

## ประสิทธิภาพของซีเมนต์มอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยแครง เปลือกหอยแมลงภู่ และเปลือกหอยนางรม ในการรับแรงอัด

### Efficacy of Cement Mortar mixture, Cockle shell, Oyster shell and mussel shells.

#### On the compressive strength

พิจิตรา คำทะมิส<sup>1</sup>, สุรศักดิ์ รอดเนตร์<sup>1</sup>, โยธิน การะเกตุ<sup>1</sup>

จักรพันธ์ แสงสุวรรณ<sup>1</sup>, อนุรักษ์ เทพกรณ์<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาคุณสมบัติการรับแรงอัดของมอร์ตาร์และการไหลแผ่ที่เปรียบเทียบกันระหว่างมอร์ตาร์ควบคุมกับมอร์ตาร์ที่มีส่วนผสมของเปลือกหอยแครง และเปลือกหอยแมลงภู่ เปลือกหอยนางรม โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่ 0.65 ค่า C:S ที่ 1 : 2.75 ทำการบ่มชื้นที่ช่วงเวลา 3 วัน 14 วัน และ 28 วัน ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่ามอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยแครงซึ่งได้แทนที่ปูนซีเมนต์มีค่ากำลังรับแรงอัดใกล้เคียงกับมอร์ตาร์ควบคุมมากที่สุด และยังดีกว่ามอร์ตาร์ที่มีส่วนผสมของเปลือกหอยแมลงภู่กับมอร์ตาร์ที่มีส่วนผสมของเปลือกหอยนางรม นอกจากนี้ผลการทดสอบการไหลแผ่พบว่า มอร์ตาร์แทนที่ด้วยเปลือกหอยให้ค่าการไหลแผ่น้อยกว่ามอร์ตาร์ควบคุม

คำสำคัญ : เปลือกหอยแครง, เปลือกหอยแมลงภู่, เปลือกหอยนางรม,  
กำลังรับแรงอัด

#### Abstract

This research investigated the properties of mortar by compressive strength testing and flow testing. Comparison between mortar control and mortar mix shells 3 types (cockle shells, Oyster shells and mussel shells). For mortar mix shells use C: S ratio 1: 2.75. It was moistened at 3 days, 14 days and 28 days. Test result show that compressive strength of mortar mix Oyster shell to approximate with mortar control. And Test result compressive strength of mortar mix Oyster shell more than Test result compressive strength of mortar mix cockle shells and mortar mix mussel shells. For test result flow testing of mortar mix shells 3 types expand less than mortar control.

Keywords: Cockle shell, Oyster shell, mussel shells, compressive

#### 1. บทนำ

ในงานก่อสร้างส่วนใหญ่ใช้คอนกรีตเป็นองค์ประกอบหลัก ทั้งงานฐานราก โครงสร้างต่างๆ ตลอดจนงานฉาบ คอนกรีตต้องมีประสิทธิภาพมากพอเพื่อให้เป็นไปตามที่มีออกแบบไว้ คอนกรีตในปัจจุบันจึงมีการพัฒนาเพื่อให้มีการพัฒนามากขึ้น ทั้งการใช้สารผสมเพิ่ม ปอช โขลาน ซิลิกาฟูม ตะกรันเตาถลุงเหล็ก เถ้าถ่านหิน เถ้าแกลบ เถ้าขานอ้อย [1] เป็นต้น

ปัจจุบันไม่ใช่แค่คอนกรีตที่ต้องมีการพัฒนา มอร์ตาร์ก็จำเป็นต้องมีการพัฒนาเช่นกัน โดยในส่วนนี้จะนำเปลือกหอยที่มีปริมาณมากที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่และไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจะนำมาเป็นส่วนผสมเพื่อทดแทนปูนซีเมนต์ในบางส่วนเพื่อเป็นการลดต้นทุนและเป็นการนำเปลือกหอยมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งในเปลือกหอยประกอบไปด้วยสารจำพวกแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นส่วนใหญ่ มีความคล้ายกับปูนซีเมนต์ จึงนำมาเป็นส่วนผสมเพื่อทดแทนปูนซีเมนต์ เมื่อมีปริมาณมากพอที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์

#### 2. วิธีการศึกษา

##### 2.1 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

สำหรับวัสดุที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ทราย น้ำ เปลือกหอย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ปูนซีเมนต์ เป็นปูนซีเมนต์ประเภทที่ 1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา
2. ทราย ใช้ทรายแม่น้ำนำมารอนตะแกรงเบอร์ 70
3. น้ำสะอาดหรือน้ำประปา
4. เปลือกหอยแครง นำมาจากหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี นำไปบดด้วยเครื่องลอตเองเจดิส แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200

## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3  
Proceedings of the 3<sup>rd</sup> RMUTP Conference of Engineering and Technology

5. เปลือกหอยแมลงภู่นำมาจากตลาดพรานนก จังหวัด กรุงเทพมหานคร นำไปบดด้วยเครื่องลอสเองเจลิส แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200

6. เปลือกหอยนางรม นำมาจากหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี นำไปบดด้วยเครื่องลอสเองเจลิส แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมมอร์ตาร์ของตัวอย่างทดสอบซึ่งขนาด 5×5×5 ซม.<sup>3</sup> จำนวน 9 โมล

ชนิดมอร์ตาร์	สัดส่วนผสมโดยน้ำหนัก (kg)			
	ปูน	ทราย	น้ำ	เปลือกหอย
ควบคุม	0.579	1.715	0.388	-
ผสมเปลือกหอยแครง	0.405	1.715	0.388	0.174
ผสมเปลือกหอยแมลงภู่นำ	0.405	1.715	0.388	0.174
ผสมเปลือกหอยนางรม	0.405	1.715	0.388	0.174

## 2.2 วิธีการทดสอบ

### 2.2.1 การไหลแผ่

การไหลแผ่ (flow value) ของมอร์ตาร์ ได้ดำเนินการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 124 [4] ด้วยโต๊ะทดสอบการไหล (flow table) [2]

#### ขั้นตอนการทดลอง

หลังจากทำการผสมมิกซ์ที่จะทำการทดสอบมอร์ตาร์ตามมาตรฐานแล้ว ทำการทดสอบการไหลแผ่ตามวิธีการดังนี้

1. ใส่ตัวอย่างมอร์ตาร์ที่จะทำการทดสอบลงในโมลด์ (Flow Mold) เป็น 2 ชั้น
2. หมุนให้ท่อนของโต๊ะทดสอบการไหล (Flow table) ที่สูง (1.27 มม.) กระแทก 25 ครั้ง ใน 15 วินาที เสร็จแล้ว วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ไหลแผ่อยู่บนแท่นจำนวน 4 ค่า ตามแนวเส้น นำค่ามารวมกันจนกระทั่งได้การไหลแผ่



รูปที่ 1 ทดสอบการไหลแผ่บนโต๊ะทดสอบการไหล (Flow Mold)

### 2.2.2 กำลังรับแรงอัด

กำลังอัดประลัย (Compressive strength) ของมอร์ตาร์ได้ประยุกต์ใช้จากมาตรฐาน ASTM C 109-99 [3] ที่อายุ 3 วัน 14 วัน และ 28 วัน โดยใช้ตัวอย่างลูกบาศก์ขนาด 5x5x5 ซม.<sup>3</sup> ที่อายุ 3 วัน 14 วัน และ 28 วัน

#### ขั้นตอนในการทดสอบ

1. ทำการเตรียมตัวอย่างมอร์ตาร์และนำตัวอย่างไปทำการบ่มน้ำเป็นเวลา 3 วัน 14 วัน และ 28 วัน แล้วเมื่อครบกำหนดให้นำออกจากการบ่มน้ำแล้วทำการพักไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 วันก่อนทำการทดสอบกำลังอัด
2. นำมอร์ตาร์มาทดสอบหาค่ากำลังอัดอัดประลัยด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง แรงคัดและแรงอัดแบบไฮดรอลิก ดังแสดงรูปที่ 2



รูปที่ 2 มอร์ตาร์ที่ผ่านการทดสอบแรงอัด

## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3

Proceedings of the 3<sup>rd</sup> RMUTP Conference of Engineering and Technology

### 3. ผลการทดสอบและอภิปรายผล

#### 3.1 การไหลผ่าน

ค่าการไหลผ่าน (Flow value) ของมอร์ตาร์ควบคุม มอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยแครง มอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยแมลงภู่ มอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยนางรม เมื่อใช้ปริมาณน้ำในส่วนผสมของมอร์ตาร์ที่เท่ากันคืออัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.65 พบว่าการไหลผ่านของมอร์ตาร์แทนที่ด้วยเปลือกหอยให้ค่าการไหลผ่านน้อยกว่ามอร์ตาร์ควบคุม ซึ่งแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าการไหลผ่านของมอร์ตาร์ควบคุมและมอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยแต่ละชนิด

ลำดับ	ชนิด	ค่าการไหลผ่าน
1	มอร์ตาร์ควบคุม	113.33 %
2	มอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยแครง	101.17 %
3	มอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยแมลงภู่	103.93 %
4	มอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยนางรม	107.65 %

#### 3.2 กำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์

แสดงผลการศึกษากำลังอัดประลัยของมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ควบคุม, มอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แทนที่ด้วยเปลือกหอยแครง,เปลือกหอยแมลงภู่และเปลือกหอยนางรมร้อยละ 30 ที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.65 อธิบายได้ดังนี้

ตารางที่ 3 กำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ควบคุมและมอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยทั้ง 4 ชนิด ซึ่งบ่มในน้ำเป็นเวลา 3 วัน, 14 วัน และ 28 วัน

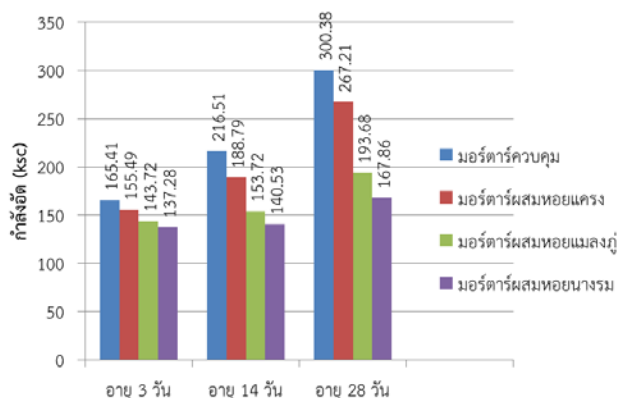
ชนิด	กำลังอัดตามอายุการบ่ม (ksc)		
	3 วัน	14 วัน	28 วัน
มอร์ตาร์ควบคุม	163.91	209.99	299.29
	162.28	209.17	300.92
	170.03	230.38	300.92
มอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยแครง	153.72	184.30	244.65
	175.74	194.90	288.69
	137.0	187.16	268.30
มอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยแมลงภู่	145.97	162.28	181.86
	143.93	148.01	192.46
	139.45	150.87	206.73

มอร์ตาร์ผสมเปลือกหอย	141.90	135.37	165.14
นางรม	137.41	138.63	162.28
	132.52	147.60	176.15

จากรูปที่ 3 และรูปที่ 4 พบว่ากำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์แทนที่ด้วยเปลือกหอยแครง,เปลือกหอยแมลงภู่และเปลือกหอยนางรมที่ร้อยละ 30 ให้ค่าน้อยกว่ามอร์ตาร์ควบคุม โดยเฉพาะเมื่อแทนที่ด้วยเปลือกหอยนางรม จะให้ค่าก่อนข้างต่ำ เพราะเปลือกหอยนางรมรับกำลังอัดได้น้อยกว่าเปลือกหอยอื่นๆ ทั้งนี้เพราะการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเปลือกหอยแครง,เปลือกหอยแมลงภู่และเปลือกหอยนางรมทำให้ปริมาณปูนซีเมนต์ลดลง การไฮเดรชันจึงเกิดน้อย แต่อย่างไรก็ตามเมื่ออายุมากขึ้นการพัฒนากำลังอัดของมอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยแครง,เปลือกหอยแมลงภู่และเปลือกหอยนางรมจะมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากปฏิกิริยาปอซโซลาน

อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกำลังอัดของตัวอย่างมอร์ตาร์ควบคุม,มอร์ตาร์เปลือกหอยแครง,เปลือกหอยแมลงภู่,และเปลือกหอยนางรม พบว่ากำลังอัดของมอร์ตาร์ควบคุม มีค่ามากกว่าของมอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยแครง,มอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยแมลงภู่,และมอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยนางรม

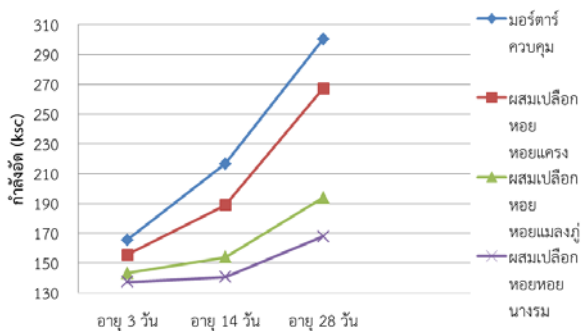
แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดประลัยกับอายุของตัวอย่างมอร์ตาร์ควบคุม กับมอร์ตาร์ที่แทนที่ซีเมนต์ด้วยเปลือกหอยแครง ,เปลือกหอยแมลงภู่และเปลือกหอยนางรม พบว่ามอร์ตาร์ผสมร้อยละ 30 ทุกสัดส่วนที่ศึกษาในครั้งนี้ ให้ค่ากำลังอัดที่น้อยกว่ามอร์ตาร์ควบคุม



รูปที่ 3 กำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ควบคุม มอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยแครง มอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยแมลงภู่ และมอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยนางรม

## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3  
Proceedings of the 3<sup>rd</sup> RMUTP Conference of Engineering and Technology



รูปที่ 4 กำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ควบคุม มอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยแครง, มอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยแมลงภู่และมอร์ตาร์ผสมเปลือกหอยนางรม

## 4. สรุปผลการทดลอง

ค่าการไหลผ่านของมอร์ตาร์แทนที่ด้วยเปลือกหอยแครง, เปลือกหอยแมลงภู่, และเปลือกหอยนางรม มีค่าน้อยกว่ามอร์ตาร์ควบคุม การแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ด้วยเปลือกหอยแครง, เปลือกหอยแมลงภู่ และเปลือกหอยนางรม มีผลทำให้กำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์มีแนวโน้มที่ต่ำกว่ามอร์ตาร์ควบคุม แต่เมื่อการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ด้วยเปลือกหอยแครง จะสังเกตได้ว่ามอร์ตาร์ที่แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเปลือกหอยแครงมีค่าใกล้เคียงกับมอร์ตาร์ควบคุมมากที่สุด และการแทนที่ด้วยเปลือกหอยยังพบว่ามอร์ตาร์มีกำลังรับแรงอัดมากกว่า มอร์ตาร์ที่แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเปลือกหอยแมลงภู่ และเปลือกหอยนางรม

## 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับมอร์ตาร์ควบคุมที่ใช้ศึกษาเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ที่มีเปลือกหอยแครง เปลือกหอยแมลงภู่ เปลือกหอยนางรม เป็นส่วนผสมเพิ่ม และลดปริมาณซีเมนต์ลงเพื่อทดสอบคุณสมบัติการรับแรงอัด ความแข็งแรง การดูดซึมน้ำ และการเป็นฉนวนกันความร้อน โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากันที่ 0.65 ใสค่า C:S เท่ากับ 1 : 2.75 โดยการทำการบ่มขึ้นที่ช่วงเวลา 3 วัน 14 วัน และ 28 วัน ซึ่งจะได้รู้ว่ามีมอร์ตาร์ปกติกับมอร์ตาร์ที่มีส่วนผสมของเปลือกหอยแต่ละชนิด ชนิดไหนมีคุณสมบัติที่ดีกว่ากัน

งานวิจัยนี้ได้รับคำแนะนำและความช่วยเหลือจาก ผศ. จักรพันธ์ แสงสุวรรณ ซึ่งท่านได้ให้ข้อคิดเห็นต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานวิจัย ทั้งยังช่วยแก้ปัญหาในด้านต่างๆที่อยู่ระหว่างการดำเนินงานอีกด้วย นอกจากนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณครอบครัวที่ได้ให้โอกาสศึกษาเล่าเรียนตลอดจนให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจจนสำเร็จการศึกษา

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ปิติ สุคนธสุขกุล. (2556). คอนกรีต, พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์วารณกวี, ปทุมธานี.
- [2] ปริญญา จินดาประเสริฐ และ ชัย จาตุรพิทักษ์กุล. (2553). ปูนซีเมนต์ ปอชโซลาน และคอนกรีต, พิมพ์ครั้งที่ 6, สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- [3] ASTM C109-99. (1999). Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens), ASTM International, West Conshohocken, PA.
- [4] ASTM C124. (1971). Standard Test Method of Test for Flow of Portland-Cement Concrete by Use of the Flow Table, ASTM International, West Conshohocken, PA.