

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การทดสอบคุณสมบัติของ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมตะกรันเตาถลุง

1) ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) และการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการเผา ของปูนซีเมนต์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 15 สำหรับ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และปริมาณของซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) และผลรวมของอัลคาไล ออกไซด์ ($Na_2O + 0.658 K_2O$) ของตะกรันเตาถลุงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ ASTM C 989-89a

2) ความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และตะกรันเตาถลุงเท่ากับ 3.15 และ 3.00 ตามลำดับ และความละเอียดของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และตะกรันเตาถลุงโดยวิธีแอร์เพอร์มิอะบิลิตี้ เท่ากับ 3600 และ 3200 ซม²/กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 15 ความละเอียด อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด สำหรับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

3) ตะกรันเตาถลุงทำให้มอร์ตาร์ มีความต้องการน้ำสำหรับค่าการไหลร้อยละ 110+5 ลดลง

4) การผสมตะกรันเตาถลุงในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทำให้ความชื้นเหลวปกติลดลง และระยะเวลาการก่อตัวระยะต้นและระยะปลายเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 15 พบว่าระยะเวลาการก่อตัวระยะต้นและระยะปลาย อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด สำหรับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ถึง 5

5) ตะกรันเตาถลุงสามารถใช้ผสมแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ และสามารถชดเชยกำลังรับแรงอัดและกำลังรับแรงดึงที่ลดลง จากการลดลงของปริมาณปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ได้บางส่วน โดยตะกรันเตาถลุงทำปฏิกิริยาได้ช้า และจะช่วยให้กำลังรับแรงในช่วงปลายดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 15 พบว่าการใส่ตะกรันเตาถลุงแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ในอัตราส่วน 90:10, 80:20, และ 70:30 กำลังรับแรงอัดและกำลังรับแรงดึง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มอก.15 สำหรับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1, 2, 4 และ 5 เมื่อแทนที่ในอัตราส่วน 60:40 กำลังรับแรงอัดและกำลังรับแรงดึงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 4 และ 5

ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมตะกอนดินเตาถลุง

คุณสมบัติของปูนซีเมนต์	คุณสมบัติของปูนซีเมนต์ ตามมาตรฐาน มอก.15					อัตราส่วนของปูนซีเมนต์ต่อตะกอนดินเตาถลุง							
	ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5	100:0	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50	40:60	30:70
กำลังรับแรงอัด (กก/ตร.ซม.)													
1 วันในอากาศชื้น	-	-	120.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 วันในอากาศชื้นและ 2 วันในน้ำ	85.00	70.00	210.00	-	-	147.91	140.24	119.14	107.11	60.36	42.85	25.37	16.93
1 วันในอากาศชื้นและ 6 วันในน้ำ	150.00	130.00	-	55.00	105.00	233.04	217.37	188.73	156.68	113.33	67.04	43.49	28.36
1 วันในอากาศชื้นและ 27 วันในน้ำ	245.00	245.00	-	140.00	210.00	289.59	346.76	319.80	298.73	224.77	137.36	86.34	59.47
1 วันในอากาศชื้นและ 89 วันในน้ำ	-	-	-	-	-	349.12	423.87	383.43	362.28	320.80	191.74	144.75	88.77
กำลังรับแรงดึง (กก/ตร.ซม.)													
1 วันในอากาศชื้น	-	-	20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 วันในอากาศชื้นและ 2 วันในน้ำ	10.00	9.00	26.00	-	-	20.58	19.46	17.11	16.70	16.10	11.72	8.43	4.18
1 วันในอากาศชื้นและ 6 วันในน้ำ	20.00	18.00	-	12.00	18.00	21.56	20.64	20.19	19.49	18.72	16.99	12.64	7.41
1 วันในอากาศชื้นและ 27 วันในน้ำ	25.00	23.00	-	21.00	28.00	25.40	28.38	27.47	26.83	25.53	20.11	15.41	12.15
1 วันในอากาศชื้นและ 89 วันในน้ำ	-	-	-	-	-	48.37	57.92	55.69	52.51	53.71	44.95	40.14	34.67
ความชื้นแฉะปกติ (%)	-	-	-	-	-	25.48	24.36	23.40	23.24	23.04	21.00	20.07	19.50
ระยะเวลาในการก่อตัว (นาที)													
การก่อตัวระยะต้น	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	98.00	103.00	111.00	117.00	125.00	108.00	104.00	103.00
การก่อตัวระยะปลาย	375.00	375.00	375.00	375.00	375.00	132.00	134.00	138.00	147.00	148.00	140.00	137.00	135.00

5.1.2 การทดสอบคุณสมบัติของมอร์ตาร์ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมตะกั่วแดง

1) การผสมตะกั่วแดงในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์จะทำให้มอร์ตาร์มีความทนทานต่อการกัดกร่อนของกรดดีซีเอ็นและอัตราส่วน 70 : 30 จะสูญเสียกำลังรับแรงอัดน้อยที่สุด

2) การผสมตะกั่วแดงในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทำให้การสูญเสียน้ำหนักเมื่อแห้งเพิ่มขึ้นและการหดตัวเมื่อแห้งเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 19 เปอร์เซ็นต์ที่อายุ 28 วัน ถึง 90 วัน

3) การผสมตะกั่วแดงในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทำให้มอร์ตาร์มีความสามารถในการดูดซึมน้ำลดลง สำหรับอัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ต่อตะกั่วแดงเท่ากับ 90:10, 80:20, 70:30 และการดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้นสำหรับอัตราส่วน 60:40, 50:50, 40:60 และ 30:70

5.1 ข้อเสนอแนะ

1. ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ต่อตะกั่วแดงที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้งานคือ อัตราส่วน 70:30 เป็นอัตราส่วนที่ให้กำลังรับแรงอัดและกำลังแรงดึงระยะยาวสูงกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และยังทำให้การต้านทานสารเคมีดีขึ้น และการดูดซึมน้ำของมอร์ตาร์ลดลงเป็นส่วนผสมที่น่าจะนำไปพัฒนาใช้สำหรับโครงสร้างทั่วๆ ไปได้ แต่ทั้งนี้ต้องนำไปทดสอบคุณสมบัติด้านอื่น ๆ ตามที่มาตรฐานกำหนด

2. การใช้ตะกั่วแดงแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์กำลังรับแรงในช่วงต้นจะพัฒนาช้า และการบ่มจะมีผลอย่างมากต่อคอนกรีตที่ผสมตะกั่วแดง

3) การผสมตะกั่วแดงในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทำให้การหดตัวเมื่อแห้งและการสูญเสียน้ำหนักเมื่อแห้งเพิ่มขึ้น การใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมตะกั่วแดงควรคำนึงถึงผลกระทบในเรื่องนี้ด้วย

4. ในการศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาคุณสมบัติของมอร์ตาร์ เมื่อบ่มร่วมกับวัสดุปอซโซลาน เช่น ซีเถ้าลอย , ซีเถ้ากลบ เป็นต้น

ตารางที่ 5.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติของมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมตะกั่วกันแดดสูง

OPC : GGBS	น้ำ/สารซีเมนต์	การสูญเสียน้ำหนัก , %						กำลังรับแรงอัด , กก./ตร.ซม.		
		3 วัน	7 วัน	14 วัน	28 วัน	60 วัน	90 วัน	90 วัน	แช่ในกรด 90 วัน	กำลังรับแรงอัดลดลง
100:0	0.704	4.20	13.46	23.41	32.93	48.06	59.20	292.23	156.25	46.36
90:10	0.666	3.77	12.99	21.33	28.34	44.27	53.91	257.70	148.79	42.22
80:20	0.646	2.66	5.51	15.23	23.30	41.27	49.65	192.49	133.17	30.39
70:30	0.642	2.22	5.02	8.16	14.62	31.56	43.66	194.39	135.10	30.29
60:40	0.638	1.89	3.96	7.61	11.37	23.67	34.72	157.54	105.24	32.44
50:50	0.636	1.60	3.49	7.33	12.06	19.47	26.69	126.58	80.71	36.20
40:60	0.634	1.29	3.66	7.94	10.62	16.46	23.58	82.57	55.21	33.06
30:70	0.632	0.97	2.09	6.71	8.26	14.24	22.79	65.94	43.26	34.37

ตารางที่ 5.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติของมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมตะกั่วกันแดดสูง (ต่อ)

OPC : GGBS	น้ำ/สารซีเมนต์	การหดตัวเมื่อตากแห้ง, µε					การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก, %					การดูดซึมน้ำ, %
		7 วัน	14 วัน	28 วัน	60 วัน	90 วัน	7 วัน	14 วัน	28 วัน	60 วัน	90 วัน	
100:0	0.704	226.00	517.00	664.00	876.00	956.00	2.82	3.62	3.94	4.53	4.75	7 วัน
90:10	0.666	264.00	577.00	697.00	902.00	994.00	3.51	4.98	5.67	6.46	6.72	11.01
80:20	0.646	275.00	590.00	701.00	960.00	1,046.00	4.34	5.98	6.27	6.67	6.85	10.03
70:30	0.642	328.00	653.00	711.00	1,016.00	1,121.00	5.09	7.01	8.03	8.38	8.55	10.10
60:40	0.638	335.00	681.00	831.00	1,074.00	1,160.00	6.65	7.68	8.12	8.41	8.60	10.24
50:50	0.636	327.00	668.00	802.00	1,035.00	1,117.00	6.37	7.08	7.56	7.88	8.13	11.43
40:60	0.634	361.00	686.00	852.00	1,102.00	1,220.00	6.84	7.77	8.50	8.82	9.06	11.93
30:70	0.632	390.00	692.00	875.00	1,234.00	1,340.00	6.72	7.65	8.16	8.56	8.72	12.36
												12.50