

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาโดยการวัดหาค่าความขรุขระของพื้นผิว (Ra) โดยใช้เครื่องวัดความขรุขระของพื้นผิว (Mitutoyo Surftest) หัววัด (stylus) ชนิดทำมุม 90 องศา ขนาด 5 ไมครอน ใช้ค่าคัทออฟ ( $\lambda c/L$ ) 0.25 จำนวนคลื่น ( $n\lambda c$ ) 5 และค่าช่วง (range) 2 ได้ผลการวัดดังตารางที่ 1 และ 2

ตาราง 4-1 แสดงค่าความขรุขระของพื้นผิว (Ra) ของการเคลือบผิวควบคุม (control), การกรอด้วยหัวกรอหินสีเขียว และ การกรอด้วยหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียด

ชิ้นงาน	วิธีการขัดแต่ง							
	หัวกรอหินสีเขียว				หัวกรอกากเพชรชนิดละเอียด			
	ก่อนขัดแต่ง		หลังขัดแต่ง		ก่อนขัดแต่ง		หลังขัดแต่ง	
	วัดครั้งที่	ค่า Ra	วัดครั้งที่	ค่า Ra	วัดครั้งที่	ค่า Ra	วัดครั้งที่	ค่า Ra
1	1	0.56	1	0.63	1	0.57	1	0.77
	2	0.56	2	0.63	2	0.55	2	0.75
	3	0.55	3	0.60	3	0.56	3	0.75
	4	0.54	4	0.63	4	0.56	4	0.77
	5	0.55	5	0.60	5	0.58	5	0.75
2	1	0.53	1	0.62	1	0.54	1	0.84
	2	0.54	2	0.72	2	0.57	2	0.89
	3	0.55	3	0.63	3	0.53	3	0.84
	4	0.59	4	0.69	4	0.52	4	0.87
	5	0.50	5	0.63	5	0.54	5	0.85

ตาราง 4-1 แสดงค่าความขรุขระของพื้นผิว ( Ra ) ของการเคลือบผิวควบคุม ( control ) , การกรอด้วยหัวกรอหินสีเขียว และ การกรอด้วยหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียด (ต่อ)

ชั้นงาน	วิธีการขัดแต่ง							
	หัวกรอหินสีเขียว				หัวกรอกากเพชรชนิดละเอียด			
	ก่อนขัดแต่ง		หลังขัดแต่ง		ก่อนขัดแต่ง		หลังขัดแต่ง	
	วัดครั้งที่	ค่า Ra	วัดครั้งที่	ค่า Ra	วัดครั้งที่	ค่า Ra	วัดครั้งที่	ค่า Ra
3	1	0.58	1	0.87	1	0.52	1	0.89
	2	0.61	2	0.86	2	0.56	2	0.87
	3	0.52	3	0.88	3	0.54	3	0.82
	4	0.51	4	0.84	4	0.55	4	0.83
	5	0.55	5	0.82	5	0.51	5	0.90
4	1	0.55	1	0.66	1	0.56	1	1.01
	2	0.52	2	0.69	2	0.59	2	0.95
	3	0.58	3	0.72	3	0.55	3	1.01
	4	0.56	4	0.70	4	0.56	4	1.00
	5	0.55	5	0.67	5	0.56	5	0.95
5	1	0.59	1	0.75	1	0.53	1	0.88
	2	0.58	2	0.61	2	0.58	2	0.93
	3	0.62	3	0.70	3	0.56	3	0.88
	4	0.61	4	0.65	4	0.57	4	0.92
	5	0.61	5	0.61	5	0.57	5	0.89
6	1	0.54	1	0.65	1	0.56	1	0.77
	2	0.55	2	0.67	2	0.54	2	0.76
	3	0.51	3	0.69	3	0.57	3	0.85
	4	0.52	4	0.64	4	0.51	4	0.86
	5	0.54	5	0.71	5	0.51	5	0.88

ตาราง 4-1 แสดงค่าความขรุขระของพื้นผิว ( Ra ) ของการเคลือบผิวควบคุม ( control ) , การกรอด้วยหัวกรอหินสีเขียว และ การกรอด้วยหัวกรออากาศเพชรชนิดละเอียด (ต่อ)

ชั้นงาน	วิธีการขัดแต่ง							
	หัวกรอหินสีเขียว				หัวกรออากาศเพชรชนิดละเอียด			
	ก่อนขัดแต่ง		หลังขัดแต่ง		ก่อนขัดแต่ง		หลังขัดแต่ง	
	วัดครั้งที่	ค่า Ra	วัดครั้งที่	ค่า Ra	วัดครั้งที่	ค่า Ra	วัดครั้งที่	ค่า Ra
7	1	0.53	1	0.64	1	0.54	1	0.81
	2	0.60	2	0.67	2	0.54	2	0.82
	3	0.53	3	0.66	3	0.52	3	0.83
	4	0.51	4	0.64	4	0.52	4	0.78
	5	0.57	5	0.64	5	0.54	5	0.78
8	1	0.62	1	0.67	1	0.55	1	0.99
	2	0.57	2	0.72	2	0.55	2	0.90
	3	0.53	3	0.66	3	0.55	3	0.89
	4	0.50	4	0.69	4	0.54	4	0.87
	5	0.55	5	0.73	5	0.51	5	0.98
9	1	0.58	1	0.74	1	0.55	1	0.84
	2	0.61	2	0.73	2	0.58	2	0.77
	3	0.54	3	0.69	3	0.55	3	0.78
	4	0.55	4	0.66	4	0.50	4	0.89
	5	0.59	5	0.69	5	0.51	5	0.77
10	1	0.55	1	0.63	1	0.55	1	0.81
	2	0.57	2	0.63	2	0.53	2	0.80
	3	0.59	3	0.62	3	0.55	3	0.78
	4	0.57	4	0.62	4	0.54	4	0.79
	5	0.57	5	0.63	5	0.55	5	0.76

ตาราง 4-2 แสดงค่าความขรุขระของพื้นผิว [Ra] ของการเคลือบผิวควบคุม [control] และการทำให้ผิวเรียบด้วยวิธีขัดด้วยหัวขัดโซฟุ เคียฟนิช เจลกากเพชรทูลทริเปอรร์ และชิ้นงานเคลือบผิว

ชิ้นงาน	วัดครั้งที่	วิธีการทำให้ผิวเรียบ							
		หัวขัดโซฟุ		เคียฟนิช		เจลกากเพชรทูลทริเปอรร์		ชิ้นงานเคลือบผิว	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	1	0.58	0.56	0.58	0.58	0.42	0.56	0.54	0.62
	2	0.57	0.61	0.55	0.59	0.49	0.57	0.57	0.64
	3	0.54	0.63	0.48	0.52	0.54	0.56	0.56	0.65
	4	0.52	0.64	0.47	0.50	0.57	0.59	0.58	0.65
	5	0.54	0.66	0.53	0.56	0.55	0.58	0.50	0.61
2	1	0.58	0.54	0.51	0.53	0.60	0.58	0.57	0.48
	2	0.52	0.56	0.52	0.55	0.50	0.56	0.55	0.55
	3	0.57	0.58	0.53	0.62	0.49	0.47	0.56	0.48
	4	0.58	0.54	0.54	0.61	0.61	0.56	0.51	0.60
	5	0.55	0.53	0.55	0.58	0.60	0.58	0.56	0.57
3	1	0.54	0.53	0.54	0.60	0.59	0.46	0.54	0.64
	2	0.58	0.55	0.55	0.55	0.59	0.54	0.58	0.61
	3	0.49	0.60	0.61	0.57	0.51	0.53	0.58	0.64
	4	0.60	0.55	0.57	0.54	0.50	0.50	0.56	0.66
	5	0.55	0.51	0.54	0.56	0.48	0.49	0.55	0.65

ตาราง 4-2 แสดงค่าความขรุขระของพื้นผิว [Ra] ของการเคลือบผิวควบคุม [control] และการทำให้ผิวเรียบด้วยวิธีขัดด้วยหัวขัดโซฟุ เดียฟีนิก เจลดากเพชรทูลสทริเปอร์ และชิ้นงานเคลือบผิว

ชิ้นงาน	วัดครั้งที่	วิธีการทำให้ผิวเรียบ							
		หัวขัดโซฟุ		เดียฟีนิก		เจลดากเพชรทูลสทริเปอร์		ชิ้นงานเคลือบผิว	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
4	1	0.52	0.56	0.57	0.55	0.57	0.61	0.50	0.58
	2	0.52	0.51	0.61	0.54	0.52	0.57	0.57	0.55
	3	0.51	0.49	0.58	0.53	0.51	0.61	0.56	0.55
	4	0.53	0.49	0.57	0.56	0.49	0.58	0.57	0.56
	5	0.50	0.55	0.55	0.55	0.53	0.55	0.57	0.59
5	1	0.48	0.53	0.51	0.50	0.54	0.57	0.56	0.58
	2	0.49	0.58	0.47	0.54	0.60	0.52	0.51	0.58
	3	0.47	0.58	0.49	0.51	0.59	0.58	0.51	0.65
	4	0.50	0.56	0.53	0.48	0.59	0.55	0.53	0.57
	5	0.52	0.60	0.59	0.52	0.60	0.55	0.50	0.57
6	1	0.55	0.62	0.55	0.62	0.51	0.54	0.53	0.59
	2	0.59	0.58	0.53	0.61	0.50	0.53	0.49	0.57
	3	0.59	0.55	0.54	0.62	0.50	0.54	0.55	0.62
	4	0.56	0.62	0.61	0.63	0.47	0.57	0.54	0.58
	5	0.57	0.61	0.53	0.60	0.52	0.64	0.57	0.57
7	1	0.56	0.60	0.51	0.55	0.59	0.51	0.60	0.54
	2	0.54	0.53	0.52	0.58	0.60	0.58	0.53	0.49
	3	0.56	0.55	0.52	0.58	0.59	0.57	0.57	0.49
	4	0.56	0.65	0.51	0.55	0.58	0.63	0.52	0.56
	5	0.56	0.60	0.51	0.55	0.59	0.53	0.59	0.57

ตาราง 4-2 แสดงค่าความขรุขระของพื้นผิว [Ra] ของการเคลือบผิวควบคุม [control] และการทำให้ผิวเรียบด้วยวิธีขัดด้วยหัวขัดโซฟุ เดียฟนิช เจลดากเพชรทูลทริเปอร์ และชั้นงานเคลือบผิว

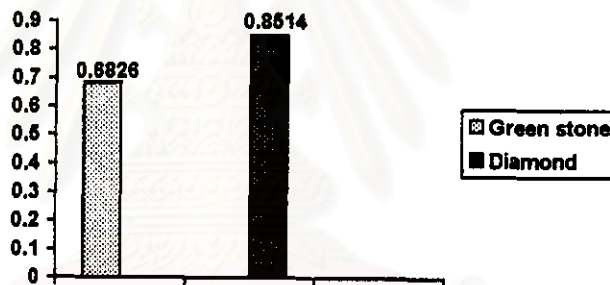
ชั้นงาน	วัดครั้งที่	วิธีการทำให้ผิวเรียบ							
		หัวขัดโซฟุ		เดียฟนิช		เจลดากเพชรทูลทริเปอร์		ชั้นงานเคลือบผิว	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
8	1	0.51	0.63	0.53	0.64	0.55	0.59	0.57	0.65
	2	0.49	0.61	0.62	0.54	0.54	0.56	0.59	0.59
	3	0.52	0.52	0.51	0.58	0.57	0.54	0.58	0.68
	4	0.54	0.65	0.58	0.64	0.51	0.59	0.59	0.64
	5	0.54	0.65	0.49	0.60	0.52	0.52	0.57	0.67
9	1	0.49	0.51	0.50	0.56	0.57	0.51	0.58	0.58
	2	0.52	0.57	0.54	0.61	0.59	0.52	0.56	0.69
	3	0.50	0.52	0.57	0.51	0.61	0.50	0.55	0.66
	4	0.49	0.52	0.57	0.58	0.59	0.58	0.54	0.64
	5	0.53	0.55	0.49	0.54	0.59	0.55	0.56	0.70
10	1	0.53	0.50	0.50	0.52	0.62	0.55	0.56	0.55
	2	0.46	0.56	0.52	0.49	0.56	0.60	0.57	0.52
	3	0.48	0.46	0.48	0.47	0.59	0.60	0.52	0.53
	4	0.49	0.45	0.56	0.50	0.57	0.63	0.58	0.53
	5	0.44	0.55	0.49	0.53	0.56	0.64	0.58	0.56

จากข้อมูลในตารางที่ 4-1 เมื่อนำไปคำนวณทางสถิติโดยใช้ SPSS for WINDOW (unpaired t-test) ได้ผลการคำนวณดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 แสดงค่าทางสถิติของกลุ่มที่กรอด้วยหัวกรอหินสีเขียว (กลุ่มที่ 1) และกลุ่มที่กรอด้วยหัวกรอกากเพชร 15 ไมครอน(กลุ่มที่ 2) โดยใช้สถิติ unpaired t-test ที่ความเชื่อมั่น 95 %

ตัวแปร	จำนวนข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	SD	SE of Mean	t-value	2-Tail Sig
กลุ่มที่ 1	50	0.6826	0.070	0.010	-11.75	.000
กลุ่มที่ 2	50	0.8514	0.074	0.010		

จะเห็นได้ว่าการกรอแต่งเริ่มต้นด้วยหัวกรอหินสีเขียวมีความเรียบมากกว่ากรอแต่งด้วยหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียด 15 ไมครอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 % ( $P < 0.05$ ) และถูกเลือกใช้เป็นหัวกรอแต่งเริ่มต้นในการวิจัยขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 4-1 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าความขรุขระของพื้นผิวที่กรอด้วยหัวกรอหินสีเขียวและหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียด 15 ไมครอน

จากข้อมูลในตารางที่ 4-2 เมื่อนำไปคำนวณทางสถิติโดยใช้ SPSS for WINDOW (unpaired t-test) เพื่อคำนวณค่าความขรุขระก่อนและหลังการขัดแต่งในแต่ละกลุ่มได้ผลการคำนวณดังตารางที่ 4-4 ถึง 4-7

ตารางที่ 4-4 แสดงค่าทางสถิติของกลุ่มที่ด้วยชุดขัดโซฟู่ โดยใช้สถิติ unpaired t-test ที่ความเชื่อมั่น 95 %

ตัวแปร	จำนวนข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	SD	SE of Mean	t-value	2-Tail Sig
ก่อนขัด	50	0.5304	0.037	0.005	-3.78	.000
หลังขัด	50	0.5640	0.051	0.007		

ตารางที่ 4-5 แสดงค่าทางสถิติของกลุ่มที่ด้วยชุดขัดเคียว ฟินิช โดยใช้สถิติ unpaired t-test ที่ความเชื่อมั่น 95 %

ตัวแปร	จำนวนข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	SD	SE of Mean	t-value	2-Tail Sig
ก่อนขัด	50	0.5364	0.038	0.005	-2.77	.007
หลังขัด	50	0.5588	0.043	0.006		

ตารางที่ 4-6 แสดงค่าทางสถิติของกลุ่มที่ด้วยเจดากากเพชรทูลู สตรีเปอร์ โดยใช้สถิติ unpaired t-test ที่ความเชื่อมั่น 95 %

ตัวแปร	จำนวนข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	SD	SE of Mean	t-value	2-Tail Sig
ก่อนขัด	50	0.5514	0.046	0.007	-.85	.397
หลังขัด	50	0.5588	0.041	0.006		

ตารางที่ 4-7 แสดงค่าทางสถิติของกลุ่มที่ด้วยวิธีเคลือบผิวแบบธรรมชาติ โดยใช้สถิติ unpaired t-test ที่ความเชื่อมั่น 95 %

ตัวแปร	จำนวนข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	SD	SE of Mean	t-value	2-Tail Sig
ก่อนขัด	50	0.5536	0.028	0.004	-4.39	.000
หลังขัด	50	0.5920	0.055	0.008		

จากข้อมูลในตารางที่ 4-2 เมื่อนำไปคำนวณทางสถิติโดยใช้ SPSS for WINDOW (ANOVA และ Tukey-HSD test) ได้ผลการคำนวณดังตาราง 4-8 (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก)

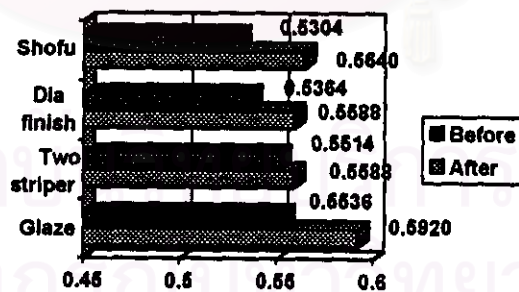


ตารางที่ 4-8 แสดงค่าทางสถิติของกลุ่มที่จัดด้วยหัวขัดโซฟู (กลุ่มที่ 3) เดียฟินิช (กลุ่มที่ 4) เจดกากเพชรทริสเตอร์ (กลุ่มที่ 5) และชิ้นงานเคลือบผิว (กลุ่มที่ 6)

ตัวแปร	จำนวนข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	SD	Error	F Ratio	F Prob.
กลุ่มที่ 3	50	0.5640	0.0506	0.0072	5.5630	0.0011
กลุ่มที่ 4	50	0.5588	0.0427	0.0060		
กลุ่มที่ 5	50	0.5588	0.0408	0.0058		
กลุ่มที่ 6	50	0.5920*	0.0554	0.0078		

จากค่าที่คำนวณได้พบว่า การขัดด้วยหัวขัดโซฟู (กลุ่มที่ 3) เดียฟินิช (กลุ่มที่ 4) และชิ้นงานเคลือบผิว (กลุ่มที่ 6) มีความเรียบก่อนการขัดแต่งมากกว่าหลังการขัดแต่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ขัดด้วยเจดกากเพชรทริสเตอร์มีความเรียบก่อนและหลังการขัดแต่ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95 % ( $P < 0.05$ )

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการขัดแต่งทั้ง 4 วิธี (กลุ่ม 3-6) พบว่ากลุ่ม 3, 4 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่ทั้ง 3 กลุ่มแตกต่างจากกลุ่มที่ 6 โดยกลุ่มที่ 3, 4 และ 5 มีความเรียบมากกว่ากลุ่มที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95 % ( $P < 0.05$ )



รูปที่ 4-2 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าความขรุขระของพื้นผิวที่ขัดแต่งด้วยวิธีการ 4 วิธี

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด

จากภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับการขัดแต่งด้วยวิธีต่าง ๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 200 เท่า และ 1,000 เท่า ความต่างศักย์ 20 กิโลโวลต์ (Kilovoltage, KV) ถ่ายด้วยมุมเดียวกันพบว่า

กลุ่มควบคุม (ทำการเคลือบผิวแบบโอเวอร์เกรซและไม่ได้รับการกรอแต่งโดยวิธีใด ๆ หลังเคลือบผิว) มีพื้นผิวที่เรียบมาก มีฟองอากาศขนาดเล็กมากหลงเหลืออยู่บ้างในบางบริเวณ และมีเศษหัวกรอที่ตกค้างอยู่ (บริเวณที่มีลักษณะเป็นชั้นรูปร่างและขนาดไม่แน่นอน มีการสะท้อนแสงมาก ในภาพจึงเห็นเป็นจุดสีขาวมากกว่าบริเวณอื่น) ภาพถ่ายกำลังขยาย 200 เท่าและ 1,000 เท่าเห็นภาพไม่แตกต่างกันมากนัก แสดงว่าพื้นผิวมีความเรียบมาก ดังรูป 4-3 และ 4-4

กลุ่มที่ 1 (กรอด้วยหัวกรอหินสีเขียว) มีพื้นผิวที่ขรุขระมากกว่ากลุ่มควบคุมมาก ลักษณะเป็นรอยขีด มีร่องลึก ตะปุ่มตะป่ำรูปแบบไม่แน่นอน มีฟองอากาศกระจายอยู่ทั่วไป ขนาดเล็กบ้างใหญ่บ้าง มีลักษณะกลมและมีเศษหัวกรอตกค้างอยู่บ้างเมื่อดูที่กำลังขยาย 200 เท่า เมื่อขยายใหญ่ขึ้นที่กำลังขยาย 1,000 เท่าพบว่า มีลักษณะขรุขระคล้ายผิวของปะการังที่มีความละเอียดพอสมควรและมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน อาจมีบางส่วนที่มีลักษณะขื่นขื่นมากกว่าส่วนอื่น (หยากกว่าบริเวณอื่น ได้แก่ส่วนกลางภาพ) มีร่องลึกเป็นแนวยาว และมีฟองอากาศลักษณะกลมให้เห็น (คล้ายชายของภาพ) ดังรูป 4-5 และ 4-6

กลุ่มที่ 2 (กรอแต่งด้วยหัวกรออากาศเพชรขนาด 15 ไมครอน) ภาพถ่ายกำลังขยาย 200 เท่าพบว่า มีพื้นผิวที่ขรุขระมากกว่ากลุ่มที่ 1 มาก มีช่องว่างและชอกมุม (cavity and undercut) มาก แต่มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันทั่วทั้งพื้นผิว มีร่องลึกและรอยขีดข่วนที่ลึก (เห็นเป็นแถบสีดำ) และมีฟองอากาศกระจายอยู่ทั่วไป มีลักษณะกลมและรูปร่างต่าง ๆ ไม่แน่นอน (ในบริเวณที่ฟองอากาศมาบรรจบกับช่องว่างหรือชอกมุมที่หัวกรอทำให้เกิดขึ้น) เมื่อดูที่กำลังขยาย 1,000 เท่า พบว่า มีลักษณะคล้ายปะการังเหมือนกลุ่มที่ 1 แต่มีความหยากและขนาดใหญ่มากกว่ามาก มีชอกมุมและมีช่องว่างขนาดใหญ่มากกว่า พบฟองอากาศที่มีลักษณะกลมบ้าง รูปร่างไม่แน่นอนบ้างและมีเศษหัวกรอหลงเหลืออยู่บ้างเล็กน้อย ดังรูป 4-7 และ 4-8

กลุ่มที่ 3 (กรอแต่งด้วยหัวกรอหินสีเขียว และขัดแต่งด้วยชุดขัดโซฟ) จากภาพกำลังขยาย 200 เท่าพบว่า มีผิวขรุขระบ้างเป็นบางบริเวณกระจายกันไปโดยทั่ว และพบรอยขีดเป็นแนวยาวขนานกันไปโดยทั่วทั้งพื้นผิว มีลักษณะคล้ายลูกตุ๊กเล็ก ๆ พบเศษหัวขัดตกค้างอยู่บ้างเห็นเป็นชั้นสีขาวและฟองอากาศบ้างแต่มีจำนวนน้อย เมื่อขยายใหญ่ขึ้นที่กำลังขยาย 1,000 เท่า

พบว่าเห็นรอยขีดเป็นแนวยาวคล้ายลูกฟูกและมีลักษณะเป็นคลื่นลอนอย่างชัดเจน บริเวณที่ขรุขระพบได้ทั่วไปในกำลังขยาย 200 เท่า เมื่อขยายมากขึ้นก็จะพบว่ามีลักษณะตะปุ่มตะป่ำ ผิวไม่เรียบเห็นได้ชัดเจนขึ้น พบฟองอากาศน้อยมากบนพื้นผิวของชิ้นงาน ดังรูป 4-9 และ 4-10

กลุ่มที่ 4 (กรอบแต่งด้วยหัวกรอหินสีเขียว และขัดแต่งด้วยชุดขัดเคียว ฟินิช) จากภาพกำลังขยาย 200 เท่าพบว่า มีผิวขรุขระบ้างเล็กน้อยและพบรอยขีดเป็นแนวยาวขนานกันไปโดยทั่วทั้งพื้นผิว มีลักษณะคล้ายลูกฟูกเล็ก ๆ เช่นเดียวกับกลุ่มที่ 3 แต่มีความลึกละเอียดน้อยกว่ากลุ่มที่ 3 มาก มีรอยขีดขีดเป็นทางยาวบ้างประปรายแต่มีความลึกไม่มากนัก พบเศษหัวขัดตกค้างอยู่จำนวนมาก (ลักษณะสีขาวกระจายอยู่ทั่วไป) เมื่อขยายใหญ่ขึ้นที่กำลังขยาย 1,000 เท่า พบว่าผิวมีรอยขีดขีดเป็นแนวยาวบ้าง เป็นจุด ๆ บ้าง (เส้นแนวสีดำ) แต่ไม่ลึกมากและเห็นเป็นแนวยาวคล้ายลูกฟูกแต่ไม่เป็นคลื่นลอนอย่างชัดเจนเหมือนกลุ่มที่ 3 พบฟองอากาศน้อยมากบนพื้นผิวของชิ้นงาน ดังรูป 4-11 และ 4-12

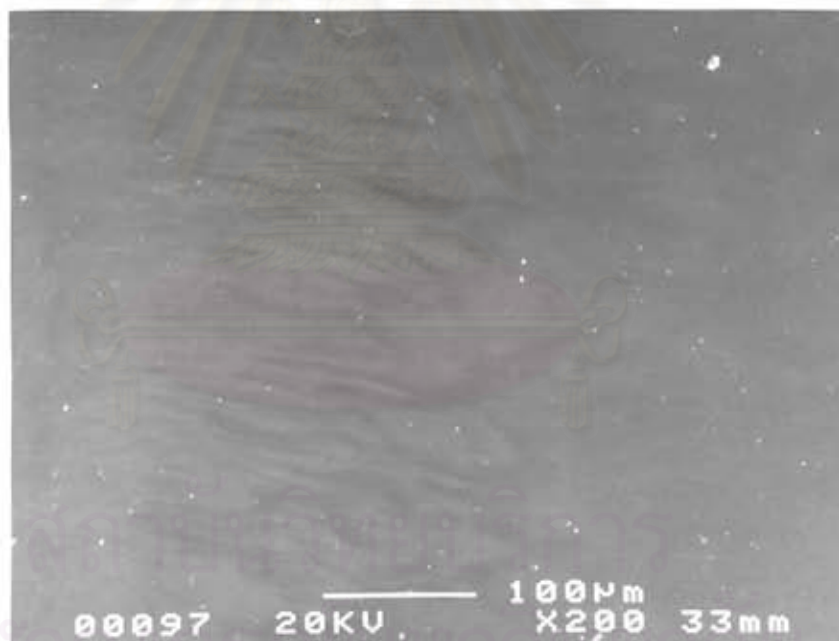
กลุ่มที่ 5 (กรอบแต่งด้วยหัวกรอหินสีเขียว และขัดแต่งด้วยเจดการเพชรทูล สทริเปอร์) จากภาพกำลังขยาย 200 เท่าพบว่า มีผิวขรุขระบ้างเล็กน้อยและพบรอยขีดเป็นร่องไม่ลึกมากพาดทับไปมาไม่เป็นระเบียบและไม่มีรูปแบบที่แน่นอนมีความลึกเท่า ๆ กับกลุ่มที่ 4 แต่มีตื้นกว่ากลุ่มที่ 3 พบฟองอากาศลักษณะรูกลมขนาดเล็กบ้างใหญ่บ้างอยู่ประปรายและมีเศษผงขัดตกค้างอยู่จำนวนมาก โดยทั่วทั้งพื้นผิว เมื่อขยายใหญ่ขึ้นที่กำลังขยาย 1,000 เท่า พบว่าจะเห็นรอยขีดขีดเป็นลักษณะเส้นยาวพาดผ่านกันไปมาไม่เป็นระเบียบแต่ไม่ลึกลงไปในพื้นที่ผิวมากนัก มีเศษผงขัดตกค้างอยู่บ้างและก่อตัวกันเป็นก้อนผิวขรุขระพอสมควรอยู่บนพื้นผิวด้วย มีขนาดใหญ่กว่าที่เหลืออยู่ในกลุ่มที่ 4 ดังรูป 4-13 และ 4-14

กลุ่มที่ 6 (กรอบแต่งด้วยหัวกรอหินสีเขียว และขัดแต่งโดยวิธีเคลือบผิวแบบธรรมชาติ) จากภาพกำลังขยาย 200 เท่าพบว่า มีผิวขรุขระมากกว่ากลุ่มที่ 3, 4, และ 5 แต่น้อยกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 ไม่พบร่องรอยขีดหรือรอยขีดเป็นแนวหรือเส้น แต่พบความขรุขระที่คล้ายปะการังที่มีการขุดตัวหรือถูกหลอมให้ผิวบางส่วนเชื่อมเข้าด้วยกันจนเป็นเนื้อเดียวกัน แต่บางส่วนยังเชื่อมเข้าด้วยกันไม่สมบูรณ์เหลือเป็นรอยขรุขระมีช่องว่างและซอกมุมขนาดเล็กมากบ้าง ปานกลางบ้างกระจายอยู่ทั้งพื้นผิว พบฟองอากาศเหลืออยู่บ้างแต่มีขนาดเล็กและมีน้อยมาก เมื่อดูที่กำลังขยาย 1,000 เท่าพบว่าส่วนผิวที่ถูกหลอมเชื่อมเข้าด้วยกันแล้วจะมีความเรียบมากไม่มีรอยขีด แต่ส่วนที่ยังหลอมไม่สมบูรณ์จะมีความขรุขระมากและมีลักษณะคล้ายปะการังแต่มีความละเอียดมากกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 มีช่องว่างและซอกมุมที่มีขนาดเล็กมากแต่มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันกระจายอยู่โดย

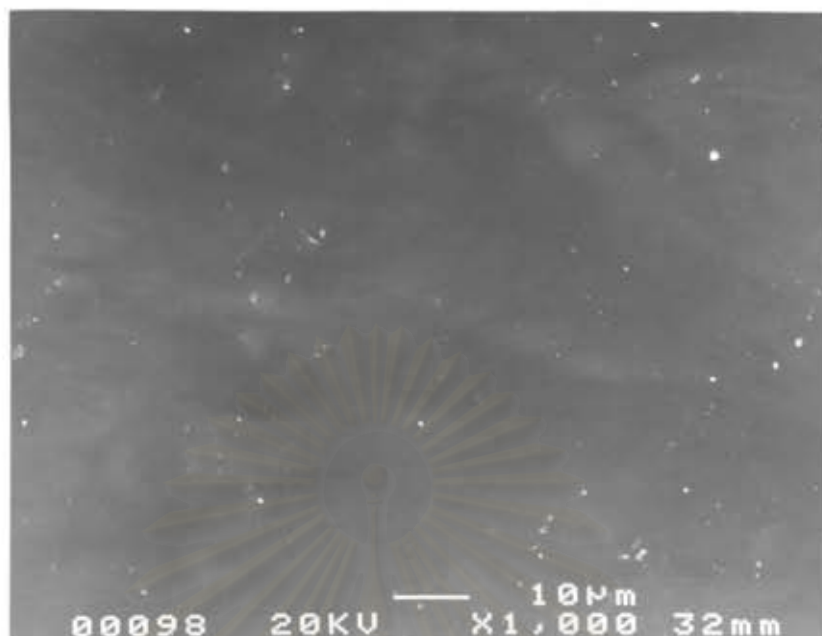
ทั่วไปบนพื้นผิว และมีเศษหวักรหลงเหลืออยู่บ้างตามช่องว่างและซอกมุมที่มีลักษณะขรุขระ ดังรูป 4-15 และ 4-16

คำอธิบายประกอบภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด

- 00097 หมายถึง ตัวเลขระบุลำดับของภาพ
- 20 KV หมายถึง ความต่างศักย์ของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด
- x 200 หมายถึง กำลังขยาย
- 100  $\mu\text{m}$  หมายถึง อัตราส่วนของเส้นเทียบกับภาพ
- 33 mm หมายถึง ระยะการทำงานของกล้อง (working distance)



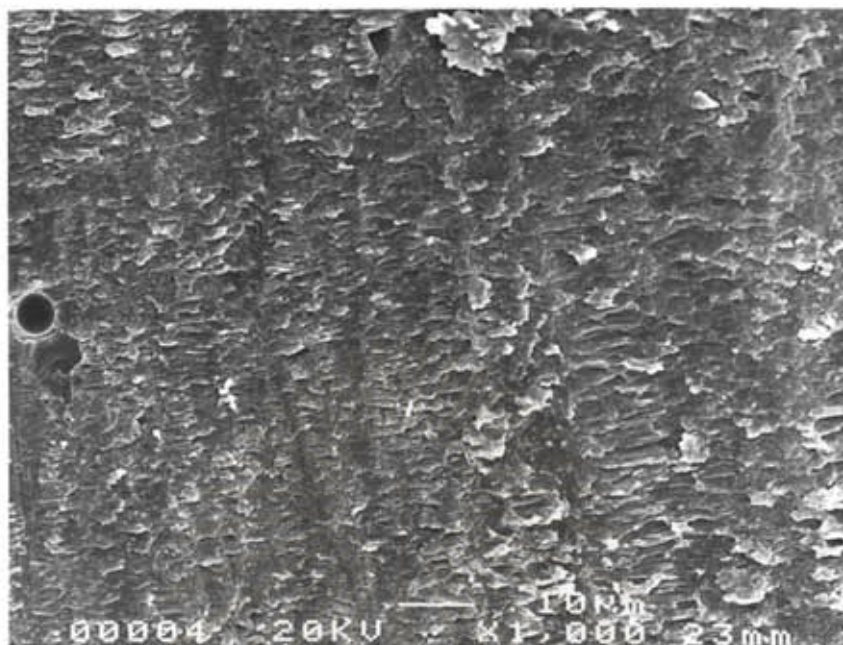
รูปที่ 4-3 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มควบคุมด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ( JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 200 เท่า



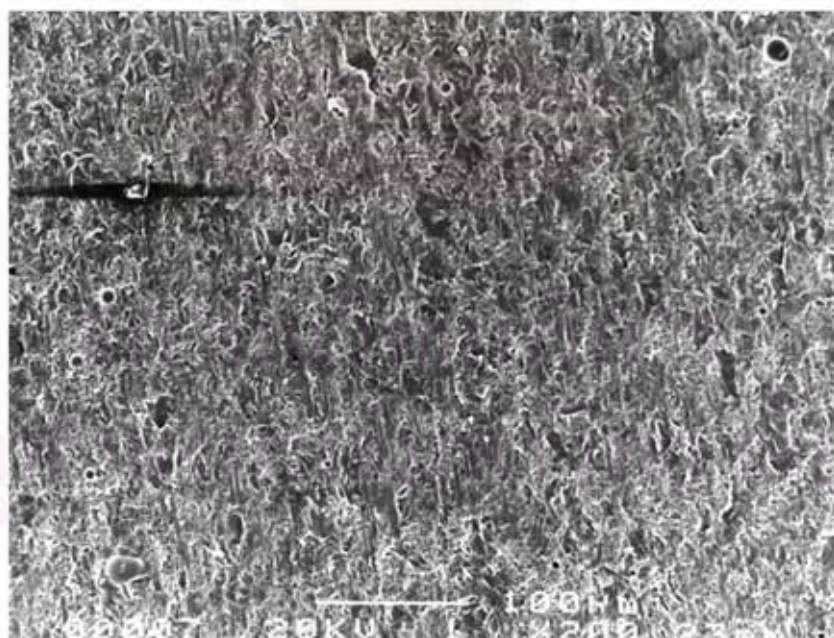
รูปที่ 4-4 แสดงภาพถ่ายของสปอร์ขเลนกลุ่มควบคุมด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ( JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 1,000 เท่า



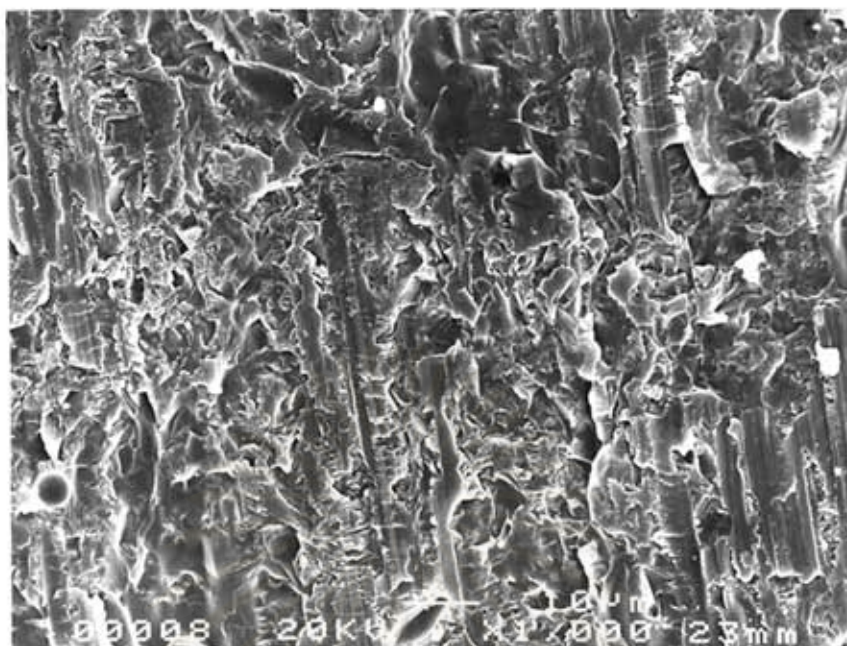
รูปที่ 4-5 แสดงภาพถ่ายของสปอร์ขเลนกลุ่มที่ 1 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ( JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 200 เท่า



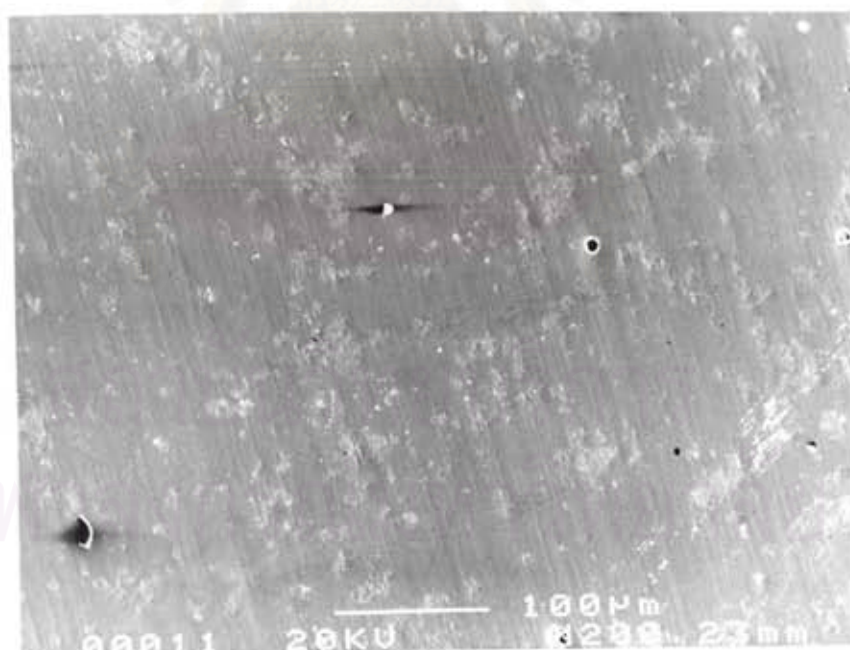
รูปที่ 4-6 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 1 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ( JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 1,000 เท่า



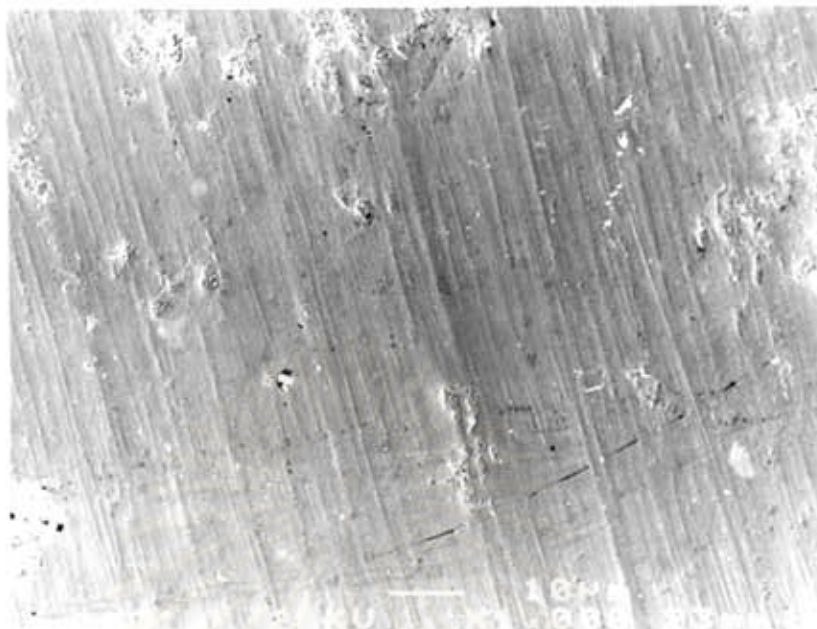
รูปที่ 4-7 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 2 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ( JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 200 เท่า



รูปที่ 4-8 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 2 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ( JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 1,000 เท่า



รูปที่ 4-9 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 3 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ( JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 200 เท่า

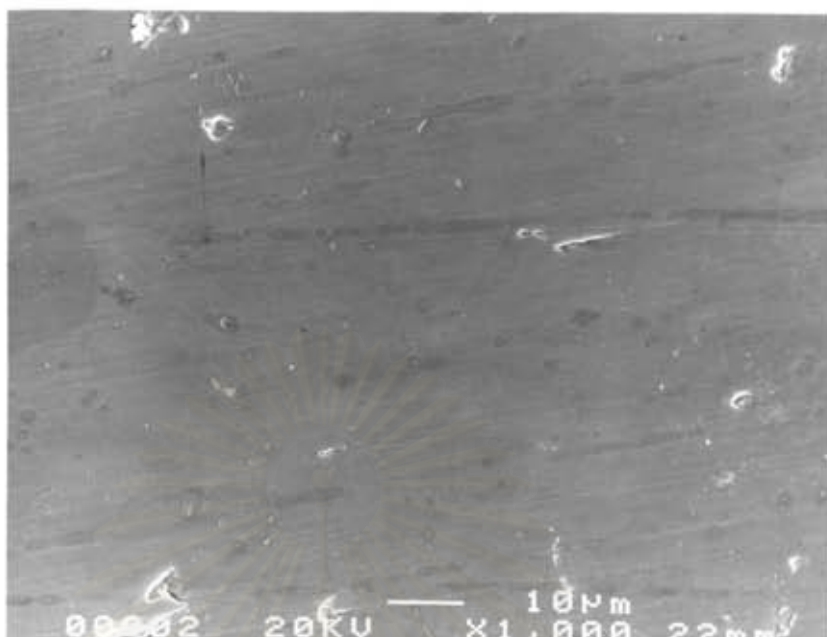


รูปที่ 4-10 แสดงภาพถ่ายของไมวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 3 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ( JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 1,000 เท่า

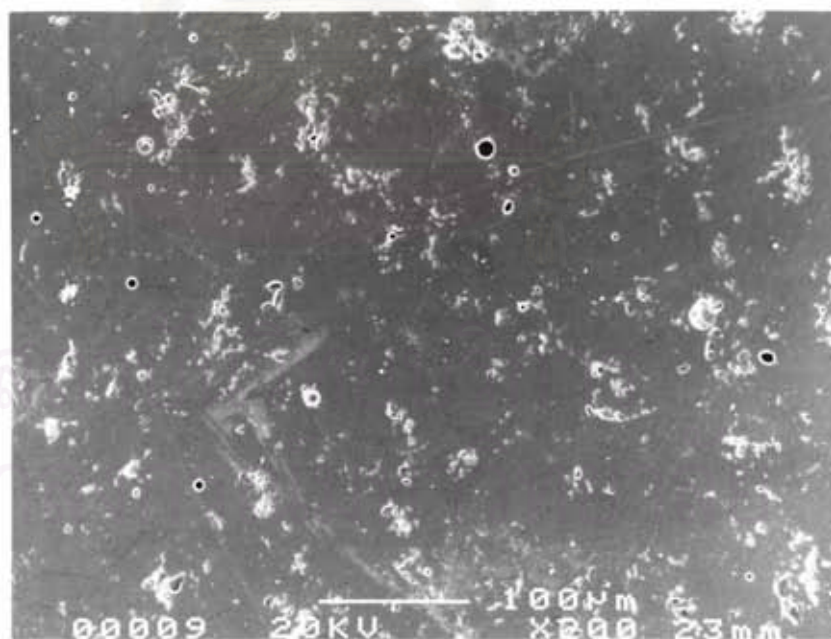


รูปที่ 4-11 แสดงภาพถ่ายของไมวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 4 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ( JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 200 เท่า

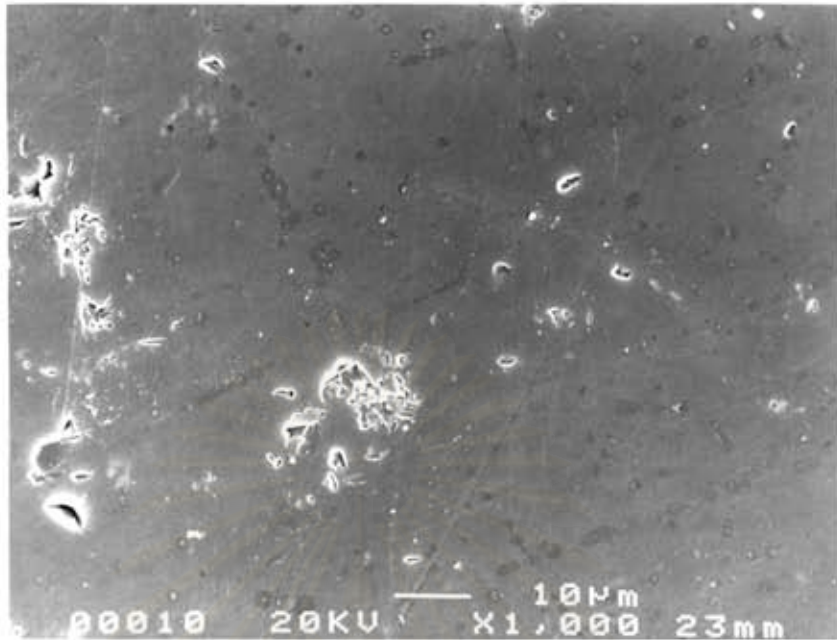




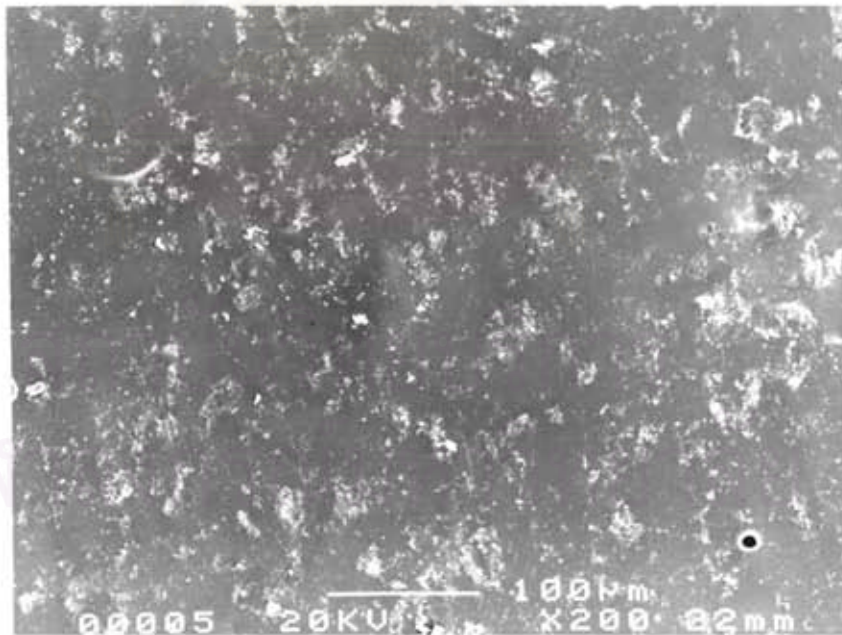
รูปที่ 4-12 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 4 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ( JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 1,000 เท่า



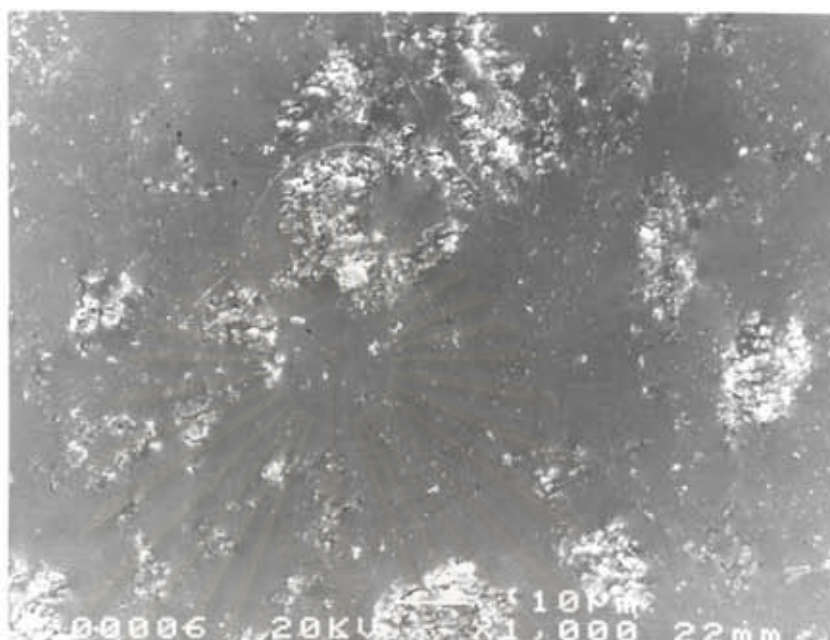
รูปที่ 4-13 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 5 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ( JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 200 เท่า



รูปที่ 4-14 แสดงภาพถ่ายของสปอร์ขเลนกลุ่มที่ 5 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ( JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 1,000 เท่า



รูปที่ 4-15 แสดงภาพถ่ายของสปอร์ขเลนกลุ่มที่ 6 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ( JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 200 เท่า



รูปที่ 4-16 แสดงภาพถ่ายของผิวเพชรขเลนกลุ่มที่ 6 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ( JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 1,000 เท่า

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย