กำลังอัดของมอร์ตาร์ที่มีการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์บางส่วนด้วยโคลนเผาบดและผงฝุ่นหินปูน

Compressive Strength of Mortar by the Partial Replacement of Portland Cement with Calcined Clay and Limestone

ธัญวรัตม์ สันติสุทธิกุล[1] ธีระวุฒิ มูฮำหมัด[2] และ ชูชัย สุจิวรกุล[3,*]

[1,2,3] สาขาวิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จ.กรุงเทพมหานคร

**Corresponding author; E-mail address: chuchai.suj@kmutt.ac.th*

บทคัดย่อ

(LC²)

LC² 3 15 30
50

105–115 ASTM C1437
5 x 5 x 5
ASTM C109 7 14 28
LC²

(LC²)
LC² 50
7
LC² 30 28
73.9

: Limestone Calcined Clay (LC²), ,

Abstract

This research studied the compressive strength of mortar by the partial replacement of Portland cement with Calcined Clay and Limestone (LC²). Investigated parameters consisted of three different levels replacement of cement with LC², i.e. 15% 30% and 50% by weight of cement and to determine the appropriate water content in the mortar by controlling the flowability to be between 105-115% according to ASTM C1437 Standard. Specimens for the compressive strength test were 5 cm cubes according to ASTM C109 Standard, whereby they were tested at 7, 14 and 28 days of curing. The results of this study showed that an increase in LC² replacement would lead to the need of more water in the mixture in order to keep the same flowability of mortar. Moreover the compressive strength of mortars with partial replacement of cement by ground calcined clay and limestone (LC²) would improve with curing ages. It was also found that when replacing a large amount of LC², i.e. 50%, the compressive strength during the first 7 days was reduced. The samples with the highest compressive strength were obtained when the samples with 30% replacement of LC², whereby the compressive strength at 28 days is 73.9 MPa.

Keywords: Limestone Calcined Clay (LC²), Calcined Clay, Limestone

1. บทนำ

PM2.5
1200-
1450 1
0.8

$SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$ 70

[1,2,3,4]

(LC^2)

850-900

[5]

(LC^2) Limestone Calcined
Clay Cement (LC^3) - ήή Limestone Calcined Clay Cement (LC^3) i (א

[6]

LC^3

Chanachon Sudswong (2022) [7]

(Calcined Clay) (Limestone powder) 2 : 1
1 : 1

(LC^2)

(LC^2)

(LC^2)

(2022)

3.3 การทดสอบ

3.3.1 การทดสอบหาค่าการไหลของมอร์ตาร์

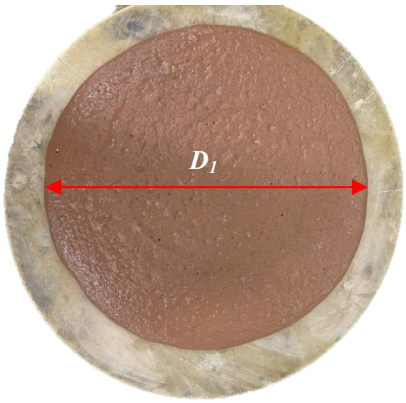
ASTM C1437[8] Flow Table

(1)

$$= \frac{D_1 - D_0}{D_0} \cdot 100 \quad (1)$$

D_0 =

D_1 =



รูปที่ 2 Limestone Calcined Clay Cement (LC^3)

3.3.2 การทดสอบกำลังอัด

ASTM

C109 [9] 5 x 5

x 5

7, 14 28



รูปที่ 3 Limestone Calcined Clay Cement (LC^3)

4. ผลการวิจัย

4.1 ปริมาณน้ำและสารลดน้ำพิเศษที่เหมาะสมของมอร์ตาร์ที่ใช้ Limestone Calcined Clay Cement (LC^3)

2

Limestone Calcined Clay Cement (LC^3)

Limestone Calcined Clay Cement (LC^3)

Limestone Calcined Clay Cement (LC^3)

Limestone Calcined Clay Cement (LC^3) 105 115 ASTM C1437 [8]

(LC^2) 15 0.45

(LC^2) 30 50 0.5

Limestone Calcined Clay Cement (LC^3)

0.35 105 115 ASTM C1437 [8]

(LC^2) 15, 30 50 0.0035, 0.007 0.015

ตารางที่ 2

Sample ID	W/B	Superplasticizer	
Control	0.45	-	114
15LC2	0.45	-	109
30LC2	0.5	-	108
50LC2	0.5	-	106
15LC2-0.0035SP	0.35	0.0035	111
30LC2-0.007SP	0.35	0.007	109
50LC2-0.015SP	0.35	0.015	105

4 Limestone Calcined Clay Cement (LC^3)

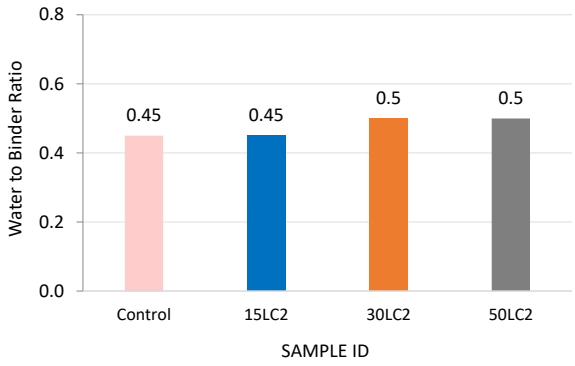
LC^2

Yu Chen

[10] 5 Limestone Calcined Clay Cement (LC^3)

LC^2

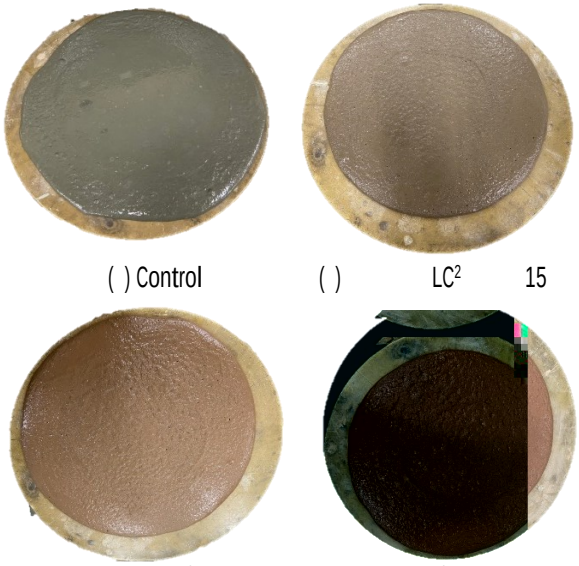
(LC^2)



รูปที่ 4 Limestone Calcined Clay Cement (LC^3)



รูปที่ 5 Limestone Calcined Clay Cement (LC^3)



( ) Control ( ) LC^2 15

( ) LC^2 30 ( ) LC^2 50

รูปที่ 6 Limestone Calcined Clay Cement (LC^3)

4.2 ผลการทดสอบกำลังอัด

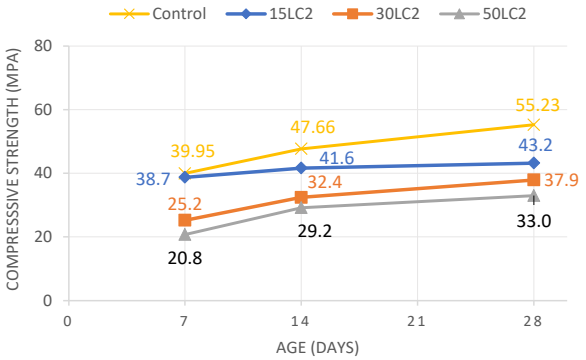
4.2.1 ผลการทดสอบกำลังอัดของมอร์ตาร์ที่ใช้ Limestone Calcined Clay Cement (LC^3) ที่ไม่ได้เติมสารลดน้ำพิเศษ

Limestone Calcined Clay Cement (LC^3) 7 7, 14 28 39.95, 47.66 55.23

(LC^2) 15 7, 14 28 38.7, 41.6 43.2

LC^2 30 7, 14 28 25.2, 32.4 37.9

LC^2 LC^2 50 7, 14 28 20.8, 29.2 33 LC^2



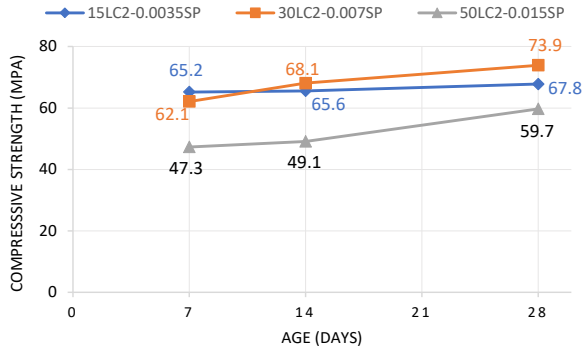
รูปที่ 7 Limestone Calcined Clay Cement (LC^3)

4.2.2 ผลการทดสอบกำลังอัดของมอร์ตาร์ที่ใช้ Limestone Calcined Clay Cement (LC^3) ที่เติมสารลดน้ำพิเศษ

Limestone Calcined Clay Cement (LC^3) 8 (LC^2) 15 7, 14 28 65.2, 65.6 67.8

LC^2 30 7, 14 28 62.1, 68.1 73.9 LC^2

50 7, 14 28 47.3, 49.1
59.7
LC2 30
LC2 15



รูปที่ 8 Limestone Calcined Clay Cement (LC3)

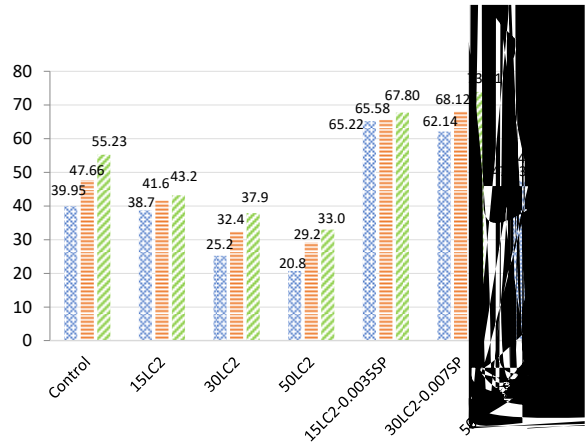
8
Limestone Calcined Clay Cement (LC3)
7
(LC2)
LC2 14

(LC2) 15
LC2 15 30

4.2.3 เปรียบเทียบผลการทดสอบกำลังอัดของมอร์ตาร์ที่ใช้ Limestone Calcined Clay Cement (LC3)

Limestone Calcined Clay Cement (LC3)
9
LC2
Limestone Calcined Clay Cement (LC3)
Limestone Calcined Clay Cement (LC3)
Limestone Calcined Clay Cement (LC3)

(LC2)
LC2
30 28 73.9



รูปที่ 9 Limestone Calcined Clay Cement (LC3)

5. บทสรุป

(LC2)
LC2 3
15, 30 50

5.1

(LC2)

5.2

LC2
30 28 73.9

5.3

Limestone Calcined Clay Cement (LC3)
LC3 30
7 LC3
15 28

5.4 Limestone Calcined Clay Cement (LC3)
Limestone Calcined Clay Cement (LC3)

(LC2)

6. กิตติกรรมประกาศ

Mr.Jeffry Maxfield Lam Po-Lui
(SCG)

: Petchra Pra Jom Klao Master's Degree Research Scholarship form King Mongkut's University of Technology Thonburi

7. เอกสารอ้างอิง

[1] , , , , (2563). . *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.*, 43, 1, 49-65.

[2] , , (2565). . *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 27*, , 24-26 2565, MAT56-1- MAT56-7.

[3] , (2563). , *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25*, , 15-17 2563, 1-7.

[4] , , (2559). . *วารสารวิชาการสมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย*, Vol.4, No.1, 11-19.

[5] Chanachon Sudswong (2022). *Effects of calcined clay on properties of mortar and concrete*, Construction and Building Materials, A Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (Engineering and Technology), Sirindhorn Internation Institute of Technology Thammasat University, Thailand.

[6] Meenakshi Sharma, Shashank Bishnoi, Fernando Martirena and Karen Scrivener (2021). Limestone calcined clay cement and concrete: A state-of-the-art review, *Cement and Concrete Research*, 149, 106564.

[7] Karen Scrivenera, Fernando Martirenab, Shashank Bishnoic and Soumen Maity (2018). Calcined clay limestone cements (LC^3), *Cement and Concrete Research*, 114, pp. 49-56.

[8] ASTM (2020). Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar. ASTM C1437. ASTM International, West Conshohocken, PA.

[9] ASTM (2021). Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Mortars (Using 2-in or 50 mm Cube Specimens). ASTM C109/109M. ASTM International, West Conshohocken, PA.

[10] Yu Chen, Yu Zhang, Branko Savija, and Oguzhan Çopuroglu (2023). Fresh properties of limestone-calcined clay-slag cement pastes, *Cement and Concrete Composites*, 138, 104962.