ผลกระทบของแคลเซียมสเตียเรตที่มีต่อกำลังอัดและการดูดซึมน้ำของมอร์ต้าร์ที่ไม่ชอบน้ำ
Influences of Calcium Stearate on Compressive Strength and Water Absorption of Hydrophobic Mortar

ศศิธร ดิษเจริญ[1,*] ทวิช พูลเงิน[2] อุบลลักษณ์ รัตนศักดิ์[3] และ วีรชาติ ตั้งจิรภัทร[2]

[1] นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[2] รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[3]รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
**Corresponding author; E-mail address: aquanaam@gmail.com*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลของการใช้แคลเซียมสเตียเรต (CS) ซึ่งเป็นสารผสมเพิ่มกันน้ำที่มีต่อกำลังอัดการดูดซึมน้ำและมุมผิวสัมผัสของมอร์ต้าร์ โดยแปรเปลี่ยนปริมาณ CS ตั้งแต่ร้อยละ 0-15 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน ผลจากการทดสอบพบว่าปริมาณของ CS ที่เพิ่มขึ้นมีผลให้กำลังอัดของมอร์ต้าร์ลดลง โดยการใส่ CS ในปริมาณร้อยละ 5 (CT-CS5) และร้อยละ 15 (CT-CS15) ทำให้กำลังอัดที่อายุ 28 วัน ลดลงร้อยละ 11 และร้อยละ 30 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับ CT-CS0 ในขณะที่อัตราการดูดซึมน้ำของมอร์ต้าร์ที่มีปริมาณ CS ร้อยละ 9 (CT-CS9) ลดลงถึงร้อยละ 90 เมื่อเปรียบเทียบกับ CT-CS0 นอกจากนี้การวัดมุมผิวสัมผัสของ CT-CS9 ยังชี้ให้เห็นถึงความไม่ชอบน้ำของมอร์ต้าร์อีกด้วยโดยมีมุมผิวสัมผัสมีค่ามากกว่า 90˚

คำสำคัญ: แคลเซียมสเตียเรต, กำลังอัด, การดูดซึมน้ำ, มุมผิวสัมผัส, ไม่ชอบน้ำ

Abstract

This article presents influence of calcium stearate (CS) which is the water-repellent admixture on compressive strength, water absorption, and surface contact angle of mortar. The CS contents used in mortar are varied in range of 0-15 percent by weight of binder. The obtained results indicated that the increasing of CS content resulted in the decreasing of compressive strength of mortar. The compressive strength at 28 days of mortar with CS at 5 and 15 percent by weight are reduced approximately 11 and 30 percent as compared with the control mortar (CT-CS0). While that of the water absorption of mortar mixed with CS at 9 percent (CT-CS9) is reduced about 90 percent as compared with CT-CS0. Moreover, surface contact angle of CT-CS9 is also more than 90 degrees which is classified as the hydrophobic characteristic.

Keywords: Calcium Stearate, Compressive Strength, Absorption, Surface Contact Angle, Hydrophobic

1. คำนำ

การพัฒนาคอนกรีตให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมช่วยยืดอายุของโครงสร้างและลดปัญหาการซ่อมแซมโครงสร้างในอนาคตได้ โครงสร้างระดับจุลภาคของซีเมนต์เพสต์มีช่องว่างและโพรงเป็นจำนวนมาก ประกอบไปด้วยโพรงเจล (Gel Pore) โพรงคาปิลารี (Capillary Pore) และโพรงอากาศ (Air Pore) ทำให้ของเหลวและก๊าซจากภายนอกสามารถซึมผ่านเข้าสู่เนื้อคอนกรีตได้ อันเป็นสาเหตุในการเสื่อมสภาพ เช่น การเกิดคาร์บอเนชั่น การกัดกร่อนโดยกรด สารละลายซัลเฟต และการกัดกร่อนจากคลอไรด์ เป็นต้น

มอร์ต้าร์ที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic Mortar) คือ มอร์ต้าร์ที่มีการดูดซึมน้ำที่น้อยมาก มีมุมผิวสัมผัสกับน้ำมากกว่า 90 องศา เกิดจากการพัฒนาคุณสมบัติด้วยการเคลือบสารกันน้ำหรือการใส่สารผสมเพิ่มกันน้ำ ทั้งสองวิธีนี้มีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน กล่าวคือ การเคลือบผิวด้วยสารกันน้ำเป็นวิธีที่สามารถทำภายหลังจากการก่อสร้างได้และใช้เคลือบผิวเฉพาะด้านที่สัมผัสน้ำเท่านั้น มีข้อเสียคือจำเป็นต้องมีการซ่อมแซมหรือเคลือบซ้ำตามอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ตลอดอายุการใช้งาน ส่วนการใส่สารผสมเพิ่มกันน้ำมีข้อดีคือเป็นวิธีที่ปรับปรุงโครงสร้างระดับจุลภาคของซีเมนต์เพสต์ให้สามารถดูดซึมน้ำได้ลดลง จึงไม่จำเป็นต้องบำรุงรักษาในภายหลัง แต่มีข้อจำกัดคือจำเป็นต้องใส่สารในปริมาณที่เหมาะสมให้โครงสร้างมีความสามารถในการกันน้ำได้เพียงพอตั้งแต่แรก โดยสารที่สามารถนำมาใช้เป็นสารผสมเพิ่มกันน้ำ ได้แก่ น้ำมันพืชบางชนิด ผลผลิตจากน้ำมันปิโตรเลียม และสารจำพวกสบู่ เป็นต้น [1]

มีงานวิจัยในอดีตที่ทำการศึกษาถึงผลของการใส่แคลเซียมสเตียเรตต่อความทนทานของคอนกรีต Maryato และคณะ [2] ได้ทดสอบการแทรกซึมคลอไรด์ไอออนในคอนกรีตที่มีส่วนผสมของแคลเซียมสเตียเรต พบว่าสามารถลดการแทรกซึมคลอไรด์ได้ร้อยละ 87-113 เมื่อเทียบกับคอนกรีตที่ไม่มีส่วนผสมของแคลเซียมสเตียเรต Chacko และคณะ [3] ได้ดำเนินการทดสอบการดูดซึมน้ำและการกัดกร่อนแบบเร่งของคอนกรีตที่มีส่วนผสมของแคลเซียมสเตียเรต พบว่าการใช้แคลเซียมสเตียเรตสามารถลดการดูดซึมน้ำของคอนกรีตและลดการเกิดการกัดกร่อนได้ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Chen และคณะ [4] ที่ได้ศึกษาการต้านการซึมผ่านของคลอไรด์ไอออนของคอนกรีตผสมแคลเซียมสเตียเรตเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาค พบว่าสัมประสิทธิ์การแทรกซึมของคลอไรด์แบบเร่งและสัมประสิทธิ์การแพร่ของคลอไรด์ลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแคลเซียมสเตียเรตในส่วนผสมคอนกรีต

ดังนั้นในงานศึกษานี้จึงมุ่งเน้นศึกษาถึงผลจากการใช้แคลเซียมสเตียเรต ซึ่งเป็นสารจำพวกผงสบู่หรือผงลื่น สามารถผลิตได้ง่ายและหาซื้อได้ง่าย เป็นที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมเคมี สิ่งทอ ผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพผิว โดยศึกษาถึงผลที่เกิดขึ้นต่อกำลังอัดของมอร์ต้าร์ การดูดซึมน้ำของมอร์ต้าร์ และมุมผิวสัมผัสระหว่างน้ำกับผิวมอร์ต้าร์

2. วัสดุที่ใช้

2.1 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ที่มีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 3.15 และสมบัติทางเคมีตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณของส่วนประกอบเคมี (%)
SiO_2	20.5
Al_2O_3	4.70
Fe_2O_3	3.30
CaO	64.40
MgO	1.30
Na_2O	0.20
K_2O	0.30
SO_3	2.70
LOI	2.80

2.2 *มวลรวมละเอียด*

มวลรวมละเอียดใช้ทรายแม่น้ำล้างน้ำสะอาด ร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 30 และค้างตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 100 (อนุภาคขนาด 0.60 ถึง 0.15 มม.)

2.3 *แคลเซียมสเตียเรต*

แคลเซียมสเตียเรต (Calcium Stearate, CS) สูตรทางเคมี คือ $Ca(C_{17}H_{35}COO)_2$ มีลักษณะเป็นผงแป้งละเอียดสีขาว ตามรูปที่ 1 จัดอยู่ในจำพวกสารผสมเพิ่มกันน้ำและสารลดแรงตึงผิว มีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบประมาณร้อยละ 6.6-7.4 โดยน้ำหนัก ความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.08 ผลิตจากการใช้ความร้อนกับกรดสเตียริกและแคลเซียมออกไซด์ดังสมการที่ 1 มีความสามารถในการละลายน้ำต่ำ สามารถผลิตและหาซื้อได้ง่าย

$$2C_{17}H_{35}COOH + CaO \rightarrow Ca(C_{17}H_{35}COO)_2 + H_2O \quad (1)$$

รูปที่ 1 แคลเซียมสเตียเรต

3. วิธีการทดสอบ

3.1 การทดสอบกำลังอัดของมอร์ต้าร์

การทดสอบกำลังอัดของมอร์ต้าร์ โดยใช้ตัวอย่างรูปลูกบาศก์ ขนาด 5x5x5 ซม^3 หล่อตัวอย่างและถอดแบบหลังจาก 24 ชม. จากนั้นบ่มตัวอย่างในน้ำสะอาด แล้วนำไปทดสอบกำลังอัดตามาตรฐาน ASTM C 109 [6] ที่อายุ 7 วัน และ 28 วัน ใช้อัตราส่วนผสมดังตารางที่ 2 มีปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เป็นวัสดุประสาน ใส่สารผสมเพิ่มกันน้ำ คือ แคลเซียมสเตียเรต (CS) ที่ปริมาณร้อยละ 0, 1, 3, 5, 7, 9, 11,13 และ 15 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน และใส่สารลดน้ำพิเศษ (SP) กับตัวอย่างที่มีแคลเซียมสเตียเรตปริมาณร้อยละ 15 โดยควบคุมปริมาณน้ำให้เท่ากับตัวอย่างที่ไม่ใส่แคลเซียมสเตียเรต สำหรับใช้เป็นตัวอย่างเปรียบเทียบผลของการใช้ SP เพื่อควบคุมปริมาณน้ำของมอร์ต้าร์ที่มีส่วนผสมของแคลเซียมสเตียเรต ใช้อัตราส่วนวัสดุประสานต่อทรายเท่ากับ 1 : 2.75 ควบคุมปริมาณน้ำให้ค่าการไหลแผ่อยู่ระหว่างร้อยละ 105-115 ซึ่งทดสอบด้วยโต๊ะทดสอบการไหลแผ่ ตามมาตรฐาน ASTM C230 [7]

ตารางที่ 2 อัตราส่วนผสมของมอร์ต้าร์ที่ใช้ในการทดสอบกำลังอัด

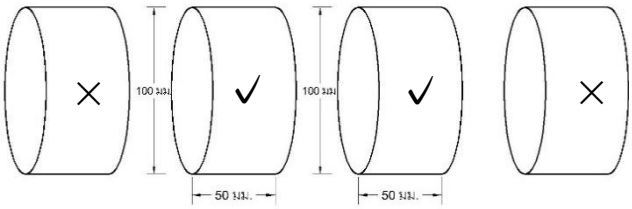
ชื่อส่วนผสม	ปูนซีเมนต์ (กรัม)	CS (กรัม)	ทราย (กรัม)	W/C (%)	SP (%)
CT-CS0	1,000	0	2,750	0.67	-
CT-CS1	1,000	10	2,750	0.70	-
CT-CS3	1,000	30	2,750	0.74	-
CT-CS5	1,000	50	2,750	0.77	-
CT-CS7	1,000	70	2,750	0.78	-
CT-CS9	1,000	90	2,750	0.78	-
CT-CS11	1,000	110	2,750	0.76	-
CT-CS13	1,000	130	2,750	0.75	-
CT-CS15	1,000	150	2,750	0.74	-
CT-CS15-SP	1,000	150	2750	0.67	0.8

3.2 การทดสอบการดูดซึมน้ำของมอร์ต้าร์

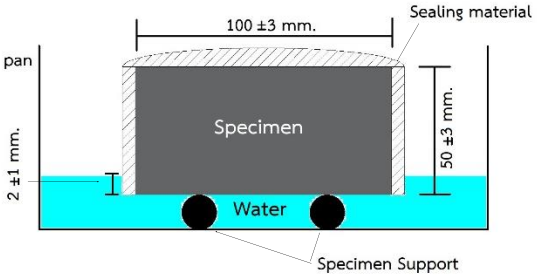
การทดสอบการดูดซึมน้ำตามมาตรฐาน ASTM C1585 [8] เป็นวิธีการทดสอบเพื่อหาอัตราการดูดซึมน้ำ (Absorption) โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของตัวอย่างเทียบกับเวลา ซึ่งมีผิวที่สัมผัสน้ำเพียงแค่ด้านเดียว ผลที่ได้จากการทดสอบแสดงถึงการดูดซึมน้ำแบบคาปิลารีของตัวอย่าง โดยทำการทดสอบกับมอร์ต้าร์ตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มม สูง 50 มม ซึ่งตัดตัวอย่างมาจากส่วนกลางของการหล่อมอร์ต้าร์ขนาด 100 มม สูง 200 มม ดังรูปที่ 2 แล้วนำตัวอย่างที่อายุ 28 วันไปเข้าตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน จนตัวอย่างมีน้ำหนักที่คงที่ หลังจากนั้นนำมาเก็บไว้ในภาชนะปิดที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 วัน ก่อนนำไปทดสอบด้วยการเคลือบผิวด้านที่ไม่ได้สัมผัสน้ำด้วยอีพ็อกซีกันน้ำและจุ่มด้านที่ทำการทดสอบลงในน้ำ ดังรูปที่ 3 จดบันทึกน้ำหนักของตัวอย่างโดยซับน้ำที่ผิวด้านที่ทำการทดสอบก่อนชั่งทุกครั้งตามเวลาที่กำหนดในมาตรฐาน นำค่าที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณหาค่าการดูดซึมน้ำ (Absorption, I) โดยคำนวณจากสมการที่ 2

$$I = \frac{m_t}{a*d} \quad (2)$$

โดยที่ I = การดูดซึมน้ำ (Absorption), (มม)
m_t = การเปลี่ยนแปลงของมวลที่เวลาใดๆ, (กรัม)
a = พื้นที่ผิวของตัวอย่างด้านที่ทดสอบ, (มม^2)
d = ความหนาแน่น (Density) ของน้ำ, (กรัม/มม^3)



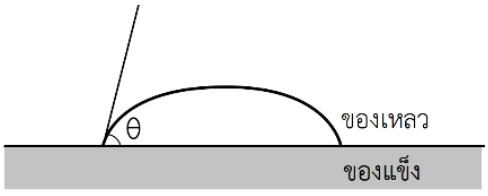
รูปที่ 2 การตัดตัวอย่างมอร์ต้าร์เพื่อใช้ในการทดสอบการดูดซึมน้ำ



รูปที่ 3 การทดสอบการดูดซึมน้ำ [8]

3.3 การทดสอบมุมผิวสัมผัส

เมื่อของเหลวสัมผัสกับผิวของแข็งจะเกิดแรงปฏิสัมพันธ์ระหว่างโมเลกุล คือ แรงแอดฮีชั่นที่ทำให้ของเหลวกระจายตัวไปทั่วพื้นผิว และในขณะเดียวกันภายในของเหลวก็มีแรงโคฮีชั่นที่พยายามทำให้ของเหลวเกาะกันเป็นทรงกลมและไม่สัมผัสกับผิวของแข็ง แรงเหล่านี้เป็นผลให้เกิดภาวะการเปียกและรูปทรงของหยดน้ำบนพื้นผิวของของแข็ง มุมสัมผัส (Contact Angle, θ) เป็นมุมระนาบระหว่างของแข็งกับของเหลวแสดงดังรูปที่ 4 กรณีที่มุมผิวสัมผัส θ น้อยกว่า 90° หมายถึง ของแข็งนั้นมีความชอบน้ำ (Hydrophilic) เกิดสภาวะการเปียกมาก และในกรณีที่มุมผิวสัมผัส θ มากกว่า 90° หมายถึง ของแข็งนั้นมีความไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) ทำให้ของเหลวสัมผัสกับพื้นผิวน้อยและก่อตัวเป็นทรงหยดน้ำ นอกจากนี้ในกรณีที่ θ มากกว่า 145° หมายถึงของแข็งนั้นมีความไม่ชอบน้ำอย่างมาก (Superhydrophobic) ซึ่งพื้นผิวของของแข็งไม่เปียกน้ำเลย [9] การวัดมุมผิวสัมผัส (Surface Contact Angle) สามารถทำได้ในห้องปฏิบัติการโดยใช้เครื่องวัดมุมผิวสัมผัสดังแสดงในรูปที่ 5 โดยทำการวัดมุมผิวสัมผัสของมอร์ต้าร์ที่ผสมแคลเซียมสเตียเรตในปริมาณร้อยละ 0, 7, 9, 11, 13, 15 และมอร์ต้าร์ที่ใส่แคลเซียมสเตียเรตร้อยละ 15 โดยใส่สารสดลน้ำพิเศษควบคุมปริมาณน้ำให้เท่ากับมอร์ตาร์ที่ไม่ได้ใส่แคลเซียมสเตียเรต (CT-CS15-SP)



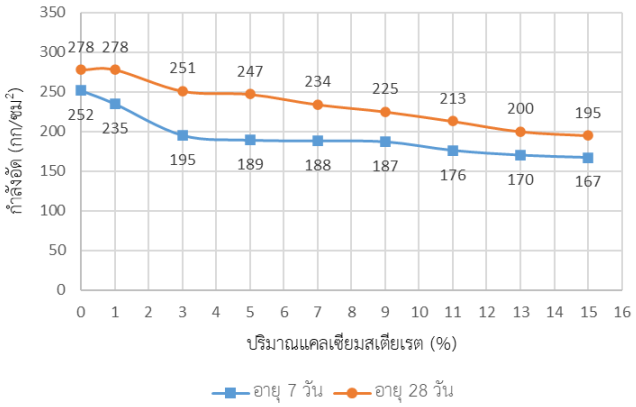
รูปที่ 4 มุมสัมผัส (Contact Angle, θ)

รูปที่ 5 เครื่องวัดมุมผิวสัมผัส

4. ผลการทดสอบ

4.1 ผลการทดสอบกำลังอัดของมอร์ต้าร์

ผลการทดสอบกำลังอัดของมอร์ต้าร์ที่อายุ 7 วันและ 28 วัน แสดงได้ดังรูปที่ 6 พบว่าเมื่อปริมาณแคลเซียมสเตียเรตเพิ่มขึ้นส่งผลให้กำลังอัดของมอร์ต้าร์ลดลง เปรียบเทียบกำลังอัดของมอร์ต้าร์ควบคุม (CT-CS0) มอร์ต้าร์ที่ผสมแคลเซียมสเตียเรตในปริมาณร้อยละ 5 (CT-CS5) และร้อยละ 15 (CT-CS15) มีผลให้กำลังอัดที่อายุ 7 วัน ลดลงประมาณร้อยละ 25 และร้อยละ 34 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ต้าร์ควบคุม (CT-CS0) สำหรับการทดสอบกำลังอัดที่ 28 วันมีแนวโน้มการลดลงของกำลังเช่นเดียวกันกับที่อายุ 7 วัน โดยการใช้แคลเซียมสเตียเรตที่ปริมาณร้อยละ 5 และร้อยละ 15 ส่งผลให้กำลังอัดลดลงประมาณร้อยละ 11 และร้อยละ 30 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ต้าร์ควมคุม การลดลงของกำลังอัดเป็นไปในแนวโน้มเดียวกับการลดลงของความหนาแน่นของมอร์ต้าร์ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Naseroleslami และ Nemati [5] ที่ได้ทำการศึกษาถึงกำลังอัดของคอนกรีตกับการใช้สารแคลเซียมสเตียเรต ความหนาแน่นของมอร์ต้าร์ที่ลดลงเป็นผลมาจากปริมาณแคลเซียมสเตียเรตที่มากขึ้นทำให้มอร์ต้าร์มีความพรุนมากขึ้น [10] ดังนั้นสาเหตุของการลดลงของกำลังอัดของมอร์ต้าร์ที่ผสมแคลเซียมสเตียเรตเป็นผลจากความหนาแน่นของมอร์ต้าร์ลดลงและการใช้แคลเซียมสเตียเรตทำให้มอร์ต้าร์มีความพรุนมากขึ้น นอกจากนี้อาจเป็นผลมาจากอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน (W/C) ที่เพิ่มขึ้นด้วย



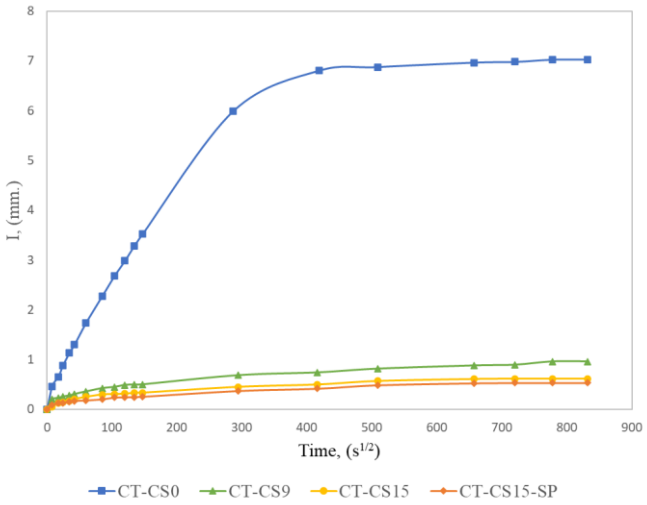
รูปที่ 6 กำลังอัดของมอร์ต้าร์กับปริมาณแคลเซียมสเตียเรต

ตารางที่ 3 ความหนาแน่นของมอร์ต้าร์และการลดลงของกำลังอัดของมอร์ต้าร์

ชื่อส่วนผสม	ความหนาแน่นของมอร์ต้าร์ (กรัม/ลบ.ซม.)	การลดลงของกำลังอัดที่ 7 วัน (ร้อยละ)	การลดลงของกำลังอัดที่ 28 วัน (ร้อยละ)
CT-CS0	2,107	-	-
CT-CS1	2,099	7	0
CT-CS3	2,096	23	10
CT-CS5	2,086	25	11
CT-CS7	2,082	25	16
CT-CS9	2,084	26	19
CT-CS11	2,070	30	23
CT-CS13	2,069	33	28
CT-CS15	2,064	34	30
CT-CS15-SP	1,870	37	39

4.2 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ

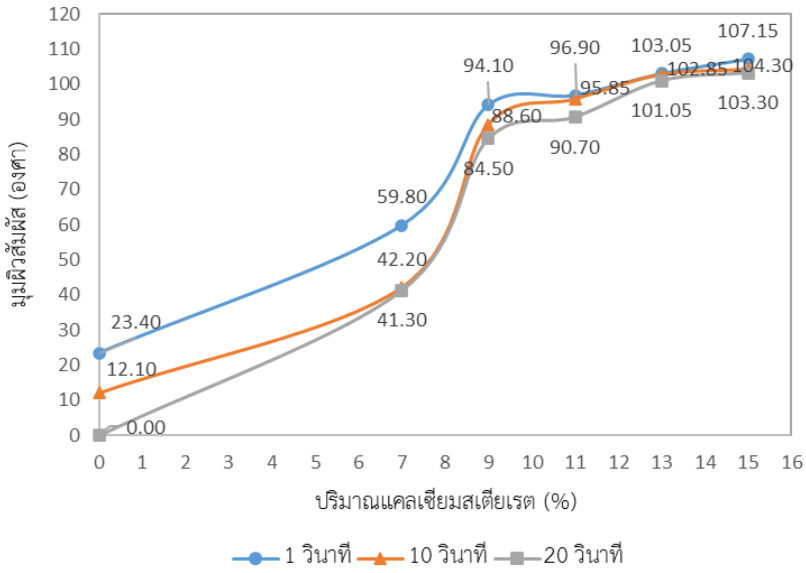
ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ (I) ของมอร์ต้าร์กับเวลา ($s^{1/2}$) แสดงดังรูปที่ 7 จากข้อมูลนี้สามารถนำไปพิจารณาอัตราการดูดซึมน้ำได้จากความชันของกราฟตามมาตรฐาน ASTM C1585 [4] แบ่งการคำนวณอัตราการดูดซึมน้ำเป็นสองช่วงคือ อัตราการดูดซึมน้ำในช่วงต้นพิจารณาตั้งแต่เวลา 1 นาทีจนถึง 6 ชั่วโมง และอัตราการดูดซึมน้ำช่วงที่สองพิจารณาตั้งแต่เวลา 1 วันไปจนถึง 7 วัน ทั้งนี้ค่าอัตราการดูดซึมน้ำสามารถคำนวณโดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น และข้อมูลต้องมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่า 0.98 จากวิธีการคำนวณดังกล่าวสามารถนำมาหาค่าการดูดซึมน้ำในช่วงต้นของมอร์ต้าร์ CT-CS0, CT-CS9 และ CT-CS15 ได้เท่ากับ 0.0219, 0.0022, 0.0016 mm/$s^{1/2}$ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใส่แคลเซียมสเตียเรทเพิ่มขึ้นร้อยละ 9 สามารถลดการดูดซึมน้ำตอนต้นได้ถึงร้อยละ 90



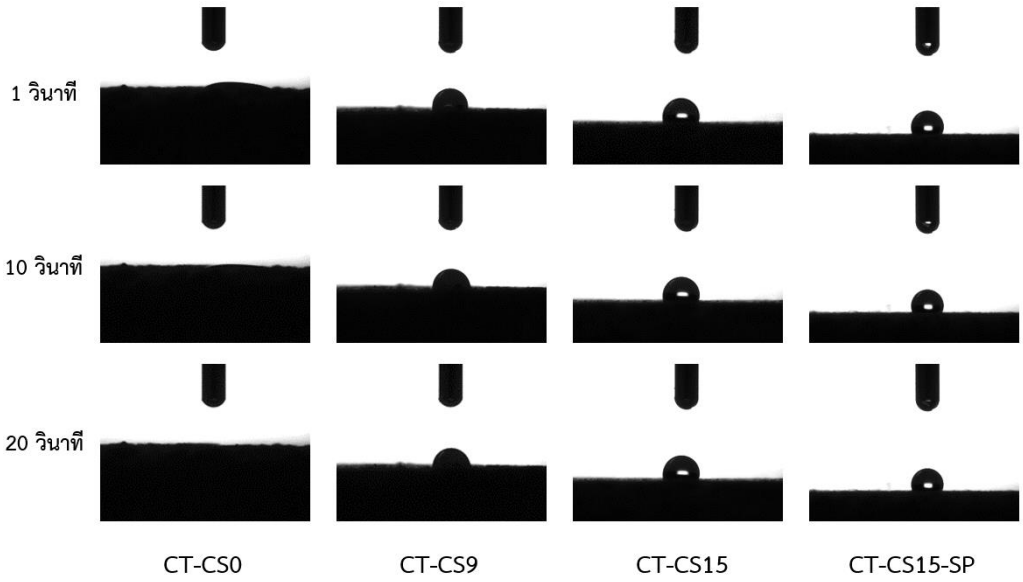
รูปที่ 7 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ

4.3 ผลการทดสอบการวัดมุมผิวสัมผัส

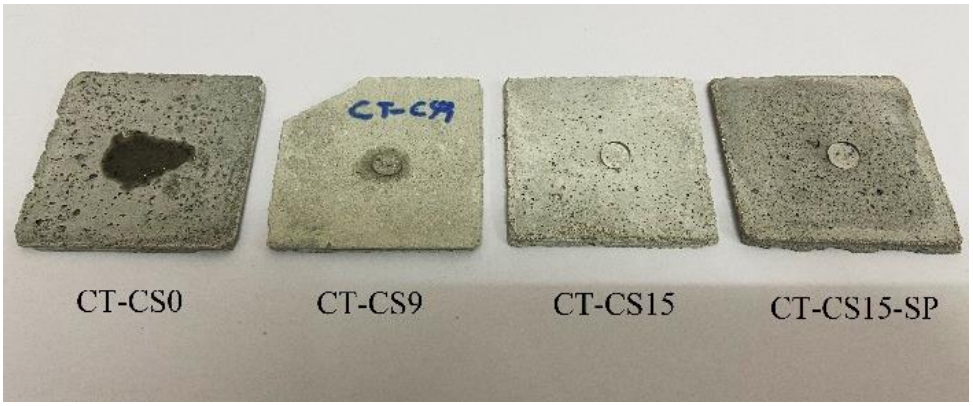
ผลการทดสอบการวัดมุมผิวสัมผัส (Surface Contact Angle) ของมอร์ต้าร์หลังจากการหยดน้ำที่เวลา 1 วินาที 10 วินาที และ 20 วินาที แสดงดังรูปที่ 8 ผลการทดสอบพบว่ามุมผิวสัมผัสมีค่ามากขึ้นเมื่อปริมาณแคลเซียมสเตียเรตมากขึ้น และเกิดเป็นมอร์ต้าร์ที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic Mortar) ซึ่งมีมุมผิวสัมผัสมากกว่า 90 องศาที่ปริมาณแคลเซียมสเตียเรตตั้งแต่ร้อยละ 9 ขึ้นไป พิจารณาภาพหยดน้ำในการทดสอบมุมผิวสัมผัสดังแสดงในรูปที่ 9 และ 10 เห็นได้ว่าทรงหยดน้ำเป็นทรงกลมชัดเจนมากขึ้น เป็นผลมาจากแคลเซียมสเตียเรตเป็นสารที่มีพลังงานพื้นผิวต่ำ ส่งผลให้การดูดซึมน้ำเข้าสู่พื้นผิวต่ำและหยดน้ำสามารถคงรูปได้อยู่บนพื้นผิวได้ [10] นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบวัดมุมผิวสัมผัสของ CT-CS15-SP ได้เท่ากับ 109.25˚, 108.95˚ และ 105.45˚ ในการทดสอบที่ 1, 10 และ 20 วินาทีตามลำดับ ซึ่งมากกว่าของ CT-CS15 ที่มีค่ามุมผิวสัมผัสเท่ากับ 107.15˚, 104.30˚ และ 103.30˚ มุมผิวสัมผัสที่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไปของตัวอย่างชิ้นเดียวกันเป็นผลมาจากมอร์ต้าร์เป็นวัสดุที่มีความพรุนและมีน้ำบางส่วนถูกดูดซึมเข้าสู่โพรงภายในมอร์ต้าร์ [4]



รูปที่ 8 ผลการทดสอบมุมผิวสัมผัสกับปริมาณแคลเซียมสเตียเรต



รูปที่ 9 หยดน้ำในการทดสอบมุมผิวสัมผัสที่เวลา 1, 10 และ 20 วินาที



รูปที่ 10 หยดน้ำบนผิวตัวอย่างมอร์ต้าร์

5. บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการทดสอบกำลังอัด การดูดซึมน้ำ และการทดสอบการวัดมุมผิวสัมผัสของมอร์ต้าร์ เพื่อศึกษาผลของการใช้แคลเซียมสเตียเรตได้ผลสรุปดังนี้

5.1 ปริมาณการใส่แคลเซียมสเตียเรตในมอร์ต้าร์ มีผลทำให้กำลังอัดของมอร์ต้าร์ลดลง การใช้แคลเซียมสเตียเรตในปริมาณร้อยละ 5 และร้อยละ 15 ทำให้กำลังอัดที่อายุ 7 วัน ลดลงร้อยละ 25 และร้อยละ 34 ตามลำดับ และยังส่งผลทำให้กำลังอัดที่อายุ 28 วัน ลดลงร้อยละ 11 และร้อยละ 30 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ต้าร์ควบคุม

5.2 การใส่แคลเซียมสเตียเรตมากขึ้นมีผลทำให้การดูดซึมน้ำของมอร์ต้าร์ลดลง โดยการใช้แคลเซียมสเตียเรตในปริมาณร้อยละ 9 ส่งผลให้อัตราการดูดซึมน้ำตอนในช่วงต้นลดลงร้อยละ 90 เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ต้าร์ควบคุม

5.3 ปริมาณการใช้แคลเซียมสเตียเรตในมอร์ต้าร์ที่ส่งผลให้เกิดเป็นมอร์ต้าร์ที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic Mortar) คือตั้งแต่ร้อยละ 9 ขึ้นไป และการใช้สารลดน้ำพิเศษเพื่อช่วยลดปริมาณน้ำในมอร์ต้าร์สามารถทำให้มุมผิวสัมผัสมีค่ามากขึ้นด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่สนับสนุนทุนวิจัยภายใต้โครงการทุนการศึกษาเพชรโยธา และขอขอบคุณสำนักงาน คณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่สนับสนุนทุนวิจัยภายใต้โครงการทุนสนับสนุนมูลฐาน (Fundamental Fund 2565 : โครงการเทคโนโลยีการก่อสร้างขั้นสูงสำหรับ Thailand 4.0)

เอกสารอ้างอิง

[1] ปริญญา จินดาประเสริฐ และ ชัย จาตุรพิทักษ์กุล (2551). ปูนซีเมนต์ปอซโซลาน และคอนกรีต. สมาคมคอนกรีตไทย, หน้า 110.

[2] Maryoto, A., Gan, B.S., Hermanto, N.I.S. and Setijadi, R. (2018). The Compressive Strength and Resistivity Toward Corrosion Attacks by Chloride Ion of Concrete Containing Type I Cement and Calcium Stearate. *Hindawi International Journal of Corrosion Volume 2019, Article ID 2042510*, pp. 1-9.

[3] Chacko, C.A., Lekshimi, A.R. and Manuel, F. (2019). Corrosion Resistance of Concrete by Adding Calcium Stearate. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management Vol-2 Issue-5*. pp. 473-475.

[4] Chen, R., Lui, J. and Mu, S. (2022). Chloride Ion Penetration Resistance and Microstructure Modification of Concrete with the Addition of Calcium Stearate. *Construction and Building Materials 321 (2022) 126188*.

[5] Naseroleslami, R. and Nemati, C.M. (2019). The Effects of Calcium Stearate on Mechanical and Durability Aspects of Self-Consolidating Concretes Incorporating Silica Fume/Natural Zeolite. *Concrete and Building Materials 225 (2019)*, pp. 384-400.

[6] Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Mortars (Using 2-in or 50 mm Cube Specimens), ASTM C109/C109M, 2020.

[7] Standard Specification for Flow Table for Use the Tests of Hydraulic Cement, ASTM C230/C230M, 2021.

[8] Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-Cement Concretes, ASTM C1585, 2020.

[9] Law, K.Y. (2021). Definitions for Hydrophilicity, Hydrophobicity and Superhydrophobicity: Getting the Basics Right. *The Journal of Physical Chemistry Letters*, pp. 686-688.

[10] Chindaprasirt, P., Jitsangiam, P. and Rattanasak, U. (2022). Hydrophobicity and Efflorescence of Lightweight Fly Ash Geopolymer Incorporates with Calcium Stearate. *Journal of Cleaner Production 364, 132499*, pp.1-9