

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยเทคนิค x-ray fluorescence (XRF)

ตาราง ก.1 แสดงองค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
SiO ₂	31.58
Fe ₂ O ₃	21.18
Al ₂ O ₃	14.37
CaO	12.63
SO ₃	6.33
MgO	3.52
K ₂ O	1.13
Na ₂ O	1.05
TiO ₂	0.78
MnO	0.25
SrO	0.17
BaO	0.15
P ₂ O ₅	0.12
V ₂ O ₅	0.03
Cr ₂ O ₃	0.02
NiO	0.02
ZrO ₂	0.02
Cl	0.01
Rb ₂ O	0.01
Y ₂ O ₃	0.01
LOI at 1025 °C	6.61
รวม	100.00

ภาคผนวก ข

ผลการหาค่าดัชนีการเกิดปฏิกิริยา (degree of reaction)

ตาราง ข.1 แสดงค่า DOR ของถ้ำลอย FBC (ค่าเบี่ยงคล้)

ตัวอย่าง	ครั้งที่	นน. เริ่มต้น	นน. ที่เหลือ	DOR	เฉลี่ย	SD
FBC	1	5.0005	2.596	48.0852		
	2	5.0004	2.4467	51.0699	49.2721	1.5834
	3	5.0003	2.5671	48.6611		

ตาราง ข.2 แสดงค่า DOR ของตัวอย่างเพศที่อายุ 7 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	นน. เริ่มต้น	นน. ที่เหลือ	DOR	DOR (ลบเบี่ยงคล้)	เฉลี่ย	SD
G/N = 1	1	5.0008	1.6401	67.2032	17.9311		
	2	5.0006	1.5868	68.2678	18.9957	18.7851	0.7705
	3	5.0004	1.5651	68.7005	19.4284		
G/N = 1.5	1	5.0007	1.8655	62.6952	13.4231		
	2	5.0005	2.5295	49.4150	0.1429	1.10801	3.3134
	3	5.0004	2.0997	58.0093	8.7372		
G/N = 2	1	5.0004	1.7072	65.8587	16.5866		
	2	5.0006	1.7773	64.4583	15.1862	16.1205	0.8091
	3	5.0007	1.7072	65.8608	16.5887		
G/N = 2.5	1	5.0012	2.2827	54.3569	5.0848		
	2	5.0018	2.406	51.9653	2.6939	4.1050	1.2530
	3	5.0010	2.3100	53.8092	4.5371		

* highlight = ไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ย

ตาราง ข.3 แสดงค่า DOR ของตัวอย่างเพศที่อายุ 30 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	นน.	นน.	DOR	DOR	เฉลี่ย	SD
		เริ่มต้น	ที่เหลือ		(ลบเบสลงค์)		
G/N = 1	1	5.0005	1.7843	64.3176	15.0455		
	2	5.0006	1.5653	68.6977	19.4256	14.6754	3.0761
	3	5.0011	1.8621	62.7662	13.4941		
G/N = 1.5	1	5.0006	1.9813	60.3787	11.1066		
	2	5.0009	2.1039	57.9296	8.6575	6.5880	1.7318
	3	5.0008	2.3421	53.1655	3.8934		
G/N = 2	1	5.0003	1.8219	63.5642	14.2921		
	2	5.0008	2.145	57.1069	7.8348	14.2584	6.4068
	3	5.0004	1.5041	69.9204	20.6483		
G/N = 2.5	1	5.0008	2.1756	56.4950	7.2229		
	2	5.0006	2.1003	57.9990	8.7269	10.0266	3.6324
	3	5.0003	1.83	63.4022	14.1301		

* highlight = ไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ย

ตาราง ข.4 แสดงค่า DOR ของตัวอย่างเพศผู้ที่อายุ 90 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	นน. เริ่มต้น	นน. ที่เหลือ	DOR	DOR (ลบเบสลงค์)	เฉลี่ย	SD
G/N = 1	1	5.0009	1.235	75.3044	26.0323		
	2	5.0004	1.0852	78.2977	29.0256	27.4990	1.4975
	3	5.0007	1.1646	76.7113	27.4392		
G/N = 1.5	1	5.0005	1.4061	71.8808	22.6087		
	2	5.0008	1.4158	71.6885	22.4164	23.7660	2.1731
	3	5.001	1.223	75.5449	26.2728		
G/N = 2	1	5.0009	0.9214	81.5753	32.3032		
	2	5.0008	1.0037	79.9292	30.6571	30.2143	2.3418
	3	5.0006	1.1524	76.9548	27.6827		
G/N = 2.5	1	5.0009	1.2801	74.4026	25.1305		
	2	5.001	1.4262	71.4817	22.2096	24.7621	2.3897
	3	5.0005	1.1892	76.2184	26.9463		

ภาคผนวก ค

ผลการหาค่ากำลังอัด (Compressive strength)

จีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าที่บ่มในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 25 ± 3 °C

ตาราง ก.1 ค่ากำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าที่อายุการบ่ม 7 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนัก	ค่ากำลังอัด			SD
		(g)	KN	Mpa	Mpa (เฉลี่ย)	
G/N = 1	1	280.5	58.1	24.231		
	2	281.0	52.9	22.063	23.800	1.571
	3	276.5	60.2	25.107		
G/N = 1.5	1	257.5	68.5	28.569		
	2	268.0	73.2	30.529	29.695	1.012
	3	260.0	71.9	29.987		
G/N = 2	1	281.5	29.9	12.470		
	2	280.0	30.9	12.887	12.748	0.241
	3	278.5	30.9	12.887		
G/N = 2.5	1	268.5	74.1	30.904		
	2	264.0	63.6	26.525	28.471	2.230
	3	267.0	67.1	27.985		

ตาราง ค.2 ค่ากคกำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ตาร์ที่อายุการบ่ม 30 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนัก		ค่ากำลังอัด		
		(g)	KN	Mpa	Mpa (เฉลี่ย)	SD
G/N = 1	1	267.5	38.9	16.224		
	2	268	34.3	14.305	14.806	1.246
	3	269.5	33.3	13.888		
G/N = 1.5	1	281.5	67.9	28.318		
	2	284	78.0	32.531	30.334	2.112
	3	282	72.3	30.154		
G/N = 2	1	265	37.5	15.640		
	2	267	44.4	18.517	16.293	1.980
	3	270	35.3	14.722		
G/N = 2.5	1	257	49.9	20.848		
	2	257	66.7	27.818	21.580	1.034
	3	262	53.5	22.313		

* highlight = ไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ย

ตาราง ก.3 ค่ากคกำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ตาร์ที่อายุการบ่ม 90 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนัก		ค่ากำลังอัด		
		(g)	KN	Mpa	Mpa (เฉลี่ย)	SD
G/N = 1	1	265.5	58.8	24.523		
	2	267	39.2	16.358	17.146	1.114
	3	267.5	43	17.934		
G/N = 1.5	1	259	50.6	21.103		
	2	259	46.5	19.394	19.38	1.730
	3	260	42.3	17.642		
G/N = 2	1	273.5	48	20.019		
	2	271	54.8	22.845	21.432	2.002
	3	268.5	67.9	28.319		
G/N = 2.5	1	254.5	76.5	31.905		
	2	264	69.1	28.819	30.126	1.596
	3	262	71.1	29.653		

* highlight = ไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ย

ตาราง ก.4 ค่ากดกำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ตาร์แช่สารละลายกรดซัลฟิวริกที่อายุการบ่ม 90 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนัก		ค่ากำลังอัด		
		(g)	KN	Mpa	Mpa (เฉลี่ย)	SD
G/N = 1	1	243.0	11.3	4.713	4.796	0.118
	2	235.0	11.7	4.88		
	3	241.5	7.9	3.295		
G/N = 1.5	1	259.0	14.2	5.922	6.131	0.295
	2	247.0	12.4	5.171		
	3	250.5	15.2	6.34		
G/N = 2	1	233.5	16.5	6.881	6.964	0.118
	2	247.0	16.9	7.048		
	3	248.0	14.2	5.922		
G/N = 2.5	1	259.5	17.2	7.173	7.235	0.088
	2	248.5	13.4	5.589		
	3	252.0	17.5	7.298		

* highlight = ไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ย

ตาราง ง.5 ค่ากดกำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ตาร์เส้นใยละลายกรดซัลฟิวริกที่อายุการบ่ม 180 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนัก		ค่ากำลังอัด		
		(g)	KN	Mpa	Mpa (เฉลี่ย)	SD
G/N = 1	1	228.0	12.7	5.297	6.103	0.700
	2	237.5	15.5	6.464		
	3	232.0	15.7	6.548		
G/N = 1.5	1	245.0	20.6	8.591	8.257	0.301
	2	244.0	19.6	8.174		
	3	237.5	19.2	8.007		
G/N = 2	1	249.0	15.5	6.464	6.575	0.674
	2	247.5	14.3	5.964		
	3	245.0	17.5	7.298		
G/N = 2.5	1	231.0	17.1	7.132	6.934	0.178
	2	243.0	16.5	6.881		
	3	247.5	16.3	6.788		

ตาราง ก.6 ค่ากคกำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ตาร์แช่สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตที่อายุการบ่ม 90 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนัก		ค่ากำลังอัด		SD
		(g)	KN	Mpa	Mpa (เฉลี่ย)	
G/N = 1	1	238.0	12.1	5.077	4.904	0.310
	2	233.5	10.9	4.546		
	3	242.0	12.2	5.088		
G/N = 1.5	1	250.0	15.6	6.506	6.325	0.214
	2	244.0	14.6	6.089		
	3	246.5	15.3	6.381		
G/N = 2	1	229.0	16.3	6.789	6.839	0.481
	2	235.5	17.6	7.340		
	3	241.0	15.3	6.381		
G/N = 2.5	1	239.0	14.7	6.131	6.311	0.544
	2	236.5	16.6	6.923		
	3	227.5	14.1	5.880		

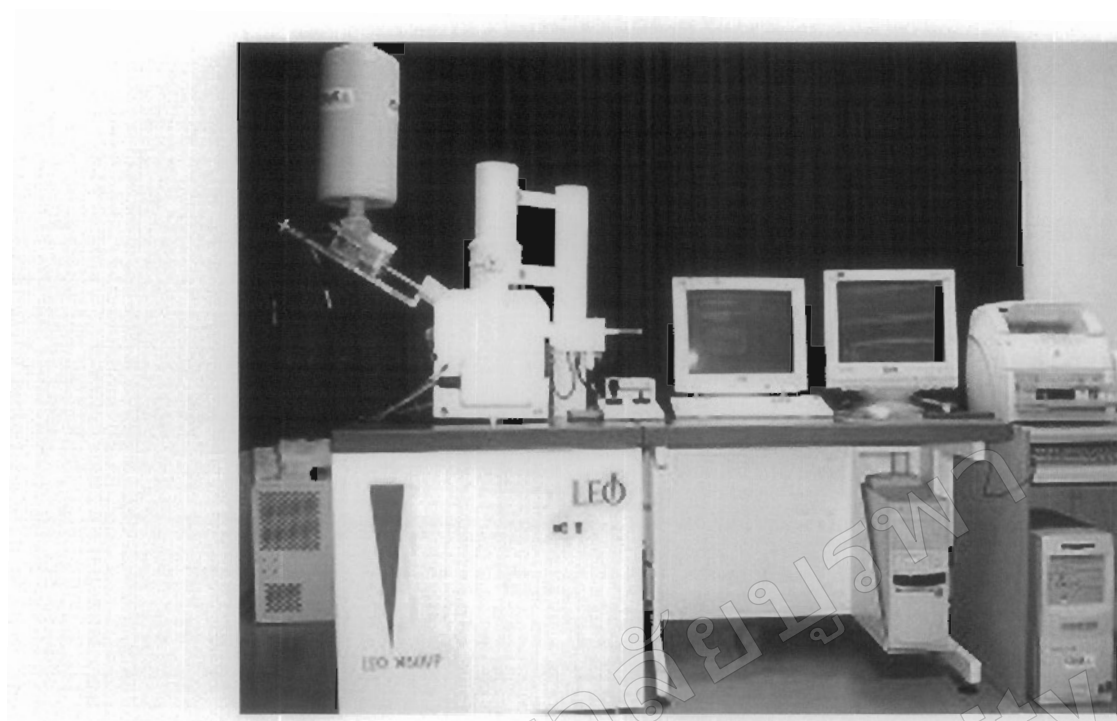
ตาราง ท.7 ค่าดักกำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ตาร์แช่สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตที่อายุการบ่ม 180 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนัก		ค่ากำลังอัด		
		(g)	KN	Mpa	Mpa	SD
					(เฉลี่ย)	
G/N = 1	1	248.5	14.7	6.131		
	2	244.0	12.0	5.005	5.45	0.600
	3	239.0	12.5	5.213		
G/N = 1.5	1	253.0	14.6	6.089		
	2	257.0	14.9	6.214	6.061	0.169
	3	261.5	14.1	5.88		
G/N = 2	1	248.0	12.5	5.213		
	2	239.5	12.2	5.088	5.116	0.087
	3	245.0	12.1	5.046		
G/N = 2.5	1	249.0	10.7	4.462		
	2	253.5	10.2	4.254	4.358	0.147
	3	247.5	10.9	6.214		

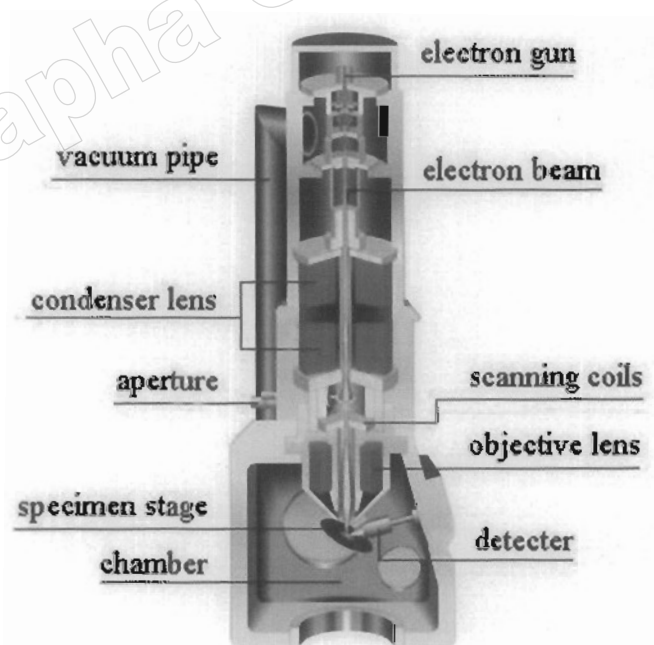
* highlight = ไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ย

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง



ภาพภาคผนวก ง - 1 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด



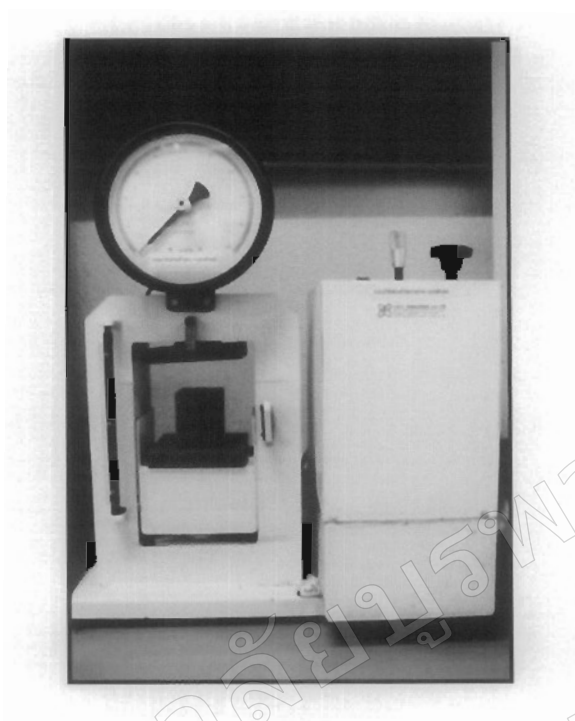
ภาพภาคผนวก ง - 2 การแสดงหลักการทำงานของเครื่อง SEM



ภาพภาคผนวก ง - 3 เครื่อง x-ray diffractometer



ภาพภาคผนวก ง - 4 เครื่อง infrared spectroscope (IR)



ภาพภาคผนวก ง - 5 เครื่องทดสอบกำลังอัดอีโพลิเมอร์



ภาพภาคผนวก ง - 6 เครื่อง thermogravimetric analysis (TGA)