 14 พบว่ามีค่าโมดูลัสของการแตกหักอยู่ระหว่าง 5.77-62.09 ksc. โดยที่ค่าใกล้เคียงกับอิฐมวลเบาตัวอย่างที่มีค่าโมดูลัสของการแตกหักอายุการบ่ม 28 วัน คือ อัตราส่วน 1:2.5 วัน ดังนั้นหากพิจารณาเฉพาะค่าโมดูลัสของการแตกหักแล้ว ผลการทดลองของปูนซีเมนต์ผสมเศษอิฐมวลเบาที่ 1:2.5 สามารถใช้ทดแทนอิฐมวลเบาของเดิมได้



ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าโมดูลัสของการแตกหักของปูนซีเมนต์ผสมเศษอิฐมวลเบากับอัตราส่วน 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5 และ 1:3 ที่อายุ 3, 7 และ 28 วัน และตัวอย่างอิฐมวลเบาทั่วไป

6.4 อัตราส่วนที่เหมาะสมของปูนซีเมนต์ผสมเศษอิฐมวลเบา

จากการพิจารณาคุณสมบัติของอิฐที่ทำจากเศษอิฐมวลเบาเดิม พบว่าอิฐที่ทำจากเศษอิฐมวลเบาเดิม ในอัตราส่วนปูนซีเมนต์: เศษอิฐมวลเบา เท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนักสามารถนำไปใช้ทดแทนอิฐมวลเบาเดิมได้สำหรับงานผนังภายนอกอาคาร และอิฐที่ทำจากเศษอิฐมวลเบาเดิม ในอัตราส่วนปูนซีเมนต์: เศษอิฐมวลเบา เท่ากับ 1:2.5 โดยน้ำหนักสามารถนำไปใช้ทดแทนอิฐมวลเบาเดิมได้ แต่ควรนำไปใช้สำหรับงานผนังภายในอาคาร เนื่องจากค่าอัตราการดูดซึมน้ำสูงจึงควรเลี่ยงพื้นที่ที่มีความชื้น

6.5 การคิดค่าใช้จ่ายในการทำอิฐที่มีส่วนผสมอิฐมวลเบาทดแทนอิฐเดิม

6.5.1 กรณีพิจารณาใช้สำหรับงานผนังภายนอกอาคาร เลือกใช้อิฐที่มีปูนซีเมนต์ผสมเศษอิฐมวลเบา ในอัตราส่วน 1 : 1

เมื่อทำเป็นอิฐขนาดเท่ากับอิฐมวลเบาเดิม คือ ขนาด 20x60x7.5 ซม.3 ได้ราคาก่อนละ 21.38 บาท หรือประมาณ 178.10 บาทต่อตารางเมตร (ไม่รวมค่าแรงในการย่อยเศษอิฐมวลเบา) ซึ่งอิฐมวลเบาเดิมราคาก่อนละ 25 บาทหรือประมาณ 208.25 บาทต่อตารางเมตร

6.5.2 กรณีพิจารณาใช้สำหรับงานผนังภายในอาคาร เลือกใช้อิฐที่มีปูนซีเมนต์ผสมเศษอิฐมวลเบา ในอัตราส่วน 1 : 2.5

เมื่อทำเป็นอิฐขนาดเท่ากับอิฐมวลเบาเดิม คือ ขนาด 20x60x7.5 ซม.3 โดยราคาก่อนละ 12.50 บาท หรือประมาณ 104.13 บาทต่อตารางเมตร (ไม่รวมค่าแรงในการย่อยเศษอิฐมวลเบา) ซึ่งอิฐมวลเบาเดิมราคาก่อนละ 25 บาทหรือประมาณ 208.25 บาทต่อตารางเมตร

7. สรุปผลการวิจัย>>>

ในการทำวิจัยเศษอิฐมวลเบาโดยการนำมาผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ในอัตราส่วน 1:1 1:1.5 1:2 1:2.5 และ 1:3 พบว่าอิฐที่ทำจากเศษอิฐมวลเบาเดิม ในอัตราส่วนปูนซีเมนต์: เศษอิฐมวลเบา เท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก ที่อายุการบ่ม 28 วัน สามารถนำไปใช้ทดแทนอิฐมวลเบาเดิมได้สำหรับงานผนังภายนอกอาคาร ซึ่งช่วยให้ประหยัดกว่าการใช้อิฐมวลเบาเดิมประมาณ 30.15 บาทต่อตารางเมตร และอิฐที่ทำจากเศษอิฐมวลเบาเดิม ในอัตราส่วนปูนซีเมนต์: เศษอิฐมวลเบา เท่ากับ 1:2.5 โดยน้ำหนัก ที่อายุการบ่ม 28 วัน สามารถนำไปใช้ทดแทนอิฐมวลเบาเดิมได้สำหรับงานผนังภายในอาคาร ซึ่งช่วยให้ประหยัดกว่าการใช้อิฐมวลเบาเดิมประมาณ 104.12 บาทต่อตารางเมตร

8. ข้อเสนอแนะ>>>

จากการวิจัยพบว่าเศษอิฐมวลเบาโดยการนำมาผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ในอัตราส่วน 1:1 มีน้ำหนัก 105 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และอัตราส่วน 1:2.5 มีน้ำหนัก 84 กิโลกรัมต่อตารางเมตรซึ่งอิฐมวลเบาทั่วไปมีน้ำหนัก 45 กิโลกรัมต่อตารางเมตร จะเห็นว่าน้ำหนักของอิฐที่ทำจากเศษอิฐมวลเบาเดิมมีน้ำหนักมากกว่าอิฐมวลเบาเดิมอยู่มาก ดังนั้นในการนำมาใช้จริงจำเป็นต้องนำวัสดุอื่นๆ มาทำให้มีน้ำหนักเบาลงอีก เพื่อเป็นการนำเศษของเหลือที่ไม่มีค่ามาพัฒนาให้มีมูลค่าสูงขึ้น นอกจากนี้ในการทดลองครั้งนี้ยังไม่ได้มีการพิจารณาถึงคุณสมบัติด้านอื่นๆ ของอิฐมวลเบาเข้ามาร่วมด้วย เช่น การป้องกันความร้อน การป้องกันเสียง เป็นต้น ในอนาคตควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้คุณสมบัติของอิฐที่คล้ายคลึงกับอิฐมวลเบาเดิม

9. เอกสารอ้างอิง>>>

1. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2556. คอนกรีตบล็อกมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ. มอก. 2601-2556
2. สมบูรณ์ คงสมศักดิ์ศิริ. 2548. คอนกรีตมวลเบาผสมกระดาษ. บทความวิชาการ. พัฒนาเทคนิคศึกษา ปีที่ 18. ฉบับที่ 56 :8-13
3. อาปีเต็ง ฮาวา. 2551. สมบัติของคอนกรีตมวลเบาหินพืชมิมขผสมเถ้าลอยไม้ยางพาราและเถ้าแกลบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
4. ไพฑูรย์ ประสมศรี. 2543. วัสดุ. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏเพชรบุรี, เพชรบุรี.
5. วินิต ช่อวิเชียร. 2539. คอนกรีตเทคโนโลยี. ป. สัมพันธ์พาณิชย์, กรุงเทพฯ.
6. ชัชวาล เศรษฐบุตร. 2536. คอนกรีตเทคโนโลยี. บริษัทผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้างจำกัด, กรุงเทพฯ.
7. ชุตินันท์ ภิรมยาภรณ์. 2540. การศึกษาลักษณะสมบัติของอนุภาคผงปูนซีเมนต์ วิศวกรรมสาร มก. ฉบับที่ 31 : 105-118
8. ASTM C150-07. Standard Specification for Portland cement.
9. American Society for Testing and Materials. ASTM C1437 -07. Standard test method for Flow of Hydraulic Cement Mortar.
10. American Society for Testing and Materials. ASTM C109-11b. Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or 50-mm Cube specimens).
11. American Society for Testing and Materials. ASTM C128-01. Standard test method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate.
12. American Society for Testing and Materials. ASTM C293/C293. Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Centre-Point Loading).