

บทที่ 5

ผลการทดลอง

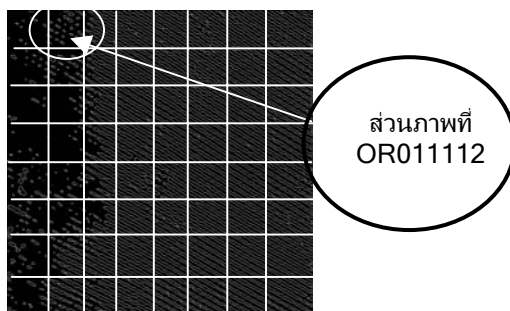
สำหรับการทดลองได้ทำการแยกผลทดลองออกเป็นส่วนๆดังนี้ การตรวจสอบความสม่ำเสมอของลายยางแผ่น การหาสิ่งสกปรก และการหาฟองอากาศและร้าว ในการทดลองได้ใช้ตัวอย่างทดสอบทั้งหมด 20 แผ่นสำหรับการหาสิ่งสกปรกและฟองอากาศ สำหรับตรวจสอบลายยางใช้แผ่นยางมาตรฐานจากศูนย์วิจัยการยางทดสอบ เนื่องจากได้เกณฑ์ที่แน่นอนโดยแผ่นที่ทดสอบเป็นแผ่นยางคุณภาพตั้งแต่ชั้นที่ 1 – 5

5.1 ผลการทดลองตรวจสอบความสม่ำเสมอของลาย

ในการทดลองได้ใช้ยางแผ่นพันธุ์ RRIM600 เนื่องจากชาวสวนยางทางภาคใต้นิยมปลูกและหาได้ง่ายกว่าพันธุ์อื่นๆ การถ่ายภาพแผ่นยางต้องกำหนดระยะโฟกัสที่แน่นอนเพราะมีผลโดยตรงกับการวิเคราะห์ หากใกล้เกินไปทำให้ไม่ครอบคลุมแผ่นยางไกลเกินไปก็ทำให้ภาพที่ได้ไม่คมชัด ความละเอียดของจุดภาพในการทดลองอยู่ที่ 1,280x960 จุด ถือว่าพอเหมาะดังรูปที่ 59

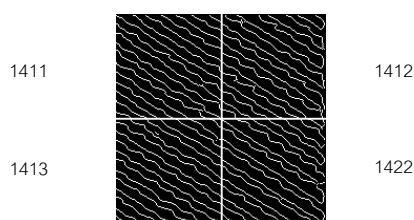


รูปที่ 59 ภาพถ่ายยางแผ่นชั้น 1 ต้นฉบับ



รูปที่ 60 ภาพ 800x800 Pixel ที่หาขอบภาพ

จากนั้นทำการหาขอบภาพเพื่อแปลงเป็นภาพไบนารีในการทดลองใช้จุดภาพทดสอบเพียง 800x800 จุด เพื่อง่ายในการทดลองรูปที่ 60 ภาพที่แปลงเป็นภาพไบนารีแล้วจากนั้นทำการแบ่งภาพออกเป็นส่วนๆในที่นี่แบ่งเป็น 64 ส่วนขนาดเท่ากับ 100x100 จุดภาพ ภาพที่แบ่งจะถูกกำหนดชื่อให้สามารถเข้าใจได้ง่าย โดยจะกำหนดดังนี้ OR011112.jpg หมายถึงภาพต้นฉบับที่ 01



รูปที่ 61 ภาพจริงที่พิจารณาจากตาเปล่า

พิกัดภาพ 1112 ดังรูปที่ 60 ในการทดสอบจะทำการรวมชุดภาพให้อยู่ในกลุ่มทดสอบชุดเดียวเพื่อการคำนวณที่รวดเร็วและสามารถเปรียบเทียบที่ผลวิเคราะห์กับการดูด้วยตาเปล่า รูปที่ 61 เป็นข้อมูลส่วนภาพชุดทดสอบที่ OR01 พิกัด 14xx จากการวิเคราะห์ด้วยตาเปล่าในรูปที่ 5.1 ก็สามารถวิเคราะห์ได้ว่าลายเส้นสม่ำเสมอ หากดูในส่วนเส้นทดสอบ ค่าที่ได้จากตารางที่ 5.1 พบว่าค่าที่ได้จากรูปที่ 61 มีค่าดังนี้ 19 15 20 19 และค่าเฉลี่ยชุดภาพนี้เท่ากับ 18.25 เห็นได้ว่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน (19)

5.1.1 ผลการทดลองยางแผ่นคุณภาพชั้น 1

พิกัด	ชุดที่01	ชุดที่02	ชุดที่03	ชุดที่04	ค่าเฉลี่ยชุดข้อมูล	เทียบมาตรฐาน 19	ค่าภาพระหว่าง 80-120
11	12	39	20	38	27.25	143.42	เสีย
12	23	19	25	17	21	110.53	ดี
13	18	32	18	32	25	131.58	เสีย
14	19	15	20	19	18.25	96.05	ดี
21	7	23	12	12	13.5	71.05	เสีย
22	30	19	26	19	23.5	123.68	เสีย
23	21	19	18	16	18.5	97.37	ดี
24	19	11	19	13	15.5	81.58	ดี
31	33	33	25	51	35.5	186.84	เสีย
32	31	26	31	19	26.75	140.79	เสีย
33	26	18	16	18	19.5	102.63	ดี
34	18	18	19	15	17.5	92.11	ดี
41	22	35	36	37	32.5	171.05	เสีย
42	25	16	29	19	22.25	117.11	ดี
43	19	17	21	17	18.5	97.37	ดี
44	18	17	18	18	17.75	93.42	ดี

ตารางที่ 3 ผลการทดลองจากตัวอย่างยางแผ่นชั้น 1

จากตารางที่ 3 ผลการทดลองที่ได้ทำการคำนวณจากกลุ่มชุดข้อมูลสังเกต 64 ส่วนแบ่งเป็นกลุ่มทดสอบ 16 ชุดทดสอบ ตั้งเกณฑ์ความสม่ำเสมอไว้ที่ 80-120 % มีอยู่ 9 ชุดดี และอีก 7 ชุดอยู่นอกเกณฑ์ที่ยอมรับได้ หากคิดเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในการวิเคราะห์เท่ากับ 12.5% จะเห็นได้ว่ามีค่าเป็นบวกแสดงว่ายางแผ่นนี้มีค่าความสม่ำเสมอเกิน 50% ถือได้ว่ายางแผ่นนี้มีความสม่ำเสมอต่อไปเป็นผลการทดลองของยางแผ่นในชั้นต่างๆ

5.1.2 ผลการทดลองยางแผ่นคุณภาพชั้น 2

แผ่นยางทดสอบนี้หากดูด้วยตาเปล่าพบว่าเป็นแผ่นยางสะอาด แต่ลายยางไม่เด่นชัด
ลักษณะดังรูปที่ 62 ผลการทดลองตามตาราง 4



รูปที่ 62 แผ่นยางทดสอบคุณภาพชั้น 2

พิกัด	ชุดที่01	ชุดที่02	ชุดที่03	ชุดที่04	ค่าเฉลี่ยชุดข้อมูล	เทียบมาตรฐาน 19	ค่าภาพระหว่าง 80-120
11	25	38	39	45	36.75	193.42	เสีย
12	50	58	34	59	50.25	264.47	เสีย
13	56	59	54	45	53.5	281.58	เสีย
14	54	62	46	43	51.25	269.74	เสีย
21	29	37	42	37	36.25	190.79	เสีย
22	26	43	31	58	39.5	207.89	เสีย
23	59	40	41	39	44.75	235.53	เสีย
24	48	39	36	37	40	210.53	เสีย
31	25	30	30	40	31.25	164.47	เสีย
32	28	59	47	56	47.5	250.00	เสีย
33	54	44	41	42	45.25	238.16	เสีย
34	32	44	51	33	40	210.53	เสีย
41	33	32	34	35	33.5	176.32	เสีย
42	29	45	31	54	39.75	209.21	เสีย
43	52	56	44	54	51.5	271.05	เสีย
44	35	41	66	48	47.5	250.00	เสีย

ตารางที่ 4 ผลการทดลองแผ่นยางทดสอบคุณภาพชั้น 2

ผลการทดลองจากโปรแกรม

ชุดภาพดี = 0 ชุดภาพเสีย = 16

สรุปผลการทดลอง

คือได้ว่าแผ่นยางทดสอบนี้มีลายยางที่ไม่สม่ำเสมอ

5.1.3 ผลการทดลองยางแผ่นคุณภาพชั้น 3

ลักษณะยางแผ่นหากดูด้วยตาเปล่าพบว่าแผ่นยางค่อนข้างเด่นชัดแต่มีสิ่งสกปรกอยู่ทั่วไปแสดงดังรูปที่ 63 ผลการทดลอง ตารางที่ 5



รูปที่ 63 แผ่นยางทดสอบคุณภาพชั้น 3

พิกัด	ชุดที่01	ชุดที่02	ชุดที่03	ชุดที่04	ค่าเฉลี่ยชุดข้อมูล	เทียบมาตรฐาน 19	ค่าภาพระหว่าง 80-120
11	62	55	44	40	50.25	264.47	เสีย
12	57	68	52	56	58.25	306.58	เสีย
13	73	60	57	70	65	342.11	เสีย
14	65	80	69	57	67.75	356.58	เสีย
21	33	46	44	45	42	221.05	เสีย
22	43	40	36	27	36.5	192.11	เสีย
23	30	49	48	43	42.5	223.68	เสีย
24	55	41	70	53	54.75	288.16	เสีย
31	32	30	15	25	25.5	134.21	เสีย
32	27	41	27	34	32.25	169.74	เสีย
33	36	49	31	63	44.75	235.53	เสีย
34	70	53	81	62	66.5	350.00	เสีย
41	36	21	31	27	28.75	151.32	เสีย
42	20	29	27	27	25.75	135.53	เสีย
43	49	59	43	31	45.5	239.47	เสีย
44	73	65	67	64	67.25	353.95	เสีย

ตารางที่ 5 ผลการทดลองแผ่นยางทดสอบคุณภาพชั้น 3

ผลการทดลองจากโปรแกรม

ชุดภาพดี = 0 ชุดภาพเสีย = 16

สรุปผลการทดลอง

ถือได้ว่าแผ่นยางทดสอบนี้มีหลายอย่างที่ไม่น่าเสมอ

5.1.4 ผลการทดลองยางแผ่นคุณภาพชั้น 4

ลักษณะยางแผ่นหาคูด้วยตาเปล่าพบว่าแผ่นหนาลายยางไม่เด่นชัดแต่ไม่มีสิ่งสกปรกแสดงดังรูปที่ 64 ผลการทดลอง ตารางที่ 6



รูปที่ 64 แผ่นยางทดสอบคุณภาพชั้น 4

พิกัด	ชุดที่01	ชุดที่02	ชุดที่03	ชุดที่04	ค่าเฉลี่ยชุดข้อมูล	เทียบมาตรฐาน 19	ค่าภาพระหว่าง 80-120
11	58	49	58	47	53	278.95	เสีย
12	41	44	54	55	48.5	255.26	เสีย
13	53	92	60	55	65	342.11	เสีย
14	93	92	46	44	68.75	361.84	เสีย
21	36	50	48	53	46.75	246.05	เสีย
22	56	67	49	61	58.25	306.58	เสีย
23	37	63	64	64	57	300.00	เสีย
24	80	81	58	58	69.25	364.47	เสีย
31	27	49	14	39	32.25	169.74	เสีย
32	35	46	53	70	51	268.42	เสีย
33	48	64	84	69	66.25	348.68	เสีย
34	71	111	67	53	75.5	397.37	เสีย
41	39	65	38	28	42.5	223.68	เสีย
42	40	53	34	67	48.5	255.26	เสีย
43	54	61	91	78	71	373.68	เสีย
44	54	74	85	76	72.25	380.26	เสีย

ตารางที่ 6 ผลการทดลองแผ่นยางทดสอบคุณภาพชั้น 4

ผลการทดลองจากโปรแกรม

ชุดภาพดี =0 ชุดภาพเสีย=16

สรุปผลการทดลอง

ถือได้ว่าแผ่นยางทดสอบมีลายยางที่ไม่สม่ำเสมอ

5.1.5 ผลการทดลองยางแผ่นคุณภาพชั้น 5

ลักษณะยางแผ่นหากดูด้วยตาเปล่าพบว่าแผ่นยางสกปรกมีลายดำเป็นหย่อมลายยางไม่เด่นชัดแสดงดังรูปที่ 65 ผลการทดลอง ตารางที่ 7



รูปที่ 65 แผ่นยางทดสอบคุณภาพชั้น 5

พิกัด	ชุดที่01	ชุดที่02	ชุดที่03	ชุดที่04	ค่าเฉลี่ยชุดข้อมูล	เทียบมาตรฐาน 19	ค่าภาพระหว่าง 80-120
11	25	33	30	35	30.75	161.84	เสีย
12	42	51	38	45	44	231.58	เสีย
13	56	48	55	47	51.5	271.05	เสีย
14	59	60	61	53	58.25	306.58	เสีย
21	30	39	32	25	31.5	165.79	เสีย
22	48	69	50	40	51.75	272.37	เสีย
23	56	44	48	41	47.25	248.68	เสีย
24	95	85	45	53	69.5	365.79	เสีย
31	38	36	17	19	27.5	144.74	เสีย
32	20	31	36	25	28	147.37	เสีย
33	47	32	36	48	40.75	214.47	เสีย
34	47	43	49	45	46	242.11	เสีย
41	25	29	48	23	31.25	164.47	เสีย
42	31	30	30	31	30.5	160.53	เสีย
43	48	40	31	38	39.25	206.58	เสีย
44	44	37	44	24	37.25	196.05	เสีย

ตารางที่ 7 ผลการทดลองแผ่นยางทดสอบคุณภาพชั้น 5

ผลการทดลองจากโปรแกรม

ชุดภาพดี =0 ชุดภาพเสีย=16

สรุปผลการทดลอง ถือได้ว่าแผ่นยางทดสอบมีลายยางที่ไม่สม่ำเสมอ

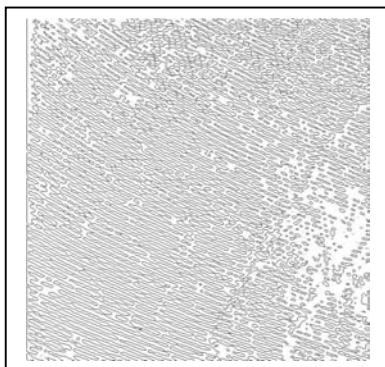
วิธีการทดลองที่ผ่านมาได้จากการทดลองจากโปรแกรมโดยกำหนดค่ายอมรับความสม่ำเสมอได้อยู่ในช่วง 80-120 ถือได้ว่าต้องการความละเอียดสูง (ค่าที่กำหนดในโปรแกรมทดสอบ) ผลจากการทดลองได้ทำการให้ผู้เชี่ยวชาญเลือกแผ่นยางทดสอบจากนั้นกำหนดระดับ 1-5 โดยระดับยิ่งมากแสดงว่าแผ่นยางมีความสม่ำเสมอมาก สำหรับการตรวจสอบด้วยคอมพิวเตอร์ระดับแบ่งเป็น 5 ระดับ (5) **ความละเอียดสูงสุด** (4) **ความละเอียดสูง** (3) **ความละเอียดปานกลาง** (2) **ความละเอียดพอใช้** (1) **ไม่สามารถวัดได้(ความละเอียดต่ำ)** ผลการทดลองสามารถสรุปออกเป็นผลตารางข้างล่างนี้

ลำดับยางแผ่น	ตรวจสอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ					ตรวจสอบด้วยคอมพิวเตอร์				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
R001				/					/	
R002			/					/		
R003				/				/		
R004				/				/		
R005				/					/	
R006			/				/			
R007				/					/	
R008			/				/			
R009				/			/			
R010			/				/			
R011			/			/				
R012		/				/				
R013			/			/				
R014			/				/			
R015				/				/		
R016			/			/				
R017			/				/			
R018				/		/				
R019			/				/			
R020				/			/			

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความสม่ำเสมอของแผ่นเทียบกับการมองด้วยตาเปล่า

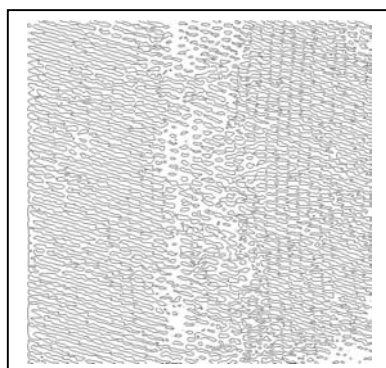
จากผลการทดลองผู้ทำวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบผลการมองด้วยตาเปล่ากับผลคอมพิวเตอร์พบว่ายังมีผลที่ผิดพลาด สาเหตุเนื่องจากโปรแกรมทำการวัดความสม่ำเสมอโดยวิธี

การนับจำนวนเส้น หากแผ่นยางที่ทำการวัดมีความสกรปรกมากจะส่งผลทำให้การวัดผิดไปดังรูปที่ 5.8 เป็นแผ่นยางคุณภาพชั้น 3 ที่มีลายยางที่สม่ำเสมอแต่มีสิ่งสกปรกปนอยู่



รูปที่ 66 ความผิดพลาดที่เกิดจากการนับจำนวนเส้นบนแผ่นยางสกปรก

นอกจากสิ่งสกปรกแล้วยังมีความหนาของแผ่นยาง หากแผ่นยางหนาก็จะส่งผลให้ลายยางไม่เด่นชัดดังรูปที่ 67 เป็นแผ่นยางที่หนาแต่ลายยางสม่ำเสมอ ซึ่งยางแผ่นนี้หากทำการตรวจโดยโปรแกรมก็จะพบว่า เป็นแผ่นยางที่ลายไม่สม่ำเสมอ นี่ก็เป็นเหตุผลอย่างหนึ่งที่ทำให้ผลลัพธ์ออกมาผิดพลาดได้

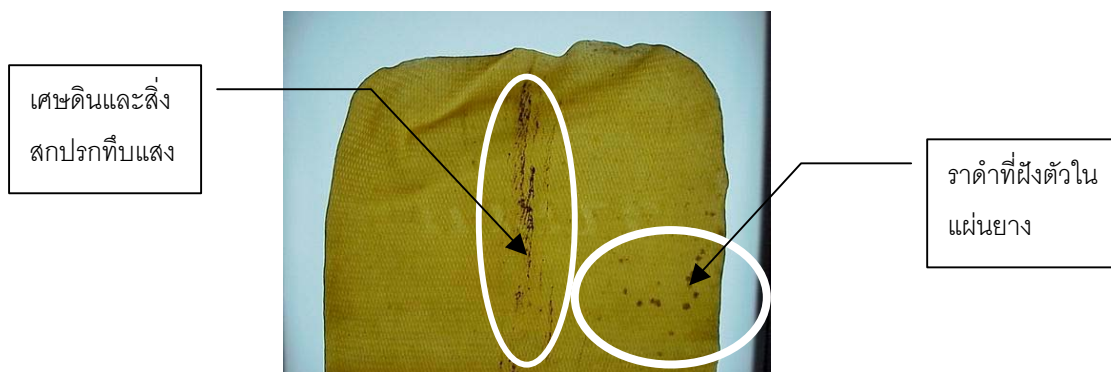


รูปที่ 67 ความผิดพลาดที่เกิดจากการนับจำนวนเส้นบนแผ่นยางหนา

ดังนั้นวิธีการที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้หากนำไปพัฒนาต่อก็สามารถนำไปวิเคราะห์ความเด่นชัดของลายได้ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอแนวทางไว้บทสุดท้าย

5.2 ผลการทดลองหาสิ่งสกปรก

ขั้นตอนการตรวจหาสิ่งสกปรกในงานวิจัย อาศัยหลักการทำงานจริงของคน โดยเริ่มนำแผ่นยางส่องแสงผ่านด้วยแสงอาทิตย์หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์จากด้านหลังแผ่นยาง ซึ่งมีผลทำให้เห็นสิ่งสกปรกที่อยู่ภายในแผ่นยางได้อย่างชัดเจน ดังรูปที่ 68



รูปที่ 68 สิ่งสกปรกที่ปรากฏหลังจากส่องผ่านแสง

ในการพิจารณาตัดสิ่งสกปรก ทางปฏิบัติจะตัดสิ่งสกปรกที่มีขนาดใหญ่ส่วนที่เป็นจุด และมีขนาดเล็กจะไม่สนใจเนื่องจากจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของยางแผ่นน้อยมากสำหรับในรูปที่ 68 จะพบว่าสิ่งสกปรกมีทั้งที่เป็นดิน และรอยดำที่ฝังตัวอยู่ในเนื้อแผ่นยาง ซึ่งในทางปฏิบัติยางแผ่นนี้ถือว่าต้องตัดแยกออก เนื่องจากสิ่งสกปรกอยู่ในจุดที่ตัดออกแล้วเหลือเนื้อที่น้อยมาก

สิ่งสกปรกบางอย่างมีผลกระทบต่อคุณภาพยางแผ่นน้อยมาก เช่น ลายดำเป็นหย่อมๆ ซึ่งเกิดมาจากการซักรีดแผ่นยางนานๆทำให้เกิดรอยดังรูปที่ 69

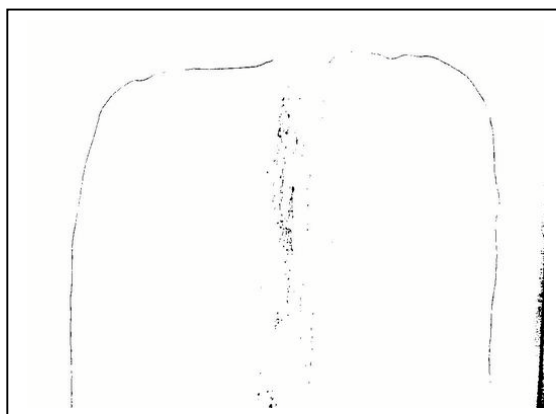


รูปที่ 69 ลายดำเป็นหย่อมๆ ที่ปรากฏหลังจากส่องแสง

ในทางปฏิบัติ ความสกปรกเช่นนี้จะไม่กระทบต่อคุณภาพของยางแผ่นเพียงแต่เกิดจากการจัดเก็บแผ่นยางที่ไม่ได้มาตรฐาน

5.2.1 การประมวลผลภาพจากงานวิจัยที่ผ่านมา

สำหรับงานวิจัยที่ผ่านมา[6]ผู้วิจัยได้ทำการทดลองก็พบว่าได้ผลดีสามารถมองเห็นสิ่งสกปรกได้อย่างชัดเจนโดยเฉพาะสิ่งสกปรกที่บวมดังรูปที่ 70



รูปที่ 5.12 ผลการทดลองตามงานวิจัยที่ผ่านมา

จากรูปที่ 70 ผลการทดลองที่ได้จากรูปที่ 5.9 จากการทดลองพบสิ่งสกปรกตรงกับภาพที่มองด้วยตาเปล่าเฉพาะสิ่งสกปรกที่มีขนาดใหญ่และที่บวม ส่วนสิ่งสกปรกที่มีขนาดเล็กจะไม่ปรากฏและอีกส่วนหนึ่งคือขอบผิวยางก็ปรากฏ

พิจารณาจากการมองด้วยตาเปล่า

1. สิ่งสกปรกเกาะกลุ่มกัน
2. สิ่งสกปรกที่บวมปรากฏเห็นได้ชัดเจน
3. แผ่นยางไม่มีฟองอากาศ

พิจารณาผลการทดลอง

1. ขอบแผ่นยางจะปรากฏออกมา
2. ภาพสิ่งสกปรกยังไม่เด่นชัด ภาพที่ได้ขนาดเล็ก
3. ยังมีสิ่งสกปรกจุดอื่นที่หายไป

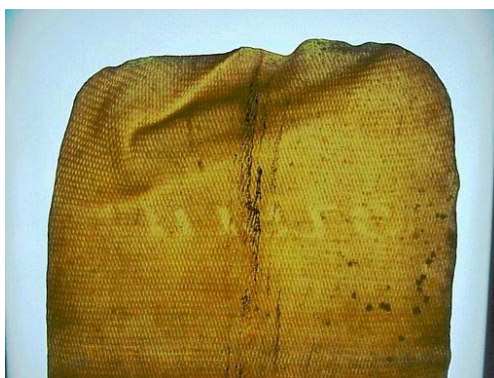
ความเร็วที่ได้ในการประมวลผลข้อมูลภาพจัดได้ว่ามีความรวดเร็วพอสมควร สาเหตุเกิดจากขบวนการเตรียมภาพก่อนการหาค่าเทรซโฮลด์ใช้การปรับค่าฮิสโตแกรมอัตโนมัติซึ่งทำให้ใช้เวลาไม่มาก ผลการทดลองยังมีส่วนที่ต้องทำการแก้ไข อาทิเช่นขอบยางแผ่นและสิ่งสกปรกบางจุดที่หายไป นอกจากนี้ก็จะพบว่าจุดที่เป็นสิ่งสกปรกยังไม่เด่นชัด

5.2.2 เตรียมภาพก่อนการประมวลผลภาพแบบอัตโนมัติ

การประมวลผลภาพแบบอัตโนมัติที่มีอยู่ในงานวิจัยฉบับนี้ได้แก่ Histogram-Equalize (เป็นขั้นตอนในการเตรียมภาพของงานวิจัยที่ผ่านมา) และ AutoLevel (เป็นเทคนิคที่นิยมในการปรับคุณภาพอัตโนมัติของภาพดิจิทัล) จากนั้นจึงค่อยผ่านการเทรสนไฮลด์

คุณสมบัติวิธีการปรับปรุงคุณภาพอัตโนมัติ

1. Histogram Equalize : เป็นหลักการประมวลผลภาพที่ทำการปรับค่าฮิสโตแกรมของภาพแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะมีผลทำให้ภาพมี Contrast ดีขึ้น
2. Auto Level : ปรับความสว่างและความเข้มของภาพให้ดีขึ้น



(ก) Histogram equalize



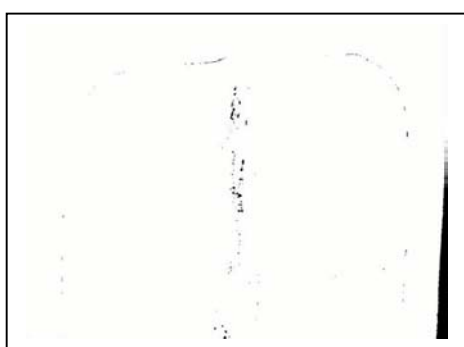
(ข) AutoLevel

รูปที่ 71 ผลการทดลองโดยวิธีการปรับปรุงคุณภาพอัตโนมัติ

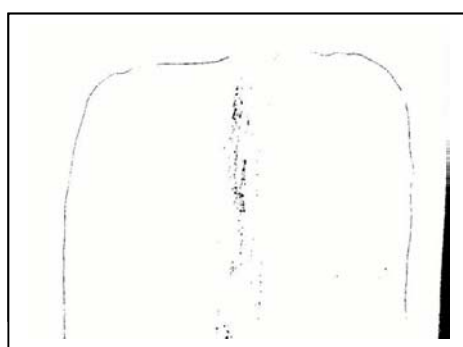
วิธีเช่นนี้ใช้ความสามารถของหลักการประมวลผลภาพ โดยไม่ต้องปรับแต่ค่าผลที่ออกมา ถือได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีทั้งด้านความเร็วและผลที่ได้รับ

5.2.3 เตรียมภาพก่อนการประมวลผลภาพจากหลักการประมวลผลภาพที่มีอยู่

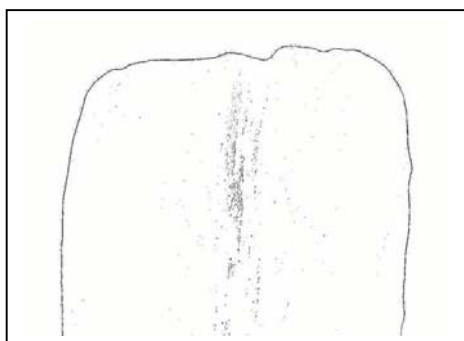
การปรับปรุงคุณภาพโดยการกรองภาพ(Filter) เป็นวิธีการหนึ่งที่มีอยู่ในการประมวลผลภาพ เพื่อกำจัดแสงเงาและสิ่งที่ไม่ต้องการออกไปโดยการอาศัยหลักการของ Average, Sobel, LoG, Unsharp, Gaussian, Laplacian, Prewitt วิธีการต่างๆที่กล่าวมาเป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยใช้ทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้ ขั้นตอนที่ทดลองใช้หลักการเดียวกับงานวิจัย [6] เปลี่ยนจากอีตโรแกรมเป็นวิธีการกรองภาพต่างๆที่กล่าวมาข้างต้นผลการทดลองตามรูปที่ 72



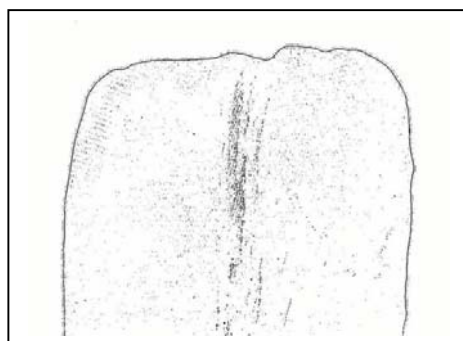
Average



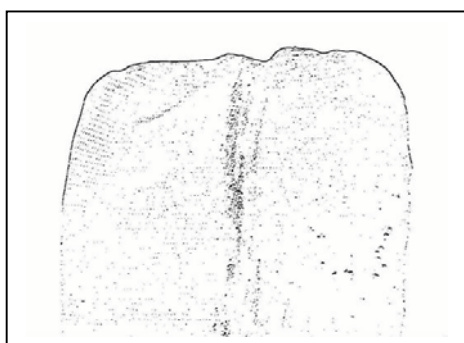
Gaussian



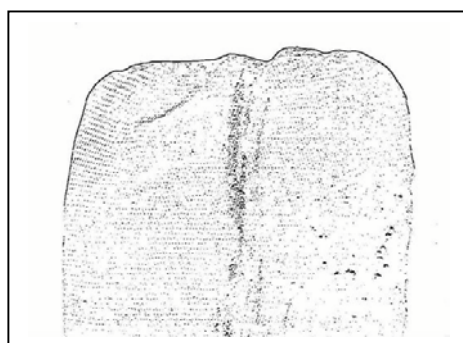
Laplacian



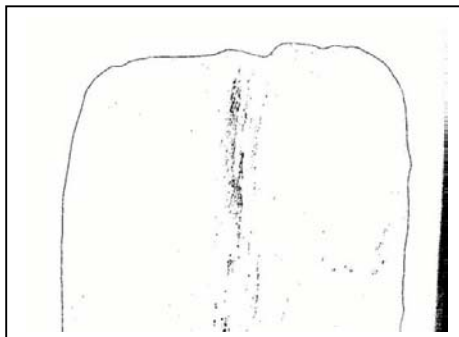
LoG



Prewitt



Sobel



Unsharp

รูปที่ 72 ผลการทดลองการปรับปรุงคุณภาพโดยการกรองภาพ

การทดลองวิธีปรับปรุงคุณภาพโดยการกรองภาพ จากผลดังรูปที่ 72 พบว่าผลออกมาได้ดีแตกต่างกัน เช่น การกรองภาพโดยวิธี Log Prewitt Sobel มีผลทำให้รายละเอียดของภาพต่างๆปรากฏ ซึ่งส่งผลทำให้สิ่งสกปรกทั้งที่ต้องการและไม่ต้องการปรากฏขึ้น

สรุปผลการทดลอง จากการทดลองพบว่าในการปรับปรุงคุณภาพของภาพแบบ Histogram Equalize และ แบบ Auto Level ทำให้ภาพที่ออกมามีความแตกต่างกัน แบบแรกทำให้สิ่งสกปรกที่เล็กน้อยไม่ปรากฏขอบลายยางปรากฏน้อย ส่วนแบบที่สอง สิ่งสกปรกปรากฏแม้แต่น้อยก็ปรากฏ แต่ขอบลายยางปรากฏมาก หากนำการกรองภาพมาใช้วิธีการกรองที่ใช้ได้ผล ได้แก่ Average, Gaussian, Unsharp ดังรูปที่ 72 โดยเฉพาะวิธีการ Unsharp ได้ผลเป็นที่น่าพอใจเพื่อเทียบกับวิธีอื่น จากการทดลองในการหาสิ่งสกปรกเป็นผลให้ผู้ทำวิจัยได้นำหลักการ Unsharp มาใช้ในการค้นหาฟองอากาศเพราะวิธีนี้ทำให้รายละเอียดจุดเล็กน้อยปรากฏได้ดี

5.2.4 เทคนิคการเพิ่มให้สิ่งสกปรกปรากฏเด่นชัด

การวิจัยได้ศึกษาทดลองพบว่าในการทำให้รายละเอียดของภาพที่ประกอบด้วยพื้นหลังและข้อมูลภาพ โดยเน้นเฉพาะข้อมูลภาพหลักไม่สนใจพื้นหลัง เทคนิคนี้เรียกว่า วิธีการกรองภาพ 2 มิติทางสถิติลำดับชั้น (two-dimensional order-statistic filtering(max)(min)) ในการทดลองเทคนิคค่า(Min) ถือได้ว่าเป็นการเน้นเฉพาะจุดภาพสี จากการทดลองพบว่าหากใช้ค่า(min) มาใช้ปรากฏว่าทำให้สิ่งสกปรกที่บแสงปรากฏเด่นชัดมาก

ผลการทดลองที่ใช้วิธีการ 2D-Statistic(min)

ขั้นตอนการทดลองที่ 1 : นำเทคนิค 2D-statistic filtering(min) มาเพิ่มขั้นตอนในงานวิจัย[6] โดยวางตรงช่วงก่อนการทำเทรสโฮลด์ซึ่งผลทำให้ได้ดังรูปที่ 73

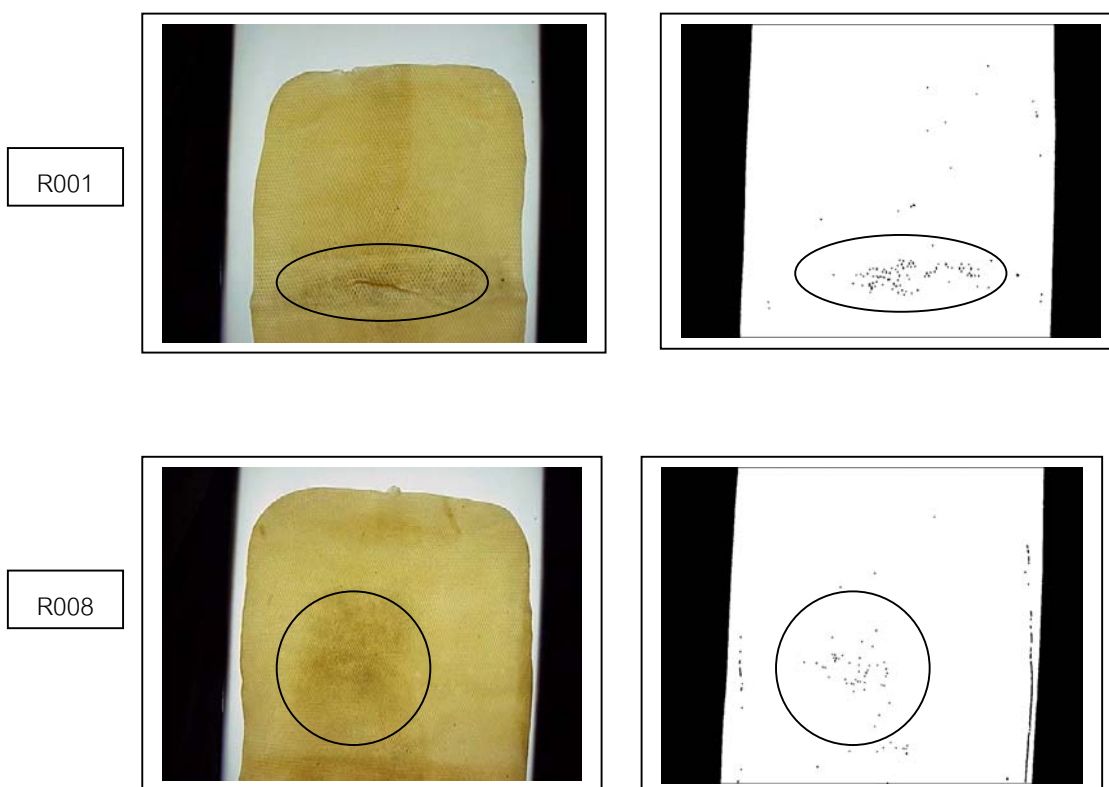


รูปที่ 73 ผลการทดลองใช้เทคนิค 2D-statistic(min)

จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่าสิ่งสกปรกที่ปรากฏหลังจากการทำเทรสโฮลด์เด่นชัดขึ้นทำให้ง่ายต่อการสังเกต ความเร็วที่ได้ในการประมวลผลภาพจัดได้ว่าอยู่ในขั้นดี เนื่องจากความเร็วในการทำ 2D-statistic(min) ใช้เวลาไม่มากผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิคนี้มาใช้ในงานวิจัย

5.2.5 ผลการทดลองตรวจหาสิ่งสกปรกแบบนำแผ่นยางทดสอบมาบวกัน

สำหรับผลการทดลองต่อไปนี้จะได้ทำการนำเทคนิค 2D-Statistic(min) มาใช้เพื่อให้ได้ผลตามที่ต้องการ เทคนิคที่ใช้คือการนำภาพต้นฉบับมาบวกันจากนั้นผ่านขั้นตอน 2D-Statistic (min) จากนั้นทำการหาเทรสโพลด์อัตโนมัติ ผลที่ได้ดังรูปที่ 74 ตัวอย่างแผ่นยาง 20 แผ่น ผลสรุปได้ดังนี้ (ผู้วิจัยได้ทำการเลือกเฉพาะบางแผ่นที่เห็นความผิดปกติ บทสรุปทุกแผ่นอยู่ในหน้าสุดท้ายบทย่อยที่ 5)

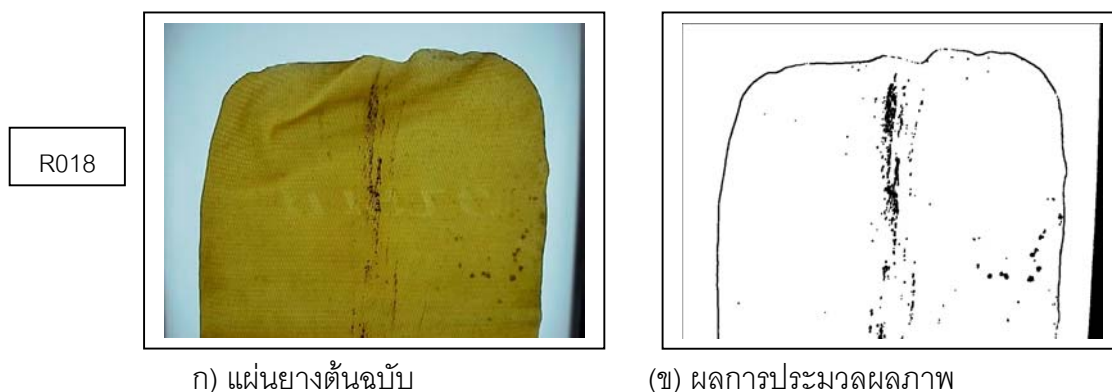


(ก) แผ่นยางต้นฉบับ

(ข) ผลการประมวลผลภาพ

รูปที่ 74 ผลการทดลองแผ่นยางทดสอบที่ R001 R008

จากผลลัพธ์ที่ออกมาพบว่ายางแผ่น R001 มีลายดำเป็นหย่อมๆ ด้านล่าง ซึ่งทำให้ผลที่ออกมาก็จะปรากฏเห็นได้ชัดเจน หากใช้เทคนิคตามงานวิจัย[6] สิ่งสกปรกเช่นนี้จะไม่ปรากฏ

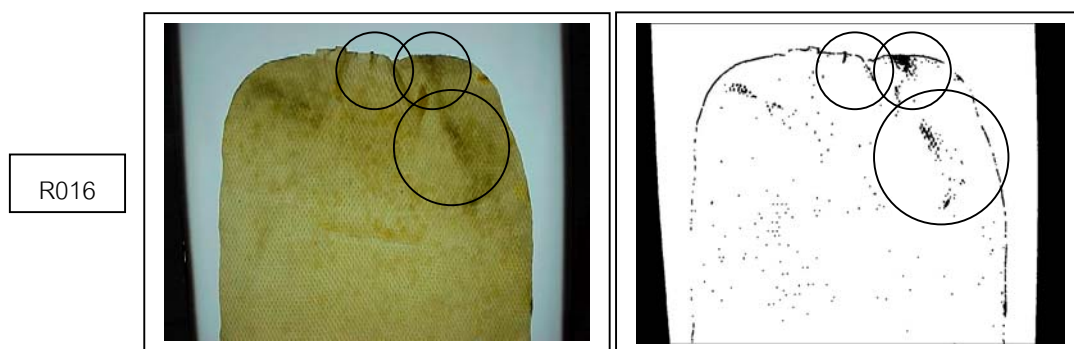


ก) แผ่นยางต้นฉบับ

ข) ผลการประมวลผลภาพ

รูปที่ 75 ผลการทดลองแผ่นยางทดสอบที่ R018

ผลลัพธ์รูปที่ 75 ผลลัพธ์จากงานวิจัยแผ่นยางที่ R018 ใช้เทคนิคในการบวกภาพกับแผ่นยาง พบว่าบริเวณที่มีสิ่งสกปรกที่บดแสงและสีดำโปรแกรมก็สามารถตรวจหาพบได้



ก) แผ่นยางต้นฉบับ

ข) ผลการประมวลผลภาพ

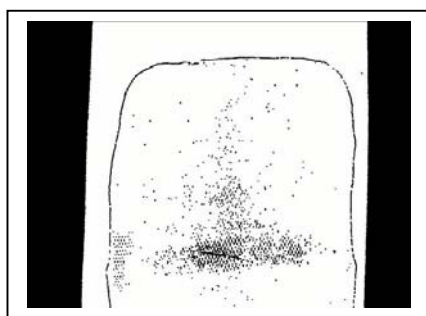
รูปที่ 76 ผลการทดลองแผ่นยางทดสอบที่ R016

ผลลัพธ์รูปที่ 76 จากงานวิจัยแผ่นยางที่ R016 ใช้เทคนิคในการบวกภาพกับแผ่นยาง พบว่าบริเวณที่แผ่นยางเกิดรอยพับ จนเกิดเป็นเงาสีดำในกรณีเช่นนี้จะทำให้ผลการทดลองผิดพลาดได้ โดยที่โปรแกรมทดสอบคิดว่าบริเวณนี้เป็นสิ่งสกปรก ซึ่งถือเป็นอุปสรรคอย่างหนึ่งที่ทำให้ผลผิดได้

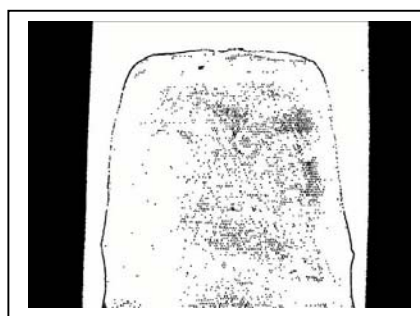
นอกจากนี้แผ่นยางอื่นๆก็ถือว่าได้ผลที่ดี หากสรุปผลลัพธ์เทคนิคการบวกภาพก็ถือว่าสามารถนำมาหาสิ่งสกปรกได้ โดยวิธีนี้สามารถหาสิ่งสกปรกที่บดแสงและสิ่งสกปรกที่มีสีเข้ม เช่นลายยางดำเป็นหย่อมๆและสีดำได้ แต่ก็จะมีข้อผิดพลาดในกรณีแผ่นยางมีการพับและเกิดเงาบริเวณนั้น ซึ่งจะส่งผลให้ผลลัพธ์ออกมาผิดพลาดได้

5.3 ผลการทดลองหาฟองอากาศบนยางแผ่น

ผลการทดลองหาฟองอากาศโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพตามขั้นตอนในงานวิจัยฉบับนี้ กับแผ่นยางทดสอบจำนวน 20 แผ่น



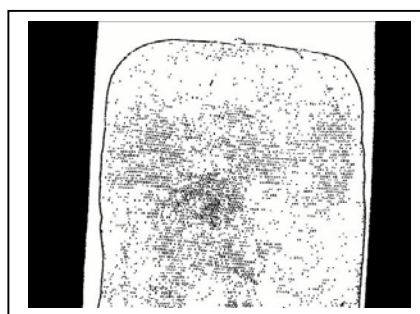
R001



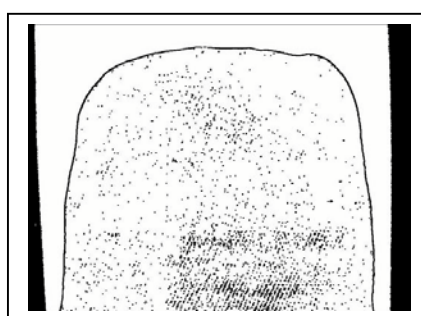
R002



R007



R008

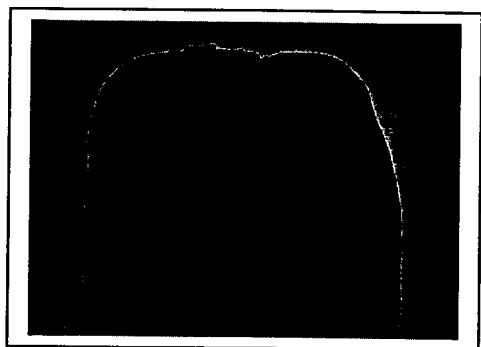


R014

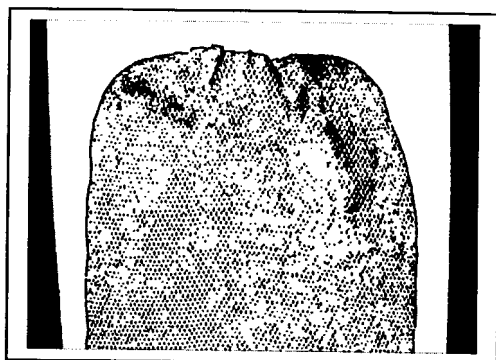
รูปที่ 77 ผลการทดลองแผ่นยางทดสอบที่ R001 R002 R007 R008 R014

จากผลการทดลองใช้วิธีการหาฟองอากาศในงานวิจัยฉบับนี้พบว่าในกรณีแผ่นยางมีลาย
ดำเป็นหย่อมจะส่งผลให้การทดลองผิดพลาดได้ดังรูปที่ 77

นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่าในกรณีแผ่นยางมีโหนดที่ไม่ใช้สีเหลืองจะส่งผลให้เกิดการผิดพลาดได้ สาเหตุเกิดจากแผ่นฟิล์มกรองแสงที่ใช้ในงานทดลองใช้สีเหลือง เมื่อแสงกระทบกับแผ่นยางที่มีโหนดอื่นก็จะทำให้ค่าผิดได้เพราะผู้วิจัยได้ทำการตั้งค่าเทรสโฮลด์ในระดับสีแผ่นยางที่มีโหนดเหลือง จากรูปที่ 78 แผ่นยางมีโหนดสีเหลืองออกเขียวผลการทดลองเลยผิดพลาด



(ก) แผ่นยางต้นฉบับ



(ข) ผลการประมวลผลภาพ

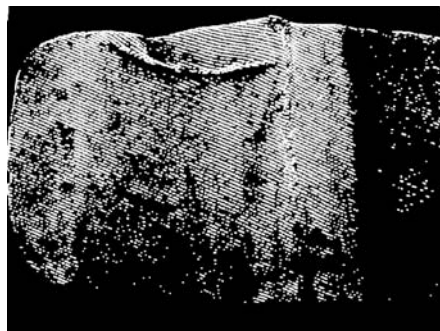
รูปที่ 78 ผลการทดลองแผ่นยางทดสอบที่ R016

สรุปสำหรับวิธีดังที่ใช้ในงานวิจัยฉบับนี้สามารถหาฟองอากาศได้ก็จริง แต่ผลการทดลองพบว่า หากในแผ่นยางมีสิ่งเจือปนที่มีพฤติกรรมคล้ายฟองอากาศหลังจากส่องแสงผ่านแล้วผลที่ออกมา ก็จะเกิดความผิดพลาดได้ ซึ่งหากต้องการนำวิธีการนี้ไปใช้ต้องพัฒนาต่อไป เพื่อแก้ปัญหา ดังที่ผู้วิจัยได้ทดลองพบ

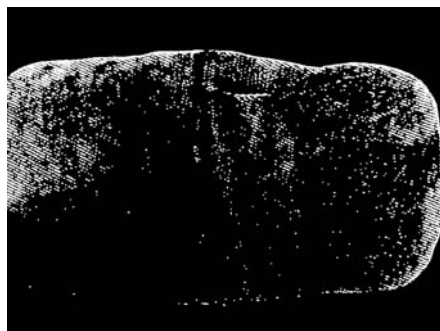
5.4 ผลการทดลองหาราชา

สำหรับผลการทดลองต่อไปนี้เป็นหาราชาขั้นต้นการหาราชาที่ใช้เทคนิคดังนี้
AutoLevel->2D statistic Filter(Max)->Threshold(180) ผลการทดลองเป็นไปดังนี้

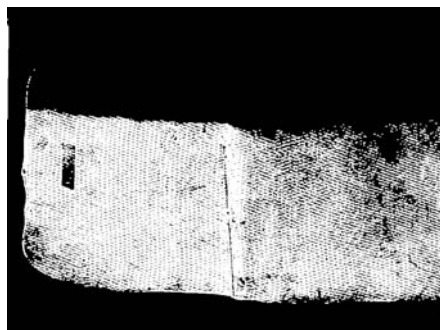
ผลการทดลองแผ่นทดสอบที่ 01



ผลการทดลองแผ่นทดสอบที่ 02



ผลการทดลองแผ่นทดสอบที่ 03



รูปที่ 79 ผลการทดลองหาราชา

วิธีการการฟองอากาศและราขาวในส่วนค่าเทรสโฮลด์ของแต่ละวิธีได้จากการทดลองซ้ำๆ และในสภาพแวดล้อมเฉพาะค่าที่ได้ใช้สำหรับการทดลองนี้เท่านั้น หากนำเทคนิคดังกล่าวไปใช้ ต้องปรับแต่งให้เหมาะสมสาเหตุเนื่องมาจากกล้องดิจิทัลและความเข้มของแสงไฟที่ใช้ในการถ่ายภาพที่แตกต่างกันจะส่งผลให้ค่าเทรสโฮลด์เปลี่ยนไป

สำหรับการทดลองตรวจหาฟองอากาศในงานวิจัยนี้ตรวจได้เฉพาะฟองอากาศที่อยู่เหนือยางแผ่นและยังมีข้อบกพร่องหากการถ่ายภาพแผ่นยางทดสอบมีสิ่งเจือปนอยู่ในเนื้อยางที่มีพฤติกรรมคล้ายฟองอากาศโปรแกรมก็จะไม่สามารถแยกแยะได้

5.5 ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่างผู้เชี่ยวชาญกับผลลัพธ์คอมพิวเตอร์

จากการทดลองได้ทำการนำแผ่นยางทดสอบจำนวน 20 แผ่นทำการทดสอบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทำการวิเคราะห์แผ่นยางจากการมองด้วยตาเปล่าจากนั้นทำการระบุระดับสิ่งสกปรกอันได้แก่สิ่งสกปรกและฟองอากาศรวมทั้งความสม่ำเสมอของลายยางโดยกำหนดระดับไว้ 5 ระดับ โดยเรียงระดับคุณภาพจากน้อยไปหามาก (1)น้อยมาก (2)น้อย (3)พอใช้ (4)ดี (5)ดีมาก สำหรับผลการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ได้จากการทดลองที่ผ่านมาจากนั้นทำการประเมินโดยการวิเคราะห์จากผลที่ได้ จากนั้นกำหนดคุณภาพของผลที่ได้เทียบกับแผ่นยางทดสอบโดยกำหนดคุณภาพเช่นเดียวกับการมองด้วยตาเปล่าของผู้เชี่ยวชาญ ผลที่ได้ตามตารางที่ 9

