

ภาคผนวก ก.

การคำนวณอัตราส่วนผสมและตัวกระตุ้นต่าง

ก. การคำนวณอัตราส่วนผสมและสารละลายต่าง

ก.1 คำนวณวัตถุดิบ

MW. ของ $\text{SiO}_2 = 60$ MW. ของ $\text{Al}_2\text{O}_3 = 102$ MW. ของ $\text{NaOH} = 40$

ตะกอนดินประปา 100 กรัม ประกอบด้วย

- SiO_2 60.6 กรัม
- Al_2O_3 25.7 กรัม

ก.1.1 คำนวณอัตราส่วน $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3 = 4.00$ โดยโมล หรือ 2.357 โดยน้ำหนัก

ถ้าใช้ตะกอนดินประปา 100 กรัม มี $\text{SiO}_2 = 60.6/60 = 1.01$ โมล

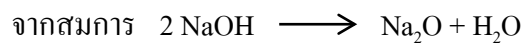
และในตะกอนดินประปา 100 กรัม มี $\text{Al}_2\text{O}_3 = 25.7/102 = 0.252$ โมล

ดังนั้น อัตราส่วน $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 1.01/0.252 = 4.00$ โมล

- คำนวณอัตราส่วน $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2 = 0.2$

เนื่องจากในตะกอนดินประปา มี $\text{SiO}_2 = 1.01$ โมล

ดังนั้น $\frac{\text{Na}_2\text{O}}{\text{SiO}_2} = 0.2$, $\text{Na}_2\text{O} = 0.2$, $\text{Na}_2\text{O} = (0.2 \times 1.01) = 0.202$ โมล



เนื่องจาก NaOH 2 โมล แยกตัวได้ Na_2O 1 โมล และ H_2O 1 โมล

ดังนั้นจะต้องใช้ $\text{NaOH} = 2 \times 0.202 = 0.404$ โมล

แปลงโมลเป็นกรัม = $0.404 \text{ โมล} \times 40 \text{ กรัม/โมล} = 16.16 \text{ กรัม}$

เพราะฉะนั้น ตะกอนดินประปา 100 กรัม จะใช้ NaOH 16.16 กรัม

ตะกอนดินประปา A กรัม จะใช้ $\text{NaOH} = (A \times 16.16)/100$

ภาคผนวก ข.
วิธีหาปริมาณน้ำที่เหมาะสม

ข. การทดสอบหาค่าความชื้นเหลวปกติของซีเมนต์เพสต์โดยเครื่องมือไวกัด

ประยุกต์ตามมาตรฐาน ASTM C187-11e1

1. ทำการผสมซีเมนต์เพสต์ โดยกะประมาณน้ำที่จะนำมาผสมให้ซีเมนต์เพสต์พอปั้นเป็นก้อนได้ ซึ่งปริมาณน้ำนั้นจะคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักซีเมนต์เพสต์
2. ปั้นซีเมนต์เพสต์ทั้งหมดเป็นก้อนกลม โยนจากมือหนึ่งไปอีกมือหนึ่ง 6 ครั้ง โดยมือทั้งสองข้างห่างกันประมาณ 6 นิ้ว
3. จับทรงกรวยใส่ฝ่ามือข้างหนึ่ง และนำซีเมนต์ในฝ่ามืออีกข้างหนึ่งกดซีเมนต์เพสต์เข้าแบบทรงกรวยทางด้านกว้างจนเต็ม ปาดซีเมนต์เพสต์ที่เหลือทางแบบด้านกว้างออกด้วยมือครั้งเดียวให้หมด วางแบบพร้อมซีเมนต์เพสต์ลงบนแผ่นแก้วให้แบบด้านกว้างอยู่ด้านล่าง
4. ปาดซีเมนต์เพสต์ที่ล้นแบบทางด้านแคบออกด้วยเกียงครั้งเดียวให้เรียบ โดยเอียงทำมุมกับด้านบนของแบบเล็กน้อย ถ้ายังไม่เรียบคืออาจใช้ปลายเกียงแตะให้เรียบ พยายามอย่ากดซีเมนต์เพสต์
5. เตรียมเครื่องมือไวกัดโดยใช้ก้านทางด้านป้าน (เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร) ในการทดสอบนี้
6. นำแบบกรวยหัวตัดไปวางไว้ได้เข็มทดสอบมาตรฐานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ของชุดทดสอบไวกัด ปรับให้เข็มทดสอบมาตรฐานแตะกับผิวหน้าของซีเมนต์เพสต์และอยู่ตรงกลางกรวย แล้วปรับเข็มสเกลที่บอกระยะจมบนแผ่นสเกลให้เป็นเลข 0 แล้วทำการปล่อยเข็มทดสอบมาตรฐานทันทีหลังจากการผสมซีเมนต์เพสต์ด้วยเครื่องเสร็จแล้ว 30 วินาที จึงบันทึกระยะจม (Penetration) ได้
7. นำซีเมนต์เพสต์ในกรวยนี้ออกทิ้ง แล้วล้าง และเช็ดกรวยให้สะอาดจนแห้งสนิท พร้อมทั้งจะทำการทดสอบปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นครั้งต่อไป
8. ทำการผสมซีเมนต์กับปริมาณน้ำใหม่ โดยให้ปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นจากครั้งแรก แล้วทำการทดสอบเหมือนกับข้อ 2 - 6 จนกระทั่งครบปริมาณน้ำที่กำหนดไว้จึงจะหยุดการทดสอบ ซึ่งจะได้ค่าระยะจมกับปริมาณน้ำหลายค่า หรือจะหยุดการทดสอบเมื่อระยะจมของเข็มทดสอบมาตรฐานนี้มากกว่า 10 มิลลิเมตร ประมาณ 2 ค่าก็ได้

ภาคผนวก ค.
อุปกรณ์และขั้นตอนการทดลอง

ค. อุปกรณ์และขั้นตอนในการทำงานวิจัย



การหาปริมาณน้ำที่เหมาะสม



ขั้นตอนการผสมตัวอย่าง



โต๊ะสั้นตัวอย่างเพื่อลดฟองอากาศ



หุ้มตัวอย่างก่อนนำไปบ่มในตู้บ่มไฟฟ้า



ตัวอย่างที่หลังครบอายุบ่ม



เครื่องทดสอบกำลังอัด



ก้อนตัวอย่างที่ทดสอบกำลังอัดแล้ว



ก้อนตัวอย่างที่ ความเข้มข้น $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2 = 0.3$



ก้อนตัวอย่างหลังจากออกจากตู้อบไฟฟ้า

ภาคผนวก ง
ผลการทดลองค่ากำลังรับแรงอัด

ตารางที่ 1.ง ค่ากำลังรับแรงอัดของจีโอพอลิเมอร์สังเคราะห์จากตะกอนดินประปาบ่มที่อุณหภูมิห้อง

อัตราส่วน $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	อัตราส่วน $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$	ตัวอย่าง	ค่ากำลังอัด (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)				
			1 วัน	3 วัน	7 วัน	14 วัน	28 วัน
4.00	0.2	1	10.21	19.01	58.85	61.03	81.72
		2	10.31	17.46	63.56	96.02	69.54
		3	9.90	18.71	68.98	69.54	76.89
		4	-	-	58.85	58.85	77.23
		5	-	-	44.73	78.41	79.90
		6	-	-	55.05	70.99	81.55
		ค่าเฉลี่ย	10.14	18.39	58.34	72.48	77.81
4.00	0.25	1	13.26	33.85	76.91	70.62	94.65
		2	13.82	32.16	59.46	81.55	91.32
		3	18.05	33.66	79.22	94.16	65.23
		4	-	-	46.13	91.32	91.78
		5	-	-	60.08	69.34	93.68
		6	-	-	74.56	81.13	90.39
		ค่าเฉลี่ย	15.05	32.89	66.06	81.39	87.84
4.00	0.30	1	23.09	31.26	53.59	56.79	58.85
		2	24.19	29.39	48.35	57.68	58.25
		3	31.10	31.10	50.21	59.16	58.55
		4	-	-	49.95	57.38	49.18
		5	-	-	65.91	53.04	57.36
		6	-	-	50.21	59.46	59.16
		ค่าเฉลี่ย	26.13	30.59	53.13	57.25	56.89

ตารางที่ 2.ง กำลังรับแรงอัดของจีโอพอลิเมอร์สังเคราะห์จากตะกอนดินประปาบ่ม 50 องศาเซลเซียส

อัตราส่วน SiO ₂ /Al ₂ O ₃	อัตราส่วน Na ₂ O/SiO ₂	ตัวอย่าง	ค่ากำลังอัด (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)		
			1 วัน	2 วัน	3 วัน
4.00	0.2	1	61.52	58.85	72.10
		2	59.16	58.55	66.95
		3	58.25	61.64	61.84
		4	55.93	60.72	68.14
		5	58.25	57.95	67.46
		6	56.50	60.40	72.10
		ค่าเฉลี่ย	58.27	59.68	68.10
4.00	0.25	1	64.55	70.26	71.36
		2	74.94	80.87	96.64
		3	70.26	59.46	76.11
		4	69.16	79.22	74.96
		5	72.98	71.36	96.14
		6	71.13	70.62	66.45
		ค่าเฉลี่ย	70.61	71.97	80.27
4.00	0.30	1	47.57	45.66	54.25
		2	53.59	59.16	50.22
		3	44.30	37.86	49.44
		4	47.33	33.56	57.09
		5	44.50	48.32	45.66
		6	35.13	68.14	51.52
		ค่าเฉลี่ย	45.40	48.72	51.36

ตารางที่ 2.ง กำลังรับแรงอัดของจีโอพอลิเมอร์สังเคราะห์จากตะกอนดินประปาบ่ม 70 องศาเซลเซียส

อัตราส่วน SiO ₂ /Al ₂ O ₃	อัตราส่วน Na ₂ O/SiO ₂	ตัวอย่าง	ค่ากำลังอัด (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)		
			1 วัน	2 วัน	3 วัน
4.00	0.2	1	54.14	47.08	84.75
		2	58.55	59.77	60.27
		3	45.20	44.30	57.09
		4	57.92	57.36	62.27
		5	59.16	34.42	81.13
		6	68.84	59.16	69.34
		ค่าเฉลี่ย	57.31	50.35	69.14
4.00	0.25	1	39.87	69.90	68.14
		2	43.16	67.46	76.51
		3	62.02	74.58	70.62
		4	63.28	45.66	84.90
		5	64.58	74.56	84.31
		6	41.73	66.45	86.07
		ค่าเฉลี่ย	52.44	66.43	78.43
4.00	0.30	1	39.81	47.08	48.93
		2	45.66	39.21	35.68
		3	43.38	44.04	31.48
		4	44.50	34.95	36.95
		5	40.07	39.98	56.78
		6	41.09	36.90	37.09
		ค่าเฉลี่ย	42.42	39.88	41.14